

# Oracle® Solaris ZFS 管理ガイド

このソフトウェアおよび関連ドキュメントの使用と開示は、ライセンス契約の制約条件に従うものとし、知的財産に関する法律により保護されています。ライセンス契約で明示的に許諾されている場合もしくは法律によって認められている場合を除き、形式、手段に関係なく、いかなる部分も使用、複写、複製、翻訳、放送、修正、ライセンス供与、送信、配布、発表、実行、公開または表示することはできません。このソフトウェアのリバース・エンジニアリング、逆アセンブル、逆コンパイルは互換性のために法律によって規定されている場合を除き、禁止されています。

ここに記載された情報は予告なしに変更される場合があります。また、誤りが無いことの保証はいたしかねます。誤りを見つけた場合は、オラクル社までご連絡ください。

このソフトウェアまたは関連ドキュメントを、米国政府機関もしくは米国政府機関に代わってこのソフトウェアまたは関連ドキュメントをライセンスされた者に提供する場合は、次の通知が適用されます。

#### U.S. GOVERNMENT END USERS:

Oracle programs, including any operating system, integrated software, any programs installed on the hardware, and/or documentation, delivered to U.S. Government end users are "commercial computer software" pursuant to the applicable Federal Acquisition Regulation and agency-specific supplemental regulations. As such, use, duplication, disclosure, modification, and adaptation of the programs, including any operating system, integrated software, any programs installed on the hardware, and/or documentation, shall be subject to license terms and license restrictions applicable to the programs. No other rights are granted to the U.S. Government.

このソフトウェアもしくはハードウェアは様々な情報管理アプリケーションでの一般的な使用のために開発されたものです。このソフトウェアもしくはハードウェアは、危険が伴うアプリケーション（人的傷害を発生させる可能性があるアプリケーションを含む）への用途を目的として開発されていません。このソフトウェアもしくはハードウェアを危険が伴うアプリケーションで使用する場合、安全に使用するために、適切な安全装置、バックアップ、冗長性（redundancy）、その他の対策を講じることは使用者の責任となります。このソフトウェアもしくはハードウェアを危険が伴うアプリケーションで使用したこと起因して損害が発生しても、オラクル社およびその関連会社は一切の責任を負いかねます。

OracleおよびJavaはOracle Corporationおよびその関連企業の登録商標です。その他の名称は、それぞれの所有者の商標または登録商標です。

Intel, Intel Xeonは、Intel Corporationの商標または登録商標です。すべてのSPARCの商標はライセンスをもとに使用し、SPARC International, Inc.の商標または登録商標です。AMD, Opteron, AMDロゴ、AMD Opteronロゴは、Advanced Micro Devices, Inc.の商標または登録商標です。UNIXは、The Open Groupの登録商標です。

このソフトウェアまたはハードウェア、そしてドキュメントは、第三者のコンテンツ、製品、サービスへのアクセス、あるいはそれらに関する情報を提供することがあります。オラクル社およびその関連会社は、第三者のコンテンツ、製品、サービスに関して一切の責任を負わず、いかなる保証もいたしません。オラクル社およびその関連会社は、第三者のコンテンツ、製品、サービスへのアクセスまたは使用によって損失、費用、あるいは損害が発生しても一切の責任を負いかねます。

# 目次

---

はじめに .....	11
<b>1 Oracle Solaris ZFS ファイルシステム (概要) .....</b>	<b>15</b>
ZFS の新機能 .....	15
ZFS コマンドの使用法に関する拡張機能 .....	16
ZFS スナップショットの拡張機能 .....	16
改善された <code>aclmode</code> プロパティ .....	17
Oracle Solaris ZFS インストール機能 .....	17
送信ストリームに関する ZFS の拡張機能 .....	18
ZFS スナップショットの相違点 ( <code>zfs diff</code> ) .....	18
ZFS ストレージプールの回復およびパフォーマンスに関する拡張機能 .....	18
ZFS 同期動作の調整 .....	19
改善された ZFS プールメッセージ .....	20
ACL 相互運用性に関する ZFS の拡張機能 .....	21
ミラー化された ZFS ストレージプールの分割 ( <code>zpool split</code> ) .....	22
新しい ZFS システムプロセス .....	22
デバイスの置き換えに関する ZFS の拡張機能 .....	22
ZFS インストールおよびフラッシュインストールのサポート .....	24
ZFS 環境でのゾーンの移行 .....	24
ZFS のインストールおよびブートのサポート .....	24
Web ベースの ZFS 管理 .....	24
Oracle Solaris ZFS とは .....	25
プールされた ZFS ストレージ .....	25
トランザクションのセマンティクス .....	26
チェックサムと自己修復データ .....	27
優れたスケーラビリティ .....	27
ZFS スナップショット .....	27
簡素化された管理 .....	28

ZFS の用語 .....	28
ZFS コンポーネントに名前を付けるときの規則 .....	30
Oracle Solaris ZFS ファイルシステムと従来のファイルシステムの相違点 .....	31
ZFS ファイルシステムの構造 .....	31
ZFS のディスク領域の計上 .....	32
ZFS ファイルシステムをマウントする .....	34
従来のボリューム管理 .....	34
NFSv4 に基づく Solaris ACL モデル .....	34
<b>2 Oracle Solaris ZFS 入門 .....</b>	<b>37</b>
ZFS 権利プロファイル .....	37
ZFS のハードウェアとソフトウェアに関する要件および推奨要件 .....	38
基本的な ZFS ファイルシステムを作成する .....	38
基本的な ZFS ストレージプールを作成する .....	39
▼ ZFS ストレージプールのストレージ要件を確認する方法 .....	39
▼ ZFS ストレージプールを作成する方法 .....	40
ZFS ファイルシステム階層を作成する .....	41
▼ ZFS ファイルシステム階層を決定する方法 .....	41
▼ ZFS ファイルシステムを作成する方法 .....	42
<b>3 Oracle Solaris ZFS ストレージプールの管理 .....</b>	<b>45</b>
ZFS ストレージプールのコンポーネント .....	45
ZFS ストレージプール内でディスクを使用する .....	45
ZFS ストレージプール内でスライスを使用する .....	47
ZFS ストレージプール内のファイルを使用する .....	48
ZFS ストレージプールに関する考慮事項 .....	48
ZFS ストレージプールの複製機能 .....	49
ミラー化されたストレージプール構成 .....	49
RAID-Z ストレージプール構成 .....	50
ZFS ハイブリッドストレージプール .....	51
冗長構成の自己修復データ .....	51
ストレージプール内の動的なストライプ .....	51
ZFS ストレージプールを作成および破棄する .....	52
ZFS ストレージプールを作成する .....	52
ストレージプールの仮想デバイスの情報を表示する .....	59

ZFS ストレージプールの作成エラーに対応する .....	60
ZFS ストレージプールを破棄する .....	63
ZFS ストレージプール内のデバイスを管理する .....	64
ストレージプールにデバイスを追加する .....	65
ストレージプール内でデバイスを接続する/切り離す .....	70
ミラー化 ZFS ストレージプールを分割して新しいプールを作成する .....	71
ストレージプール内のデバイスをオンラインまたはオフラインにする .....	75
ストレージプールデバイスのエラーをクリアする .....	77
ストレージプール内のデバイスを置き換える .....	77
ストレージプールにホットスペアを指定する .....	80
ZFS ストレージプールのプロパティの管理 .....	85
ZFS ストレージプールのステータスのクエリー検索を行う .....	88
ZFS ストレージプールについての情報を表示する .....	88
ZFS ストレージプールの入出力統計を表示する .....	92
ZFS ストレージプールの健全性ステータスを調べる .....	94
ZFS ストレージプールを移行する .....	100
ZFS ストレージプールの移行を準備する .....	100
ZFS ストレージプールをエクスポートする .....	100
インポートできるストレージプールを判断する .....	101
ZFS ストレージプールを別のディレクトリからインポートする .....	103
ZFS ストレージプールをインポートする .....	103
破棄された ZFS ストレージプールを回復する .....	107
ZFS ストレージプールをアップグレードする .....	109
<b>4 Oracle Solaris ZFS ルートファイルシステムのインストールとブート .....</b>	<b>111</b>
Oracle Solaris ZFS ルートファイルシステムのインストールとブート (概要) .....	112
ZFS インストール機能 .....	112
ZFS をサポートするための Oracle Solaris インストールと Live Upgrade の要件 ...	113
ZFS ルートファイルシステムのインストール (Oracle Solaris 初期インストール) .....	116
▼ミラー化された ZFS ルートプールを作成する方法 (インストール後) .....	123
ZFS ルートファイルシステムのインストール (Oracle Solaris フラッシュアーカイブインストール) .....	124
ZFS ルートファイルシステムのインストール (JumpStart インストール) .....	129
ZFS 用の JumpStart キーワード .....	129
ZFS 用 JumpStart プロファイルの例 .....	131

ZFS の JumpStart に関する問題 .....	132
ZFS ルートファイルシステムへの移行または ZFS ルートファイルシステムの更新 (Live Upgrade) .....	132
Live Upgrade で ZFS に移行する際の問題 .....	134
Live Upgrade を使用して ZFS ルートファイルシステム (ゾーンが含まれていない) を移行または更新する .....	135
ゾーンが含まれているシステムを Live Upgrade を使用して移行またはアップグ レードする (Solaris 10 10/08) .....	142
ゾーンが含まれているシステムを Oracle Solaris Live Upgrade で移行またはアップ グレードする (Solaris 10 5/09 以降) .....	148
ZFS スワップデバイスおよびダンプデバイスを管理する .....	158
ZFS スワップデバイスおよびダンプデバイスのサイズを調整する .....	159
ZFS スワップボリュームとダンプボリュームをカスタマイズする .....	161
ZFS ダンプデバイスの問題のトラブルシューティング .....	161
ZFS ルートファイルシステムからのブート .....	163
ミラー化された ZFS ルートプールの代替ディスクからブートする .....	163
SPARC: ZFS ルートファイルシステムからブートする .....	164
x86: ZFS ルートファイルシステムからブートする .....	166
正常なブートを妨げる ZFS マウントポイントの問題の解決 (Solaris 10 10/08) .....	167
ZFS ルート環境での回復のためのブート .....	168
ZFS ルートプールまたはルートプールのスナップショットを回復する .....	170
▼ ZFS ルートプールのディスクを置き換える方法 .....	170
▼ ルートプールのスナップショットを作成する方法 .....	173
▼ ZFS ルートプールを再作成しルートプールのスナップショットを復元する方 法 .....	175
▼ フェイルセーフブートからルートプールのスナップショットをロールバックする 方法 .....	176
<b>5 Oracle Solaris ZFS ファイルシステムの管理 .....</b>	<b>179</b>
ZFS ファイルシステムの管理 (概要) .....	179
ZFS ファイルシステムの作成、破棄、および名前変更を行う .....	180
ZFS ファイルシステムを作成する .....	180
ZFS ファイルシステムを破棄する .....	181
ZFS ファイルシステムの名前を変更する .....	182
ZFS のプロパティの概要 .....	183
ZFS の読み取り専用のネイティブプロパティ .....	192

設定可能な ZFS ネイティブプロパティ	193
ZFS ユーザープロパティ	196
ZFS ファイルシステムの情報のクエリー検索を行う	197
基本的な ZFS 情報を表示する	197
複雑な ZFS クエリーを作成する	198
ZFS プロパティを管理する	200
ZFS プロパティを設定する	200
ZFS プロパティを継承する	201
ZFS プロパティのクエリー検索を行う	202
ZFS ファイルシステムをマウントする	205
ZFS マウントポイントを管理する	205
ZFS ファイルシステムをマウントする	207
一時的なマウントプロパティを使用する	209
ZFS ファイルシステムをアンマウントする	209
ZFS ファイルシステムを共有および共有解除する	210
ZFS の割り当て制限と予約を設定する	212
ZFS ファイルシステムに割り当て制限を設定する	213
ZFS ファイルシステムに予約を設定する	216
ZFS ファイルシステムをアップグレードする	218
<b>6 Oracle Solaris ZFS のスナップショットとクローンの操作</b>	<b>219</b>
ZFS スナップショットの概要	219
ZFS スナップショットを作成および破棄する	220
ZFS スナップショットを表示してアクセスする	223
ZFS スナップショットにロールバックする	225
ZFS スナップショットの相違点の識別 (zfs diff)	226
ZFS クローンの概要	227
ZFS クローンを作成する	227
ZFS クローンを破棄する	228
ZFS ファイルシステムを ZFS クローンで置き換える	228
ZFS データを送信および受信する	229
ほかのバックアップ製品を使用して ZFS データを保存する	230
ZFS スナップショットストリームを特定する	231
ZFS スナップショットを送信する	233
ZFS スナップショットを受信する	234

ZFS スナップショットストリームに異なるプロパティ値を適用する .....	235
複雑な ZFS スナップショットストリームを送信および受信する .....	237
ZFS データのリモート複製 .....	240
<b>7 ACL および属性を使用した Oracle Solaris ZFS ファイルの保護 .....</b>	<b>241</b>
Solaris ACL モデル .....	241
ACL を設定する構文の説明 .....	243
ACL 継承 .....	246
ACL プロパティ .....	247
ZFS ファイルに ACL を設定する .....	248
ZFS ファイルの ACL を冗長形式で設定および表示する .....	251
ZFS ファイルの ACL 継承を冗長形式で設定する .....	255
ZFS ファイルの ACL をコンパクト形式で設定および表示する .....	261
<b>8 Oracle Solaris ZFS 委任管理 .....</b>	<b>269</b>
ZFS 委任管理の概要 .....	269
ZFS 委任アクセス権を無効にする .....	270
ZFS アクセス権の委任 .....	270
ZFS アクセス権の委任 (zfs allow) .....	273
ZFS 委任アクセス権を削除する (zfs unallow) .....	274
ZFS アクセス権を委任する (例) .....	274
ZFS 委任アクセス権を表示する (例) .....	278
委任された ZFS アクセス権を削除する (例) .....	280
<b>9 Oracle Solaris ZFS の高度なトピック .....</b>	<b>283</b>
ZFS ボリューム .....	283
ZFS ボリュームをスワップデバイスまたはダンプデバイスとして使用する .....	284
ZFS ボリュームを Solaris iSCSI ターゲットとして使用する .....	285
ゾーンがインストールされている Solaris システムで ZFS を使用する .....	286
ZFS ファイルシステムを非大域ゾーンに追加する .....	287
データセットを非大域ゾーンに委任する .....	288
ZFS ボリュームを非大域ゾーンに追加する .....	289
ZFS ストレージプールをゾーンで使用する .....	290
ZFS プロパティをゾーンで管理する .....	290

zoned プロパティについて .....	291
ZFS 代替ルートプールを使用する .....	292
ZFS 代替ルートプールを作成する .....	293
代替ルートプールをインポートする .....	293
<b>10 Oracle Solaris ZFS のトラブルシューティングとプールの回復 .....</b>	<b>295</b>
ZFS の問題を識別する .....	295
一般的なハードウェアの問題を解決する .....	296
ハードウェアおよびデバイスの障害を識別する .....	296
ZFS エラーメッセージのシステムレポート .....	297
ZFS ストレージプールで発生した問題を識別する .....	298
ZFS ストレージプールに問題があるかどうかを確認する .....	299
zpool status の出力を確認する .....	300
ZFS ストレージデバイスの問題を解決する .....	303
見つからないデバイスまたは削除されたデバイスを解決する .....	303
破損したデバイスを交換または修復する .....	306
ZFS ファイルシステムの問題を解決する .....	317
ZFS ストレージプール内のデータの問題を解決する .....	317
ZFS ファイルシステムの整合性をチェックする .....	317
ZFS データが破壊している .....	320
ZFS の領域の問題を解決する .....	320
損傷したデータを修復する .....	322
損傷した ZFS 構成を修復する .....	327
ブートできないシステムを修復する .....	327
<b>11 推奨の Oracle Solaris ZFS プラクティス .....</b>	<b>329</b>
推奨のストレージプールのプラクティス .....	329
一般的なシステムプラクティス .....	329
ZFS ストレージプール作成のプラクティス .....	331
パフォーマンスを高めるためのストレージプールのプラクティス .....	335
ZFS ストレージプールの保守および監視のプラクティス .....	335
推奨のファイルシステムのプラクティス .....	337
ファイルシステム作成のプラクティス .....	337
ZFS ファイルシステムのプラクティスを監視する .....	338

<b>A Oracle Solaris ZFS バージョンの説明 .....</b>	<b>339</b>
ZFS バージョンの概要 .....	339
ZFS プールのバージョン .....	340
ZFS ファイルシステムのバージョン .....	341
索引 .....	343

# はじめに

---

『Oracle Solaris ZFS 管理ガイド』では、Oracle Solaris ZFS ファイルシステムの設定と管理について説明します。

このガイドでは、SPARC および x86 の両方のプラットフォームにおけるシステム管理について解説しています。

---

注 - この Oracle Solaris のリリースでは、SPARC および x86 系列のプロセッサアーキテクチャをサポートしています。サポートされるシステムは、<http://www.oracle.com/webfolder/technetwork/hcl/index.html> の『Oracle Solaris Hardware Compatibility List』に記載されています。このドキュメントでは、プラットフォームにより実装が異なる場合は、それを特記します。

---

## 対象読者

このガイドは、Oracle Solaris ZFS ファイルシステムの設定と管理に関係するすべてのユーザーを対象としています。Oracle Solaris オペレーティングシステム (OS) または別のバージョンの UNIX を使用した経験があることが推奨されます。

## 内容の紹介

次の表で、本書の各章について説明します。

章	説明
第1章「Oracle Solaris ZFS ファイルシステム (概要)」	ZFS の概要およびその機能と利点について説明します。また、基本的な概念と用語について説明します。
第2章「Oracle Solaris ZFS 入門」	基本的なプールとファイルシステムを使って基本的な ZFS 構成を設定する手順について説明します。この章では、ZFS ファイルシステムの作成に必要なハードウェアとソフトウェアについても説明します。
第3章「Oracle Solaris ZFS ストレージプールの管理」	ZFS ストレージプールの作成および管理方法について詳しく説明します。

章	説明
第4章「Oracle Solaris ZFS ルートファイルシステムのインストールとブート」	ZFS ファイルシステムのインストールとブートの方法について説明します。Oracle Solaris Live Upgrade を使用して UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する方法についても説明します。
第5章「Oracle Solaris ZFS ファイルシステムの管理」	ZFS ファイルシステムの管理について詳しく説明します。たとえば、ファイルシステムの階層レイアウト、プロパティが継承されること、およびマウントポイント管理および共有が自動的に行われることなどについて、それらの概念を説明します。
第6章「Oracle Solaris ZFS のスナップショットとクローンの操作」	ZFS のスナップショットとクローンを作成および管理する方法について説明します。
第7章「ACL および属性を使用した Oracle Solaris ZFS ファイルの保護」	アクセス制御リスト (ACL) を使用して UNIX 標準のアクセス権よりアクセス権を詳細に設定することで、ZFS ファイルを保護する方法について説明します。
第8章「Oracle Solaris ZFS 委任管理」	ZFS 委任管理を使用して、特権のないユーザーが ZFS 管理タスクを実行できるようにする方法について説明します。
第9章「Oracle Solaris ZFS の高度なトピック」	ZFS ボリュームの使用について、ゾーンがインストールされた Oracle Solaris システムでの ZFS の使用について、および代替ルートプールの使用について説明します。
第10章「Oracle Solaris ZFS のトラブルシューティングとプールの回復」	ZFS の障害を識別してそこから回復する方法について説明します。また、障害を回避する方法について説明します。
第11章「推奨の Oracle Solaris ZFS プラクティス」	ZFS ストレージプールおよびファイルシステムを作成、監視、および保守するための推奨のプラクティスについて説明します。
付録 A 「Oracle Solaris ZFS バージョンの説明」	利用可能な ZFS のバージョン、各バージョンの機能、および Solaris OS の各リリースで提供される ZFS のバージョンと機能について説明します。

## 関連ドキュメント

Oracle Solaris システム管理の一般的なトピックに関する情報については、次のマニュアルを参照してください。

- 『Solaris のシステム管理 (上級編)』
- 『Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム』
- 『Solaris のシステム管理: セキュリティーサービス』

## Oracle サポートへのアクセス

Oracle のお客様は、My Oracle Support を通じて電子的なサポートを利用することができます。詳細は、<http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=info> を参照してください。聴覚に障害をお持ちの場合は、<http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=trs> を参照してください。

## 表記上の規則

次の表では、このマニュアルで使用される表記上の規則について説明します。

表 P-1 表記上の規則

字体	説明	例
AaBbCc123	コマンド名、ファイル名、ディレクトリ名、画面上のコンピュータ出力、コード例を示します。	.login ファイルを編集します。 ls -a を使用してすべてのファイルを表示します。  machine_name% you have mail.
<b>AaBbCc123</b>	ユーザーが入力する文字を、画面上のコンピュータ出力と区別して示します。	machine_name% <b>su</b>  Password:
<i>aabbcc123</i>	Placeholder: 実際に使用する特定の名前または値で置き換えます。	ファイルを削除するには、rm <i>filename</i> と入力します。
<i>AaBbCc123</i>	書名、新しい単語、および強調する単語を示します。	『ユーザーズガイド』の第6章を参照してください。  キャッシュは、ローカルに格納されるコピーです。  ファイルを保存しないでください。  注: いくつかの強調された項目は、オンラインでは太字で表示されます。

## コマンド例のシェルプロンプト

Oracle Solaris OS に含まれるシェルで使用する、UNIX のシステムプロンプトとスーパーユーザープロンプトを次に示します。コマンド例では、シェルプロンプトはコマンドが標準ユーザーまたは特権ユーザーのどちらによって実行されるべきかを示しています。

表 P-2 シェルプロンプト

シェル	プロンプト
Bash シェル、Korn シェル、および Bourne シェル	\$
Bash シェル、Korn シェル、および Bourne シェルのスーパーユーザー	#
C シェル	machine_name%
C シェルのスーパーユーザー	machine_name#

# Oracle Solaris ZFS ファイルシステム (概要)

---

この章では、Oracle Solaris ZFS ファイルシステムの概要およびその機能と利点について説明します。また、このマニュアルの残りの章で使用されるいくつかの基本的な用語について説明します。

この章は、次のセクションで構成されます。

- 15 ページの「ZFS の新機能」
- 25 ページの「Oracle Solaris ZFS とは」
- 28 ページの「ZFS の用語」
- 30 ページの「ZFS コンポーネントに名前を付けるときの規則」
- 31 ページの「Oracle Solaris ZFS ファイルシステムと従来のファイルシステムの相違点」

## ZFS の新機能

このセクションでは、ZFS ファイルシステムの新機能について概説します。

- 16 ページの「ZFS コマンドの使用法に関する拡張機能」
- 16 ページの「ZFS スナップショットの拡張機能」
- 17 ページの「改善された `aclmode` プロパティ」
- 17 ページの「Oracle Solaris ZFS インストール機能」
- 18 ページの「送信ストリームに関する ZFS の拡張機能」
- 18 ページの「ZFS スナップショットの相違点 (`zfs diff`)」
- 18 ページの「ZFS ストレージプールの回復およびパフォーマンスに関する拡張機能」
- 19 ページの「ZFS 同期動作の調整」
- 20 ページの「改善された ZFS プールメッセージ」
- 21 ページの「ACL 相互運用性に関する ZFS の拡張機能」
- 22 ページの「ミラー化された ZFS ストレージプールの分割 (`zpool split`)」
- 22 ページの「新しい ZFS システムプロセス」
- 24 ページの「ZFS インストールおよびフラッシュインストールのサポート」

- 24 ページの「Web ベースの ZFS 管理」

## ZFS コマンドの使用法に関する拡張機能

**Oracle Solaris 10 1/13:** `zfs` および `zpool` コマンドには、`zfs` および `zpool` のサブコマンドとそのサポートされているオプションに関する詳細情報を表示するために使用できる `help` サブコマンドがあります。例:

```
# zfs help
The following commands are supported:
allow      clone      create     destroy    diff       get
groupspace help      hold      holds     inherit    list
mount      promote   receive    release    rename     rollback
send       set       share     snapshot   unallow    unmount
unshare    upgrade   userspace
For more info, run: zfs help <command>
# zfs help create
usage:
    create [-p] [-o property=value] ... <filesystem>
    create [-ps] [-b blocksize] [-o property=value] ... -V <size> <volume>

# zpool help
The following commands are supported:
add      attach  clear  create  destroy  detach  export  get
help     history import  iostat  list     offline online  remove
replace scrub  set    split  status  upgrade
For more info, run: zpool help <command>
# zpool help attach
usage:
    attach [-f] <pool> <device> <new-device>
```

詳細は、[zfs\(1M\)](#) および [zpool\(1M\)](#) を参照してください。

## ZFS スナップショットの拡張機能

**Oracle Solaris 10 1/13:** このリリースには、ZFS スナップショットの次の拡張機能が含まれています。

- `zfs snapshot` コマンドには、このコマンドの短縮構文となる `snap` という別名があります。例:

```
# zfs snap -r users/home@snap1
```

- `zfs diff` コマンドには、2つのスナップショット間で追加または変更されたすべてのファイルを識別するための列挙型オプション `-e` があります。生成された出力には追加されたすべてのファイルが示されますが、削除されたものは表示されません。例:

```
# zfs diff -e tank/cindy@yesterday tank/cindy@now
+      /tank/cindy/
+      /tank/cindy/file.1
```

-o オプションを使用して、選択したフィールドを表示するように指定することもできます。例:

```
# zfs diff -e -o size -o name tank/cindy@yesterday tank/cindy@now
+      7      /tank/cindy/
+      206695 /tank/cindy/file.1
```

ZFS スナップショットの作成の詳細は、[第6章「Oracle Solaris ZFS のスナップショットとクローンの操作」](#)を参照してください。

## 改善された `aclmode` プロパティ

**Oracle Solaris 10 1/13:** `aclmode` プロパティは、`chmod` 操作中にファイルのアクセス制御リスト (ACL) のアクセス権が変更されると必ず ACL 動作を変更します。`aclmode` プロパティは次のプロパティ値とともに再導入されました。

- `discard` - `aclmode` プロパティが `discard` であるファイルシステムでは、ファイルのモードを表さない ACL エントリがすべて削除されます。これがデフォルト値です。
- `mask` - `aclmode` プロパティが `mask` であるファイルシステムでは、ユーザーまたはグループアクセス権が削減されます。アクセス権は、グループアクセス権ビットと同程度にまで低下します。ただし、アクセス権がファイルまたはディレクトリの所有者と同じ UID を持つユーザーエントリである場合を除きます。この場合、ACL アクセス権は、所有者のアクセス権ビットと同程度にまで削減されます。また、明示的な ACL セット操作が実行されていない場合、マスク値はモードが変更しても ACL を保持します。
- `passthrough` - `aclmode` プロパティが `passthrough` であるファイルシステムでは、ファイルまたはディレクトリの新規モードを表す必須の ACL エントリを生成する以外、ACL に変更は加えられません。

詳細は、[例 7-13](#) を参照してください。

## Oracle Solaris ZFS インストール機能

**Oracle Solaris 10 8/11:** このリリースでは、インストールに関する次の新機能が使用できます。

- テキストモードインストール方式を使用して、ZFS フラッシュアーカイブでシステムをインストールできます。詳細は、[例 4-3](#) を参照してください。
- Oracle Solaris Live Upgrade の `luupgrade` コマンドを使用して、ZFS ルートのフラッシュアーカイブをインストールできます。詳細は、[例 4-8](#) を参照してください。
- Oracle Solaris Live Upgrade の `lucreate` コマンドを使用して、単独の `/var` ファイルシステムを指定できます。詳細は、[例 4-5](#) を参照してください。

## 送信ストリームに関するZFSの拡張機能

**Oracle Solaris 10 8/11:** このリリースでは、スナップショットストリーム内で送信および受信されるファイルシステムプロパティを設定できます。この拡張機能によって、受信側ファイルシステムへの送信ストリーム内でファイルシステムプロパティを適用したり、受信時に `mountpoint` プロパティ値などのローカルファイルシステムプロパティを無視するかどうかを判別したりする柔軟性が提供されます。

詳細は、235 ページの「ZFS スナップショットストリームに異なるプロパティ値を適用する」を参照してください。

## ZFS スナップショットの相違点 (`zfs diff`)

**Oracle Solaris 10 8/11:** このリリースでは、`zfs diff` コマンドを使用して、ZFS スナップショットの相違点を判別できます。

たとえば、次の2つのスナップショットが作成されるものとします。

```
$ ls /tank/cindy
fileA
$ zfs snapshot tank/cindy@0913
$ ls /tank/cindy
fileA fileB
$ zfs snapshot tank/cindy@0914
```

たとえば、2つのスナップショットの相違点を識別するには、次のような構文を使用します。

```
$ zfs diff tank/cindy@0913 tank/cindy@0914
M      /tank/cindy/
+      /tank/cindy/fileB
```

出力で、Mはディレクトリが変更されたことを示します。+は、後者のスナップショットに `fileB` が存在していることを示します。

詳細は、226 ページの「ZFS スナップショットの相違点の識別 (`zfs diff`)」を参照してください。

## ZFS ストレージプールの回復およびパフォーマンスに関する拡張機能

**Oracle Solaris 10 8/11:** このリリースでは、ZFS ストレージプールの次の新機能が提供されています。

- `zpool import -m` コマンドを使用して、ログのないプールをインポートできます。詳細は、104 ページの「ログデバイスがないプールをインポートする」を参照してください。
- 読み取り専用モードでプールをインポートできます。この機能は、主としてプールの回復に使用します。ベースとなるデバイスが損傷を受けているために損傷したプールにアクセスできない場合は、そのプールを読み取り専用でインポートしてデータを回復できます。詳細は、106 ページの「読み取り専用モードでプールをインポートする」を参照してください。
- このリリースで作成される RAID-Z (raidz1、raidz2、または raidz3) ストレージプールでは、読み取り入出力のスループットパフォーマンスを改善するために、待ち時間の影響を受けやすいメタデータが自動的にミラー化されています。プールバージョン 29 以上にアップグレードされた既存の RAID-Z プールの場合、一部のメタデータは、新しく書き込まれるすべてのデータについてミラー化されます。

RAID-Z プール内でミラー化されたメタデータは、ミラー化されたストレージプールによって提供される保護と同様、ハードウェア障害に対する追加の保護を提供しません。ミラー化されたメタデータによって追加容量が消費されますが、RAID-Z 保護は以前のリリースと同じままになります。この拡張機能は、パフォーマンスのみを目的としています。

## ZFS 同期動作の調整

**Solaris 10 8/11:** このリリースでは、`sync` プロパティを使用することによって、ZFS ファイルシステムの同期動作を決定できます。

デフォルトの同期動作では、データの安定性を確保するために、ファイルシステムのすべての同期トランザクションがインテントログに書き込まれ、すべてのデバイスがフラッシュされます。デフォルトの同期動作を無効にすることはお勧めしません。同期サポートに依存しているアプリケーションが影響を受けることがあり、データ損失が起きる可能性があります。

`sync` プロパティは、ファイルシステムを作成する前または作成した後に設定できます。いずれの場合でも、プロパティ値はすぐに有効になります。例:

```
# zfs set sync=always tank/neil
```

`sync` プロパティが追加された Oracle Solaris リリースでは、`zil_disable` パラメータが使用できなくなりました。

詳細は、表 5-1 を参照してください。

## 改善されたZFSプールメッセージ

**Oracle Solaris 10 8/11:** このリリースでは、`-T` オプションを使用して `zpool list` および `zpool status` コマンドの間隔とカウント値を指定することで、追加情報を表示できるようになりました。

また、`zpool status` コマンドによって、次のようなプールのスクラブと再同期化に関するより多くの情報が表示されるようになりました。

- 再同期化進捗レポート。例:
 

```
scan: resilver in progress since Thu Jun  7 14:41:11 2012
      3.83G scanned out of 73.3G at 106M/s, 0h11m to go
      3.80G resilvered, 5.22% done
```
- スクラブ進捗レポート。例:
 

```
scan: scrub in progress since Thu Jun  7 14:59:25 2012
      1.95G scanned out of 73.3G at 118M/s, 0h10m to go
      0 repaired, 2.66% done
```
- 再同期化完了メッセージ。例:
 

```
resilvered 73.3G in 0h13m with 0 errors on Thu Jun  7 14:54:16 2012
```
- スクラブ完了メッセージ。例:
 

```
scan: scrub repaired 512B in 1h2m with 0 errors on Thu Jun  7 15:10:32 2012
```
- 進行中のスクラブの取り消しメッセージ。例:
 

```
scan: scrub canceled on Thu Jun  7 15:19:20 MDT 2012
```
- スクラブおよび再同期化の完了メッセージはシステムのレポート後も残ります。

次の構文では、進行中のプール再同期化情報を表示するための間隔およびカウントオプションを使用しています。`-T d` 値を使用すると情報を標準の日付形式で表示でき、`-T u` を使用すると情報を内部形式で表示できます。

```
# zpool status -T d tank 3 2
Wed Nov 14 15:44:34 MST 2012
pool: tank
state: DEGRADED
status: One or more devices is currently being resilvered.  The pool will
        continue to function in a degraded state.
action: Wait for the resilver to complete.
scan: resilver in progress since Wed Nov 14 15:44:34 2012
      2.96G scanned out of 4.19G at 189M/s, 0h0m to go
      1.48G resilvered, 70.60% done
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	DEGRADED	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F95E3d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F907Fd0	ONLINE	0	0	0
mirror-1	DEGRADED	0	0	0
c0t5000C500335BD117d0	ONLINE	0	0	0

```
c0t5000C500335DC60Fd0 DEGRADED 0 0 0 (resilvering)
```

```
errors: No known data errors
```

## ACL 相互運用性に関する ZFS の拡張機能

**Oracle Solaris 10 8/11:** このリリースでは、ACL の次の拡張機能が提供されています。

- 例外的なアクセス権を除き、簡易 ACL には deny アクセス制御エントリ (ACE) が必要なくなりました。たとえば、0644、0755、または 0664 のモードでは deny ACE が不要ですが、0705 や 0060 などのモードでは deny ACE が必要です。

以前の動作では、644 などの簡易 ACL 内に deny ACE を含みます。例:

```
# ls -v file.1
-rw-r--r--  1 root    root      206663 Jun 14 11:52 file.1
 0:owner@:execute:deny
 1:owner@:read_data/write_data/append_data/write_xattr/write_attributes
   /write_acl/write_owner:allow
 2:group@:write_data/append_data/execute:deny
 3:group@:read_data:allow
 4:everyone@:write_data/append_data/write_xattr/execute/write_attributes
   /write_acl/write_owner:deny
 5:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
   :allow
```

644 などの簡易 ACL についての新しい動作では、deny ACE を含みません。例:

```
# ls -v file.1
-rw-r--r--  1 root    root      206663 Jun 22 14:30 file.1
 0:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
   /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
   /synchronize:allow
 1:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
 2:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
   :allow
```

- 元の変更されていないアクセス権の保持を図るために、継承時に ACL が複数の ACE に分割されなくなりました。代わりに、ファイル作成モードを強制する必要があるときに、アクセス権が変更されます。
- `aclinherit` プロパティを `restricted` に設定したときのこのプロパティの動作にアクセス権の削減が追加されました。これにより、継承時に ACL が複数の ACE に分割されなくなります。
- アクセス権モードの新しい計算規則では、ACL に含まれる `user` ACE がファイルの所有者でもある場合、そのアクセス権がアクセス権モードの計算に含まれることが指定されます。`group` ACE がファイルのグループ所有者である場合も同じ規則が適用されます。

詳細は、第7章「ACL および属性を使用した Oracle Solaris ZFS ファイルの保護」を参照してください。

## ミラー化されたZFSストレージプールの分割 (zpool split)

**Oracle Solaris 10 9/10:** このリリースでは、`zpool split` コマンドを使用して、ミラー化されたストレージプールを分割できます。これにより、元のミラー化プール内の1つまたは複数のディスクが切り離され、別の同一のプールが作成されます。

詳細は、71 ページの「ミラー化ZFSストレージプールを分割して新しいプールを作成する」を参照してください。

## 新しいZFSシステムプロセス

**Oracle Solaris 10 9/10:** このリリースでは、個々のZFSストレージプールに `zpool-poolname` というプロセスが関連付けられます。このプロセス内のスレッドは、プールと関連付けられた圧縮やチェックサム検証などの入出力タスクを処理するための、プールの入出力処理スレッドです。このプロセスの目的は、各ストレージプールのCPU使用率を目に見えるようにすることです。

これらの実行中のプロセスに関する情報は、`ps` および `prstat` コマンドを使って確認できます。このプロセスは、大域ゾーンでのみ利用できます。詳細は、SDC(7)を参照してください。

## デバイスの置き換えに関するZFSの拡張機能

**Oracle Solaris 10 9/10:** このリリースでは、プール内のディスクが大きなディスクに置き換えられるとき、システムイベントまたは `sysevent` が提供されます。これらのイベントを認識し、`autoexpand` プロパティの設定によってディスクの新しいサイズに基づいてプールを調整できるようにZFSの機能が拡張されています。`autoexpand` プールプロパティを使用して、大きいディスクで小さいディスクを置き換えるときのプールの自動拡張を有効または無効にすることができます。

これらの拡張機能によって、プールをエクスポートおよびインポートしたりシステムをリポートすることなくプールサイズを増加させることができます。

たとえば、`tank` プールでLUNの自動拡張を有効にします。

```
# zpool set autoexpand=on tank
```

または、`autoexpand` プロパティを有効にしてプールを作成できます。

```
# zpool create -o autoexpand=on tank c1t13d0
```

`autoexpand` プロパティはデフォルトで無効にされているため、大きいディスクで小さいディスクを置き換えるときにプールサイズを拡張するかどうかを決定できません。

プールサイズも `zpool online -e` コマンドを使用して拡張できます。例:

```
# zpool online -e tank c1t6d0
```

あるいは、`zpool replace` コマンドを使用して大きいディスクを接続または使用可能にしたあとで `autoexpand` プロパティを再設定できます。たとえば、8Gバイトのディスク1台 (`c0t0d0`) で構成される次のプールを作成します。8Gバイトのディスクを16Gバイトのディスク (`c1t13d0`) に置き換えても、`autoexpand` プロパティを有効にするまでプールのサイズは拡張されません。

```
# zpool create pool c0t0d0
# zpool list
NAME SIZE ALLOC FREE CAP HEALTH ALROOT
pool 8.44G 76.5K 8.44G 0% ONLINE -
# zpool replace pool c0t0d0 c1t13d0
# zpool list
NAME SIZE ALLOC FREE CAP HEALTH ALROOT
pool 8.44G 91.5K 8.44G 0% ONLINE -
# zpool set autoexpand=on pool
# zpool list
NAME SIZE ALLOC FREE CAP HEALTH ALROOT
pool 16.8G 91.5K 16.8G 0% ONLINE -
```

`autoexpand` プロパティを有効にせずにディスクを拡張する別の方法として、デバイスがすでにオンラインであるにもかかわらず `zpool online -e` コマンドを使用することができます。例:

```
# zpool create tank c0t0d0
# zpool list tank
NAME SIZE ALLOC FREE CAP HEALTH ALROOT
tank 8.44G 76.5K 8.44G 0% ONLINE -
# zpool replace tank c0t0d0 c1t13d0
# zpool list tank
NAME SIZE ALLOC FREE CAP HEALTH ALROOT
tank 8.44G 91.5K 8.44G 0% ONLINE -
# zpool online -e tank c1t13d0
# zpool list tank
NAME SIZE ALLOC FREE CAP HEALTH ALROOT
tank 16.8G 90K 16.8G 0% ONLINE -
```

デバイスの置き換えに関するこのリリースのその他の拡張機能には、次のものがあります。

- 以前のリリースのZFSでは、交換用ディスクのサイズが少しでも違っていると、既存のディスクを別のディスクと交換したり、ディスクを接続したりできませんでした。このリリースでは、プールにまだ空きがある場合であれば、既存のディスクをほぼ同じサイズの別のディスクと交換したり、ほぼ同じサイズの新しいディスクを接続したりできます。
- このリリースでは、プールサイズを拡張するためにシステムをリブートしたり、プールをエクスポートしてインポートしたりする必要はありません。すでに説明したように、`autoexpand` プロパティを有効にするか、`zpool online -e` コマンドを使用することによってプールサイズを拡張できます。

デバイスの置き換えについては、77 ページの「ストレージプール内のデバイスを置き換える」を参照してください。

## ZFS インストールおよびフラッシュインストールのサポート

**Solaris 10 10/09:** このリリースでは、JumpStart プロファイルを設定して、ZFS ルートプールのフラッシュアーカイブを特定できます。詳細は、124 ページの「ZFS ルートファイルシステムのインストール (Oracle Solaris フラッシュアーカイブインストール)」を参照してください。

## ZFS 環境でのゾーンの移行

**Solaris 10 5/09:** このリリースでは、ZFS 環境で Oracle Solaris Live Upgrade を使用してゾーンを移行するためのサポートが拡張されています。詳細は、148 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Oracle Solaris Live Upgrade で移行またはアップグレードする (Solaris 10 5/09 以降)」を参照してください。

このリリースで認識されている問題のリストについては、『Solaris 10 5/09 ご使用にあたって』を参照してください。

## ZFS のインストールおよびブートのサポート

**Solaris 10 10/08:** このリリースでは、ZFS ルートファイルシステムをインストールおよびブートできます。初期インストールまたは JumpStart 機能を使用して、ZFS ルートファイルシステムをインストールできます。あるいは、Oracle Solaris Live Upgrade を使用して、UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行できます。スワップデバイスとダンプデバイスに関する ZFS のサポートも追加されています。詳細は、第 4 章「Oracle Solaris ZFS ルートファイルシステムのインストールとブート」を参照してください。

このリリースで認識されている問題のリストについては、『Solaris 10 10/08 ご使用にあたって』を参照してください。

## Web ベースの ZFS 管理

**Solaris 10 6/06** リリース: Web ベースの ZFS 管理ツールである ZFS 管理コンソールを使用して、次の管理タスクを実行できます。

- 新規ストレージプールを作成します。
- 既存のプールに容量を追加します。

- 既存のプールを別のシステムに移動(エクスポート)します。
- 以前にエクスポートしたストレージプールを別のシステムで使用できるようにインポートします。
- ストレージプールに関する情報を表示します。
- ファイルシステムを作成します。
- ボリュームを作成します。
- ファイルシステムまたはボリュームのスナップショットを作成します。
- ファイルシステムを以前のスナップショットにロールバックします。

セキュリティ保護された Web ブラウザから次の URL の ZFS 管理コンソールにアクセスできます。

```
https://system-name:6789/zfs
```

正しい URL を入力しても ZFS 管理コンソールにアクセスできない場合は、サーバーが起動していない可能性があります。サーバーを起動するには、次のコマンドを実行します。

```
# /usr/sbin/smcwebserver start
```

システムをブートするときにサーバーを自動的に実行するには、次のコマンドを実行します。

```
# /usr/sbin/smcwebserver enable
```

---

注 - Solaris 管理コンソール (smc) を使って ZFS ストレージプールまたは ZFS ファイルシステムを管理することはできません。

---

## Oracle Solaris ZFS とは

ZFS ファイルシステムは、ファイルシステムの管理方法を根底から変えるファイルシステムであり、現在利用できるほかのファイルシステムにはない機能と特長を備えています。ZFS は堅牢かつスケーラブルで、管理が容易です。

## プールされた ZFS ストレージ

ZFS では、物理ストレージを管理するために、「ストレージプール」という概念を使用します。従来のファイルシステムは、1つの物理デバイス上に構築されていました。複数のデバイスへの対応とデータの冗長性を実現するために、「ボリュームマネージャー」の概念が導入されました。ファイルシステムを変更しなくても複数のデバイスが利用できるように、1つのデバイスの表現を使用しています。このファイ

ルシステムの設計は、仮想化したボリューム上の物理的なデータの配置を制御する手段を用意していないため、ファイルシステムをより複雑にし、ある面でのファイルシステムの進化を阻んできました。

ZFS では、ボリューム管理は一切不要です。ZFS では、仮想化されたボリュームを作成する代わりに、デバイスをストレージプールに集約します。ストレージプールは、ストレージの物理特性(デバイスのレイアウト、データの冗長性など)を記述したもので、ファイルシステムを作成できる任意のデータストアとして機能します。ファイルシステムが個々のデバイスに制約されなくなり、それらのディスク領域をプール内のすべてのファイルシステムで共有できます。ファイルシステムのサイズを事前に決定する必要はなくなりました。ファイルシステムのサイズは、ストレージプールに割り当てられたディスク領域内で自動的に拡張します。新しいストレージを追加すると、何も操作しなくても、プール内のすべてのファイルシステムで追加したディスク領域をすぐに使用できます。ストレージプールは多くの点で、仮想メモリーシステムと同様に機能します。DIMM メモリーをシステムに追加するとき、メモリーを構成するコマンドを実行したり、個別のプロセスにメモリーを割り当てたりすることをオペレーティングシステムによって強制されるわけではありません。追加したメモリーは、システムのすべてのプロセスによって自動的に使用されます。

## トランザクションのセマンティクス

ZFS はトランザクションファイルシステムです。つまり、ファイルシステムの状態がディスク上で常に一定であることを意味します。従来のファイルシステムは、データをその場所で上書きします。このため、たとえば、データブロックが割り当てられてからディレクトリにリンクされるまでの間にシステムの電源が切断された場合、ファイルシステムは不整合な状態のままになります。従来、この問題は fsck コマンドを使用して解決されていました。このコマンドの機能は、ファイルシステムの状態を確認および検証し、処理中に不整合が見つかった場合はその修復を試みることでした。このようなファイルシステムの不整合の問題は管理者を大いに苦勞させ、fsck コマンドを使ってもすべての問題が修正されるとは限りませんでした。最近では、ファイルシステムに「ジャーナリング」の概念が導入されました。ジャーナリングプロセスでは各処理がそれぞれのジャーナルに記録されるため、システムのクラッシュが発生したときに処理を安全に「再現」できます。このプロセスでは、不必要な負荷が発生します。これはデータを2回書き込む必要があるため、多くの場合、ジャーナルを正しく再現できないなどの新しい問題が発生します。

トランザクションファイルシステムでは、データは「コピーオンライト」セマンティクスを使用して管理されます。データが上書きされることはなく、一覧の処理が完全に確定されるか、完全に無視されます。そのため、電源が突然切断されたりシステムがクラッシュしても、ファイルシステムが破壊されることはありません。直近に書き込まれたデータが失われることがあっても、ファイルシステム自体

の整合性は常に保持されます。また、`O_DSYNC` フラグを使用して書き込まれる同期データは、書き込まれてから戻ることが常に保証されているため、失われることはありません。

## チェックサムと自己修復データ

ZFS では、すべてのデータおよびメタデータが、ユーザーが選択したチェックサムアルゴリズムを使って検証されます。チェックサム検証の機能を持つ従来のファイルシステムでは、ボリューム管理層および従来のファイルシステムの設計のために、強制的にブロック単位でチェックサムが計算されていました。従来の設計では、完全なブロックを誤った位置に書き込むといった特定の障害の結果として、データは不正だがチェックサムエラーにならないという状況が生じる可能性があります。ZFS のチェックサムはそのような障害を検出し、障害モードから正常に回復できるような方法で格納されます。すべてのチェックサム検証とデータの回復は、ファイルシステム層でアプリケーションに透過的に実行されます。

また、ZFS は自己修復データも備えています。ZFS は、さまざまなレベルのデータ冗長性を備えたストレージプールをサポートします。不正なデータブロックが検出されると、ZFS は別の冗長コピーから正しいデータを取得し、不正なデータを正しいデータで置き換えて修復します。

## 優れたスケーラビリティ

ZFS ファイルシステムの重要な設計要素はスケーラビリティです。ファイルシステム自体は 128 ビットで、25 京 6000 兆 (256 クアデリリオン) ゼタバイトの記憶域に対応しています。すべてのメタデータは動的に割り当てられるため、i ノードを事前に割り当てたり、初回作成時にファイルシステムのスケーラビリティを制限する必要はありません。すべてのアルゴリズムは、スケーラビリティを考慮して記述されています。ディレクトリには、 $2^{48}$  (256 兆) のエントリを格納することができます。ファイルシステムの数およびファイルシステムに格納できるファイル数の制限はありません。

## ZFS スナップショット

「スナップショット」とは、ファイルシステムまたはボリュームの読み取り専用コピーのことです。スナップショットは、短時間で簡単に作成できます。最初のスナップショットのために、プール内のディスク領域が余分に消費されることはありません。

有効なデータセット内のデータが変更されると、スナップショットは古いデータを参照し続けるためのディスク領域を消費します。その場合、スナップショットのため、古いデータの領域は解放されずプールに戻されません。

## 簡素化された管理

ZFS の重要な特長として、管理モデルが大幅に簡素化されていることが挙げられます。ZFS では、階層構造のファイルシステムレイアウト、プロパティーの継承、およびマウントポイントと NFS 共有セマンティクスの自動管理により、複数のコマンドを使用したり、構成ファイルを編集したりしなくても、ファイルシステムを簡単に作成できます。割り当て制限や予約を設定したり、圧縮の有効/無効を切り替えたり、大量のファイルシステムのマウントポイントを管理したりする操作を、1つのコマンドだけで簡単に実行することができます。デバイスの検査や交換のために、一連のボリュームマネージャーコマンドを別途学習する必要はありません。ファイルシステムスナップショットのストリームを送受信できます。

ZFS では、ファイルシステムを階層構造で管理するので、割り当て制限、予約、圧縮、マウントポイントなどのプロパティーを簡単に管理できます。この管理モデルでは、ファイルシステムが重要な役割を果たします。ファイルシステム自体は新しいディレクトリの作成と同じようにとても簡単に操作できるので、ユーザー、プロジェクト、ワークスペースなどのために個別のファイルシステムを作成することをお勧めします。この設計を利用して、きめの細かい管理ポイントを定義できます。

## ZFS の用語

このセクションでは、このドキュメントで使用される基本的な用語について説明します。

### 代替ブート環境

lucreate コマンドによって作成され、場合によっては luupgrade コマンドで更新されているが、アクティブなブート環境または主ブート環境ではないブート環境。luactivate コマンドを実行することにより、代替ブート環境を主ブート環境にすることができます。

### チェックサム

ファイルシステムブロック内の 256 ビットのハッシュデータ。チェックサム機能には、単純で高速な Fletcher4 (デフォルト) から SHA256 などの暗号強度の高いハッシュまで、さまざまなものがあります。

### クローン

初期コンテンツがスナップショットの内容と同じであるファイルシステム。

クローンの詳細については、[227 ページの「ZFS クローンの概要」](#)を参照してください。

### データセット

次の ZFS コンポーネントの総称名。クローン、ファイルシステム、スナップショット、およびボリューム。

各データセットは、ZFS 名前空間内で一意の名前で識別されます。データセットは、次の形式を使用して識別されま

*pool/path*[ @*snapshot*]

<i>pool</i>	データセットを格納するストレージプールの名前
<i>path</i>	データセットコンポーネントのスラッシュ区切りのパス名
<i>snapshot</i>	データセットのスナップショットを識別するオプションコンポーネント

データセットの詳細については、[第 5 章「Oracle Solaris ZFS ファイルシステムの管理」](#)を参照してください。

ファイルシステム 標準のシステム名前空間内にマウントされ、別のファイルシステムのように動作する、`filesystem` タイプの ZFS データセット。

ファイルシステムの詳細については、[第 5 章「Oracle Solaris ZFS ファイルシステムの管理」](#)を参照してください。

ミラー 複数のディスク上にデータの同一コピーを格納する仮想デバイス。ミラー上のいずれかのディスクで障害が発生した場合には、ミラー上の別のディスクにある同じデータを利用できます。

プール デバイスの論理グループ。使用可能なストレージのレイアウトおよび物理特性を記述します。データセットのディスク領域は、プールから割り当てられます。

ストレージプールの詳細については、[第 3 章「Oracle Solaris ZFS ストレージプールの管理」](#)を参照してください。

プライマリブート環境 `lucreate` コマンドによって代替ブート環境の構築に使用されるブート環境。デフォルトでは、主ブート環境は現在のブート環境です。このデフォルトは、`lucreate -s` オプションを使用して無効にすることができます。

RAID-Z データとパリティを複数のディスクに格納する仮想デバイス。RAID-Z の詳細については、[50 ページの「RAID-Z ストレージプール構成」](#)を参照してください。

再同期化	<p>あるデバイスのデータを別のデバイスにコピーする処理のことを「再同期化」と言います。たとえば、ミラーデバイスが置き換えられてオフラインになっている場合には、最新のミラーデバイスのデータが新しく復元されたミラーデバイスにコピーされます。この処理は、従来のボリューム管理製品では「ミラー再同期化」と呼ばれています。</p> <p>ZFS の再同期化の詳細については、<a href="#">315 ページの「再同期化のステータスを表示する」</a>を参照してください。</p>
スナップショット	<p>特定の時点における ファイルシステムまたはボリュームの読み取り専用コピー。</p> <p>スナップショットの詳細については、<a href="#">219 ページの「ZFS スナップショットの概要」</a>を参照してください。</p>
仮想デバイス	<p>プール内の論理デバイス。物理デバイス、ファイル、または一連のデバイスを仮想デバイスに設定できます。</p> <p>仮想デバイスの詳細については、<a href="#">59 ページの「ストレージプールの仮想デバイスの情報を表示する」</a>を参照してください。</p>
ボリューム	<p>ブロックデバイスを表すデータセット。たとえば、スワップデバイスとして ZFS ボリュームを作成できます。</p> <p>ZFS ボリュームの詳細については、<a href="#">283 ページの「ZFS ボリューム」</a>を参照してください。</p>

## ZFS コンポーネントに名前を付けるときの規則

データセットやプールなどの各 ZFS コンポーネントには、次の規則に従って名前を付ける必要があります。

- 各コンポーネントに使用できる文字は、英数字および次の 4 つの特殊文字だけです。
  - 下線 (\_)
  - ハイフン (-)
  - コロン (:)
  - ピリオド (.)
- プール名の先頭は文字である必要があり、プール名に含めることができるのは、英数字、下線 (\_)、ダッシュ (-)、およびピリオド (.) のみです。プール名に関する次の制限事項に注意してください。
  - c[0-9] の順序で始まる名前は許可されません。

- log という名前は予約されています。
- mirror、raidz、raidz1、raidz2、raidz3、または spare で始まる名前は許可されていません。これらの名前は予約されています。
- プール名にはパーセント記号 (%) を含めないでください。
- データセット名の先頭は英数字にする必要があります。
- データセット名にはパーセント記号 (%) を含めないでください。

また、コンポーネント名を空にすることはできません。

## Oracle Solaris ZFS ファイルシステムと従来のファイルシステムの相違点

- 31 ページの「ZFS ファイルシステムの構造」
- 32 ページの「ZFS のディスク領域の計上」
- 34 ページの「ZFS ファイルシステムをマウントする」
- 34 ページの「従来のボリューム管理」
- 34 ページの「NFSv4 に基づく Solaris ACL モデル」

## ZFS ファイルシステムの構造

ファイルシステムはこれまで、1つのデバイスの制約、したがってそのデバイスのサイズの制約を受けてきました。サイズの制限があるために、従来のファイルシステムの作成および再作成には時間がかかり、場合によっては難しい作業になります。従来のボリューム管理製品は、この作業の管理を支援するためのものです。

ZFS ファイルシステムは特定のデバイスに制限されないため、ディレクトリを作成する場合と同じようにすばやく簡単に作成できます。ZFS ファイルシステムは、格納先のストレージプールに割り当てられたディスク容量の範囲内で自動的に拡張されます。

1つのファイルシステム (/export/home など) を作成して多数のユーザーサブディレクトリを管理する代わりに、ユーザーごとに1つのファイルシステムを作成できます。階層内に含まれる子孫ファイルシステムに継承可能なプロパティを適用することで、多数のファイルシステムの設定や管理を容易に行えます。

ファイルシステム階層の作成方法を示す例については、41 ページの「ZFS ファイルシステム階層を作成する」を参照してください。

## ZFS のディスク領域の計上

ZFS は、プールストレージの概念に基づいて構成されます。標準的なファイルシステムでは物理ストレージにマッピングされますが、ZFS ファイルシステムはすべてがプールの中であって、プール内で使用可能なストレージを共有しています。このため、df などのユーティリティーから報告される使用可能なディスク領域は、ファイルシステムがアクティブでないときでも変化する可能性があります。これは、プール内のほかのファイルシステムがディスク領域を消費したり解放したりするためです。

ファイルシステムの最大サイズは、割り当て制限を使用して制限できます。割り当て制限の詳細については、[213 ページの「ZFS ファイルシステムに割り当て制限を設定する」](#)を参照してください。予約を使用すれば、指定されたディスク容量をファイルシステムに保証することができます。予約については、[216 ページの「ZFS ファイルシステムに予約を設定する」](#)を参照してください。このモデルは、NFS モデルによく似ています。つまり、複数のディレクトリが1つのファイルシステム (/home など) からマウントされます。

ZFS では、すべてのメタデータが動的に割り当てられます。ZFS 以外のほとんどのファイルシステムでは、多くのメタデータが事前に割り当てられます。そのため、ファイルシステムの作成時にこのメタデータの領域コストが即座に必要となります。これは、ファイルシステムでサポートされる合計ファイル数も、事前に決定されていることを意味します。ZFS では必要に応じてメタデータが割り当てられるので、初期領域を割り当てる必要がなく、ファイル数も使用可能なディスク領域に応じて制限されるだけです。df -g コマンドの出力は、ZFS と ZFS 以外のファイルシステムで解釈を変える必要があります。報告される total files は、プール内で使用できるストレージ容量に基づいて見積もった数値に過ぎません。

ZFS は、トランザクションファイルシステムです。ファイルシステムの変更のほとんどは、トランザクショングループに関連付けられ、ディスクに非同期にコミットされます。ディスクにコミットされる前の変更は、「保留状態の変更」と呼ばれます。ファイルまたはファイルシステムが使用するディスク領域、使用できるディスク領域、および参照するディスク領域の総計に、保留状態の変更は考慮されません。保留状態の変更は通常、数秒以内に計上されます。fsync(3c) や O\_SYNC を使用してディスクへの変更をコミットしても、ディスク領域の使用状況の情報がすぐに更新されることが保証されているわけではありません。

UFS ファイルシステムでは、du コマンドが、ファイル内のデータブロックのサイズを報告します。ZFS ファイルシステムでは、du コマンドが、ディスクに格納されているときのファイルの実際のサイズを報告します。このサイズにはメタデータと圧縮データも含まれます。実際、この報告は「このファイルを削除した場合、どれだけの容量を得られるか」という質問に回答するときに役立ちます。したがって、圧縮がオフになっている場合でも、ZFS と UFS では異なる結果が表示されます。

df コマンドで報告される使用容量を `zfs list` コマンドの結果と比べる場合、df で報告される容量がファイルシステムそのもののサイズではなく、プールサイズであることを考慮してください。さらに df は、子孫のファイルシステムを認識せず、スナップショットが存在するかどうかも認識しません。圧縮や割り当て制限などの ZFS プロパティーがファイルシステムで設定されている場合は、df によって報告された使用容量を調整しようとしても困難になる可能性があります。

報告される使用容量に影響する可能性もある次の状況を考慮してください。

- `recordsize` より大きなファイルの場合、ファイルの最後のブロックは通常、約 1/2 になります。デフォルトの `recordsize` が 128K バイトに設定されている場合、ファイルあたり約 64K バイトが無駄になり、大きな影響になることがあります。RFE 6812608 の統合がこの状況を解決します。圧縮を有効にすることにより、これを回避できます。データがすでに圧縮されている場合でも、最後のブロックの未使用部分は 0 で埋められ、圧縮率が高くなります。
- RAIDZ-2 プールでは、すべてのブロックは、パリティ情報に少なくとも 2 つのセクター (512 バイトのチャンク) を使用します。パリティ情報に使用される容量は報告されません。この容量は変動し、小さなブロックの場合は非常に大きな割合を占める可能性があるため、容量の報告への影響が見られる場合があります。この影響は `recordsize` を 512 バイトに設定したときに非常に極端になります。この場合、512 バイトの論理ブロックごとに 1.5K バイト (領域の 3 倍) が消費されます。格納されるデータには関係なく、領域効率に主な関心がある場合は、`recordsize` をデフォルト (128K バイト) のままにして、圧縮を有効にしてください (デフォルトの `lzjb` に設定)。
- df コマンドは、複製解除したファイルデータを認識しません。

## 領域が不足した場合の動作

ZFS では、ファイルシステムのスナップショットを負荷をかけずに簡単に作成できます。スナップショットは、ほとんどの ZFS 環境でよく使用されます。ZFS スナップショットについては、[第 6 章「Oracle Solaris ZFS のスナップショットとクローンの操作」](#)を参照してください。

スナップショットが存在していると、ディスク領域を解放しようとするときに、予期しない動作が発生することがあります。適切なアクセス権が付与されている場合には、通常はファイルシステム全体からファイルを削除することで、ファイルシステムで利用できるディスク領域を増やすことができます。ただし、削除しようとするファイルがファイルシステムのスナップショットとして存在する場合には、そのファイルを削除してもディスク領域は解放されません。このファイルの使用ブロックは、スナップショットから引き続き参照されます。

つまり、ファイルを削除しているのに、さらに多くのディスク領域が使用されることがあります。新しい状態の名前空間を反映するために、新しいディレクトリの作

成が必要になるためです。このため、ファイルを削除しようとする、予期しない ENOSPC または EDQUOT エラーが返される可能性があります。

## ZFS ファイルシステムをマウントする

ZFS を使えば複雑さが減り、管理が容易になります。たとえば、従来のファイルシステムでは、新しいファイルシステムを追加するたびに `/etc/vfstab` ファイルを編集する必要があります。ZFS では、ファイルシステムのプロパティに基づいてファイルシステムのマウントとアンマウントを自動的に行うことで、この作業を不要にしました。`/etc/vfstab` ファイルの ZFS エントリを管理する必要はありません。

ZFS ファイルシステムのマウントおよび共有の詳細については、[205 ページの「ZFS ファイルシステムをマウントする」](#)を参照してください。

## 従来のボリューム管理

[25 ページの「プールされた ZFS ストレージ」](#)で説明したように、ZFS ではボリュームマネージャーを個別に操作する必要はありません。ZFS は raw デバイス上で動作するため、論理ボリューム (ソフトウェアまたはハードウェア) で構成されるストレージプールを作成することもできます。ただし、この構成は推奨していません。ZFS は、raw 物理デバイスを使用するときに最適に動作するようになっています。論理ボリュームを使用すると、パフォーマンスまたは信頼性、あるいはその両方が損なわれることがあるため、使用するべきではありません。

## NFSv4 に基づく Solaris ACL モデル

以前のバージョンの Solaris OS では、主に POSIX ACL ドラフト仕様に基づく ACL 実装がサポートされていました。POSIX ドラフトベースの ACL は、UFS ファイルを保護するために使用されます。NFSv4 仕様に基づく新しい Solaris ACL モデルは、ZFS ファイルを保護するために使用されます。

新しい Solaris ACL モデルは、主に次の点が異なっています。

- このモデルは NFSv4 仕様に基づいており、NT 形式の ACL に似ています。
- このモデルは、より詳細なアクセス権を提供します。
- ACL は、`setfacl` や `getfacl` コマンドではなく、`chmod` および `ls` コマンドを使用して設定および表示します。
- ディレクトリのアクセス特権をどのようにサブディレクトリに適用するかを指定するために、より多くの継承セマンティクスを利用できます。

ZFS ファイルで ACL を使用するときの詳細については、[第7章「ACL および属性を使用した Oracle Solaris ZFS ファイルの保護」](#) を参照してください。



# Oracle Solaris ZFS 入門

---

この章では、基本的な Oracle Solaris ZFS 構成の設定に関する詳しい手順を提供します。この章を読み終わると、ZFS コマンドの機能の基本を理解し、基本的なプールとファイルシステムを作成できるようになります。この章では、ZFS の包括的な概要を提供しません。また、ZFS の詳細については、以降の章を参照してください。

この章は、次のセクションで構成されます。

- 37 ページの「ZFS 権利プロファイル」
- 38 ページの「ZFS のハードウェアとソフトウェアに関する要件および推奨要件」
- 38 ページの「基本的な ZFS ファイルシステムを作成する」
- 39 ページの「基本的な ZFS ストレージプールを作成する」
- 41 ページの「ZFS ファイルシステム階層を作成する」

## ZFS 権利プロファイル

スーパーユーザー (root) アカウントを使用しないで ZFS 管理タスクを実行する必要がある場合は、次のいずれかのプロファイルが割り当てられた役割引き受けて ZFS 管理タスクを実行できます。

- ZFS ストレージ管理 - ZFS ストレージプール内でデバイスを作成、破棄、および操作できます
- ZFS ファイルシステム管理 - ZFS ファイルシステムを作成、破棄、および変更できます

役割の作成または割り当ての詳細は、『Solaris のシステム管理: セキュリティサービス』を参照してください。

RBAC の役割を使用して ZFS ファイルシステムを管理するほかに、ZFS 委任管理を使用して ZFS 管理タスクを分散することも検討できます。詳細は、第 8 章「Oracle Solaris ZFS 委任管理」を参照してください。

## ZFSのハードウェアとソフトウェアに関する要件および推奨要件

ZFSソフトウェアを使用する前に、次に示すハードウェアとソフトウェアの要件および推奨要件を確認してください。

- サポート対象の Oracle Solaris リリースを実行している SPARC または x86 ベースのシステムを使用します。
- ストレージプールに必要な最小ディスク容量は、64M バイトです。最小ディスクサイズは 128M バイトです。
- ZFS のパフォーマンスを高めるには、ワークロードに基づいて必要なメモリーのサイズを設定してください。
- ミラー化プール構成を作成する場合は複数のコントローラを使用します。

## 基本的な ZFS ファイルシステムを作成する

ZFS は、簡単に管理できるように設計されています。より少ないコマンドで有効なファイルシステムを作成できるようにすることが、設計目標の 1 つになっています。たとえば、新しいプールを作成すると、新しい ZFS ファイルシステムが自動的に作成されてマウントされます。

次の例は、`tank` という名前の基本的なミラー化ストレージプールと `tank` という名前の ZFS ファイルシステムを、1 つのコマンドで作成する方法を示しています。/dev/dsk/c1t0d0 ディスク全体と /dev/dsk/c2t0d0 ディスク全体を使用することを前提としています。

```
# zpool create tank mirror c1t0d0 c2t0d0
```

冗長な ZFS プール構成の詳細については、[49 ページの「ZFS ストレージプールの複製機能」](#)を参照してください。

この新規 ZFS ファイルシステム `tank` は、使用可能なディスク領域を必要に応じて使用でき、/tank に自動的にマウントされます。

```
# mkfile 100m /tank/foo
# df -h /tank
Filesystem      size  used  avail capacity  Mounted on
tank             80G   100M    80G     1%     /tank
```

プールの中に、さらに別のファイルシステムを作成することをお勧めします。ファイルシステムに基づいてプールを管理すれば、プールに含まれるさまざまなデータを管理しやすくなります。

次の例は、ストレージプール `tank` に `fs` という名前のファイルシステムを作成する方法を示しています。

```
# zfs create tank/fs
```

この新規 ZFS ファイルシステム `tank/fs` は、使用可能なディスク領域を必要に応じて使用でき、`/tank/fs` に自動的にマウントされます。

```
# mkfile 100m /tank/fs/foo
```

```
# df -h /tank/fs
```

Filesystem	size	used	avail	capacity	Mounted on
tank/fs	80G	100M	80G	1%	/tank/fs

通常、ファイルシステムの階層を作成して編成するときには、組織の要件に一致させることをお勧めします。ZFS ファイルシステム階層の作成方法については、[41 ページ](#)の「ZFS ファイルシステム階層を作成する」を参照してください。

## 基本的な ZFS ストレージプールを作成する

前述の例では、ZFS の操作が簡単であることを示しました。この章の残りの部分では、実際の環境に近い、より詳細な例を提供します。最初のタスクは、ストレージ要件を確認して、ストレージプールを作成します。プールによって、ストレージの物理的な特性が決まります。どのようなファイルシステムを作成する場合にも、最初にプールを作成する必要があります。

### ▼ ZFS ストレージプールのストレージ要件を確認する方法

- 1 ストレージプールに使用可能なデバイスを決定します。

ストレージプールを作成する前に、データを格納するデバイスを決定する必要があります。デバイスのサイズは、128M バイト以上にしてください。オペレーティングシステムのほかの部分で使われてはいけません。事前にフォーマットされているディスク上のスライスを個別に選択するか、1つの大きなスライスとしてフォーマットされたディスク全体を選択することができます。

[40 ページ](#)の「ZFS ストレージプールを作成する方法」のストレージ例では、ディスク `/dev/dsk/c1t0d0` および `/dev/dsk/c2t0d0` の全体が使用されることを前提としています。

ディスクの詳細、および使用方法と名前の付け方については、[45 ページ](#)の「ZFS ストレージプール内でディスクを使用する」を参照してください。

- 2 データの複製を選択します。

ZFS では、複数の種類のデータ複製がサポートされます。プールが対応できるハードウェア障害の種類は、データ複製の種類によって決まります。ZFS では、非冗長 (ストライプ) 構成、ミラー構成、および RAID-Z (RAID-5 の一種) がサポートされます。

40 ページの「ZFS ストレージプールを作成する方法」のストレージ例では、使用可能な 2 台のディスクを基本的な方法でミラー化しています。

ZFS の複製機能の詳細については、49 ページの「ZFS ストレージプールの複製機能」を参照してください。

## ▼ ZFS ストレージプールを作成する方法

- 1 root になるか、適切な ZFS 権利プロファイルが割り当てられた root と同等の役割を引き受けます。

ZFS 権利プロファイルの詳細については、37 ページの「ZFS 権利プロファイル」を参照してください。

- 2 ストレージプールの名前を選択します。

この名前は、zpool または zfs コマンドの使用時にストレージプールを識別するために使用されます。任意のプール名を選択できますが、30 ページの「ZFS コンポーネントに名前を付けるときの規則」の命名要件を満たしている必要があります。

- 3 プールを作成します。

たとえば次のコマンドは、tank という名前のミラープールを作成します。

```
# zpool create tank mirror c1t0d0 c2t0d0
```

1 つ以上のデバイスに別のファイルシステムが含まれる場合、または 1 つ以上のデバイスが使用中である場合は、このコマンドを使ってプールを作成することはできません。

ストレージプールの作成方法については、52 ページの「ZFS ストレージプールを作成する」を参照してください。デバイスの使用状況を確認する方法の詳細については、60 ページの「使用中のデバイスを検出する」を参照してください。

- 4 結果を確認します。

プールが正常に作成されたかどうかは、zpool list コマンドを使って確認できません。

```
# zpool list
NAME                SIZE  ALLOC  FREE  CAP  HEALTH  ALROOT
tank                80G   137K   80G   0%  ONLINE  -
```

プールのステータスを確認する方法の詳細については、88 ページの「ZFS ストレージプールのステータスのクエリー検索を行う」を参照してください。

# ZFS ファイルシステム階層を作成する

ストレージプールを作成してデータを格納したあとで、ファイルシステムの階層を作成できます。階層を利用すれば、情報を簡単かつ強力に編成することができます。ファイルシステムを使用したことがあれば、階層も同じように操作できます。

ZFS では、ファイルシステムを階層に編成できます。各ファイルシステムの親は1つだけです。階層のルートは常にプールの名前です。ZFS では、この階層を利用してプロパティを継承することができるので、ファイルシステムのツリー全体に共通のプロパティをすばやく簡単に設定できます。

## ▼ ZFS ファイルシステム階層を決定する方法

### 1 ファイルシステムの構造を選択します。

ZFS の管理は、ファイルシステムに基づいて行います。このファイルシステムは、軽量で、簡単に作成できます。ファイルシステムは、ユーザーまたはプロジェクトごとに作成することをお勧めします。このモデルを使えば、プロパティ、スナップショット、およびバックアップをユーザーまたはプロジェクト単位で制御することができます。

42 ページの「[ZFS ファイルシステムを作成する方法](#)」で、2つの ZFS ファイルシステム `jeff` および `bill` が作成されます。

ファイルシステムの管理方法の詳細については、[第5章「Oracle Solaris ZFS ファイルシステムの管理」](#)を参照してください。

### 2 属性が似ているファイルシステムをグループにまとめます。

ZFS では、ファイルシステムを階層に編成できます。そのため、属性が似ているファイルシステムをグループにまとめることができます。このモデルを利用すれば、プロパティの制御やファイルシステムの管理を一箇所で行うことができます。属性が似ているファイルシステムは、共通の名前の階層下に作成するようにしてください。

42 ページの「[ZFS ファイルシステムを作成する方法](#)」の例では、2つのファイルシステムが `home` という名前のファイルシステムの下に配置されます。

### 3 ファイルシステムのプロパティを選択します。

ファイルシステムの特性のほとんどは、プロパティによって制御されます。ファイルシステムがマウントされる場所、共有される方法、圧縮を使用するかどうか、割り当て制限が有効かどうかなど、さまざまな動作がこれらのプロパティによって制御されます。

42 ページの「ZFS ファイルシステムを作成する方法」の例では、すべてのホームディレクトリが `/export/zfs/ user` にマウントされ、NFS を使って共有され、圧縮が有効になっています。さらに、ユーザー `jeff` には 10G バイトの割り当て制限が適用されます。

プロパティの詳細については、183 ページの「ZFS のプロパティの概要」を参照してください。

## ▼ ZFS ファイルシステムを作成する方法

- 1 **root** になるか、適切な ZFS 権利プロファイルが割り当てられた **root** と同等の役割を引き受けます。

ZFS 権利プロファイルの詳細については、37 ページの「ZFS 権利プロファイル」を参照してください。

- 2 必要な階層を作成します。

この例では、各ファイルシステムのコンテナとして機能するファイルシステムが作成されます。

```
# zfs create tank/home
```

- 3 継承されるプロパティを設定します。

ファイルシステムの階層が確立されたら、すべてのユーザーの間で共有すべきプロパティをすべて設定します。

```
# zfs set mountpoint=/export/zfs tank/home
# zfs set sharenfs=on tank/home
# zfs set compression=on tank/home
# zfs get compression tank/home
NAME                PROPERTY           VALUE                SOURCE
tank/home           compression        on                   local
```

ファイルシステムの作成時にファイルシステムのプロパティを設定できます。例:

```
# zfs create -o mountpoint=/export/zfs -o sharenfs=on -o compression=on tank/home
```

プロパティおよびプロパティの継承の詳細は、183 ページの「ZFS のプロパティの概要」を参照してください。

次に、各ファイルシステムが、プール `tank` の `home` ファイルシステムの下にグループとしてまとめられます。

- 4 ファイルシステムを個別に作成します。

ファイルシステムが作成されている場合があり、それからプロパティが `home` レベルで変更されている場合があります。すべてのプロパティは、ファイルシステムの使用中に動的に変更できます。

```
# zfs create tank/home/jeff
# zfs create tank/home/bill
```

これらのファイルシステムは、親ファイルシステムからプロパティ値を継承します。このため、`/export/zfs/user` に自動的にマウントされ、NFS を使って共有されます。`/etc/vfstab` や `/etc/dfs/dfstab` ファイルを編集する必要はありません。

ファイルシステムの作成方法の詳細については、180 ページの「ZFS ファイルシステムを作成する」を参照してください。

ファイルシステムのマウントおよび共有の詳細については、205 ページの「ZFS ファイルシステムをマウントする」を参照してください。

##### 5 ファイルシステム固有のプロパティを設定します。

この例では、ユーザー `jeff` に 10G バイトの割り当て制限が適用されます。このプロパティを設定すると、プールで消費できる容量に関係なく、ユーザーが使用できる容量に制限が適用されます。

```
# zfs set quota=10G tank/home/jeff
```

##### 6 結果を確認します。

`zfs list` コマンドを使用して、利用できるファイルシステムの情報を確認します。

```
# zfs list
NAME                                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
tank                                92.0K 67.0G   9.5K   /tank
tank/home                           24.0K 67.0G    8K   /export/zfs
tank/home/bill                       8K   67.0G    8K   /export/zfs/bill
tank/home/jeff                       8K  10.0G    8K   /export/zfs/jeff
```

ユーザー `jeff` が使用できる容量は 10G バイトだけですが、ユーザー `bill` はプール全体 (67G バイト) を使用できます。

ファイルシステムのステータスの詳細については、197 ページの「ZFS ファイルシステムの情報のクエリー検索を行う」を参照してください。

ディスク領域がどのように使用および計算されるかの詳細については、32 ページの「ZFS のディスク領域の計上」を参照してください。



## Oracle Solaris ZFS ストレージプールの管理

---

この章では、Oracle Solaris ZFS でストレージプールを作成および管理する方法について説明します。

この章は、次のセクションで構成されます。

- 45 ページの「ZFS ストレージプールのコンポーネント」
- 49 ページの「ZFS ストレージプールの複製機能」
- 52 ページの「ZFS ストレージプールを作成および破棄する」
- 64 ページの「ZFS ストレージプール内のデバイスを管理する」
- 85 ページの「ZFS ストレージプールのプロパティの管理」
- 88 ページの「ZFS ストレージプールのステータスのクエリー検索を行う」
- 100 ページの「ZFS ストレージプールを移行する」
- 109 ページの「ZFS ストレージプールをアップグレードする」

### ZFS ストレージプールのコンポーネント

以降のセクションでは、次のストレージプールのコンポーネントについて詳しく説明します。

- 45 ページの「ZFS ストレージプール内でディスクを使用する」
- 47 ページの「ZFS ストレージプール内でスライスを使用する」
- 48 ページの「ZFS ストレージプール内のファイルを使用する」

### ZFS ストレージプール内でディスクを使用する

ストレージプールのもっとも基本的な要素は、物理ストレージです。128M バイト以上のサイズであれば、任意のブロック型デバイスを物理ストレージとして利用できます。このデバイスは通常、`/dev/dsk` ディレクトリとしてシステムから認識されるハードドライブです。

ディスク全体 (c1t0d0) または個別のスライス (c0t0d0s7) をストレージデバイスとして利用できます。推奨される操作モードは、ディスク全体を使用する方法です。この場合、ディスクが特別なフォーマットである必要はありません。ZFS によって、EFI ラベルを使用する 1 つの大きなスライスのディスクとしてフォーマットされます。この方法を使用した場合に、format コマンドで表示されるパーティションテーブルは、次のような内容になります。

Current partition table (original):

Total disk sectors available: 143358287 + 16384 (reserved sectors)

Part	Tag	Flag	First Sector	Size	Last Sector
0	usr	wm	256	68.36GB	143358320
1	unassigned	wm	0	0	0
2	unassigned	wm	0	0	0
3	unassigned	wm	0	0	0
4	unassigned	wm	0	0	0
5	unassigned	wm	0	0	0
6	unassigned	wm	0	0	0
8	reserved	wm	143358321	8.00MB	143374704

ストレージプールのディスク全体を使用する場合は、次の考慮事項を確認してください。

- ディスク全体を使用する場合、通常、/dev/dsk/cNtNdN 命名規則を使用してディスクに名前が付けられています。他社製のドライバの中には、異なる命名規則を使用したり、ディスクを /dev/dsk ディレクトリ以外の場所に配置するものがあります。これらのディスクを使用する場合は、ディスクの名前を手動で付けて、ZFS にスライスを渡す必要があります。
- x86 ベースのシステムでは、有効な Solaris fdisk パーティションがディスクに含まれている必要があります。Solaris fdisk パーティションの作成または変更の詳細は、『Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム』の「ZFS ファイルシステム用のディスクの設定 (タスクマップ)」を参照してください。
- ディスク全体を使ってストレージプールを作成するときは、EFI ラベルが適用されます。EFI ラベルの詳細は、『Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム』の「EFI (GPT) ディスクラベル」を参照してください。

ディスクを指定するときには、フルパス (/dev/dsk/c1t0d0 など) または /dev/dsk ディレクトリ内のデバイス名で構成される短縮名 (c1t0d0 など) を使用できます。有効なディスク名の例を挙げます。

- c1t0d0
- /dev/dsk/c1t0d0
- /dev/foo/disk

## ZFS ストレージプール内でスライスを使用する

ディスクスライスを使ってストレージプールを作成するときは、ディスクに Solaris VTOC (SMI) ラベルを付けることができますが、ディスクスライスの管理はより困難であるため、プールにディスクスライスを使用することはお勧めしません。

SPARC システムの 72G バイトのディスクに、68G バイトの使用可能領域がスライス 0 に配置されています。次の `format` の出力を参照してください。

```
# format
.
.
.
Specify disk (enter its number): 4
selecting clt1d0
partition> p
Current partition table (original):
Total disk cylinders available: 14087 + 2 (reserved cylinders)
```

Part	Tag	Flag	Cylinders	Size	Blocks
0	root	wm	0 - 14086	68.35GB	(14087/0/0) 143349312
1	unassigned	wm	0	0	(0/0/0) 0
2	backup	wm	0 - 14086	68.35GB	(14087/0/0) 143349312
3	unassigned	wm	0	0	(0/0/0) 0
4	unassigned	wm	0	0	(0/0/0) 0
5	unassigned	wm	0	0	(0/0/0) 0
6	unassigned	wm	0	0	(0/0/0) 0
7	unassigned	wm	0	0	(0/0/0) 0

x86 システムの 72G バイトのディスクに、68G バイトの使用可能ディスク領域がスライス 0 に配置されています。次の `format` の出力を参照してください。少量のブート情報がスライス 8 に格納されています。スライス 8 は管理不要で、変更することはできません。

```
# format
.
.
.
selecting clt0d0
partition> p
Current partition table (original):
Total disk cylinders available: 49779 + 2 (reserved cylinders)
```

Part	Tag	Flag	Cylinders	Size	Blocks
0	root	wm	1 - 49778	68.36GB	(49778/0/0) 143360640
1	unassigned	wu	0	0	(0/0/0) 0
2	backup	wm	0 - 49778	68.36GB	(49779/0/0) 143363520
3	unassigned	wu	0	0	(0/0/0) 0
4	unassigned	wu	0	0	(0/0/0) 0
5	unassigned	wu	0	0	(0/0/0) 0
6	unassigned	wu	0	0	(0/0/0) 0
7	unassigned	wu	0	0	(0/0/0) 0
8	boot	wu	0 - 0	1.41MB	(1/0/0) 2880
9	unassigned	wu	0	0	(0/0/0) 0

x86 ベースのシステムには fdisk パーティションも存在します。fdisk パーティションは /dev/dsk/cN[tN]dNpN というデバイス名で示され、ディスクの使用可能なスライスのコンテナとして機能します。cN[tN]dNpN デバイスを ZFS ストレージプールコンポーネントとして使用する構成は、テストされておりサポートもされていないため、使用しないでください。

## ZFS ストレージプール内のファイルを使用する

ZFS では、ストレージプール内のファイルを仮想デバイスとして使用することもできます。この機能は、本稼働環境で使用するのではなく、主にテストや簡単な実験のために使用します。

- ZFS プールを UFS ファイルシステム上のファイルに基づいて作成する場合には、正確さと同期のセマンティクスを保証するために、UFS に暗黙に依存しています。
- 別の ZFS プールに作成されたファイルまたはボリュームによってバックアップされる ZFS プールを作成すると、システムのデッドロックまたはパニックが発生する可能性があります。

ただし、ZFS を初めて使用してみる場合や、十分な物理デバイスがない状況で複雑な構成を実験する場合には、これらのファイルが非常に便利ことがあります。すべてのファイルは、完全なパスで指定し、64M バイト以上のサイズにする必要があります。

## ZFS ストレージプールに関する考慮事項

ZFS ストレージプールを作成して管理する場合は、次の考慮事項を確認してください。

- 物理ディスクの全体を使用するのが、ZFS ストレージプールを作成するためのもっとも簡単な方法です。ディスクスライス、ハードウェア RAID アレイ内の LUN、またはソフトウェアベースのボリュームマネージャーが提供するボリュームからプールを構築する場合、管理、信頼性、およびパフォーマンスの観点から ZFS 構成が次第により複雑になります。次の点を考慮すれば、ほかのハードウェアまたはソフトウェアストレージ解決策を使って ZFS を構成する方法を決定しやすくなる可能性があります。
- ハードウェア RAID アレイの LUN 上に ZFS 構成を構築する場合、ZFS の冗長機能とアレイが提供する冗長機能との関係を理解する必要があります。ある構成で十分な冗長性やパフォーマンスが得られても、別の構成ではそうならない可能性もあります。
- Solaris Volume Manager (SVM) や Veritas Volume Manager (VxVM) など、ソフトウェアベースのボリュームマネージャーが提供するボリュームを使って ZFS 用の論理デバイスを構築することも可能です。ただし、そうした構成は推奨され

ません。ZFSはこのようなデバイス上でも正しく動作しますが、最適なパフォーマンスが得られない場合があります。

ストレージプールの推奨事項の詳細については、[第 11 章「推奨の Oracle Solaris ZFS プラクティス」](#)を参照してください。

- ディスクは、パスとデバイス ID の両方で識別されます (利用できる場合)。デバイス ID 情報が利用可能なシステムでは、この識別方式を使うことで、ZFS を更新することなくデバイスを再構成できます。デバイス ID の生成および管理の方式はシステムごとに異なるため、コントローラ間でディスクを移動するなどのデバイス移動の前にまず、プールをエクスポートします。ファームウェアの更新やその他のハードウェア変更などのシステムイベントによって、ZFS ストレージプール内でデバイス ID が変化する場合があります、これが原因でデバイスが利用不能になる可能性があります。

## ZFS ストレージプールの複製機能

ZFS には、ミラー化構成と RAID-Z 構成において、自己修復プロパティに加えてデータ冗長性も用意されています。

- [49 ページの「ミラー化されたストレージプール構成」](#)
- [50 ページの「RAID-Z ストレージプール構成」](#)
- [51 ページの「冗長構成の自己修復データ」](#)
- [51 ページの「ストレージプール内の動的なストライプ」](#)
- [51 ページの「ZFS ハイブリッドストレージプール」](#)

## ミラー化されたストレージプール構成

ストレージプール構成をミラー化するには、2つのディスクが必要です。ディスクごとに個別のコントローラを割り当てることをお勧めします。ミラー化構成では、多数のディスクを使用できます。また、各プール内に複数のミラーを作成することもできます。概念的には、基本的なミラー化構成は次のようになります。

```
mirror c1t0d0 c2t0d0
```

概念的により複雑なミラー化構成は、次のようになります。

```
mirror c1t0d0 c2t0d0 c3t0d0 mirror c4t0d0 c5t0d0 c6t0d0
```

ミラー化されたストレージプールの作成方法については、[53 ページの「ミラー化されたストレージプールを作成する」](#)を参照してください。

## RAID-Z ストレージプール構成

ZFS は、ミラー化ストレージプール構成のほかに、シングルパリティ、ダブルパリティ、またはトリプルパリティの耐障害性を備えた RAID-Z 構成も提供します。シングルパリティの RAID-Z (raidz または raidz1) は RAID-5 に似ています。ダブルパリティの RAID-Z (raidz2) は RAID-6 に似ています。

RAIDZ-3 (raidz3) については、次のブログを参照してください。

[http://blogs.oracle.com/ahl/entry/triple\\_parity\\_raid\\_z](http://blogs.oracle.com/ahl/entry/triple_parity_raid_z)

従来の RAID-5 に似たすべてのアルゴリズム (RAID-4、RAID-6、RDP、EVEN-ODD など) では、「RAID-5 書き込みホール」と呼ばれる問題が発生する可能性があります。RAID-5 ストライプが書き込まれている途中で電源が切断され、すべてのブロックがディスクにまだ書き込まれていない場合、パリティとデータが同期されないままになり、あとでストライプ全体を書き込んで上書きしない限り、永久に使用できない状態になります。RAID-Z では、可変幅の RAID ストライプを使用して、すべての書き込みがストライプ全体を書き込むようになっています。ZFS では、ファイルシステムとデバイス管理を統合して、可変幅の RAID ストライプの処理に必要な基本となるデータ冗長モデルの情報をファイルシステムのメタデータに十分に取り込むことによって、この設計を実現しています。RAID-Z は、RAID-5 書き込みホールをソフトウェアだけで解決する、世界初のソリューションです。

RAID-Z 構成はサイズ X のディスク N 基とパリティディスク P 基で構成されているので、約  $(N-P) \times X$  バイトを保管することができ、P 個のデバイスで障害が発生してもデータの完全性が低下することがありません。シングルパリティの RAID-Z 構成には 2 基以上のディスク、ダブルパリティの RAID-Z 構成には 3 基以上のディスク (以下同様) が必要になります。たとえば、3 つのディスクで構成されるシングルパリティ RAID-Z 構成の場合には、パリティデータが占有するディスク領域は 3 つのディスクのいずれかです。それ以外の点では、RAID-Z 構成を作成するために特別なハードウェアは必要ありません。

3 つのディスクを使用する RAID-Z 構成の概念は、次のようになります。

```
raidz c1t0d0 c2t0d0 c3t0d0
```

概念的により複雑な RAID-Z 構成は、次のようになります。

```
raidz c1t0d0 c2t0d0 c3t0d0 c4t0d0 c5t0d0 c6t0d0 c7t0d0
raidz c8t0d0 c9t0d0 c10t0d0 c11t0d0c12t0d0 c13t0d0 c14t0d0
```

多数のディスクを使用する RAID-Z 構成を作成している場合は、複数のグループにディスクを分割することを検討してください。たとえば、14 台のディスクを使用する RAID-Z 構成は、ディスク 7 台ずつの 2 つのグループに分割するほうが適切です。RAID-Z 構成をディスクグループに分割する場合には、その数を 1 桁にすると、パフォーマンスが向上します。

RAID-Z ストレージプールの作成方法については、54 ページの「RAID-Z ストレージプールを作成する」を参照してください。

パフォーマンスやディスク容量を考慮したうえでミラー化構成または RAID-Z 構成のどちらを選択するかについての詳細は、次のブログエントリを参照してください。

[http://blogs.oracle.com/roch/entry/when\\_to\\_and\\_not\\_to](http://blogs.oracle.com/roch/entry/when_to_and_not_to)

RAID-Z ストレージプールの推奨事項の詳細については、第 11 章「推奨の Oracle Solaris ZFS プラクティス」を参照してください。

## ZFS ハイブリッドストレージプール

Oracle の Sun Storage 7000 製品シリーズで利用可能な ZFS ハイブリッドストレージプールは、パフォーマンスの向上および容量の増加と同時に電力消費の削減を実現するために、DRAM、SSD、および HDD を組み合わせた特殊なストレージプールです。この製品の管理インタフェースでは、ストレージプールの ZFS 冗長構成を選択したり、その他の構成オプションを容易に管理したりできます。

この製品の詳細については、『Sun Storage Unified Storage System Administration Guide』を参照してください。

## 冗長構成の自己修復データ

ZFS のミラー化構成または RAID-Z 構成は、自己修復データを備えています。

不正なデータブロックが検出されると、ZFS は別の冗長コピーから正しいデータを取得するだけでなく、不正なデータを適切なコピーで置き換えて修復も行います。

## ストレージプール内の動的なストライプ

ZFS では、すべての最上位レベルの仮想デバイス間でデータが動的にストライプ化されます。データがどこに割り当てられるかは書き込み時に決定されるため、割り当て時には固定幅のストライプは作成されません。

新しい仮想デバイスがプールに追加されると、パフォーマンスとディスク領域割り当てポリシーを維持するために、データは新しいデバイスに順次割り当てられます。各仮想デバイスは、ほかのディスクデバイスまたはファイルを含むミラーまたは RAID-Z デバイスでもかまいません。この構成を使用すれば、プールの障害時の特性を柔軟に制御できます。たとえば、4つのディスクから次の構成を作成できます。

- 動的なストライプを使用する 4つのディスク
- 4方向の RAID-Z 構成を 1つ

- 動的なストライプを使用する2方向のミラーを2つ

ZFS では異なる種類の仮想デバイスを同じプール内で組み合わせることが可能ですが、そのような組み合わせは避けてください。たとえば、2方向のミラー構成と3方向の RAID-Z 構成を含むプールを作成できます。ただし、耐障害性は、もっとも低い仮想デバイス (この場合は RAID-Z) と同じになります。最上位の仮想デバイスは同じ種類のデバイスを使用し、各デバイスで同じ冗長レベルにするのがもっとも良い方法です。

## ZFS ストレージプールを作成および破棄する

以降のセクションでは、ZFS ストレージプールを作成および破棄するさまざまなシナリオについて説明します。

- [52 ページの「ZFS ストレージプールを作成する」](#)
- [59 ページの「ストレージプールの仮想デバイスの情報を表示する」](#)
- [60 ページの「ZFS ストレージプールの作成エラーに対応する」](#)
- [63 ページの「ZFS ストレージプールを破棄する」](#)

プールはすばやく簡単に作成して破棄できるようになっています。ただし、これらの操作を実行するときには注意が必要です。使用中であることがわかっているデバイスについては、新しいプールで使用されないようにするためのチェックが実行されます。ただし、すでに使用されているデバイスを常に認識できるわけではありません。プールの破棄はプールの作成よりも簡単です。zpool destroy は、注意深く実行してください。この単純なコマンドは重大な結果をもたらします。

## ZFS ストレージプールを作成する

ストレージプールを作成するには、zpool create コマンドを使用します。このコマンドの引数には、プール名および任意の数の仮想デバイスを指定します。プール名は、[30 ページの「ZFS コンポーネントに名前を付けるときの規則」](#)の規則に従って付ける必要があります。

### 基本的なストレージプールを作成する

次のコマンドでは、ディスク c1t0d0 および c1t1d0 で構成される、tank という名前の新しいプールが作成されます。

```
# zpool create tank c1t0d0 c1t1d0
```

ディスク全体を表すデバイス名は /dev/dsk ディレクトリに作成されます。適切な名前が自動的に割り当てられ、1つの大きなスライスで構成されます。データは、両方のディスクに動的にストライプ化されます。

## ミラー化されたストレージプールを作成する

ミラー化されたプールを作成するには、`mirror` キーワードと、ミラーを構成する任意の数のストレージデバイスを使用します。複数のミラーを指定する場合は、コマンド行で `mirror` キーワードを繰り返すことができます。次のコマンドでは、1つのプールと2つの2方向ミラーが作成されます。

```
# zpool create tank mirror c1d0 c2d0 mirror c3d0 c4d0
```

2番目の `mirror` キーワードでは、新しい最上位仮想デバイスを指定しています。データは両方のミラーにまたがって動的にストライプ化され、各ディスク間で適切に冗長化されます。

推奨のミラー化構成の詳細については、[第11章「推奨の Oracle Solaris ZFS プラクティス」](#)を参照してください。

現時点では、ZFS ミラー化構成では次の操作がサポートされています。

- 最上位レベルの追加の仮想デバイス (`vdev`) 用の別のディスクセットを既存のミラー化構成に追加する。詳細は、[65 ページの「ストレージプールにデバイスを追加する」](#)を参照してください。
- 追加のディスクを既存のミラー化構成に接続する。あるいは、追加のディスクを複製されない構成に接続して、ミラー化構成を作成する。詳細は、[70 ページの「ストレージプール内でデバイスを接続する/切り離す」](#)を参照してください。
- 置き換えたあとのディスクのサイズが置き換える前のデバイスと等しいかそれ以上であれば、既存のミラー化構成内の1つ以上のディスクを置き換える。詳細は、[77 ページの「ストレージプール内のデバイスを置き換える」](#)を参照してください。
- 残りのデバイスがミラー化構成に十分な冗長性を備えているのであれば、その構成に含まれる1つのディスクを切り離す。詳細は、[70 ページの「ストレージプール内でデバイスを接続する/切り離す」](#)を参照してください。
- ディスクのうちの1つを切り離すことによってミラー化構成を分割し、新しい同一のプールを作成する。詳細は、[71 ページの「ミラー化 ZFS ストレージプールを分割して新しいプールを作成する」](#)を参照してください。

スペア、ログデバイス、キャッシュデバイス以外のデバイスは、ミラー化されたストレージプールから完全に削除できません。

## ZFS ルートプールを作成する

次のルートプール構成要件を考慮してください。

- ルートプールは、ミラー化構成または単一ディスク構成として作成する必要があります。 `zpool add` コマンドを使ってディスクを追加し、複数のミラー化された最上位レベル仮想ディスクを作成することはできませんが、ミラー化された仮想デバイスを `zpool attach` コマンドを使って拡張することは可能です。

- RAID-Z やストライプ化構成はサポートされていません。
- ルートプールに別個のログデバイスを使用することはできません。
- ルートプールにサポートされていない構成を使用しようとすると、次のようなメッセージが表示されます。

```
ERROR: ZFS pool <pool-name> does not support boot environments
```

```
# zpool add -f rpool log c0t6d0s0
cannot add to 'rpool': root pool can not have multiple vdevs or separate logs
```

ZFS ルートファイルシステムのインストールとブートの詳細については、[第4章「Oracle Solaris ZFS ルートファイルシステムのインストールとブート」](#)を参照してください。

## RAID-Z ストレージプールを作成する

シングルパリティ RAID-Z プールの作成方法は、ミラー化されたプールの作成方法と同じですが、`mirror` キーワードの代わりに `raidz` または `raidz1` を使用する点が異なります。次の例では、5 個のディスクで構成される 1 つの RAID-Z デバイスを使ってプールを作成する方法を示します。

```
# zpool create tank raidz c1t0d0 c2t0d0 c3t0d0 c4t0d0 /dev/dsk/c5t0d0
```

この例では、デバイスの短縮名または完全名を使ってディスクを指定できることを示しています。`/dev/dsk/c5t0d0` と `c5t0d0` はどちらも同じディスクを参照します。

プールの作成時に `raidz2` キーワードを使用するとダブルパリティの、`raidz3` キーワードを使用するとトリプルパリティの RAID-Z 構成を作成できます。次に例を示します。

```
# zpool create tank raidz2 c1t0d0 c2t0d0 c3t0d0 c4t0d0 c5t0d0
# zpool status -v tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	ONLINE	0	0	0
raidz2-0	ONLINE	0	0	0
c1t0d0	ONLINE	0	0	0
c2t0d0	ONLINE	0	0	0
c3t0d0	ONLINE	0	0	0
c4t0d0	ONLINE	0	0	0
c5t0d0	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

```
# zpool create tank raidz3 c0t0d0 c1t0d0 c2t0d0 c3t0d0 c4t0d0
c5t0d0 c6t0d0 c7t0d0 c8t0d0
# zpool status -v tank
```

```
pool: tank
state: ONLINE
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	ONLINE	0	0	0
raidz3-0	ONLINE	0	0	0
c0t0d0	ONLINE	0	0	0
c1t0d0	ONLINE	0	0	0
c2t0d0	ONLINE	0	0	0
c3t0d0	ONLINE	0	0	0
c4t0d0	ONLINE	0	0	0
c5t0d0	ONLINE	0	0	0
c6t0d0	ONLINE	0	0	0
c7t0d0	ONLINE	0	0	0
c8t0d0	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

現時点では、ZFS RAID-Z 構成では次の操作がサポートされています。

- 最上位レベルの追加の仮想デバイス用の別のディスクセットを既存の RAID-Z 構成に追加する。詳細は、[65 ページの「ストレージプールにデバイスを追加する」](#)を参照してください。
- 置き換えたあとのディスクのサイズが置き換える前のデバイスと等しいかそれ以上であれば、既存の RAID-Z 構成内の 1 つ以上のディスクを置き換える。詳細は、[77 ページの「ストレージプール内のデバイスを置き換える」](#)を参照してください。

現時点では、RAID-Z 構成では次の操作がサポートされていません。

- 追加のディスクを既存の RAID-Z 構成に接続する。
- スペアディスクによって置き換えられるディスクを切り離すか、スペアディスクを切り離す必要がある場合を除き、ディスクを RAID-Z 構成から切り離す。
- ログデバイスまたはキャッシュデバイス以外のデバイスは、RAID-Z 構成から完全に削除できません。この機能については、RFE (改善要求) が提出されています。

RAID-Z 構成の詳細については、[50 ページの「RAID-Z ストレージプール構成」](#)を参照してください。

## ログデバイスを持つ ZFS ストレージプールを作成する

同期トランザクションの POSIX 要件を満たすために、ZFS インテントログ (ZIL) が提供されています。たとえば、多くの場合、データベースがシステムコールから戻るときは、そのトランザクションが安定したストレージデバイス上に置かれている必要があります。NFS およびほかのアプリケーションでは、`fsync()` も使用して、データの安定を確保します。

デフォルトでは、ZILはメインプール内のブロックから割り当てられます。しかし、NVRAMや専用ディスクなどで、別個のインテントログデバイスを使用することにより、パフォーマンスを向上できる可能性があります。

使用している環境で別個のZFSログデバイスを設定することが適切かどうかを判断するには、次の点を考慮してください。

- ZFS インテントログ用のログデバイスは、データベースのログファイルとは関連がありません。
- 別個のログデバイスを実装することによって得られるパフォーマンスの向上は、デバイスの種類、プールのハードウェア構成、およびアプリケーションの作業負荷によって異なります。パフォーマンスの基礎情報については、次のブログを参照してください。

[http://blogs.oracle.com/perrin/entry/slog\\_blog\\_or\\_blogging\\_on](http://blogs.oracle.com/perrin/entry/slog_blog_or_blogging_on)

- ログデバイスは複製解除したりミラー化したりできますが、ログデバイスでRAID-Zはサポートされていません。
- 別個のログデバイスがミラー化されていない場合、ログを格納しているデバイスに障害が発生すると、ログブロックの格納はストレージプールに戻ります。
- ログデバイスは、より大規模なストレージプールの一部として、追加、置き換え、削除、接続、切り離し、インポート、およびエクスポートすることができます。
- 既存のログデバイスにログデバイスを接続して、ミラー化ログデバイスを作成できます。この操作は、ミラー化されていないストレージプール内にデバイスを接続する操作と同じです。
- ログデバイスの最小サイズは、プール内の各デバイスの最小サイズと同じで、64Mバイトです。ログデバイスに格納される可能性のある処理中のデータは比較的少量です。ログのトランザクション(システムコール)がコミットされると、ログブロックは解放されます。
- ログデバイスの最大サイズは物理メモリーのサイズの約1/2になるようにしてください。これは、格納される可能性のある処理中のデータの最大量です。たとえば、16Gバイトの物理メモリーを備えたシステムの場合、ログデバイスの最大サイズとして8Gバイトを検討してください。

ZFS ログデバイスの設定は、ストレージプールの作成時または作成後に行えます。

次の例では、ミラー化ログデバイスを持つミラー化ストレージプールを作成する方法を示します。

```
# zpool create datap mirror c0t5000C500335F95E3d0 c0t5000C500335F907Fd0 mirror
c0t5000C500335BD117d0 c0t5000C500335DC60Fd0 log mirror c0t5000C500335E106Bd0 c0t5000C500335FC3E7d0
# zpool status datap
  pool: datap
  state: ONLINE
 scrub: none requested
```

config:

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
datap	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F95E3d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F907Fd0	ONLINE	0	0	0
mirror-1	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335BD117d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335DC60Fd0	ONLINE	0	0	0
logs				
mirror-2	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335E106Bd0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335FC3E7d0	ONLINE	0	0	0

errors: No known data errors

ログデバイス障害からの回復の詳細については、[例 10-2](#) を参照してください。

## キャッシュデバイスを使用して ZFS ストレージプールを作成する

キャッシュデバイスにより、メインメモリーとディスクの間にキャッシュ層が追加されます。キャッシュデバイスを使用すると、ほぼ静的なコンテンツをランダムに読み込む作業負荷のパフォーマンスが大幅に向上します。

キャッシュデバイスを使用してストレージプールを作成して、ストレージプールデータをキャッシュすることができます。次に例を示します。

```
# zpool create tank mirror c2t0d0 c2t1d0 c2t3d0 cache c2t5d0 c2t8d0
# zpool status tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c2t0d0	ONLINE	0	0	0
c2t1d0	ONLINE	0	0	0
c2t3d0	ONLINE	0	0	0
cache				
c2t5d0	ONLINE	0	0	0
c2t8d0	ONLINE	0	0	0

errors: No known data errors

キャッシュデバイスを追加すると、そのキャッシュデバイスにメインメモリーの内容が徐々に書き込まれていきます。キャッシュデバイスのサイズによっては、デバイスがいっぱいになるまでに 1 時間以上かかる場合もあります。zpool iostat コマンドを次のように使用して、容量と読み込みを監視できます。

```
# zpool iostat -v pool 5
```

プールの作成後に、プールに対してキャッシュデバイスの追加や削除を行うことができます。

キャッシュデバイスを使用して ZFS ストレージプールを作成するかどうか決定する場合は、次の点を考慮してください。

- キャッシュデバイスを使用すると、ほぼ静的なコンテンツをランダムに読み込む作業負荷のパフォーマンスが大幅に向上します。
- `zpool iostat` コマンドを次のように使用して、容量と読み込みを監視できます。
- プールの作成時に単一または複数のキャッシュデバイスを追加できます。プールの作成後にキャッシュデバイスを追加または削除することもできます。詳細は、例 3-4 を参照してください。
- キャッシュデバイスは、ミラー化することも、RAID-Z 構成に含めることもできません。
- キャッシュデバイスで読み取りエラーが検出されると、ミラー化構成または RAID-Z 構成に含まれている可能性があるオリジナルのストレージプールデバイスに対して、その読み取り I/O が再発行されます。キャッシュデバイスの内容は、ほかのシステムキャッシュと同様に揮発的とみなされます。

## ストレージプールを作成する場合の注意事項

ZFS ストレージプールを作成して管理する場合は、次の注意事項を確認してください。

- 既存のストレージプールの一部であるディスクのパーティションやラベルを変更しないでください。ルートプールディスクのパーティションやラベルを変更しようとする、OS の再インストールが必要になる場合があります。
- 別のストレージプールのコンポーネント (ファイルやボリュームなど) を含むストレージプールを作成しないでください。このようなサポートされていない構成では、デッドロックが発生することがあります。
- 単一のスライスまたは単一のディスクを使用して作成されたプールには冗長性がなく、データ損失のリスクがあります。複数のスライスを使用してプールを作成しても、冗長性がなければ、やはりデータ損失のリスクがあります。複数のディスクにまたがる複数のスライスを使用して作成したプールは、ディスク全体を使用して作成したプールより管理が難しくなります。
- ZFS 冗長性 (RAIDZ またはミラー) を使用して作成されていないプールでは、データの不一致が報告されるだけです。データの不一致は修正できません。
- ZFS 冗長性を使用して作成されたプールは、ハードウェア障害によるダウンタイムの短縮に役立ちますが、ハードウェア障害、電源障害、またはケーブル切断の影響を受けないわけではありません。必ず定期的にデータをバックアップしてください。エンタープライズグレード以外のハードウェアでは、プールデータの定期的なバックアップを実行することが重要です。

- プールはシステム間で共有できません。ZFS はクラスタファイルシステムではありません。

## ストレージプールの仮想デバイスの情報を表示する

個々のストレージプールには1つ以上の仮想デバイスが含まれます。「仮想デバイス」は、物理ストレージのレイアウトとストレージプールの障害時の特性を定義した、ストレージプールの内部表現です。つまり、仮想デバイスは、ストレージプールの作成に使用されるディスクデバイスまたはファイルを表しています。プールでは、構成の最上位に任意の数の仮想デバイス(「最上位レベル vdev」と呼ばれる)を含めることができます。

最上位の仮想デバイスに2つ以上の物理デバイスが含まれている場合、その構成はミラーデバイスまたは RAID-Z 仮想デバイスとしてのデータ冗長性を備えています。これらの仮想デバイスは、複数のディスク、ディスクスライス、またはファイルで構成されています。スペアは、プールで利用可能なホットスペアを追跡する特殊な仮想デバイスです。

次の例では、2つの最上位仮想デバイスから成るプールを作成する方法を示します。仮想デバイスはそれぞれ2ディスクのミラーです。

```
# zpool create tank mirror c1d0 c2d0 mirror c3d0 c4d0
```

次の例では、4ディスクから成る1つの最上位仮想デバイスで構成されたプールを作成する方法を示します。

```
# zpool create mypool raidz2 c1d0 c2d0 c3d0 c4d0
```

zpool add コマンドを使用して、このプールに別の最上位仮想デバイスを追加できます。例:

```
# zpool add mypool raidz2 c2d1 c3d1 c4d1 c5d1
```

非冗長プールで使用されるディスク、ディスクスライス、またはファイルは、最上位の仮想デバイスとして機能します。ストレージプールには通常、複数の最上位レベルの仮想デバイスが含まれています。ZFS では、プール内のすべての最上位レベルの仮想デバイス間でデータが動的にストライプ化されます。

ZFS ストレージプールに含まれている仮想デバイスと物理デバイスは、zpool status コマンドで表示されます。例:

```
# zpool status tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: none requested
```

config:

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t1d0	ONLINE	0	0	0
c1t1d0	ONLINE	0	0	0
mirror-1	ONLINE	0	0	0
c0t2d0	ONLINE	0	0	0
c1t2d0	ONLINE	0	0	0
mirror-2	ONLINE	0	0	0
c0t3d0	ONLINE	0	0	0
c1t3d0	ONLINE	0	0	0

errors: No known data errors

## ZFS ストレージプールの作成エラーに対応する

さまざまな原因で、プールの作成エラーが発生することがあります。指定されたデバイスが存在しないなどの原因の明白なエラーもあれば、理由がはっきりしないエラーもあります。

### 使用中のデバイスを検出する

ZFS では、デバイスをフォーマットする前に、ディスクが ZFS またはオペレーティングシステムのほかの部分で使用されているかどうかを最初に確認します。ディスクが使用中の場合は、たとえば次のようなエラーが表示されます。

```
# zpool create tank c1t0d0 c1t1d0
invalid vdev specification
use '-f' to override the following errors:
/dev/dsk/c1t0d0s0 is currently mounted on /. Please see umount(1M).
/dev/dsk/c1t0d0s1 is currently mounted on swap. Please see swap(1M).
/dev/dsk/c1t1d0s0 is part of active ZFS pool zeepool. Please see zpool(1M).
```

エラーの中には `-f` オプションを使用することで無効にできるものもありますが、ほとんどのエラーは無効にできません。以降に示す条件の場合は `-f` オプションを指定しても無効にはできないため、手動で訂正する必要があります。

**マウントされたファイルシステム** このディスクまたはそのスライスの 1 つに、現在マウントされているファイルシステムが含まれています。このエラーを訂正するには、`umount` コマンドを使用してください。

**`/etc/vfstab` 内のファイルシステム** このディスクには、`/etc/vfstab` ファイルに指定されているファイルシステムが含まれていますが、そのファイルシステムが現在マウントされていません。このエラーを訂正するには、`/etc/vfstab` ファイルでその行をコメントにしてください。

専用のダンプデバイス	このディスクは、システム専用のダンプデバイスとして使用中です。このエラーを訂正するには、 <code>dumpadm</code> コマンドを使用してください。
ZFS プールの一部	このディスクまたはファイルは、アクティブな ZFS ストレージプールに含まれています。このエラーを訂正するには、そのプールが不要であれば <code>zpool destroy</code> コマンドを使用して破棄してください。または、 <code>zpool detach</code> コマンドを使用して、そのプールからディスクを切り離します。ディスクを切り離すことができるのは、ミラー化ストレージプールの場合のみです。

次の使用中チェックは警告として役に立つ情報ですが、`-f` オプションを使用して無効にすれば、プールを作成できます。

ファイルシステムを含んでいる	このディスクには既知のファイルシステムが含まれていますが、マウントされていないうえ、使用中のメッセージが表示されません。
ボリュームの一部	ディスクは Solaris Volume Manager ボリュームの一部です。
Live Upgrade	このディスクは、Oracle Solaris Live Upgrade 用の代替ブート環境として使用中です。
エクスポートされた ZFS プール	このディスクは、エクスポートされたストレージプール、またはシステムから手動で削除されたストレージプールに含まれています。後者の場合、このプールは潜在的にアクティブとして報告されます。このディスクがネットワークに接続されたドライブとして別のシステムで使用されているかどうか、わからないためです。潜在的にアクティブなプールを無効にする場合には、注意が必要です。

次の例は、`-f` オプションの使用方法を示しています。

```
# zpool create tank c1t0d0
invalid vdev specification
use '-f' to override the following errors:
/dev/dsk/c1t0d0s0 contains a ufs filesystem.
# zpool create -f tank c1t0d0
```

できるだけ、`-f` オプションを使用してエラーをオーバーライドする以外の方法でエラーを訂正するようにしてください。

## 複製レベルが一致しない

複製レベルの異なる仮想デバイスを使ってプールを作成することは、推奨されていません。zpool コマンドは、冗長レベルの一致しないプールが誤って作成されることを回避しようとします。このような構成のプールを作成しようとすると、次のようなエラーが表示されます。

```
# zpool create tank c1t0d0 mirror c2t0d0 c3t0d0
invalid vdev specification
use '-f' to override the following errors:
mismatched replication level: both disk and mirror vdevs are present
# zpool create tank mirror c1t0d0 c2t0d0 mirror c3t0d0 c4t0d0 c5t0d0
invalid vdev specification
use '-f' to override the following errors:
mismatched replication level: 2-way mirror and 3-way mirror vdevs are present
```

これらのエラーは -f オプションでオーバーライドできますが、この方法はなるべく使用しないでください。このコマンドを使用してサイズの異なるデバイスで構成されるミラー化または RAID-Z プールを作成しようとした場合にも、警告が表示されます。この構成は可能ですが、冗長性のレベルが一致しないと、容量の大きいほうのデバイスに未使用のディスク領域が発生します。警告をオーバーライドするには -f オプションが必要です。

## ストレージプール作成のドライランを行う

プールの作成を試みると、さまざまな形態で予期しない失敗が起きる可能性があります。また、ディスクのフォーマットは好ましくない結果をもたらす可能性がある操作です。このような理由から、zpool create コマンドには、実際にはデバイスへの書き込みを行わずにプールの作成をシミュレートする -n オプションが追加で用意されています。この「ドライラン」オプションを指定すると、使用中のデバイスの確認と複製レベルの検証が行われ、処理中に発生したエラーがすべて報告されます。エラーが見つからない場合は、次のような出力が表示されます。

```
# zpool create -n tank mirror c1t0d0 c1t1d0
would create 'tank' with the following layout:

    tank
      mirror
        c1t0d0
        c1t1d0
```

一部のエラーは、プールを実際に作成しないと検出できません。たとえば、同じ構成に同じデバイスを2回指定していることがよくあります。このエラーは実際にデータを書き込まないと確実に検出できないため、zpool create -n コマンドでは成功が報告されるにもかかわらず、このオプションを指定せずにコマンドを実行するとプールの作成に失敗する可能性があります。

## ストレージプールのデフォルトマウントポイント

プールが作成されるときに、最上位ファイルシステムのデフォルトマウントポイントは `/pool-name` になります。このディレクトリは、存在しないディレクトリか、空のディレクトリにする必要があります。ディレクトリが存在しない場合は、自動的に作成されます。ディレクトリが空の場合は、ルートファイルシステムが既存のディレクトリの最上位にマウントされます。別のデフォルトマウントポイントを使用してプールを作成する場合は、`-zpool create` コマンドの `m` オプションを使用します。次に例を示します。

```
# zpool create home c1t0d0
default mountpoint '/home' exists and is not empty
use '-m' option to provide a different default
# zpool create -m /export/zfs home c1t0d0
```

このコマンドを実行すると、`/export/zfs` をマウントポイントとして、新しいプール `home` および `home` ファイルシステムが作成されます。

マウントポイントの詳細については、[205 ページの「ZFS マウントポイントを管理する」](#)を参照してください。

## ZFS ストレージプールを破棄する

プールを破棄するときは、`zpool destroy` コマンドを使用します。このコマンドを実行すると、マウント済みのデータセットがプールに含まれている場合でも、プールが破棄されます。

```
# zpool destroy tank
```



注意-プールを破棄するときは、十分に注意してください。破棄するプールに間違いがないことを確認し、常にデータをコピーしておいてください。ほかのプールを間違えて破棄してしまった場合は、そのプールの回復を試みることができます。詳細は、[107 ページの「破棄された ZFS ストレージプールを回復する」](#)を参照してください。

`zpool destroy` コマンドを使用してプールを破棄した場合でも、[107 ページの「破棄された ZFS ストレージプールを回復する」](#)で説明するように、プールをインポートできます。これは、プールの一部だったディスク上の機密データがまだ利用可能であることを意味します。破棄されたプールのディスク上のデータを破棄する場合は、破棄されたプールのすべてのディスクに対して `format` ユーティリティの `analyze->purge` オプションなどの機能を使用する必要があります。

## 使用できないデバイスが含まれるプールを破棄する

プールを破棄するには、そのプールが有効でなくなったことを示すデータをディスクに書き込む必要があります。この状態情報が書き込まれたデバイスは、インポートを実行するときに、アクティブである可能性のあるプールとして表示されなくなります。1つ以上のデバイスが使用できない状態のときでも、そのプールを破棄できます。ただし、これらの使用できないデバイスには、必要な状態情報は書き込まれません。

これらのデバイスは適切に修復された時点で、新しいプールの作成時に「潜在的にアクティブ」として報告されます。インポートするプールを検索するとき、それらのデバイスは有効なデバイスとして表示されます。プール自体が `UNAVAIL` (最上位レベルの仮想デバイスが `UNAVAIL`) になるなど、プール内に `UNAVAIL` のデバイスが多い場合は、このコマンドにより警告が出力され、`-f` オプションを指定しないとコマンドを完了できません。プールを開かないとデータがプールに格納されているかどうか分からないときには、このオプションが必要になります。例:

```
# zpool destroy tank
cannot destroy 'tank': pool is faulted
use '-f' to force destruction anyway
# zpool destroy -f tank
```

プールとデバイスの健全性の詳細については、94 ページの「ZFS ストレージプールの健全性ステータスを調べる」を参照してください。

インポートツールの詳細については、103 ページの「ZFS ストレージプールをインポートする」を参照してください。

## ZFS ストレージプール内のデバイスを管理する

デバイスに関する基本情報のほとんどは、45 ページの「ZFS ストレージプールのコンポーネント」に記載してあります。プールを作成したあとに、いくつかのタスクを実行してプール内の物理デバイスを管理できます。

- 65 ページの「ストレージプールにデバイスを追加する」
- 70 ページの「ストレージプール内でデバイスを接続する/切り離す」
- 71 ページの「ミラー化 ZFS ストレージプールを分割して新しいプールを作成する」
- 75 ページの「ストレージプール内のデバイスをオンラインまたはオフラインにする」
- 77 ページの「ストレージプールデバイスのエラーをクリアする」
- 77 ページの「ストレージプール内のデバイスを置き換える」
- 80 ページの「ストレージプールにホットスペアを指定する」

## ストレージプールにデバイスを追加する

最上位レベルの新しい仮想デバイスを追加することで、プールにディスク領域を動的に追加できます。プール内のすべてのデータセットは、このディスク領域をすぐに利用できます。新しい仮想デバイスをプールに追加するときは、`zpool add` コマンドを使用します。次に例を示します。

```
# zpool add zeepool mirror c2t1d0 c2t2d0
```

仮想デバイスを指定する書式は `zpool create` コマンドの場合と同じです。デバイスは使用中かどうかを判断するために検査されます。また、このコマンドは `-f` オプションが指定されないかぎり冗長レベルを変更することはできません。ドライランを実行できるように、このコマンドも `-n` オプションをサポートしています。例:

```
# zpool add -n zeepool mirror c3t1d0 c3t2d0
would update 'zeepool' to the following configuration:
zeepool
  mirror
    c1t0d0
    c1t1d0
  mirror
    c2t1d0
    c2t2d0
  mirror
    c3t1d0
    c3t2d0
```

このコマンドの構文では、ミラー化されたデバイス `c3t1d0` と `c3t2d0` が `zeepool` プールの既存の構成に追加されます。

仮想デバイスがどのように検証されるかの詳細については、60 ページの「[使用中のデバイスを検出する](#)」を参照してください。

例 3-1 ZFS ミラー化構成にディスクを追加する

次の例では、既存のミラー化 ZFS 構成に別のミラーが追加されます。

```
# zpool status tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: none requested
config:

NAME        STATE      READ WRITE CKSUM
tank        ONLINE    0     0     0
  mirror-0  ONLINE    0     0     0
    c0t1d0  ONLINE    0     0     0
    c1t1d0  ONLINE    0     0     0
  mirror-1  ONLINE    0     0     0
    c0t2d0  ONLINE    0     0     0
    c1t2d0  ONLINE    0     0     0
```

## 例3-1 ZFSミラー化構成にディスクを追加する (続き)

```
errors: No known data errors
# zpool add tank mirror c0t3d0 c1t3d0
# zpool status tank
  pool: tank
  state: ONLINE
  scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t1d0	ONLINE	0	0	0
c1t1d0	ONLINE	0	0	0
mirror-1	ONLINE	0	0	0
c0t2d0	ONLINE	0	0	0
c1t2d0	ONLINE	0	0	0
mirror-2	ONLINE	0	0	0
c0t3d0	ONLINE	0	0	0
c1t3d0	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

## 例3-2 RAID-Z構成にディスクを追加する

同様にディスクを RAID-Z 構成に追加することができます。次の例は、3つのディスクが含まれる1台の RAID-Z デバイスを持つストレージプールを、それぞれ3つのディスクが含まれる2台の RAID-Z デバイスを持つストレージプールに変換する方法を示しています。

```
# zpool status rzpool
  pool: rzpool
  state: ONLINE
  scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
rzpool	ONLINE	0	0	0
raidz1-0	ONLINE	0	0	0
c1t2d0	ONLINE	0	0	0
c1t3d0	ONLINE	0	0	0
c1t4d0	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
# zpool add rzpool raidz c2t2d0 c2t3d0 c2t4d0
# zpool status rzpool
  pool: rzpool
  state: ONLINE
  scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
rzpool	ONLINE	0	0	0
raidz1-0	ONLINE	0	0	0

## 例 3-2 RAID-Z 構成にディスクを追加する (続き)

```

c1t0d0 ONLINE      0      0      0
c1t2d0 ONLINE      0      0      0
c1t3d0 ONLINE      0      0      0
raidz1-1 ONLINE    0      0      0
c2t2d0 ONLINE      0      0      0
c2t3d0 ONLINE      0      0      0
c2t4d0 ONLINE      0      0      0

```

```
errors: No known data errors
```

## 例 3-3 ミラー化ログデバイスを追加および削除する

次の例では、ミラー化ログデバイスをミラー化ストレージプールに追加する方法を示しています。

```

# zpool status newpool
pool: newpool
state: ONLINE
scrub: none requested
config:

NAME          STATE      READ WRITE CKSUM
newpool       ONLINE    0      0      0
  mirror-0    ONLINE    0      0      0
    c0t4d0    ONLINE    0      0      0
    c0t5d0    ONLINE    0      0      0

```

```
errors: No known data errors
```

```
# zpool add newpool log mirror c0t6d0 c0t7d0
```

```

# zpool status newpool
pool: newpool
state: ONLINE
scrub: none requested
config:

NAME          STATE      READ WRITE CKSUM
newpool       ONLINE    0      0      0
  mirror-0    ONLINE    0      0      0
    c0t4d0    ONLINE    0      0      0
    c0t5d0    ONLINE    0      0      0
  logs
    mirror-1  ONLINE    0      0      0
      c0t6d0  ONLINE    0      0      0
      c0t7d0  ONLINE    0      0      0

```

```
errors: No known data errors
```

既存のログデバイスにログデバイスを接続して、ミラー化ログデバイスを作成できます。この操作は、ミラー化されていないストレージプール内にデバイスを接続する操作と同じです。

## 例 3-3 ミラー化ログデバイスを追加および削除する (続き)

zpool remove コマンドを使用して、ログデバイスを削除できます。前の例のミラー化ログデバイスは、mirror-1 引数を指定することによって削除できます。例:

```
# zpool remove newpool mirror-1
# zpool status newpool
pool: newpool
state: ONLINE
scrub: none requested
config:

NAME          STATE      READ WRITE CKSUM
newpool       ONLINE    0    0    0
  mirror-0    ONLINE    0    0    0
    c0t4d0    ONLINE    0    0    0
    c0t5d0    ONLINE    0    0    0
```

```
errors: No known data errors
```

プールの構成に含まれるログデバイスが1つだけの場合、デバイス名を指定することによってログデバイスを削除します。例:

```
# zpool status pool
pool: pool
state: ONLINE
scrub: none requested
config:

NAME          STATE      READ WRITE CKSUM
pool          ONLINE    0    0    0
  raidz1-0    ONLINE    0    0    0
    c0t8d0    ONLINE    0    0    0
    c0t9d0    ONLINE    0    0    0
  logs
    c0t10d0   ONLINE    0    0    0
```

```
errors: No known data errors
```

```
# zpool remove pool c0t10d0
```

## 例 3-4 キャッシュデバイスを追加および削除する

キャッシュデバイスを ZFS ストレージプールに追加したり、不要になったキャッシュデバイスを削除したりできます。

zpool add コマンドを使用して、キャッシュデバイスを追加します。次に例を示します。

```
# zpool add tank cache c2t5d0 c2t8d0
# zpool status tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: none requested
```

## 例 3-4 キャッシュデバイスを追加および削除する (続き)

config:

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c2t0d0	ONLINE	0	0	0
c2t1d0	ONLINE	0	0	0
c2t3d0	ONLINE	0	0	0
cache				
c2t5d0	ONLINE	0	0	0
c2t8d0	ONLINE	0	0	0

errors: No known data errors

キャッシュデバイスは、ミラー化することも、RAID-Z 構成に含めることもできません。

zpool remove コマンドを使用して、キャッシュデバイスを削除します。例:

```
# zpool remove tank c2t5d0 c2t8d0
# zpool status tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c2t0d0	ONLINE	0	0	0
c2t1d0	ONLINE	0	0	0
c2t3d0	ONLINE	0	0	0

errors: No known data errors

現時点では、zpool remove コマンドはホットスワップ、ログデバイス、およびキャッシュデバイスの削除のみをサポートしています。メインのミラー化プール構成に含まれて入るデバイスは、zpool detach コマンドを使用して削除することができます。非冗長デバイスおよび RAID-Z デバイスはプールから削除することはできません。

ZFS ストレージプールでキャッシュデバイスを使用する方法の詳細については、[57 ページの「キャッシュデバイスを使用して ZFS ストレージプールを作成する」](#)を参照してください。

## ストレージプール内でデバイスを接続する/切り離す

zpool add コマンド以外に、zpool attach コマンドを使って、新しいデバイスを既存のミラー化されたデバイスまたはミラー化されていないデバイスに追加できます。

ディスクを接続してミラー化ルートプールを作成する場合、[123 ページの「ミラー化された ZFS ルートプールを作成する方法\(インストール後\)」](#)を参照してください。

ZFS ルートプール内のディスクを交換する場合は、[170 ページの「ZFS ルートプールまたはルートプールのスナップショットを回復する」](#)を参照してください。

例 3-5 2 方向ミラー化ストレージプールを 3 方向ミラー化ストレージプールに変換する

この例では、新しいデバイス c2t1d0 を既存のデバイス c1t1d0 に接続すると、既存の 2 方向ミラー zeepool が 3 方向ミラーに変換されます。

```
# zpool status zeepool
pool: zeepool
state: ONLINE
scrub: none requested
config:

    NAME          STATE          READ WRITE CKSUM
    zeepool        ONLINE         0     0     0
      mirror-0     ONLINE         0     0     0
        c0t1d0     ONLINE         0     0     0
        c1t1d0     ONLINE         0     0     0

errors: No known data errors
# zpool attach zeepool c1t1d0 c2t1d0
# zpool status zeepool
pool: zeepool
state: ONLINE
scrub: resilver completed after 0h0m with 0 errors on Fri Jan  8 12:59:20 2010
config:

    NAME          STATE          READ WRITE CKSUM
    zeepool        ONLINE         0     0     0
      mirror-0     ONLINE         0     0     0
        c0t1d0     ONLINE         0     0     0
        c1t1d0     ONLINE         0     0     0
        c2t1d0     ONLINE         0     0     0 592K resilvered

errors: No known data errors
```

たとえば、既存のデバイスが 3 方向ミラーの一部である場合は、新規デバイスを接続すると 4 方向ミラーが作成されます。どのような場合にも、新しいデバイスを接続すると、すぐに再同期化が開始されます。

例 3-6 非冗長な ZFS ストレージプールをミラー化された ZFS ストレージプールに変換する  
また、`zpool attach` コマンドを使用して、非冗長なストレージプールを冗長なストレージプールに変換できます。例:

```
# zpool create tank c0t1d0
# zpool status tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: none requested
config:
    NAME          STATE          READ WRITE CKSUM
    tank          ONLINE         0    0    0
    c0t1d0        ONLINE         0    0    0

errors: No known data errors
# zpool attach tank c0t1d0 c1t1d0
# zpool status tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: resilver completed after 0h0m with 0 errors on Fri Jan  8 14:28:23 2010
config:

    NAME          STATE          READ WRITE CKSUM
    tank          ONLINE         0    0    0
    mirror-0      ONLINE         0    0    0
    c0t1d0        ONLINE         0    0    0
    c1t1d0        ONLINE         0    0    0  73.5K resilvered

errors: No known data errors
```

`zpool detach` コマンドを使用して、ミラー化されたストレージプールからデバイスを切り離すことができます。例:

```
# zpool detach zeepool c2t1d0
```

ただし、データの有効な複製がほかに存在しない場合、この操作は失敗します。次に例を示します。

```
# zpool detach newpool c1t2d0
cannot detach c1t2d0: only applicable to mirror and replacing vdevs
```

## ミラー化 ZFS ストレージプールを分割して新しいプールを作成する

ミラー化 ZFS ストレージプールは、`zpool split` コマンドを使用することにより、バックアッププールとして簡単に複製できます。この機能を使用して、ミラー化ルートプールを分割できますが、分割されたプールは、いくつかの追加手順を実行するまでブート可能ではありません。

`zpool split` コマンドを使用してミラー化 ZFS ストレージプールから 1 つ以上のディスクを切り離し、切り離された 1 つ以上のディスクを使用して新しいプールを作成することができます。新しいプールの内容は、元のミラー化 ZFS ストレージプールと同じになります。

デフォルトでは、ミラー化プールに対して `zpool split` 操作を実行すると、最後のディスクが切り離され、新しく作成されるプールで使用されます。分割操作のあとで、新しいプールをインポートします。例:

```
# zpool status tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c1t0d0	ONLINE	0	0	0
c1t2d0	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

```
# zpool split tank tank2
# zpool import tank2
# zpool status tank tank2
```

```
pool: tank
state: ONLINE
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	ONLINE	0	0	0
c1t0d0	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

```
pool: tank2
state: ONLINE
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank2	ONLINE	0	0	0
c1t2d0	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

新しく作成されるプールでどのディスクを使用するかは、`zpool split` コマンドで指定できます。例:

```
# zpool split tank tank2 c1t0d0
```

実際の分割操作が行われる前に、メモリー上のデータがミラー化ディスクに書き出されます。データが書き出されたあとで、ディスクがプールから切り離されて新し

いプール GUID を付与されます。新しいプール GUID が生成され、プールが分割されたのと同じシステム上でプールをインポートできるようになります。

分割されるプールのファイルシステムマウントポイントがデフォルトと異なっている場合に、新しいプールを同じシステム上に作成するには、`zpool split -R` オプションを使用して新しいプール用の代替ルートディレクトリを特定し、既存のマウントポイントと競合しないようにする必要があります。例:

```
# zpool split -R /tank2 tank tank2
```

`zpool split -R` オプションを使用せずに新しいプールのインポートを試みたときにマウントポイントの競合を確認した場合は、`-R` オプションを使用して新しいプールをインポートしてください。新しいプールを別のシステムに作成する場合は、マウントポイントの競合が発生しないかぎり、代替ルートディレクトリの指定は不要です。

`zpool split` 機能を使用する前に、次の考慮事項を確認してください。

- RAID-Z 構成または複数のディスクから成る非冗長プールに対しては、この機能を使用できません。
- `zpool split` 操作を試みる前に、データおよびアプリケーションの操作を終了しておいてください。
- 再同期化が進行中の場合、プールを分割できません。
- ミラー化プールの分割は、プールが2台か3台のディスクを含むときに行うのが最適です。このとき、元のプール内の最後のディスクが新しく作成されるプールで使用されます。その後、`zpool attach` コマンドを使用して元のミラー化ストレージプールを再作成するか、または新しく作成したプールをミラー化ストレージプールに変換することができます。新しい(分割された)プールが非冗長なため、1回の `zpool split` 操作で既存のミラー化プールから新しいミラー化プールを作成する方法は現時点で存在しません
- 既存のプールが3方向ミラーの場合、分割操作後に新しいプールに含まれるディスクは1台です。既存のプールが2台のディスクから成る2方向ミラーの場合の結果は、2台のディスクから成る2つの非冗長プールになります。2台の追加ディスクを接続して、非冗長プールをミラー化プールに変換する必要があります。
- 分割操作中にデータの冗長性を維持するためのよい方法は、3台のディスクを含むミラー化ストレージプールを分割し、分割操作後に元のプールが2台のミラー化ディスクを含むようにすることです。
- ミラー化プールを分割する前にハードウェアが正しく構成されていることを確認してください。ハードウェアのキャッシュフラッシュ設定の確認方法については、329 ページの「一般的なシステムプラクティス」を参照してください。

## 例 3-7 ミラー化された ZFS プールを分割する

次の例では、3 台のディスクから成る `mothership` というミラー化ストレージプールが分割されます。結果となる 2 つのプールは、2 台のディスクから成るミラー化プール `mothership` と、1 台のディスクから成る新しいプール `luna` です。各プールの内容は同じです。

プール `luna` はバックアップの目的で別のシステムにインポートできます。バックアップの完了後、プール `luna` を破棄して、ディスクを `mothership` に再接続できます。その後、このプロセスを繰り返すことができます。

```
# zpool status mothership
pool: mothership
state: ONLINE
scan: none requested
config:

    NAME                                STATE      READ WRITE CKSUM
    mothership                            ONLINE    0    0    0
      mirror-0
        c0t5000C500335F95E3d0           ONLINE    0    0    0
        c0t5000C500335BD117d0           ONLINE    0    0    0
        c0t5000C500335F907Fd0           ONLINE    0    0    0

errors: No known data errors
# zpool split mothership luna
# zpool import luna
# zpool status mothership luna
pool: luna
state: ONLINE
scan: none requested
config:

    NAME                                STATE      READ WRITE CKSUM
    luna                                  ONLINE    0    0    0
      c0t5000C500335F907Fd0             ONLINE    0    0    0

errors: No known data errors

pool: mothership
state: ONLINE
scan: none requested
config:

    NAME                                STATE      READ WRITE CKSUM
    mothership                            ONLINE    0    0    0
      mirror-0
        c0t5000C500335F95E3d0           ONLINE    0    0    0
        c0t5000C500335BD117d0           ONLINE    0    0    0

errors: No known data errors
```

## ストレージプール内のデバイスをオンラインまたはオフラインにする

ZFS では、デバイスを個別にオフラインまたはオンラインにできます。ハードウェアが信頼できない場合または正しく機能しない場合でも、ZFS ではその状態を一時的な状態と見なして、デバイスからのデータの読み取りまたはデバイスへのデータの書き込みを続行します。一時的な状態でない場合には、デバイスをオフラインにして無視されるように設定できます。オフラインのデバイスには、要求はまったく送信されません。

---

注- デバイスを置き換えるときに、オフラインにする必要はありません。

---

### デバイスをオフラインにする

`zpool offline` コマンドを使用して、デバイスをオフラインにできます。デバイスがディスクの場合は、パスまたは短縮名を使って指定できます。例:

```
# zpool offline tank c0t5000C500335F95E3d0
```

デバイスをオフラインにするときは、次の点を考慮します。

- プールをオフラインにすることはできません。UNAVAIL になります。たとえば、raidz1 構成の 2 つのデバイスをオフラインにしたり、最上位レベルの仮想デバイスをオフラインにしたりすることはできません。

```
# zpool offline tank c0t5000C500335F95E3d0
cannot offline c0t5000C500335F95E3d0: no valid replicas
```

- デフォルトでは、OFFLINE 状態は持続的です。システムをリブートしても、デバイスはオフラインのままです。

デバイスを一時的にオフラインにするには、`zpool offline -t` オプションを使用します。例:

```
# zpool offline -t tank c1t0d0
```

システムをリブートすると、このデバイスは自動的に ONLINE 状態に戻ります。

- デバイスはオフラインになるとき、ストレージプールから切り離されません。オフラインのデバイスを別のプールで使用しようとする、元のプールが破棄されたあとであっても、次のようなメッセージが表示されます。

```
device is part of exported or potentially active ZFS pool. Please see zpool(1M)
```

元のストレージプールを破棄したあとで、オフラインのデバイスを別のストレージプールで使用する場合は、まずデバイスをオンラインに戻してから、元のストレージプールを破棄します。

元のストレージプールを破棄しないで、デバイスを別のストレージプールから使用する場合は、元のストレージプールにある既存のデバイスを別の類似したデバイスに置き換える方法もあります。デバイスを置き換える方法については、[77 ページの「ストレージプール内のデバイスを置き換える」](#)を参照してください。

オフラインのデバイスは、プールステータスのクエリー検索を行うと、**OFFLINE** ステータスとして表示されます。プールステータスのクエリー検索については、[88 ページの「ZFS ストレージプールのステータスのクエリー検索を行う」](#)を参照してください。

デバイスの健全性の詳細については、[94 ページの「ZFS ストレージプールの健全性ステータスを調べる」](#)を参照してください。

## デバイスをオンラインにする

デバイスをオフラインにしたあとで、`zpool online` コマンドを使ってデバイスをオンラインに戻すことができます。例:

```
# zpool online tank c0t5000C500335F95E3d0
```

デバイスがオンラインになると、プールに書き込まれたすべてのデータは、新しく使用可能になったデバイスと再同期化されます。デバイスをオンラインにして、ディスクを置き換えることはできません。デバイスをオフラインにしてから、そのデバイスを置き換えてオンラインにしようとしても、**UNAVAIL** 状態のままです。

**UNAVAIL** のデバイスをオンラインにしようすると、次のようなメッセージが表示されます。

```
# zpool online tank c1t0d0
warning: device 'c1t0d0' onlined, but remains in faulted state
use 'zpool replace' to replace devices that are no longer present
```

ディスクのエラーに関するメッセージがコンソールに表示されるか、`/var/adm/messages` ファイルに書き込まれる場合もあります。例:

```
SUNW-MSG-ID: ZFS-8000-D3, TYPE: Fault, VER: 1, SEVERITY: Major
EVENT-TIME: Wed Jun 20 11:35:26 MDT 2012
PLATFORM: SUNW,Sun-Fire-880, CSN: -, HOSTNAME: neo
SOURCE: zfs-diagnosis, REV: 1.0
EVENT-ID: 504a1188-b270-4ab0-af4e-8a77680576b8
DESC: A ZFS device failed. Refer to http://sun.com/msg/ZFS-8000-D3 for more information.
AUTO-RESPONSE: No automated response will occur.
IMPACT: Fault tolerance of the pool may be compromised.
REC-ACTION: Run 'zpool status -x' and replace the bad device.
```

障害があるデバイスの置き換えの詳細は、[303 ページの「見つからないデバイスまたは削除されたデバイスを解決する」](#)を参照してください。

大きいディスクがプールに接続されたか、小さいディスクが大きいディスクによって置き換えられた場合、`zpool online -e` コマンドを使用してプールサイズを拡張することができます。デフォルトでは、プールに追加されたディスクは、プールの `autoexpand` プロパティーが有効でない場合はその最大サイズにまで拡張されません。`zpool online -e` コマンドを使用すると、交換用ディスクがその時点でオンラインであってもディスクが現在オフラインであっても、プールを自動的に拡張できます。例:

```
# zpool online -e tank c0t5000C500335F95E3d0
```

## ストレージプールデバイスのエラーをクリアする

障害のためにデバイスがオフラインになり、エラーが `zpool status` の出力に表示される場合は、`zpool clear` コマンドを使ってエラー数をクリアできます。

引数を指定しないでこのコマンドを実行した場合は、プールに含まれるすべてのデバイスのエラーがクリアされます。例:

```
# zpool clear tank
```

1つ以上のデバイスを指定してこのコマンドを実行した場合は、指定したデバイスに関連付けられたエラーだけがクリアされます。例:

```
# zpool clear tank c0t5000C500335F95E3d0
```

`zpool` エラーのクリアの詳細は、[308 ページの「一時的なデバイスエラーを解消する」](#)を参照してください。

## ストレージプール内のデバイスを置き換える

`zpool replace` コマンドを使用して、ストレージプール内のデバイスを置き換えることができます。

冗長プール内の同じ場所にある別のデバイスでデバイスを物理的に置き換える場合は、置き換えられるデバイスを特定するだけで済むことがあります。一部のハードウェアでは、デバイスは同じ場所にある別のディスクであるということが ZFS によって認識されます。たとえば、障害の発生したディスク (`clt1d0`) を置き換える場合、そのディスクを取り除き、同じ場所でそれを置き換えるには、次の構文を使用します。

```
# zpool replace tank clt1d0
```

ストレージプール内のデバイスを、物理的に異なる場所にあるディスクに置き換えようとしている場合は、両方のデバイスを指定する必要があります。例:

```
# zpool replace tank c1t1d0 c1t2d0
```

ZFS ルートプール内のディスクを交換する場合は、[170 ページの「ZFS ルートプールまたはルートプールのスナップショットを回復する」](#)を参照してください。

ディスクを置き換えるための基本的な手順は次のとおりです。

1. 必要に応じて、`zpool offline` コマンドでディスクをオフラインにします。
2. 置き換えるディスクを取り外します。
3. 交換用ディスクを挿入します。
4. `format` の出力を確認して、交換用ディスクが認識できるかどうかを判断します。さらに、デバイス ID が変更されているかどうかを確認します。交換用ディスクに WWN が含まれている場合、障害のあるディスクのデバイス ID は変更されません。
5. ディスクが交換されたことを ZFS に知らせます。例:

```
# zpool replace tank c1t1d0
```

上記に示したように、交換用ディスクに異なるデバイス ID が含まれている場合は、新しいデバイス ID を追加します。

```
# zpool replace tank c0t5000C500335FC3E7d0 c0t5000C500335BA8C3d0
```

6. 必要に応じて、`zpool online` コマンドでディスクをオンラインに戻します。
7. デバイスが交換されたことを FMA に知らせます。

`fmadm faulty` の出力から、`Affects:` セクション内の `zfs://pool=name/vdev=guid` 文字列を確認し、その文字列を `fmadm repaired` コマンドの引数として指定します。

```
# fmadm faulty  
# fmadm repaired zfs://pool=name/vdev=guid
```

SATA ディスクを備えた一部のシステムでは、オフラインにする前にディスクを構成解除する必要があります。このシステム上の同じスロット位置にあるディスクを置き換えようとしている場合は、このセクションの最初の例で説明したように `zpool replace` コマンドを実行するだけで置き換えを実行できます。

SATA ディスクの交換例については、[例 10-1](#) を参照してください。

ZFS ストレージプール内のデバイスを置き換えるときは、次のことを考慮します。

- プールの `autoreplace` プロパティをオンに設定した場合、そのプールに以前属していたデバイスと物理的に同じ位置に新しいデバイスが検出されると、そのデバイスが自動的にフォーマットされて置き換えられます。このプロパティが有効なときは、`zpool replace` コマンドを使用する必要はありません。ハードウェアの種類によっては、この機能を使用できない場合があります。
- システムの実行中にデバイスまたはホットスペアが物理的に取り外されると、ストレージプールの状態は `REMOVED` になります。可能であれば、取り外されたデバイスはホットスペアデバイスで置き換えられます。
- デバイスをいったん取り外してから挿入し直すと、デバイスはオンラインになります。デバイスを挿入し直したときにホットスペアがアクティブになっていた場合は、オンライン処理が完了すると、そのホットスペアが取り外されます。
- デバイスの着脱時の自動検出はハードウェアに依存しているため、すべてのプラットフォームには対応していない可能性があります。たとえば、USB デバイスは挿入時に自動的に構成されます。ただし、`cfgadm -c configure` コマンドを使用して SATA ドライブを構成する必要がある場合もあります。
- ホットスペアは、オンラインおよび使用可能かどうか定期的に確認されます。
- 交換用デバイスの容量が、ミラー化構成または RAID-Z 構成内でもっとも容量の小さいディスク以上である必要があります。
- 置き換える前のデバイスよりもサイズが大きい交換デバイスをプールに追加しても、プールは自動的にその最大サイズにまで拡張されません。`autoexpand` プールプロパティ値によって、大きいディスクがプールに追加されたときにプールを拡張するかどうかが決まります。デフォルトでは、`autoexpand` プロパティは無効になっています。容量の大きいディスクをプールに追加する前後どちらでも、このプロパティを有効にすることでプールサイズを拡張できます。

次の例では、ミラー化プール内の 16G バイトのディスク 2 台を 72G バイトのディスク 2 台で置き換えます。2 番目のデバイスの交換を試行する前に、最初のデバイスが完全に再同期化されていることを確認してください。ディスクの交換後に `autoexpand` プロパティを有効にして、ディスクをその最大サイズまで拡張します。

```
# zpool create pool mirror c1t16d0 c1t17d0
# zpool status
pool: pool
state: ONLINE
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
pool	ONLINE	0	0	0
mirror	ONLINE	0	0	0
c1t16d0	ONLINE	0	0	0
c1t17d0	ONLINE	0	0	0

```

zpool list pool
NAME      SIZE  ALLOC  FREE   CAP  HEALTH  ALTROOT
pool      16.8G  76.5K  16.7G   0%  ONLINE  -
# zpool replace pool c1t16d0 c1t1d0
# zpool replace pool c1t17d0 c1t2d0
# zpool list pool
NAME      SIZE  ALLOC  FREE   CAP  HEALTH  ALTROOT
pool      16.8G  88.5K  16.7G   0%  ONLINE  -
# zpool set autoexpand=on pool
# zpool list pool
NAME      SIZE  ALLOC  FREE   CAP  HEALTH  ALTROOT
pool      68.2G  117K  68.2G   0%  ONLINE  -

```

- 大規模プール内で多数のディスクを置き換える場合は、新しいディスク上にデータを再同期化するために時間がかかります。また、ディスクの置き換えの合間に `zpool scrub` コマンドを実行して、置き換えたあとのデバイスが動作可能なこと、およびデータが正しく書き込まれることを確認することもできます。
- 障害の発生したディスクがホットスペアに自動的に置き換えられた場合は、障害の発生したディスクが置き換えられたあとでスペアの切り離しが必要になることがあります。 `zpool detach` コマンドを使用して、ミラー化プールまたは RAID-Z プールのスペアを切り離すことができます。ホットスペアの切り離しについては、[82 ページの「ストレージプール内のホットスペアをアクティブにする/非アクティブにする」](#)を参照してください。

デバイスの置き換えの詳細は、[303 ページの「見つからないデバイスまたは削除されたデバイスを解決する」](#) および [306 ページの「破損したデバイスを交換または修復する」](#)を参照してください。

## ストレージプールにホットスペアを指定する

ホットスペア機能を使って、ストレージプールで障害が発生したデバイスまたはエラー状態のデバイスを交換するために使用するディスクを指定できます。「ホットスペア」として指定したデバイスはプール内ではアクティブデバイスではありませんが、プールのアクティブデバイスで障害が発生した場合には、そのデバイスがホットスペアに自動的に置き換えられます。

次の方法を使って、デバイスをホットスペアとして指定できます。

- プール作成時に `zpool create` コマンドを使用します。
- プール作成後に `zpool add` コマンドを使用します。

次の例は、プールの作成時にデバイスをホットスペアとして指定する方法を示しています。

```

# zpool create zeepool mirror c0t5000C500335F95E3d0 c0t5000C500335F907Fd0
mirror c0t5000C500335BD117d0 c0t5000C500335DC60Fd0 spare c0t5000C500335E106Bd0 c0t5000C500335FC3E7d0
# zpool status zeepool
pool: zeepool

```

```
state: ONLINE
scan: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
zeepool	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F95E3d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F907Fd0	ONLINE	0	0	0
mirror-1	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335BD117d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335DC60Fd0	ONLINE	0	0	0
spares				
c0t5000C500335E106Bd0	AVAIL			
c0t5000C500335FC3E7d0	AVAIL			

```
errors: No known data errors
```

次の例は、プールの作成後にプールに追加することによってホットスペアを指定する方法を示しています。

```
# zpool add zeepool spare c0t5000C500335E106Bd0 c0t5000C500335FC3E7d0
# zpool status zeepool
pool: zeepool
state: ONLINE
scan: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
zeepool	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F95E3d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F907Fd0	ONLINE	0	0	0
mirror-1	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335BD117d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335DC60Fd0	ONLINE	0	0	0
spares				
c0t5000C500335E106Bd0	AVAIL			
c0t5000C500335FC3E7d0	AVAIL			

```
errors: No known data errors
```

ホットスペアをストレージプールから削除するときは、`zpool remove` コマンドを使用します。例:

```
# zpool remove zeepool c0t5000C500335FC3E7d0
# zpool status zeepool
pool: zeepool
state: ONLINE
scan: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
zeepool	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F95E3d0	ONLINE	0	0	0

```

c0t5000C500335F907Fd0 ONLINE      0      0      0
mirror-1
c0t5000C500335BD117d0 ONLINE      0      0      0
c0t5000C500335DC60Fd0 ONLINE      0      0      0
spares
c0t5000C500335E106Bd0  AVAIL

```

errors: No known data errors

ストレージプールが現在使用しているホットスペアは、削除できません。

ZFS ホットスペアを使用するときは、次の点を考慮してください。

- 現時点では、`zpool remove` コマンドはホットスペア、キャッシュデバイス、およびログデバイスを削除するときのみ使用できます。
- ディスクをホットスペアとして追加するには、ホットスペアの容量が、プール内でもっとも容量の大きいディスク以上である必要があります。小さなディスクをスペアとしてプールに追加することも許可されています。ただし、小さなスペアディスクがアクティブになると、自動的にまたは `zpool replace` コマンドにより、次のようなエラーで操作が失敗します。

```
cannot replace disk3 with disk4: device is too small
```

## ストレージプール内のホットスペアをアクティブにする/非アクティブにする

ホットスペアをアクティブにするには、次のようにします。

- 手動で置き換える – `zpool replace` コマンドを使用して、ストレージプール内で障害の発生したデバイスをホットスペアで置き換えます。
- 自動的に置き換える – FMA エージェントは、エラー状態を検出すると、プールを検査して使用可能なホットスペアがあるかどうかを調べます。ある場合は、障害の発生したデバイスを使用可能なスペアに置き換えます。

現在使用しているホットスペアで障害が発生した場合、FMA エージェントはそのスペアを切り離し、置き換えた状態を取り消します。続いてエージェントは、別のホットスペアが使用可能であれば、そのスペアを使ってデバイスを置き換えようとします。現時点では、デバイスがシステムから見えなくなると ZFS 診断エンジンがエラー状態を生成しないので、この機能もその事実には制限されます。

障害の発生したデバイスにアクティブなスペアがある場合にデバイスを物理的に交換するときは、`zpool detach` コマンドを使用して元のデバイスを再度アクティブにして、スペアを切り離すことができます。プールの `autoreplace` プロパティをオンに設定した場合は、新しいデバイスが挿入されオンライン処理が完了すると、スペアは自動的に切り離されてスペアプールに戻されます。

ホットスペアが使用可能な場合、UNAVAIL のデバイスは自動的に置き換えられません。例:

```
# zpool status -x
pool: zeepool
state: DEGRADED
status: One or more devices are unavailable in response to persistent errors.
        Sufficient replicas exist for the pool to continue functioning in a
        degraded state.
action: Attach the missing device and online it using 'zpool online'.
        see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-2Q
        scan: resilvered 3.15G in 0h0m with 0 errors on Mon Nov 12 15:53:42 2012
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
zeepool	DEGRADED	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F95E3d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F907Fd0	ONLINE	0	0	0
mirror-1	DEGRADED	0	0	0
c0t5000C500335BD117d0	ONLINE	0	0	0
spare-1	DEGRADED	449	0	0
c0t5000C500335DC60Fd0	UNAVAIL	0	0	0
c0t5000C500335E106Bd0	ONLINE	0	0	0
spares				
c0t5000C500335E106Bd0	INUSE			

```
errors: No known data errors
```

現時点では、次の方法でホットスペアを非アクティブにできます。

- ストレージプールからホットスペアを削除する。
- 障害の発生したディスクを物理的に置き換えたあとでホットスペアを切り離す。例 3-8 を参照してください。
- 別のホットスペア内で一時的または永続的に交換を行う。例 3-9 を参照してください。

例 3-8 障害が発生したディスクの置き換え後にホットスペアを切り離す

次の例では、障害が発生したディスク (c0t5000C500335DC60Fd0) を物理的に置き換え、zpool replace コマンドを使って ZFS に通知します。

```
# zpool replace zeepool c0t5000C500335DC60Fd0
# zpool status zeepool
pool: zeepool
state: ONLINE
scan: resilvered 3.15G in 0h0m with 0 errors on Thu Jun 21 16:53:43 2012
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
zeepool	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F95E3d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F907Fd0	ONLINE	0	0	0
mirror-1	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335BD117d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335DC60Fd0	ONLINE	0	0	0

例3-8 障害が発生したディスクの置き換え後にホットスペアを切り離す (続き)

```
spares
c0t5000C500335E106Bd0  AVAIL
```

必要に応じて、`zpool detach` コマンドを使ってホットスペアをスペアプールに戻すことができます。例:

```
# zpool detach zeepool c0t5000C500335E106Bd0
```

例3-9 障害が発生したディスクを切り離してホットスペアを使用する

障害が発生したディスクを、そのディスクを現在置き換えようとしているホットスペア内で一時的または永続的に交換することによって置き換えたい場合は、元の(障害が発生した)ディスクを切り離します。障害が発生したディスクが最終的に置き換えられたら、そのディスクをスペアとしてストレージプールに再び追加できます。例:

```
# zpool status zeepool
pool: zeepool
state: DEGRADED
status: One or more devices are unavailable in response to persistent errors.
Sufficient replicas exist for the pool to continue functioning in a
degraded state.
action: Attach the missing device and online it using 'zpool online'.
see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-2Q
scan: resilver in progress since Mon Nov 12 16:04:12 2012
4.80G scanned out of 12.0G at 55.8M/s, 0h2m to go
4.80G scanned out of 12.0G at 55.8M/s, 0h2m to go
4.77G resilvered, 39.97% done
config:

NAME                                STATE      READ WRITE CKSUM
zeepool                              DEGRADED   0     0     0
  mirror-0                            ONLINE    0     0     0
    c0t5000C500335F95E3d0             ONLINE    0     0     0
    c0t5000C500335F907Fd0             ONLINE    0     0     0
  mirror-1                            DEGRADED   0     0     0
    c0t5000C500335BD117d0             ONLINE    0     0     0
    c0t5000C500335DC60Fd0             UNAVAIL   0     0     0
spares
c0t5000C500335E106Bd0  AVAIL
```

```
errors: No known data errors
# zpool detach zeepool c0t5000C500335DC60Fd0
# zpool status zeepool
pool: zeepool
state: ONLINE
scan: resilvered 11.3G in 0h3m with 0 errors on Mon Nov 12 16:07:12 2012
config:
```

```
NAME                                STATE      READ WRITE CKSUM
zeepool                              ONLINE    0     0     0
  mirror-0                            ONLINE    0     0     0
```

例 3-9 障害が発生したディスクを切り離してホットスペアを使用する (続き)

```

c0t5000C500335F95E3d0 ONLINE      0      0      0
c0t5000C500335F907Fd0 ONLINE      0      0      0
mirror-1              ONLINE      0      0      0
c0t5000C500335BD117d0 ONLINE      0      0      0
c0t5000C500335E106Bd0 ONLINE      0      0      0

errors: No known data errors
(Original failed disk c0t5000C500335DC60Fd0 is physically replaced)
# zpool add zeepool spare c0t5000C500335DC60Fd0
# zpool status zeepool
pool: zeepool
state: ONLINE
scan: resilvered 11.2G in 0h3m with 0 errors on Mon Nov 12 16:07:12 2012

```

config:

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
zeepool	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F95E3d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F907Fd0	ONLINE	0	0	0
mirror-1	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335BD117d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335E106Bd0	ONLINE	0	0	0
spares				
c0t5000C500335DC60Fd0	AVAIL			

errors: No known data errors

ディスクが交換され、スペアが切り離されたあと、ディスクが修復されたことを FMA に知らせます。

```

# fmadm faulty
# fmadm repaired zfs://pool=name/vdev=guid

```

## ZFS ストレージプールのプロパティの管理

zpool get コマンドを使用して、プールのプロパティの情報を表示できます。例:

```

# zpool get all tank
tank size          68G          -
tank capacity      0%           -
tank altroot       -             default
tank health        ONLINE        -
tank guid          15560293364730146756 -
tank version       32           default
tank bootfs        -             default
tank delegation    on            default
tank autoreplace   off           default
tank cachefile     -             default
tank failmode      wait          default

```

```
tank listsnapshots on default
tank autoexpand off default
tank free 68.0G -
tank allocated 124K -
tank readonly off -
```

ストレージプールのプロパティは `zpool set` コマンドで設定できます。例:

```
# zpool set autoreplace=on zeepool
# zpool get autoreplace zeepool
NAME PROPERTY VALUE SOURCE
zeepool autoreplace on local
```

使用率が 100% のプールにプールプロパティを設定しようとすると、次のようなメッセージが表示されます。

```
# zpool set autoreplace=on tank
cannot set property for 'tank': out of space
```

プール容量の問題の回避方法については、[第 11 章「推奨の Oracle Solaris ZFS プラクティス」](#)を参照してください。

表 3-1 ZFS プールのプロパティの説明

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
allocated	文字列	なし	読み取り専用の値。物理的に割り当て済みであるプール内のストレージ領域の容量を示します。
altroot	文字列	off	代替ルートディレクトリを示します。設定されている場合、プール内のすべてのマウントポイントの先頭にこのディレクトリが付加されます。このプロパティは、不明なプールを調べるときやマウントポイントが信頼できない場合、または通常のパスが有効でない代替ブート環境で使用できます。
autoreplace	プール型	off	自動デバイス交換を制御します。オフに設定されている場合、 <code>zpool replace</code> コマンドを使ってデバイス交換を開始する必要があります。オンに設定されている場合、そのプールに以前属していたデバイスと物理的に同じ位置にある新しいデバイスは、いずれも自動的にフォーマットされ、置き換えられます。このプロパティの省略名は <code>replace</code> です。
bootfs	プール型	なし	ルートプールのデフォルトのブート可能ファイルシステムを示します。このプロパティは通常、インストーलプログラムによって設定されます。

表 3-1 ZFS プールのプロパティの説明 (続き)

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
cachefile	文字列	なし	プール構成情報がキャッシュされる場所を制御します。システムのブート時に、キャッシュ内のすべてのプールが自動的にインポートされます。ただし、インストール環境とクラスタ化環境では、プールが自動的にインポートされないようにするために、この情報を別の場所にキャッシュすることが必要になる場合もあります。プール構成情報を別の場所にキャッシュするようにこのプロパティを設定できます。この情報は、あとから <code>zpool import -c</code> コマンドを使ってインポートできます。ほとんどの ZFS 構成では、このプロパティは使用されません。
capacity	数値	なし	読み取り専用の値。使用されているプール領域の割合を示します。  このプロパティの省略名は <code>cap</code> です。
delegation	プール型	on	ファイルシステムに定義されているアクセス権を非特権ユーザーに付与できるかどうかを制御します。詳細は、第 8 章「Oracle Solaris ZFS 委任管理」を参照してください。
failmode	文字列	wait	プールに壊滅的な障害が発生した場合のシステムの動作を制御します。通常は、配下の 1 台以上のストレージデバイスへの接続が失われた場合や、プール内のすべてのデバイスに障害が発生した場合に、このような状況になります。そのような状況での動作は、次のいずれかの値によって決定されます。 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <code>wait</code> - デバイスへの接続を復元し、<code>zpool clear</code> コマンドでエラーをクリアするまで、プールに対するすべての入出力要求をブロックします。この状態では、プールに対する入出力操作はブロックされますが、読み取り操作は成功する場合があります。デバイスの問題が解決されるまで、プールの状態は <code>wait</code> のままです。</li> <li>■ <code>continue</code> - 新しい書き込み入出力要求には EIO エラーを返しますが、正常な残りのデバイスに対する読み取りは許可します。まだディスクにコミットされていない書き込み要求はブロックされます。デバイスを再接続するか交換したあと、<code>zpool clear</code> コマンドでエラーを解決する必要があります。</li> <li>■ <code>panic</code> - コンソールにメッセージを出力し、システムクラッシュダンプを生成します。</li> </ul>

表 3-1 ZFS プールのプロパティの説明 (続き)

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
free	文字列	なし	読み取り専用の値。まだ割り当てられていないプール内のブロック数を示します。
guid	文字列	なし	読み取り専用プロパティ。プールの一意の識別子を示します。
health	文字列	なし	読み取り専用プロパティ。プールの現在の健全性を ONLINE、DEGRADED、SUSPENDED、REMOVED、または UNAVAIL のいずれかで示します。
listshares	文字列	off	このプール内の共有情報が <code>zfs list</code> コマンドで表示されるかどうかを制御します。デフォルト値は <code>off</code> です。
listsnapshots	文字列	on	このプールに関連付けられているスナップショット情報が <code>zfs list</code> コマンドによって表示されるようにするかどうかを制御します。このプロパティが無効な場合、 <code>zfs list -t snapshot</code> コマンドを使用すればスナップショット情報を表示できます。
size	数値	なし	読み取り専用プロパティ。ストレージプールの合計サイズを示します。
version	数値	なし	プールの現在のディスク上バージョンを示します。プールを更新する方法としては <code>zpool upgrade</code> コマンドをお勧めしますが、下位互換性のために特定のバージョンが必要な場合には、このプロパティを使用できます。このプロパティには、1 から <code>zpool upgrade -v</code> コマンドで報告される現在のバージョンまでの任意の数値を設定できます。

## ZFS ストレージプールのステータスのクエリー検索を行う

`zpool list` コマンドでは、いくつかの方法でプールステータスに関する情報を要求できます。主に3つのカテゴリの情報を要求できます。基本的な使用状況の情報、入出力統計、および健全性ステータスです。このセクションでは、3種類のストレージプール情報のすべてについて説明します。

- 88 ページの「ZFS ストレージプールについての情報を表示する」
- 92 ページの「ZFS ストレージプールの入出力統計を表示する」
- 94 ページの「ZFS ストレージプールの健全性ステータスを調べる」

## ZFS ストレージプールについての情報を表示する

`zpool list` コマンドを使用して、プールに関する基本的な情報を表示できます。

## すべてのストレージプールまたは特定のプールについての情報を表示する

引数を指定しないで `zpool list` コマンドを実行すると、システム上のすべてのプールについて次の情報が表示されます。

```
# zpool list
NAME                SIZE    ALLOC    FREE    CAP    HEALTH    ALTROOT
tank                80.0G   22.3G   47.7G   28%    ONLINE    -
dozer               1.2T    384G    816G    32%    ONLINE    -
```

このコマンド出力には、次の情報が表示されます。

NAME	プールの名前。
SIZE	プールの合計サイズ。最上位レベルにあるすべての仮想デバイスの合計サイズになります。
ALLOC	すべてのデータセットおよび内部メタデータに割り当てられた物理的容量。この容量は、ファイルシステムレベルで報告されるディスク容量とは異なります。  使用可能なファイルシステムの容量を確認する方法については、 <a href="#">32 ページの「ZFS のディスク領域の計上」</a> を参照してください。
FREE	プール内で割り当てられていない容量。
CAP (CAPACITY)	使用されているディスク容量。総ディスク容量に対するパーセントで表現されます。
HEALTH	プールの現在の健全性ステータス。  プールの健全性の詳細については、 <a href="#">94 ページの「ZFS ストレージプールの健全性ステータスを調べる」</a> を参照してください。
ALTROOT	プールの代替ルート (存在する場合)。  代替ルートプールの詳細については、 <a href="#">292 ページの「ZFS 代替ルートプールを使用する」</a> を参照してください。

プール名を指定して、特定のプールの統計を収集することもできます。次に例を示します。

```
# zpool list tank
NAME                SIZE    ALLOC    FREE    CAP    HEALTH    ALTROOT
tank                80.0G   22.3G   47.7G   28%    ONLINE    -
```

`zpool list` の間隔およびカウントオプションを使用して、ある期間にわたっての統計を収集できます。また、`-T` オプションを使用することによってタイムスタンプを表示できます。例:

```
# zpool list -T d 3 2
Tue Nov  2 10:36:11 MDT 2010
NAME      SIZE  ALLOC  FREE   CAP  DEDUP  HEALTH  ALTROOT
pool     33.8G  83.5K  33.7G   0%  1.00x  ONLINE  -
rpool    33.8G  12.2G  21.5G  36%  1.00x  ONLINE  -
Tue Nov  2 10:36:14 MDT 2010
pool     33.8G  83.5K  33.7G   0%  1.00x  ONLINE  -
rpool    33.8G  12.2G  21.5G  36%  1.00x  ONLINE  -
```

## 特定のストレージプールの統計を表示する

-o オプションを使用して、特定の統計を要求することができます。このオプションを使用して、カスタムレポートを出力したり、必要な情報をすばやく表示したりできます。たとえば、各プールの名前とサイズだけを表示する場合は、次の構文を使用します。

```
# zpool list -o name,size
NAME      SIZE
tank      80.0G
dozer     1.2T
```

列の名前は、[89 ページの「すべてのストレージプールまたは特定のプールについての情報を表示する」](#)に示されているプロパティに対応しています。

## ZFS ストレージプールの出力をスクリプトで使えるようにする

zpool list コマンドのデフォルト出力は、読みやすいように設計されているため、シェルスクリプトの一部として使いやすい状態ではありません。このコマンドをプログラムで使いやすくするために、-H オプションを使用して、列見出しを非表示にし、空白文字の代わりにタブでフィールドを区切ることができます。たとえば、システム上のすべてのプール名をリストとして要求するときは、次の構文を使用します。

```
# zpool list -Ho name
tank
dozer
```

別の例です。

```
# zpool list -H -o name,size
tank 80.0G
dozer 1.2T
```

## ZFS ストレージプールのコマンド履歴を表示する

ZFS は、プールの状態に関する情報を変更する zfs コマンドと zpool コマンドが正常に実行された場合にだけ自動的にログを記録します。この情報は、zpool history コマンドを使用して表示することができます。

例えば、ルートプールに関するコマンド出力を表示する場合は、次の構文を使用します。

```
# zpool history
History for 'rpool':
2010-05-11.10:18:54 zpool create -f -o failmode=continue -R /a -m legacy -o
cachefile=/tmp/root/etc/zfs/zpool.cache rpool mirror c1t0d0s0 c1t1d0s0
2010-05-11.10:18:55 zfs set canmount=noauto rpool
2010-05-11.10:18:55 zfs set mountpoint=/rpool rpool
2010-05-11.10:18:56 zfs create -o mountpoint=legacy rpool/ROOT
2010-05-11.10:18:57 zfs create -b 8192 -V 2048m rpool/swap
2010-05-11.10:18:58 zfs create -b 131072 -V 1536m rpool/dump
2010-05-11.10:19:01 zfs create -o canmount=noauto rpool/ROOT/zfsBE
2010-05-11.10:19:02 zpool set bootfs=rpool/ROOT/zfsBE rpool
2010-05-11.10:19:02 zfs set mountpoint=/ rpool/ROOT/zfsBE
2010-05-11.10:19:03 zfs set canmount=on rpool
2010-05-11.10:19:04 zfs create -o mountpoint=/export rpool/export
2010-05-11.10:19:05 zfs create rpool/export/home
2010-05-11.11:11:10 zpool set bootfs=rpool rpool
2010-05-11.11:11:10 zpool set bootfs=rpool/ROOT/zfsBE rpool
```

システムでこれと同じような出力を利用して、エラー状況のトラブルシューティングのために実行された「実際の」ZFS コマンドセットを特定することができます。

履歴ログの特徴を次に示します。

- ログを無効にすることはできません。
- ログは永続的にディスクに保存されます。つまり、ログはシステムのリブート後も保持されます。
- ログはリングバッファとして実装されます。最小サイズは 128K バイトです。最大サイズは 32M バイトです。
- 小さめのプールの場合、最大サイズはプールサイズの 1% を上限とします。このサイズはプールの作成時に自動的に決定されます。
- ログの管理は不要です。つまり、ログのサイズを調整したり、ログの場所を変更したりする必要はありません。

特定のストレージプールのコマンド履歴を確認するには、次のような構文を使用します。

```
# zpool history tank
2012-01-25.16:35:32 zpool create -f tank mirror c3t1d0 c3t2d0 spare c3t3d0
2012-02-17.13:04:10 zfs create tank/test
2012-02-17.13:05:01 zfs snapshot -r tank/test@snap1
```

-l オプションを使用して、ユーザー名、ホスト名、および操作が実行されたゾーンを含む長形式を表示します。例:

```
# zpool history -l tank
History for 'tank':
```

```
2012-01-25.16:35:32 zpool create -f tank mirror c3t1d0 c3t2d0 spare c3t3d0
[user root on tardis:global]
2012-02-17.13:04:10 zfs create tank/test [user root on tardis:global]
2012-02-17.13:05:01 zfs snapshot -r tank/test@snap1 [user root on tardis:global]
```

-i オプションを使用して、診断に利用できる内部イベント情報を表示します。例:

```
# zpool history -i tank
History for 'tank':
2012-01-25.16:35:32 zpool create -f tank mirror c3t1d0 c3t2d0 spare c3t3d0
2012-01-25.16:35:32 [internal pool create txg:5] pool spa 33; zfs spa 33; zpl 5;
uts tardis 5.11 11.1 sun4v
2012-02-17.13:04:10 zfs create tank/test
2012-02-17.13:04:10 [internal property set txg:66094] $share2=2 dataset = 34
2012-02-17.13:04:31 [internal snapshot txg:66095] dataset = 56
2012-02-17.13:05:01 zfs snapshot -r tank/test@snap1
2012-02-17.13:08:00 [internal user hold txg:66102] <.send-4736-1> temp = 1 ...
```

## ZFS ストレージプールの入出力統計を表示する

プールまたは特定の仮想デバイスの入出力統計を要求する場合は、`zpool iostat` コマンドを使用します。`iostat` コマンドと同様に、このコマンドでは、発生したすべての入出力アクティビティの静的なスナップショットと、指定した間隔ごとに更新される統計を表示できます。次の統計が報告されます。

<code>alloc capacity</code>	プールまたはデバイスに現在格納されているデータの量。この容量は、実装の内部的な詳細のために、実際のファイルシステムで利用できるディスク容量とわずかに異なります。  プール領域とデータセット領域の相違点の詳細については、 <a href="#">32 ページの「ZFS のディスク領域の計上」</a> を参照してください。
<code>free capacity</code>	プールまたはデバイスで使用できるディスク容量。 <code>used</code> 統計と同様に、この容量はデータセットで使用できるディスク容量と多少異なります。
<code>read operations</code>	プールまたはデバイスに送信された入出力読み取り操作の数 (メタデータ要求を含む)。
<code>write operations</code>	プールまたはデバイスに送信された入出力書き込み操作の数。
<code>read bandwidth</code>	すべての読み取り操作 (メタデータを含む) の帯域幅。単位/秒として表現されます。
<code>write bandwidth</code>	すべての書き込み操作の帯域幅。単位/秒として表現されます。

## プール全体の入出力統計を一覧表示する

オプションを指定しないで `zpool iostat` コマンドを実行すると、システム上のすべてのプールをブートしてから累積された統計が表示されます。次に例を示します。

```
# zpool iostat
          capacity      operations      bandwidth
pool      alloc  free  read  write  read  write
-----
rpool     6.05G  61.9G    0     0    786   107
tank      31.3G  36.7G    4     1   296K  86.1K
-----
```

これらの統計はブートしてから累積されたものなので、プールのアイドル状態が相対的に多い場合には、帯域幅が低く表示されることがあります。間隔を指定すれば、帯域幅の現在の使用状況をより正確に表示できます。例:

```
# zpool iostat tank 2
          capacity      operations      bandwidth
pool      alloc  free  read  write  read  write
-----
tank      18.5G  49.5G    0    187    0  23.3M
tank      18.5G  49.5G    0   464    0  57.7M
tank      18.5G  49.5G    0   457    0  56.6M
tank      18.8G  49.2G    0   435    0  51.3M
```

上記の例では、このコマンドによって `tank` プールの使用状況の統計が2秒ごとに表示され、`Ctrl-C` キーを押すと停止します。または、`count` 引数を追加で指定することもでき、その場合はコマンドが指定した数だけ繰り返されたあとで終了します。

たとえば、`zpool iostat 2 3` の場合は、サマリーが2秒ごとに3回(計6秒間)出力されます。プールが1つだけの場合は、ひと続きの行に統計が表示されます。複数のプールがある場合は、各プールが分かれて見えるように、各プールの間に点線が挿入されます。

## 仮想デバイスの入出力統計を一覧表示する

`zpool iostat` コマンドでは、プール全体の入出力統計だけでなく、仮想デバイスの入出力統計を表示できます。このコマンドを使用して、速度が異常に遅いデバイスを検出することができます。また、ZFS が生成した入出力の分布を監視するといった使い方もできます。仮想デバイス全体のレイアウトおよびすべての入出力統計を要求する場合は、`zpool iostat -v` コマンドを使用します。次に例を示します。

```
# zpool iostat -v
          capacity      operations      bandwidth
pool      alloc  free  read  write  read  write
-----
rpool     6.05G  61.9G    0     0    785   107
  mirror  6.05G  61.9G    0     0    785   107
    c1t0d0s0 -    -    0     0    578   109
```

c1t1d0s0	-	-	0	0	595	109
tank	36.5G	31.5G	4	1	295K	146K
mirror	36.5G	31.5G	126	45	8.13M	4.01M
c1t2d0	-	-	0	3	100K	386K
c1t3d0	-	-	0	3	104K	386K

仮想デバイスの入出力統計を表示するときは、2つの重要な点に注意してください。

- まず、ディスク容量の使用統計は、最上位レベルの仮想デバイスに対してのみ利用できます。ミラーおよびRAID-Z仮想デバイスにディスク領域がどのように割り当てられるかは、実装に固有なので、1つの数値として表現するのは簡単ではありません。
- 次に、予期したとおりの正確な数値にならないことがあります。特に、RAID-Zデバイスとミラー化されたデバイスの統計は、正確に一致することがありません。この相違は、プールが作成された直後に、特に顕著になります。プールが作成されるときに大量の入出力がディスクに直接実行されますが、これらがミラーレベルでは計上されないためです。時間の経過とともに、これらの数値はしだいに等しくなります。ただし、故障したデバイス、応答しないデバイス、またはオフラインのデバイスも、この対称性に影響する可能性があります。

仮想デバイスの統計を検査するときにも、同じオプション(間隔とカウント)を使用できます。

## ZFS ストレージプールの健全性ステータスを調べる

ZFSでは、プールとデバイスの健全性を検査する方法が統合されています。プールの健全性は、そのすべてのデバイスの状態から判断されます。このステータス情報は、`zpool status` コマンドを使って表示されます。また、発生する可能性のあるプールとデバイスの障害も `fmd` によって報告され、システムコンソールに表示されるとともに `/var/adm/messages` ファイルに記録されます。

このセクションでは、プールとデバイスの健全性を確認する方法について説明します。この章では、健全でないプールを修復または回復する方法については説明しません。トラブルシューティングおよびデータの回復については、[第10章「Oracle Solaris ZFSのトラブルシューティングとプールの回復」](#)を参照してください。

プールの健全性ステータスは、次の4つの状態のいずれかで表されます。

### DEGRADED

1つ以上のデバイスで障害が発生しているが、冗長性構成のためにデータを引き続き使用できるプール。

**ONLINE**

すべてのデバイスが正常に動作してるプール。

**SUSPENDED**

デバイスの接続が復元されるのを待機しているプール。デバイスの問題が解決されるまで、**SUSPENDED** プールの状態は **wait** のままです。

**UNAVAIL**

メタデータが壊れているか、1つまたは複数のデバイスが使用できず、動作を継続するための複製が不足しているプール。

各プールデバイスは、次のいずれかの状態になることができます。

<b>DEGRADED</b>	仮想デバイスで障害が発生しましたが、デバイスはまだ動作しています。この状態は、ミラーデバイスまたは RAID-Z デバイスを構成するデバイスのうち、1つ以上のデバイスが失われたときによく発生します。プールの耐障害性が損なわれる可能性があります。別のデバイスで続けて障害が発生した場合には、回復できない状態になることがあります。
<b>OFFLINE</b>	管理者がデバイスを明示的にオフラインにしています。
<b>ONLINE</b>	デバイスまたは仮想デバイスは正常に動作しています。一時的なエラーがいくつか発生している可能性はありますが、それらを除けば正常に動作しています。
<b>REMOVED</b>	システムの稼働中にデバイスが物理的に取り外されました。デバイスの取り外しの検出はハードウェアに依存しており、一部のプラットフォームではサポートされていない場合があります。
<b>UNAVAIL</b>	デバイスまたは仮想デバイスを開くことができません。場合によっては、デバイスが <b>UNAVAIL</b> であるプールが <b>DEGRADED</b> モードで表示されることがあります。最上位レベルの仮想デバイスが <b>UNAVAIL</b> の場合は、そのプールのデバイスには一切アクセスできません。

プールの健全性は、最上位レベルのすべての仮想デバイスから判断されます。すべての仮想デバイスが **ONLINE** の場合は、プールも **ONLINE** になります。仮想デバイスのいずれかが **DEGRADED** または **UNAVAIL** の場合は、プールも **DEGRADED** になります。最上位レベルの仮想デバイスが **UNAVAIL** または **OFFLINE** の場合は、プールも **UNAVAIL** または **SUSPENDED** になります。**UNAVAIL** または **SUSPENDED** 状態のプールには一切アクセスできません。必要なデバイスが接続または修復されるまで、データは回復できません。**DEGRADED** 状態のプールは引き続き動作しますが、プールがオンラインの場合と同じレベルのデータ冗長性やデータスループットを実現できない可能性があります。

`zpool status` コマンドも、再同期およびスクラブ操作に関する詳細を提供します。

- 再同期化進捗レポート。例:

```
scan: resilver in progress since Wed Jun 20 14:19:38 2012
      7.43G scanned out of 71.8G at 36.4M/s, 0h30m to go
      7.43G resilvered, 10.35% done
```

- スクラブ進捗レポート。例:

```
scan: scrub in progress since Wed Jun 20 14:56:52 2012
      529M scanned out of 71.8G at 48.1M/s, 0h25m to go
      0 repaired, 0.72% done
```

- 再同期化完了メッセージ。例:

```
scan: resilvered 71.8G in 0h14m with 0 errors on Wed Jun 20 14:33:42 2012
```

- スクラブ完了メッセージ。例:

```
scan: scrub repaired 0 in 0h11m with 0 errors on Wed Jun 20 15:08:23 2012
```

- 進行中のスクラブの取り消しメッセージ。例:

```
scan: scrub canceled on Wed Jun 20 16:04:40 2012
```

- スクラブおよび再同期化の完了メッセージはシステムのレポート後も残ります。

## ストレージプールの基本的な健全性ステータス

次のように `zpool status` コマンドを使用することにより、プールの健全性ステータスをすばやく確認できます。

```
# zpool status -x
all pools are healthy
```

プール名をコマンド構文に指定すれば、特定のプールを検査できます。**ONLINE** 状態ではないプールがある場合には、次のセクションで説明するように、問題が発生していないかどうかを調査するようにしてください。

## 詳細な健全性ステータス

`-v` オプションを使用すれば、より詳細な健全性のサマリーステータスを要求することができます。例:

```
# zpool status -v tank
pool: tank
state: DEGRADED
status: One or more devices could not be opened. Sufficient replicas exist for
the pool to continue functioning in a degraded state.
action: Attach the missing device and online it using 'zpool online'.
see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-2Q
scrub: scrub completed after 0h0m with 0 errors on Wed Jan 20 15:13:59 2010
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM	
tank	DEGRADED	0	0	0	
mirror-0	DEGRADED	0	0	0	
c1t0d0	ONLINE	0	0	0	
c1t1d0	UNAVAIL	0	0	0	cannot open

```
errors: No known data errors
```

この出力には、プールが現在の状態になった理由が詳細に表示されます。たとえば、問題に関するわかりやすい説明や、詳細な情報を入手するためのナレッジ記事へのリンクが表示されます。ナレッジ記事では、現在の問題から回復するための最良の方法に関する最新情報を提供しています。構成に関する詳細な情報を利用すれば、どのデバイスが損傷しているかや、プールをどのように修復するかを確認できます。

前の例では、UNAVAIL のデバイスを交換するようにしてください。デバイスを交換したあとに、必要に応じて `zpool online` コマンドを使用してデバイスをオンラインにします。例:

```
# zpool online tank c1t0d0
Bringing device c1t0d0 online
# zpool status -x
all pools are healthy

# zpool online pond c0t5000C500335F907Fd0
warning: device 'c0t5000C500335DC60Fd0' onlined, but remains in degraded state
# zpool status -x
all pools are healthy
```

上記の出力は、再同期化が完了するまで、デバイスが低下した状態のままであることを示しています。

autoreplace プロパティがオンの場合、置き換えたデバイスをオンラインにする必要はない場合があります。

プールにオフラインのデバイスがある場合は、コマンドの出力から問題のプールを確認できます。例:

```
# zpool status -x
pool: tank
state: DEGRADED
status: One or more devices has been taken offline by the administrator.
Sufficient replicas exist for the pool to continue functioning in a
degraded state.
action: Online the device using 'zpool online' or replace the device with
'zpool replace'.
scrub: resilver completed after 0h0m with 0 errors on Wed Jan 20 15:15:09 2010
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM	
tank	DEGRADED	0	0	0	
mirror-0	DEGRADED	0	0	0	
c1t0d0	ONLINE	0	0	0	
c1t1d0	OFFLINE	0	0	0	48K resilvered

```
errors: No known data errors
```

```
# zpool status -x
pool: pond
state: DEGRADED
status: One or more devices has been taken offline by the administrator.
        Sufficient replicas exist for the pool to continue functioning in a
        degraded state.
action: Online the device using 'zpool online' or replace the device with
        'zpool replace'.
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
pond	DEGRADED	0	0	0
mirror-0	DEGRADED	0	0	0
c0t5000C500335F95E3d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F907Fd0	OFFLINE	0	0	0
mirror-1	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335BD117d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335DC60Fd0	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

READ 列と WRITE 列には、そのデバイスで発生した入出力エラーの数が表示されます。CKSUM 列には、そのデバイスで発生した訂正不可能なチェックサムエラーの数が表示されます。どちらのエラー数も、デバイス障害が発生する可能性があることを示し、その場合には訂正のための対応がいくつか必要になります。最上位レベルの仮想デバイスでエラー数があると報告された場合、データの一部にアクセスできないことがあります。

errors: フィールドは既知のデータエラーを示します。

前の出力例では、オフラインのデバイスでデータエラーは発生していません。

UNAVAIL のプールとデータを診断および修復する方法の詳細は、[第 10 章「Oracle Solaris ZFS のトラブルシューティングとプールの回復」](#)を参照してください。

## ZFS ストレージプールのステータス情報を収集する

zpool status の間隔およびカウントオプションを使用して、ある期間にわたっての統計を収集できます。また、-T オプションを使用することによってタイムスタンプを表示できます。例:

```
# zpool status -T d 3 2
Wed Jun 20 16:10:09 MDT 2012
pool: pond
state: ONLINE
scan: resilvered 9.50K in 0h0m with 0 errors on Wed Jun 20 16:07:34 2012
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
pond	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F95E3d0	ONLINE	0	0	0

```

c0t5000C500335F907Fd0 ONLINE      0      0      0
mirror-1                ONLINE      0      0      0
c0t5000C500335BD117d0 ONLINE      0      0      0
c0t5000C500335DC60Fd0 ONLINE      0      0      0

```

errors: No known data errors

```

pool: rpool
state: ONLINE
scan: scrub repaired 0 in 0h11m with 0 errors on Wed Jun 20 15:08:23 2012
config:

```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
rpool	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335BA8C3d0s0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335FC3E7d0s0	ONLINE	0	0	0

errors: No known data errors  
Wed Jun 20 16:10:12 MDT 2012

```

pool: pond
state: ONLINE
scan: resilvered 9.50K in 0h0m with 0 errors on Wed Jun 20 16:07:34 2012
config:

```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
pond	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F95E3d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335F907Fd0	ONLINE	0	0	0
mirror-1	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335BD117d0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335DC60Fd0	ONLINE	0	0	0

errors: No known data errors

```

pool: rpool
state: ONLINE
scan: scrub repaired 0 in 0h11m with 0 errors on Wed Jun 20 15:08:23 2012
config:

```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
rpool	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335BA8C3d0s0	ONLINE	0	0	0
c0t5000C500335FC3E7d0s0	ONLINE	0	0	0

errors: No known data errors

## ZFS ストレージプールを移行する

ストレージプールをシステム間で移動しなければならないことがあります。この作業を行うには、ストレージデバイスを元のシステムから切断して、移動先のシステムに再接続する必要があります。このタスクは、ケーブルをデバイスに物理的に接続し直すか、または複数のポートを持つデバイス (SAN 上のデバイスなど) を使用する方法で、行うことができます。ZFS では、アーキテクチャーエンディアンの異なるシステム間でも、一方のシステムのプールをエクスポートして移行先のシステムにインポートできます。異なるストレージプール間 (異なるシステム上にある場合を含む) でファイルシステムを複製または移行する方法については、[229 ページの「ZFS データを送信および受信する」](#)を参照してください。

- 100 ページの「ZFS ストレージプールの移行を準備する」
- 100 ページの「ZFS ストレージプールをエクスポートする」
- 101 ページの「インポートできるストレージプールを判断する」
- 103 ページの「ZFS ストレージプールを別のディレクトリからインポートする」
- 103 ページの「ZFS ストレージプールをインポートする」
- 107 ページの「破棄された ZFS ストレージプールを回復する」

## ZFS ストレージプールの移行を準備する

ストレージプールは、移行する準備ができていることを示すために、明示的にエクスポートすることをお勧めします。この操作を行うことで、書き込まれていないデータがすべてディスクにフラッシュされ、データがディスクに書き込まれてエクスポート済みであることが示され、プールに関するすべての情報がシステムから削除されます。

プールを明示的にエクスポートする代わりに、ディスクを手動で取り外した場合でも、そのプールを別のシステムにインポートすることはできます。ただし、最後の数秒間のデータトランザクションが失われる可能性があります。この場合、デバイスが存在しないために、プールが元のシステム上で `UNAVAIL` として表示されます。デフォルトでは、明示的にエクスポートしていないプールはインポート先のシステムでインポートできません。アクティブなプールを誤ってインポートしてしまうことを防ぐ (プールを構成するネットワークに接続されたストレージが別のシステムでまだ使用されていることがないようにするには、この状態が必要になります)。

## ZFS ストレージプールをエクスポートする

プールをエクスポートするには、`zpool export` コマンドを使用します。例:

```
# zpool export tank
```

このコマンドは、プールの中にマウントされたファイルシステムがある場合は、すべてをアンマウントしてから、次の処理を実行しようとしています。いずれかのファイルシステムのアンマウントに失敗した場合は、`-f` オプションを使用して強制的にマウントを解除できます。例:

```
# zpool export tank
cannot unmount '/export/home/eric': Device busy
# zpool export -f tank
```

このコマンドを実行したあとは、プール `tank` はシステムから認識されなくなります。

エクスポート時にデバイスが使用できない場合、それらのデバイスは明示的にエクスポートされたものとして識別できません。これらのデバイスのいずれかをあとでシステムに接続した場合には、動作中のデバイスがなくても「潜在的にアクティブ」として表示されます。

ZFS ボリュームがプール内で使用中である場合は、`-f` オプションを使用してもそのプールをエクスポートすることはできません。ZFS ボリュームが含まれているプールをエクスポートするには、最初にそのボリュームのコンシューマがすべてアクティブでなくなっていることを確認してください。

ZFS ボリュームの詳細については、[283 ページの「ZFS ボリューム」](#)を参照してください。

## インポートできるストレージプールを判断する

プールをシステムから削除 (明示的にエクスポートするか、デバイスを強制的に取り外す) したあとで、それらのデバイスをインポート先のシステムに接続できます。ZFS では、一部のデバイスだけが利用可能である特定の状況を処理できますが、プールの移行が成功するかどうかはデバイスの全体的な健全性に依存します。また、デバイスは同じデバイス名で接続されている必要はありません。デバイスを移動した場合またはデバイスの名前を変更した場合には、それらが自動的に検出され、構成がそれに合わせて調整されます。インポートできるプールを確認するには、`zpool import` コマンドをオプションを指定しないで実行します。例:

```
# zpool import
pool: tank
id: 11809215114195894163
state: ONLINE
action: The pool can be imported using its name or numeric identifier.
config:

    tank          ONLINE
    mirror-0     ONLINE
        c1t0d0    ONLINE
        c1t1d0    ONLINE
```

この例では、プール tank をターゲットシステムにインポートできます。各プールは、名前および一意の数値識別子を使って識別されます。同じ名前の複数のプールがインポート可能な場合、数値識別子を使ってプールを区別することができます。

zpool status コマンドの出力と同様に、zpool import の出力にはナレッジ記事へのリンクが含まれています。この記事参照して、プールのインポートを妨げている問題の修復手順に関する最新情報を入手します。この場合、ユーザーはプールを強制的にインポートできます。ただし、別のシステムがストレージネットワーク経由で使用しているプールをインポートすると、両方のシステムが同じストレージに書き込もうとするため、データの破壊とパニックが発生する可能性があります。プール内の一部のデバイスが使用できないが、使用可能なプールを提供するために十分な冗長データが存在する場合、そのプールは DEGRADED 状態であると表示されます。例:

```
# zpool import
pool: tank
  id: 11809215114195894163
  state: DEGRADED
status: One or more devices are missing from the system.
action: The pool can be imported despite missing or damaged devices. The
        fault tolerance of the pool may be compromised if imported.
  see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-2Q
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM	
tank	DEGRADED	0	0	0	
mirror-0	DEGRADED	0	0	0	
c1t0d0	UNAVAIL	0	0	0	cannot open
c1t3d0	ONLINE	0	0	0	

この例では、最初のディスクが損傷しているか見つかりません。ただし、ミラー化されたデータにまだアクセスできるため、このプールをインポートすることはできません。使用できないデバイスの数が多すぎる場合、そのプールはインポートできません。

この例では、RAID-Z 仮想デバイスのうち、2つのディスクが見つかりません。つまり、プールの再構築に必要な冗長データを利用できません。場合によっては、完全な構成を判断するために必要なデバイスが存在しないことがあります。この場合、ZFS ではほかにどのようなデバイスがプールを構成していたかを特定できませんが、その状況についてできるだけ多くの情報を報告しようとしています。例:

```
# zpool import
pool: dozer
  id: 9784486589352144634
  state: FAULTED
status: One or more devices are missing from the system.
action: The pool cannot be imported. Attach the missing
        devices and try again.
  see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-6X
config:
  dozer          FAULTED  missing device
  raidz1-0      ONLINE
```

```

c1t0d0    ONLINE
c1t1d0    ONLINE
c1t2d0    ONLINE
c1t3d0    ONLINE

```

Additional devices are known to be part of this pool, though their exact configuration cannot be determined.

## ZFS ストレージプールを別のディレクトリからインポートする

デフォルトでは、`zpool import` コマンドは、`/dev/dsk` ディレクトリに含まれるデバイスだけを検索します。デバイスが別のディレクトリに存在するか、またはファイルに基づくプールを使用している場合は、`-d` オプションを使用して、代替ディレクトリを検索する必要があります。例:

```

# zpool create dozer mirror /file/a /file/b
# zpool export dozer
# zpool import -d /file
  pool: dozer
    id: 7318163511366751416
   state: ONLINE
 action: The pool can be imported using its name or numeric identifier.
config:

    dozer          ONLINE
  mirror-0        ONLINE
    /file/a        ONLINE
    /file/b        ONLINE
# zpool import -d /file dozer

```

デバイスが複数のディレクトリに存在する場合には、複数の `-d` オプションを指定できます。

## ZFS ストレージプールをインポートする

インポートできるプールを確認したあとで、`zpool import` コマンドの引数にプールの名前または数値識別子を指定してインポートできます。例:

```
# zpool import tank
```

インポートできるプールが複数存在し、それらが同じ名前を持っている場合でも、数値識別子を使ってインポートするプールを指定する必要があります。例:

```

# zpool import
  pool: dozer
    id: 2704475622193776801
   state: ONLINE
 action: The pool can be imported using its name or numeric identifier.

```

```

config:

    dozer      ONLINE
    clt9d0     ONLINE

pool: dozer
  id: 6223921996155991199
  state: ONLINE
action: The pool can be imported using its name or numeric identifier.
config:

    dozer      ONLINE
    clt8d0     ONLINE
# zpool import dozer
cannot import 'dozer': more than one matching pool
import by numeric ID instead
# zpool import 6223921996155991199

```

プール名が既存のプール名と重複する場合は、別の名前でもインポートできます。例:

```
# zpool import dozer zeepool
```

このコマンドは、エクスポート済みのプール `dozer` を新しい名前 `zeepool` を使ってインポートします。新しいプール名は永続的な名前です。

プールを明示的にエクスポートしていない場合は、別のシステムでまだ使用されているプールを誤ってインポートすることを防ぐためにインポートできません。 `-f` フラグを使用する必要があります。例:

```
# zpool import dozer
cannot import 'dozer': pool may be in use on another system
use '-f' to import anyway
# zpool import -f dozer
```

---

注- あるシステムでアクティブになっているプールを別のシステムにインポートしようとししないでください。ZFSはネイティブのクラスタファイルシステム、分散ファイルシステム、または並列ファイルシステムではないため、異なる複数のホストからの同時アクセスには対応できません。

---

`-R` オプションを使用して、プールを代替ルートでインポートすることもできます。代替ルートプールの詳細については、[292 ページの「ZFS 代替ルートプールを使用する」](#)を参照してください。

## ログデバイスがないプールをインポートする

デフォルトでは、ログデバイスがないプールはインポートできません。 `zpool import -m` コマンドを使用して、ログデバイスがないプールを強制的にインポートすることができます。例:

```
# zpool import dozer
```

```
The devices below are missing, use '-m' to import the pool anyway:
    c3t3d0 [log]
```

```
cannot import 'dozer': one or more devices is currently unavailable
```

ログデバイスがないプールをインポートします。例:

```
# zpool import -m dozer
```

```
# zpool status dozer
```

```
pool: dozer
state: DEGRADED
status: One or more devices could not be opened. Sufficient replicas exist for
the pool to continue functioning in a degraded state.
action: Attach the missing device and online it using 'zpool online'.
see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-2Q
scan: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
dozer	DEGRADED	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c8t0d0	ONLINE	0	0	0
c8t1d0	ONLINE	0	0	0
logs				
2189413556875979854	UNAVAIL	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

欠落したログデバイスを接続した後、zpool clear コマンドを実行してプールエラーをクリアします。

ミラー化されたログデバイスがない場合も類似の回復を試行することができます。例:

```
# zpool import dozer
```

```
The devices below are missing, use '-m' to import the pool anyway:
```

```
  mirror-1 [log]
    c3t3d0
    c3t4d0
```

```
cannot import 'dozer': one or more devices is currently unavailable
```

```
# zpool import -m dozer
```

```
# zpool status dozer
```

```
pool: dozer
state: DEGRADED
status: One or more devices could not be opened. Sufficient replicas exist for
the pool to continue functioning in a degraded state.
action: Attach the missing device and online it using 'zpool online'.
see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-2Q
scan: scrub repaired 0 in 0h0m with 0 errors on Fri Oct 15 16:51:39 2010
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
dozer	DEGRADED	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0

```

c3t1d0          ONLINE          0      0      0
c3t2d0          ONLINE          0      0      0
logs
mirror-1        UNAVAIL          0      0      0 insufficient replicas
13514061426445294202 UNAVAIL          0      0      0 was c3t3d0
16839344638582008929 UNAVAIL          0      0      0 was c3t4d0

```

欠落したログデバイスを接続した後、`zpool clear` コマンドを実行してプールエラーをクリアします。

## 読み取り専用モードでプールをインポートする

読み取り専用モードでプールをインポートできます。プールが破損してプールにアクセスできない場合、この機能によってプールのデータを回復できることがあります。例:

```

# zpool import -o readonly=on tank
# zpool scrub tank
cannot scrub tank: pool is read-only

```

プールが読み取り専用モードでインポートされる時、次の条件が適用されます。

- すべてのファイルシステムおよびボリュームが読み取り専用モードでマウントされます。
- プールトランザクション処理が無効になります。このことは、インテントログの保留中の同期書き込みも、プールが読み書きモードでインポートされるまで再生されないことを意味します。
- 読み取り専用のインポート中におけるプールプロパティの設定の試行は無視されます。

読み取り専用プールは、プールをエクスポートおよびインポートすることによって読み書きモードの設定に戻されることがあります。例:

```

# zpool export tank
# zpool import tank
# zpool scrub tank

```

## 特定のデバイスパスを使用してプールをインポートする

次のコマンドでは、プールの特定のデバイスの1つ(この例では `/dev/dsk/c2t3d0`)を識別することによって、プール `dpool` をインポートします。

```

# zpool import -d /dev/dsk/c2t3d0s0 dpool
# zpool status dpool
pool: dpool
state: ONLINE
scan: resilvered 952K in 0h0m with 0 errors on Fri Jun 29 16:22:06 2012
config:

```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
dpool	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c2t3d0	ONLINE	0	0	0
c2t1d0	ONLINE	0	0	0

このプールがディスク全体から構成されている場合でも、特定のデバイスのスライス識別子をコマンドに含める必要があります。

## 破棄された ZFS ストレージプールを回復する

`zpool import -D` コマンドを使用して、破棄されたストレージプールを回復できます。例:

```
# zpool destroy tank
# zpool import -D
  pool: tank
  id: 5154272182900538157
  state: ONLINE (DESTROYED)
  action: The pool can be imported using its name or numeric identifier.
  config:

    tank          ONLINE
    mirror-0     ONLINE
      c1t0d0     ONLINE
      c1t1d0     ONLINE
```

この `zpool import` の出力では、次の状態情報により、`tank` プールが破棄されたプールであることがわかります。

```
state: ONLINE (DESTROYED)
```

破棄されたプールを回復するには、回復するプールに対して `zpool import -D` コマンドを再度実行します。例:

```
# zpool import -D tank
# zpool status tank
  pool: tank
  state: ONLINE
  scrub: none requested
  config:

    NAME          STATE          READ WRITE CKSUM
    tank          ONLINE
      mirror-0   ONLINE
        c1t0d0   ONLINE
        c1t1d0   ONLINE

errors: No known data errors
```

破棄されたプール内のいずれかのデバイスが使用できない場合でも、`-f` オプションを含めることによって、破棄されたプールを回復できることがあります。このような場合には、機能が低下したプールをインポートしてから、デバイスの障害の修正を試みます。例:

```
# zpool destroy dozer
# zpool import -D
  pool: dozer
    id: 4107023015970708695
   state: DEGRADED (DESTROYED)
  status: One or more devices could not be opened. Sufficient replicas exist for
         the pool to continue functioning in a degraded state.
  action: Attach the missing device and online it using 'zpool online'.
     see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-2Q
  config:
    dozer                DEGRADED
      raidz2-0          DEGRADED
        c8t0d0          ONLINE
        c8t1d0          ONLINE
        c8t2d0          ONLINE
        c8t3d0          UNAVAIL  cannot open
        c8t4d0          ONLINE
  errors: No known data errors
# zpool import -Df dozer
# zpool status -x
  pool: dozer
   state: DEGRADED
  status: One or more devices could not be opened. Sufficient replicas exist for
         the pool to continue functioning in a degraded state.
  action: Attach the missing device and online it using 'zpool online'.
     see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-2Q
     scan: none requested
  config:

    NAME                                STATE      READ WRITE CKSUM
  dozer
    raidz2-0                            DEGRADED   0     0     0
      c8t0d0                            ONLINE     0     0     0
      c8t1d0                            ONLINE     0     0     0
      c8t2d0                            ONLINE     0     0     0
      4881130428504041127              UNAVAIL    0     0     0
      c8t4d0                            ONLINE     0     0     0

  errors: No known data errors
# zpool online dozer c8t4d0
# zpool status -x
all pools are healthy
```

## ZFS ストレージプールをアップグレードする

以前の Solaris リリースの ZFS ストレージプールがある場合は、`zpool upgrade` コマンドを使ってそのプールをアップグレードすれば、最新リリースのプール機能を利用できます。また、古いバージョンのプールを実行している場合は、`zpool status` コマンドによって知ることができます。例:

```
# zpool status
pool: tank
state: ONLINE
status: The pool is formatted using an older on-disk format. The pool can
still be used, but some features are unavailable.
action: Upgrade the pool using 'zpool upgrade'. Once this is done, the
pool will no longer be accessible on older software versions.
scrub: none requested
config:
    NAME          STATE          READ WRITE CKSUM
    tank          ONLINE         0     0     0
    mirror-0     ONLINE         0     0     0
    c1t0d0       ONLINE         0     0     0
    c1t1d0       ONLINE         0     0     0
errors: No known data errors
```

次の構文を使って、特定のバージョンやサポートされるリリースに関する追加情報を確認できます。

```
# zpool upgrade -v
This system is currently running ZFS pool version 22.
```

The following versions are supported:

```
VER  DESCRIPTION
-----
 1  Initial ZFS version
 2  Ditto blocks (replicated metadata)
 3  Hot spares and double parity RAID-Z
 4  zpool history
 5  Compression using the gzip algorithm
 6  bootfs pool property
 7  Separate intent log devices
 8  Delegated administration
 9  refquota and reservation properties
10  Cache devices
11  Improved scrub performance
12  Snapshot properties
13  snapused property
14  passthrough-x aclinherit
15  user/group space accounting
16  stmf property support
17  Triple-parity RAID-Z
18  Snapshot user holds
19  Log device removal
20  Compression using zle (zero-length encoding)
21  Reserved
```

## 22 Received properties

For more information on a particular version, including supported releases, see the ZFS Administration Guide.

これで、`zpool upgrade` コマンドを実行してすべてのプールをアップグレードできます。例:

```
# zpool upgrade -a
```

---

注 - プールを新しい ZFS バージョンにアップグレードすると、そのプールは古い ZFS バージョンを実行しているシステムではアクセスできなくなります。

---

以前の Solaris リリースのプールを持つシステムで ZFS 管理コンソールを使用する場合は、必ずプールをアップグレードしてからコンソールを使用するようにしてください。プールのアップグレードが必要かどうかを調べるには、`zpool status` コマンドを使用します。

# Oracle Solaris ZFS ルートファイルシステムのインストールとブート

---

この章では、Oracle Solaris ZFS ルートファイルシステムのインストールとブートの方法について説明します。Oracle Solaris Live Upgrade 機能を使用して UFS ルートファイルシステムを ZFS ファイルシステムに移行する方法についても説明します。

この章は、次のセクションで構成されます。

- 112 ページの「Oracle Solaris ZFS ルートファイルシステムのインストールとブート (概要)」
- 113 ページの「ZFS をサポートするための Oracle Solaris インストールと Live Upgrade の要件」
- 116 ページの「ZFS ルートファイルシステムのインストール (Oracle Solaris 初期インストール)」
- 123 ページの「ミラー化された ZFS ルートプールを作成する方法 (インストール後)」
- 124 ページの「ZFS ルートファイルシステムのインストール (Oracle Solaris フラッシュアーカイブインストール)」
- 129 ページの「ZFS ルートファイルシステムのインストール (JumpStart インストール)」
- 132 ページの「ZFS ルートファイルシステムへの移行または ZFS ルートファイルシステムの更新 (Live Upgrade)」
- 158 ページの「ZFS スワップデバイスおよびダンプデバイスを管理する」
- 163 ページの「ZFS ルートファイルシステムからのブート」
- 170 ページの「ZFS ルートプールまたはルートプールのスナップショットを回復する」

このリリースで認識されている問題のリストについては、『Oracle Solaris 10 1/13 ご使用にあたって』を参照してください。

# Oracle Solaris ZFS ルートファイルシステムのインストールとブート (概要)

次の方法で ZFS ルートファイルシステムからインストールとブートを行うことができます。

- **Oracle Solaris 初期インストール** (対話型のテキストモードでのインストール方法)
  - ZFS をルートファイルシステムとして選択してインストールします。
  - ZFS フラッシュアーカイブをインストールします。
- **Oracle Solaris Live Upgrade 機能**
  - UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行します。
  - 新しい ZFS ルートプール内に新しいブート環境を作成します。
  - 既存の ZFS ルートプール内のブート環境を作成または更新します。
  - ZFS フラッシュアーカイブを使用して代替ブート環境 (BE) をアップグレードします。
- **Oracle Solaris JumpStart 機能**.
  - システムが ZFS ルートファイルシステムによって自動的にインストールされるようにプロファイルを作成します。
  - システムが ZFS フラッシュアーカイブによって自動的にインストールされるようにプロファイルを作成します。

SPARC システムまたは x86 システムを ZFS ルートファイルシステムでインストールするか、ZFS ルートファイルシステムに移行したあとは、システムは自動的に ZFS ルートファイルシステムからブートします。ブートの変更に関する詳細は、[163 ページの「ZFS ルートファイルシステムからのブート」](#)を参照してください。

## ZFS インストール機能

この Oracle Solaris リリースでは、次の ZFS インストール機能が用意されています。

- 対話式テキストインストーラ機能を使用して、UFS または ZFS ルートファイルシステムをインストールできます。このリリースでも、デフォルトのファイルシステムは UFS です。対話式テキストインストーラは、次の方法で利用できます。
  - SPARC: Oracle Solaris インストール DVD で次の構文を使用します。

```
ok boot cdrom - text
```
  - SPARC: ネットワークからブートする場合は次の構文を使用します。

```
ok boot net - text
```
  - x86: テキストモードインストール方法を選択します。
- カスタム JumpStart プロファイルが提供する機能は次のとおりです。

- ZFS ストレージプールを作成してブート可能な ZFS ファイルシステムを指定するプロファイルを設定アップすることができます。
- ZFS ルートプールのフラッシュアーカイブをインストールするプロファイルを設定アップすることができます。
- Live Upgrade を使用して、UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行できます。
- インストール時に 2 つのディスクを選択することにより、ミラー化された ZFS ルートプールを設定できます。また、インストール後に追加ディスクを接続することにより、ミラー化された ZFS ルートプールを作成できます。
- ZFS ルートプールの ZFS ボリュームにスワップデバイスとダンプデバイスが自動的に作成されます。

このリリースでは、次のインストール機能は用意されていません。

- 現時点では、ZFS ルートファイルシステムのインストールに GUI 機能は使用できません。ZFS ルートファイルシステムをインストールするにはテキストモードインストール方式を使用する必要があります。
- 標準のアップグレードプログラムを使用して UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムにアップグレードすることはできません。

## ZFS をサポートするための Oracle Solaris インストールと Live Upgrade の要件

システムを ZFS ルートファイルシステムでインストールする場合や、UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する場合は、次の要件が満たされていることを事前に確認してください。

### Oracle Solaris リリースの要件

ZFS ルートファイルシステムのインストールとブートまたは ZFS ルートファイルシステムへの移行は、次の方法で行うことができます。

- ZFS ルートファイルシステムをインストールする - Solaris 10 10/08 以降のリリースで使用できます。
- Live Upgrade を使用して UFS ルートファイルシステムから ZFS ルートファイルシステムに移行する - Solaris 10 10/08 以降のリリースをインストールしてあるか、Solaris 10 10/08 以降のリリースにアップグレードしてあることが必要です。

### 一般的な ZFS ルートプール要件

次の各セクションでは、ZFS ルートプールの容量および構成の要件について説明します。

## ZFS ルートプールのディスク容量要件

ZFS ルート環境にはスワップデバイスおよびダンプデバイスとして別個のデバイスが必要なので、ZFS ルートファイルシステムに最小限必要なプール容量は、UFS ルートファイルシステムの場合よりも大きくなります。UFS ルートファイルシステムの場合、デフォルトではスワップデバイスとダンプデバイスは同一のデバイスです。

システムを ZFS ルートファイルシステムでインストールまたはアップグレードする場合、スワップ領域とダンプデバイスのサイズは、物理メモリーの容量によって決まります。ブート可能な ZFS ルートファイルシステムに最小限必要なプール容量は、物理メモリーの容量、利用可能なディスク容量、および作成するブート環境 (BE) の数によって決まります。

次の ZFS ストレージプールのディスク容量要件を確認してください。

- ZFS ルートファイルシステムのインストールに必要な最小メモリー容量は 1536M バイトです。
- ZFS の全体的なパフォーマンスを高めるには、メモリーを 1536M バイト以上にすることを勧めします。
- 推奨される最小ディスク容量は 16G バイトです。ディスク容量は次のように消費されます。
  - スワップ領域とダンプデバイス - Oracle Solaris インストールプログラムによって作成されるスワップボリュームとダンプボリュームのデフォルトのサイズは、次のとおりです。
    - 初期インストール - 新しい ZFS ブート環境のデフォルトのスワップサイズは、物理メモリーのサイズの半分 (一般に 512M バイトから 2G バイトの範囲) として計算されます。スワップサイズは、初期インストール時に調整することができます。
    - デフォルトのダンプサイズは、`dumpadm` の情報と物理メモリーのサイズに基づいて、カーネルによって計算されます。ダンプサイズは、初期インストール時に調整することができます。
    - **Live Upgrade** - UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する場合、ZFS BE のデフォルトのスワップサイズは、UFS BE のスワップデバイスのサイズとして計算されます。デフォルトのスワップサイズの計算では、UFS BE 内のすべてのスワップデバイスのサイズが合計され、そのサイズの ZFS ボリュームが ZFS BE 内に作成されます。UFS BE にスワップデバイスが定義されていない場合、デフォルトのスワップサイズは 512M バイトに設定されます。
    - ZFS BE のデフォルトのダンプサイズは、物理メモリーのサイズの半分 (512M バイトから 2G バイトの間) に設定されます。

スワップボリュームとダンプボリュームのサイズを新しいサイズに調整することができます。ただし、システムの動作をサポートするサイズを選択する必要

があります。詳細は、159 ページの「ZFS スワップデバイスおよびダンプデバイスのサイズを調整する」を参照してください。

- ブート環境 (BE) – 新しいスワップおよびダンプの容量要件、または調整したスワップおよびダンプのデバイスサイズのほかに、UFS BE から移行した ZFS BE には約 6G バイトが必要です。別の ZFS BE から複製された各 ZFS BE には、追加のディスク容量は必要ありませんが、パッチが適用されると BE のサイズが増加することを考慮してください。同じルートプール内のすべての ZFS BE は、同じスワップおよびダンプデバイスを使用します。
- **Oracle Solaris OS** コンポーネント – ルートファイルシステムの、OS イメージの一部となっているサブディレクトリのうち、`/var` 以外のものはすべて、ルートファイルシステムと同じデータセット内に存在している必要があります。さらに、スワップデバイスとダンプデバイス以外の OS コンポーネントはすべて、ルートプール内に存在している必要があります。

Live Upgrade を使用したデフォルトのスワップデバイスとダンプデバイスの変更については、161 ページの「ZFS スワップボリュームとダンプボリュームをカスタマイズする」を参照してください。

さらに、`/var` ディレクトリまたはデータセットは単一のデータセットでなければならない、という制限もあります。たとえば、Live Upgrade 使ってさらに ZFS BE の移行やパッチの適用を行ったり、このプールの ZFS フラッシュアーカイブを作成したりする場合は、`/var/tmp` のような `/var` の下位データセットを作成することはできません。

たとえば、ブート可能な ZFS 環境には、12G バイトのディスク容量を備えたシステムでは小さすぎる可能性があります。スワップデバイスとダンプデバイスにそれぞれ約 2G バイトのディスク容量が必要になり、UFS BE から移行した ZFS BE には約 6G バイトのディスク容量が必要になるためです。

## ZFS ルートプールの構成要件

次の ZFS ルートプール構成要件を確認してください。

- ルートプールに使用するプールには SMI ラベルが付いていなければなりません。ディスクスライスを使用して作成されたプールでは、通常この要件が満たされます。
- プールは、ディスクスライスとミラー化されているディスクスライスのいずれかに存在している必要があります。Live Upgrade での移行時に、サポートされていないプール構成を使用しようとする、次のようなメッセージが表示されます。

```
ERROR: ZFS pool name does not support boot environments
```

サポートされている ZFS ルートプール構成の詳細については、53 ページの「ZFS ルートプールを作成する」を参照してください。

- x86: Oracle Solaris fdisk パーティションがディスクに含まれている必要があります。この fdisk パーティションは、x86 ベースのシステムのインストール時に自動的に作成されます。Solaris fdisk パーティションの詳細については、『Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム』の「fdisk パーティションの作成上のガイドライン」を参照してください。
- ZFS ルートプールでブート用として指定するディスクは、SPARC ベースのシステムと x86 ベースのシステムの両方において、2T バイト未満のサイズでなければなりません。
- ルートプールで圧縮を有効にすることはできますが、ルートプールをインストールしたあとでないと有効にすることはできません。ルートプールのインストール時に圧縮を有効にする方法はありません。ルートプールでは gzip 圧縮アルゴリズムはサポートされていません。
- 初期インストールによるルートプールの作成後、あるいは Solaris Live Upgrade による ZFS ルートファイルシステムへの移行後に、ルートプールの名前を変更しないでください。ルートプールの名前を変更すると、システムがブートできなくなる可能性があります。  
また、Live Upgrade を使用する場合は、ルートプールコンポーネントのデフォルトのマウントポイントを変更しないでください。
- スワップデバイスとダンプデバイスを変更して、Live Upgrade を使用する場合は、161 ページの「ZFS スワップボリュームとダンプボリュームをカスタマイズする」を参照してください。

## ZFS ルートファイルシステムのインストール (Oracle Solaris 初期インストール)

この Oracle Solaris リリースでは、次の方法を使用して初期インストールを実行できます。

- 対話式テキストインストーラ機能を使用して、ブート可能な ZFS ルートファイルシステムを含む ZFS ストレージプールを初期インストールします。既存の ZFS ストレージプールを ZFS ルートファイルシステムとして使用するには、Live Upgrade を使用して、既存の ZFS ストレージプール内で既存の UFS ルートファイルシステムを ZFS ファイルシステムに移行する必要があります。詳細は、132 ページの「ZFS ルートファイルシステムへの移行または ZFS ルートファイルシステムの更新 (Live Upgrade)」を参照してください。
- 対話式テキストインストーラ機能を使用して、ブート可能な ZFS ルートファイルシステムを含む ZFS ストレージプールを ZFS フラッシュアーカイブから初期インストールします。

初期インストールを開始して ZFS ストレージプールを作成する前に、113 ページの「ZFS をサポートするための Oracle Solaris インストールと Live Upgrade の要件」を参照してください。

ZFS ルートファイルシステムの初期インストールのあとでゾーンを構成し、システムにパッチやアップグレードを適用することを計画している場合は、142 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Live Upgrade を使用して移行またはアップグレードする (Solaris 10 10/08)」または 148 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Oracle Solaris Live Upgrade で移行またはアップグレードする (Solaris 10 5/09 以降)」を参照してください。

ZFS ストレージプールがシステム上にすでに存在している場合、次のメッセージによってその旨が通知されます。ただし、ユーザーがそれらの既存プール内のディスクを新たに作成するストレージプール用として選択しないかぎり、それらのプールはそのまま残されます。

There are existing ZFS pools available on this system. However, they can only be upgraded using the Live Upgrade tools. The following screens will only allow you to install a ZFS root system, not upgrade one.



注意-既存のプールのディスクのいずれかを新しいプール用を選択すると、既存のプールは破棄されます。

#### 例 4-1 ブート可能な ZFS ルートファイルシステムの初期インストール

対話式テキストインストール処理は、基本的に以前の Oracle Solaris リリースの場合と同じですが、UFS または ZFS ルートファイルシステムの作成を求めるプロンプトが表示される点が異なります。このリリースでも、デフォルトのファイルシステムは UFS です。ZFS ルートファイルシステムを選択すると、ZFS ストレージプールの作成を求めるプロンプトが表示されます。ZFS ルートファイルシステムのインストール手順は次のとおりです。

1. Oracle Solaris インストールメディアを挿入するか、インストールサーバーからシステムをブートします。次に、ブート可能な ZFS ルートファイルシステムを作成するための対話式テキストインストール方法を選択します。

- SPARC: Oracle Solaris インストール DVD で次の構文を使用します。
 

```
ok boot cdrom - text
```
- SPARC: ネットワークからブートする場合は次の構文を使用します。
 

```
ok boot net - text
```
- x86: テキストモードインストール方法を選択します。

また、次の方法を使用することによって、インストールされる ZFS フラッシュアーカイブを作成することもできます。

- JumpStart インストール。詳細は、例 4-2 を参照してください。
- 初期インストール。詳細は、例 4-3 を参照してください。

標準のアップグレードを実行してブート可能な既存の ZFS ファイルシステムをアップグレードすることができますが、このオプションを使用してブート可能な新しい ZFS ファイルシステムを作成することはできません。Solaris 10 10/08 以降

## 例 4-1 ブート可能な ZFS ルートファイルシステムの初期インストール (続き)

のリリースでは、Solaris 10 10/08 以降のリリースがすでにインストールされていれば、UFS ルートファイルシステムから ZFS ルートファイルシステムに移行することができます。ZFS ルートファイルシステムへの移行の詳細については、132 ページの「ZFS ルートファイルシステムへの移行または ZFS ルートファイルシステムの更新 (Live Upgrade)」を参照してください。

- ZFS ルートファイルシステムを作成するには、ZFS オプションを選択します。例:

```
Choose Filesystem Type
```

```
Select the filesystem to use for your Solaris installation
```

```
[ ] UFS
[X] ZFS
```

- インストールするソフトウェアを選択したあと、ZFS ストレージプールを作成するためのディスクの選択を求めるプロンプトが表示されます。この画面は、前のリリースとほぼ同じです。

```
Select Disks
```

```
On this screen you must select the disks for installing Solaris software.
Start by looking at the Suggested Minimum field; this value is the
approximate space needed to install the software you've selected. For ZFS,
multiple disks will be configured as mirrors, so the disk you choose, or the
slice within the disk must exceed the Suggested Minimum value.
NOTE: ** denotes current boot disk
```

Disk Device	Available Space
[X] ** c1t0d0	139989 MB (F4 to edit)
) [ ] c1t1d0	139989 MB
[ ] c1t2d0	139989 MB
[ ] c1t3d0	139989 MB
[ ] c2t0d0	139989 MB
[ ] c2t1d0	139989 MB
[ ] c2t2d0	139989 MB
[ ] c2t3d0	139989 MB

Maximum Root Size: 139989 MB  
Suggested Minimum: 11102 MB

ZFS ルートプールに使用するディスクとして、1つまたは複数を選択できます。2つのディスクを選択すると、ルートプールには2ディスク構成が設定されます。2ディスクまたは3ディスクのミラー化プールが最適です。8つのディスクがある場合にそれらすべてを選択すると、ルートプールでは8つのディスクが単一の大規模なミラーとして使用されます。この構成は最適ではありません。もう1つの方法は、初期インストールの完了後にミラー化ルートプールを作成することです。ルートプールでは RAID-Z プール構成はサポートされていません。

ZFS ストレージプールの構成方法の詳細については、49 ページの「ZFS ストレージプールの複製機能」を参照してください。

## 例 4-1 ブート可能な ZFS ルートファイルシステムの初期インストール (続き)

4. ミラー化ルートプールを作成するために2つのディスクを選択するには、Ctrl キーを押しながら2番目のディスクをクリックします。

次の例では、c1t0d0 と c1t1d0 の両方をルートプールディスクとして選択しています。両方のディスクには、SMI ラベルが付けられていて、スライス 0 が割り当てられていなければなりません。ディスクに SMI ラベルが付けられていない場合やディスクにスライスが含まれていない場合は、インストールプログラムを終了し、format ユーティリティを使用して、ディスクのラベルを変更し、パーティションを再設定してから、インストールプログラムを再起動してください。

## Select Disks

On this screen you must select the disks for installing Solaris software.

Start by looking at the Suggested Minimum field; this value is the approximate space needed to install the software you've selected. For ZFS, multiple disks will be configured as mirrors, so the disk you choose, or the slice within the disk must exceed the Suggested Minimum value.

NOTE: \*\* denotes current boot disk

Disk Device	Available Space
[X] ** c1t0d0	139989 MB (F4 to edit)
) [X] c1t1d0	139989 MB
[ ] c1t2d0	139989 MB
[ ] c1t3d0	139989 MB
[ ] c2t0d0	139989 MB
[ ] c2t1d0	139989 MB
[ ] c2t2d0	139989 MB
[ ] c2t3d0	139989 MB

Maximum Root Size: 139989 MB

Suggested Minimum: 11102 MB

「Available Space」欄が 0M バイトになっている場合、そのディスクには通常 EFI ラベルが付いています。EFI ラベルの付いたディスクを使用するには、インストールプログラムを終了し、format -e コマンドを使ってそのディスクに SMI ラベルを付け直したあと、インストールプログラムを再起動する必要があります。

インストール中にミラー化ルートプールを作成しなかった場合も、インストール後にそのようなプールを容易に作成できます。これについては、[123 ページ](#)の「ミラー化された ZFS ルートプールを作成する方法(インストール後)」を参照してください。

ZFS ルートプールに使用する1つ以上のディスクを選択したら、次のような画面が表示されます。

## Configure ZFS Settings

Specify the name of the pool to be created from the disk(s) you have chosen.

Also specify the name of the dataset to be created within the pool that is to be used as the root directory for the filesystem.

## 例 4-1 ブート可能な ZFS ルートファイルシステムの初期インストール (続き)

```

          ZFS Pool Name: rpool
    ZFS Root Dataset Name: s10nameBE
    ZFS Pool Size (in MB): 139990
    Size of Swap Area (in MB): 4096
    Size of Dump Area (in MB): 1024
    (Pool size must be between 7006 MB and 139990 MB)

```

```

[X] Keep / and /var combined
[ ] Put /var on a separate dataset

```

5. この画面では、ZFS プールの名前、データセット名、プールサイズ、およびスワップデバイスとダンプデバイスのサイズをオプションで変更できます。変更するには、カーソル制御キーでエントリの中を移動し、デフォルトの値を新しい値で置き換えます。あるいは、デフォルト値をそのまま使用できます。また、/var ファイルシステムの作成およびマウントの方法を変更することもできます。

次の例では、ルートデータセットの名前が zfsBE に変更されます。

```

          ZFS Pool Name: rpool
    ZFS Root Dataset Name: zfsBE
    ZFS Pool Size (in MB): 139990
    Size of Swap Area (in MB): 4096
    Size of Dump Area (in MB): 1024
    (Pool size must be between 7006 MB and 139990 MB)

```

6. このインストール最終画面で、インストールプロファイルをオプションで変更できます。例:

## Profile

The information shown below is your profile for installing Solaris software. It reflects the choices you've made on previous screens.

```
=====
```

```

Installation Option: Initial
          Boot Device: c1t0d0
Root File System Type: ZFS
          Client Services: None

```

```

          Regions: North America
          System Locale: C ( C )

```

```

          Software: Solaris 10, Entire Distribution
          Pool Name: rpool
Boot Environment Name: zfsBE
          Pool Size: 139990 MB
          Devices in Pool: c1t0d0
                          c1t1d0

```

7. インストールが完了したら、作成された ZFS ストレージプールおよびファイルシステムの情報を確認します。例:

```

# zpool status
pool: rpool
state: ONLINE

```

## 例 4-1 ブート可能な ZFS ルートファイルシステムの初期インストール (続き)

```

scrub: none requested
config:

NAME          STATE      READ WRITE CKSUM
rpool         ONLINE    0    0    0
  mirror-0    ONLINE    0    0    0
    c1t0d0s0  ONLINE    0    0    0
    c1t1d0s0  ONLINE    0    0    0

errors: No known data errors
# zfs list
NAME          USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
rpool         10.1G 124G   106K   /rpool
rpool/ROOT    5.01G 124G   31K    legacy
rpool/ROOT/zfsBE 5.01G 124G   5.01G  /
rpool/dump    1.00G 124G   1.00G  -
rpool/export  63K   124G   32K    /export
rpool/export/home 31K   124G   31K    /export/home
rpool/swap    4.13G 124G   4.00G  -

```

このサンプルの `zfs list` の出力では、`rpool/ROOT` ディレクトリなどルートプールのコンポーネントが識別されています。デフォルトでは、これらにはアクセスできません。

8. 同じストレージプール内に別の ZFS ブート環境 (BE) を作成するには、`lucreate` コマンドを使用します。

次の例では、`zfs2BE` という名前の新しい BE が作成されます。`zfs list` の出力からわかるように、現在の BE の名前は `zfsBE` です。ただし、この現在の BE は、新しい BE が作成されるまで `lustatus` の出力に表示されません。

```

# lustatus
ERROR: No boot environments are configured on this system
ERROR: cannot determine list of all boot environment names

```

同じプール内に新しい ZFS BE を作成する場合は、次のような構文を使用します。

```

# lucreate -n zfs2BE
INFORMATION: The current boot environment is not named - assigning name <zfsBE>.
Current boot environment is named <zfsBE>.
Creating initial configuration for primary boot environment <zfsBE>.
The device </dev/dsk/clt0d0s0> is not a root device for any boot environment; cannot get BE ID.
PBE configuration successful: PBE name <zfsBE> PBE Boot Device </dev/dsk/clt0d0s0>.
Comparing source boot environment <zfsBE> file systems with the file
system(s) you specified for the new boot environment. Determining which
file systems should be in the new boot environment.
Updating boot environment description database on all BEs.
Updating system configuration files.
Creating configuration for boot environment <zfs2BE>.
Source boot environment is <zfsBE>.
Creating boot environment <zfs2BE>.
Cloning file systems from boot environment <zfsBE> to create boot environment <zfs2BE>.
Creating snapshot for <rpool/ROOT/zfsBE> on <rpool/ROOT/zfsBE@zfs2BE>.
Creating clone for <rpool/ROOT/zfsBE@zfs2BE> on <rpool/ROOT/zfs2BE>.
Setting canmount=noauto for </> in zone <global> on <rpool/ROOT/zfs2BE>.

```

## 例 4-1 ブート可能な ZFS ルートファイルシステムの初期インストール (続き)

```
Population of boot environment <zfs2BE> successful.
Creation of boot environment <zfs2BE> successful.
```

同じプール内で ZFS BE を作成する場合、ZFS のクローン機能とスナップショット機能を使ってその BE が即座に作成されます。Live Upgrade を使用した ZFS ルートへの移行の詳細については、132 ページの「ZFS ルートファイルシステムへの移行または ZFS ルートファイルシステムの更新 (Live Upgrade)」を参照してください。

9. 次に、新しいブート環境を確認します。例:

```
# lustatus
Boot Environment      Is      Active Active   Can   Copy
Name                 Complete Now    On Reboot Delete Status
-----
zfsBE                 yes     yes   yes     no    -
zfs2BE                yes     no    no      yes   -
# zfs list
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
rpool               10.1G 124G   106K   /rpool
rpool/ROOT          5.00G 124G   31K    legacy
rpool/ROOT/zfs2BE   218K  124G   5.00G   /
rpool/ROOT/zfsBE    5.00G 124G   5.00G   /
rpool/ROOT/zfsBE@zfs2BE 104K  -      5.00G   -
rpool/dump          1.00G 124G   1.00G   -
rpool/export        63K   124G   32K    /export
rpool/export/home   31K   124G   31K    /export/home
rpool/swap          4.13G 124G   4.00G   -
```

10. 代替 BE からブートするには、luactivate コマンドを使用します。

- SPARC - ブートデバイスに ZFS ストレージプールが含まれているときは、利用可能な BE を boot -L コマンドで識別します。

たとえば、SPARC システムでは、boot -L コマンドを使用して利用可能な BE のリストを表示します。新しい BE zfs2BE からブートするには、オプション 2 を選択します。次に、表示された boot -Z コマンドを入力します。

```
ok boot -L
Executing last command: boot -L
Boot device: /pci@7c0/pci@0/pci@1/pci@0,2/LSILogic,sas@2/disk@0 File and args: -L
1 zfsBE
2 zfs2BE
Select environment to boot: [ 1 - 2 ]: 2

To boot the selected entry, invoke:
boot [<root-device>] -Z rpool/ROOT/zfs2BE
ok boot -Z rpool/ROOT/zfs2BE
```

- x86 - ブートする BE を GRUB メニューから識別します。

ZFS ファイルシステムのブートに関する詳細は、163 ページの「ZFS ルートファイルシステムからのブート」を参照してください。

## ▼ ミラー化されたZFSルートプールを作成する方法 (インストール後)

ミラー化されたZFSルートプールをインストール中に作成しなかった場合も、インストール後にそのようなプールを容易に作成できます。

ルートプール内のディスクを置き換える方法については、170ページの「ZFSルートプールのディスクを置き換える方法」を参照してください。

- 1 ルートプールの現在のステータスを表示します。

```
# zpool status rpool
pool: rpool
state: ONLINE
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
rpool	ONLINE	0	0	0
c1t0d0s0	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

- 2 ミラー化ルートプール構成にするために、2つ目のディスクを接続します。

```
# zpool attach rpool c1t0d0s0 c1t1d0s0
Make sure to wait until resilver is done before rebooting.
```

- 3 ルートプールのステータスを表示し、再同期化が完了しているか確認します。

```
# zpool status rpool
pool: rpool
state: ONLINE
status: One or more devices is currently being resilvered. The pool will
continue to function, possibly in a degraded state.
action: Wait for the resilver to complete.
scrub: resilver in progress for 0h1m, 24.26% done, 0h3m to go
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
rpool	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c1t0d0s0	ONLINE	0	0	0
c1t1d0s0	ONLINE	0	0	0 3.18G resilvered

```
errors: No known data errors
```

前述の出力の場合、再同期化処理は完了していません。次のようなメッセージが表示されたら、再同期化が完了しています。

```
resilvered 10.0G in 0h10m with 0 errors on Thu Nov 15 12:48:33 2012
```

- 4 2つ目のディスクから正常にブートできることを確認します。

- 5 必要な場合、新しいディスクから自動的にブートするようシステムをセットアップします。
  - SPARC - eeprom コマンドまたは `setenv` コマンドを SPARC ブート PROM から使用して、デフォルトのブートデバイスをリセットします。
  - x86 - システム BIOS を再構成します。

## ZFS ルートファイルシステムのインストール (Oracle Solaris フラッシュアーカイブインストール)

Solaris 10 10/09 以降のリリースでは、フラッシュアーカイブは、UFS ルートファイルシステムまたは ZFS ルートファイルシステムがあるシステムで作成できます。ZFS ルートプールのフラッシュアーカイブには、スワップボリュームとダンプボリュームおよび任意の除外されたデータセットを除く、プール階層全体が含まれます。スワップボリュームとダンプボリュームは、フラッシュアーカイブのインストール時に作成されます。フラッシュアーカイブによるインストール方法は次のとおりです。

- ZFS ルートファイルシステムによるシステムのインストールとブートに使用できるフラッシュアーカイブを作成します。
- ZFS フラッシュアーカイブを使用して、クローンシステムの JumpStart インストールまたは初期インストールを実行します。ZFS フラッシュアーカイブを作成すると、個別のブート環境ではなく、ルートプール全体が複製されます。プール内の個々のデータセットは、`flarcreate` および `flar` コマンドに `-D` オプションを使用して除外できます。

ZFS フラッシュアーカイブを使用してシステムをインストールする前に、次の制限事項を確認してください。

- Oracle Solaris 10 8/11 以降のリリースでは、対話型インストールのフラッシュアーカイブオプションを使用して、ZFS ルートファイルシステムがあるシステムをインストールできます。さらに、`luupgrade` コマンドを使用することによって、フラッシュアーカイブを使用して代替 ZFS BE を更新できます。
  - ABE にフラッシュアーカイブをインストールするには、Solaris 10 9/10 リリースが稼働しているシステムでは、パッチ 124630-51 (SPARC) またはパッチ 124631-51 (x86) を追加する必要があります。
  - フラッシュアーカイブとクローンシステムを作成し、フラッシュアーカイブをインストールするマスターシステムは、同じカーネルパッチレベルでなければなりません。たとえば、Solaris 10 8/11 リリースが稼働しているシステムで ZFS フラッシュアーカイブを作成する場合は、クローンシステムでも同じ Solaris 10 8/11 カーネルパッチレベルが稼働していることを確認してください。それ以外の場合、フラッシュアーカイブのインストールは、`zfs receive` コマンドのエラーで失敗する可能性があります。

- フラッシュアーカイブを作成して ABE に適用する前に、別個の /var ファイルシステムなどの子孫のルートファイルシステムがある Solaris 10 9/10 リリースが稼働しているマスターシステムは、Solaris 10 8/11 リリースにアップグレードするようにしてください。それ以外の場合、フラッシュアーカイブのインストールは失敗します。
- ZFS フラッシュアーカイブは、その作成元のシステムと同じアーキテクチャーのシステムにしかインストールできません。例えば、sun4v システムで作成されたアーカイブは、sun4u システムにはインストールできません。
- サポートされているのは、ZFS フラッシュアーカイブの完全な初期インストールのみです。ZFS ルートファイルシステムのさまざまなフラッシュアーカイブをインストールすることはできず、また、ハイブリッド UFS/ZFS アーカイブをインストールすることもできません。
- Solaris 10 8/11 以降のリリースでは、UFS フラッシュアーカイブを使用して、ZFS ルートファイルシステムをインストールできます。例:
  - JumpStart プロファイル内で pool キーワードを使用する場合、UFS フラッシュアーカイブは ZFS ルートプールにインストールされます。
 

```
pool rpool auto auto auto mirror c0t0d0s0 c0t1d0s0
```
  - UFS フラッシュアーカイブの対話型インストール中は、ファイルシステムタイプとして ZFS を選択してください。
- ルートプール全体(ただし、明示的に除外されたデータセットを除く)がアーカイブされてインストールされますが、フラッシュアーカイブのインストール後に使用できるのは、アーカイブを作成時にブートされていた ZFS BE のみです。ただし、flarcreate または flar コマンドの `-R rootdir` オプションを使用してアーカイブされるプールは、現在ブートされているルートプールと異なるルートプールをアーカイブするために使用できます。
- 個々のファイルを含める場合や除外する場合に使用する flarcreate および flar コマンドオプションは、ZFS フラッシュアーカイブではサポートされていません。データセットを ZFS フラッシュアーカイブから除外する場合はデータセット全体が除外されます。
- flar info コマンドは ZFS フラッシュアーカイブではサポートされていません。例:

```
# flar info -l zfs10upflar
ERROR: archive content listing not supported for zfs archives.
```

マスターシステムに Solaris 10 10/09 以降のリリースを新規インストールした後、または、マスターシステムを Solaris 10 10/09 以降のリリースにアップグレードした後、ターゲットシステムのインストールに使用する ZFS フラッシュアーカイブを作成することができます。基本的な手順は次のとおりです。

- マスターシステムで flarcreate コマンドを使用して ZFS フラッシュアーカイブを作成します。ZFS フラッシュアーカイブには、スワップボリュームとダンプボリューム以外のルートプール内のすべてのデータセットが含まれます。

- インストールサーバーで、JumpStart プロファイルを作成してフラッシュアーカイブ情報を含めます。
- ZFS フラッシュアーカイブをターゲットシステムにインストールします。

フラッシュアーカイブによる ZFS ルートプールのインストールでサポートされているアーカイブオプションは、次のとおりです。

- `flarcreate` または `flar` コマンドを使用して、ZFS ルートプールを指定してフラッシュアーカイブを作成します。特に指定しない場合は、デフォルトのルートプールのフラッシュアーカイブが作成されます。
- `flarcreate -D dataset` を使用して、指定されたデータセットをフラッシュアーカイブから除外します。このオプションを複数回使用して複数のデータセットを除外することができます。

ZFS フラッシュアーカイブがインストールされると、システムが次のように構成されます。

- フラッシュアーカイブが作成されたシステム上のデータセット階層全体(ただし、アーカイブの作成時に明示的に除外されたデータセットを除く)がターゲットシステム上で再作成されます。スワップボリュームおよびダンプボリュームは、フラッシュアーカイブに含まれません。
- ルートプールには、アーカイブを作成するために使用されたプールと同じ名前が付けられます。
- フラッシュアーカイブの作成時にアクティブだった BE が、展開先のシステムのアクティブなデフォルトの BE になります。

例 4-2 ZFS フラッシュアーカイブを使用してシステムをインストールする (JumpStart インストール)

マスターシステムに Solaris 10 10/09 以降のリリースを新規インストールした後、またはマスターシステムを Solaris 10 10/09 以降のリリースにアップグレードした後、ZFS ルートプールのフラッシュアーカイブを作成します。例:

```
# flarcreate -n zfsBE zfs10upflar
Full Flash
Checking integrity...
Integrity OK.
Running precreation scripts...
Precreation scripts done.
Determining the size of the archive...
The archive will be approximately 6.77GB.
Creating the archive...
Archive creation complete.
Running postcreation scripts...
Postcreation scripts done.

Running pre-exit scripts...
Pre-exit scripts done.
```

例 4-2 ZFS フラッシュアーカイブを使用してシステムをインストールする (JumpStart インストール) (続き)

インストールサーバーとして使用されるシステム上で、任意のシステムをインストールするための JumpStart プロファイルを作成します。例えば、zfs10upflar アーカイブをインストールする場合は、次のようなプロファイルを使用します。

```
install_type flash_install
archive_location nfs system:/export/jump/zfs10upflar
partitioning explicit
pool rpool auto auto auto mirror c0t1d0s0 c0t0d0s0
```

例 4-3 ブート可能な ZFS ルートファイルシステムの初期インストール (フラッシュアーカイブインストール)

フラッシュインストールオプションを選択して ZFS ルートファイルシステムをインストールできます。このオプションは、ZFS フラッシュアーカイブがすでに作成されて使用可能であることを前提としています。

1. 「Solaris 対話式インストール」画面で、F4\_Flash オプションを選択します。
2. 「インストール後にレポートしますか」画面で、「自動リブート」または「手動リブート」オプションを選択します。
3. 「ファイルシステムタイプの選択」画面で、ZFS を選択します。
4. 「フラッシュアーカイブの検索方法」画面で、HTTP、FTP、NFS、ローカルファイル、ローカルテープ、またはローカルデバイスなどの検索方法を選択します。

たとえば、ZFS フラッシュアーカイブを NFS サーバーから共有する場合は NFS を選択します。

5. 「フラッシュアーカイブの追加」画面で、ZFS フラッシュアーカイブの場所を指定します。

たとえば、場所が NFS サーバーの場合、サーバーの IP アドレスによってサーバーを特定し、次に ZFS フラッシュアーカイブへのパスを指定します。

```
NFS Location: 12.34.567.890:/export/zfs10upflar
```

6. 「フラッシュアーカイブの選択」画面で、検索方法と ZFS BE 名を確認します。

Flash Archive Selection

You selected the following Flash archives to use to install this system. If you want to add another archive to install select "New".

Retrieval Method	Name
NFS	zfsBE

7. 初期インストールと同じように、次の一連の画面を確認し、構成に一致するオプションを選択します。

- ディスクの選択

例 4-3 ブート可能な ZFS ルートファイルシステムの初期インストール (フラッシュアーカイブインストール) (続き)

- データを保存しますか?
- ZFS 設定の構成

サマリー情報を確認し、「継続」オプションを選択します。

例:

Configure ZFS Settings

Specify the name of the pool to be created from the disk(s) you have chosen.  
Also specify the name of the dataset to be created within the pool that is  
to be used as the root directory for the filesystem.

```

ZFS Pool Name: rpool
ZFS Root Dataset Name: s10zfsBE
ZFS Pool Size (in MB): 69995
Size of Swap Area (in MB): 2048
Size of Dump Area (in MB): 1024
(Pool size must be between 7591 MB and 69995 MB)

```

フラッシュアーカイブが ZFS 送信ストリームの場合、結合されたか単独の /var ファイルシステムオプションは表示されません。この場合、/var が結合されるかどうかは、マスターシステム上で構成される方法に依存します。

- 「リモートファイルシステムをマウントしますか?」画面で「継続」を押します。
- 「プロファイル」画面を確認し、変更する場合は F4 を押します。それ以外の場合、Begin\_Installation (F2) を押します。

例:

Profile

The information shown below is your profile for installing Solaris software.  
It reflects the choices you've made on previous screens.

=====

```

Installation Option: Flash
Boot Device: c1t0d0
Root File System Type: ZFS
Client Services: None

Software: 1 Flash Archive
NFS: zfsBE
Pool Name: rpool
Boot Environment Name: s10zfsBE
Pool Size: 69995 MB
Devices in Pool: c1t0d0

```

# ZFS ルートファイルシステムのインストール (JumpStart インストール)

ZFS ルートファイルシステムまたは UFS ルートファイルシステムをインストールするための JumpStart プロファイルを作成できます。

ZFS 固有の JumpStart プロファイルには、新しいキーワード `pool` を含める必要があります。 `pool` キーワードにより、新規ルートプールがインストールされ、新しいブート環境 (BE) がデフォルトで作成されます。 `bootenv` キーワードと `installbe` キーワード、および `bename` オプションと `dataset` オプションを使用して、BE の名前を指定したり、別の `/var` データセットを作成したりできます。

JumpStart 機能の使用に関する一般的な情報については、『Oracle Solaris 10 1/13 インストールガイド: JumpStart インストール』を参照してください。

ZFS ルートファイルシステムの JumpStart インストールのあとでゾーンを構成し、システムにパッチやアップグレードを適用することを計画している場合は、142 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Live Upgrade を使用して移行またはアップグレードする (Solaris 10 10/08)」または 148 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Oracle Solaris Live Upgrade で移行またはアップグレードする (Solaris 10 5/09 以降)」を参照してください。

## ZFS 用の JumpStart キーワード

ZFS 固有の JumpStart プロファイルでは、次のキーワードを使用できます。

**auto**      プールのスライス、スワップボリューム、またはダンプボリュームのサイズを自動的に指定します。最小限のサイズを確保できることを確認するために、ディスクのサイズがチェックされます。最小限のサイズを確保できる場合は、ディスクや予約済みスライスのサイズなどの制約を考慮して、できる限り大きいプールサイズが割当てられます。

たとえば、`c0t0d0s0` を指定する場合、`all` キーワードまたは `auto` キーワードを指定すると、ルートプールのスライスはできる限り大きいサイズで作成されます。または、スライス、スワップボリューム、またはダンプボリュームに特定のサイズを指定することができます。

ZFS ルートプールに使用する場合、プールには未使用ディスク領域というものは存在しないため、`auto` キーワードは `all` キーワードと同様に機能します。

**bootenv**    ブート環境の特性を特定します。

ブート可能な ZFS ルート環境を作成するには、次の `bootenv` キーワード構文を使用します。

```
bootenv installbe bename BE-name [ dataset mount-point ]
```

**installbe**            **bename** オプションと *BE-name* エントリによって特定される新しい BE を作成してインストールします。

**bename** *BE-name*       インストールする *BE-name* を指定します。

**bename** が **pool** キーワードとともに使用されている場合を除き、デフォルトの BE が作成されません。

**dataset** *mount-point*   ルートデータセットとは別の */var* データセットを指定するには、省略可能なキーワード **dataset** を使用します。現時点では、*mount-point* の値は */var* に限られています。たとえば、別の */var* データセットを指定する **bootenv** 構文の行は、次のようになります。

```
bootenv installbe bename zfsroot dataset /var
```

**pool**                    作成する新しいルートプールを定義します。次のキーワード構文を指定する必要があります。

```
pool poolname poolsize swapsize dumpsize vdevlist
```

**poolname**            作成するプールの名前を指定します。プールは指定されたプール *poolsize* と、1 つ以上のデバイス *vdevlist* で指定される物理デバイスを使用して作成されます。*poolname* 値には、既存のプールの名前を指定しないようにしてください。既存のプールの名前を指定すると、既存のプールが上書きされます。

**poolsize**            作成するプールのサイズを指定します。指定できる値は **auto** または **existing** です。**auto** 値を指定すると、ディスクのサイズなどの制約を考慮して、できる限り大きいプールサイズが割当てられます。**g**(G バイト) と指定した場合を除き、サイズの単位は M バイトと見なされます。

**swapsize**            作成するスワップボリュームのサイズを指定します。**auto** 値は、デフォルトのスワップサイズが使用されることを意味します。サイズを指定するには *size* 値を使用します。**g**(G バイト) と指定した場合を除き、サイズの単位は M バイトになります。

**dumpsize**            作成するダンプボリュームのサイズを指定します。**auto** 値は、デフォルトのダンプサイズが使用されることを意味し

ます。サイズを指定するには *size* 値を使用します。g (G バイト) と指定した場合を除き、サイズの単位は M バイトと見なされます。

*vdevlist* プールの作成に使用する 1 つ以上のデバイスを指定します。*vdevlist* の書式は `zpool create` コマンドの書式と同じです。現時点では、複数のデバイスを指定する場合はミラー化構成だけがサポートされます。*vdevlist* に指定するデバイスは、ルートプール用のスライスにしてください。any という値を指定すると、インストールソフトウェアによって適切なデバイスが選択されます。

ディスクはいくつでもミラー化できますが、作成されるプールのサイズは、指定したディスクのうちで最小のディスクによって決定されます。ミラー化されたストレージプールの作成方法の詳細については、[49 ページの「ミラー化されたストレージプール構成」](#)を参照してください。

## ZFS 用 JumpStart プロファイルの例

このセクションでは、ZFS 固有の JumpStart プロファイルの例を紹介します。

次のプロファイルは、`install_type initial_install` で指定された初期インストールを、`pool newpool` で指定された新しいプールで実行します。`auto` キーワードにより、この新しいプールのサイズは、指定されたディスクのサイズに自動的に設定されます。`auto` キーワードにより、スワップ領域とダンプデバイスのサイズは自動的に決められます。また、`mirror` キーワードにより、`c0t0d0s0` と `c0t1d0s0` で指定されたディスクのミラー化構成になります。ブート環境の特性は `bootenv` キーワードで設定されます。ここでは、キーワード `installbe` により新しい BE がインストールされ、`s10-xx` という BE が作成されます。

```
install_type initial_install
pool newpool auto auto auto mirror c0t0d0s0 c0t1d0s0
bootenv installbe bename s10-xx
```

次のプロファイルは、キーワード `install_type initial_install` で指定された初期インストールを、`SUNWCall` メタクラスタを対象として、`newpool` という新しいプールで実行します。このプールのサイズは 80G バイトです。このプールは、2G バイトのスワップボリュームと 2G バイトのダンプボリュームを含んで作成されます。また、80G バイトのプールを作成するのに十分なサイズの、利用可能な任意の 2 つのデバイスによるミラー化構成になります。そのような 2 つのデバイスを利用できない場合、インストールは失敗します。ブート環境の特性は `bootenv` キーワードで設定さ

れます。ここでは、キーワード `installbe` により新しい BE がインストールされ、`s10-xx` という `bename` が作成されます。

```
install_type initial_install
cluster SUNWCall
pool newpool 80g 2g 2g mirror any any
bootenv installbe bename s10-xx
```

JumpStart インストールの構文を使用すれば、ZFS ルートプールも含まれているディスク上に、UFS ファイルシステムを維持したり作成したりできます。この構成は、本稼働システムには推奨されません。ただし、ラップトップなどの小規模システム上で、遷移または移行のニーズ用に使用することができます。

## ZFS の JumpStart に関する問題

ブート可能な ZFS ルートファイルシステムの JumpStart インストールを開始する前に、次の問題を考慮してください。

- 既存の ZFS ストレージプールを JumpStart インストールに使用して、ブート可能な ZFS ルートファイルシステムを作成することはできません。次のような構文を使用して、新しい ZFS ストレージプールを作成する必要があります。

```
pool rpool 20G 4G 4G c0t0d0s0
```

- プールの作成には、ディスク全体ではなくスライスを使用する必要があります。詳細は、[113 ページの「ZFS をサポートするための Oracle Solaris インストールと Live Upgrade の要件」](#)を参照してください。たとえば、次の例の太字部分の構文は使用できません。

```
install_type initial_install
cluster SUNWCall
pool rpool all auto auto mirror c0t0d0 c0t1d0
bootenv installbe bename newBE
```

次の例の太字部分の構文は使用できます。

```
install_type initial_install
cluster SUNWCall
pool rpool all auto auto mirror c0t0d0s0 c0t1d0s0
bootenv installbe bename newBE
```

## ZFS ルートファイルシステムへの移行または ZFS ルートファイルシステムの更新 (Live Upgrade)

Live Upgrade の UFS コンポーネント関連機能は引き続き使用可能で、以前のリリースと同様に動作します。

次の機能が使用可能です。

- **UFS BE から ZFS BE への移行**
  - UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する場合は、既存の ZFS ストレージプールを `-p` オプションで指定する必要があります。
  - UFS ルートファイルシステムのコンポーネントがさまざまなスライス上に存在する場合、それらは ZFS ルートプールに移行されます。
  - Oracle Solaris 10 8/11 リリースでは、UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行するとき、単独の `/var` ファイルシステムを指定することができます。
  - UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行するための基本的な手順は次のとおりです。
    1. 必要に応じて、Live Upgrade の必要なパッチをインストールします。
    2. サポートされている任意の SPARC ベースシステムまたは x86 ベースシステムで、Oracle Solaris 10 の最新リリース (Solaris 10 10/08 から Oracle Solaris 10 8/11) をインストールするか、標準のアップグレードプログラムを使用して以前の Oracle Solaris 10 リリースからアップグレードします。
    3. Solaris 10 10/08 以降のリリースを実行している場合は、ZFS ルートファイルシステム用の ZFS ストレージプールを作成します。
    4. Live Upgrade を使用して、UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行します。
    5. ZFS BE を `luactivate` コマンドでアクティブにします。
- **ZFS BE のパッチ適用またはアップグレード**
  - `luupgrade` コマンドを使用して、既存の ZFS BE にパッチを適用するか、アップグレードできます。また、`luupgrade` を使用して、ZFS フラッシュアーカイブを使用して代替 ZFS BE をアップグレードします。詳細は、[例 4-8](#)を参照してください。
  - 同じプール内で新しい ZFS BE を作成する場合は、Live Upgrade で ZFS のスナップショットとクローンの機能を使用できます。したがって、以前のリリースと比べてはるかに高速に BE を作成できます。
- **ゾーン移行サポート - Solaris 10 10/08 リリースでは、ゾーンが含まれているシステムを移行することはできませんが、サポートされる構成は限られています。Solaris 10 5/09 以降のリリースでは、より多くのゾーン構成がサポートされています。詳細は、次の各セクションを参照してください。**
  - [142 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Live Upgrade を使用して移行またはアップグレードする \(Solaris 10 10/08\)」](#)
  - [148 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Oracle Solaris Live Upgrade で移行またはアップグレードする \(Solaris 10 5/09 以降\)」](#)

ゾーンが含まれていないシステムを移行する場合は、135 ページの「Live Upgrade を使用して ZFS ルートファイルシステム (ゾーンが含まれていない) を移行または更新する」を参照してください。

Oracle Solaris インストールおよび Live Upgrade の機能の詳細については、『Oracle Solaris 10 1/13 インストールガイド: Live Upgrade とアップグレードの計画』を参照してください。

ZFS および Live Upgrade の要件については、113 ページの「ZFS をサポートするための Oracle Solaris インストールと Live Upgrade の要件」を参照してください。

## Live Upgrade で ZFS に移行する際の問題

Live Upgrade を使用して UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する前に、次に示す問題を確認してください。

- UFS ルートファイルシステムから ZFS ルートファイルシステムへの移行には、Oracle Solaris インストール GUI の標準アップグレードオプションは使用できません。UFS ファイルシステムから移行するには、Live Upgrade を使用する必要があります。
- Live Upgrade 操作の前に、ブートに使用する ZFS ストレージプールを作成する必要があります。また、現時点でのブートに関する制限のため、ZFS ルートプールの作成には、ディスク全体ではなくスライスを使用する必要があります。例:

```
# zpool create rpool mirror c1t0d0s0 c1t1d0s0
```

新しいプールを作成する前に、プールで使用するディスクに、EFI ラベルではなく SMI (VTOC) ラベルが付いていることを確認してください。ディスクに SMI ラベルを付け直した場合は、ラベル付け処理によってパーティション分割スキームが変更されていないことを確認してください。ほとんどの場合、ルートプールに使用するスライスにディスク容量のすべてを割り当てるようにしてください。

- Oracle Solaris Live Upgrade を使用して、UFS BE を ZFS BE から作成することはできません。UFS BE を ZFS BE に移行し、UFS BE を維持する場合は、UFS BE または ZFS BE からブートできます。
- Live Upgrade は名前の変更を検出できないため、zfs rename コマンドで ZFS BE の名前を変更しないでください。名前を変更すると、以降に実行する ludelete などのコマンドが失敗します。したがって、既存の BE を引き続き使用する場合は、ZFS プールまたはファイルシステムの名前を変更しないでください。
- プライマリ BE のクローンである代替 BE を作成するときに、-f、-x、-y、-Y、および -z オプションを使用してプライマリ BE のファイルを含めたり除外したりすることはできません。ただし、次の場合には、ファイルを含めるオプションと除外するオプションを使用できます。

```
UFS -> UFS
UFS -> ZFS
ZFS -> ZFS (different pool)
```

- Live Upgrade を使用すると、UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムにアップグレードできますが、Live Upgrade を使用してルート以外のファイルシステムまたは共有ファイルシステムをアップグレードすることはできません。
- `lu` コマンドを使用して ZFS ルートファイルシステムの作成や移行を行うことはできません。
- システムのスワップデバイスとダンプデバイスを非ルートプールに作成する場合は、161 ページの「ZFS スワップボリュームとダンプボリュームをカスタマイズする」を参照してください。

## Live Upgrade を使用して ZFS ルートファイルシステム (ゾーンが含まれていない) を移行または更新する

次の例では、UFS ルートファイルシステムから ZFS ルートファイルシステムに移行する方法と、ZFS ルートファイルシステムを更新する方法を示します。

ゾーンが含まれているシステムを移行またはアップグレードする場合は、次の各セクションを参照してください。

- 142 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Live Upgrade を使用して移行またはアップグレードする (Solaris 10 10/08)」
- 148 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Oracle Solaris Live Upgrade で移行またはアップグレードする (Solaris 10 5/09 以降)」

**例 4-4** Live Upgrade を使用して、UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する

次の例では、ZFS ルートファイルシステムを UFS ルートファイルシステムから移行する方法を示します。現在の BE `ufsBE` は `-c` オプションで指定されています。この BE には UFS ルートファイルシステムが含まれています。`-c` オプション (オプション) を指定しない場合、デフォルトではデバイス名が現在の BE の名前になります。新しい BE である `zfsBE` は、`-n` オプションによって識別されます。lucreate 操作を実行する前に ZFS ストレージプールが存在している必要があります。

ZFS ストレージプールは、アップグレード可能かつブート可能にするため、ディスク全体ではなくスライスを使って作成します。新しいプールを作成する前に、プールで使用するディスクに、EFI ラベルではなく SMI (VTOC) ラベルが付いていることを確認してください。ディスクに SMI ラベルを付け直した場合は、ラベル付け処理に

例 4-4 Live Upgrade を使用して、UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する (続き)

よってパーティション分割スキームが変更されていないことを確認してください。ほとんどの場合、ルートプールに使用するスライスにディスク容量のすべてを割り当てるようにしてください。

```
# zpool create rpool mirror clt2d0s0 c2t1d0s0
# lucreate -c ufsBE -n zfsBE -p rpool
Analyzing system configuration.
No name for current boot environment.
Current boot environment is named <ufsBE>.
Creating initial configuration for primary boot environment <ufsBE>.
The device </dev/dsk/clt0d0s0> is not a root device for any boot environment; cannot get BE ID.
PBE configuration successful: PBE name <ufsBE> PBE Boot Device </dev/dsk/clt0d0s0>.
Comparing source boot environment <ufsBE> file systems with the file
system(s) you specified for the new boot environment. Determining which
file systems should be in the new boot environment.
Updating boot environment description database on all BEs.
Updating system configuration files.
The device </dev/dsk/clt2d0s0> is not a root device for any boot environment; cannot get BE ID.
Creating configuration for boot environment <zfsBE>.
Source boot environment is <ufsBE>.
Creating boot environment <zfsBE>.
Creating file systems on boot environment <zfsBE>.
Creating <zfs> file system for </> in zone <global> on <rpool/ROOT/zfsBE>.
Populating file systems on boot environment <zfsBE>.
Checking selection integrity.
Integrity check OK.
Populating contents of mount point </>.
Copying.
Creating shared file system mount points.
Creating compare databases for boot environment <zfsBE>.
Creating compare database for file system </rpool/ROOT>.
Creating compare database for file system </>.
Updating compare databases on boot environment <zfsBE>.
Making boot environment <zfsBE> bootable.
Creating boot_archive for /.alt.tmp.b-qD.mnt
updating /.alt.tmp.b-qD.mnt/platform/sun4u/boot_archive
Population of boot environment <zfsBE> successful.
Creation of boot environment <zfsBE> successful.
```

lucreate 操作が完了したら、lustatus コマンドを使用して BE のステータスを表示します。例:

```
# lustatus
Boot Environment      Is      Active Active      Can      Copy
Name                  Complete Now      On Reboot Delete Status
-----
ufsBE                  yes     yes     yes     no       -
zfsBE                  yes     no      no      yes      -
```

その後、ZFS コンポーネントのリストを確認します。例:

例 4-4 Live Upgrade を使用して、UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する (続き)

```
# zfs list
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
rpool                7.17G 59.8G  95.5K  /rpool
rpool/ROOT           4.66G 59.8G   21K  /rpool/ROOT
rpool/ROOT/zfsBE    4.66G 59.8G  4.66G  /
rpool/dump           2G    61.8G  16K   -
rpool/swap           517M  60.3G  16K   -
```

次に、`luactivate` コマンドを使用して、新しい ZFS BE をアクティブにします。次に例を示します。

```
# luactivate zfsBE
A Live Upgrade Sync operation will be performed on startup of boot environment <zfsBE>.
```

```
*****
```

```
The target boot environment has been activated. It will be used when you
reboot. NOTE: You MUST NOT USE the reboot, halt, or uadmin commands. You
MUST USE either the init or the shutdown command when you reboot. If you
do not use either init or shutdown, the system will not boot using the
target BE.
```

```
*****
```

```
.
.
.
```

```
Modifying boot archive service
Activation of boot environment <zfsBE> successful.
```

次に、システムをリブートして ZFS BE に切り替えます。

```
# init 6
```

ZFS BE がアクティブになっていることを確認します。

```
# lustatus
Boot Environment      Is      Active Active   Can    Copy
Name                  Complete Now    On Reboot Delete Status
-----
ufsBE                  yes     no     no      yes    -
zfsBE                  yes     yes    yes     no     -
```

UFS BE に切り替えなおす場合は、ZFS BE がブートされていた間に作成された ZFS ストレージプールをすべて再インポートする必要があります。これらは UFS BE で自動的に使用可能になりません。

UFS BE が必要でなくなった場合は、`ludelete` コマンドで削除できます。

例 4-5 Live Upgrade を使用して ZFS BE を UFS BE から作成する (単独の /var を使用)

Oracle Solaris 10 8/11 リリースでは、UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行するとき、`lucreate -D` オプションを使用して、単独の /var ファイルシステムを作成することを指定することができます。次の例では、単独の /var ファイルシステムを使用して、既存の UFS BE が ZFS BE に移行されます。

```
# lucreate -n zfsBE -p rpool -D /var
Determining types of file systems supported
Validating file system requests
Preparing logical storage devices
Preparing physical storage devices
Configuring physical storage devices
Configuring logical storage devices
Analyzing system configuration.
No name for current boot environment.
INFORMATION: The current boot environment is not named - assigning name <c0t0d0s0>.
Current boot environment is named <c0t0d0s0>.
Creating initial configuration for primary boot environment <c0t0d0s0>.
INFORMATION: No BEs are configured on this system.
The device </dev/dsk/c0t0d0s0> is not a root device for any boot environment; cannot get BE ID.
PBE configuration successful: PBE name <c0t0d0s0> PBE Boot Device </dev/dsk/c0t0d0s0>.
Updating boot environment description database on all BEs.
Updating system configuration files.
The device </dev/dsk/c0t1d0s0> is not a root device for any boot environment; cannot get BE ID.
Creating configuration for boot environment <zfsBE>.
Source boot environment is <c0t0d0s0>.
Creating file systems on boot environment <zfsBE>.
Creating <zfs> file system for </> in zone <global> on <rpool/ROOT/zfsBE>.
Creating <zfs> file system for </var> in zone <global> on <rpool/ROOT/zfsBE/var>.
Populating file systems on boot environment <zfsBE>.
Analyzing zones.
Mounting ABE <zfsBE>.
Generating file list.
Copying data from PBE <c0t0d0s0> to ABE <zfsBE>
100% of filenames transferred
Finalizing ABE.
Fixing zonpaths in ABE.
Unmounting ABE <zfsBE>.
Fixing properties on ZFS datasets in ABE.
Reverting state of zones in PBE <c0t0d0s0>.
Making boot environment <zfsBE> bootable.
Creating boot_archive for /.alt.tmp.b-iaf.mnt
updating /.alt.tmp.b-iaf.mnt/platform/sun4u/boot_archive
Population of boot environment <zfsBE> successful.
Creation of boot environment <zfsBE> successful.
# luactivate zfsBE
A Live Upgrade Sync operation will be performed on startup of boot environment <zfsBE>.
.
.
.
Modifying boot archive service
Activation of boot environment <zfsBE> successful.
# init 6
```

新しく作成された ZFS ファイルシステムを確認します。例:

例 4-5 Live Upgrade を使用して ZFS BE を UFS BE から作成する (単独の /var を使用) (続き)

```
# zfs list
NAME                                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
rpool                               6.29G 26.9G 32.5K  /rpool
rpool/ROOT                          4.76G 26.9G   31K  legacy
rpool/ROOT/zfsBE                    4.76G 26.9G 4.67G  /
rpool/ROOT/zfsBE/var                 89.5M 26.9G 89.5M  /var
rpool/dump                          512M 26.9G 512M  -
rpool/swap                          1.03G 28.0G  16K  -
```

例 4-6 Live Upgrade を使用して ZFS BE を ZFS BE から作成する

同じプール内で ZFS BE から ZFS BE を作成する操作には ZFS のスナップショットとクローンの機能が使用されるため、この操作は非常に高速です。現在の BE が同じ ZFS プールにある場合、`-p` オプションは省略されます。

ZFS BE が複数存在する場合は、次のようにしてブート元の BE を選択します。

- SPARC: `boot -L` コマンドを使用して、利用可能な BE を識別できます。次に、`boot -z` コマンドを使用して、ブート元の BE を選択します。
- x86: GRUB メニューから BE を選択できます。

詳細は、例 4-12 を参照してください。

```
# lucreate -n zfs2BE
Analyzing system configuration.
No name for current boot environment.
INFORMATION: The current boot environment is not named - assigning name <zfsBE>.
Current boot environment is named <zfsBE>.
Creating initial configuration for primary boot environment <zfsBE>.
The device </dev/dsk/clt0d0s0> is not a root device for any boot environment; cannot get BE ID.
PBE configuration successful: PBE name <zfsBE> PBE Boot Device </dev/dsk/clt0d0s0>.
Comparing source boot environment <zfsBE> file systems with the file
system(s) you specified for the new boot environment. Determining which
file systems should be in the new boot environment.
Updating boot environment description database on all BEs.
Updating system configuration files.
Creating configuration for boot environment <zfs2BE>.
Source boot environment is <zfsBE>.
Creating boot environment <zfs2BE>.
Cloning file systems from boot environment <zfsBE> to create boot environment <zfs2BE>.
Creating snapshot for <rpool/ROOT/zfsBE> on <rpool/ROOT/zfsBE@zfs2BE>.
Creating clone for <rpool/ROOT/zfsBE@zfs2BE> on <rpool/ROOT/zfs2BE>.
Setting canmount=noauto for </> in zone <global> on <rpool/ROOT/zfs2BE>.
Population of boot environment <zfs2BE> successful.
Creation of boot environment <zfs2BE> successful.
```

例 4-7 ZFS BE を更新する (luupgrade)

ZFS BE を追加のパッケージやパッチで更新することができます。

基本的な手順は次のとおりです。

## 例 4-7 ZFS BE を更新する (luupgrade) (続き)

- 代替 BE を lucreate コマンドで作成します。
- 代替 BE をアクティブにし、そこからブートします。
- プライマリ ZFS BE を luupgrade コマンドで更新して、パッケージやパッチを追加します。

```
# lustatus
Boot Environment      Is      Active Active   Can   Copy
Name                  Complete Now    On Reboot Delete Status
-----
zfsBE                 yes     no     no       yes   -
zfs2BE                yes     yes    yes      no    -
# luupgrade -p -n zfsBE -s /net/system/export/s10up/Solaris_10/Product SUNWchxge
Validating the contents of the media </net/install/export/s10up/Solaris_10/Product>.
Mounting the BE <zfsBE>.
Adding packages to the BE <zfsBE>.

Processing package instance <SUNWchxge> from </net/install/export/s10up/Solaris_10/Product>

Chelsio N110 10GE NIC Driver(sparc) 11.10.0,REV=2006.02.15.20.41
Copyright (c) 2010, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.

This appears to be an attempt to install the same architecture and
version of a package which is already installed. This installation
will attempt to overwrite this package.

Using </a> as the package base directory.
## Processing package information.
## Processing system information.
   4 package pathnames are already properly installed.
## Verifying package dependencies.
## Verifying disk space requirements.
## Checking for conflicts with packages already installed.
## Checking for setuid/setgid programs.

This package contains scripts which will be executed with super-user
permission during the process of installing this package.

Do you want to continue with the installation of <SUNWchxge> [y,n,?] y
Installing Chelsio N110 10GE NIC Driver as <SUNWchxge>

## Installing part 1 of 1.
## Executing postinstall script.

Installation of <SUNWchxge> was successful.
Unmounting the BE <zfsBE>.
The package add to the BE <zfsBE> completed.
```

あるいは、以降の Oracle Solaris リリースに更新するための新しい BE を作成することができます。例:

```
# luupgrade -u -n newBE -s /net/install/export/s10up/latest
```

## 例 4-7 ZFS BE を更新する (luupgrade) (続き)

ここで、`-s` オプションは Solaris インストールメディアの場所を指定します。

## 例 4-8 ZFS フラッシュアーカイブを使用して ZFS BE を作成する (luupgrade)

Oracle Solaris 10 8/11 リリースでは、`luupgrade` コマンドを使用して既存の ZFS フラッシュアーカイブから ZFS BE を作成できます。基本的な操作を次に示します。

1. ZFS BE を使用してマスターシステムのフラッシュアーカイブを作成します。

例:

```
master-system# flarcreate -n s10zfsBE /tank/data/s10zfsflar
Full Flash
Checking integrity...
Integrity OK.
Running precreation scripts...
Precreation scripts done.
Determining the size of the archive...
The archive will be approximately 4.67GB.
Creating the archive...
Archive creation complete.
Running postcreation scripts...
Postcreation scripts done.
```

```
Running pre-exit scripts...
Pre-exit scripts done.
```

2. マスターシステム上に作成された ZFS フラッシュアーカイブをクローンシステム上で使用できるようにします。

フラッシュアーカイブの可能な場所は、ローカルファイルシステム、HTTP、FTP、NFS などです。

3. クローンシステム上に空の代替 ZFS BE を作成します。

`-s` オプションを使用して、ZFS フラッシュアーカイブ内容が取り込まれる空の BE であることを指定します。

例:

```
clone-system# lucreate -n zfsflashBE -s - -p rpool
Determining types of file systems supported
Validating file system requests
Preparing logical storage devices
Preparing physical storage devices
Configuring physical storage devices
Configuring logical storage devices
Analyzing system configuration.
No name for current boot environment.
INFORMATION: The current boot environment is not named - assigning name <s10zfsBE>.
Current boot environment is named <s10zfsBE>.
Creating initial configuration for primary boot environment <s10zfsBE>.
INFORMATION: No BEs are configured on this system.
The device </dev/dsk/c0t0d0s0> is not a root device for any boot environment; cannot get BE ID.
PBE configuration successful: PBE name <s10zfsBE> PBE Boot Device </dev/dsk/c0t0d0s0>.
```

## 例 4-8 ZFS フラッシュアーカイブを使用して ZFS BE を作成する (luupgrade) (続き)

```
Updating boot environment description database on all BEs.
Updating system configuration files.
The device </dev/dsk/c0t1d0s0> is not a root device for any boot environment; cannot get BE ID.
Creating <zfs> file system for </> in zone <global> on <rpool/ROOT/zfsflashBE>.
Creation of boot environment <zfsflashBE> successful.
```

## 4. ZFS フラッシュアーカイブを代替 BE にインストールします。

例:

```
clone-system# luupgrade -f -s /net/server/export/s10/latest -n zfsflashBE -a /tank/data/zfs10up2flar
miniroot filesystem is <lofs>
Mounting miniroot at </net/server/s10up/latest/Solaris_10/Tools/Boot>
Validating the contents of the media </net/server/export/s10up/latest>.
The media is a standard Solaris media.
Validating the contents of the miniroot </net/server/export/s10up/latest/Solaris_10/Tools/Boot>.
Locating the flash install program.
Checking for existence of previously scheduled Live Upgrade requests.
Constructing flash profile to use.
Creating flash profile for BE <zfsflashBE>.
Performing the operating system flash install of the BE <zfsflashBE>.
CAUTION: Interrupting this process may leave the boot environment unstable or unbootable.
Extracting Flash Archive: 100% completed (of 5020.86 megabytes)
The operating system flash install completed.
updating /.alt.tmp.b-rgb.mnt/platform/sun4u/boot_archive
```

The Live Flash Install of the boot environment <zfsflashBE> is complete.

## 5. 代替 BE をアクティブにします。

```
clone-system# luactivate zfsflashBE
A Live Upgrade Sync operation will be performed on startup of boot environment <zfsflashBE>.
.
.
.
Modifying boot archive service
Activation of boot environment <zfsflashBE> successful.
```

## 6. システムをリブートします。

```
clone-system# init 6
```

## ゾーンが含まれているシステムを Live Upgrade を使用して移行またはアップグレードする (Solaris 10 10/08)

Solaris 10 10/08 リリースでは、ゾーンが含まれているシステムを Live Upgrade で移行することはできますが、サポートされる構成は限られています。Solaris 10 5/09 以降のリリースをインストールする場合や Solaris 10 5/09 以降のリリースにアップグレードする場合は、より多くのゾーン構成がサポートされます。詳細は、[148 ページ](#)

の「ゾーンが含まれているシステムを Oracle Solaris Live Upgrade で移行またはアップグレードする (Solaris 10 5/09 以降)」を参照してください。

このセクションでは、Live Upgrade によるアップグレードやパッチの適用が可能になるように、ゾーンが含まれているシステムをインストールして構成する方法について説明します。ゾーンが含まれていない ZFS ルートファイルシステムに移行する場合は、135 ページの「Live Upgrade を使用して ZFS ルートファイルシステム (ゾーンが含まれていない) を移行または更新する」を参照してください。

Solaris 10 10/08 リリースで、ゾーンが含まれているシステムを移行する場合は、次の手順を確認してください。

- 143 ページの「UFS 上にゾーンルートを持つ UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する方法 (Solaris 10 10/08)」
- 145 ページの「ZFS 上にゾーンルートを持つ ZFS ルートファイルシステムを構成する方法 (Solaris 10 10/08)」
- 146 ページの「ZFS 上にゾーンルートを持つ ZFS ルートファイルシステムにアップグレードまたはパッチを適用する方法 (Solaris 10 10/08)」
- 167 ページの「正常なブートを妨げる ZFS マウントポイントの問題の解決 (Solaris 10 10/08)」

ZFS ルートファイルシステムが含まれているシステムでこれらの推奨手順に従ってゾーンを設定して、そのシステムで Live Upgrade を使用できるようにします。

## ▼ UFS 上にゾーンルートを持つ UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する方法 (Solaris 10 10/08)

次の手順では、ゾーンがインストールされている UFS ルートファイルシステムを、アップグレードやパッチの適用が可能な ZFS ルートファイルシステムおよび ZFS ゾーンルート構成に移行する方法を説明します。

次の手順では、プール名の例として `rpool` を使用し、アクティブなブート環境 (BE) の名前例として `s10BE*` で始まる名前を使用します。

- 1 システムで以前の Solaris 10 リリースが稼働している場合は、Solaris 10 10/08 リリースにアップグレードします。

Solaris 10 リリースが稼働しているシステムのアップグレードについての詳細は、『Oracle Solaris 10 1/13 インストールガイド: Live Upgrade とアップグレードの計画』を参照してください。

- 2 ルートプールを作成します。

```
# zpool create rpool mirror c0t1d0 c1t1d0
```

ルートプールの要件については、113 ページの「ZFS をサポートするための Oracle Solaris インストールと Live Upgrade の要件」を参照してください。

- 3 UFS 環境のゾーンがブートされることを確認します。

- 4 新しい ZFS ブート環境を作成します。

```
# lucreate -n s10BE2 -p rpool
```

このコマンドは、新しい BE のデータセットをルートプールに確立し、現在の BE を (ゾーンも含めて) それらのデータセットにコピーします。

- 5 新しい ZFS ブート環境をアクティブにします。

```
# luactivate s10BE2
```

これで、システムでは ZFS ルートファイルシステムが稼働していますが、UFS 上のゾーンルートはまだ UFS ルートファイルシステムにあります。UFS ゾーンをサポートされる ZFS 構成に完全に移行するには、次の手順が必要です。

- 6 システムをリブートします。

```
# init 6
```

- 7 ゾーンを ZFS BE に移行します。

- a. ゾーンをブートします。

- b. プール内に別の ZFS BE を作成します。

```
# lucreate s10BE3
```

- c. 新しいブート環境をアクティブにします。

```
# luactivate s10BE3
```

- d. システムをリブートします。

```
# init 6
```

この手順により、ZFS BE とゾーンがブートされることが確認されます。

- 8 発生する可能性のあるマウントポイントの問題をすべて解決します。

Live Upgrade のバグのため、アクティブでない BE はブートに失敗する場合があります。これは、BE の ZFS データセットまたはゾーンの ZFS データセットに無効なマウントポイントが含まれているためです。

- a. `zfs list` の出力を確認します。

正しくない一時的なマウントポイントを探します。例:

```
# zfs list -r -o name,mountpoint rpool/ROOT/s10up
```

NAME	MOUNTPOINT
rpool/ROOT/s10up	/.alt.tmp.b-VP.mnt/
rpool/ROOT/s10up/zones	/.alt.tmp.b-VP.mnt//zones
rpool/ROOT/s10up/zones/zonerootA	/.alt.tmp.b-VP.mnt/zones/zonerootA

ルート ZFS BE (rpool/ROOT/s10up) のマウントポイントは / となるべきです。

- b. ZFS BE とそのデータセットのマウントポイントを設定しなおします。

例:

```
# zfs inherit -r mountpoint rpool/ROOT/s10up
# zfs set mountpoint=/ rpool/ROOT/s10up
```

- c. システムをリブートします。

OpenBoot PROM プロンプトまたは GRUB メニューで、特定の BE をブートするオプションが表示されたら、マウントポイントが修正された BE を選択します。

## ▼ ZFS 上にゾーンルートを持つ ZFS ルートファイルシステムを構成する方法 (Solaris 10 10/08)

次の手順では、アップグレードやパッチの適用が可能な ZFS ルートファイルシステムおよび ZFS ゾーンルート構成を設定する方法を説明します。この構成では、ZFS ゾーンルートは ZFS データセットとして作成されます。

次の手順では、プール名の例として rpool、アクティブなブート環境の名前の例として s10BE を使用しています。ゾーンのデータセットの名前は、任意の有効なデータセット名とすることができます。次の例では、ゾーンのデータセットの名前は zones になっています。

- 1 対話式テキストインストーラまたは **JumpStart** インストール方法を使用して、システムを ZFS ルートでインストールします。

どちらのインストール方法を選択したかによって、116 ページの「ZFS ルートファイルシステムのインストール (Oracle Solaris 初期インストール)」または 129 ページの「ZFS ルートファイルシステムのインストール (JumpStart インストール)」のいずれかを参照してください。

- 2 新しく作成したルートプールからシステムをブートします。
- 3 ゾーンルートをまとめるためのデータセットを作成します。

例:

```
# zfs create -o canmount=noauto rpool/ROOT/s10BE/zones
```

canmount プロパティに noauto 値を設定すると、Live Upgrade とシステムの起動コードの明示的なアクションによらないかぎり、データセットはマウントされなくなります。

- 新しく作成したゾーンデータセットをマウントします。

```
# zfs mount rpool/ROOT/s10BE/zones
```

データセットは /zones にマウントされます。

- 各ゾーンルートへのデータセットを作成し、マウントします。

```
# zfs create -o canmount=noauto rpool/ROOT/s10BE/zones/zonerootA
# zfs mount rpool/ROOT/s10BE/zones/zonerootA
```

- ゾーンルートディレクトリに適切なアクセス権を設定します。

```
# chmod 700 /zones/zonerootA
```

- ゾーンを構成して、ゾーンパスを次のように設定します。

```
# zonecfg -z zoneA
zoneA: No such zone configured
Use 'create' to begin configuring a new zone.
zonecfg:zoneA> create
zonecfg:zoneA> set zonepath=/zones/zonerootA
```

次の構文を使用して、システムのブート時にゾーンが自動的にブートするように設定できます。

```
zonecfg:zoneA> set autoboot=true
```

- ゾーンをインストールします。

```
# zoneadm -z zoneA install
```

- ゾーンをブートします。

```
# zoneadm -z zoneA boot
```

## ▼ ZFS 上にゾーンルートを持つ ZFS ルートファイルシステムにアップグレードまたはパッチを適用する方法 (Solaris 10 10/08)

ZFS 上にゾーンルートを持つ ZFS ルートファイルシステムにアップグレードやパッチを適用する必要がある場合は、次の手順を使用します。このような更新は、システムのアップグレードの場合と、パッチの適用の場合があります。

次の手順では、アップグレードまたはパッチを適用する BE の名前の例として newBE を使用しています。

- アップグレードまたはパッチを適用する BE を作成します。

```
# lucreate -n newBE
```

すべてのゾーンを含め、既存の BE が複製されます。元の BE の各データセットに対してデータセットが 1 つずつ作成されます。新しいデータセットは、現在のルートプールと同じプールに作成されます。

- 2 次のいずれかを選択して、システムをアップグレードするか新しい BE にパッチを適用します。

- システムをアップグレードします。

```
# luupgrade -u -n newBE -s /net/install/export/s10up/latest
```

ここで、`-s` オプションは Oracle Solaris インストールメディアの場所を指定します。

- 新しい BE にパッチを適用します。

```
# luupgrade -t -n newBE -t -s /patchdir 139147-02 157347-14
```

- 3 新しい BE をアクティブにします。

```
# luactivate newBE
```

- 4 新たにアクティブにした BE からブートします。

```
# init 6
```

- 5 発生する可能性のあるマウントポイントの問題をすべて解決します。

Live Upgrade のバグのため、アクティブでない BE はブートに失敗する場合があります。これは、BE の ZFS データセットまたはゾーンの ZFS データセットに無効なマウントポイントが含まれているためです。

- a. `zfs list` の出力を確認します。

正しくない一時的なマウントポイントを探します。例:

```
# zfs list -r -o name,mountpoint rpool/ROOT/newBE
```

NAME	MOUNTPOINT
rpool/ROOT/newBE	/.alt.tmp.b-VP.mnt/
rpool/ROOT/newBE/zones	/.alt.tmp.b-VP.mnt/zones
rpool/ROOT/newBE/zones/zonerootA	/.alt.tmp.b-VP.mnt/zones/zonerootA

ルート ZFS BE (rpool/ROOT/newBE) のマウントポイントは / となるべきです。

- b. ZFS BE とそのデータセットのマウントポイントを設定しなおします。

例:

```
# zfs inherit -r mountpoint rpool/ROOT/newBE
# zfs set mountpoint=/ rpool/ROOT/newBE
```

- c. システムをリブートします。

OpenBoot PROM プロンプトまたは GRUB メニューで、特定のブート環境をブートするオプションが表示されたら、マウントポイントが修正されたブート環境を選択します。

## ゾーンが含まれているシステムを Oracle Solaris Live Upgrade で移行またはアップグレードする (Solaris 10 5/09 以降)

Solaris 10 10/08 以降のリリースでは、Oracle Solaris Live Upgrade 機能を使用して、ゾーンが含まれているシステムを移行またはアップグレードすることができます。Solaris 10 5/09 以降のリリースでは、追加の疎 (ルートおよび完全) ゾーン構成が Live Upgrade でサポートされます。

このセクションでは、Solaris 10 5/09 以降のリリースで Live Upgrade によるアップグレードやパッチの適用が可能になるようにゾーンが含まれているシステムを構成する方法について説明します。ゾーンが含まれていない ZFS ルートファイルシステムに移行する場合は、135 ページの「Live Upgrade を使用して ZFS ルートファイルシステム (ゾーンが含まれていない) を移行または更新する」を参照してください。

Solaris 10 5/09 以降のリリースで ZFS とゾーンに Oracle Solaris Live Upgrade を使用する場合は、次の点を考慮してください。

- Solaris 10 5/09 以降のリリースでサポートされるゾーン構成で Live Upgrade を使用するには、まず標準のアップグレードプログラムを使って Solaris 10 5/09 以降のリリースにシステムをアップグレードする必要があります。
- その後、Live Upgrade を使用して、ゾーンルートを持つ UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行するか、ZFS ルートファイルシステムとゾーンルートにアップグレードやパッチを適用することができます。
- サポートされていないゾーン構成を、以前の Solaris 10 リリースから直接 Solaris 10 5/09 以降のリリースに移行することはできません。

Solaris 10 5/09 以降のリリースでゾーンを含むシステムを移行または構成する場合は、次の情報を確認してください。

- 149 ページの「サポートされているゾーンルート構成を持つ ZFS の情報 (Solaris 10 5/09 以降)」
- 150 ページの「ZFS ルートファイルシステムとゾーンルートを持つ ZFS BE を作成する方法 (Solaris 10 5/09 以降)」
- 152 ページの「ゾーンルートを持つ ZFS ルートファイルシステムにアップグレードまたはパッチを適用する方法 (Solaris 10 5/09 以降)」
- 155 ページの「ゾーンルートを持つ UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する方法 (Solaris 10 5/09 以降)」

## サポートされているゾーンルート構成を持つ ZFS の情報 (Solaris 10 5/09 以降)

ゾーンが含まれているシステムを Oracle Solaris Live Upgrade を使用して移行またはアップグレードする前に、サポートされているゾーン構成を確認してください。

- UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する - 次のゾーンルート構成がサポートされています。
  - UFS ルートファイルシステムのディレクトリ内
  - UFS ルートファイルシステムのマウントポイントのサブディレクトリ内
  - UFS ルートファイルシステムのディレクトリ内または UFS ルートファイルシステムのマウントポイントのサブディレクトリ内にゾーンルートを含む UFS ルートファイルシステム、およびゾーンルートを含む ZFS 非ルートプール

ゾーンルートを実用的なマウントポイントとして持つ UFS ルートファイルシステムはサポートされません。

- ZFS ルートファイルシステムを移行またはアップグレードする - 次のゾーンルート構成がサポートされています。
  - ZFS ルートまたは非ルートプール内のファイルシステム。たとえば、`/zonepool/zones` は使用できます。場合により、Live Upgrade 操作の実行前にゾーンルートのファイルシステムが用意されていないときは、ゾーンルートのファイルシステム (zoned) が Live Upgrade によって作成されます。
  - ZFS ファイルシステムの下位ファイルシステムまたはサブディレクトリで、異なるゾーンパスがネストされていない場合。たとえば、`/zonepool/zones/zone1` と `/zonepool/zones/zone1_dir` は使用できます。次の例では、`zonepool/zones` はゾーンルートを含むファイルシステムであり、`rpool` は ZFS BE を含んでいます。

```
zonepool
zonepool/zones
zonepool/zones/myzone
rpool
rpool/ROOT
rpool/ROOT/myBE
```

次の構文を使用すると、Live Upgrade によって `zonepool` のゾーンおよび `rpool` BE のスナップショットが作成され、複製が行われます。

```
# lucreate -n newBE
```

`newBE` BE が `rpool/ROOT/newBE` 内に作成されます。`newBE` をアクティブにすると、`zonepool` のコンポーネントにアクセスできるようになります。

前述の例では、`/zonepool/zones` がサブディレクトリであり、別個のファイルシステムではない場合には、それは、ルートプール `rpool` のコンポーネントとして、Live Upgrade によって移行されます。

- 次の **ZFS** およびゾーン構成はサポートされません。
  - ソース BE が非大域ゾーンを持ち、ゾーンパスが、最上位レベルのプールのファイルシステムのマウントポイントに設定されている場合、Live Upgrade は、代替 BE を作成するために使用できません。たとえば、zonepool プールのファイルシステムが /zonepool としてマウントされる場合、ゾーンパスを /zonepool に設定して非大域ゾーンを持つことはできません。
  - 非大域ゾーン of ファイルシステムのエントリを大域ゾーンの /etc/vfstab ファイルに追加しないでください。代わりに、zonecfg の add fs 機能を使用して、ファイルシステムを非大域ゾーンに追加します。
- **UFS** および **ZFS** のゾーンの移行またはアップグレードに関する情報 - UFS 環境または ZFS 環境の移行またはアップグレードに影響を与える可能性のある次の考慮事項を確認してください。
  - 142 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Live Upgrade を使用して移行またはアップグレードする (Solaris 10 10/08)」の説明に従って Solaris 10 10/08 リリースでゾーンを構成し、Solaris 10 5/09 以降のリリースにアップグレードした場合は、ZFS ルートファイルシステムへの移行や、Live Upgrade による Solaris 10 5/09 以降のリリースへのアップグレードが可能です。
  - zones/zone1 や zones/zone1/zone2 のような入れ子のディレクトリ内にゾーンルートを作成しないでください。そうしないと、ブート時にマウントが失敗する可能性があります。

## ▼ ZFS ルートファイルシステムとゾーンルートを持つ ZFS BE を作成する方法 (Solaris 10 5/09 以降)

Solaris 10 5/09 以降のリリースの初期インストールを実行したあとで、この手順を使用して ZFS ルートファイルシステムを作成します。また、luupgrade コマンドを使って Solaris 10 5/09 以降のリリースに ZFS ルートファイルシステムをアップグレードしたあとも、この手順を使用します。この手順を使用して作成した ZFS BE には、あとでアップグレードやパッチを適用できます。

次の手順で例として使用する Oracle Solaris 10 9/10 システムは、ZFS ルートファイルシステムと、/rpool/zones にゾーンルート of データセットを持っています。zfs2BE という名前の ZFS BE が作成されますが、あとでそのアップグレードやパッチの適用を行うことができます。

### 1 既存の ZFS ファイルシステムを確認します。

```
# zfs list
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
rpool                7.26G 59.7G   98K    /rpool
rpool/ROOT           4.64G 59.7G   21K    legacy
rpool/ROOT/zfsBE    4.64G 59.7G  4.64G   /
rpool/dump           1.00G 59.7G  1.00G   -
```

```

rpool/export          44K  59.7G   23K  /export
rpool/export/home     21K  59.7G   21K  /export/home
rpool/swap            1G   60.7G   16K  -
rpool/zones           633M  59.7G  633M  /rpool/zones

```

## 2 ゾーンがインストールされブートされていることを確認します。

```

# zoneadm list -cv
ID NAME          STATUS  PATH                                BRAND  IP
  0 global        running /                                    native shared
  2 zfszone       running /rpool/zones                       native shared

```

## 3 ZFS BE を作成します。

```

# lucreate -n zfs2BE
Analyzing system configuration.
No name for current boot environment.
INFORMATION: The current boot environment is not named - assigning name <zfsBE>.
Current boot environment is named <zfsBE>.
Creating initial configuration for primary boot environment <zfsBE>.
The device </dev/dsk/clt0d0s0> is not a root device for any boot environment; cannot get BE ID.
PBE configuration successful: PBE name <zfsBE> PBE Boot Device </dev/dsk/clt0d0s0>.
Comparing source boot environment <zfsBE> file systems with the file
system(s) you specified for the new boot environment. Determining which
file systems should be in the new boot environment.
Updating boot environment description database on all BEs.
Updating system configuration files.
Creating configuration for boot environment <zfs2BE>.
Source boot environment is <zfsBE>.
Creating boot environment <zfs2BE>.
Cloning file systems from boot environment <zfsBE> to create boot environment <zfs2BE>.
Creating snapshot for <rpool/ROOT/zfsBE> on <rpool/ROOT/zfsBE@zfs2BE>.
Creating clone for <rpool/ROOT/zfsBE@zfs2BE> on <rpool/ROOT/zfs2BE>.
Setting canmount=noauto for </> in zone <global> on <rpool/ROOT/zfs2BE>.
Population of boot environment <zfs2BE> successful.
Creation of boot environment <zfs2BE> successful.

```

## 4 ZFS BE をアクティブにします。

```

# lustatus
Boot Environment      Is      Active Active   Can   Copy
Name                 Complete Now    On Reboot Delete Status
-----
zfsBE                 yes     yes   yes     no    -
zfs2BE                yes     no    no      yes   -
# luactivate zfs2BE
A Live Upgrade Sync operation will be performed on startup of boot environment <zfs2BE>.
.
.
.

```

## 5 ZFS BE をブートします。

```

# init 6

```

## 6 新しい BE に ZFS ファイルシステムとゾーンが作成されていることを確認します。

```
# zfs list
NAME                                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
rpool                               7.38G 59.6G   98K    /rpool
rpool/ROOT                          4.72G 59.6G   21K    legacy
rpool/ROOT/zfs2BE                   4.72G 59.6G   4.64G  /
rpool/ROOT/zfs2BE@zfs2BE            74.0M  -       4.64G  -
rpool/ROOT/zfsBE                    5.45M 59.6G   4.64G  /.alt.zfsBE
rpool/dump                          1.00G 59.6G   1.00G  -
rpool/export                        44K   59.6G   23K    /export
rpool/export/home                   21K   59.6G   21K    /export/home
rpool/swap                          1G    60.6G   16K    -
rpool/zones                         17.2M 59.6G   633M   /rpool/zones
rpool/zones-zfsBE                   653M 59.6G   633M   /rpool/zones-zfsBE
rpool/zones-zfsBE@zfs2BE            19.9M  -       633M   -

# zoneadm list -cv
ID  NAME          STATUS  PATH                BRAND  IP
0   global       running /                   native shared
-   zfszone      installed /rpool/zones       native shared
```

## ▼ ゾーンルートを持つ ZFS ルートファイルシステムにアップグレードまたはパッチを適用する方法 (Solaris 10 5/09 以降)

Solaris 10 5/09 以降のリリースで、ゾーンルートを持つ ZFS ルートファイルシステムにアップグレードやパッチを適用する必要がある場合は、次の手順を使用します。このような更新は、システムのアップグレードの場合と、パッチの適用の場合があります。

次の手順では、アップグレードまたはパッチを適用する BE の名前の例として zfs2BE を使用しています。

### 1 既存の ZFS ファイルシステムを確認します。

```
# zfs list
NAME                                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
rpool                               7.38G 59.6G   100K   /rpool
rpool/ROOT                          4.72G 59.6G   21K    legacy
rpool/ROOT/zfs2BE                   4.72G 59.6G   4.64G  /
rpool/ROOT/zfs2BE@zfs2BE            75.0M  -       4.64G  -
rpool/ROOT/zfsBE                    5.46M 59.6G   4.64G  /
rpool/dump                          1.00G 59.6G   1.00G  -
rpool/export                        44K   59.6G   23K    /export
rpool/export/home                   21K   59.6G   21K    /export/home
rpool/swap                          1G    60.6G   16K    -
rpool/zones                         22.9M 59.6G   637M   /rpool/zones
rpool/zones-zfsBE                   653M 59.6G   633M   /rpool/zones-zfsBE
rpool/zones-zfsBE@zfs2BE            20.0M  -       633M   -
```

### 2 ゾーンがインストールされブートされていることを確認します。

```
# zoneadm list -cv
ID  NAME          STATUS  PATH                BRAND  IP
0   global       running /                   native shared
5   zfszone      running /rpool/zones       native shared
```

### 3 アップグレードまたはパッチを適用する ZFS BE を作成します。

```
# lucreate -n zfs2BE
Analyzing system configuration.
Comparing source boot environment <zfsBE> file systems with the file
system(s) you specified for the new boot environment. Determining which
file systems should be in the new boot environment.
Updating boot environment description database on all BEs.
Updating system configuration files.
Creating configuration for boot environment <zfs2BE>.
Source boot environment is <zfsBE>.
Creating boot environment <zfs2BE>.
Cloning file systems from boot environment <zfsBE> to create boot environment <zfs2BE>.
Creating snapshot for <rpool/ROOT/zfsBE> on <rpool/ROOT/zfsBE@zfs2BE>.
Creating clone for <rpool/ROOT/zfsBE@zfs2BE> on <rpool/ROOT/zfs2BE>.
Setting canmount=noauto for </> in zone <global> on <rpool/ROOT/zfs2BE>.
Creating snapshot for <rpool/zones> on <rpool/zones@zfs10092BE>.
Creating clone for <rpool/zones@zfs2BE> on <rpool/zones-zfs2BE>.
Population of boot environment <zfs2BE> successful.
Creation of boot environment <zfs2BE> successful.
```

### 4 次のいずれかを選択して、システムをアップグレードするか新しい BE にパッチを適用します。

- システムをアップグレードします。

```
# luupgrade -u -n zfs2BE -s /net/install/export/s10up/latest
```

ここで、`-s` オプションは Oracle Solaris インストールメディアの場所を指定します。

この処理には非常に長い時間がかかることがあります。

luupgrade 処理の詳細な例については、[例 4-9](#) を参照してください。

- 新しい BE にパッチを適用します。

```
# luupgrade -t -n zfs2BE -t -s /patchdir patch-id-02 patch-id-04
```

### 5 新しいブート環境をアクティブにします。

```
# lustatus
Boot Environment      Is      Active Active   Can      Copy
Name                  Complete Now    On Reboot Delete Status
-----
zfsBE                  yes     yes   yes     no       -
zfs2BE                 yes     no    no      yes      -
# luactivate zfs2BE
A Live Upgrade Sync operation will be performed on startup of boot environment <zfs2BE>.
.
.
.
```

### 6 新たにアクティブにしたブート環境からブートします。

```
# init 6
```

#### 例 4-9 ゾーンルートを持つ ZFS ルートファイルシステムを Oracle Solaris 10 9/10 の ZFS ルートファイルシステムにアップグレードする

この例では、Solaris 10 10/09 システムに作成された、非ルートプール内に ZFS ルートファイルシステムとゾーンルートを持つ ZFS BE (zfsBE) を、Oracle Solaris 10 9/10 リリースにアップグレードします。この処理には長い時間がかかることがあります。その後、アップグレードした BE (zfs2BE) をアクティブにします。アップグレードを行う前に、ゾーンがインストールされブートされていることを確認してください。

この例では、zonepool プール、/zonepool/zones データセット、および zfszone ゾーンが、次のようにして作成されます。

```
# zpool create zonepool mirror c2t1d0 c2t5d0
# zfs create zonepool/zones
# chmod 700 zonepool/zones
# zonecfg -z zfszone
zfszone: No such zone configured
Use 'create' to begin configuring a new zone.
zonecfg:zfszone> create
zonecfg:zfszone> set zonepath=/zonepool/zones
zonecfg:zfszone> verify
zonecfg:zfszone> exit
# zoneadm -z zfszone install
cannot create ZFS dataset zonepool/zones: dataset already exists
Preparing to install zone <zfszone>.
Creating list of files to copy from the global zone.
Copying <8960> files to the zone.
.
.
.

# zoneadm list -cv
ID NAME          STATUS  PATH                      BRAND  IP
  0 global         running /                          native shared
  2 zfszone        running /zonepool/zones          native shared

# lucreate -n zfsBE
.
.
.
# luupgrade -u -n zfsBE -s /net/install/export/s10up/latest
40410 blocks
miniroot filesystem is <lofs>
Mounting miniroot at </net/system/export/s10up/latest/Solaris_10/Tools/Boot>
Validating the contents of the media </net/system/export/s10up/latest>.
The media is a standard Solaris media.
The media contains an operating system upgrade image.
The media contains <Solaris> version <10>.
Constructing upgrade profile to use.
Locating the operating system upgrade program.
Checking for existence of previously scheduled Live Upgrade requests.
Creating upgrade profile for BE <zfsBE>.
Determining packages to install or upgrade for BE <zfsBE>.
```

```

Performing the operating system upgrade of the BE <zfsBE>.
CAUTION: Interrupting this process may leave the boot environment unstable
or unbootable.
Upgrading Solaris: 100% completed
Installation of the packages from this media is complete.
Updating package information on boot environment <zfsBE>.
Package information successfully updated on boot environment <zfsBE>.
Adding operating system patches to the BE <zfsBE>.
The operating system patch installation is complete.
INFORMATION: The file </var/sadm/system/logs/upgrade_log> on boot
environment <zfsBE> contains a log of the upgrade operation.
INFORMATION: The file </var/sadm/system/data/upgrade_cleanup> on boot
environment <zfsBE> contains a log of cleanup operations required.
INFORMATION: Review the files listed above. Remember that all of the files
are located on boot environment <zfsBE>. Before you activate boot
environment <zfsBE>, determine if any additional system maintenance is
required or if additional media of the software distribution must be
installed.
The Solaris upgrade of the boot environment <zfsBE> is complete.
Installing failsafe
Failsafe install is complete.
# luactivate zfs2BE
# init 6
# lustatus
Boot Environment          Is      Active Active   Can   Copy
Name                      Complete Now    On Reboot Delete Status
-----
zfsBE                     yes     no     no      yes   -
zfs2BE                    yes     yes    yes     no    -
# zoneadm list -cv
ID NAME                   STATUS  PATH                                     BRAND  IP
  0 global                 running /                                       native shared
- zfszone                 installed /zonepool/zones                       native shared

```

## ▼ ゾーンルートを持つ UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する方法 (Solaris 10 5/09 以降)

UFS ルートファイルシステムとゾーンルートを持つシステムを Solaris 10 5/09 以降のリリースに移行するには、次の手順を使用します。その後、Live Upgrade を使用して ZFS BE を作成します。

次の手順では、UFS BE の名前の例として `c1t1d0s0`、UFS ゾーンルートとして `zonepool/zfszone`、ZFS ルート BE として `zfsBE` を使用しています。

- 1 システムで以前の Solaris 10 リリースが稼働している場合は、Solaris 10 5/09 以降のリリースにアップグレードします。

Solaris 10 リリースが稼働しているシステムのアップグレードについては、『Oracle Solaris 10 1/13 インストールガイド: Live Upgrade とアップグレードの計画』を参照してください。

## 2 ルートプールを作成します。

ルートプールの要件については、113 ページの「ZFS をサポートするための Oracle Solaris インストールと Live Upgrade の要件」を参照してください。

## 3 UFS 環境のゾーンがブートされることを確認します。

```
# zoneadm list -cv
ID NAME                STATUS  PATH                                BRAND  IP
0  global                running /                                     native shared
2  zfszone               running /zonepool/zones                    native shared
```

## 4 新しい ZFS BE を作成します。

```
# lucreate -c c1t1d0s0 -n zfsBE -p rpool
```

このコマンドは、新しい BE のデータセットをルートプールに確立し、現在の BE を (ゾーンも含めて) それらのデータセットにコピーします。

## 5 新しい ZFS BE をアクティブにします。

```
# lustatus
Boot Environment      Is      Active Active  Can      Copy
Name                  Complete Now    On Reboot Delete Status
-----
c1t1d0s0              yes     no     no     yes     -
zfsBE                  yes     yes    yes    no     -      #
Luactivate zfsBE
A Live Upgrade Sync operation will be performed on startup of boot environment <zfsBE>.
.
.
.
```

## 6 システムをリブートします。

```
# init 6
```

## 7 新しい BE に ZFS ファイルシステムとゾーンが作成されていることを確認します。

```
# zfs list
NAME                                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
rpool                                6.17G 60.8G  98K    /rpool
rpool/ROOT                           4.67G 60.8G  21K    /rpool/ROOT
rpool/ROOT/zfsBE                      4.67G 60.8G  4.67G  /
rpool/dump                            1.00G 60.8G  1.00G  -
rpool/swap                             517M 61.3G  16K    -
zonepool                              634M 7.62G  24K    /zonepool
zonepool/zones                       270K 7.62G  633M  /zonepool/zones
zonepool/zones-c1t1d0s0              634M 7.62G  633M  /zonepool/zones-c1t1d0s0
zonepool/zones-c1t1d0s0@zfsBE       262K -      633M  -

# zoneadm list -cv
ID NAME                STATUS  PATH                                BRAND  IP
0  global                running /                                     native shared
-  zfszone               installed /zonepool/zones                    native shared
```

#### 例 4-10 ゾーンルートを持つ UFS ルートファイルシステムを ZFS ルートファイルシステムに移行する

この例では、UFS ルートファイルシステムとゾーンルート (/uzone/ufszone) およびルート以外の ZFS プール (pool) とゾーンルート (/pool/zfszone) を持つ Oracle Solaris 10 9/10 システムを、ZFS ルートファイルシステムに移行します。移行を行う前に、ZFS ルートプールが作成されていることと、ゾーンがインストールされブートされていることを確認してください。

```
# zoneadm list -cv
ID NAME          STATUS  PATH                               BRAND  IP
  0 global         running /                                     native shared
  2 ufszone        running /uzone/ufszone                     native shared
  3 zfszone        running /pool/zones/zfszone                native shared
```

```
# lucreate -c ufsBE -n zfsBE -p rpool
Analyzing system configuration.
No name for current boot environment.
Current boot environment is named <zfsBE>.
Creating initial configuration for primary boot environment <zfsBE>.
The device </dev/dsk/clt0d0s0> is not a root device for any boot environment; cannot get BE ID.
PBE configuration successful: PBE name <ufsBE> PBE Boot Device </dev/dsk/clt0d0s0>.
Comparing source boot environment <ufsBE> file systems with the file
system(s) you specified for the new boot environment. Determining which
file systems should be in the new boot environment.
Updating boot environment description database on all BEs.
Updating system configuration files.
The device </dev/dsk/clt1d0s0> is not a root device for any boot environment; cannot get BE ID.
Creating configuration for boot environment <zfsBE>.
Source boot environment is <ufsBE>.
Creating boot environment <zfsBE>.
Creating file systems on boot environment <zfsBE>.
Creating <zfs> file system for </> in zone <global> on <rpool/ROOT/zfsBE>.
Populating file systems on boot environment <zfsBE>.
Checking selection integrity.
Integrity check OK.
Populating contents of mount point </>.
Copying.
Creating shared file system mount points.
Copying root of zone <ufszone> to </alt.tmp.b-EYd.mnt/uzone/ufszone>.
Creating snapshot for <pool/zones/zfszone> on <pool/zones/zfszone@zfsBE>.
Creating clone for <pool/zones/zfszone@zfsBE> on <pool/zones/zfszone-zfsBE>.
Creating compare databases for boot environment <zfsBE>.
Creating compare database for file system </rpool/ROOT>.
Creating compare database for file system </>.
Updating compare databases on boot environment <zfsBE>.
Making boot environment <zfsBE> bootable.
Creating boot_archive for /alt.tmp.b-DLd.mnt
updating /alt.tmp.b-DLd.mnt/platform/sun4u/boot_archive
Population of boot environment <zfsBE> successful.
Creation of boot environment <zfsBE> successful.
# lustatus
Boot Environment      Is      Active Active   Can   Copy
Name                  Complete Now    On Reboot Delete Status
-----
```

```

ufsBE                yes      yes    yes    no    -
zfsBE                yes      no     no     yes   -
# luactivate zfsBE
.
.
# init 6
.
.
# zfs list
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
pool                 628M  66.3G  19K    /pool
pool/zones           628M  66.3G  20K    /pool/zones
pool/zones/zfszone  75.5K  66.3G  627M   /pool/zones/zfszone
pool/zones/zfszone-ufsBE  628M  66.3G  627M   /pool/zones/zfszone-ufsBE
pool/zones/zfszone-ufsBE@zfsBE  98K   -      627M   -
rpool                7.76G  59.2G  95K    /rpool
rpool/ROOT           5.25G  59.2G  18K    /rpool/ROOT
rpool/ROOT/zfsBE    5.25G  59.2G  5.25G  /
rpool/dump           2.00G  59.2G  2.00G  -
rpool/swap           517M  59.7G  16K    -
# zoneadm list -cv
ID NAME                STATUS  PATH                                BRAND  IP
 0 global              running /                                    native shared
- ufszone              installed /uzone/ufszone                    native shared
- zfszone              installed /pool/zones/zfszone                native shared

```

## ZFS スワップデバイスおよびダンプデバイスを管理する

Oracle Solaris OS の初期インストール中、あるいは UFS ファイルシステムからの Live Upgrade 移行の実行後に、ZFS ルートプールの ZFS ボリュームにスワップ領域が作成されます。次に例を示します。

```

# swap -l
swapfile                dev  swaplo  blocks  free
/dev/zvol/dsk/rpool/swap 256,1    16 4194288 4194288

```

Oracle Solaris OS の初期インストールまたは UFS ファイルシステムからの Live Upgrade の際に、ZFS ルートプールの ZFS ボリュームにダンプデバイスが作成されます。ダンプデバイスは一般に、インストール時に自動的に設定されるため、管理の必要はありません。例:

```

# dumpadm
Dump content: kernel pages
Dump device: /dev/zvol/dsk/rpool/dump (dedicated)
Savecore directory: /var/crash/t2000
Savecore enabled: yes
Save compressed: on

```

ダンプデバイスを無効にして削除した場合、ダンプデバイスを作成し直したあと、`dumpadm` コマンドを使ってデバイスを有効にする必要があります。ほとんどの場合、`zfs` コマンドを使ってダンプデバイスのサイズを調整するだけですみます。

インストールプログラムによって作成されるスワップボリュームとダンプボリュームのサイズについては、113 ページの「ZFS をサポートするための Oracle Solaris インストールと Live Upgrade の要件」を参照してください。

スワップボリュームのサイズとダンプボリュームのサイズはどちらも、インストール中またはインストール後に調整することができます。詳細は、159 ページの「ZFS スワップデバイスおよびダンプデバイスのサイズを調整する」を参照してください。

ZFS のスワップデバイスとダンプデバイスを操作する場合には、次の問題を考慮してください。

- スワップ領域とダンプデバイスには別個の ZFS ボリュームを使用する必要があります。
- 現時点では、ZFS ファイルシステムでスワップファイルを使用することはできません。
- システムのインストール後またはアップグレード後にスワップ領域やダンプデバイスを変更する必要がある場合は、以前のリリースと同様に `swap` コマンドと `dumpadm` コマンドを使用します。詳細は、『Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム』の第 16 章「追加スワップ空間の構成 (タスク)」および『Solaris のシステム管理 (上級編)』の第 17 章「システムクラッシュ情報の管理 (手順)」を参照してください。

詳細は、次のセクションを参照してください。

- 159 ページの「ZFS スワップデバイスおよびダンプデバイスのサイズを調整する」
- 161 ページの「ZFS ダンプデバイスの問題のトラブルシューティング」

## ZFS スワップデバイスおよびダンプデバイスのサイズを調整する

インストール後にスワップデバイスとダンプデバイスのサイズを調整したり、場合によってはスワップボリュームとダンプボリュームを再作成することが必要な場合もあります。

- スワップボリュームとダンプボリュームのサイズは、初期インストール時に調整することができます。詳細は、例 4-1 を参照してください。
- Live Upgrade 操作を実行する前に、スワップボリュームとダンプボリュームを作成し、それらのサイズを設定することができます。例:

1. ストレージプールを作成します。

```
# zpool create rpool mirror c0t0d0s0 c0t1d0s0
```

2. ダンプデバイスを作成します。

```
# zfs create -V 2G rpool/dump
```

3. ダンプデバイスを有効にします。

```
# dumpadm -d /dev/zvol/dsk/rpool/dump
Dump content: kernel pages
Dump device: /dev/zvol/dsk/rpool/dump (dedicated)
Savecore directory: /var/crash/t2000
Savecore enabled: yes
Save compressed: on
```

4. スワップボリュームを作成します。

```
# zfs create -V 2G rpool/swap
```

5. 新しいスワップデバイスを追加または変更したときは、スワップ領域を有効にしてください。

```
# swap -a /dev/zvol/dsk/rpool/swap
```

6. スワップボリュームのエントリを /etc/vfstab ファイルに追加します。

Live Upgrade では、既存のスワップボリュームとダンプボリュームのサイズは変更されません。

- ダンプデバイスの `volsize` プロパティは、システムのインストール後に再設定することができます。例:

```
# zfs set volsize=2G rpool/dump
# zfs get volsize rpool/dump
NAME          PROPERTY  VALUE      SOURCE
rpool/dump    volsize   2G         -
```

- 現在のスワップ領域が使用中でなければ、現在のスワップボリュームのサイズを変更できますが、増加したスワップ空間のサイズを確認するには、システムをリブートする必要があります。

```
# zfs get volsize rpool/swap
NAME          PROPERTY  VALUE      SOURCE
rpool/swap    volsize   4G         local
# zfs set volsize=8g rpool/swap
# zfs get volsize rpool/swap
NAME          PROPERTY  VALUE      SOURCE
rpool/swap    volsize   8G         local
# init 6
```

- スワップボリュームのサイズ変更を試行できますが、スワップデバイスを削除することをお勧めします。次にこれを再作成します。例:

```
# swap -d /dev/zvol/dsk/rpool/swap
# zfs create -V 2g rpool/swap
# swap -a /dev/zvol/dsk/rpool/swap
```

- JumpStart プロファイルのスワップボリュームとダンプボリュームのサイズは、次のようなプロファイル構文を使用して調整することができます。

```
install_type initial_install
cluster SUNWCXall
pool rpool 16g 2g 2g c0t0d0s0
```

このプロファイルでは、2つの2g エントリによって、スワップボリュームとダンプボリュームのサイズがそれぞれ2G バイトに設定されます。

- インストール済みのシステムのスワップ領域を増やす必要がある場合は、スワップボリュームを追加するだけです。例:

```
# zfs create -V 2G rpool/swap2
```

その後、新しいスワップボリュームをアクティブにします。例:

```
# swap -a /dev/zvol/dsk/rpool/swap2
# swap -l
swapfile                dev  swaplo  blocks  free
/dev/zvol/dsk/rpool/swap 256,1  16 1058800 1058800
/dev/zvol/dsk/rpool/swap2 256,3   16 4194288 4194288
```

最後に、2つ目のスワップボリュームのエントリを /etc/vfstab ファイルに追加します。

## ZFS スワップボリュームとダンプボリュームをカスタマイズする

デフォルトのスワップボリュームとダンプボリュームを削除して、非ルート(データ)プールに再作成する場合は、次の点に注意してください。

- スワップデバイスとダンプデバイスを非ルートプールに作成する場合は、RAIDZ プールにスワップボリュームとダンプボリュームを作成しないでください。プールにスワップボリュームとダンプボリュームが含まれている場合、これは1 ディスクプールまたはミラー化プールでなければなりません。
- Live Upgrade を使用してシステムを更新する場合は、-P オプションを使用して、ダンプデバイスを PBE から ABE に保持します。例:

```
# lucreate -n newBE -P
```

## ZFS ダンプデバイスの問題のトラブルシューティング

システムクラッシュダンプの取得やダンプデバイスのサイズ変更で問題が発生した場合には、次を確認してください。

- クラッシュダンプが自動的に作成されなかった場合は、`savecore` コマンドを使ってクラッシュダンプを保存することができます。
- ZFS ルートファイルシステムの初期インストール時や ZFS ルートファイルシステムへの移行時に、ダンプボリュームが自動的に作成されます。ダンプボリュームのデフォルトサイズが小さすぎる場合には、ほとんどの場合、ダンプボリュームのサイズを調整するだけですみます。たとえば、大量のメモリーが搭載されたシステムでは、次のようにダンプボリュームのサイズを 40G バイトに増やします。

```
# zfs set volsize=40G rpool/dump
```

大きなサイズのダンプボリュームのサイズ変更処理には、長い時間がかかる可能性があります。

何らかの理由で、ダンプデバイスを手動で作成したあとでそのデバイスを有効化する必要がある場合には、次のような構文を使用します。

```
# dumpadm -d /dev/zvol/dsk/rpool/dump
Dump content: kernel pages
Dump device: /dev/zvol/dsk/rpool/dump (dedicated)
Savecore directory: /var/crash/t2000
Savecore enabled: yes
```

- 128G バイト以上のメモリーが搭載されたシステムでは、デフォルトで作成されるダンプデバイスよりも大きいダンプデバイスが必要となります。ダンプデバイスが小さすぎて既存のクラッシュダンプを取得できない場合には、次のようなメッセージが表示されます。

```
# dumpadm -d /dev/zvol/dsk/rpool/dump
dumpadm: dump device /dev/zvol/dsk/rpool/dump is too small to hold a system dump
dump size 36255432704 bytes, device size 34359738368 bytes
```

スワップデバイスやダンプデバイスのサイジングについては、『[Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム](#)』の「スワップ空間の計画」を参照してください。

- 現在のところ、複数の最上位デバイスを含むプールにダンプデバイスを追加することはできません。次のようなメッセージが表示されます。

```
# dumpadm -d /dev/zvol/dsk/datapool/dump
dump is not supported on device '/dev/zvol/dsk/datapool/dump': 'datapool' has multiple top level vdevs
```

ダンプデバイスは、最上位デバイスを複数持つことのできないルートプールに追加してください。

## ZFS ルートファイルシステムからのブート

SPARC システムと x86 システムの両方で、ブートアーカイブによる新しい形式のブート方法が使用されます。ブートアーカイブは、ブートに必要なファイルを含んだファイルシステムイメージです。ZFS ルートファイルシステムからシステムがブートされる際には、ブートアーカイブとカーネルファイルのパス名が、ブート用に選択されたルートファイルシステム内で解決されます。

インストールのためにシステムをブートする場合は、インストール処理の全体にわたって RAM ディスクがルートファイルシステムとして使用されます。

ZFS では、単一のルートファイルシステムではなくストレージプールがブートデバイス指定子で指定されるため、ZFS ファイルシステムからのブートは UFS ファイルシステムからのブートとは異なります。ストレージプールには、複数の「ブート可能なデータセット」または ZFS ルートファイルシステムが含まれている場合があります。ZFS からブートする場合は、ブートデバイスと、ブートデバイスによって指定されたプール内のルートファイルシステムを指定する必要があります。

デフォルトでは、プールの `bootfs` プロパティで指定されているデータセットが、ブート用に選択されます。別のブート可能データセットを `boot -z` コマンドに指定することで、このデフォルトの選択を無効にできます。

## ミラー化された ZFS ルートプールの代替ディスクからブートする

ミラー化された ZFS ルートプールは、システムのインストール時に作成するか、インストール後にディスクを接続することによって作成することができます。詳細については、次のトピックを参照してください。

- [116 ページの「ZFS ルートファイルシステムのインストール \(Oracle Solaris 初期インストール\)」](#)
- [123 ページの「ミラー化された ZFS ルートプールを作成する方法 \(インストール後\)」](#)

ミラー化された ZFS ルートプールに関して、次に示す既知の問題を確認してください。

- `zpool replace` コマンドを使用してルートプールディスクを置き換える場合、`installboot` または `installgrub` コマンドを使用して、新しく置き換えられるディスクのブート情報をインストールする必要があります。初期インストール方法を使用して、ミラー化された ZFS ルートプールを作成するか、`zpool attach` コマンドを使用してディスクをルートプールに接続する場合、この手順は不要です。`installboot` および `installgrub` のコマンド構文は次のようになります。

- SPARC:

```
sparc# installboot -F zfs /usr/platform/'uname -i'/lib/fs/zfs/bootblk
```

- x86:

```
x86# installgrub /boot/grub/stage1 /boot/grub/stage2 /dev/rdisk/c0t1d0s0
```

- ミラー化された ZFS ルートプールのさまざまなデバイスからブートすることができます。ハードウェア構成によっては、別のブートデバイスを指定するには、PROM または BIOS の更新が必要になる場合があります。

たとえば、次のプール内のどちらかのディスク (c1t0d0s0 または c1t1d0s0) からブートできます。

```
# zpool status rpool
pool: rpool
state: ONLINE
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
rpool	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c1t0d0s0	ONLINE	0	0	0
c1t1d0s0	ONLINE	0	0	0

- SPARC: ok プロンプトで代替ディスクを指定します。例:

```
ok boot /pci@7c0/pci@0/pci@1/pci@0,2/LSILogic,sas@2/disk@0
```

システムがリブートしたら、アクティブなブートデバイスを確認します。例:

```
SPARC# prtconf -vp | grep bootpath
bootpath: '/pci@7c0/pci@0/pci@1/pci@0,2/LSILogic,sas@2/disk@0,0:a'
```

- x86: ミラー化された ZFS ルートプールの代替ディスクを、適切な BIOS メニューで選択します。

続いて、次のような構文を使って、代替ディスクからブートされていることを確認します。

```
x86# prtconf -v|sed -n '/bootpath/,/value/p'
name='bootpath' type=string items=1
value='/pci@0,0/pci8086,25f8@4/pci108e,286@0/disk@0,0:a'
```

## SPARC: ZFS ルートファイルシステムからブートする

複数の ZFS BE が存在する SPARC システムでは、luactivate コマンドを使用することによって、任意の BE からブートできます。

Oracle Solaris OS インストールおよび Live Upgrade の処理中に、デフォルトの ZFS ルートファイルシステムが bootfs プロパティーで自動的に指定されます。

ブート可能なデータセットがプール内に複数存在する場合があります。デフォルトでは、`/pool-name/boot/menu.lst` ファイルのブート可能データセットのエントリは、プールの `bootfs` プロパティで指定されます。ただし、`menu.lst` のエントリに `bootfs` コマンドを含めて、プールの代替データセットを指定することもできます。このように、`menu.lst` ファイルには、プール内の複数のルートファイルシステムに対応するエントリが含まれている場合があります。

システムを ZFS ルートファイルシステムでインストールするか、ZFS ルートファイルシステムに移行すると、次のようなエントリが `menu.lst` ファイルに追加されます。

```
title zfsBE
bootfs rpool/ROOT/zfsBE
title zfs2BE
bootfs rpool/ROOT/zfs2BE
```

新しい BE を作成すると、`menu.lst` ファイルが自動的に更新されます。

SPARC ベースのシステムでは、2つの ZFS ブートオプションを使用できます。

- その BE がアクティブになったあと、`boot -L` コマンドを使用して ZFS プール内のブート可能なデータセットのリストを表示できます。その後、ブート可能なデータセットの1つをリストで選択できます。そのデータセットをブートするための詳細な手順が表示されます。手順に従って、選択したデータセットをブートできます。
- `boot -Z dataset` コマンドを使用して、特定の ZFS データセットをブートできます。

#### 例 4-11 SPARC: 特定の ZFS ブート環境からブートする

システムのブートデバイス上の ZFS ストレージプールに複数の ZFS BE が存在する場合は、`luactivate` コマンドを使用してデフォルトの BE を指定できます。

たとえば、次の `lustatus` 出力では、2つの ZFS BE が使用可能なことを示しています。

```
# lustatus
Boot Environment      Is      Active Active   Can   Copy
Name                  Complete Now   On Reboot Delete Status
-----
zfsBE                  yes     no    no       yes   -
zfs2BE                 yes     yes   yes      no    -
```

SPARC システム上に ZFS BE が複数存在している場合、`boot -L` コマンドを使用すれば、デフォルト BE とは異なる BE からブートすることができます。ただし、`boot -L` セッションからブートされた BE がデフォルト BE としてリセットされることはなく、`bootfs` プロパティも更新されません。`boot -L` セッションからブートされた BE をデフォルト BE にするには、その BE を `luactivate` コマンドでアクティブにする必要があります。

例 4-11 SPARC: 特定の ZFS ブート環境からブートする (続き)

例:

```
ok boot -L
Rebooting with command: boot -L
Boot device: /pci@7c0/pci@0/pci@1/pci@0,2/LSILogic,sas@2/disk@0 File and args: -L

1 zfsBE
2 zfs2BE
Select environment to boot: [ 1 - 2 ]: 1
To boot the selected entry, invoke:
boot [<root-device>] -Z rpool/ROOT/zfsBE

Program terminated
ok boot -Z rpool/ROOT/zfsBE
```

例 4-12 SPARC: ZFS ファイルシステムをフェイルセーフモードでブートする

SPARC システムでは、`/platform/'uname -i'/failsafe` にあるフェイルセーフアーカイブから、次のようにブートできます。

```
ok boot -F failsafe
```

特定の ZFS ブート可能データセットのフェイルセーフアーカイブをブートするには、次のような構文を使用します。

```
ok boot -Z rpool/ROOT/zfsBE -F failsafe
```

## x86: ZFS ルートファイルシステムからブートする

Oracle Solaris OS インストール中または Live Upgrade 処理中に、ZFS を自動的にブートするための次のようなエントリが `/pool-name/boot/grub/menu.lst` ファイルに追加されます。

```
title Solaris 10 1/13 X86
findroot (rootfs0,0,a)
kernel$ /platform/i86pc/multiboot -B $ZFS-BOOTFS
module /platform/i86pc/boot_archive
title Solaris failsafe
findroot (rootfs0,0,a)
kernel /boot/multiboot kernel/unix -s -B console=ttya
module /boot/x86.miniroot-safe
```

GRUB によってブートデバイスとして識別されたデバイスに ZFS ストレージプールが含まれている場合、`menu.lst` ファイルを使用して GRUB メニューが作成されません。

複数の ZFS BE が存在する x86 システムでは、BE を GRUB メニューから選択できます。このメニューエントリに対応するルートファイルシステムが ZFS データセットである場合は、次のオプションが追加されます。

```
-B $ZFS-BOOTFS
```

例 4-13 x86: ZFS ファイルシステムをブートする

システムが ZFS ファイルシステムからブートするとき、ルートデバイスは -B \$ZFS-BOOTFS ブートパラメータによって指定されます。例:

```
title Solaris 10 1/13 X86
findroot (pool_rpool,0,a)
kernel /platform/i86pc/multiboot -B $ZFS-BOOTFS
module /platform/i86pc/boot_archive
title Solaris failsafe
findroot (pool_rpool,0,a)
kernel /boot/multiboot kernel/unix -s -B console=ttya
module /boot/x86.miniroot-safe
```

例 4-14 x86: ZFS ファイルシステムをフェイルセーフモードでブートする

x86 のフェイルセーフアーカイブは /boot/x86.miniroot-safe です。GRUB メニューで Solaris フェイルセーフエントリを選択することによってブートできます。例:

```
title Solaris failsafe
findroot (pool_rpool,0,a)
kernel /boot/multiboot kernel/unix -s -B console=ttya
module /boot/x86.miniroot-safe
```

## 正常なブートを妨げる ZFS マウントポイントの問題の解決 (Solaris 10 10/08)

アクティブなブート環境 (BE) を変更するための最適な方法は、`luactivate` コマンドを使用することです。不適切なパッチや構成エラーが原因でアクティブな BE のブートに失敗する場合、別の BE 環境からブートする唯一の方法は、ブート時にその環境を選択することです。SPARC ベースのシステム上の PROM から、または x86 ベースのシステム上の GRUB メニューから代替 BE を明示的にブートすることによって、代替 BE を選択できます。

Solaris 10 10/08 リリースの Live Upgrade のバグのため、アクティブでない BE 環境はブートに失敗する場合があります。これは、ブート環境の ZFS データセットまたはゾーンの ZFS データセットに無効なマウントポイントが含まれているためです。同じバグのため、BE に別の /var データセットがある場合は、BE をマウントすることもできなくなります。

ゾーンのデータセットに無効なマウントポイントが含まれている場合は、次の手順を実行してマウントポイントを修正することができます。

## ▼ ZFS マウントポイントの問題を解決する方法

- 1 フェイルセーフアーカイブからシステムをブートします。
- 2 プールをインポートします。

例:

```
# zpool import rpool
```

- 3 正しくない一時的なマウントポイントを探します。

例:

```
# zfs list -r -o name,mountpoint rpool/ROOT/s10up
```

NAME	MOUNTPOINT
rpool/ROOT/s10up	/.alt.tmp.b-VP.mnt/
rpool/ROOT/s10up/zones	/.alt.tmp.b-VP.mnt//zones
rpool/ROOT/s10up/zones/zonerootA	/.alt.tmp.b-VP.mnt/zones/zonerootA

ルート BE (rpool/ROOT/s10up) のマウントポイントは / となるべきです。

/var のマウントの問題が原因でブートに失敗する場合は、/var データセットについて同様に、正しくない一時的なマウントポイントを探します。

- 4 ZFS BE とそのデータセットのマウントポイントを設定しなおします。

例:

```
# zfs inherit -r mountpoint rpool/ROOT/s10up
# zfs set mountpoint=/ rpool/ROOT/s10up
```

- 5 システムをリブートします。

OpenBoot PROM プロンプトまたは GRUB メニューで、特定の BE をブートするオプションが表示されたら、マウントポイントが修正されたブート環境を選択します。

## ZFS ルート環境での回復のためのブート

失われた root パスワードやそれに似た問題から回復する目的でシステムをブートする必要がある場合は、次の手順を使用します。

エラーの深刻度に応じてフェイルセーフモードのブート、代替メディアからのブートのいずれかを行う必要があります。一般に、フェイルセーフモードをブートすれば、失われたか未知の root パスワードを回復することができます。

- 169 ページの「ZFS フェイルセーフモードをブートする方法」

- 169 ページの「代替メディアから ZFS をブートする方法」

ルートプールまたはルートプールのスナップショットを回復する必要がある場合は、170 ページの「ZFS ルートプールまたはルートプールのスナップショットを回復する」を参照してください。

## ▼ ZFS フェイルセーフモードをブートする方法

- 1 フェイルセーフモードをブートします。
  - SPARC ベースのシステムでは、`ok` プロンプトに次を入力します。
 

```
ok boot -F failsafe
```
  - x86 システムの場合、GRUB メニューからフェイルセーフモードを選択します。

- 2 プロンプトが表示されたら、**ZFS BE** を `/a` にマウントします。

```
.
.
.
ROOT/zfsBE was found on rpool.
Do you wish to have it mounted read-write on /a? [y,n,?] y
mounting rpool on /a
Starting shell.
```

- 3 `/a/etc` ディレクトリに移動します。
 

```
# cd /a/etc
```
- 4 必要であれば、**TERM** タイプを設定します。
 

```
# TERM=vt100
# export TERM
```
- 5 `passwd` または `shadow` ファイルを修正します。
 

```
# vi shadow
```
- 6 システムをリブートします。
 

```
# init 6
```

## ▼ 代替メディアから ZFS をブートする方法

システムの正常なブートを妨げる問題やその他の何らかの深刻な問題が発生した場合には、ネットワークインストールサーバーまたは Oracle Solaris インストール DVD からブートし、ルートプールをインポートし、ZFS BE をマウントし、問題の解決を試みる必要があります。

- 1 インストール DVD またはネットワークからブートします。

- SPARC - 次のいずれかのブート方法を選択します。

```
ok boot cdrom -s
ok boot net -s
```

-s オプションを使用しない場合は、インストールプログラムを終了する必要があります。

- x86 - ネットワークブートオプションまたはローカル DVD からのブートのいずれかを選択します。
- 2 ルートプールをインポートし、代替マウントポイントを指定します。例:  

```
# zpool import -R /a rpool
```
  - 3 ZFS BE をマウントします。例:  

```
# zfs mount rpool/ROOT/zfsBE
```
  - 4 /a ディレクトリから ZFS BE の内容にアクセスします。  

```
# cd /a
```
  - 5 システムをリブートします。  

```
# init 6
```

## ZFS ルートプールまたはルートプールのスナップショットを回復する

このセクションでは、次のタスクを実行する方法について説明します。

- 170 ページの「ZFS ルートプールのディスクを置き換える方法」
- 173 ページの「ルートプールのスナップショットを作成する方法」
- 175 ページの「ZFS ルートプールを再作成しルートプールのスナップショットを復元する方法」
- 176 ページの「フェイルセーフブートからルートプールのスナップショットをロールバックする方法」

### ▼ ZFS ルートプールのディスクを置き換える方法

次の理由により、ルートプールのディスクの置き換えが必要になることがあります。

- ルートプールが小さすぎるため、小さいディスクを大きいディスクに置き換えた

- ルートプールのディスクに障害が発生している。非冗長プールでディスクに障害が発生してシステムがブートしない場合は、DVD やネットワークなどの代替メディアからブートしたあとでルートプールのディスクを置き換える必要があります。

ミラー化ルートプール構成では、代替メディアからのブートを行わずにディスク交換を試みることができます。zpool replace コマンドを使用すれば、障害が発生したデバイスを置き換えることができます。あるいは追加ディスクがある場合には、zpool attach コマンドを使用できます。追加ディスクの接続やルートプールディスクの切り離しの例については、このセクションに含まれる手順を参照してください。

一部のハードウェアでは、故障したディスクを交換するための zpool replace 操作を試みる前に、ディスクをオフラインにして構成解除する必要があります。例:

```
# zpool offline rpool c1t0d0s0
# cfgadm -c unconfigure c1::disk/c1t0d0
<Physically remove failed disk c1t0d0>
<Physically insert replacement disk c1t0d0>
# cfgadm -c configure c1::disk/c1t0d0
# zpool replace rpool c1t0d0s0
# zpool online rpool c1t0d0s0
# zpool status rpool
<Let disk resilver before installing the boot blocks>
SPARC# installboot -F zfs /usr/platform/'uname -i'/Lib/fs/zfs/bootblk /dev/rdisk/c1t0d0s0
x86# installgrub /boot/grub/stage1 /boot/grub/stage2 /dev/rdisk/c1t9d0s0
```

一部のハードウェアでは、交換用ディスクの装着後にそのディスクをオンラインにしたり再構成を行ったりする必要があります。

交換用ディスクからのブートをテストできるように、また、交換用ディスクに障害が発生した場合に既存のディスクから手動でブートできるように、現在のディスクと新しいディスクのブートデバイスのパス名を特定する必要があります。次の手順の例では、現在のルートプールディスク (c1t10d0s0) のパス名は次のとおりです。

```
/pci@8,700000/pci@3/scsi@5/sd@a,0
```

交換用ブートディスク (c1t9d0s0) のパス名は次のとおりです。

```
/pci@8,700000/pci@3/scsi@5/sd@9,0
```

- 1 交換用ディスク (新しいディスク) を物理的に接続します。
- 2 新しいディスクに SMI ラベルが付けられていてスライス 0 があることを確認してください。  
ルートプールに使用するディスクのラベルを変更する方法については、次を参照してください。

- SPARC: 『Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム』の「ZFS ルートファイルシステム用のディスクを設定する方法」
- x86: 『Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム』の「ZFS ルートファイルシステム用のディスクを設定する方法」

### 3 新しいディスクをルートプールに接続します。

例:

```
# zpool attach rpool c1t10d0s0 c1t9d0s0
```

### 4 ルートプールのステータスを確認します。

例:

```
# zpool status rpool
pool: rpool
state: ONLINE
status: One or more devices is currently being resilvered. The pool will
        continue to function, possibly in a degraded state.
action: Wait for the resilver to complete.
scrub: resilver in progress, 25.47% done, 0h4m to go
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
rpool	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c1t10d0s0	ONLINE	0	0	0
c1t9d0s0	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

### 5 より小さいルートプールディスクをより大きいディスクに交換する場合は、プールの **autoexpand** プロパティを設定して、プールのサイズを拡張します。

既存の rpool プールサイズを判別します。

```
# zpool list rpool
NAME  SIZE  ALLOC  FREE  CAP  DEDUP  HEALTH  ALTROOT
rpool 29.8G  152K   29.7G  0%   1.00x  ONLINE  -
```

```
# zpool set autoexpand=on rpool
```

拡張した rpool プールサイズを確認します。

```
# zpool list rpool
NAME  SIZE  ALLOC  FREE  CAP  DEDUP  HEALTH  ALTROOT
rpool 279G  146K   279G  0%   1.00x  ONLINE  -
```

### 6 新しいディスクからブートできることを確認します。

たとえば、SPARC システムの場合、次のような構文を使用します。

```
ok boot /pci@8,700000/pci@3/scsi@5/sd@9,0
```

- 7 新しいディスクからシステムがブートした場合は、古いディスクを切り離します。  
例:  

```
# zpool detach rpool c1t10d0s0
```
- 8 デフォルトのブートデバイスをリセットすることによって、新しいディスクから自動的にブートするようシステムをセットアップします。
  - SPARC - eeprom コマンドまたは setenv コマンドを SPARC ブート PROM から使用します。
  - x86 - システム BIOS を再構成します。

## ▼ ルートプールのスナップショットを作成する方法

回復に利用できるようにルートプールのスナップショットを作成することができます。ルートプールのスナップショットを作成するための最適な方法は、ルートプールの再帰的なスナップショットを実行することです。

次の手順に従って、再帰的なルートプールスナップショットを作成し、そのスナップショットをリモートシステムでプール内のファイルおよびスナップショットとして保存します。ルートプールで障害が発生した場合には、NFS を使ってリモートデータセットをマウントし、そのスナップショットファイルを受信して作成し直したプール内に格納することができます。また、ルートプールスナップショットをリモートシステムのプール内の実際のスナップショットとして保存することもできます。修復対象のシステムを Oracle Solaris OS ミニルートからブートする一方で ssh を構成または rsh を使用する必要があるため、リモートシステムとのスナップショットの送受信は、やや複雑です。

ファイルまたはスナップショットとしてリモートに格納されたスナップショットの内容を確認することは、ルートプールを回復する際の重要なステップです。プールの構成が変更された場合や Solaris OS をアップグレードした場合など、定期的にいずれかの方法を使ってスナップショットを作成し直すべきです。

次の手順では、zfsBE ブート環境からシステムをブートします。

- 1 リモートシステム上で、スナップショットを格納するためのプールとファイルシステムを作成します。  
例:  

```
remote# zfs create rpool/snaps
```
- 2 ファイルシステムをローカルシステムと共有します。  
例:  

```
remote# zfs set sharenfs='rw=local-system,root=local-system' rpool/snaps
# share
```

```
-@rpool/snaps /rpool/snaps sec=sys,rw=local-system,root=local-system ""
```

### 3 ルートプールの再帰的なスナップショットを作成します。

```
local# zfs snapshot -r rpool@snap1
local# zfs list -r rpool
# NAME                                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
rpool                                  15.1G  119G   106K   /rpool
rpool@snap1                            0      -    106K   -
rpool/ROOT                              5.00G  119G   31K    legacy
rpool/ROOT@snap1                        0      -    31K    -
rpool/ROOT/zfsBE                        5.00G  119G   5.00G   /
rpool/ROOT/zfsBE@snap1                  0      -    5.00G   -
rpool/dump                              2.00G  120G   1.00G   -
rpool/dump@snap1                        0      -    1.00G   -
rpool/export                            63K    119G   32K    /export
rpool/export@snap1                      0      -    32K    -
rpool/export/home                       31K    119G   31K    /export/home
rpool/export/home@snap1                  0      -    31K    -
rpool/swap                              8.13G  123G   4.00G   -
rpool/swap@snap1                        0      -    4.00G   -
```

### 4 ルートプールのスナップショットをリモートシステムに送信します。

たとえば、ルートプールのスナップショットをファイルとしてリモートプールに送信するには、次のような構文を使用します。

```
local# zfs send -Rv rpool@snap1 > /net/remote-system/rpool/snaps/rpool.snap1
sending from @ to rpool@snap1
sending from @ to rpool/ROOT@snap1
sending from @ to rpool/ROOT/s10zfsBE@snap1
sending from @ to rpool/dump@snap1
sending from @ to rpool/export@snap1
sending from @ to rpool/export/home@snap1
sending from @ to rpool/swap@snap1
```

```
local# zfs send -Rv rpool@snap1 > /net/remote-system/rpool/snaps/rpool.snap1
sending from @ to rpool@snap1
sending from @ to rpool/export@snap1
sending from @ to rpool/export/home@snap1
sending from @ to rpool/ROOT@snap1
sending from @ to rpool/ROOT/zfsBE@snap1
sending from @ to rpool/dump@snap1
sending from @ to rpool/swap@snap1
```

ルートプールのスナップショットをスナップショットとしてリモートプールに送信するには、次のような構文を使用します。

```
local# zfs send -Rv rpool@snap1 | ssh remote-system zfs receive
-Fd -o canmount=off tank/snaps
sending from @ to rpool@snap1
sending from @ to rpool/export@snap1
sending from @ to rpool/export/home@snap1
sending from @ to rpool/ROOT@snap1
sending from @ to rpool/ROOT/zfsBE@snap1
sending from @ to rpool/dump@snap1
sending from @ to rpool/swap@snap1
```

## ▼ ZFS ルートプールを再作成しルートプールのスナップショットを復元する方法

この手順では、次の条件を前提としています。

- ZFS ルートプールを回復できない。
- ZFS ルートプールのスナップショットがリモートシステム上に保存されており、NFS で共有されている。

手順はすべてローカルシステム上で実行します。

### 1 インストールDVDまたはネットワークからブートします。

- SPARC - 次のいずれかのブート方法を選択します。

```
ok boot net -s
ok boot cdrom -s
```

-s オプションを使用しない場合は、インストールプログラムを終了する必要があります。

- x86 - DVD またはネットワークからブートするオプションを選択します。その後、インストールプログラムを終了します。

### 2 ルートプールのスナップショットをファイルとしてリモートシステムに送信した場合、リモートスナップショットファイルシステムをマウントします。

例:

```
# mount -F nfs remote-system:/rpool/snaps /mnt
```

ネットワークサービスを構成していない場合は、*remote-system* の IP アドレスを指定する必要があります。

### 3 ルートプールのディスクが置き換えられ、ZFS で使用可能なディスクラベルを含んでいない場合は、ディスクのラベルを変更する必要があります。

ディスクのラベルの変更の詳細は、次を参照してください。

- SPARC: 『Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム』の「ZFS ルートファイルシステム用のディスクを設定する方法」
- x86: 『Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム』の「ZFS ルートファイルシステム用のディスクを設定する方法」

### 4 ルートプールを再作成します。

例:

```
# zpool create -f -o failmode=continue -R /a -m legacy -o cachefile=
/etc/zfs/zpool.cache rpool c1t1d0s0
```

- 5 ルートプールのスナップショットを復元します。

この手順には時間がかかることがあります。例:

```
# cat /mnt/rpool.snap1 | zfs receive -Fdu rpool
```

-u オプションを使用すると、復元されたアーカイブは zfs receive 処理の完了時にマウントされません。

リモートシステムのパールに格納された実際のルートプールのスナップショットを復元するには、次のような構文を使用します。

```
# ssh remote-system zfs send -Rb tank/snaps/rpool@snap1 | zfs receive -F rpool
```

- 6 ルートプールのデータセットが復元されていることを確認します。

例:

```
# zfs list
```

- 7 ルートプールの BE に bootfs プロパティを設定します。

例:

```
# zpool set bootfs=rpool/ROOT/zfsBE rpool
```

- 8 新しいディスクにブートブロックをインストールします。

- SPARC:

```
# installboot -F zfs /usr/platform/'uname -i'/lib/fs/zfs/bootblk /dev/rdisk/c1t1d0s0
```

- x86:

```
# installgrub /boot/grub/stage1 /boot/grub/stage2 /dev/rdisk/c1t1d0s0
```

- 9 システムをリブートします。

```
# init 6
```

## ▼ フェイルセーフブートからルートプールのスナップショットをロールバックする方法

この手順では、ルートプールの既存のスナップショットを利用できることを前提としています。この例は、それらはローカルシステム上で使用可能となっています。

```
# zfs snapshot -r rpool@snap1
```

```
# zfs list -r rpool
```

NAME	USED	AVAIL	REFER	MOUNTPOINT
rpool	7.84G	59.1G	109K	/rpool
rpool@snap1	21K	-	106K	-
rpool/ROOT	4.78G	59.1G	31K	legacy
rpool/ROOT@snap1	0	-	31K	-
rpool/ROOT/s10zfsBE	4.78G	59.1G	4.76G	/

```

rpool/ROOT/s10zfsBE@snap1 15.6M - 4.75G -
rpool/dump 1.00G 59.1G 1.00G -
rpool/dump@snap1 16K - 1.00G -
rpool/export 99K 59.1G 32K /export
rpool/export@snap1 18K - 32K -
rpool/export/home 49K 59.1G 31K /export/home
rpool/export/home@snap1 18K - 31K -
rpool/swap 2.06G 61.2G 16K -
rpool/swap@snap1 0 - 16K -

```

- 1 システムをシャットダウンし、フェイルセーフモードでブートします。

```

ok boot -F failsafe
ROOT/zfsBE was found on rpool.
Do you wish to have it mounted read-write on /a? [y,n,?] y
mounting rpool on /a

Starting shell.

```

- 2 ルートプールの各スナップショットをロールバックします。

```

# zfs rollback rpool@snap1
# zfs rollback rpool/ROOT@snap1
# zfs rollback rpool/ROOT/s10zfsBE@snap1

```

- 3 リブートしてマルチユーザーモードにします。

```

# init 6

```



## Oracle Solaris ZFS ファイルシステムの管理

---

この章では、Oracle Solaris ZFS ファイルシステムの管理について詳しく説明します。ファイルシステムの階層レイアウト、プロパティが継承されること、およびマウントポイント管理および共有が自動的に行われることなどについて、それらの概念を説明しています。

この章は、次のセクションで構成されます。

- 179 ページの「ZFS ファイルシステムの管理 (概要)」
- 180 ページの「ZFS ファイルシステムの作成、破棄、および名前変更を行う」
- 183 ページの「ZFS のプロパティの概要」
- 197 ページの「ZFS ファイルシステムの情報のクエリー検索を行う」
- 200 ページの「ZFS プロパティを管理する」
- 205 ページの「ZFS ファイルシステムをマウントする」
- 210 ページの「ZFS ファイルシステムを共有および共有解除する」
- 212 ページの「ZFS の割り当て制限と予約を設定する」
- 218 ページの「ZFS ファイルシステムをアップグレードする」

### ZFS ファイルシステムの管理 (概要)

ZFS ファイルシステムは、ストレージプールの最上位に構築されます。ファイルシステムは動的に作成および破棄することができ、基礎となるディスク領域を割り当てたりフォーマットしたりする必要はありません。ファイルシステムが非常に軽量であることと、ZFS はファイルシステムに基づいて管理することから、作成されるファイルシステムの数が多くなる傾向があります。

ZFS ファイルシステムの管理には、`zfs` コマンドを使用します。`zfs` コマンドには、ファイルシステムに特定の操作を実行するために一連のサブコマンドが用意されています。この章では、これらのサブコマンドについて詳細に説明します。スナップショット、ボリューム、およびクローンもこのコマンドを使って管理しますが、これらの機能についてはこの章では簡単に取り上げるだけにとどめます。スナップショットおよびクロンの詳細については、[第 6 章「Oracle Solaris ZFS のス](#)

[ナップショットとクローンの操作](#) を参照してください。ZFS ボリュームの詳細については、[283 ページの「ZFS ボリューム」](#) を参照してください。

---

注- 「データセット」という用語は、この章ではファイルシステム、スナップショット、クローン、またはボリュームの総称として使用します。

---

## ZFS ファイルシステムの作成、破棄、および名前変更を行う

ZFS ファイルシステムは、`zfs create` および `zfs destroy` コマンドを使って作成および破棄できます。`zfs rename` コマンドを使用して、ZFS ファイルシステムの名前を変更できます。

- [180 ページの「ZFS ファイルシステムを作成する」](#)
- [181 ページの「ZFS ファイルシステムを破棄する」](#)
- [182 ページの「ZFS ファイルシステムの名前を変更する」](#)

### ZFS ファイルシステムを作成する

ZFS ファイルシステムの作成には、`zfs create` コマンドを使用します。`create` サブコマンドの引数は1つだけです。作成するファイルシステムの名前です。ファイルシステム名は、次のようにプール名から始まるパス名として指定します。

*pool-name/[filesystem-name/]filesystem-name*

パスのプール名と最初のファイルシステム名は、新規ファイルシステムを階層内のどこに作成するかを示しています。パスの最後にある名前は、作成するファイルシステムの名前です。ファイルシステム名は、[30 ページの「ZFS コンポーネントに名前を付けるときの規則」](#) の命名要件に従って付ける必要があります。

次の例では、`jeff` という名前のファイルシステムが `tank/home` ファイルシステムに作成されます。

```
# zfs create tank/home/jeff
```

新しく作成するファイルシステムが正常に作成されると、自動的にマウントされます。ファイルシステムは、デフォルトでは `create` サブコマンドのファイルシステム名に指定したパスを使って、`/dataset` としてマウントされます。この例では、新しく作成した `jeff` ファイルシステムは `/tank/home/jeff` にマウントされます。自動的に管理されるマウントポイントの詳細については、[205 ページの「ZFS マウントポイントを管理する」](#) を参照してください。

`zfs create` コマンドの詳細は、[zfs\(1M\)](#) を参照してください。

ファイルシステムの作成時にファイルシステムのプロパティーを設定できます。

次の例では、`tank/home` ファイルシステム用に `/export/zfs` というマウントポイントが作成されます。

```
# zfs create -o mountpoint=/export/zfs tank/home
```

ファイルシステムのプロパティーの詳細については、183 ページの「ZFS のプロパティーの概要」を参照してください。

## ZFS ファイルシステムを破棄する

ZFS ファイルシステムを破棄するには、`zfs destroy` コマンドを使用します。破棄されたファイルシステムは、マウントおよび共有が自動的に解除されます。自動的に管理されるマウントおよび共有の詳細については、206 ページの「自動マウントポイント」を参照してください。

次の例では、`tank/home/mark` ファイルシステムが破棄されます。

```
# zfs destroy tank/home/mark
```



注意-`destroy` サブコマンドでは、確認を求めるプロンプトは表示されません。慎重に使用してください。

破棄するファイルシステムがビジー状態でアンマウントできない場合、`zfs destroy` コマンドは失敗します。アクティブなファイルシステムを破棄する場合は、`-f` オプションを使用します。このオプションは慎重に使用してください。アクティブなファイルシステムのアンマウント、共有解除、および破棄も実行することができます。その場合はアプリケーションが予期しない動作をすることがあります。

```
# zfs destroy tank/home/matt
cannot unmount 'tank/home/matt': Device busy
```

```
# zfs destroy -f tank/home/matt
```

`zfs destroy` コマンドは、ファイルシステムに子孫が存在する場合にも失敗します。ファイルシステムとそのすべての子孫を再帰的に破棄するときは、`-r` オプションを使用します。再帰的な破棄を実行すると、スナップショットも破棄されるので、このオプションは慎重に使用してください。

```
# zfs destroy tank/ws
cannot destroy 'tank/ws': filesystem has children
use '-r' to destroy the following datasets:
tank/ws/jeff
tank/ws/bill
tank/ws/mark
# zfs destroy -r tank/ws
```

破棄するファイルシステムに間接的な依存関係が存在する場合は、再帰的な破棄コマンドでも失敗します。破棄する階層の外部に複製されたファイルシステムなど、すべての依存関係を強制的に破棄する場合は、`-R` オプションを使用する必要があります。このオプションは、慎重に使用してください。

```
# zfs destroy -r tank/home/eric
cannot destroy 'tank/home/eric': filesystem has dependent clones
use '-R' to destroy the following datasets:
tank//home/eric-clone
# zfs destroy -R tank/home/eric
```



注意 - `zfs destroy` コマンドの `-f`、`-r`、または `-R` オプションでは、確認を求めるプロンプトは表示されないため、これらのオプションは慎重に使用してください。

スナップショットおよびクローンの詳細については、第 6 章「Oracle Solaris ZFS のスナップショットとクローンの操作」を参照してください。

## ZFS ファイルシステムの名前を変更する

`zfs rename` コマンドを使用して、ファイルシステムの名前を変更できます。rename サブコマンドを使用すれば、次の操作を実行できます。

- ファイルシステムの名前を変更します。
- ZFS 階層内でファイルシステムの場所を移動します。
- ファイルシステムの名前を変更して、ZFS 階層内で場所を移動します。

次の例では、`rename` サブコマンドを使ってファイルシステムの名前を `eric` から `eric_old` に変更しています。

```
# zfs rename tank/home/eric tank/home/eric_old
```

次の例では、`zfs rename` を使用してファイルシステムの場所を移動する方法を示しています。

```
# zfs rename tank/home/mark tank/ws/mark
```

この例では、`mark` ファイルシステムの場所が `tank/home` から `tank/ws` に移動します。名前の変更を使ってファイルの場所を移動するときは、新しい場所は同じプールの中にする必要があります。新しいファイルシステムを格納するために十分なディスク領域が存在している必要があります。割り当て制限に達したなどの理由で新しい場所のディスク容量が不足していると、`rename` 操作は失敗します。

割り当て制限の詳細については、212 ページの「ZFS の割り当て制限と予約を設定する」を参照してください。

rename を実行すると、ファイルシステムおよび子孫のファイルシステム (存在する場合) をアンマウントして再マウントしようとする処理が行われます。アクティブなファイルシステムをアンマウントできない場合、rename コマンドは失敗します。この問題が発生した場合は、ファイルシステムを強制的にアンマウントする必要があります。

スナップショットの名前を変更する方法については、223 ページの「ZFS スナップショットの名前を変更する」を参照してください。

## ZFS のプロパティの概要

ファイルシステム、ボリューム、スナップショット、およびクローンの動作を制御するときには、主にプロパティというメカニズムを使用します。このセクションで定義されているプロパティは、ほかに説明のある場合を除いて、すべての種類のデータセットに適用されます。

- 192 ページの「ZFS の読み取り専用のネイティブプロパティ」
- 193 ページの「設定可能な ZFS ネイティブプロパティ」
- 196 ページの「ZFS ユーザープロパティ」

プロパティは、ネイティブプロパティとユーザー定義プロパティの 2 種類に分けられます。ネイティブプロパティは、内部の統計情報を提供するか、ZFS ファイルシステムの動作を制御します。また、ネイティブプロパティは設定可能なプロパティまたは読み取り専用のプロパティのどちらかです。ユーザープロパティは ZFS ファイルシステムの動作には影響しませんが、これらを使用すると、使用環境内で意味を持つようにデータセットに注釈を付けることができます。ユーザープロパティの詳細については、196 ページの「ZFS ユーザープロパティ」を参照してください。

設定可能なプロパティのほとんどは、継承可能なプロパティでもあります。継承可能なプロパティとは、親ファイルシステムに設定されるとそのすべての子孫に伝達されるプロパティのことです。

継承可能なプロパティには必ず、どのようにしてプロパティが取得されたかを示すソースが関連付けられています。プロパティのソースには、次の値が記述される可能性があります。

local	そのプロパティが <code>zfs set</code> コマンドを使用して明示的にデータセットに設定されたことを示しています。200 ページの「ZFS プロパティを設定する」を参照してください。
inherited from <i>dataset-name</i>	そのプロパティが、指定された祖先から継承されたことを示しています。
default	そのプロパティの値が、継承されたのでもローカルで設定されたのでもないことを示しています。こ

のソースは、このプロパティがソース `local` として設定された祖先が存在しないことを示しています。

次の表には、ZFS ファイルシステムの読み取り専用のネイティブプロパティと設定可能なネイティブプロパティの両方を示しています。読み取り専用のネイティブプロパティには、そのことを記載しています。この表に示すそれ以外のプロパティは、すべて設定可能なプロパティです。ユーザープロパティについては、[196 ページの「ZFS ユーザープロパティ」](#)を参照してください。

表 5-1 ZFS のネイティブプロパティの説明

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
<code>aclinherit</code>	文字列	<code>secure</code>	ファイルとディレクトリが作成されるときに ACL エントリをどのように継承するかを制御します。値は、 <code>discard</code> 、 <code>noallow</code> 、 <code>secure</code> 、および <code>passthrough</code> です。これらの値については、 <a href="#">247 ページの「ACL プロパティ」</a> を参照してください。
<code>aclmode</code>	文字列	<code>groupmask</code>	<code>chmod</code> を実行するときに ACL エントリをどのように変更するかを制御します。値は、 <code>discard</code> 、 <code>groupmask</code> 、および <code>passthrough</code> です。これらの値については、 <a href="#">247 ページの「ACL プロパティ」</a> を参照してください。
<code>atime</code>	ブール型	<code>on</code>	ファイルを読み取るときにファイルのアクセス時間を更新するかどうかを制御します。このプロパティをオフに設定すると、ファイルを読み取るときに書き込みトラフィックが生成されなくなるため、パフォーマンスが大幅に向上する可能性があります。ただし、メールプログラムなどのユーティリティーが予期しない動作をすることがあります。
<code>available</code>	数値	なし	読み取り専用プロパティ。ファイルシステムおよびそのすべての子を利用できるディスク容量を調べます。プール内でほかのアクティビティーが実行されていないことを前提とします。ディスク容量はプール内で共有されるため、プールの物理サイズ、割り当て制限、予約、プール内のほかのデータセットなどのさまざまな要因によって、利用できる容量が制限されることがあります。  このプロパティの省略名は <code>avail</code> です。  ディスク領域の計上の詳細については、 <a href="#">32 ページの「ZFS のディスク領域の計上」</a> を参照してください。

表 5-1 ZFS のネイティブプロパティの説明 (続き)

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
canmount	ブール型	on	<p>ファイルシステムが <code>zfs mount</code> コマンドを使ってマウントできるかどうかを制御します。このプロパティはどのファイルシステムにも設定可能で、プロパティ自体は継承可能ではありません。ただし、このプロパティを <code>off</code> に設定するとマウントポイントを子孫のファイルシステムに継承できますが、ファイルシステム自体がマウントされることはありません。</p> <p>詳細については、195 ページの「<code>canmount</code> プロパティ」を参照してください。</p>
checksum	文字列	on	<p>データの完全性を検証するために使用するチェックサムを制御します。デフォルト値は <code>on</code> で、適切なアルゴリズム (現在は <code>fletcher4</code>) が自動的に選択されます。値は、<code>on</code>、<code>off</code>、<code>fletcher2</code>、<code>fletcher4</code>、および <code>sha256</code> です。値を <code>off</code> にすると、ユーザーデータの完全性チェックが無効になります。値を <code>off</code> にすることは推奨されていません。</p>
compression	文字列	off	<p>データセットに対する圧縮を有効または無効にします。値は <code>on</code>、<code>off</code>、<code>lzjb</code>、<code>gzip</code>、および <code>gzip-N</code> です。現時点では、このプロパティを <code>lzjb</code>、<code>gzip</code>、または <code>gzip-N</code> に設定することは、このプロパティを <code>on</code> に設定することと同じ効果を持ちます。既存のデータを持つファイルシステムで <code>compression</code> を有効にした場合は、新しいデータのみが圧縮されます。既存のデータは圧縮されないまま残されます。</p> <p>このプロパティの省略名は <code>compress</code> です。</p>
compressratio	数値	なし	<p>読み取り専用プロパティ。データセットに適用された圧縮率を調べます。乗数で表現されます。<code>zfs set compression=on dataset</code> コマンドを使用すると、圧縮を有効にできます。</p> <p>値は、すべてのファイルの論理サイズおよび参照する物理データの量から計算されます。これには、<code>compression</code> プロパティを使用して明示的に圧縮されたデータセットも含まれます。</p>

表 5-1 ZFS のネイティブプロパティの説明 (続き)

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
<code>copies</code>	数値	1	ファイルシステムごとのユーザーデータのコピー数を設定します。使用できる値は1、2、または3です。これらのコピーは、プールレベルの冗長性を補うものです。ユーザーデータの複数のコピーで使用されるディスク領域は、対応するファイルとデータセットから取られるため、割り当て制限と予約にとって不利に働きます。また、複数のコピーを有効にすると、 <code>used</code> プロパティが更新されます。既存のファイルシステムでこのプロパティを変更しても、新たに書き出されるデータが影響を受けるだけなので、ファイルシステムの作成時にこのプロパティの設定を検討してください。
<code>creation</code>	文字列	なし	読み取り専用プロパティ。このデータセットが作成された日時を調べます。
<code>devices</code>	ブール型	on	ファイルシステム内のデバイスファイルを開くことができるかどうかを制御します。
<code>exec</code>	ブール型	on	ファイルシステムに含まれるプログラムの実行を許可するかどうかを制御します。 <code>off</code> に設定した場合は、 <code>PROT_EXEC</code> による <code>mmap(2)</code> 呼び出しも許可されません。
<code>mounted</code>	ブール型	なし	読み取り専用のプロパティ。ファイルシステム、クローン、またはスナップショットが現在マウントされているかどうかを調べます。このプロパティは、ボリュームには適用されません。値には <code>yes</code> または <code>no</code> を指定できます。
<code>mountpoint</code>	文字列	なし	このファイルシステムで使用されるマウントポイントを制御します。ファイルシステムの <code>mountpoint</code> プロパティを変更すると、そのマウントポイントを継承するファイルシステムおよびそのすべての子孫がアンマウントされます。新しい値が <code>legacy</code> の場合は、アンマウントされたままになります。それ以外のときは、プロパティの古い値が <code>legacy</code> または <code>none</code> だった場合、またはプロパティが変更される前にマウントされていた場合は、自動的に再マウントされます。また、共有されていたすべてのファイルシステムは、共有が解除されてから新しい場所で共有されます。  このプロパティの使用方法の詳細については、205 ページの「 <a href="#">ZFS マウントポイントを管理する</a> 」を参照してください。

表 5-1 ZFS のネイティブプロパティの説明 (続き)

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
primarycache	文字列	all	プライマリキャッシュ (ARC) にキャッシュされる内容を制御します。設定できる値は、all、none、および metadata です。all に設定すると、ユーザーデータとメタデータの両方がキャッシュされます。none に設定すると、ユーザーデータも、メタデータも、キャッシュされません。metadata に設定すると、メタデータのみがキャッシュされます。既存のファイルシステムでこれらのプロパティを設定した場合、これらのプロパティの値に基づいて、New I/O のみがキャッシュされます。一部のデータベース環境では、ユーザーデータをキャッシュしないほうが利点が得られることがあります。使用している環境にとってキャッシュプロパティの設定が適切かどうかを判断する必要があります。
origin	文字列	なし	複製されたファイルシステムまたはボリュームのための読み取り専用プロパティ。どのスナップショットからクローンが作成されたかを調べます。クローンが存在する場合には、-r や -f オプションを使用しても、作成元は破棄できません。  複製されていないファイルシステムの origin は none になります。
quota	数値(または none)	none	ファイルシステムおよびその子孫が消費できるディスク容量を制限します。このプロパティは、使用されるディスク容量に強い制限値を適用します。容量には、子孫(ファイルシステムやスナップショットを含む)が使用するすべての容量も含まれます。割り当てがすでに設定されているファイルシステムの子孫に割り当てを設定した場合は、祖先の割り当てはオーバーライドされずに、制限が追加されません。ボリュームには割り当て制限を設定できません。volsize プロパティが暗黙的な割り当て制限として機能します。  割り当て制限の設定については、213 ページの「ZFS ファイルシステムに割り当て制限を設定する」を参照してください。
readonly	ブール型	off	データセットを変更できるかどうかを制御します。on に設定すると、変更できなくなります。  このプロパティの省略名は rdonly です。

表 5-1 ZFS のネイティブプロパティの説明 (続き)

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
recordsize	数値	128K	<p>ファイルシステム内のファイルの推奨ブロックサイズを指定します。</p> <p>このプロパティの省略名は <code>recsize</code> です。詳細については、195 ページの「<code>recordsize</code> プロパティ」を参照してください。</p>
referenced	数値	なし	<p>データセットからアクセスできるデータの量を識別する読み取り専用プロパティであり、これはプール内のほかのデータセットとともに共有される場合と共有されない場合があります。</p> <p>スナップショットまたはクローンを作成したときには、それらの作成元のファイルシステムまたはスナップショットと同じディスク領域を最初は参照しています。内容が同じであるためです。</p> <p>このプロパティの省略名は <code>refer</code> です。</p>
refquota	数値 (または <code>none</code> )	<code>none</code>	<p>1つのデータセットが消費できるディスク容量を設定します。このプロパティにより、使用される容量に対して強い制限値が設定されます。この強い制限値には、スナップショットやクローンなどの下位データで使用されるディスク容量は含まれません。</p>
refreservation	数値 (または <code>none</code> )	<code>none</code>	<p>データセットに保証される最小ディスク容量を設定します。この容量には、スナップショットやクローンなどの子孫は含まれません。使用しているディスク容量がこの値を下回っているデータセットは、<code>refreservation</code> に指定された容量を使用していると見なされません。<code>refreservation</code> 予約は、親データセットが使用するディスク容量に計上されるので、親データセットの割り当て制限と予約を減らすこととなります。</p> <p><code>refreservation</code> を設定すると、スナップショットを作成できるのは、データセットの <code>referenced</code> の現在のバイト数を格納できる十分な空きプール領域が、この予約容量のほかに存在する場合だけになります。</p> <p>このプロパティの省略名は <code>refreserv</code> です。</p>

表 5-1 ZFS のネイティブプロパティの説明 (続き)

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
reservation	数値(または none)	none	<p>ファイルシステムおよびその子孫に保証される最小ディスク容量を設定します。使用しているディスク容量がこの値を下回っている場合、ファイルシステムは予約に指定された容量を使用しているように扱われます。予約は、親ファイルシステムのディスク容量に計上されるため、親ファイルシステムの割り当て制限と予約を減らすことになります。</p> <p>このプロパティの省略名は <code>reserv</code> です。</p> <p>詳細については、216 ページの「ZFS ファイルシステムに予約を設定する」を参照してください。</p>
secondarycache	文字列	all	<p>セカンダリキャッシュ (L2ARC) にキャッシュされる内容を制御します。設定できる値は、<code>all</code>、<code>none</code>、および <code>metadata</code> です。<code>all</code> に設定すると、ユーザーデータとメタデータの両方がキャッシュされます。<code>none</code> に設定すると、ユーザーデータも、メタデータも、キャッシュされません。<code>metadata</code> に設定すると、メタデータのみがキャッシュされます。</p>
setuid	ブール型	on	<p>ファイルシステムで <code>setuid</code> ビットを考慮するかどうかを制御します。</p>
shareiscsi	文字列	off	<p>ZFS ボリュームが iSCSI ターゲットとして共有されるかどうかを制御します。プロパティの値は <code>on</code>、<code>off</code>、および <code>type=disk</code> です。ファイルシステムに <code>shareiscsi=on</code> と設定して、そのファイルシステム内のすべての ZFS ボリュームがデフォルトで共有されるようにすることをお勧めします。ただし、このプロパティをファイルシステムに設定しても、直接的な効果は何も得られません。</p>

表 5-1 ZFS のネイティブプロパティの説明 (続き)

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
sharenfs	文字列	off	<p>ファイルシステムを NFS 経由で使用できるかどうか、およびどのオプションを使用するかを制御します。on に設定した場合は、zfs share コマンドがオプションなしで呼び出されます。それ以外の場合は、このプロパティの内容に対応するオプションを使って、zfs share コマンドが呼び出されます。off に設定した場合は、従来の share と unshare コマンド、および dfstab ファイルを使用してファイルシステムが管理されません。</p> <p>ZFS ファイルシステムの共有の詳細は、<a href="#">210 ページの「ZFS ファイルシステムを共有および共有解除する」</a>を参照してください。</p>
snapdir	文字列	hidden	<p>ファイルシステムのルートから .zfs ディレクトリを見えるようにするかどうかを制御します。スナップショットの使用方法については、<a href="#">219 ページの「ZFS スナップショットの概要」</a>を参照してください。</p>
type	文字列	なし	<p>読み取り専用プロパティ。データセットの種類を調べます。filesystem (ファイルシステムまたはクローン)、volume、または snapshot のいずれかになります。</p>
used	数値	なし	<p>読み取り専用プロパティ。データセットおよびそのすべての子孫が消費するディスク容量を調べます。</p> <p>詳細については、<a href="#">193 ページの「used プロパティ」</a>を参照してください。</p>
usedbychildren	数値	off	<p>このデータセットの子によって使用されるディスク領域の量を特定する読み取り専用プロパティ。この領域は、データセットのすべての子が破棄されると、解放されます。このプロパティの省略名は usedchild です。</p>
usedbydataset	数値	off	<p>データセット自体によって使用されるディスク領域の量を特定する読み取り専用プロパティ。この領域は、最初にあらゆるスナップショットが破棄されてから reservation 予約がすべて削除された後に、データセットが破棄されると、解放されます。プロパティの省略名は usedds です。</p>

表 5-1 ZFS のネイティブプロパティの説明 (続き)

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
usedbyreservation	数値	off	データセットに設定されている <code>reservation</code> によって使用されるディスク領域の量を特定する読み取り専用プロパティ。この領域は、 <code>reservation</code> が削除されると、解放されます。プロパティの省略名は <code>usedrefreserv</code> です。
usedbysnapshots	数値	off	データセットのスナップショットによって消費されるディスク領域の量を特定する読み取り専用プロパティ。特に、このディスク領域は、このデータセットのすべてのスナップショットが破棄されると、解放されます。この値はスナップショットの <code>used</code> プロパティの値を単純に合計した結果ではないことに注意してください。複数のスナップショットで共有されている容量も存在するためです。プロパティの省略名は <code>usedsnap</code> です。
version	数値	なし	ファイルシステムのディスク上バージョンを識別します。プールのバージョンとは無関係です。このプロパティは、サポートされるソフトウェアリリースから入手可能な最近のバージョンにしか設定できません。詳細については、 <code>zfs upgrade</code> コマンドを参照してください。
volsize	数値	なし	ボリュームの場合に、ボリュームの論理サイズを指定します。  詳細については、 <a href="#">196 ページの「volsize プロパティ」</a> を参照してください。
volblocksize	数値	8 KB	ボリュームの場合に、ボリュームのブロックサイズを指定します。ボリュームが書き込まれたあとに、ブロックサイズを変更することはできません。ブロックサイズはボリュームを作成するときに設定してください。ボリュームのデフォルトブロックサイズは、8K バイトです。512 バイトから 128K バイトの範囲で、任意の 2 の累乗を指定できます。  このプロパティの省略名は <code>volblock</code> です。

表 5-1 ZFS のネイティブプロパティの説明 (続き)

プロパティ名	種類	デフォルト値	説明
zoned	ブール型	なし	<p>ファイルシステムが非大域ゾーンに追加されているかどうかを指定します。このプロパティが設定されている場合、そのマウントポイントは大域ゾーンで考慮されません。ZFSでは、このようなファイルシステムを要求されても、マウントすることはできません。ゾーンを最初にインストールしたときには、追加されたすべてのファイルシステムにこのプロパティが設定されます。</p> <p>ゾーンがインストールされている環境でZFSを使用する方法の詳細については、<a href="#">286 ページ</a>の「<a href="#">ゾーンがインストールされている Solaris システムでZFSを使用する</a>」を参照してください。</p>
xattr	ブール型	on	このファイルシステムの拡張属性を有効(on)、無効(off)のいずれにするかを示します。

## ZFS の読み取り専用のネイティブプロパティ

読み取り専用のネイティブプロパティは、取得はできますが設定はできません。読み取り専用のネイティブプロパティは継承されません。一部のネイティブプロパティは、特定の種類のデータセットに固有です。このような場合は、データセットの種類について、[表 5-1](#)の説明の中で記載しています。

読み取り専用のネイティブプロパティをここに示します。説明は、[表 5-1](#)を参照してください。

- available
- compressratio
- creation
- mounted
- origin
- referenced
- type
- used
  - 詳細については、[193 ページ](#)の「[used プロパティ](#)」を参照してください。
- usedbychildren
- usedbydataset
- usedbyrefreservation

- `usedbysnapshots`

`used`、`referenced`、`available` プロパティなど、ディスク領域の計上の詳細については、[32 ページの「ZFS のディスク領域の計上」](#)を参照してください。

## used プロパティ

`used` プロパティは読み取り専用のプロパティであり、このデータセットとそのすべての子孫が消費するディスク容量を特定します。この値は、データの割り当て制限および予約を対象にして確認されます。使用されるディスク領域にデータセットの予約は含まれませんが、子孫のデータセットがある場合はそれらの予約も考慮されます。データセットがその親から継承して消費するディスク容量、およびデータセットが再帰的に破棄されるときに解放されるディスク容量は、使用済み領域および予約の中で大きな割合を占めます。

スナップショットを作成したときは、それらのディスク領域は最初はスナップショットとファイルシステムの間で共有されます。それまでに作成したスナップショットと領域が共有されることもあります。ファイルシステムが変化していくにつれて、それまで共有されていたディスク領域がスナップショット固有になり、スナップショットが使用する領域に計上されます。スナップショットが使用するディスク領域には、その固有データが計上されます。また、スナップショットを削除すると、ほかのスナップショットに固有の（および使用される）ディスク容量を増やすことができます。スナップショットと領域の詳細については、[33 ページの「領域が不足した場合の動作」](#)を参照してください。

使用済み、使用可能、参照済みの各ディスク容量には、保留状態の変更は含まれません。保留状態の変更は通常、数秒以内に計上されます。`fsync(3c)` や `O_SYNC` 関数を使用してディスクへの変更をコミットしても、ディスク領域の使用状況の情報がすぐに更新されることが保証されているわけではありません。

`usedbychildren`、`usedbydataset`、`usedbyreservation`、および `usedbysnapshots` プロパティの情報は、`zfs list -o space` コマンドを使用して表示することができます。これらのプロパティを使用して、`used` プロパティを、子孫によって消費されるディスク領域に分解することができます。詳細は、[表 5-1](#)を参照してください。

## 設定可能な ZFS ネイティブプロパティ

設定可能なネイティブプロパティとは、値の取得および設定ができるプロパティのことです。設定可能なネイティブプロパティは、`zfs set` コマンド（説明は [200 ページの「ZFS プロパティを設定する」](#)を参照）または `zfs create` コマンド（説明は [180 ページの「ZFS ファイルシステムを作成する」](#)を参照）を使って設定します。設定可能なネイティブプロパティは、割り当て制限と予約を除いて継承されます。割り当て制限と予約の詳細については、[212 ページの「ZFS の割り当て制限と予約を設定する」](#)を参照してください。

一部の設定可能なネイティブプロパティは、特定の種類のデータセットに固有です。このような場合は、データセットの種類について、表 5-1 の説明の中で記載しています。特に記載している場合を除いて、プロパティはすべての種類のデータセットに適用されます。つまり、ファイルシステム、ボリューム、クローン、およびスナップショットに適用されます。

次のプロパティは設定可能です。説明は、表 5-1 を参照してください。

- `aclinherit`  
詳細については、247 ページの「ACL プロパティ」を参照してください。
- `aclmode`  
詳細については、247 ページの「ACL プロパティ」を参照してください。
- `atime`
- `canmount`
- `checksum`
- `compression`
- `copies`
- `devices`
- `exec`
- `mountpoint`
- `primarycache`
- `quota`
- `readonly`
- `recordsize`  
詳細については、195 ページの「recordsize プロパティ」を参照してください。
- `refquota`
- `refreservation`
- `reservation`
- `secondarycache`
- `shareiscsi`
- `setuid`
- `snapdir`
- `version`
- `volsize`  
詳細については、196 ページの「volsize プロパティ」を参照してください。

- volblocksize
- zoned
- xattr

## canmount プロパティ

canmount プロパティを off に設定した場合は、zfs mount または zfs mount -a コマンドを使ってファイルシステムをマウントすることはできません。このプロパティを off に設定する場合は、mountpoint プロパティを none に設定する場合に似ていますが、継承可能な通常の mountpoint プロパティをファイルシステムが引き続き保持する点が異なります。たとえば、このプロパティを off に設定して、子孫のファイルシステム用に継承可能なプロパティを確立できますが、親ファイルシステム自体がマウントされることもなければ、ユーザーがそれにアクセスすることもできません。この場合、親のファイルシステムは「コンテナ」の役目を果たしているため、そのコンテナにプロパティを設定することはできませんが、コンテナ自体にはアクセスできません。

次の例では、userpool が作成され、その canmount プロパティが off に設定されます。子孫のユーザーファイルシステムのマウントポイントは、1つの共通したマウントポイント /export/home に設定されます。親のファイルシステムに設定されたプロパティは子孫のファイルシステムに継承されますが、親のファイルシステム自体がマウントされることはありません。

```
# zpool create userpool mirror c0t5d0 c1t6d0
# zfs set canmount=off userpool
# zfs set mountpoint=/export/home userpool
# zfs set compression=on userpool
# zfs create userpool/user1
# zfs create userpool/user2
# zfs mount
userpool/user1          /export/home/user1
userpool/user2          /export/home/user2
```

## recordsize プロパティ

recordsize プロパティは、ファイルシステムに格納するファイルの推奨ブロックサイズを指定します。

このプロパティは、レコードサイズが固定されているファイルにアクセスするデータベースワークロードだけで使用するよう設計されています。ZFSでは、標準的なアクセスパターンに最適化された内部アルゴリズムに従って、ブロックサイズが自動的に調整されます。作成されるファイルのサイズが大きく、それらのファイルにさまざまなパターンの小さなブロック単位でアクセスするデータベースの場合には、このようなアルゴリズムが最適でないことがあります。recordsize にデータベースのレコードサイズ以上の値を設定すると、パフォーマンスが大きく向上することがあります。このプロパティを汎用目的のファイルシステムに使用することは、パフォーマンスが低下する可能性があるため、できるだけ避けてください。指

定するサイズは、512バイト - 128Kバイトの2の累乗にしてください。ファイルシステムの `recordsize` 値を変更した場合、そのあとに作成されたファイルだけに適用されます。既存のファイルには適用されません。

このプロパティの省略名は `recsize` です。

## volsize プロパティ

`volsize` プロパティはボリュームの論理サイズを指定します。デフォルトでは、ボリュームを作成するときに、同じ容量の予約が設定されます。`volsize` への変更があった場合には、予約にも同様の変更が反映されます。これらのチェックは、予期しない動作が起きないようにするために使用されます。ボリュームで使用できる容量が指定した容量より少ない場合には、ボリュームがどのように使用されるかによって異なりますが、定義されていない動作が実行されたりデータが破損したりする可能性があります。このような影響は、ボリュームの使用中にボリュームサイズを変更した場合にも発生することがあります。特に、サイズを縮小した場合にはその可能性が高くなります。ボリュームサイズを調整するときは、特に注意してください。

推奨される方法ではありませんが、`zfs create -V` に `-s` フラグを指定するか、またはボリュームの作成後に予約を変更すると、疎ボリュームを作成できます。「疎ボリューム」とは、予約がボリュームサイズと等しくないボリュームのことです。疎ボリュームの場合、`volsize` を変更しても予約には反映されません。

ボリュームの使用方法の詳細については、[283 ページの「ZFS ボリューム」](#)を参照してください。

## ZFS ユーザープロパティ

ZFS は、ネイティブプロパティに加えて、任意のユーザープロパティもサポートします。ユーザープロパティは ZFS の動作には影響しませんが、これらを使用すると、使用環境内で意味のある情報をデータセットに注釈として付けることができます。

ユーザープロパティの名前は、次の規則に適合している必要があります。

- ネイティブプロパティと区別するためのコロン(:)を含んでいる必要がある。
- 小文字の英字、数字、または次の句読文字を含んでいる必要がある。「:」、「+」、「.」、「\_」。
- ユーザープロパティ名の最大長は、256 文字である。

想定されている規則では、プロパティ名は次の2つの部分に分割しますが、この名前空間は ZFS によって強制されているものではありません。

`module:property`

ユーザープロパティをプログラムで使用する場合、プロパティ名の *module* コンポーネントには、逆順にした DNS ドメイン名を使用してください。これは、それぞれ単独で開発された 2 つのパッケージが、異なる目的で同じプロパティ名を使用する可能性を減らすためです。com.oracle. で始まるプロパティ名は、Oracle Corporation が使用するために予約されています。

ユーザープロパティの値は次の規則に準拠する必要があります。

- 常に継承され、決して検証されることのない任意の文字列から構成されている必要がある。
- ユーザープロパティ値の最大長は、1024 文字である。

例:

```
# zfs set dept:users=finance userpool/user1
# zfs set dept:users=general userpool/user2
# zfs set dept:users=itops userpool/user3
```

プロパティを処理するコマンド (zfs list、zfs get、zfs set など) はすべて、ネイティブプロパティとユーザープロパティの両方の操作に使用できます。

例:

```
zfs get -r dept:users userpool
NAME          PROPERTY  VALUE          SOURCE
userpool      dept:users all            local
userpool/user1 dept:users finance      local
userpool/user2 dept:users general    local
userpool/user3 dept:users itops       local
```

ユーザープロパティを消去するには、zfs inherit コマンドを使用します。例:

```
# zfs inherit -r dept:users userpool
```

プロパティがどの親のデータセットにも定義されていない場合は、完全に削除されます。

## ZFS ファイルシステムの情報のクエリー検索を行う

zfs list コマンドを使って、データセット情報を表示してクエリー検索を行うことができます。さらに、必要に応じてその操作を拡張することができます。このセクションでは、基本的なクエリーと複雑なクエリーについて説明します。

### 基本的な ZFS 情報を表示する

zfs list コマンドをオプションなしで使用すると、基本的なデータセット情報を表示できます。このコマンドでは、システム上のすべてのデータセットの名前と、そ

これらの `used`、`available`、`referenced`、および `mountpoint` プロパティーの値が表示されます。これらのプロパティーの詳細については、183 ページの「ZFS のプロパティーの概要」を参照してください。

例:

```
# zfs list
users                2.00G 64.9G   32K /users
users/home           2.00G 64.9G   35K /users/home
users/home/cindy     548K 64.9G   548K /users/home/cindy
users/home/mark      1.00G 64.9G   1.00G /users/home/mark
users/home/neil      1.00G 64.9G   1.00G /users/home/neil
```

このコマンドを使用するときに、コマンド行にデータセット名を指定すれば、特定のデータセットを表示することもできます。また、`-r` オプションを使って、そのデータセットのすべての子孫を再帰的に表示することもできます。例:

```
# zfs list -t all -r users/home/mark
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
users/home/mark     1.00G 64.9G  1.00G  /users/home/mark
users/home/mark@yesterday  0      -    1.00G  -
users/home/mark@today   0      -    1.00G  -
```

`zfs list` コマンドは、ファイルシステムのマウントポイントとともに使用することができます。例:

```
# zfs list /user/home/mark
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
users/home/mark     1.00G 64.9G  1.00G  /users/home/mark
```

次の例は、`tank/home/gina` およびそのすべての子孫ファイルシステムの基本情報を表示する方法を示しています。

```
# zfs list -r users/home/gina
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
users/home/gina     2.00G 62.9G   32K /users/home/gina
users/home/gina/projects  2.00G 62.9G   33K /users/home/gina/projects
users/home/gina/projects/fs1  1.00G 62.9G   1.00G /users/home/gina/projects/fs1
users/home/gina/projects/fs2  1.00G 62.9G   1.00G /users/home/gina/projects/fs2
```

`zfs list` コマンドの追加情報については、[zfs\(1M\)](#) を参照してください。

## 複雑な ZFS クエリーを作成する

`-o`、`-t`、および `-H` オプションを使用して、`zfs list` の出力をカスタマイズすることができます。

`-o` オプションと必要なプロパティーのコンマ区切りのリストを使用すれば、プロパティー値の出力をカスタマイズできます。任意のデータセットプロパティーを有効な引数として指定できます。サポートされているすべてのデータセットプロパ

ティーのリストは、183 ページの「ZFS のプロパティーの概要」を参照してください。また、定義されているプロパティー以外に、`-o` オプションのリストにリテラル `name` を指定すれば、出力にデータセットの名前が表示されるはずですが、

次の例では、`zfs list` と一緒に `sharenfs` と `mountpoint` プロパティー値を使用して、データセット名を表示しています。

```
# zfs list -r -o name,sharenfs,mountpoint users/home
NAME                                SHARENFS  MOUNTPOINT
users/home                          on        /users/home
users/home/cindy                    on        /users/home/cindy
users/home/gina                     on        /users/home/gina
users/home/gina/projects            on        /users/home/gina/projects
users/home/gina/projects/fs1        on        /users/home/gina/projects/fs1
users/home/gina/projects/fs2        on        /users/home/gina/projects/fs2
users/home/mark                     on        /users/home/mark
users/home/neil                     on        /users/home/neil
```

`-t` オプションを使用すれば、表示するデータセットの種類を指定できます。次の表は、有効な種類について説明しています。

表 5-2 ZFS オブジェクトの種類

種類	説明
filesystem	ファイルシステムとクローン
volume	ボリューム
share	ファイルシステム共有
snapshot	スナップショット

`-t` オプションには、表示するデータセットの種類をコンマ区切りのリストとして指定します。次の例では、`-t` オプションと `-o` オプションを同時に使用して、すべてのファイルシステムの名前と `used` プロパティーを表示しています。

```
# zfs list -r -t filesystem -o name,used users/home
NAME                                USED
users/home                          4.00G
users/home/cindy                    548K
users/home/gina                     2.00G
users/home/gina/projects            2.00G
users/home/gina/projects/fs1        1.00G
users/home/gina/projects/fs2        1.00G
users/home/mark                     1.00G
users/home/neil                     1.00G
```

`-H` オプションを使用すると、生成される出力から `zfs list` ヘッダーを省略できます。`-H` オプションを使用した場合、空白はすべてタブ文字で置き換えられます。このオプションは、スクリプトで使えるようにする場合など、解析しやすい出力を必要とするときに利用できます。次の例では、`zfs list` コマンドと `-H` オプションを使用して生成される出力を示しています。

```
# zfs list -r -H -o name users/home
users/home
users/home/cindy
users/home/gina
users/home/gina/projects
users/home/gina/projects/fs1
users/home/gina/projects/fs2
users/home/mark
users/home/neil
```

## ZFS プロパティを管理する

データセットプロパティの管理には、zfs コマンドの `set`、`inherit`、および `get` サブコマンドを使用します。

- 200 ページの「ZFS プロパティを設定する」
- 201 ページの「ZFS プロパティを継承する」
- 202 ページの「ZFS プロパティのクエリー検索を行う」

## ZFS プロパティを設定する

`zfs set` コマンドを使用して、任意の設定可能なデータセットプロパティを変更できます。あるいは、`zfs create` コマンドを使用して、データセットの作成時にプロパティを設定できます。設定可能なデータセットプロパティのリストは、[193 ページの「設定可能な ZFS ネイティブプロパティ」](#)を参照してください。

`zfs set` コマンドには、`property=value` の形式のプロパティ/値のシーケンスを指定したあと、続けてデータセット名を指定します。各 `zfs set` 呼び出しで設定または変更できるプロパティは、1つだけです。

次の例では、`tank/home` の `atime` プロパティを `off` に設定しています。

```
# zfs set atime=off tank/home
```

また、どのファイルシステムプロパティもファイルシステムの作成時に設定できません。例:

```
# zfs create -o atime=off tank/home
```

数値プロパティ値を指定する際には、理解が容易な次の接尾辞を使用できます(サイズの小さい順): `BKMGTPeZ`。これらのすべての接尾辞のあとに、オプションの `b` (バイト) を続けて指定することができます。ただし、`B` 接尾辞のあとには指定できません。もともとバイトを表しているためです。次の例にある 4 つの `zfs set` 呼び出しは、すべて同じ数値を表現しています。つまり、`users/home/mark` ファイルシステムの `quota` プロパティに 20G バイトの値を設定しています。

```
# zfs set quota=20G users/home/mark
# zfs set quota=20g users/home/mark
# zfs set quota=20GB users/home/mark
# zfs set quota=20gb users/home/mark
```

使用率が100%のファイルシステムにプロパティを設定しようとする、次のようなメッセージが表示されます。

```
# zfs set quota=20gb users/home/mark
cannot set property for '/users/home/mark': out of space
```

数値でないプロパティの値では、大文字と小文字が区別されるので、小文字を使用する必要があります。ただし、mountpoint および sharenfs は例外です。これらのプロパティの値には、大文字と小文字を混在させることができます。

zfs set コマンドの詳細については、[zfs\(1M\)](#) を参照してください。

## ZFS プロパティを継承する

割り当て制限と予約を除いて、すべての設定可能なプロパティは、親ファイルシステムから値を継承します。ただし、子孫ファイルシステムに対して割り当て制限または予約が明示的に設定されている場合は継承されません。継承するプロパティについて、明示的な値が祖先に設定されていない場合は、プロパティのデフォルト値が使用されます。zfs inherit コマンドを使用して、プロパティ値を消去できます。その場合は、親ファイルシステムの値を継承することになります。

次の例では、zfs set コマンドを使用して tank/home/jeff ファイルシステムの圧縮を有効にしています。次に、zfs inherit を使用して、compression プロパティをクリアしています。この結果、このプロパティはデフォルト値の off を継承します。home と tank の compression プロパティはローカルに設定されていないため、デフォルト値が使用されます。圧縮が両方とも有効になっていた場合は、すぐ上の祖先(この例では home)に設定されている値が使用されます。

```
# zfs set compression=on tank/home/jeff
# zfs get -r compression tank/home
NAME                PROPERTY  VALUE    SOURCE
tank/home            compression off      default
tank/home/eric       compression off      default
tank/home/eric@today compression -        -
tank/home/jeff       compression on       local
# zfs inherit compression tank/home/jeff
# zfs get -r compression tank/home
NAME                PROPERTY  VALUE    SOURCE
tank/home            compression off      default
tank/home/eric       compression off      default
tank/home/eric@today compression -        -
tank/home/jeff       compression off      default
```

-r オプションを指定すると、inherit サブコマンドが再帰的に適用されます。次の例では、このコマンドによって、compression プロパティの値が tank/home およびそのすべての子孫に継承されます。

```
# zfs inherit -r compression tank/home
```

注 `--r` オプションを使用すると、すべての子孫のファイルシステムに割り当てられている現在のプロパティ設定が消去されることに注意してください。

`zfs inherit` コマンドの詳細は、[zfs\(1M\)](#) を参照してください。

## ZFS プロパティのクエリー検索を行う

プロパティ値のクエリー検索を行うもっとも簡単な方法は、`zfs list` コマンドを使用することです。詳細については、[197 ページの「基本的な ZFS 情報を表示する」](#)を参照してください。ただし、複雑なクエリーを使用する場合およびスクリプトで使用する場合は、より詳細な情報をカスタマイズした書式で渡すために `zfs get` コマンドを使用します。

`zfs get` コマンドを使用して、任意のデータセットプロパティを取得できます。次の例は、データセット上の1つのプロパティ値を取得する方法を示しています。

```
# zfs get checksum tank/ws
NAME          PROPERTY      VALUE      SOURCE
tank/ws      checksum      on         default
```

4 番目の列 `SOURCE` は、このプロパティ値の起点を示します。次の表は、表示される可能性のあるソース値を定義したものです。

表 5-3 出力される可能性のある SOURCE 値 (zfs get コマンド)

ソース値	説明
default	このプロパティ値は、このデータセットまたはその祖先(存在する場合)で明示的に設定されたことが一度もありません。このプロパティのデフォルト値が使用されています。
inherited from <i>dataset-name</i>	このプロパティ値は、 <i>dataset-name</i> に指定されている親データセットから継承されます。
local	このプロパティ値は、 <code>zfs set</code> を使って、このデータセットに明示的に設定されました。
temporary	このプロパティ値は、 <code>zfs mount -o</code> オプションを使って設定され、マウントの有効期間だけ有効です。一時的なマウントプロパティの詳細については、 <a href="#">209 ページの「一時的なマウントプロパティを使用する」</a> を参照してください。
-(なし)	このプロパティは読み取り専用です。値は ZFS によって生成されます。

特殊キーワード `all` を使って、すべてのデータセットプロパティ値を取得できます。 `all` キーワードの使用例を次に示します。

注 - Oracle Solaris 10 リリースでは Oracle Solaris SMB サービスがサポートされていないため、Oracle Solaris 10 リリースの `casesensitivity`、`nbmand`、`normalization`、`sharesmb`、`utf8only`、および `vscan` プロパティは完全には機能しません。

```
# zfs get all tank/home
NAME      PROPERTY          VALUE              SOURCE
tank/home type              filesystem         -
tank/home creation        Mon Dec 3 13:10 2012 -
tank/home used          291K              -
tank/home available   58.7G            -
tank/home referenced   291K              -
tank/home compressratio 1.00x            -
tank/home mounted     yes               -
tank/home quota        none              default
tank/home reservation none              default
tank/home recordsize   128K              default
tank/home mountpoint   /tank/home       default
tank/home sharenfs     off               default
tank/home checksum    on                default
tank/home compression  off               default
tank/home atime        on                default
tank/home devices      on                default
tank/home exec          on                default
tank/home setuid        on                default
tank/home readonly    off               default
tank/home zoned         off               default
tank/home snapdir     hidden            default
tank/home aclmode      discard           default
tank/home aclinherit   restricted        default
tank/home canmount     on                default
tank/home shareiscsi   off               default
tank/home xattr        on                default
tank/home copies       1                 default
tank/home version      5                 -
tank/home utf8only     off               -
tank/home normalization none              -
tank/home casesensitivity mixed             -
tank/home vscan        off               default
tank/home nbmand        off               default
tank/home sharesmb     off               default
tank/home refquota     none              default
tank/home refreservation none              default
tank/home primarycache all                default
tank/home secondarycache all                default
tank/home usedbysnapshots 0                  -
tank/home usedbydataset  291K              -
tank/home usedbychildren 0                  -
tank/home usedbyrefreservation 0                  -
tank/home logbias      latency           default
tank/home sync          standard          default
```

```
tank/home rekeydate - default
tank/home rstchown on default
```

`zfs get` に `-s` オプションを使用すると、表示するプロパティをソースの種類ごとに指定できます。このオプションには、必要なソースの種類をコンマ区切りのリストとして指定します。指定したソースの種類のプロパティだけが表示されます。有効なソースの種類は、`local`、`default`、`inherited`、`temporary`、および `none` です。次の例では、`tank/ws` 上にローカルに設定されているすべてのプロパティを表示しています。

```
# zfs get -s local all tank/ws
NAME      PROPERTY      VALUE      SOURCE
tank/ws   compression   on         local
```

前述のどのオプションの場合にも、`-r` オプションを組み合わせると、指定したファイルシステムのすべての子に設定されている特定のプロパティを再帰的に表示できます。次の例では、`tank/home` に含まれるすべてのファイルシステムについてのすべての一時的なプロパティが再帰的に表示されます。

```
# zfs get -r -s temporary all tank/home
NAME          PROPERTY      VALUE      SOURCE
tank/home     atime         off        temporary
tank/home/jeff atime         off        temporary
tank/home/mark quota         20G       temporary
```

`zfs get` コマンドでは、ターゲットのファイルシステムを指定せずにプロパティ値のクエリを行うことが可能です。これは、すべてのプールやファイルシステムがコマンドの処理対象となることを意味します。例:

```
# zfs get -s local all
tank/home     atime         off        local
tank/home/jeff atime         off        local
tank/home/mark quota         20G       local
```

`zfs get` コマンドの詳細については、[zfs\(1M\)](#) を参照してください。

## スクリプトで使用できるように ZFS プロパティのクエリ検索を行う

`zfs get` コマンドでは、スクリプトで使用できるように設計された `-H` および `-o` オプションを利用できます。`-H` オプションを使用すると、ヘッダー情報を省略し、空白をタブ文字で置き換えることができます。空白が揃うことで、データが見やすくなります。`-o` オプションを使用すると、次の方法で出力をカスタマイズできます。

- リテラル `name` は、[183 ページの「ZFS のプロパティの概要」](#) セクションで定義したプロパティのコンマ区切りリストと組み合わせて使用できます。
- 出力対象となるリテラルフィールド `name`、`value`、`property`、および `source` のコンマ区切りリストのあとに、空白 1 つと引数 1 つ。この引数は、プロパティのコンマ区切りリストとなります。

次の例では、`-zfs get` の `-H` および `o` オプションを使用して、1つの値を取得する方法を示しています。

```
# zfs get -H -o value compression tank/home  
on
```

`-p` オプションを指定すると、数値が正確な値として出力されます。たとえば、1M バイトは 1000000 として出力されます。このオプションは、次のように使用できます。

```
# zfs get -H -o value -p used tank/home  
182983742
```

前述のどのオプションの場合にも、`-r` オプションを使用して、要求した値をすべての子孫について再帰的に取得できます。次の例では、`-H`、`-o`、および `-r` オプションを使用して、`export/home` およびその子孫のファイルシステム名と `used` プロパティの値を取得しています。ヘッダー出力は省略されています。

```
# zfs get -H -o name,value -r used export/home
```

## ZFS ファイルシステムをマウントする

このセクションでは、ZFS でファイルシステムをマウントする方法について説明します。

- [205 ページの「ZFS マウントポイントを管理する」](#)
- [207 ページの「ZFS ファイルシステムをマウントする」](#)
- [209 ページの「一時的なマウントプロパティを使用する」](#)
- [209 ページの「ZFS ファイルシステムをアンマウントする」](#)

## ZFS マウントポイントを管理する

デフォルトで、ZFS ファイルシステムは作成時に自動的にマウントされます。このセクションで説明するように、ユーザーはファイルシステムの特定のマウントポイント動作を決定することができます。

`zpool create` の `-m` オプションを使用すれば、プールを作成するときにプールのファイルシステムのデフォルトマウントポイントを設定することもできます。プールの作成方法については、[52 ページの「ZFS ストレージプールを作成する」](#)を参照してください。

すべての ZFS ファイルシステムは、ZFS のブート時にサービス管理機能 (SMF) の `svc://system/filesystem/local` サービスを使用してマウントされます。ファイルシステムは、`/path` にマウントされます。`path` はファイルシステムの名前です。

デフォルトのマウントポイントをオーバーライドするには、`zfs set` コマンドを使って `mountpoint` プロパティを特定のパスに設定します。ZFS では指定されたマウントポイントを必要な場合に自動的に作成し、関連付けられたファイルシステムを自動的にマウントします。

ZFS ファイルシステムは、`/etc/vfstab` ファイルの編集を必要とすることなく、ブート時に自動的にマウントされます。

`mountpoint` プロパティは継承されます。たとえば、`pool/home` の `mountpoint` プロパティが `/export/stuff` に設定されている場合、`pool/home/user` は `mountpoint` プロパティ値の `/export/stuff/user` を継承します。

ファイルシステムがマウントされないようにするには、`mountpoint` プロパティを `none` に設定します。さらに、`canmount` プロパティを使えば、ファイルシステムをマウント可能にするかどうかを制御できます。`canmount` プロパティの詳細については、[195 ページの「canmount プロパティ」](#) を参照してください。

また、従来のマウントインタフェース経由でファイルシステムを明示的に管理することもできます。それには、`zfs set` を使って `mountpoint` プロパティを `legacy` に設定します。このようにすると、ファイルシステムが自動的にマウントおよび管理されなくなります。代わりに、`mount` や `umount` コマンドなどのレガシーツールと、`/etc/vfstab` ファイルを使用する必要があります。レガシーマウントの詳細については、[207 ページの「レガシーマウントポイント」](#) を参照してください。

## 自動マウントポイント

- `mountpoint` プロパティを `legacy` または `none` から特定のパスに変更すると、ZFS はそのファイルシステムを自動的にマウントします。
- ファイルシステムが ZFS によって管理されているのに現在アンマウントされている場合は、`mountpoint` プロパティを変更しても、そのファイルシステムはアンマウントされたままになります。

`mountpoint` プロパティが `legacy` に設定されていないファイルシステムは、すべて ZFS によって管理されます。次の例では、作成されたファイルシステムのマウントポイントが ZFS によって自動的に管理されます。

```
# zfs create pool/filesystem
# zfs get mountpoint pool/filesystem
NAME          PROPERTY      VALUE                SOURCE
pool/filesystem mountpoint    /pool/filesystem    default
# zfs get mounted pool/filesystem
NAME          PROPERTY      VALUE                SOURCE
pool/filesystem mounted       yes                  -
```

次の例に示すように、`mountpoint` プロパティを明示的に設定することもできます。

```
# zfs set mountpoint=/mnt pool/filesystem
# zfs get mountpoint pool/filesystem
NAME                PROPERTY          VALUE                SOURCE
pool/filesystem     mountpoint       /mnt                 local
# zfs get mounted pool/filesystem
NAME                PROPERTY          VALUE                SOURCE
pool/filesystem     mounted          yes                  -
```

mountpoint プロパティを変更すると、ファイルシステムが古いマウントポイントから自動的にアンマウントされて、新しいマウントポイントに再マウントされます。マウントポイントのディレクトリは必要に応じて作成されます。ファイルシステムがアクティブであるためにアンマウントできない場合は、エラーが報告され、手動で強制的にアンマウントする必要があります。

## レガシーマウントポイント

mountpoint プロパティを legacy に設定することで、ZFS ファイルシステムをレガシーツールを使って管理することができます。レガシーファイルシステムは、mount と umount コマンド、および /etc/vfstab ファイルを使用して管理する必要があります。レガシーファイルシステムは、ZFS がブートするときに自動的にマウントされません。ZFS の mount および umount コマンドは、この種類のファイルシステムでは使用できません。次の例では、ZFS ファイルシステムをレガシーモードで設定および管理する方法を示しています。

```
# zfs set mountpoint=legacy tank/home/eric
# mount -F zfs tank/home/eschrock /mnt
```

ブート時にレガシーファイルシステムを自動的にマウントするには、/etc/vfstab ファイルにエントリを追加する必要があります。次に、/etc/vfstab ファイル内のエントリの例を示します。

```
#device          device          mount          FS          fsck          mount          mount
#to mount        to fsck         point          type        pass         at boot      options
#
tank/home/eric  -              /mnt          zfs         -            yes         -
```

device to fsck エントリと fsck pass エントリは - に設定されていますが、これは、fsck コマンドが ZFS ファイルシステムで使用できないからです。ZFS データの整合性の詳細については、[26 ページの「トランザクションのセマンティクス」](#)を参照してください。

## ZFS ファイルシステムをマウントする

ZFS では、ファイルシステムが作成されるときまたはシステムがブートするときに、ファイルシステムが自動的にマウントされます。zfs mount コマンドを使用する必要があるのは、マウントオプションを変更したりファイルシステムを明示的にマウントまたはアンマウントしたりする必要がある場合だけです。

`zfs mount` コマンドを引数なしで実行すると、現在マウントされているファイルシステムのうち、ZFS が管理しているファイルシステムがすべて表示されます。レガシー管理されているマウントポイントは表示されません。例:

```
# zfs mount | grep tank/home
zfs mount | grep tank/home
tank/home                /tank/home
tank/home/jeff           /tank/home/jeff
```

`-a` オプションを使用すると、ZFS が管理しているファイルシステムをすべてマウントできます。レガシー管理されているファイルシステムはマウントされません。例:

```
# zfs mount -a
```

デフォルトでは、空でないディレクトリの最上位にマウントすることは許可されません。次に例を示します。

```
# zfs mount tank/home/lori
cannot mount 'tank/home/lori': filesystem already mounted
```

レガシーマウントポイントは、レガシーツールを使って管理する必要があります。ZFS ツールを使用しようとすると、エラーになります。例:

```
# zfs mount tank/home/bill
cannot mount 'tank/home/bill': legacy mountpoint
use mount(1M) to mount this filesystem
# mount -F zfs tank/home/billm
```

ファイルシステムがマウントされる時、ファイルシステムに関連付けられたプロパティ値に基づいてマウントオプションのセットが使用されます。プロパティとマウントオプションは、次のような関係になっています。

表 5-4 ZFS のマウント関連プロパティとマウントオプション

プロパティ	マウントオプション
<code>atime</code>	<code>atime/noatime</code>
<code>devices</code>	<code>devices/nodevices</code>
<code>exec</code>	<code>exec/noexec</code>
<code>nbmand</code>	<code>nbmand/nonbmand</code>
<code>readonly</code>	<code>ro/rw</code>
<code>setuid</code>	<code>setuid/nosetuid</code>
<code>xattr</code>	<code>xattr/noaxttr</code>

マウントオプション `nosuid` は、`nodevices`、`nosetuid` の別名です。

## 一時的なマウントプロパティを使用する

前セクションで説明したどのマウントオプションの場合にも、`-zfs mount` コマンドと `o` オプションを使って明示的に設定されている場合には、関連するプロパティ値が一時的に上書きされます。これらのプロパティ値は `zfs get` コマンドを実行すると `temporary` として報告されますが、ファイルシステムがアンマウントされるときに元の値に戻ります。ファイルシステムがマウントされるときにプロパティ値を変更した場合は、変更がすぐに有効になり、一時的な設定がすべて上書きされます。

次の例では、`tank/home/neil` ファイルシステムに読み取り専用マウントオプションが一時的に設定されます。ファイルシステムがアンマウントされているものと仮定しています。

```
# zfs mount -o ro users/home/neil
```

現在マウントされているファイルシステムのプロパティ値を一時的に変更するときは、特別な `remount` オプションを使用する必要があります。次の例では、現在マウントされているファイルシステムの `atime` プロパティを一時的に `off` に変更しています。

```
# zfs mount -o remount,noatime users/home/neil
NAME          PROPERTY VALUE SOURCE
users/home/neil atime    off   temporary
# zfs get atime users/home/perrin
```

`zfs mount` コマンドの詳細は、[zfs\(1M\)](#) を参照してください。

## ZFS ファイルシステムをアンマウントする

`zfs unmount` サブコマンドを使用して、ZFS ファイルシステムをアンマウントできます。`unmount` コマンドの引数として、マウントポイントまたはファイルシステム名のいずれかを指定できます。

次の例では、ファイルシステム名を使ってファイルシステムをアンマウントしています。

```
# zfs unmount users/home/mark
```

次の例では、マウントポイントを使ってファイルシステムをアンマウントしています。

```
# zfs unmount /users/home/mark
```

ファイルシステムがビジー状態の場合には、`unmount` コマンドは失敗します。ファイルシステムを強制的にアンマウントする場合は、`-f` オプションを使用できます。ア

クティブに使用されているファイルシステムを強制的にアンマウントする場合は、十分に注意してください。アプリケーションが予期しない動作を行うことがあります。

```
# zfs unmount tank/home/eric
cannot unmount '/tank/home/eric': Device busy
# zfs unmount -f tank/home/eric
```

下位互換性を提供するために、従来の `umount` コマンドを使用して ZFS ファイルシステムをアンマウントすることもできます。例:

```
# umount /tank/home/bob
```

`zfs umount` コマンドの詳細は、[zfs\(1M\)](#) を参照してください。

## ZFS ファイルシステムを共有および共有解除する

ZFS でファイルシステムを自動的に共有するには、`sharenfs` プロパティを設定します。このプロパティを使用すれば、新規ファイルシステムを共有するときに `/etc/dfs/dfstab` ファイルを変更する必要はありません。`sharenfs` プロパティは、コンマ区切りのオプションリストとして、`share` コマンドに渡されます。値 `on` は、デフォルトの共有オプションの別名で、すべてのユーザーに `read/write` アクセス権を提供します。値 `off` を指定すると、ファイルシステムが ZFS によって管理されなくなり、従来の方法 (`/etc/dfs/dfstab` ファイルなど) で共有できるようになります。`sharenfs` プロパティが `off` でないすべてのファイルシステムは、ブート時に共有されます。

### 共有セマンティクスを制御する

デフォルトでは、すべてのファイルシステムが共有されません。新規ファイルシステムを共有する場合は、次のような `zfs set` 構文を使用します。

```
# zfs set sharenfs=on tank/home/eric
```

`sharenfs` プロパティは継承されます。継承したプロパティが `off` でないファイルシステムは、作成時に自動的に共有されます。次に例を示します。

```
# zfs set sharenfs=on tank/home
# zfs create tank/home/bill
# zfs create tank/home/mark
# zfs set sharenfs=ro tank/home/bob
```

`tank/home/bill` と `tank/home/mark` は、`tank/home` から `sharenfs` プロパティを継承するため、最初は書き込み可能として共有されます。このプロパティが `ro` (読み取り専用) に設定されたあとは、`tank/home` に設定されている `sharenfs` プロパティに関係なく、`tank/home/mark` は読み取り専用として共有されます。

## ZFS ファイルシステムの共有を解除する

ほとんどのファイルシステムは、ブート、作成、および破棄されるときに自動的に共有または共有解除されますが、場合によってはファイルシステムの共有を明示的に解除しなければならないことがあります。このような場合は、`zfs unshare` コマンドを使用します。例:

```
# zfs unshare tank/home/mark
```

このコマンドによって、`tank/home/mark` ファイルシステムの共有が解除されます。システムの上のすべての ZFS ファイルシステムを共有解除する場合は、`-a` オプションを使用する必要があります。

```
# zfs unshare -a
```

## ZFS ファイルシステムを共有する

通常の操作にはほとんどの場合、ブート時や作成時のファイルシステムの共有に関する ZFS の自動動作で十分です。なんらかの理由でファイルシステムの共有を解除する場合でも、`zfs share` コマンドを使用すれば再度共有できます。例:

```
# zfs share tank/home/mark
```

`-a` オプションを使用すれば、システム上のすべての ZFS ファイルシステムを共有できます。

```
# zfs share -a
```

## 従来の共有の動作

`sharenfs` プロパティが `off` に設定された場合は、ZFS はどのような場合にもファイルシステムを共有または共有解除することがありません。この値を使用すれば、`/etc/dfs/dfstab` ファイルなどの従来の方法でファイルシステムの共有を管理することができます。

従来の `mount` コマンドと異なり、従来の `share` および `unshare` コマンドは ZFS ファイルシステムでも使用できます。このため、`sharenfs` プロパティのオプションとは異なるオプションを使って、ファイルシステムを手動で共有することもできます。この管理モデルは推奨されていません。ZFS を使用して NFS 共有を完全に管理するか、または `/etc/dfs/dfstab` ファイルを使用して完全に管理する方法を選択してください。ZFS 管理モデルは、従来のモデルより少ない操作で簡単に管理できるように設計されています。

## ZFSの割り当て制限と予約を設定する

`quota` プロパティを使用して、ファイルシステムが使用できるディスク容量を制限できます。また、`reservation` プロパティを使用して、指定されたディスク容量をファイルシステムが使用できることを保証することもできます。両方のプロパティは、設定したファイルシステムとそのファイルシステムのすべての子孫に適用されます。

つまり、割り当て制限を `tank/home` ファイルシステムに設定した場合は、`tank/home` およびそのすべての子孫が使用するディスク容量の合計がその割り当て制限を超えることができなくなります。同様に、`tank/home` に予約を設定した場合は、`tank/home` およびそのすべての子孫がその予約を利用することになります。ファイルシステムとそのすべての子孫が使用するディスク容量は、`used` プロパティによって報告されます。

`refquota` プロパティと `refreservation` プロパティは、スナップショットやクローンなどの子孫で消費されるディスク容量を計上せずにファイルシステムの容量を管理するために使用されます。

この Solaris リリースでは、特定のユーザーまたはグループが所有するファイルによって消費されるディスク領域の量に割り当て制限を設定することができません。ファイルシステムバージョン4より古いファイルシステム上のボリューム、またはバージョン15より古いプール上のボリュームには、ユーザーおよびグループの割り当て制限プロパティを設定できません。

ファイルシステムを管理するために、割り当て制限と予約の機能としてどれがもっとも役立つかを判断するには、次の点を考慮してください。

- `quota` プロパティと `reservation` プロパティは、ファイルシステムとその子孫が消費するディスク容量を管理する場合に便利です。
- `refquota` プロパティと `refreservation` プロパティは、ファイルシステムが消費するディスク容量を管理場合に適しています。
- `refquota` または `refreservation` プロパティに、`quota` または `reservation` プロパティより大きい値を設定しても、何の効果もありません。`quota` プロパティまたは `refquota` プロパティを設定した場合、どちらかの値を超えるような操作は失敗します。`refquota` より大きい値の `quota` 値を超える場合もあります。たとえば、スナップショットのブロックの一部が変更された場合は、`refquota` を超える前に実際に `quota` を超える可能性があります。
- ユーザーおよびグループの割り当てを制限することによって、大学などのような、多数のユーザーアカウントが存在する環境でディスクスペースを簡単に管理できるようになります。

割り当て制限と予約の設定方法の詳細については、[213 ページの「ZFS ファイルシステムに割り当て制限を設定する」](#) および [216 ページの「ZFS ファイルシステムに予約を設定する」](#) を参照してください。

## ZFS ファイルシステムに割り当て制限を設定する

ZFS ファイルシステムの割り当て制限は、`zfs set` および `zfs get` コマンドを使用して設定および表示できます。次の例では、10G バイトの割り当て制限が `tank/home/jeff` に設定されます。

```
# zfs set quota=10G tank/home/jeff
# zfs get quota tank/home/jeff
NAME          PROPERTY  VALUE  SOURCE
tank/home/jeff quota     10G   local
```

割り当て制限を設定すると、`zfs list` および `df` コマンドの出力も変化します。例:

```
# zfs list -r tank/home
NAME          USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
tank/home     1.45M 66.9G  36K   /tank/home
tank/home/eric 547K 66.9G  547K  /tank/home/eric
tank/home/jeff 322K 10.0G  291K  /tank/home/jeff
tank/home/jeff/ws 31K 10.0G  31K   /tank/home/jeff/ws
tank/home/lori 547K 66.9G  547K  /tank/home/lori
tank/home/mark 31K 66.9G  31K   /tank/home/mark
# df -h /tank/home/jeff
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
tank/home/jeff  10G 306K  10G  1% /tank/home/jeff
```

`tank/home` は 66.9G バイトのディスク容量を使用できますが、`tank/home/jeff` と `tank/home/jeff/ws` は、`tank/home/jeff` の割り当て制限のため、10G バイトのディスク容量しか使用できません。

割り当て制限には、ファイルシステムが現在使用している容量より少ない容量を設定することはできません。例:

```
# zfs set quota=10K tank/home/jeff
cannot set property for 'tank/home/jeff':
size is less than current used or reserved space
```

ファイルシステムに `refquota` を設定して、ファイルシステムが消費できるディスク容量を制限できます。この強い制限値には、子孫が消費するディスク容量は含まれません。たとえば、`studentA` の 10G バイトの割り当て制限は、スナップショットによって消費される容量によって影響されません。

```
# zfs set refquota=10g students/studentA
# zfs list -t all -r students
NAME          USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
students      150M 66.8G  32K   /students
students/studentA 150M 9.85G  150M  /students/studentA
students/studentA@yesterday 0 - 150M -
# zfs snapshot students/studentA@today
# zfs list -t all -r students
students      150M 66.8G  32K   /students
students/studentA 150M 9.90G  100M  /students/studentA
students/studentA@yesterday 50.0M - 150M -
students/studentA@today 0 - 100M -
```

さらに利便性を高めるために、ファイルシステムに別の割り当て制限を設定して、スナップショットで消費されるディスク容量を管理することもできます。例:

```
# zfs set quota=20g students/studentA
# zfs list -t all -r students
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
students            150M  66.8G   32K    /students
students/studentA   150M  9.90G  100M   /students/studentA
students/studentA@yesterday  50.0M  -      150M   -
students/studentA@today      0      -      100M   -
```

このシナリオでは、studentA が refquota (10G バイト) の強い制限に到達する可能性があります。スナップショットが存在している場合でも回復のためにファイルを削除することができます。

上の例では、2つの割り当て制限 (10G バイトと 20G バイト) の小さいほうが、zfs list 出力に表示されています。両方の割り当て制限を表示するには、zfs get コマンドを使用します。例:

```
# zfs get refquota,quota students/studentA
NAME                PROPERTY  VALUE          SOURCE
students/studentA  refquota  10G            local
students/studentA  quota     20G            local
```

## ZFS ファイルシステムでユーザーおよびグループの割り当て制限を設定する

ユーザー割り当て制限またはグループ割り当て制限を設定するには、それぞれ zfs userquota コマンドまたは zfs groupquota コマンドを使用します。例:

```
# zfs create students/compsci
# zfs set userquota@student1=10G students/compsci
# zfs create students/labstaff
# zfs set groupquota@labstaff=20GB students/labstaff
```

現在のユーザーまたはグループの割り当て制限が次のように表示されます。

```
# zfs get userquota@student1 students/compsci
NAME                PROPERTY          VALUE          SOURCE
students/compsci  userquota@student1  10G            local
# zfs get groupquota@labstaff students/labstaff
NAME                PROPERTY          VALUE          SOURCE
students/labstaff  groupquota@labstaff  20G            local
```

次のプロパティのクエリーによって、ユーザーまたはグループの全般的なディスク領域使用状況を表示することができます。

```
# zfs userspace students/compsci
TYPE    NAME    USED  QUOTA
POSIX User  root    350M  none
POSIX User  student1  426M  10G
```

```
# zfs groupspace students/labstaff
TYPE      NAME      USED  QUOTA
POSIX Group labstaff  250M  20G
POSIX Group root      350M  none
```

個々のユーザーやグループのディスク領域の使用状況を特定するには、次のプロパティのクエリーを行います。

```
# zfs get userused@student1 students/compsci
NAME          PROPERTY          VALUE          SOURCE
students/compsci userused@student1 550M          local
# zfs get groupused@labstaff students/labstaff
NAME          PROPERTY          VALUE          SOURCE
students/labstaff groupused@labstaff 250           local
```

`zfs get all dataset` コマンドを使用しても、ユーザーおよびグループの割り当て制限プロパティは表示されず、その他のすべてのファイルシステムプロパティの一覧が表示されるだけです。

ユーザー割り当て制限またはグループ割り当て制限は、次のようにして解除することができます。

```
# zfs set userquota@student1=none students/compsci
# zfs set groupquota@labstaff=none students/labstaff
```

ZFS ファイルシステムのユーザーおよびグループ割り当て制限で提供される機能は、次のとおりです。

- 親ファイルシステムで設定されたユーザー割り当て制限またはグループ割り当て制限は、自動的に子孫のファイルシステムに継承されません。
- ただし、ユーザーまたはグループの割り当て制限が設定されているファイルシステムのクローンまたはスナップショットを作成した場合には、それらの割り当て制限が適用されます。同様に、`zfs send` コマンド (-R オプションなしでも可) を使用してストリームを作成した場合にも、ユーザーまたはグループの割り当て制限がファイルシステムに組み込まれます。
- 非特権ユーザーは、自身のディスク領域使用状況のみを確認することができます。`root` ユーザー、または `userused` 権限や `groupused` 権限を持っているユーザーは、あらゆるユーザーまたはグループのディスク領域アカウント情報にアクセスすることができます。
- `userquota` および `groupquota` プロパティは、ZFS ボリューム、バージョン 4 よりも古いファイルシステム、またはバージョン 15 よりも古いプールでは設定できません。

ユーザーまたはグループの割り当て制限が適用されるのが数秒遅れることがあります。そのような遅延が発生する場合は、割り当て制限を超えているのでこれ以上は書き込みが許可されないことが `EDQUOT` エラーメッセージによって通知される前にユーザーが自身の割り当て制限を超えている可能性があります。

従来の quota コマンドを使用して、NFS 環境 (例えば、ZFS ファイルシステムがマウントされているものなど) におけるユーザーの割り当て制限を確認することができます。ユーザーが割り当て制限を超えている場合は、何もオプションを指定しなくても、quota コマンドだけで、出力情報が表示されます。例:

```
# zfs set userquota@student1=10m students/compsci
# zfs userspace students/compsci
TYPE      NAME      USED  QUOTA
POSIX User root      350M  none
POSIX User student1 550M  10M
# quota student1
Block limit reached on /students/compsci
```

ユーザーの割り当て制限をリセットして制限を超えることがないようにする場合は、quota -v コマンドを使用してユーザーの割り当てを確認することができます。例:

```
# zfs set userquota@student1=10GB students/compsci
# zfs userspace students/compsci
TYPE      NAME      USED  QUOTA
POSIX User root      350M  none
POSIX User student1 550M  10G
# quota student1
# quota -v student1
Disk quotas for student1 (uid 102):
Filesystem      usage quota limit      timeleft files quota limit      timeleft
/students/compsci
                    563287 10485760 10485760          -          -          -          -
```

## ZFS ファイルシステムに予約を設定する

ZFS の「予約」とは、データセットが使用できることを保証された、プールから割り当てられたディスク領域のことです。つまり、プールで現在使用できないディスク容量をデータセットのディスク容量として予約することはできません。未処理の使用されていない予約の合計容量が、プールで消費されていないディスク容量を超えることはできません。ZFS の予約は、zfs set および zfs get コマンドを使用して設定および表示できます。次に例を示します。

```
# zfs set reservation=5G tank/home/bill
# zfs get reservation tank/home/bill
NAME      PROPERTY  VALUE  SOURCE
tank/home/bill reservation 5G     local
```

予約を設定すると、zfs list コマンドの出力が変化する可能性があります。例:

```
# zfs list -r tank/home
NAME      USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
tank/home 5.00G 61.9G 37K    /tank/home
tank/home/bill 31K 66.9G 31K    /tank/home/bill
tank/home/jeff 337K 10.0G 306K   /tank/home/jeff
```

```
tank/home/lori      547K 61.9G 547K /tank/home/lori
tank/home/mark      31K 61.9G 31K /tank/home/mark
```

tank/home は5Gバイトのディスク容量を使用していますが、tank/home とそのすべての子孫が参照しているディスク容量の合計は5Gバイト未満です。使用される容量には、tank/home/bill に予約されている容量が反映されます。予約は、親データセットが使用しているディスク容量の計算時に計上されるので、親ファイルシステムの割り当て制限または予約、あるいはその両方を減らすことになります。

```
# zfs set quota=5G pool/filesystem
# zfs set reservation=10G pool/filesystem/user1
cannot set reservation for 'pool/filesystem/user1': size is greater than
available space
```

データセットは、予約より多くのディスク容量を使用できます。ただし、プールの中で予約されていない領域があり、データセットが現在使用している容量が割り当て制限に達していないことが条件です。データセットは、別のデータセットに予約されているディスク容量を使用することはできません。

予約は加算されません。つまり、zfs set をもう一度呼び出して予約を設定しても、既存の予約に新しい予約が追加されることはありません。代わりに、既存の予約が2番目の予約で置き換えられます。例:

```
# zfs set reservation=10G tank/home/bill
# zfs set reservation=5G tank/home/bill
# zfs get reservation tank/home/bill
NAME          PROPERTY  VALUE  SOURCE
tank/home/bill reservation 5G      local
```

refreservation 予約を設定すると、スナップショットとクローンで消費されるディスク容量は含めずに、データセットのディスク容量を保証することができます。この予約は、親データセットの使用済み容量の計算時に計上されるので、親データセットの割り当て制限と予約を減らすことになります。例:

```
# zfs set refreservation=10g profs/prof1
# zfs list
NAME          USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
profs         10.0G 23.2G 19K    /profs
profs/prof1   10G   33.2G 18K    /profs/prof1
```

同じデータセットに予約を設定して、データセットの容量とスナップショットの容量を確保することもできます。例:

```
# zfs set reservation=20g profs/prof1
# zfs list
NAME          USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
profs         20.0G 13.2G 19K    /profs
profs/prof1   10G   33.2G 18K    /profs/prof1
```

通常の予約は、親の使用済み容量の計算時に計上されます。

上の例では、2つの割り当て制限 (10G バイトと 20G バイト) の小さいほうが、`zfs list` 出力に表示されています。両方の割り当て制限を表示するには、`zfs get` コマンドを使用します。例:

```
# zfs get reservation,refreserv profs/prof1
NAME          PROPERTY      VALUE          SOURCE
profs/prof1  reservation   20G           local
profs/prof1  refreserv     10G           local
```

`refreservation` を設定すると、スナップショットを作成できるのは、データセットの *referenced* の現在のバイト数を格納できるだけの未予約プール領域が、この予約容量のほかに存在する場合だけになります。

## ZFS ファイルシステムをアップグレードする

以前の Solaris リリースからの ZFS ファイルシステムである場合、最新リリースのファイルシステム機能を利用するために、`zfs upgrade` コマンドを使用してファイルシステムをアップグレードすることができます。またこのコマンドは、ファイルシステムが古いバージョンを実行中である場合に通知します。

たとえば、このファイルシステムの現在のバージョンが 5 だとします。

```
# zfs upgrade
This system is currently running ZFS filesystem version 5.
```

```
All filesystems are formatted with the current version.
```

ファイルシステムの各バージョンで使用可能な機能を識別するには、次のコマンドを使用します。

```
# zfs upgrade -v
The following filesystem versions are supported:

VER  DESCRIPTION
---  -----
  1  Initial ZFS filesystem version
  2  Enhanced directory entries
  3  Case insensitive and File system unique identifier (FUID)
  4  userquota, groupquota properties
  5  System attributes
```

```
For more information on a particular version, including supported releases,
see the ZFS Administration Guide.
```

# Oracle Solaris ZFS のスナップショットとクローンの操作

---

この章では、Oracle Solaris ZFS のスナップショットとクローンを作成して管理する方法について説明します。スナップショットの保存についての情報も示します。

この章は、次のセクションで構成されます。

- 219 ページの「ZFS スナップショットの概要」
- 220 ページの「ZFS スナップショットを作成および破棄する」
- 223 ページの「ZFS スナップショットを表示してアクセスする」
- 225 ページの「ZFS スナップショットにロールバックする」
- 227 ページの「ZFS クローンの概要」
- 227 ページの「ZFS クローンを作成する」
- 228 ページの「ZFS クローンを破棄する」
- 228 ページの「ZFS ファイルシステムを ZFS クローンで置き換える」
- 229 ページの「ZFS データを送信および受信する」

## ZFS スナップショットの概要

「スナップショット」とは、ファイルシステムまたはボリュームの読み取り専用コピーのことです。スナップショットはほとんど瞬間的に作成することができ、最初はプール内で追加のディスク領域を消費しません。しかし、アクティブなデータセット内のデータが変化していくにつれて、スナップショットは古いデータを引き続き参照し、ディスク容量を解放しないため、ディスク領域を消費します。

ZFS スナップショットには次の特長があります。

- システムのリブート後も残ります。
- スナップショットの理論上の最大数は、 $2^{64}$  です。
- スナップショットは個別のバックキングストアを使用しません。スナップショットは、作成元のファイルシステムまたはボリュームと同じストレージプールのディスク領域を直接使用します。

- 再帰的なスナップショットは、1つの原子動作としてすばやく作成されます。スナップショットは、まとめて(一度にすべて)作成されるか、まったく作成されないかのどちらかです。原子スナップショット動作の利点は、子孫ファイルシステムにまたがる場合でも、常にある一貫した時間のスナップショットデータが取得されることです。

ボリュームのスナップショットに直接アクセスすることはできませんが、それらの複製、バックアップ、ロールバックなどを行うことはできます。ZFS スナップショットのバックアップの詳細については、229 ページの「ZFS データを送信および受信する」を参照してください。

- 220 ページの「ZFS スナップショットを作成および破棄する」
- 223 ページの「ZFS スナップショットを表示してアクセスする」
- 225 ページの「ZFS スナップショットにロールバックする」

## ZFS スナップショットを作成および破棄する

スナップショットは、`zfs snapshot` コマンドを使って作成します。引数として、作成するスナップショットの名前だけを指定できます。スナップショット名は次のように指定します。

```
filesystem@snapname
volume@snapname
```

スナップショット名は、30 ページの「ZFS コンポーネントに名前を付けるときの規則」の命名要件に従って付ける必要があります。

次の例では、`tank/home/cindy` のスナップショットが `friday` という名前で作成されます。

```
# zfs snapshot tank/home/cindy@friday
```

すべての子孫ファイルシステムのスナップショットを作成するには、`-r` オプションを使用します。例:

```
# zfs snapshot -r tank/home@snap1
# zfs list -t snapshot -r tank/home
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
tank/home@snap1      0      -    2.11G  -
tank/home/cindy@snap1 0      -    115M   -
tank/home/lori@snap1 0      -    2.00G  -
tank/home/mark@snap1 0      -    2.00G  -
tank/home/tim@snap1  0      -    57.3M  -
```

スナップショットには、変更できるプロパティはありません。また、データセットのプロパティをスナップショットに適用することもできません。例:

```
# zfs set compression=on tank/home/cindy@friday
cannot set property for 'tank/home/cindy@friday':
this property can not be modified for snapshots
```

スナップショットを破棄するには、`zfs destroy` コマンドを使用します。例:

```
# zfs destroy tank/home/cindy@friday
```

データセットのスナップショットが存在する場合、そのデータセットを破棄することはできません。例:

```
# zfs destroy tank/home/cindy
cannot destroy 'tank/home/cindy': filesystem has children
use '-r' to destroy the following datasets:
tank/home/cindy@tuesday
tank/home/cindy@wednesday
tank/home/cindy@thursday
```

また、スナップショットからクローンが作成されている場合は、スナップショットを破棄する前にクローンを破棄する必要があります。

`destroy` サブコマンドの詳細については、[181 ページ](#)の「[ZFS ファイルシステムを破棄する](#)」を参照してください。

## ZFS スナップショットの保持

異なる自動スナップショットポリシーを実装しており、送信側にもう存在しないという理由で古いスナップショットが `zfs receive` によって意図せず破棄されてしまう場合、スナップショット保持機能の使用を検討することができます。

スナップショットを「保持」すると、そのスナップショットは破棄されなくなります。また、この機能と `zfs destroy -d` コマンドを使用することにより、最後のクローンの消去を保留しながら、クローンが存在するスナップショットを削除できます。個々のスナップショットには、初期値が0のユーザー参照カウントが関連付けられます。このカウントは、スナップショットの保持を設定するたびに1増加し、保持を解除するたびに1減少します。

以前の Oracle Solaris リリースでは、スナップショットを破棄するには、スナップショットにクローンが存在しない状態で `zfs destroy` コマンドを使用する必要がありました。この Oracle Solaris リリースでは、さらにスナップショットのユーザー参照カウントが0である必要があります。

1つのスナップショットまたはスナップショットの集合を保持できます。たとえば次の構文は、保持タグ `keep` を `tank/home/cindy/snap@1` に付与します。

```
# zfs hold keep tank/home/cindy@snap1
```

`-r` オプションを使用すると、すべての子孫ファイルシステムのスナップショットを再帰的に保持できます。例:

```
# zfs snapshot -r tank/home@now
# zfs hold -r keep tank/home@now
```

この構文は、単一の参照 `keep` を特定のスナップショットまたはスナップショットの集合に追加します。個々のスナップショットには独自のタグ名前空間があり、その空間内で保持タグが一意である必要があります。スナップショットに保持が設定されている場合、保持されたそのスナップショットを `zfs destroy` コマンドを使って破棄しようとしても失敗します。例:

```
# zfs destroy tank/home/cindy@snap1
cannot destroy 'tank/home/cindy@snap1': dataset is busy
```

保持されたスナップショットを破棄するには、`-d` オプションを使用します。例:

```
# zfs destroy -d tank/home/cindy@snap1
```

保持されたスナップショットの一覧を表示するには、`zfs holds` コマンドを使用します。例:

```
# zfs holds tank/home@now
NAME          TAG    TIMESTAMP
tank/home@now keep   Fri Aug  3 15:15:53 2012
```

```
# zfs holds -r tank/home@now
NAME          TAG    TIMESTAMP
tank/home/cindy@now  keep   Fri Aug  3 15:15:53 2012
tank/home/lori@now   keep   Fri Aug  3 15:15:53 2012
tank/home/mark@now   keep   Fri Aug  3 15:15:53 2012
tank/home/tim@now    keep   Fri Aug  3 15:15:53 2012
tank/home@now        keep   Fri Aug  3 15:15:53 2012
```

`zfs release` コマンドを使用すると、保持されたスナップショットまたはスナップショットの集合を解放することができます。例:

```
# zfs release -r keep tank/home@now
```

スナップショットが解放されたら、`zfs destroy` コマンドを使用してスナップショットを破棄できます。例:

```
# zfs destroy -r tank/home@now
```

スナップショットの保持情報を示す2つの新しいプロパティがあります。

- `zfs destroy -d` コマンドを使ってスナップショットの遅延破棄が予約されている場合、`defer_destroy` プロパティがオンになります。それ以外の場合、このプロパティはオフです。
- `userrefs` プロパティの値は、このスナップショットに設定されている保持の数に設定されます。この数のことをユーザー参照カウントとも呼びます。

## ZFS スナップショットの名前を変更する

スナップショットの名前を変更することはできますが、名前を変更するときはそれらが作成された同じプールとデータセットの中で行う必要があります。次に例を示します。

```
# zfs rename tank/home/cindy@snap1 tank/home/cindy@today
```

また、次のショートカット構文は前の構文と同等です。

```
# zfs rename tank/home/cindy@snap1 today
```

次のようなスナップショット名の変更操作はサポートされていません。ターゲットのプールとファイルシステムの名前が、スナップショットの作成されたプールとファイルシステムと異なるためです。

```
# zfs rename tank/home/cindy@today pool/home/cindy@saturday
cannot rename to 'pool/home/cindy@today': snapshots must be part of same dataset
```

zfs rename -r コマンドを使用すると、スナップショットの名前を再帰的に変更することができます。例:

```
# zfs list -t snapshot -r users/home
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
users/home@now      23.5K  -    35.5K  -
users/home@yesterday  0      -    38K    -
users/home/lori@yesterday  0      -    2.00G  -
users/home/mark@yesterday  0      -    1.00G  -
users/home/neil@yesterday  0      -    2.00G  -
# zfs rename -r users/home@yesterday @2daysago
# zfs list -t snapshot -r users/home
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
users/home@now      23.5K  -    35.5K  -
users/home@2daysago  0      -    38K    -
users/home/lori@2daysago  0      -    2.00G  -
users/home/mark@2daysago  0      -    1.00G  -
users/home/neil@2daysago  0      -    2.00G  -
```

## ZFS スナップショットを表示してアクセスする

listsnapshots プールプロパティを使用すれば、zfs list 出力でのスナップショット表示を有効または無効にすることができます。このプロパティは、デフォルトで有効になっています。

このプロパティを無効にした場合、zfs list -t snapshot コマンドを使用すればスナップショット情報を表示できます。あるいは、listsnapshots プールプロパティを有効にします。例:

```
# zpool get listsnapshots tank
NAME PROPERTY      VALUE      SOURCE
tank  listsnapshots  on         default
# zpool set listsnapshots=off tank
# zpool get listsnapshots tank
NAME PROPERTY      VALUE      SOURCE
tank  listsnapshots  off        local
```

ファイルシステムのスナップショットには、ルートの `.zfs/snapshot` ディレクトリからアクセスできます。たとえば、`tank/home/cindy` が `/home/cindy` にマウントされている場合は、`tank/home/cindy@thursday` スナップショットのデータには、`/home/cindy/.zfs/snapshot/thursday` ディレクトリからアクセスできます。

```
# ls /tank/home/cindy/.zfs/snapshot
thursday  tuesday  wednesday
```

スナップショットの一覧は次の方法で表示できます。

```
# zfs list -t snapshot -r tank/home
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
tank/home/cindy@tuesday  45K  -      2.11G  -
tank/home/cindy@wednesday 45K  -      2.11G  -
tank/home/cindy@thursday  0    -      2.17G  -
```

特定のファイルシステムのために作成したスナップショットの一覧は、次の方法で表示できます。

```
# zfs list -r -t snapshot -o name,creation tank/home
NAME                CREATION
tank/home/cindy@tuesday  Fri Aug 3 15:18 2012
tank/home/cindy@wednesday Fri Aug 3 15:19 2012
tank/home/cindy@thursday Fri Aug 3 15:19 2012
tank/home/lori@today    Fri Aug 3 15:24 2012
tank/home/mark@today    Fri Aug 3 15:24 2012
```

## ZFS スナップショットのディスク領域の計上

スナップショットを作成したときは、そのディスク領域は最初はスナップショットとファイルシステムの間で共有されます。それまでに作成したスナップショットと領域が共有されることもあります。ファイルシステムが変化していくにつれて、それまで共有されていたディスク領域がスナップショット固有になり、スナップショットの `used` プロパティに計上されます。また、スナップショットを削除すると、ほかのスナップショットに固有の (および使用される) ディスク容量を増やすことができます。

スナップショット領域の `referenced` プロパティの値は、スナップショットを作成したときのファイルシステムのプロパティと同じです。

`used` プロパティの値がどのように消費されているかについて、さらに詳細な情報を確認することができます。新しい読み取り専用ファイルシステムプロパティは、クローン、ファイルシステム、およびボリュームに関するディスク領域使用状況を示します。例:

```
$ zfs list -o space -r rpool
NAME                AVAIL  USED  USED SNAP  USED DDS  USED REFRESERV  USED CHILD
rpool                59.1G  7.84G  21K      109K      0              7.84G
rpool@snap1         -      21K    -        -        -              -
rpool/ROOT           59.1G  4.78G  0        31K      0              4.78G
rpool/ROOT@snap1    -      0      -        -        -              -
rpool/ROOT/zfsBE    59.1G  4.78G  15.6M   4.76G    0              0
rpool/ROOT/zfsBE@snap1 -    15.6M  -        -        -              -
rpool/dump           59.1G  1.00G  16K     1.00G    0              0
rpool/dump@snap1    -      16K    -        -        -              -
rpool/export        59.1G  99K    18K     32K      0              49K
rpool/export@snap1 -      18K    -        -        -              -
rpool/export/home   59.1G  49K    18K     31K      0              0
rpool/export/home@snap1 -    18K    -        -        -              -
rpool/swap          61.2G  2.06G  0       16K      2.06G         0
rpool/swap@snap1    -      0      -        -        -              -
```

これらのプロパティについては、表 5-1 を参照してください。

## ZFS スナップショットにロールバックする

`zfs rollback` コマンドを使用すると、特定のスナップショットが作成された時点よりもあとにファイルシステムに対して行われたすべての変更を破棄できます。ファイルシステムは、そのスナップショットが作成されたときの状態に戻りません。デフォルトでは、このコマンドを使って、最新のスナップショット以外のスナップショットにロールバックすることはできません。

それより前のスナップショットにロールバックするには、中間にあるスナップショットをすべて破棄する必要があります。-r オプションを指定すれば、古いスナップショットを破棄できます。

中間にあるスナップショットのクローンが存在する場合は、-R オプションを指定してクローンも破棄する必要があります。

---

注- ロールバックするファイルシステムが現在マウントされている場合は、アンマウントしてから再度マウントされます。ファイルシステムをアンマウントできない場合は、ロールバックに失敗します。必要に応じて -f オプションを指定すると、ファイルシステムが強制的にアンマウントされます。

---

次の例では、`tank/home/cindy` ファイルシステムが `tuesday` スナップショットにロールバックされます:

```
# zfs rollback tank/home/cindy@tuesday
cannot rollback to 'tank/home/cindy@tuesday': more recent snapshots exist
use '-r' to force deletion of the following snapshots:
tank/home/cindy@wednesday
tank/home/cindy@thursday
# zfs rollback -r tank/home/cindy@tuesday
```

この例では、スナップショット `wednesday` および `thursday` が破棄されます。これらよりも古いスナップショット `tuesday` にロールバックされるためです。

```
# zfs list -r -t snapshot -o name,creation tank/home/cindy
NAME                                CREATION
tank/home/cindy@tuesday             Fri Aug  3 15:18 2012
```

## ZFS スナップショットの相違点の識別 (`zfs diff`)

`zfs diff` コマンドを使用して、ZFS スナップショットの相違点を判別できます。

たとえば、次の2つのスナップショットが作成されるものとします。

```
$ ls /tank/home/tim
fileA
$ zfs snapshot tank/home/tim@snap1
$ ls /tank/home/tim
fileA fileB
$ zfs snapshot tank/home/tim@snap2
```

たとえば、2つのスナップショットの相違点を識別するには、次のような構文を使用します。

```
$ zfs diff tank/home/tim@snap1 tank/home/tim@snap2
M      /tank/home/tim/
+      /tank/home/tim/fileB
```

出力で、Mはディレクトリが変更されたことを示します。+は、後者のスナップショットに `fileB` が存在していることを示します。

次の出力のRは、スナップショットのファイルの名前が変更されたことを示しています。

```
$ mv /tank/cindy/fileB /tank/cindy/fileC
$ zfs snapshot tank/cindy@snap2
$ zfs diff tank/cindy@snap1 tank/cindy@snap2
M      /tank/cindy/
R      /tank/cindy/fileB -> /tank/cindy/fileC
```

次の表は、`zfs diff` コマンドによって識別されるファイルまたはディレクトリの変更を要約したものです。

ファイルまたはディレクトリの変更	識別子
ファイルまたはディレクトリが変更されたかファイルまたはディレクトリのリンクが変更されました	M
ファイルまたはディレクトリは古いスナップショットに存在するが、最近のスナップショットには存在しません	-

ファイルまたはディレクトリの変更	識別子
ファイルまたはディレクトリは最近のスナップショットに存在するが、古いスナップショットには存在しません	+
ファイルまたはディレクトリの名前が変更されました	R

詳細は、[zfs\(1M\)](#) を参照してください。

## ZFS クローンの概要

「クローン」とは、書き込み可能なボリュームまたはファイルシステムのことです。最初の内容は作成元のデータセットと同じです。スナップショットの場合と同様に、クローンは瞬間的に作成され、最初は追加のディスク領域を消費しません。また、クローンのスナップショットを作成することもできます。

クローンは、スナップショットだけから作成できます。スナップショットが複製されるときに、クローンとスナップショットの間に暗黙の依存関係が作成されます。クローンはファイルシステム階層内の別の場所に作成されますが、クローンが存在する間は元のスナップショットを破棄することはできません。この依存関係は、`origin` プロパティからわかります。そのような依存関係が存在する場合には、`zfs destroy` コマンドを実行すると表示されます。

クローンには、作成元のデータセットのプロパティは継承されません。`zfs get` および `zfs set` コマンドを使用して、複製したデータセットのプロパティを表示して変更することができます。ZFS データセットのプロパティの設定方法の詳細については、[200 ページの「ZFS プロパティを設定する」](#) を参照してください。

クローンのすべてのディスク領域は最初は元のスナップショットと共有されるため、`used` プロパティの初期値はゼロになります。クローンに変更が加えられるにつれて、使用されるディスク領域が多くなります。元のスナップショットの `used` プロパティには、クローンが消費するディスク領域は含まれません。

- [227 ページの「ZFS クローンを作成する」](#)
- [228 ページの「ZFS クローンを破棄する」](#)
- [228 ページの「ZFS ファイルシステムを ZFS クローンで置き換える」](#)

## ZFS クローンを作成する

クローンを作成するには、`zfs clone` コマンドを使用します。クローンをどのスナップショットから作成するかを指定し、新しいファイルシステムまたはボリュームの名前を指定します。新しいファイルシステムまたはボリュームは、ZFS 階層内の任意の場所に配置できます。新しいデータセットは、クローンの作成元に

なったスナップショットと同じ種類(ファイルシステムやボリュームなど)です。クローンを作成するためのファイルシステムは、基にするファイルシステムスナップショットがあるプールに存在している必要があります。

次の例では、`tank/home/matt/bug123` という名前の新しいクローンが作成されます。最初の内容は、スナップショット `tank/ws/gate@yesterday` と同じです。

```
# zfs snapshot tank/ws/gate@yesterday
# zfs clone tank/ws/gate@yesterday tank/home/matt/bug123
```

次の例では、スナップショット `projects/newproject@today` から複製されたワークスペースが、一時的なユーザーのために `projects/teamA/tempuser` という名前で作成されます。次に、複製されたワークスペースにプロパティが設定されます。

```
# zfs snapshot projects/newproject@today
# zfs clone projects/newproject@today projects/teamA/tempuser
# zfs set sharenfs=on projects/teamA/tempuser
# zfs set quota=5G projects/teamA/tempuser
```

## ZFS クローンを破棄する

ZFS クローンを破棄するには、`zfs destroy` コマンドを使用します。次に例を示します。

```
# zfs destroy tank/home/matt/bug123
```

親のスナップショットを破棄するときには、その前にクローンを破棄する必要があります。

## ZFS ファイルシステムを ZFS クローンで置き換える

`zfs promote` コマンドを使えば、アクティブな ZFS ファイルシステムをそのファイルシステムのクローンで置き換えることができます。この機能を使ってファイルシステムの複製と置換を実行でき、「作成元」のファイルシステムが、指定されたファイルシステムのクローンになります。さらに、この機能を使えば、クローンの作成元となるファイルシステムを破棄することもできます。クローンの移行促進を行わない限り、アクティブクローンの元のファイルシステムを破棄することはできません。クローンの破棄に関する詳細については、[228 ページの「ZFS クローンを破棄する」](#)を参照してください。

次の例では、`tank/test/productA` ファイルシステムがクローンされたあと、クローンファイルシステム `tank/test/productAbeta` が元の `tank/test/productA` ファイルシステムになっています。

```
# zfs create tank/test
# zfs create tank/test/productA
# zfs snapshot tank/test/productA@today
# zfs clone tank/test/productA@today tank/test/productAbeta
# zfs list -r tank/test
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
tank/test            104M  66.2G  23K    /tank/test
tank/test/productA  104M  66.2G  104M   /tank/test/productA
tank/test/productA@today  0      -      104M   -
tank/test/productAbeta  0      66.2G  104M   /tank/test/productAbeta
# zfs promote tank/test/productAbeta
# zfs list -r tank/test
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
tank/test            104M  66.2G  24K    /tank/test
tank/test/productA  0      66.2G  104M   /tank/test/productA
tank/test/productAbeta  104M  66.2G  104M   /tank/test/productAbeta
tank/test/productAbeta@today  0      -      104M   -
```

この `zfs list` の出力では、元の `productA` ファイルシステムのディスク領域計上情報  
が、`productAbeta` ファイルシステムのものに置き換わっています。

ファイルシステムの名前を変更することで、クローンの置換処理を完了することができます。例:

```
# zfs rename tank/test/productA tank/test/productAlegacy
# zfs rename tank/test/productAbeta tank/test/productA
# zfs list -r tank/test
```

また、旧バージョンのファイルシステムを削除することもできます。例:

```
# zfs destroy tank/test/productAlegacy
```

## ZFS データを送信および受信する

`zfs send` コマンドを実行すると、スナップショットのストリーム表現が作成され、標準出力に書き込まれます。デフォルトでは、完全なストリームが生成されません。この出力は、ファイルまたは別のシステムにリダイレクトできます。`zfs receive` コマンドを実行すると、ストリームに内容が指定されているスナップショットが作成され、標準入力に渡されます。ストリーム全体を受信する場合、新しいファイルシステムも作成されます。これらのコマンドを使えば、ZFS スナップショットデータを送信したり、ZFS スナップショットデータやファイルシステムを受信したりできます。次のセクションの例を参照してください。

- 230 ページの「ほかのバックアップ製品を使用して ZFS データを保存する」
- 233 ページの「ZFS スナップショットを送信する」
- 234 ページの「ZFS スナップショットを受信する」
- 235 ページの「ZFS スナップショットストリームに異なるプロパティ値を適用する」
- 237 ページの「複雑な ZFS スナップショットストリームを送信および受信する」
- 240 ページの「ZFS データのリモート複製」

ZFS データを保存するために、次のバックアップ方法が用意されています。

- 企業向けバックアップ製品 – 次の機能が必要な場合は、企業向けバックアップソリューションを検討してください。
  - ファイルごとの復元
  - バックアップメディアの検証
  - メディアの管理
- ファイルシステムのスナップショットとスナップショットのロールバック – ファイルシステムのコピーを作成して、必要に応じて以前のバージョンのファイルシステムに戻す作業を簡単に実行するには、`zfs snapshot` および `zfs rollback` コマンドを使用します。たとえば、以前のバージョンのファイルシステムからファイルを復元するために、この方法を使用できます。  
スナップショットの作成およびロールバックの詳細については、[219 ページ](#)の「**ZFS スナップショットの概要**」を参照してください。
- スナップショットの保存 – `zfs send` および `zfs receive` コマンドを使用して、ZFS スナップショットの送信と受信を行います。スナップショットから次のスナップショットまでの増分変更を保存することができますが、ファイルを個別に復元することはできません。ファイルシステムのスナップショット全体を復元する必要があります。これらのコマンドでは、ZFS データを保存するための完全なバックアップソリューションは提供されません。
- リモート複製 – あるシステムのファイルシステムを別のシステムにコピーするには、`zfs send` および `zfs receive` コマンドを使用します。この処理は、WAN 経由でデバイスをミラー化する従来のボリューム管理製品とは異なります。特殊な構成やハードウェアは必要ありません。ZFS ファイルシステムを複製する利点は、ファイルシステムを別のシステムのストレージプール上に再作成し、その新しく作成したプールに同じファイルシステムデータを格納しながら RAID-Z などの別の構成レベルを指定できることです。
- アーカイブユーティリティー – `tar`、`cpio`、`pax`、サードパーティーバックアップ製品などのアーカイブユーティリティーを使って ZFS データを保存します。現時点では、`tar` と `cpio` では NFSv4 方式の ACL を正しく変換できますが、`pax` では変換できません。

## ほかのバックアップ製品を使用して ZFS データを保存する

`zfs send` および `zfs receive` コマンド以外に、`tar` や `cpio` コマンドなどのアーカイブユーティリティーを使用して、ZFS ファイルを保存することもできます。これらのユーティリティーは、ZFS ファイル属性と ACL を保存して復元します。`tar` コマンドと `cpio` コマンドの適切なオプションを確認してください。

ZFS とサードパーティー製バックアップ製品の問題に関する最新情報については、Solaris 10 リリースノートを参照してください。

## ZFS スナップショットストリームを特定する

ZFS ファイルシステムまたはボリュームのスナップショットは、`zfs send` コマンドを使用してスナップショットストリームに変換されます。続いて、`zfs receive` コマンドを使用することにより、このスナップショットストリームを使用して、ZFS ファイルシステムまたはボリュームを再作成できます。

スナップショットストリームの作成で使用された `zfs send` オプションに応じて、さまざまな種類のストリーム形式が生成されます。

- 完全なストリーム-データセットが作成された時間から指定されたスナップショットまで、すべてのデータセットの内容から構成されます。  
`zfs send` コマンドで生成されたデフォルトのストリームが完全なストリームです。これには、1つのファイルシステムまたはボリュームから指定されたスナップショットまで含まれます。ストリームには、コマンド行で指定されたスナップショット以外のスナップショットは含まれません。
- 増分ストリーム-あるスナップショットと別のスナップショットの差から構成されます。

ストリームパッケージとは、1つ以上の完全ストリームまたは増分ストリームを含んだストリームタイプです。次の3つの種類のストリームパッケージが存在します。

- 複製ストリームパッケージ-指定されたデータセットおよびその子孫から構成されます。すべての中間スナップショットを含みます。クローンが作成されたデータセットの複製元が、コマンド行で指定されたスナップショットの子孫ではない場合、この複製元のデータセットはストリームパッケージには含まれません。ストリームを受信するには、複製元のデータセットが送信先のストレージプールに存在している必要があります。

次のデータセットとその複製元の一覧を考慮してください。これらのデータセットが、下に示された順番で作成されたとします。

NAME	ORIGIN
pool/a	-
pool/a/1	-
pool/a/1@clone	-
pool/b	-
pool/b/1	pool/a/1@clone
pool/b/1@clone2	-
pool/b/2	pool/b/1@clone2
pool/b@pre-send	-
pool/b/1@pre-send	-
pool/b/2@pre-send	-
pool/b@send	-
pool/b/1@send	-
pool/b/2@send	-

次の構文で作成された複製ストリームパッケージは、

```
# zfs send -R pool/b@send ...
```

次の完全および増分ストリームから構成されます。

TYPE	SNAPSHOT	INCREMENTAL FROM
full	pool/b@pre-send	-
incr	pool/b@send	pool/b@pre-send
incr	pool/b/1@clone2	pool/a/1@clone
incr	pool/b/1@pre-send	pool/b/1@clone2
incr	pool/b/1@send	pool/b/1@send
incr	pool/b/2@pre-send	pool/b/1@clone2
incr	pool/b/2@send	pool/b/2@pre-send

前の出力で、pool/a/1@clone スナップショットは、複製ストリームパッケージに含まれていません。したがって、この複製ストリームパッケージは、すでに pool/a/1@clone スナップショットがあるプールでのみ受信できます。

- 再帰的ストリームパッケージ - 指定されたデータセットおよびその子孫から構成されます。複製ストリームパッケージとは異なり、ストリームに含まれる複製されたデータセットの複製元でないかぎり、中間スナップショットは含まれません。デフォルトでは、データセットの複製元がコマンド行で指定されたスナップショットの子孫でない場合、動作は複製ストリームと同じようになります。ただし、下で説明する自己完結型の再帰的ストリームは、外的な依存関係がないようにして作成されます。

次の構文で作成された再帰的ストリームパッケージは、

```
# zfs send -r pool/b@send ...
```

次の完全および増分ストリームから構成されます。

TYPE	SNAPSHOT	INCREMENTAL FROM
full	pool/b@send	-
incr	pool/b/1@clone2	pool/a/1@clone
incr	pool/b/1@send	pool/b/1@clone2
incr	pool/b/2@send	pool/b/1@clone2

前の出力で、pool/a/1@clone スナップショットは、再帰的ストリームパッケージに含まれていません。したがって、この再帰的ストリームパッケージは、すでに pool/a/1@clone スナップショットがあるプールでのみ受信できます。この動作は、前述の複製ストリームパッケージの場合と似ています。

- 自己完結型の再帰的ストリームパッケージ - ストリームパッケージに含まれないデータセットに依存しません。この再帰的ストリームパッケージは次の構文で作成されます。

```
# zfs send -rc pool/b@send ...
```

次の完全および増分ストリームから構成されます。

TYPE	SNAPSHOT	INCREMENTAL FROM
full	pool/b@send	-
full	pool/b/1@clone2	
incr	pool/b/1@send	pool/b/1@clone2
incr	pool/b/2@send	pool/b/1@clone2

自己完結型の再帰的ストリームは、pool/b/1@clone2 スナップショットの完全なストリームを含んでいるため、外的な依存関係なしに pool/b/1 スナップショットを受信できます。

## ZFS スナップショットを送信する

`zfs send` コマンドを使用して、スナップショットストリームのコピーを送信し、バックアップデータの格納に使用する別のプール(同じシステム上または別のシステム上にある)でそのスナップショットストリームを受信することができます。たとえば、別のプール上のスナップショットストリームを同じシステムに送信するには、次のような構文を使用します。

```
# zfs send tank/dana@snap1 | zfs recv spool/ds01
```

`zfs receive` コマンドの別名として、`zfs recv` を使用できます。

スナップショットストリームを別のシステムに送信する場合は、`zfs send` の出力を `ssh` コマンドにパイプします。例:

```
sys1# zfs send tank/dana@snap1 | ssh sys2 zfs recv newtank/dana
```

完全なストリームを送信するときは、対象のファイルシステムが存在してはいけません。

`zfs send -i` オプションを使用すれば、増分データを送信できます。例:

```
sys1# zfs send -i tank/dana@snap1 tank/dana@snap2 | ssh sys2 zfs recv newtank/dana
```

最初の引数 (`snap1`) は以前のスナップショットで、2 番目の引数 (`snap2`) はそれよりあとのスナップショットです。この場合は、増分データの受信を正常に行うために `newtank/dana` ファイルシステムがあらかじめ存在している必要があります。

---

注-元の受信側ファイルシステム内のファイル情報にアクセスすると、増分スナップショットの受信操作が失敗してこのようなメッセージが表示される可能性があります。

```
cannot receive incremental stream of tank/dana@snap2 into newtank/dana:
most recent snapshot of tank/dana@snap2 does not match incremental source
```

元の受信側ファイルシステム内のファイル情報にアクセスする必要がある場合で、増分スナップショットを受信側ファイルシステムで受信する必要もある場合は、`atime` プロパティを `off` に設定することを考慮してください。

---

増分ソース `snap1` は、スナップショット名の最後のコンポーネントだけで指定できます。このショートカットは、`snap1` には `@` 記号のあとの名前を指定するだけでよいことを意味し、この場合 `snap1` は `snap2` と同じファイルシステムから作成されたものと見なされます。例:

```
sys1# zfs send -i snap1 tank/dana@snap2 | ssh sys2 zfs recv newtank/dana
```

このショートカット構文は、前の例の増分構文と同等です。

異なるファイルシステム `snapshot1` から増分ストリームを生成しようとする、次のメッセージが表示されます。

```
cannot send 'pool/fs@name': not an earlier snapshot from the same fs
```

多数のコピーを保管する必要がある場合は、`gzip` コマンドを使って ZFS スナップショットのストリーム表現を圧縮することを検討してください。例:

```
# zfs send pool/fs@snap | gzip > backupfile.gz
```

## ZFS スナップショットを受信する

ファイルシステムのスナップショットを受信するときは、次の重要な点に留意してください。

- スナップショットとファイルシステムの両方が受信されます。
- ファイルシステムとその子孫のすべてのファイルシステムがアンマウントされます。
- ファイルシステムが受信されている間は、それらにアクセスできません。
- 受信される元のファイルシステムは、その転送中に存在してはいけません。
- ファイルシステム名がすでに存在する場合は、`zfs rename` コマンドを使ってファイルシステムの名前を変更できます。

例:

```
# zfs send tank/gozer@0830 > /bkups/gozer.083006
# zfs receive tank/gozer2@today < /bkups/gozer.083006
# zfs rename tank/gozer tank/gozer.old
# zfs rename tank/gozer2 tank/gozer
```

対象のファイルシステムに変更を加え、新たに増分スナップショットを送信する場合は、まず受信側のファイルシステムをロールバックする必要があります。

次のような例を考えます。まず、次のようにファイルシステムに変更を加えます。

```
sys2# rm newtank/dana/file.1
```

次に、`tank/dana@snap3` の増分を送信します。ただし、新しい増分スナップショットを受信するには、まず受信側のファイルシステムをロールバックする必要があります。または、`-F` オプションを使用すれば、ロールバック手順を実行する必要がなくなります。例:

```
sys1# zfs send -i tank/dana@snap2 tank/dana@snap3 | ssh sys2 zfs recv -F newtank/dana
```

増分スナップショットを受信するときは、対象のファイルシステムが存在している必要があります。

ファイルシステムに変更を加えたあとで、新しい増分スナップショットを受信するために受信側のファイルシステムのロールバックを行わない場合、または `-F` オプションを使用しない場合は、次のようなメッセージが表示されます。

```
sys1# zfs send -i tank/dana@snap4 tank/dana@snap5 | ssh sys2 zfs recv newtank/dana
cannot receive: destination has been modified since most recent snapshot
```

`-F` オプションが正常に実行される前に、次の検査が行われます。

- 最新のスナップショットが増分ソースと一致しない場合は、ロールバックも受信も完了せず、エラーメッセージが返される。
- `zfs receive` コマンドで指定された増分ソースと一致しない異なるファイルシステムの名前を間違えて指定した場合は、ロールバックも受信も完了せず、次のエラーメッセージが返される。

```
cannot send 'pool/fs@name': not an earlier snapshot from the same fs
```

## ZFS スナップショットストリームに異なるプロパティ値を適用する

ZFS スナップショットストリームを特定のファイルシステムプロパティ値で送信することができますが、スナップショットストリームを受信したときに異なるローカルプロパティ値を指定することができます。または、元のファイルシステムを再作成するために、スナップショットストリームを受信したときに元のプロパティ値を使用するように指定することもできます。さらに、スナップショットストリームを受信したときにファイルシステムプロパティを無効にすることもできます。

- ローカルのプロパティ値を受信値 (存在する場合) に戻すには、`zfs inherit -S` を使用します。プロパティに受信値が存在しない場合、`zfs inherit -S` コマンドの動作は、`-S` オプションを指定しない `zfs inherit` コマンドと同じです。プロパティに受信値が存在する場合、`zfs inherit` コマンドは、`zfs inherit -S` コマンドの発行によって継承値が受信値に戻されるまでの間、受信値を継承値でマスケします。
- `zfs get -o` を使用すると、新しい非デフォルトの `RECEIVED` 列を含めることができます。または、`zfs get -o all` コマンドを使用すると、`RECEIVED` を含むすべての列を含めることができます。
- `zfs send -p` オプションを使用すると、`-R` オプションを使用せずにプロパティを送信ストリームに含めることができます。
- `zfs receive -e` オプションを使用すると、送信スナップショット名の最後の要素を使用して新しいスナップショット名を決定できます。次の例では、`poola/bee/cee@1` スナップショットを `poold/eee` ファイルシステムに送信し、スナップショット名の最後の要素 (`cee@1`) のみを使用して、受信側のファイルシステムおよびスナップショットを作成します。

```
# zfs list -rt all poola
NAME          USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
poola         134K  134G   23K    /poola
poola/bee     44K   134G   23K    /poola/bee
poola/bee/cee 21K   134G   21K    /poola/bee/cee
poola/bee/cee@1 0      -      21K    -
# zfs send -R poola/bee/cee@1 | zfs receive -e poold/eee
# zfs list -rt all poold
NAME          USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
poold         134K  134G   23K    /poold
poold/eee     44K   134G   23K    /poold/eee
poold/eee/cee 21K   134G   21K    /poold/eee/cee
poold/eee/cee@1 0      -      21K    -
```

場合によっては、送信ストリーム内のファイルシステムプロパティが受信側のファイルシステムに該当しなかったり、mountpoint プロパティ値などのローカルファイルシステムプロパティが復元を妨害したりすることがあります。

たとえば、tank/data というファイルシステムの compression プロパティが無効になっているとします。tank/data ファイルシステムのスナップショットが、プロパティ (-p オプション) を指定してバックアッププールに送信され、compression プロパティが有効な状態で受信されます。

```
# zfs get compression tank/data
NAME          PROPERTY  VALUE  SOURCE
tank/data     compression  off    default
# zfs snapshot tank/data@snap1
# zfs send -p tank/data@snap1 | zfs recv -o compression=on -d bpool
# zfs get -o all compression bpool/data
NAME          PROPERTY  VALUE  RECEIVED  SOURCE
bpool/data     compression  on     off        local
```

この例では、スナップショットが bpool に受信されたとき、compression プロパティは有効になります。したがって、bpool/data では、compression 値は on です。

このスナップショットストリームが復元目的で restorepool という新規プールに送信される場合、元のスナップショットプロパティをすべて保持することが必要ことがあります。この場合、元のスナップショットプロパティを復元するために zfs send -b コマンドを使用します。例:

```
# zfs send -b bpool/data@snap1 | zfs recv -d restorepool
# zfs get -o all compression restorepool/data
NAME          PROPERTY  VALUE  RECEIVED  SOURCE
restorepool/data  compression  off     off        received
```

この例では、compression 値は off で、これは元の tank/data ファイルシステムからのスナップショット圧縮値を表します。

スナップショットストリーム内にローカルファイルシステムのプロパティ値があって、スナップショットストリームを受信したときにこのプロパティを無効にする場合、zfs receive -x コマンドを使用します。たとえば次のコマンドでは、すべ

てのファイルシステムプロパティを予約した状態で home ディレクトリファイルシステムの再帰的なスナップショットストリームをバックアッププールに送信しますが、割り当て制限プロパティ値は設定されません。

```
# zfs send -R tank/home@snap1 | zfs recv -x quota bpool/home
# zfs get -r quota bpool/home
```

NAME	PROPERTY	VALUE	SOURCE
bpool/home	quota	none	local
bpool/home@snap1	quota	-	-
bpool/home/lori	quota	none	default
bpool/home/lori@snap1	quota	-	-
bpool/home/mark	quota	none	default
bpool/home/mark@snap1	quota	-	-

再帰的なスナップショットが -x オプションで受信されなかった場合、割り当て制限プロパティは受信側ファイルシステム内で設定されます。

```
# zfs send -R tank/home@snap1 | zfs recv bpool/home
# zfs get -r quota bpool/home
```

NAME	PROPERTY	VALUE	SOURCE
bpool/home	quota	none	received
bpool/home@snap1	quota	-	-
bpool/home/lori	quota	10G	received
bpool/home/lori@snap1	quota	-	-
bpool/home/mark	quota	10G	received
bpool/home/mark@snap1	quota	-	-

## 複雑な ZFS スナップショットストリームを送信および受信する

このセクションでは、zfs send -I および -R オプションを使用して、より複雑なスナップショットストリームを送受信する方法について説明します。

複雑な ZFS スナップショットストリームを送受信するときは、次の点に留意してください。

- 1つのスナップショットのすべての増分ストリームを累積スナップショットに送信する場合は、zfs send -I オプションを使用します。または、元のスナップショットからの増分ストリームを送信してクローンを作成する場合にも、このオプションを使用します。増分ストリームを受け入れるには、元のスナップショットが受信側にすでに存在する必要があります。
- すべての子孫ファイルシステムの複製ストリームを送信する場合は、zfs send -R オプションを使用します。複製ストリームの受信時には、すべてのプロパティ、スナップショット、下位ファイルシステム、およびクローンが維持されます。

- `-c` オプションを付けずに `zfs send -r` オプションを使用した場合や、`zfs send -R` オプションを使用した場合、ストリームパッケージは一部の状況でクローンの `origin` を省略します。詳細については、231 ページの「ZFS スナップショットストリームを特定する」を参照してください。
- 増分複製ストリームを送信するには、両方のオプションを使用します。
  - プロパティの変更は保持され、スナップショットおよびファイルシステムの `rename` 操作と `destroy` 操作も保持されます。
  - 複製ストリームの受信時に `zfs recv -F` が指定されていない場合、データセットの `destroy` 操作は無視されます。この場合の `zfs recv -F` 構文は、「必要に応じてロールバックする」という意味も持っています。
  - (`zfs send -R` ではない) ほかの `-i` または `-I` の場合と同様に、`-I` を使用すると、`snapA` から `snapD` までのすべてのスナップショットが送信されます。`-i` を使用すると、(すべての子孫の) `snapD` だけが送信されます。
- このような新しい種類の `zfs send` ストリームを受信するには、そのストリームを送信できるソフトウェアバージョンが受信側のシステムで稼働している必要があります。ストリームのバージョンは 1 増やされています。

ただし、新しいソフトウェアバージョンを使用して古いプールバージョンのストリームにアクセスすることはできます。たとえば、新しいオプションで作成されたストリームを、バージョン 3 プールに対して送受信することができます。ただし、新しいオプションで送信されたストリームを受信するには、最近のソフトウェアが稼働している必要があります。

#### 例 6-1 複雑な ZFS スナップショットストリームを送信および受信する

`zfs send -I` オプションを使用すると、一連の増分スナップショットを結合して 1 つのスナップショットを作成できます。例:

```
# zfs send -I pool/fs@snapA pool/fs@snapD > /snaps/fs@all-I
```

次に、`snapB`、`snapC`、および `snapD` を削除します。

```
# zfs destroy pool/fs@snapB
# zfs destroy pool/fs@snapC
# zfs destroy pool/fs@snapD
```

結合されたスナップショットを受信するには、次のコマンドを使用します。

```
# zfs receive -d -F pool/fs < /snaps/fs@all-I
# zfs list
```

NAME	USED	AVAIL	REFER	MOUNTPOINT
pool	428K	16.5G	20K	/pool
pool/fs	71K	16.5G	21K	/pool/fs
pool/fs@snapA	16K	-	18.5K	-
pool/fs@snapB	17K	-	20K	-
pool/fs@snapC	17K	-	20.5K	-
pool/fs@snapD	0	-	21K	-

## 例 6-1 複雑な ZFS スナップショットストリームを送信および受信する (続き)

zfs send -I コマンドを使用すると、スナップショットとクローンスナップショットを結合して、結合されたデータセットを作成することもできます。例:

```
# zfs create pool/fs
# zfs snapshot pool/fs@snap1
# zfs clone pool/fs@snap1 pool/clone
# zfs snapshot pool/clone@snapA
# zfs send -I pool/fs@snap1 pool/clone@snapA > /snaps/fsc clonesnap-I
# zfs destroy pool/clone@snapA
# zfs destroy pool/clone
# zfs receive -F pool/clone < /snaps/fsc clonesnap-I
```

zfs send -R コマンドを使用すると、ZFS ファイルシステムおよび指定されたスナップショットまでのすべての子孫ファイルシステムを複製できます。このストリームの受信時には、すべてのプロパティ、スナップショット、子孫ファイルシステム、およびクローンが維持されます。

次の例では、ユーザーのファイルシステムのスナップショットが作成されます。すべてのユーザースナップショットから 1 つの複製ストリームが作成されます。次に、元のファイルシステムおよびスナップショットが破棄されてから回復されます。

```
# zfs snapshot -r users@today
# zfs list
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
users                187K  33.2G  22K    /users
users@today          0     -      22K    -
users/user1          18K   33.2G  18K    /users/user1
users/user1@today    0     -      18K    -
users/user2          18K   33.2G  18K    /users/user2
users/user2@today    0     -      18K    -
users/user3          18K   33.2G  18K    /users/user3
users/user3@today    0     -      18K    -
# zfs send -R users@today > /snaps/users-R
# zfs destroy -r users
# zfs receive -F -d users < /snaps/users-R
# zfs list
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
users                196K  33.2G  22K    /users
users@today          0     -      22K    -
users/user1          18K   33.2G  18K    /users/user1
users/user1@today    0     -      18K    -
users/user2          18K   33.2G  18K    /users/user2
users/user2@today    0     -      18K    -
users/user3          18K   33.2G  18K    /users/user3
users/user3@today    0     -      18K    -
```

次の例では、zfs send -R コマンドを使用して、users ファイルシステムとその子孫を複製し、複製したストリームを別のプール users2 に送信します。

```
# zfs create users2 mirror c0t1d0 c1t1d0
# zfs receive -F -d users2 < /snaps/users-R
```

## 例 6-1 複雑な ZFS スナップショットストリームを送信および受信する (続き)

```
# zfs list
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
users                224K  33.2G  22K    /users
users@today          0      -      22K    -
users/user1          33K   33.2G  18K    /users/user1
users/user1@today    15K   -      18K    -
users/user2          18K   33.2G  18K    /users/user2
users/user2@today    0      -      18K    -
users/user3          18K   33.2G  18K    /users/user3
users/user3@today    0      -      18K    -
users2               188K  16.5G  22K    /users2
users2@today         0      -      22K    -
users2/user1         18K   16.5G  18K    /users2/user1
users2/user1@today   0      -      18K    -
users2/user2         18K   16.5G  18K    /users2/user2
users2/user2@today   0      -      18K    -
users2/user3         18K   16.5G  18K    /users2/user3
users2/user3@today   0      -      18K    -
```

## ZFS データのリモート複製

zfs send および zfs recv コマンドを使用して、あるシステムのスナップショットのストリーム表現を別のシステムにリモートでコピーできます。例:

```
# zfs send tank/cindy@today | ssh newsys zfs recv sandbox/restfs@today
```

このコマンドは、tank/cindy@today スナップショットのデータを送信し、そのデータを sandbox/restfs ファイルシステムに受信します。このコマンドは、restfs@today スナップショットを newsys システム上にも作成します。この例のユーザーは、リモートシステム上で ssh を使用するよう構成されています。

# ACL および属性を使用した Oracle Solaris ZFS ファイルの保護

---

この章では、アクセス制御リスト (ACL) を使用して UNIX 標準のアクセス権より詳細にアクセス権を制御する方法で、ZFS ファイルを保護する方法について説明します。

この章は、次のセクションで構成されます。

- 241 ページの「Solaris ACL モデル」
- 248 ページの「ZFS ファイルに ACL を設定する」
- 251 ページの「ZFS ファイルの ACL を冗長形式で設定および表示する」
- 261 ページの「ZFS ファイルの ACL をコンパクト形式で設定および表示する」

## Solaris ACL モデル

以前のバージョンの Solaris では、主に POSIX ドラフト ACL 仕様に基づく ACL 実装がサポートされていました。POSIX ドラフトに基づく ACL は、UFS ファイルを保護するために使用され、NFSv4 より前のバージョンの NFS によって変換されます。

NFSv4 を導入したことにより、NFSv4 が提供する UNIX クライアントと UNIX 以外のクライアントとの間の相互運用性を、新しい ACL モデルを使って完全にサポートできるようになりました。NFSv4 仕様で定義されている新しい ACL 実装は、NT 方式の ACL を使用して、より豊かなセマンティクスを実現します。

新しい ACL モデルは、主に次の点が異なります。

- NFSv4 仕様に基づいており、NT 方式の ACL に似ています。
- アクセス特権をより詳細に設定できます。詳細は、[表 7-2](#) を参照してください。
- `setfacl` や `getfacl` コマンドではなく、`chmod` および `ls` コマンドを使用して設定および表示します。
- ディレクトリのアクセス特権をどのようにサブディレクトリに適用するかを指定するために、より多くの継承セマンティクスを利用できます。詳細については、[246 ページの「ACL 継承」](#) を参照してください。

どちらの ACL モデルを使った場合でも、標準のファイルアクセス権の場合より詳細にアクセス権を制御できます。新しい ACL は、POSIX ドラフト ACL と同様に、複数のアクセス制御エントリ (ACE) で構成されています。

POSIX ドラフト方式の ACL では、1つのエントリを使用して、許可するアクセス権と拒否するアクセス権を定義します。新しい ACL モデルでは、アクセス権を検査するために、2種類の ACE が利用されます。ALLOW と DENY です。つまり、どちらの ACE にもアクセス権が定義されていますが、その ACE に定義されていないアクセス権については、その ACE だけを使ってアクセス権を許可または拒否するかを推論することはできません。

NFSv4 方式の ACL と POSIX ドラフト ACL との間の変換は、次のように行われます。

- ACL に対応するユーティリティー (cp、mv、tar、cpio、rcp コマンドなど) のいずれかを使用している場合は、ACL が含まれる UFS ファイルを ZFS ファイルシステムに転送するときに、POSIX ドラフト ACL が同等の NFSv4 方式の ACL に変換されます。
- 一部の NFSv4 方式の ACL は、POSIX ドラフト ACL に変換されます。NFSv4 方式の ACL が POSIX ドラフト ACL に変換されない場合は、次のようなメッセージが表示されます。

```
# cp -p filea /var/tmp
cp: failed to set acl entries on /var/tmp/filea
```

- 最新の Solaris リリースを実行するシステム上で ACL の保持オプション (tar -p または cpio -P) を使って UFS tar または cpio アーカイブを作成した場合でも、以前の Solaris リリースを実行するシステム上でそのアーカイブを展開したときは、ACL が失われます。

すべてのファイルが正しいファイルモードで展開されますが、ACL エントリは無視されます。

- ufsrestore コマンドを使って ZFS ファイルシステムにデータを復元することができます。元のデータに POSIX 方式の ACL が含まれている場合、それらは NFSv4 方式の ACL に変換されます。
- UFS ファイルに NFSv4 方式の ACL を設定しようとする、次のようなメッセージが表示されます。

```
chmod: ERROR: ACL type's are different
```

- ZFS ファイルに POSIX 方式の ACL を設定しようとする、次のようなメッセージが表示されます。

```
# getfacl filea
File system doesn't support aclent_t style ACL's.
See acl(5) for more information on Solaris ACL support.
```

ACL およびバックアップ製品に関するその他の制限については、[230 ページ](#)の「[ほかのバックアップ製品を使用して ZFS データを保存する](#)」を参照してください。

## ACL を設定する構文の説明

基本的な ACL の形式として、次の 2 つの形式が用意されています。

- 簡易 ACL – 従来の UNIX user、group、および owner エントリのみが含まれます。
- 非簡易 ACL – 所有者、グループ、および全員だけでなくそれ以外のエントリが含まれるか、継承フラグセットが含まれるか、またはエントリが従来とは異なる方法で順序付けられます。

### 簡易 ACL を設定する構文

```
chmod [options] A[index]{+=}owner@ |group@ |everyone@:
access-permissions/...[:inheritance-flags]: deny | allow file
```

```
chmod [options] A-owner@, group@, everyone@:access-permissions
/...[:inheritance-flags]:deny | allow file ...
```

```
chmod [options] A[index]- file
```

### 非簡易 ACL を設定する構文

```
chmod [options] A[index]{+=}user|group:name:access-permissions
/...[:inheritance-flags]:deny | allow file
```

```
chmod [options] A-user|group:name:access-permissions /...[:inheritance-flags]:deny |
allow file ...
```

```
chmod [options] A[index]- file
```

```
owner@, group@, everyone@
```

簡易 ACL 構文の *ACL-entry-type* を指定します。 *ACL-entry-types* については、表 7-1 を参照してください。

```
user または group:ACL-entry-ID=username または groupname
```

明示的な ACL 構文の *ACL-entry-type* を指定します。ユーザーとグループの *ACL-entry-type* には、*ACL-entry-ID* と、*username* または *groupname* も含める必要があります。 *ACL-entry-types* については、表 7-1 を参照してください。

```
access-permissions/.../
```

許可または拒否するアクセス権を指定します。ACL アクセス特権については、表 7-2 を参照してください。

```
inheritance-flags
```

ACL 継承フラグのオプションリストを指定します。ACL 継承フラグについては、表 7-4 を参照してください。

```
deny | allow
```

そのアクセス権を許可するかまたは拒否するかを指定します。

次の例では、owner@、group@、または everyone@ についての ACL-entry-ID の値は存在しません。

```
group@:write_data/append_data/execute:deny
```

次の例では、ACL-entry-ID が含まれています。特定のユーザー (ACL-entry-type) を ACL に含めるためです。

```
0:user:gozer:list_directory/read_data/execute:allow
```

ACL エントリが表示されるときは、次のようになります。

```
2:group@:write_data/append_data/execute:deny
```

この例では 2 つつまり *index-ID* が指定されていますが、これは、より大きな ACL の ACL エントリであることを示しています。所有者、特定の UID、グループ、および全員のための複数のエントリで構成される可能性があります。chmod コマンドと一緒に *index-ID* を指定すれば、ACL のどの部分を変更するかを指定できます。たとえば次のように、chmod コマンドに A3 と指定して、インデックス ID 3 を特定することができます。

```
chmod A3=user:venkman:read_acl:allow filename
```

ACL エントリタイプは、所有者やグループなどの ACL 表現です。次の表の説明を参照してください。

表 7-1 ACL エントリタイプ

ACL エントリタイプ	説明
owner@	オブジェクトの所有者に許可するアクセス権を指定します。
group@	オブジェクトを所有するグループに許可するアクセス権を指定します。
everyone@	ほかのどの ACL エントリにも一致しないすべてのユーザーまたはグループに許可するアクセス権を指定します。
user	ユーザー名を使って、オブジェクトに追加するユーザーに許可するアクセス権を指定します。ACL-entry-ID を含める必要があります。username または userID を指定します。値が有効な数値 UID または username でない場合、その ACL エントリタイプは無効です。
group	グループ名を使って、オブジェクトに追加するグループに許可するアクセス権を指定します。ACL-entry-ID を含める必要があります。groupname または groupID を指定します。値が有効な数値 GID または groupname でない場合、その ACL エントリタイプは無効です。

ACL アクセス特権について、次の表で説明します。

表 7-2 ACL アクセス特権

アクセス特権	アクセス特権のコンパクト表現	説明
add_file	w	ディレクトリに新しいファイルを追加するためのアクセス権。
add_subdirectory	p	ディレクトリ上でサブディレクトリを作成するためのアクセス権。
append_data	p	現時点では実装されていません。
delete	d	ファイルを削除するためのアクセス権。delete アクセス権の特定の動作の詳細については、表 7-3 を参照してください。
delete_child	D	ディレクトリ内のファイルまたはディレクトリを削除するためのアクセス権。delete_child アクセス権の特定の動作の詳細については、表 7-3 を参照してください。
execute	x	ファイルを実行するためのアクセス権またはディレクトリの内容を検索するためのアクセス権。
list_directory	r	ディレクトリの内容を表示するためのアクセス権。
read_acl	c	ACL (ls) を読み取るためのアクセス権。
read_attributes	a	ファイルの基本属性 (ACL 以外) を読み取るためのアクセス権。基本属性は、stat レベルの属性とを考えてください。このアクセスマスクビットを許可したエンティティは、ls(1) および stat(2) を実行できる状態になります。
read_data	r	ファイルの内容を読み取るためのアクセス権。
read_xattr	R	ファイルの拡張属性を読み取るためのアクセス権。または、ファイルの拡張属性ディレクトリの検索を実行するためのアクセス権。
synchronize	s	現時点では実装されていません。
write_xattr	W	拡張属性を作成するためのアクセス権。または、拡張属性ディレクトリに書き込みむためのアクセス権。  このアクセス権を許可したユーザーは、ファイルの拡張属性ディレクトリを作成できます。属性ファイルのアクセス権を使って、その属性にユーザーがアクセスできるかどうかを制御します。
write_data	w	ファイルの内容を変更または置き換えるためのアクセス権。
write_attributes	A	ファイルまたはディレクトリに関連付けられた時間を任意の値に変更するためのアクセス権。

表 7-2 ACL アクセス特権 (続き)

アクセス特権	アクセス特権のコンパクト表現	説明
write_acl	C	ACL を書き込むためのアクセス権。つまり <code>chmod</code> コマンドを使用して ACL を変更することができます。
write_owner	o	<p>ファイルの所有者またはグループを変更するためのアクセス権。つまり、ファイルに対して <code>chown</code> または <code>chgrp</code> コマンドを実行することができます。</p> <p>ファイルの所有権を取得するためのアクセス権。または、ファイルのグループ所有権をユーザーが所属するグループに変更するためのアクセス権。ファイルまたはグループの所有権を任意のユーザーまたはグループに変更する場合は、<code>PRIV_FILE_CHOWN</code> 権限が必要です。</p>

次の表に、ACL `delete` および `delete_child` の動作の追加詳細を示します。

表 7-3 ACL `delete` および `delete_child` アクセス権の動作

親ディレクトリのアクセス権	ターゲットオブジェクトのアクセス権		
	ACL は <code>delete</code> を許可	ACL は <code>delete</code> を拒否	未指定のアクセス権を削除
ACL は <code>delete_child</code> を許可	パーミット	パーミット	パーミット
ACL は <code>delete_child</code> を拒否	パーミット	拒否	拒否
ACL は <code>write</code> と <code>execute</code> だけを許可	パーミット	パーミット	パーミット
ACL は <code>write</code> と <code>execute</code> を拒否	パーミット	拒否	拒否

## ACL 継承

ACL 継承を使用する目的は、親ディレクトリの既存のアクセス権ビットを考慮しながら、意図した ACL を新しく作成するファイルまたはディレクトリが継承できるようにすることです。

デフォルトでは、ACL は伝達されません。ディレクトリに非簡易 ACL を設定した場合でも、その ACL はそれ以降に作成されるディレクトリには継承されません。ACL を継承する場合は、ファイルまたはディレクトリにそのことを指定する必要があります。

オプションの継承フラグについて、次の表で説明します。

表 7-4 ACL 継承フラグ

継承フラグ	継承フラグのコンパクト表現	説明
<code>file_inherit</code>	<code>f</code>	親ディレクトリの ACL をそのディレクトリのファイルにのみ継承します。
<code>dir_inherit</code>	<code>d</code>	親ディレクトリの ACL をそのディレクトリのサブディレクトリにのみ継承します。
<code>inherit_only</code>	<code>i</code>	親ディレクトリから ACL を継承しますが、新しく作成したファイルまたはサブディレクトリにのみ適用され、そのディレクトリ自体には適用されません。このフラグを使用する場合は、何を継承するかを指定するために、 <code>file_inherit</code> フラグまたは <code>dir_inherit</code> フラグ、あるいはその両方を指定する必要があります。
<code>no_propagate</code>	<code>n</code>	親ディレクトリの ACL をそのディレクトリの第 1 レベルの内容にのみ継承します。第 2 レベル以降の内容には継承しません。このフラグを使用する場合は、何を継承するかを指定するために、 <code>file_inherit</code> フラグまたは <code>dir_inherit</code> フラグ、あるいはその両方を指定する必要があります。
<code>-</code>	なし	アクセス権は付与されていません。

また、`aclinherit` ファイルシステムプロパティを使用して、デフォルトの ACL 継承ポリシーをファイルシステムに設定することもできます。ポリシーの厳密度はプロパティによって異なります。詳細については、次のセクションを参照してください。

## ACL プロパティ

ZFS ファイルシステムには、ACL 継承の特定の動作と、ACL と `chmod` 操作との関連を判定する、次のプロパティが含まれています。

- `aclinherit` – ACL 継承の動作を判定します。値には次のものが含まれます。
  - `discard` – 新しいオブジェクトの場合に、ファイルまたはディレクトリを作成するときに ACL エントリは継承されません。ファイルまたはディレクトリの ACL は、そのファイルまたはディレクトリのアクセス権モードと等価です。
  - `noallow` – 新しいオブジェクトの場合に、継承可能な ACL エントリのうち、アクセスタイプが `deny` のエントリだけが継承されます。
  - `restricted` – 新しいオブジェクトの場合に、ACL エントリが継承されるときに、`write_owner` および `write_acl` アクセス権が取り除かれます。

- `passthrough` – プロパティの値が `passthrough` に設定されている場合、作成されるファイルのモードは継承可能な ACE によって決定されます。モードに影響を与える継承可能な ACE が存在しない場合、モードはアプリケーションから要求されたモードに従って設定されます。
- `passthrough-x` – セマンティクスは次の点を除き `passthrough` と同じです。 `passthrough-x` を有効にした場合、ファイル作成モードおよびモードに影響を与える継承可能な ACE で実行アクセス権が設定されている場合に限りファイルが実行 (x) アクセス権付きで作成されます。

`aclinherit` のデフォルトモードは、`restricted` です。

- `aclmode` – ファイルが最初に作成されたとき、または `chmod` の操作中に ACL をどのように変更するかを制御するときに ACL の動作を変更します。次の値を使用できます。
  - `discard-aclmode` プロパティが `discard` であるファイルシステムでは、ファイルのモードを表さない ACL エントリがすべて削除されます。これがデフォルト値です。
  - `mask-aclmode` プロパティが `mask` であるファイルシステムでは、ユーザーまたはグループアクセス権が削減されます。アクセス権は、グループアクセス権ビットと同程度にまで低下します。ただし、アクセス権がファイルまたはディレクトリの所有者と同じ UID を持つユーザーエントリである場合を除きます。この場合、ACL アクセス権は、所有者のアクセス権ビットと同程度にまで削減されます。また、明示的な ACL セット操作が実行されていない場合、マスク値はモードが変更しても ACL を保持します。
  - `passthrough-aclmode` プロパティが `passthrough` であるファイルシステムでは、ファイルまたはディレクトリの新規モードを表す必須の ACL エントリを生成する以外、ACL に変更は加えられません。

`aclmode` のデフォルトモードは、`discard` です。

`aclmode` プロパティの使用方法については、[例 7-13](#) を参照してください。

## ZFS ファイルに ACL を設定する

ZFS と一緒に実装される ACL は、ACL エントリの配列で構成されます。ZFS の ACL モデルは「純粹」です。つまり、すべてのファイルに ACL が含まれます。この ACL は、従来の UNIX の `owner/group/other` エントリを表現しているだけという点で、全体的に見れば簡易な ACL です。

ZFS ファイルにもアクセス権ビットとモードが含まれます。ただし、より正確に表現すれば、これらの値は ACL が表現するアクセス権のキャッシュです。つまり、ファイルのアクセス権を変更した場合には、それに応じてファイルの ACL が更新されます。また、ファイルまたはディレクトリへのアクセスをユーザーに許可す

るための非簡易 ACL を削除しても、グループまたは全員にアクセスを許可するファイルまたはディレクトリのアクセス権ビットが設定されている場合には、そのユーザーはそのファイルまたはディレクトリに引き続きアクセスできます。アクセス制御に関するすべての決定は、ファイルまたはディレクトリの ACL に表現されているアクセス権によって制御されます。

ZFS ファイルの ACL アクセス権に関する主な規則は、次のとおりです。

- ZFS では、ACL に指定されている順序に従って、上から順番に ACL エントリが処理されます。
- ACL エントリが処理されるのは、アクセスを要求したユーザーが ACL エントリに設定されているユーザーと一致した場合だけです。
- いったん付与した許可アクセス権は、その ACL アクセス権セットの後続の ACL 拒否エントリで拒否することはできません。
- ファイルの所有者には `write_acl` アクセス権が無条件で付与されます。そのアクセス権を明示的に拒否した場合でも付与されます。それ以外の場合は、指定していないアクセス権はすべて拒否されます。

拒否アクセス権が設定されている場合または許可アクセス権が失われている場合でも、ファイルの所有者またはスーパーユーザーに許可されるアクセス要求は、特権サブシステムによって決められます。このメカニズムによって、ファイルの所有者が所有しているファイルから拒否されることがなくなり、スーパーユーザーがファイルを回復するために変更できるようになります。

ディレクトリに非簡易 ACL を設定しても、その ACL はそのディレクトリの子に自動的に継承されることはありません。非簡易 ACL を設定し、それがそのディレクトリの子に継承されるようにする場合は、ACL 継承フラグを使用する必要があります。詳細については、[表 7-4 および 255 ページの「ZFS ファイルの ACL 継承を冗長形式で設定する」](#)を参照してください。

新しいファイルを作成すると、`umask` の値に応じて、次のようなデフォルトの簡易 ACL が適用されます。

```
$ ls -lv file.1
-rw-r--r-- 1 root  root    206663 Jun 23 15:06 file.1
0:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
1:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
2:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
  :allow
```

この例では、ユーザーカテゴリ (`owner@`、`group@`、`everyone@`) ごとに ACL エントリが存在します。

このファイル ACL について説明します。

- 0:owner@ この所有者は、このファイルの内容を読み取って変更することができます (read\_data/write\_data/append\_data/read\_xattr)。この所有者は、タイムスタンプ、拡張属性、ACL などのファイル属性を変更することもできます (write\_xattr/read\_attributes/write\_attributes/read\_acl/write\_acl)。さらに、この所有者はファイルの所有権を変更できません (write\_owner:allow)。
- synchronize の許可アクセス権は、現在のところ実装されていません。
- 1:group@ グループには、ファイルおよびファイルの属性への読み取りアクセス権が付与されます (read\_data/read\_xattr/read\_attributes/read\_acl:allow)。
- 2:everyone@ ユーザーまたはグループ以外の全員には、ファイルおよびファイルの属性を読み取るアクセス権が付与されます (read\_data/read\_xattr/read\_attributes/read\_acl/synchronize:allow)。synchronize の許可アクセス権は、現在のところ実装されていません。

新しいディレクトリを作成すると、umask の値に応じて、デフォルトのディレクトリ ACL は次のようになります。

```
$ ls -dv dir.1
drwxr-xr-x  2 root   root       2 Jul 20 13:44 dir.1
0:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
/append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
/read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
/synchronize:allow
1:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
/read_acl/synchronize:allow
2:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
/read_acl/synchronize:allow
```

このディレクトリ ACL について説明します。

- 0:owner@ この所有者は、ディレクトリの内容を読み取って変更すること (list\_directory/read\_data/add\_file/write\_data/add\_subdirectory/append\_data)、およびタイムスタンプ、拡張属性、ACL などのファイル属性を読み取って変更すること (/read\_xattr/write\_xattr/read\_attributes/write\_attributes/read\_acl/write\_acl) ことができます。さらに、所有者は、内容を検索すること (execute)、ファイルまたはディレクトリを削除すること (delete\_child)、およびディレクトリの所有権を変更すること (write\_owner:allow) ことができます。

- synchronize の許可アクセス権は、現在のところ実装されていません。
- 1:group@ グループは、ディレクトリ内容とディレクトリの属性を表示して読み取ることができます。またこのグループは、ディレクトリ内容を検索する実行権を持ちます  
(list\_directory/read\_data/read\_xattr/execute/read\_attributes/read\_acl/synchronize:allow)。
- 2:everyone@ ユーザーまたはグループ以外の全員に、ディレクトリの内容および属性を読み取って実行するアクセス権が付与されます  
(list\_directory/read\_data/read\_xattr/execute/read\_attributes/read\_acl/synchronize:allow)。synchronize の許可アクセス権は、現在のところ実装されていません。

## ZFS ファイルの ACL を冗長形式で設定および表示する

chmod コマンドを使用して、ZFS ファイルの ACL を変更できます。次の chmod 構文では、ACL を変更するために *acl-specification* を使って ACL の形式を指定しています。*acl-specification* については、243 ページの「ACL を設定する構文の説明」を参照してください。

- ACL エントリを追加する
  - ユーザーの ACL エントリを追加する
    - % chmod A+**acl-specification filename**
  - *index-ID* を使用して ACL エントリを追加する
    - % chmod A**index-ID**+**acl-specification filename**

この構文では、指定した *index-ID* の位置に新しい ACL エントリが挿入されません。
- ACL エントリを置き換える
  - % chmod A=**acl-specification filename**
  - % chmod A**index-ID**=**acl-specification filename**
- ACL エントリを削除する
  - *index-ID* を使用して ACL エントリを削除する
    - % chmod A**index-ID**- **filename**
  - ユーザーを使用して ACL エントリを削除する
    - % chmod A-**acl-specification filename**
  - 非簡易 ACL をファイルからすべて削除する
    - % chmod A- **filename**

ls -v コマンドを使用することで、詳細な ACL 情報が表示されます。例:

```
# ls -v file.1
-rw-r--r-- 1 root    root      206695 Jul 20 13:43 file.1
0:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
1:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
2:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
  :allow
```

コンパクト形式の ACL の使用方法については、[261 ページの「ZFS ファイルの ACL をコンパクト形式で設定および表示する」](#)を参照してください。

#### 例 7-1 ZFS ファイルの簡易 ACL を変更する

このセクションでは、簡易 ACL を設定して表示する例を示します。これは、従来の UNIX エントリ (ユーザー、グループ、およびその他) のみが ACL に含まれていることを意味します。

次の例では、簡易 ACL が file.1 にあります。

```
# ls -v file.1
-rw-r--r-- 1 root    root      206695 Jul 20 13:43 file.1
0:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
1:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
2:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
  :allow
```

次の例では、write\_data アクセス権が group@ に付与されます。

```
# chmod A1=group@:read_data/write_data:allow file.1
# ls -v file.1
-rw-rw-r-- 1 root    root      206695 Jul 20 13:43 file.1
0:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
1:group@:read_data/write_data:allow
2:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
  :allow
```

次の例では、permissions on file.1 へのアクセス権の設定が 644 に戻されます。

```
# chmod 644 file.1
# ls -v file.1
-rw-r--r-- 1 root    root      206695 Jul 20 13:43 file.1
0:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
1:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
2:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
```

## 例 7-1 ZFS ファイルの簡易 ACL を変更する (続き)

```
:allow
```

## 例 7-2 ZFS ファイルに非簡易 ACL を設定する

このセクションでは、非簡易 ACL を設定して表示する例を紹介します。

次の例では、read\_data/execute アクセス権が、test.dir ディレクトリのユーザー gozer に追加されます。

```
# chmod A+user:gozer:read_data/execute:allow test.dir
# ls -dv test.dir
drwxr-xr-x+ 2 root    root          2 Jul 20 14:23 test.dir
 0:user:gozer:list_directory/read_data/execute:allow
 1:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
  /append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
 2:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
 3:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
```

次の例では、read\_data/execute アクセス権がユーザー gozer から削除されます。

```
# chmod A0- test.dir
# ls -dv test.dir
drwxr-xr-x 2 root    root          2 Jul 20 14:23 test.dir
 0:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
  /append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
 1:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
 2:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
```

## 例 7-3 ACL を使用して ZFS ファイルのアクセス権を操作する

次の ACL の例では、ACL を設定してから、ファイルまたはディレクトリのアクセス権ビットを変更するまでの操作を説明します。

次の例では、簡易 ACL が file.2 にあります。

```
# ls -v file.2
-rw-r--r-- 1 root    root          2693 Jul 20 14:26 file.2
 0:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
 1:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
 2:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
  :allow
```

例 7-3 ACL を使用して ZFS ファイルのアクセス権を操作する (続き)

次の例では、ACL allow アクセス権が `everyone@` から削除されます。

```
# chmod A2- file.2
# ls -v file.2
-rw-r----- 1 root    root          2693 Jul 20 14:26 file.2
 0:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
   /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
   /synchronize:allow
 1:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
```

この出力では、ファイルのアクセス権ビットが 644 から 640 に再設定されています。 `everyone@` の読み取りアクセス権は、 `everyone@` の ACL 許可アクセス権が削除されるときに、ファイルのアクセス権ビットから事実上削除されています。

次の例では、既存の ACL が `everyone@` の `read_data/write_data` アクセス権に置き換わります。

```
# chmod A=everyone@:read_data/write_data:allow file.3
# ls -v file.3
-rw-rw-rw- 1 root    root          2440 Jul 20 14:28 file.3
 0:everyone@:read_data/write_data:allow
```

この出力では、 `chmod` 構文を使って、 `owner@`、 `group@`、および `everyone@` が読み取りまたは書き込みできるように、既存の ACL を `read_data/write_data:allow` アクセス権に事実上置き換えています。このモデルでは、 `everyone@` を使って、すべてのユーザーまたはグループへのアクセス権を指定しています。所有者とグループのアクセス権をオーバーライドする `owner@` と `group@` の ACL エントリがないので、アクセス権ビットは 666 に設定されます。

次の例では、既存の ACL がユーザー `gozer` の読み取りアクセス権に置き換わります。

```
# chmod A=user:gozer:read_data:allow file.3
# ls -v file.3
-----+ 1 root    root          2440 Jul 20 14:28 file.3
 0:user:gozer:read_data:allow
```

この出力では、従来のファイルアクセス権コンポーネントを表す `owner@`、 `group@`、または `everyone@` の ACL エントリがないので、ファイルアクセス権は 000 になります。ファイルの所有者は、次のようにアクセス権 (および ACL) を再設定することで、この問題を解決できます。

```
# chmod 655 file.3
# ls -v file.3
-rw-r-xr-x 1 root    root          2440 Jul 20 14:28 file.3
 0:owner@:execute:deny
 1:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
   /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
```

例 7-3 ACL を使用して ZFS ファイルのアクセス権を操作する (続き)

```
/synchronize:allow
2:group@:read_data/read_xattr/execute/read_attributes/read_acl
/synchronize:allow
3:everyone@:read_data/read_xattr/execute/read_attributes/read_acl
/synchronize:allow
```

例 7-4 ZFS ファイルの簡易 ACL を復元する

chmod コマンドを使用して、ファイルまたはディレクトリの非簡易 ACL をすべて削除できます。

次の例では、2つの非簡易 ACL が test5.dir にあります。

```
# ls -dv test5.dir
drwxr-xr-x  2 root    root          2 Jul 20 14:32 test5.dir
0:user:lp:read_data:file_inherit:deny
1:user:gozer:read_data:file_inherit:deny
2:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
/append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
/read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
/synchronize:allow
3:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
/read_acl/synchronize:allow
4:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
/read_acl/synchronize:allow
```

次の例では、ユーザー gozer と lp の非簡易 ACL が削除されます。残りの ACL には、owner@、group@、および everyone@ のデフォルト値が含まれています。

```
# chmod A- test5.dir
# ls -dv test5.dir
drwxr-xr-x  2 root    root          2 Jul 20 14:32 test5.dir
0:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
/append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
/read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
/synchronize:allow
1:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
/read_acl/synchronize:allow
2:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
/read_acl/synchronize:allow
```

## ZFS ファイルの ACL 継承を冗長形式で設定する

ファイルとディレクトリに ACL をどのように継承するかまたは継承しないかを決定できます。デフォルトでは、ACL は伝達されません。ディレクトリに非簡易 ACL を設定した場合でも、その ACL はそれ以降に作成されるディレクトリには継承されません。ACL を継承する場合は、ファイルまたはディレクトリにそのことを指定する必要があります。

aclinherit プロパティは、ファイルシステム上でグローバルに設定できます。デフォルトでは、aclinherit は restricted に設定されます。

詳細については、[246 ページの「ACL 継承」](#)を参照してください。

#### 例 7-5 デフォルトの ACL 継承を許可する

デフォルトでは、ACL はディレクトリ階層に伝達されません。

次の例では、read\_data/write\_data/execute の非簡易 ACL が、test.dir のユーザー gozer に適用されます。

```
# chmod A+user:gozer:read_data/write_data/execute:allow test.dir
# ls -dv test.dir
drwxr-xr-x+ 2 root    root          2 Jul 20 14:53 test.dir
 0:user:gozer:list_directory/read_data/add_file/write_data/execute:allow
 1:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
  /append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
 2:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
 3:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
```

test.dir サブディレクトリが作成されても、ユーザー gozer の ACE は伝達されません。sub.dir 上でユーザー gozer に許可されているアクセス権がファイル所有者、グループメンバー、または everyone@ としてのアクセス権の場合には、このユーザーは sub.dir にしかアクセスできません。

```
# mkdir test.dir/sub.dir
# ls -dv test.dir/sub.dir
drwxr-xr-x 2 root    root          2 Jul 20 14:54 test.dir/sub.dir
 0:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
  /append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
 1:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
 2:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
```

#### 例 7-6 ファイルとディレクトリの ACL 継承を許可する

ここで示す一連の例では、file\_inherit フラグが設定されているときに適用されるファイルとディレクトリの ACE を示しています。

次の例では、test2.dir ディレクトリ上のファイルへの read\_data/write\_data アクセス権がユーザー gozer に追加されます。このユーザーは、新しく作成されたすべてのファイルに読み取りアクセスできるようになります。

## 例 7-6 ファイルとディレクトリの ACL 継承を許可する (続き)

```
# chmod A+user:gozer:read_data/write_data:file_inherit:allow test2.dir
# ls -dv test2.dir
drwxr-xr-x+ 2 root    root          2 Jul 20 14:55 test2.dir
 0:user:gozer:read_data/write_data:file_inherit:allow
 1:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
  /append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
 2:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
 3:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
```

次の例では、ユーザー gozer のアクセス権が、新しく作成されたファイル test2.dir/file.2 に適用されます。ACL 継承が許可されているので (read\_data:file\_inherit:allow)、ユーザー gozer は新しく作成されたすべてのファイルの内容を読み取ることができます。

```
# touch test2.dir/file.2
# ls -v test2.dir/file.2
-rw-r--r--+ 1 root    root          0 Jul 20 14:56 test2.dir/file.2
 0:user:gozer:read_data:inherited:allow
 1:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
 2:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
 3:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
  :allow
```

このファイルシステムの aclinherit プロパティーがデフォルトモード restricted に設定されているため、ユーザー gozer には file.2 への write\_data アクセス権は割り当てられません。これは、ファイルのグループアクセス権が許可していないためです。

inherit\_only アクセス権は、file\_inherit または dir\_inherit フラグが設定されているときに適用されます。このアクセス権は、ディレクトリ階層に ACL を伝達するために使用します。この場合、ユーザー gozer のアクセス権の許可または拒否は、ファイル所有者またはファイルのグループ所有者のメンバーである場合を除いて、everyone@ アクセス権に基づいてのみ行われます。例:

```
# mkdir test2.dir/subdir.2
# ls -dv test2.dir/subdir.2
drwxr-xr-x+ 2 root    root          2 Jun 23 15:21 test2.dir/subdir.2
 0:user:gozer:list_directory/read_data/add_file/write_data:file_inherit
  /inherit_only:allow
 1:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
  /append_data/read_xattr/write_xattr/execute/read_attributes
  /write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner/synchronize:allow
 2:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
```

## 例 7-6 ファイルとディレクトリの ACL 継承を許可する (続き)

```
3:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
/read_acl/synchronize:allow
```

次に示す一連の例では、file\_inherit と dir\_inherit フラグが両方設定されているときに適用される、ファイルとディレクトリの ACL を示しています。

次の例では、ユーザー gozer に読み取り、書き込み、および実行アクセス権が付与されます。これらのアクセス権は、新しく作成されたファイルとディレクトリに継承されます。

```
# chmod A+user:gozer:read_data/write_data/execute:file_inherit/dir_inherit:allow
test3.dir
# ls -dv test3.dir
drwxr-xr-x+ 2 root    root          2 Jul 20 15:00 test3.dir
 0:user:gozer:list_directory/read_data/add_file/write_data/execute
  :file_inherit/dir_inherit:allow
 1:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
  /append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
 2:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
 3:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow

# touch test3.dir/file.3
# ls -v test3.dir/file.3
-rw-r--r--+ 1 root    root          0 Jun 23 15:25 test3.dir/file.3
 0:user:gozer:read_data:allow
 1:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
 2:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
 3:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
  :allow

# mkdir test3.dir/subdir.1
# ls -dv test3.dir/subdir.1
drwxr-xr-x+ 2 root    root          2 Jun 23 15:26 test3.dir/subdir.1
 0:user:gozer:list_directory/read_data/execute:file_inherit/dir_inherit
  :allow
 1:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
  /append_data/read_xattr/write_xattr/execute/read_attributes
  /write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner/synchronize:allow
 2:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
 3:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
```

上記の例では、group@ および everyone@ の親ディレクトリのアクセス権ビットによって、書き込みアクセス権と実行アクセス権が拒否されるため、ユーザー gozer は

## 例 7-6 ファイルとディレクトリの ACL 継承を許可する (続き)

書き込みアクセス権と実行アクセス権が拒否されます。デフォルトの `aclinherit` プロパティは `restricted` です。つまり、`write_data` および `execute` アクセス権が継承されません。

次の例では、ユーザー `gozer` に読み取り、書き込み、および実行アクセス権が付与されます。これらのアクセス権は、新しく作成されたファイルに継承されますが、ディレクトリの下位の内容には伝達されません。

```
# chmod A+user:gozer:read_data/write_data/execute:file_inherit/no_propagate:allow
test4.dir
# ls -dv test4.dir
drwxr--r--+ 2 root    root          2 Mar 1 12:11 test4.dir
 0:user:gozer:list_directory/read_data/add_file/write_data/execute
   :file_inherit/no_propagate:allow
 1:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
   /append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
   /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
   /synchronize:allow
 2:group@:list_directory/read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl
   /synchronize:allow
 3:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl
   /synchronize:allow
```

次の例で示すように、`gozer` の `read_data/write_data/execute` アクセス権は、所有するグループのアクセス権に基づいて減少します。

```
# touch test4.dir/file.4
# ls -v test4.dir/file.4
-rw-r--r--+ 1 root    root          0 Jun 23 15:28 test4.dir/file.4
 0:user:gozer:read_data:allow
 1:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
   /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
   /synchronize:allow
 2:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
 3:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
   :allow
```

例 7-7 ACL 継承モードが `passthrough` に設定された ACL 継承

`tank/cindy` ファイルシステムの `aclinherit` プロパティが `passthrough` に設定されている場合は、ユーザー `gozer` が新しく作成した `file.5` には、`test4.dir` に適用されている ACL が継承されます。次に例を示します。

```
# zfs set aclinherit=passthrough tank/cindy
# touch test4.dir/file.4
# ls -v test4.dir/file.4
-rw-r--r--+ 1 root    root          0 Jun 23 15:35 test4.dir/file.4
 0:user:gozer:read_data:allow
 1:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
   /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
```

## 例 7-7 ACL 継承モードが passthrough に設定された ACL 継承 (続き)

```

/synchronize:allow
2:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
3:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
:allow

```

## 例 7-8 ACL 継承モードが discard に設定された ACL 継承

ファイルシステムの `aclinherit` プロパティが `discard` に設定されている場合には、ディレクトリのアクセス権ビットが変更されたときに、ACL が破棄される可能性があります。例:

```

# zfs set aclinherit=discard tank/cindy
# chmod A+user:gozer:read_data/write_data/execute:dir_inherit:allow test5.dir
# ls -dv test5.dir
drwxr-xr-x+ 2 root    root          2 Jul 20 14:18 test5.dir
0:user:gozer:list_directory/read_data/add_file/write_data/execute
:dir_inherit:allow
1:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
/append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
/read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
/synchronize:allow
2:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
/read_acl/synchronize:allow
3:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
/read_acl/synchronize:allow

```

あとでディレクトリのアクセス権ビットをより厳格に設定することにした場合は、非簡易 ACL は破棄されます。例:

```

# chmod 744 test5.dir
# ls -dv test5.dir
drwxr--r-- 2 root    root          2 Jul 20 14:18 test5.dir
0:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
/append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
/read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
/synchronize:allow
1:group@:list_directory/read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl
/synchronize:allow
2:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl
/synchronize:allow

```

## 例 7-9 ACL 継承モードが noallow に設定された ACL 継承

次の例では、ファイルに継承される 2 つの非簡易 ACL が設定されます。一方の ACL では `read_data` アクセス権が許可され、もう一方の ACL では `read_data` アクセス権が拒否されます。この例では、1 つの `chmod` コマンドに 2 つの ACE を指定できることも示しています。

```

# zfs set aclinherit=noallow tank/cindy
# chmod A+user:gozer:read_data:file_inherit:deny,user:lp:read_data:file_inherit:allow
test6.dir

```

例 7-9 ACL 継承モードが `noallow` に設定された ACL 継承 (続き)

```
# ls -dv test6.dir
drwxr-xr-x+ 2 root      root          2 Jul 20 14:22 test6.dir
0:user:gozer:read_data:file_inherit:deny
1:user:lp:read_data:file_inherit:allow
2:owner@:list_directory/read_data/add_file/write_data/add_subdirectory
  /append_data/read_xattr/write_xattr/execute/delete_child
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
3:group@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
4:everyone@:list_directory/read_data/read_xattr/execute/read_attributes
  /read_acl/synchronize:allow
```

次の例に示すように、新しいファイルが作成されると、`read_data` アクセス権を許可する ACL が破棄されます。

```
# touch test6.dir/file.6
# ls -v test6.dir/file.6
-rw-r--r--+ 1 root      root          0 Jun 15 12:19 test6.dir/file.6
0:user:gozer:read_data:inherited:deny
1:owner@:read_data/write_data/append_data/read_xattr/write_xattr
  /read_attributes/write_attributes/read_acl/write_acl/write_owner
  /synchronize:allow
2:group@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize:allow
3:everyone@:read_data/read_xattr/read_attributes/read_acl/synchronize
  :allow
```

## ZFS ファイルの ACL をコンパクト形式で設定および表示する

ZFS ファイルのアクセス権をコンパクト形式で設定および表示できます。コンパクト形式では、一意の 14 個の文字を使ってアクセス権を表現します。コンパクトなアクセス権を表現する文字の一覧は、表 7-2 および表 7-4 に記載されています。

ファイルとディレクトリのコンパクト形式の ACL リストは、`ls -V` コマンドを使用して表示できます。例:

```
# ls -V file.1
-rw-r--r-- 1 root      root          206663 Jun 23 15:06 file.1
owner@:rw-p--aARWCos:-----:allow
group@:r-----a-R-c--s:-----:allow
everyone@:r-----a-R-c--s:-----:allow
```

コンパクト形式の ACL 出力について説明します。

`owner@` この所有者は、このファイルの内容を読み取って変更することができません (`rw=read_data/write_data`)、(`p=append_data`)。この所有者は、タ

タイムスタンプ、拡張属性、ACLなどのファイル属性を変更することもできます (a=read\_attributes、W=write\_xattr、R=read\_xattr、A=write\_attributes、c=read\_acl、C=write\_acl)。さらに、この所有者はファイルの所有権を変更することもできます (o=write\_owner)。

synchronize(s) アクセス権は、現在のところ実装されていません。

**group@** グループには、ファイルへの読み取りアクセス権 (r= read\_data) およびファイルの属性への読み取りアクセス権 (a=read\_attributes、R=read\_xattr、 c= read\_acl) が付与されます。

synchronize(s) アクセス権は、現在のところ実装されていません。

**everyone@** ユーザーやグループ以外の全員は、このファイルおよびこのファイルの属性を読み取るアクセス権が付与されます (r=read\_data、a=append\_data、 R=read\_xattr、 c=read\_acl、 s=synchronize)。

synchronize(s) アクセス権は、現在のところ実装されていません。

コンパクト形式の ACL には、冗長形式の ACL と比べて次の利点があります。

- アクセス権を chmod コマンドに指定するときに、順対応引数として指定できません。
- アクセス権がないことを表すハイフン(-)文字は、省略してもかまいません。必要な文字だけを指定する必要があります。
- アクセス権と継承フラグは、同じ方法で設定します。

冗長形式の ACL の使用方法については、[251 ページの「ZFS ファイルの ACL を冗長形式で設定および表示する」](#)を参照してください。

例 7-10 コンパクト形式で ACL を設定および表示する

次の例では、簡易 ACL が file.1 にあります。

```
# ls -V file.1
-rw-r--r--  1 root    root      206663 Jun 23 15:06 file.1
      owner@:rw-p--aARwCos:-----:allow
      group@:r-----a-R-c--s:-----:allow
      everyone@:r-----a-R-c--s:-----:allow
```

次の例では、ユーザー gozer に file.1 の read\_data/execute アクセス権が追加されます。

```
# chmod A+user:gozer:rx:allow file.1
# ls -V file.1
-rw-r--r--+ 1 root    root      206663 Jun 23 15:06 file.1
      user:gozer:r-x-----:-----:allow
      owner@:rw-p--aARwCos:-----:allow
      group@:r-----a-R-c--s:-----:allow
```

## 例 7-10 コンパクト形式で ACL を設定および表示する (続き)

```
everyone@:r-----a-R-c--s:-----:allow
```

次の例では、コンパクト形式を使ってユーザー gozer に読み取り、書き込み、および実行アクセス権を付与します。これらのアクセス権は、新しく作成されたファイルとディレクトリに継承されます。

```
# chmod A+user:gozer:rxw:fd:allow dir.2
# ls -dV dir.2
drwxr-xr-x+ 2 root    root          2 Jun 23 16:04 dir.2
  user:gozer:rxw-----:fd----:allow
  owner@:rwxp--aARWcCos:-----:allow
  group@:r-x---a-R-c--s:-----:allow
  everyone@:r-x---a-R-c--s:-----:allow
```

ls -V の出力にあるアクセス権と継承フラグをコンパクト形式の chmod にカット&ペーストすることもできます。たとえば、ユーザー gozer についての dir.2 のアクセス権と継承フラグを dir.2 上のユーザー cindy に複製するには、アクセス権と継承フラグ (rxw-----:fd----:allow) を chmod コマンドにコピー&ペーストします。例:

```
# chmod A+user:cindy:rxw-----:fd----:allow dir.2
# ls -dV dir.2
drwxr-xr-x+ 2 root    root          2 Jun 23 16:04 dir.2
  user:cindy:rxw-----:fd----:allow
  user:gozer:rxw-----:fd----:allow
  owner@:rwxp--aARWcCos:-----:allow
  group@:r-x---a-R-c--s:-----:allow
  everyone@:r-x---a-R-c--s:-----:allow
```

## 例 7-11 ACL 継承モードが passthrough に設定された ACL 継承

aclinherit プロパティが passthrough に設定されているファイルシステムは、継承時に ACL エントリに加えられた変更を除く、継承可能なすべての ACL エントリを継承します。このプロパティが passthrough に設定されている場合、作成されるファイルのアクセス権モードは継承可能な ACL によって決定されます。アクセス権モードに影響を与える継承可能な ACL が存在しない場合、アクセス権モードはアプリケーションから要求されたモードに従って設定されます。

次の例では、コンパクト形式の ACL 構文を使用して、aclinherit モードを passthrough に設定することによってアクセス権ビットを継承する方法を示します。

次の例では、ACL を test1.dir に設定して継承を強制します。この構文によって新しく作成されたファイルには、owner@、group@、および everyone@ ACL エントリが作成されます。新しく作成されたディレクトリには、owner@、group@、および everyone@ ACL エントリが継承されます。

```
# zfs set aclinherit=passthrough tank/cindy
# pwd
```

例 7-11 ACL 継承モードが `passthrough` に設定された ACL 継承 (続き)

```
/tank/cindy
# mkdir test1.dir

# chmod A=owner@:rwxpcCosRrWaAd:fd:allow,group@:rwxp:fd:allow,everyone@::fd:allow
test1.dir
# ls -Vd test1.dir
drwxrwx---+ 2 root      root          2 Jun 23 16:10 test1.dir
      owner@:rwxpdDaARWcCos:fd----:allow
      group@:rwxp-----:fd----:allow
      everyone@:-----:fd----:allow
```

次の例では、新しく作成されるファイルに継承されるように指定されていた ACL が、新しく作成されたファイルに継承されます。

```
# cd test1.dir
# touch file.1
# ls -V file.1
-rwxrwx---+ 1 root      root          0 Jun 23 16:11 file.1
      owner@:rwxpdDaARWcCos:-----:allow
      group@:rwxp-----:-----:allow
      everyone@:-----:-----:allow
```

次の例では、新しく作成されたディレクトリに、このディレクトリへのアクセスを制御する ACE と、この新しく作成されたディレクトリの子にあとで伝達するための ACE が継承されます。

```
# mkdir subdir.1
# ls -dV subdir.1
drwxrwx---+ 2 root      root          2 Jun 23 16:13 subdir.1
      owner@:rwxpdDaARWcCos:fd----:allow
      group@:rwxp-----:fd----:allow
      everyone@:-----:fd----:allow
```

`fd----` エントリは継承の伝達に関するもので、アクセス制御時には考慮されません。次の例では、簡易 ACL の設定されたファイルが別のディレクトリ作成されます。このディレクトリには、継承される ACE はありません。

```
# cd /tank/cindy
# mkdir test2.dir
# cd test2.dir
# touch file.2
# ls -V file.2
-rw-r--r-- 1 root      root          0 Jun 23 16:15 file.2
      owner@:rw-p--aARWcCos:-----:allow
      group@:r-----a-R-c--s:-----:allow
      everyone@:r-----a-R-c--s:-----:allow
```

例 7-12 ACL 継承モードが `passthrough-x` に設定された ACL 継承

`aclinherit=passthrough-x` を有効にすると、ファイル作成モードおよびファイル作成モードに影響する継承可能な ACE モードで実行権が設定されている場合のみ、`owner@`、`group@`、または `everyone@` の実行 (x) 権を使用してファイルが作成されます。

次の例では、`aclinherit` モードを `passthrough-x` に設定して実行権を継承する方法を示します。

```
# zfs set aclinherit=passthrough-x tank/cindy
```

次の ACL は `/tank/cindy/test1.dir` で設定されており、`owner@` のファイルに対する実行可能 ACL 継承を提供します。

```
# chmod A=owner@:rwxpcCosRrWaAdD:fd:allow,group@:rwxp:fd:allow,everyone@:fd:allow test1.dir
# ls -Vd test1.dir
drwxrwx---+ 2 root    root          2 Jun 23 16:17 test1.dir
      owner@:rwxpdDaARWcCos:fd----:allow
      group@:rwxp-----:fd----:allow
      everyone@:-----:fd----:allow
```

要求されたアクセス権 `0666` を使用してファイル (`file1`) が作成されます。この結果、アクセス権 `0660` が設定されます。作成モードで要求していないため、実行権は継承されません。

```
# touch test1.dir/file1
# ls -V test1.dir/file1
-rw-rw----+ 1 root    root          0 Jun 23 16:18 test1.dir/file1
      owner@:rw-pdDaARWcCos:-----:allow
      group@:rw-p-----:-----:allow
      everyone@:-----:-----:allow
```

次に、`t` という実行可能ファイルが、`cc` コンパイラを使用して `testdir` ディレクトリーに作成されます。

```
# cc -o t t.c
# ls -V t
-rwxrwx---+ 1 root    root          7396 Dec  3 15:19 t
      owner@:rwxpdDaARWcCos:-----:allow
      group@:rwxp-----:-----:allow
      everyone@:-----:-----:allow
```

`cc` が要求したアクセス権は `0777` であるため、アクセス権は `0770` になります。その結果、`owner@`、`group@`、および `everyone@` エントリから実行権が継承されます。

例 7-13 ZFS ファイルでの ACL と `chmod` 操作との相互作用

次の例では、特定の `aclmode` および `aclinherit` プロパティー値が、既存の ACL と `chmod` 操作との関連にどのように影響するかについて説明します。この操作

## 例 7-13 ZFS ファイルでの ACL と chmod 操作との相互作用 (続き)

は、ファイルまたはディレクトリアクセス権を変更して、所有グループに一致するように既存の ACL アクセス権を縮小または拡張させるものです。

この例では、`aclmode` プロパティは `mask` に設定され、`aclinherit` プロパティは `restricted` に設定されます。この例の ACL アクセス権は、変更中のアクセス権をより示しやすくするコンパクトモードで表示されます。

元のファイルおよびグループ所有権と ACL アクセス権は次のとおりです。

```
# zfs set aclmode=mask pond/whoville
# zfs set aclinherit=restricted pond/whoville

# ls -lV file.1
-rwxrwx----+ 1 root    root      206695 Aug 30 16:03 file.1
      user:amy:r-----a-R-c---:-----:allow
      user:ror:r-----a-R-c---:-----:allow
      group:sysadmin:rw-p--aARWc---:-----:allow
      group:staff:rw-p--aARWc---:-----:allow
      owner@:rwxp--aARWcCos:-----:allow
      group@:rwxp--aARWc--s:-----:allow
      everyone@:-----a-R-c--s:-----:allow
```

`chown` 操作によって `file.1` のファイル所有権が変更され、所有しているユーザー `amy` によって出力が表示されます。例:

```
# chown amy:staff file.1
# su - amy
$ ls -lV file.1
-rwxrwx----+ 1 amy     staff      206695 Aug 30 16:03 file.1
      user:amy:r-----a-R-c---:-----:allow
      user:ror:r-----a-R-c---:-----:allow
      group:sysadmin:rw-p--aARWc---:-----:allow
      group:staff:rw-p--aARWc---:-----:allow
      owner@:rwxp--aARWcCos:-----:allow
      group@:rwxp--aARWc--s:-----:allow
      everyone@:-----a-R-c--s:-----:allow
```

次の `chmod` 操作では、アクセス権がより制限の厳しいモードに変更されます。この例では、変更された `sysadmin` グループと `staff` グループの ACL アクセス権が、所有しているグループのアクセス権を超えることはありません。

```
$ chmod 640 file.1
$ ls -lV file.1
-rw-r-----+ 1 amy     staff      206695 Aug 30 16:03 file.1
      user:amy:r-----a-R-c---:-----:allow
      user:ror:r-----a-R-c---:-----:allow
      group:sysadmin:r-----a-R-c---:-----:allow
      group:staff:r-----a-R-c---:-----:allow
      owner@:rw-p--aARWcCos:-----:allow
      group@:r-----a-R-c--s:-----:allow
```

## 例 7-13 ZFS ファイルでの ACL と chmod 操作との相互作用 (続き)

```
everyone@:-----a-R-c--s:-----:allow
```

次の chmod 操作では、アクセス権がより制限の緩やかなモードに変更されます。この例では、変更された sysadmin グループと staff グループの ACL アクセス権が、所有しているグループと同じアクセス権を許可するように復元されます。

```
$ chmod 770 file.1
$ ls -lV file.1
-rwxrwx----+ 1 amy      staff      206695 Aug 30 16:03 file.1
  user:amy:r-----a-R-c---:-----:allow
  user:rory:r-----a-R-c---:-----:allow
  group:sysadmin:rw-p--aARWc---:-----:allow
  group:staff:rw-p--aARWc---:-----:allow
  owner@:rwxp--aARWcCos:-----:allow
  group@:rwxp--aARWc--s:-----:allow
  everyone@:-----a-R-c--s:-----:allow
```



## Oracle Solaris ZFS 委任管理

---

この章では、ZFS 委任管理を使用して、特権のないユーザーが ZFS 管理タスクを実行できるようにする方法について説明します。

この章は、次のセクションで構成されます。

- 269 ページの「ZFS 委任管理の概要」
- 270 ページの「ZFS アクセス権の委任」
- 278 ページの「ZFS 委任アクセス権を表示する (例)」
- 274 ページの「ZFS アクセス権を委任する (例)」
- 280 ページの「委任された ZFS アクセス権を削除する (例)」

### ZFS 委任管理の概要

ZFS 委任管理を使用すると、細かく調整したアクセス権を、特定のユーザー、グループ、または全員に割り当てることができます。次の 2 種類の委任アクセス権がサポートされています。

- 作成、破棄、マウント、スナップショットといった個別のアクセス権を明示的に委任できます。
- 「アクセス権セット」と呼ばれるアクセス権の集まりを定義できます。アクセス権セットはあとで更新することができ、そのセットの使用者は自動的に変更内容を取得します。アクセス権セットは @ 記号で始まり、64 文字以下の長さに制限されています。@ 記号に続くセット名の残り部分の文字には、通常の ZFS ファイルシステム名と同じ制限事項が適用されます。

ZFS 委任管理では、RBAC セキュリティモデルに似た機能が提供されます。ZFS 委任を使用すると、ZFS ストレージプールおよびファイルシステムの管理に次のような利点が得られます。

- ZFS ストレージプールの移行時には常にアクセス権も移行されます。

- 動的継承により、ファイルシステム間でアクセス権をどのように伝達するかを制御できます。
- ファイルシステムの作成者だけがそのファイルシステムを破棄できるように構成することができます。
- アクセス権を特定のファイルシステムに委任できます。新しく作成されるファイルシステムは、アクセス権を自動的に取得できます。
- NFSの管理が容易になります。たとえば、明示的なアクセス権を持っているユーザーは、NFS経由でスナップショットを作成し、適切な `.zfs/snapshot` ディレクトリに保存できます。

委任管理を使用して ZFS タスクを分散することを検討してください。RBAC を使用して一般的な Oracle Solaris 管理タスクを管理する方法については、『Solaris のシステム管理: セキュリティサービス』のパート III 「役割、権利プロファイル、特権」を参照してください。

## ZFS 委任アクセス権を無効にする

委任管理機能を制御するには、プールの `delegation` プロパティを使用します。次に例を示します。

```
# zpool get delegation users
NAME PROPERTY  VALUE      SOURCE
users delegation on          default
# zpool set delegation=off users
# zpool get delegation users
NAME PROPERTY  VALUE      SOURCE
users delegation off        local
```

デフォルトでは、`delegation` プロパティは有効になっています。

## ZFS アクセス権の委任

`zfs allow` コマンドを使用して、ZFS ファイルシステムに対するアクセス権を root 以外のユーザーに次の方法で委任できます。

- 個別のアクセス権をユーザー、グループ、または全員に委任できます。
- 個別のアクセス権の集まりを「アクセス権セット」としてユーザー、グループ、または全員に委任できます。
- アクセス権は、現在のファイルシステムだけにローカルで委任するか、現在のファイルシステムのすべての子孫に委任できます。

次の表では、委任できる操作と、委任された操作の実行に必要な依存するアクセス権について説明します。

アクセス権(サブコマンド)	説明	依存関係
allow	所有しているアクセス権を別のユーザーに付与するアクセス権。	許可しようとしているアクセス権自体を持っていることも必要です。
clone	データセットのスナップショットのいずれかを複製するアクセス権。	元のファイルシステムで create アクセス権と mount アクセス権を持っていることも必要です。
create	子孫のデータセットを作成するアクセス権。	mount アクセス権を持っていることも必要です。
destroy	データセットを破棄するアクセス権。	mount アクセス権を持っていることも必要です。
diff	データセット内のパスを識別するアクセス権。	ルート以外のユーザーが zfs diff コマンドを使用するには、このアクセス権が必要です。
hold	スナップショットを保持するアクセス権。	
mount	ファイルシステムのマウントとアンマウント、およびボリュームのデバイスリンクの作成と破棄を行うアクセス権。	
promote	クローンをデータセットに昇格させるアクセス権。	元のファイルシステムで mount アクセス権と promote アクセス権を持っていることも必要です。
receive	zfs receive コマンドで子孫のファイルシステムを作成するアクセス権。	mount アクセス権と create アクセス権を持っていることも必要です。
release	スナップショットの保持を解放するアクセス権で、スナップショットが破棄される場合があります。	
rename	データセットの名前を変更するアクセス権。	新しい親で create アクセス権と mount アクセス権を持っていることも必要です。
rollback	スナップショットをロールバックするアクセス権。	
send	スナップショットストリームを送信するアクセス権。	

アクセス権(サブコマンド)	説明	依存関係
share	ファイルシステムを共有および共有解除するアクセス権。	NFS 共有を作成するには、share と sharenfs の両方を持っていることが必要です。  SMB 共有を作成するには、share と sharesmb の両方を持っていることが必要です。
snapshot	データセットのスナップショットを作成するアクセス権。	

次の一連のアクセス権を委任できますが、アクセス、読み取り、および変更のアクセス権に限定されることがあります。

- groupquota
- groupused
- userprop
- userquota
- userused

また、次の ZFS プロパティの管理をルート以外のユーザーに委任できます。

- aclinherit
- aclmode
- atime
- canmount
- casesensitivity
- checksum
- compression
- copies
- devices
- exec
- logbias
- mountpoint
- nbmand
- normalization
- primarycache
- quota
- readonly
- recordsize
- refquota
- refreservation
- reservation
- rstchown
- secondarycache

- setuid
- sharenfs
- sharesmb
- snapdir
- sync
- utf8only
- version
- volblocksize
- volsize
- vscan
- xattr
- zoned

これらのプロパティの一部は、データセットの作成時にのみ設定できます。これらのプロパティについては、183 ページの「ZFS のプロパティの概要」を参照してください。

## ZFS アクセス権の委任 (zfs allow)

`zfs allow` の構文を次に示します。

```
zfs allow [-ldugecs] everyone|user|group[...] perm|@setname[...] filesystem|volume
```

次の `zfs allow` 構文 (太字) は、アクセス権の委任先を示しています。

```
zfs allow [-uge]|user|group|everyone [...] filesystem | volume
```

複数のエンティティをコンマ区切りのリストとして指定できます。-uge オプションが指定されていない場合、引数はキーワード `everyone`、ユーザー名、最後にグループ名という優先順位で解釈されます。「`everyone`」という名前のユーザーまたはグループを指定するには、-u オプションまたは -g オプションを使用します。ユーザーと同じ名前のグループを指定するには、-g オプションを使用します。-c オプションは作成時のアクセス権を委任します。

次の `zfs allow` 構文 (太字) は、アクセス権およびアクセス権セットの指定方法を示しています。

```
zfs allow [-s] ... perm|@setname [...] filesystem | volume
```

複数のアクセス権をコンマ区切りのリストとして指定できます。アクセス権の名前は、ZFS のサブコマンドおよびプロパティと同じです。詳細は、前のセクションを参照してください。

アクセス権を「アクセス権セット」にまとめ、-s オプションで指定できます。アクセス権セットは、指定のファイルシステムとその子孫に対してほかの `zfs allow` コマンドで使用できます。アクセス権セットは動的に評価されるため、セットに加えら

れた変更はすぐに更新されます。アクセス権セットはZFS ファイルシステムと同じ命名要件に従いますが、名前はアットマーク記号 (@) で始まり、64 文字以下の長さでなければなりません。

次の `zfs allow` 構文 (太字) は、アクセス権の委任方法を示しています。

```
zfs allow [-ld] ... .. filesystem | volume
```

-l オプションは、アクセス権が指定のファイルシステムだけに許可されることを示します。-d オプションも指定されている場合を除き、子孫には許可されません。-d オプションは、アクセス権が子孫のファイルシステムだけに許可されることを示します。-l オプションも指定されている場合を除き、このファイルシステムには許可されません。どちらのオプションも指定されていない場合は、ファイルシステムまたはボリュームおよびそのすべての子孫にアクセス権が許可されます。

## ZFS 委任アクセス権を削除する (zfs unallow)

以前に委任したアクセス権を `zfs unallow` コマンドで削除できます。

たとえば、`create`、`destroy`、`mount`、および `snapshot` アクセス権を次のように委任したとします。

```
# zfs allow cindy create,destroy,mount,snapshot tank/home/cindy
# zfs allow tank/home/cindy
---- Permissions on tank/home/cindy -----
Local+Descendent permissions:
    user cindy create,destroy,mount,snapshot
```

これらのアクセス権を削除するには、次の構文を使用します。

```
# zfs unallow cindy tank/home/cindy
# zfs allow tank/home/cindy
```

## ZFS アクセス権を委任する (例)

例 8-1 個別のユーザーにアクセス権を委任する

`create` アクセス権と `mount` アクセス権を個別のユーザーに委任する場合は、そのユーザーが配下のマウントポイントに対するアクセス権を持っていることを確認する必要があります。

たとえば、ユーザー `mark` に `create` アクセス権と `mount` アクセス権を `tank` ファイルシステムに関して委任するには、まず次のようにアクセス権を設定します。

```
# chmod A+user:mark:add_subdirectory:fd:allow /tank/home
```

## 例 8-1 個別のユーザーにアクセス権を委任する (続き)

その後、`zfs allow` コマンドを使用して `create`、`destroy`、および `mount` アクセス権を委任します。例:

```
# zfs allow mark create,destroy,mount tank/home
```

これで、ユーザー `mark` は `tank/home` ファイルシステム内に自分のファイルシステムを作成できるようになります。例:

```
# su mark
mark$ zfs create tank/home/mark
mark$ ^D
# su lp
$ zfs create tank/home/lp
cannot create 'tank/home/lp': permission denied
```

例 8-2 グループに `create` および `destroy` アクセス権を委任する

次の例では、ファイルシステムを設定して、`staff` グループの任意のメンバーが `tank/home` ファイルシステムでファイルシステムの作成とマウント、および各自のファイルシステムの破棄を実行できるようにする方法を示します。ただし、`staff` グループのメンバーであっても、ほかのメンバーのファイルシステムを破棄することはできません。

```
# zfs allow staff create,mount tank/home
# zfs allow -c create,destroy tank/home
# zfs allow tank/home
---- Permissions on tank/home -----
Create time permissions:
    create,destroy
Local+Descendent permissions:
    group staff create,mount
# su cindy
cindy% zfs create tank/home/cindy/files
cindy% exit
# su mark
mark% zfs create tank/home/mark/data
mark% exit
cindy% zfs destroy tank/home/mark/data
cannot destroy 'tank/home/mark/data': permission denied
```

## 例 8-3 正しいファイルシステムレベルでアクセス権を委任する

ユーザーにアクセス権を委任する場合は、必ず正しいファイルシステムレベルで委任してください。たとえば、ユーザー `mark` には `create`、`destroy`、および `mount` アクセス権が、ローカルおよび子孫のファイルシステムに関して委任されています。ユーザー `mark` には `tank/home` ファイルシステムのスナップショットを作成するローカルアクセス権が委任されていますが、自分のファイルシステムのスナップショットを作成することは許可されていません。したがって、このユーザーには `snapshot` アクセス権が正しいファイルシステムレベルで委任されていません。

## 例 8-3 正しいファイルシステムレベルでアクセス権を委任する (続き)

```

# zfs allow -l mark snapshot tank/home
# zfs allow tank/home
---- Permissions on tank/home -----
Create time permissions:
    create,destroy
Local permissions:
    user mark snapshot
Local+Descendent permissions:
    group staff create,mount
# su mark
mark$ zfs snapshot tank/home@snap1
mark$ zfs snapshot tank/home/mark@snap1
cannot create snapshot 'tank/home/mark@snap1': permission denied

```

ユーザー mark に子孫ファイルシステムレベルのアクセス権を委任するには、zfs allow -d オプションを使用します。例:

```

# zfs unallow -l mark snapshot tank/home
# zfs allow -d mark snapshot tank/home
# zfs allow tank/home
---- Permissions on tank/home -----
Create time permissions:
    create,destroy
Descendent permissions:
    user mark snapshot
Local+Descendent permissions:
    group staff create,mount
# su mark
$ zfs snapshot tank/home@snap2
cannot create snapshot 'tank/home@snap2': permission denied
$ zfs snapshot tank/home/mark@snappy

```

これで、ユーザー mark は tank/home ファイルシステムレベルの下のスナップショットだけを作成できるようになります。

## 例 8-4 複雑な委任アクセス権を定義して使用する

特定のアクセス権をユーザーやグループに委任できます。たとえば、次の zfs allow コマンドでは、特定のアクセス権が staff グループに委任されます。また、destroy アクセス権と snapshot アクセス権が tank/home ファイルシステムの作成後に委任されます。

```

# zfs allow staff create,mount tank/home
# zfs allow -c destroy,snapshot tank/home
# zfs allow tank/home
---- Permissions on tank/home -----
Create time permissions:
    create,destroy,snapshot
Local+Descendent permissions:
    group staff create,mount

```

## 例 8-4 複雑な委任アクセス権を定義して使用する (続き)

ユーザー mark は staff グループのメンバーなので、tank/home 内にファイルシステムを作成できます。また、ユーザー mark は、tank/home/mark2 のスナップショットを作成するための特定のアクセス権を持っているため、そのようなスナップショットを作成できます。例:

```
# su mark
$ zfs create tank/home/mark2
$ zfs allow tank/home/mark2
---- Permissions on tank/home/mark2 -----
Local permissions:
    user mark create,destroy,snapshot
---- Permissions on tank/home -----
Create time permissions:
    create,destroy,snapshot
Local+Descendent permissions:
    group staff create,mount
```

ただし、ユーザー mark は tank/home/mark でスナップショットを作成するための特定のアクセス権を持っていないため、そのようなスナップショットは作成できません。例:

```
$ zfs snapshot tank/home/mark@snap1
cannot create snapshot 'tank/home/mark@snap1': permission denied
```

この例では、ユーザー mark は自身のホームディレクトリで create アクセス権を持っていますが、これは、このユーザーがスナップショットを作成できることを意味します。このシナリオは、ファイルシステムを NFS マウントする場合に役立ちます。

```
$ cd /tank/home/mark2
$ ls
$ cd .zfs
$ ls
shares snapshot
$ cd snapshot
$ ls -l
total 3
drwxr-xr-x  2 mark  staff          2 Sep 27 15:55 snap1
$ pwd
/tank/home/mark2/.zfs/snapshot
$ mkdir snap2
$ zfs list
# zfs list -r tank/home
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
tank/home/mark      63K   62.3G   32K    /tank/home/mark
tank/home/mark2     49K   62.3G   31K    /tank/home/mark2
tank/home/mark2@snap1 18K    -       31K    -
tank/home/mark2@snap2  0     -       31K    -
$ ls
snap1 snap2
$ rmdir snap2
```

## 例 8-4 複雑な委任アクセス権を定義して使用する (続き)

```
$ ls
snap1
```

## 例 8-5 ZFS 委任アクセス権セットを定義して使用する

次の例では、アクセス権セット `@myset` を作成し、グループ `staff` にこのアクセス権セットと `rename` アクセス権を `tank` ファイルシステムに関して委任する方法を示します。ユーザー `cindy` は `staff` グループのメンバーであり、`tank` にファイルシステムを作成するアクセス権を持っています。ただし、ユーザー `lp` は `tank` にファイルシステムを作成するアクセス権を持っていません。

```
# zfs allow -s @myset create,destroy,mount,snapshot,promote,clone,readonly tank
# zfs allow tank
---- Permissions on tank -----
Permission sets:
    @myset clone,create,destroy,mount,promote,readonly,snapshot
# zfs allow staff @myset,rename tank
# zfs allow tank
---- Permissions on tank -----
Permission sets:
    @myset clone,create,destroy,mount,promote,readonly,snapshot
Local+Descendent permissions:
    group staff @myset,rename
# chmod A+group:staff:add_subdirectory:fd:allow tank
# su cindy
cindy% zfs create tank/data
cindy% zfs allow tank
---- Permissions on tank -----
Permission sets:
    @myset clone,create,destroy,mount,promote,readonly,snapshot
Local+Descendent permissions:
    group staff @myset,rename
cindy% ls -l /tank
total 15
drwxr-xr-x  2 cindy  staff          2 Jun 24 10:55 data
cindy% exit
# su lp
$ zfs create tank/lp
cannot create 'tank/lp': permission denied
```

## ZFS 委任アクセス権を表示する (例)

次のコマンドを使用して、アクセス権を表示できます。

```
# zfs allow dataset
```

このコマンドでは、指定されたデータセットに設定または許可されているアクセス権が表示されます。出力には、次のコンポーネントが含まれています。

- アクセス権セット

- 個々のアクセス権または作成時のアクセス権
- ローカルのデータセット
- ローカルおよび子孫のデータセット
- 子孫のデータセットのみ

例 8-6 基本的な委任管理アクセス権を表示する

次の出力は、ユーザー cindy が tank/cindy ファイルシステムに対して create、destroy、mount、snapshot のアクセス権を持っていることを示しています。

```
# zfs allow tank/cindy
-----
Local+Descendent permissions on (tank/cindy)
user cindy create,destroy,mount,snapshot
```

例 8-7 複雑な委任管理アクセス権を表示する

次の例の出力は、pool/fred ファイルシステムと pool ファイルシステムに対する次のようなアクセス権を示しています。

pool/fred ファイルシステムに対しては次のとおりです。

- 次の2つのアクセス権セットが定義されています。
  - @eng (create, destroy, snapshot, mount, clone, promote, rename)
  - @simple (create, mount)
- 作成時のアクセス権が @eng アクセス権セットと mountpoint プロパティーに対して設定されています。作成時は、ファイルシステムセットが作成されたあとで @eng アクセス権セットと mountpoint プロパティーを設定するアクセス権が委任されることを意味します。
- ユーザー tom には @eng アクセス権セット、ユーザー joe には create、destroy、および mount アクセス権が、ローカルファイルシステムに関して委任されています。
- ユーザー fred には @basic アクセス権セットと share および rename アクセス権が、ローカルおよび子孫のファイルシステムに関して委任されています。
- ユーザー barney と staff グループには @basic アクセス権セットが、子孫のファイルシステムに関してのみ委任されています。

pool ファイルシステムに対しては次のとおりです。

- アクセス権セット @simple (create, destroy, mount) が定義されています。
- グループ staff には @simple アクセス権セットが、ローカルファイルシステムに関して付与されています。

この例の出力を次に示します。

```
$ zfs allow pool/fred
---- Permissions on pool/fred -----
```

## 例 8-7 複雑な委任管理アクセス権を表示する (続き)

```

Permission sets:
    @eng create,destroy,snapshot,mount,clone,promote,rename
    @simple create,mount
Create time permissions:
    @eng,mountpoint
Local permissions:
    user tom @eng
    user joe create,destroy,mount
Local+Descendent permissions:
    user fred @basic,share,rename
    user barney @basic
    group staff @basic
---- Permissions on pool -----
Permission sets:
    @simple create,destroy,mount
Local permissions:
    group staff @simple

```

## 委任された ZFS アクセス権を削除する (例)

zfs unallow コマンドを使用して、委任したアクセス権を削除できます。たとえば、ユーザー cindy は tank/cindy ファイルシステムに対して create、destroy、mount、および snapshot のアクセス権を持っています。

```

# zfs allow cindy create,destroy,mount,snapshot tank/home/cindy
# zfs allow tank/home/cindy
---- Permissions on tank/home/cindy -----
Local+Descendent permissions:
    user cindy create,destroy,mount,snapshot

```

次の zfs unallow 構文では、ユーザー cindy の snapshot アクセス権が tank/home/cindy ファイルシステムから削除されます。

```

# zfs unallow cindy snapshot tank/home/cindy
# zfs allow tank/home/cindy
---- Permissions on tank/home/cindy -----
Local+Descendent permissions:
    user cindy create,destroy,mount
cindy% zfs create tank/home/cindy/data
cindy% zfs snapshot tank/home/cindy@today
cannot create snapshot 'tank/home/cindy@today': permission denied

```

別の例として、ユーザー mark は tank/home/mark ファイルシステムで次のアクセス権を持っています。

```

# zfs allow tank/home/mark
---- Permissions on tank/home/mark -----
Local+Descendent permissions:
    user mark create,destroy,mount
-----

```

次の `zfs unallow` 構文を使用すると、ユーザー `mark` のすべてのアクセス権が `tank/home/mark` ファイルシステムから削除されます。

```
# zfs unallow mark tank/home/mark
```

次の `zfs unallow` 構文では、`tank` ファイルシステムのアクセス権セットが削除されます。

```
# zfs allow tank
---- Permissions on tank -----
Permission sets:
    @myset clone,create,destroy,mount,promote,readonly,snapshot
Create time permissions:
    create,destroy,mount
Local+Descendent permissions:
    group staff create,mount
# zfs unallow -s @myset tank
# zfs allow tank
---- Permissions on tank -----
Create time permissions:
    create,destroy,mount
Local+Descendent permissions:
    group staff create,mount
```



## Oracle Solaris ZFS の高度なトピック

---

この章では、ZFS ボリューム、ゾーンがインストールされた Solaris システムで ZFS を使用する方法、ZFS 代替ルートプール、および ZFS 権利プロファイルについて説明します。

この章は、次のセクションで構成されます。

- 283 ページの「ZFS ボリューム」
- 286 ページの「ゾーンがインストールされている Solaris システムで ZFS を使用する」
- 292 ページの「ZFS 代替ルートプールを使用する」

### ZFS ボリューム

ZFS ボリュームとは、ブロックデバイスを表すデータセットです。ZFS ボリュームは、`/dev/zvol/{dsk,rdsk}/pool` ディレクトリのデバイスとして識別されます。

次の例では、5G バイトの ZFS ボリューム `tank/vol` が作成されます。

```
# zfs create -V 5gb tank/vol
```

ボリュームの作成時には、予期しない動作が発生しないよう、予約が自動的にボリュームの初期サイズに設定されます。たとえば、ボリュームのサイズを縮小すると、データが破壊される可能性があります。ボリュームのサイズを変更するときは、注意深く行う必要があります。

また、サイズが変化するボリュームのスナップショットを作成する場合は、スナップショットをロールバックしたり、スナップショットからのクローンを作成しようとする、不一致が発生する可能性があります。

ボリュームに適用可能なファイルシステムプロパティについては、[表 5-1](#) を参照してください。

zfs get または zfs get all コマンドを使用して、ZFS ボリュームのプロパティ情報を表示できます。例:

```
# zfs get all tank/vol
```

zfs get 出力内の volsize に表示される疑問符 (?) は、入出力エラーが発生したために不明な値を示しています。例:

```
# zfs get -H volsize tank/vol
tank/vol          volsize ?         local
```

入出力エラーは通常、プールデバイスの問題を示しています。プールデバイスの問題の解決については、[298 ページの「ZFS ストレージプールで発生した問題を識別する」](#)を参照してください。

ゾーンがインストールされた Solaris システムを使用している場合は、非大域ゾーンの中で ZFS ボリュームを作成または複製することはできません。そうしようとしても失敗します。ZFS ボリュームを大域ゾーンで使用方法については、[289 ページの「ZFS ボリュームを非大域ゾーンに追加する」](#)を参照してください。

## ZFS ボリュームをスワップデバイスまたはダンプデバイスとして使用する

ZFS ルートファイルシステムをインストールするとき、または UFS ルートファイルシステムから移行するときに、ZFS ルートプールの ZFS ボリュームにスワップデバイスが作成されます。例:

```
# swap -l
swapfile          dev      swaplo  blocks  free
/dev/zvol/dsk/rpool/swap 253,3    16     8257520 8257520
```

ZFS ルートファイルシステムをインストールするとき、または UFS ルートファイルシステムから移行するときに、ZFS ルートプールの ZFS ボリュームにダンプデバイスが作成されます。ダンプデバイスを設定したあとは、ダンプデバイスの管理は不要です。例:

```
# dumpadm
Dump content: kernel pages
Dump device: /dev/zvol/dsk/rpool/dump (dedicated)
Savecore directory: /var/crash/
Savecore enabled: yes
```

システムのインストール後にスワップ領域やダンプデバイスを変更する必要がある場合は、以前の Solaris リリースと同様に swap コマンドと dumpadm コマンドを使用します。追加のスワップボリュームを作成する必要がある場合は、特定のサイズの ZFS ボリュームを作成してから、そのデバイスでスワップを有効にします。次に、新しいスワップデバイスのエントリを /etc/vfstab ファイルに追加します。例:

```
# zfs create -V 2G rpool/swap2
# swap -a /dev/zvol/dsk/rpool/swap2
# swap -l
swapfile                dev  swaplo blocks  free
/dev/zvol/dsk/rpool/swap 256,1    16 2097136 2097136
/dev/zvol/dsk/rpool/swap2 256,5    16 4194288 4194288
```

ZFS ファイルシステム上のファイルには、スワップしないでください。ZFS スワップファイルの構成はサポートされていません。

スワップボリュームとダンプボリュームのサイズの調整については、[159 ページ](#)の「ZFS スワップデバイスおよびダンプデバイスのサイズを調整する」を参照してください。

## ZFS ボリュームを Solaris iSCSI ターゲットとして使用する

ボリュームに `shareiscsi` プロパティを設定すれば、簡単に ZFS ボリュームを iSCSI ターゲットとして作成できます。例:

```
# zfs create -V 2g tank/volumes/v2
# zfs set shareiscsi=on tank/volumes/v2
# iscsitadm list target
Target: tank/volumes/v2
  iSCSI Name: iqn.1986-03.com.sun:02:984fe301-c412-ccc1-cc80-cf9a72aa062a
  Connections: 0
```

iSCSI ターゲットが作成されたら、iSCSI イニシエータを設定します。Solaris iSCSI ターゲットおよびイニシエータの詳細は、『Oracle Solaris の管理: デバイスとファイルシステム』の第 12 章「Oracle Solaris iSCSI ターゲットの構成 (タスク)」を参照してください。

---

注 - また、Solaris iSCSI ターゲットは、`iscsitadm` コマンドを使って作成および管理することもできます。ZFS ボリュームに `shareiscsi` プロパティを設定した場合は、`iscsitadm` コマンドを使用して同じターゲットデバイスをまた作成しないでください。そうしないと、同じデバイスに対して重複したターゲット情報が作成されてしまいます。

---

iSCSI ターゲットとしての ZFS ボリュームは、ほかの ZFS データセットとまったく同じように管理されます。ただし、iSCSI ターゲットでは、名前の変更、エクスポート、およびインポートの操作が少し異なります。

- ZFS ボリュームの名前を変更しても、iSCSI ターゲットの名前は変わりません。例:

```
# zfs rename tank/volumes/v2 tank/volumes/v1
# iscsitadm list target
```

```
Target: tank/volumes/v1
  iSCSI Name: iqn.1986-03.com.sun:02:984fe301-c412-ccc1-cc80-cf9a72aa062a
  Connections: 0
```

- 共有 ZFS ポリリュームが含まれるプールをエクスポートすると、ターゲットが削除されます。共有 ZFS ポリリュームが含まれるプールをインポートすると、ターゲットが共有されます。例:

```
# zpool export tank
# iscsitadm list target
# zpool import tank
# iscsitadm list target
Target: tank/volumes/v1
  iSCSI Name: iqn.1986-03.com.sun:02:984fe301-c412-ccc1-cc80-cf9a72aa062a
  Connections: 0
```

iSCSI ターゲットの構成情報はすべてデータセット内に格納されます。NFS 共有ファイルシステムと同様に、別のシステム上にインポートされる iSCSI ターゲットは正しく共有されます。

## ゾーンがインストールされている Solaris システムで ZFS を使用する

以降のセクションでは、Oracle Solaris ゾーンを備えたシステムで ZFS を使用方法について説明します。

- [287 ページの「ZFS ファイルシステムを非大域ゾーンに追加する」](#)
- [288 ページの「データセットを非大域ゾーンに委任する」](#)
- [289 ページの「ZFS ポリリュームを非大域ゾーンに追加する」](#)
- [290 ページの「ZFS ストレージプールをゾーンで使用する」](#)
- [290 ページの「ZFS プロパティをゾーンで管理する」](#)
- [291 ページの「zoned プロパティについて」](#)

ZFS ルートファイルシステムがインストールされたシステムにゾーンを構成し、Oracle Solaris Live Upgrade で移行やパッチの適用を行う方法については、[142 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Live Upgrade を使用して移行またはアップグレードする \(Solaris 10 10/08\)」](#)または[148 ページの「ゾーンが含まれているシステムを Oracle Solaris Live Upgrade で移行またはアップグレードする \(Solaris 10 5/09 以降\)」](#)を参照してください。

ZFS データセットをゾーンに関連付けるときは、次の点に留意してください。

- ZFS ファイルシステムまたは ZFS クローンを非大域ゾーンに追加できますが、管理者制御を委任しても委任しなくてもかまいません。
- ZFS ポリリュームをデバイスとして非大域ゾーンに追加できます。
- この時点で、ZFS スナップショットをゾーンに関連付けることはできません。

以降のセクションでは、ZFS データセットはファイルシステムまたはクローンを指します。

データセットを追加すると、非大域ゾーンは大域ゾーンとディスク領域を共有できます。ただし、ゾーン管理者は、配下のファイルシステム階層でプロパティを制御したり、新しいファイルシステムを作成したりすることはできません。この動作は、ほかの種類のファイルシステムをゾーンに追加する場合と同じであり、共通のディスク領域を共有することが目的の場合にのみ使用してください。

ZFS では、データセットを非大域ゾーンに委任して、データセットとそのすべての子を完全に制御する権限をゾーン管理者に渡すこともできます。ゾーン管理者は、そのデータセット内でファイルシステムやクローンを作成および破棄したり、データセットのプロパティを変更したりできます。ゾーン管理者は、委任されたデータセットに設定された最上位の割り当て制限を超過するなど、ゾーンに追加されていないデータセットに影響を与えることはできません。

Oracle Solaris ゾーンがインストールされたシステム上で ZFS を操作する場合には、次の点を考慮してください。

- 非大域ゾーンに追加する ZFS ファイルシステムでは、`mountpoint` プロパティを `legacy` に設定する必要があります。
- 非大域ゾーンが構成されている場合は、非大域ゾーンに ZFS データセットを追加しないでください。代わりに、ゾーンのインストール後に ZFS データセットを追加してください。
- ソース `zonepath` とターゲット `zonepath` がどちらも ZFS ファイルシステム上に存在し、同じプール内にある場合、`zoneadm clone` は自動的に ZFS クローンを使ってゾーンを複製するようになりました。`zoneadm clone` コマンドは、ソース `zonepath` の ZFS スナップショットを作成し、ターゲット `zonepath` を設定します。`zfs clone` コマンドを使用してゾーンを複製することはできません。詳細は、『Oracle Solaris の管理: Oracle Solaris コンテナ-リソース管理と Oracle Solaris ゾーン』のパート II 「ゾーン」を参照してください。
- ZFS ファイルシステムを非大域ゾーンに委任する場合は、Oracle Solaris Live Upgrade を使用する前にそのファイルシステムを該当の非大域ゾーンから削除する必要があります。そうしないと、読み取り専用ファイルシステムエラーのため、Oracle Live Upgrade が失敗します。

## ZFS ファイルシステムを非大域ゾーンに追加する

大域ゾーンと領域を共有する必要がある場合は、ZFS ファイルシステムを汎用のファイルシステムとして追加して、その目的のためだけに使用できます。非大域ゾーンに追加する ZFS ファイルシステムでは、`mountpoint` プロパティを `legacy` に設定する必要があります。たとえば、`tank/zone/zion` ファイルシステムを非大域ゾーンに追加する場合、大域ゾーンの `mountpoint` プロパティを次のように設定します。

```
# zfs set mountpoint=legacy tank/zone/zion
```

zonecfg コマンドの add fs サブコマンドを使用することで、ZFS ファイルシステムを非大域ゾーンに追加できます。

次の例では、大域ゾーンのゾーン管理者が、ZFS ファイルシステムを非大域ゾーンに追加しています。

```
# zonecfg -z zion
zonecfg:zion> add fs
zonecfg:zion:fs> set type=zfs
zonecfg:zion:fs> set special=tank/zone/zion
zonecfg:zion:fs> set dir=/opt/data
zonecfg:zion:fs> end
```

この構文では、ZFS ファイルシステム tank/zone/zion がすでに構成済みの zion ゾーンに追加され、/opt/data にマウントされます。ファイルシステムの mountpoint プロパティは、legacy に設定する必要があります。別の場所にすでにマウントされているファイルシステムは追加できません。ゾーン管理者は、ファイルシステム内でファイルを作成および破棄することができます。ファイルシステムを別の場所に再マウントすることはできません。また、ゾーン管理者がファイルシステムのプロパティ (atime、readonly、compression など) を変更することもできません。大域ゾーン管理者は、ファイルシステムのプロパティの設定および制御を担当します。

zonecfg コマンドの詳細および zonecfg を使用したリソースタイプの構成の詳細は、『Oracle Solaris の管理: Oracle Solaris コンテナ - リソース管理と Oracle Solaris ゾーン』のパート II 「ゾーン」を参照してください。

## データセットを非大域ゾーンに委任する

ストレージの管理をゾーンに委任するという主要目的を果たせるよう、ZFS では、zonecfg コマンドの add dataset サブコマンドを使用してデータセットを非大域ゾーンに追加することができます。

次の例では、大域ゾーンのゾーン管理者が、ZFS ファイルシステムを非大域ゾーンに委任しています。

```
# zonecfg -z zion
zonecfg:zion> add dataset
zonecfg:zion:dataset> set name=tank/zone/zion
zonecfg:zion:dataset> end
```

ファイルシステムを追加する場合と異なり、この構文を実行すると、ZFS ファイルシステム tank/zone/zion がすでに構成済みの zion ゾーンから見えるようになります。ゾーン管理者は、ファイルシステムのプロパティを設定したり、子孫ファイルシステムを作成したりできます。また、ゾーン管理者は、スナップショットやクローンを作成し、およびファイルシステム階層全体を制御することができます。

ファイルシステムを追加する場合と異なり、この構文を実行すると、ZFS ファイルシステム `tank/zone/zion` がすでに構成済みの `zion` ゾーンから見えるようになります。 `zion` ゾーン内では、このファイルシステムは `tank/zone/zion` としてアクセスできませんが、`tank` という名前の仮想プールとしてアクセスできます。委任されるファイルシステムの別名は、仮想プールとして、元のプールのビューをゾーンに提供します。別名プロパティは、仮想プールの名前を指定します。別名が指定されていない場合、ファイルシステム名の最後のコンポーネントに一致するデフォルトの別名が使用されます。特定の別名が指定されていなかったとすると、上記の例では、デフォルトの別名が `zion` になっていたところでした。

委任されたデータセット内で、ゾーン管理者は、ファイルシステムのプロパティを設定したり、子孫ファイルシステムを作成したりできます。また、ゾーン管理者は、スナップショットやクローンを作成し、およびファイルシステム階層全体を制御することができます。委任されたファイルシステムで ZFS ボリュームが作成されると、デバイスリソースとして追加される ZFS ボリュームとの競合が可能になります。詳細については、次のセクションを参照してください。

Oracle Solaris Live Upgrade を使って非大域ゾーンを含む ZFS BE をアップグレードする場合には、まず委任されたデータセットをすべて削除してください。そうしないと、読み取り専用ファイルシステムエラーで Oracle Solaris Live Upgrade が失敗します。例:

```
zonecfg:zion>
zonecfg:zion> remove dataset name=tank/zone/zion
zonecfg:zion1> exit
```

ゾーンでどのような操作が許可されるかの詳細については、290 ページの「ZFS プロパティをゾーンで管理する」を参照してください。

## ZFS ボリュームを非大域ゾーンに追加する

`zonecfg` コマンドの `add dataset` サブコマンドを使用して、ZFS ボリュームを非大域ゾーンに追加することはできません。ただし、`zonecfg` コマンドの `add device` サブコマンドを使って、ボリュームをゾーンに追加することはできます。

次の例では、大域ゾーンの大域ゾーン管理者が、ZFS ボリュームを非大域ゾーンに追加しています。

```
# zonecfg -z zion
zion: No such zone configured
Use 'create' to begin configuring a new zone.
zonecfg:zion> create
zonecfg:zion> add device
zonecfg:zion:device> set match=/dev/zvol/dsk/tank/vol
zonecfg:zion:device> end
```

この構文では、`tank/vol` ボリュームが `zion` ゾーンに追加されます。

raw ボリュームをゾーンに追加する操作は、そのボリュームが物理ディスクに対応していない場合でも、潜在的なセキュリティー上の危険を伴います。特に、ゾーン管理者が作成したファイルシステムの形式が正しくない場合には、マウントしようとするときにファイルシステムでパニックが発生します。デバイスをゾーンに追加することおよびそれに関連するセキュリティー上の危険の詳細については、[291 ページの「zoned プロパティーについて」](#)を参照してください。

ゾーンへのデバイスの追加の詳細は、『[Oracle Solaris の管理: Oracle Solaris コンテナリソース管理と Oracle Solaris ゾーン](#)』のパート II 「ゾーン」を参照してください。

## ZFS ストレージプールをゾーンで使用する

ZFS ストレージプールをゾーンの内部で作成または変更することはできません。委任管理モデルを使用することで、大域ゾーン内の物理ストレージデバイスの制御と仮想ストレージの制御をすべて非大域ゾーンで行うことができます。プールレベルのデータセットをゾーンに追加することはできますが、デバイスを作成したり、追加したり、削除したりするなど、プールの物理特性を変更するコマンドはゾーンの内部から実行することはできません。zonecfg コマンドの add device サブコマンドを使用して物理デバイスをゾーンに追加する場合でも、ファイルを使用する場合でも、zpool コマンドを使用してゾーンの内部に新しいプールを作成することはできません。

## ZFS プロパティーをゾーンで管理する

データセットをゾーンに委任したあとで、ゾーン管理者は特定のデータセットプロパティーを制御できます。ゾーンに委任したデータセットのすべての祖先は、読み取り専用データセットとして表示されます。ただし、データセット自体およびそのすべての子孫は書き込み可能です。たとえば、次のような構成を考えてみます。

```
global# zfs list -Ho name
tank
tank/home
tank/data
tank/data/matrix
tank/data/zion
tank/data/zion/home
```

tank/data/zion をゾーンに追加した場合には、各データセットのプロパティーは次のようになります。

データセット	表示可能	書き込み可能	不変のプロパティー
tank	はい	いいえ	-
tank/home	いいえ	-	-

データセット	表示可能	書き込み可能	不変のプロパティ
tank/data	はい	いいえ	-
tank/data/matrix	いいえ	-	-
tank/data/zion	はい	はい	sharenfs、zoned、quota、reservation
tank/data/zion/home	はい	はい	sharenfs、zoned

tank/zone/zion のすべての親は読み取り専用として表示され、すべての子孫が書き込み可能で、親階層に含まれないデータセットは非表示になります。非大域ゾーンは NFS サーバーとして動作できないため、ゾーン管理者が sharenfs プロパティを変更することはできません。次のセクションで説明するように、zoned プロパティを変更するとセキュリティ上の危険にさらされるため、ゾーン管理者はこの操作を行えません。

ゾーンの特権ユーザーは、その他の設定可能なプロパティはすべて変更できます。ただし、quota プロパティと reservation プロパティは除きます。大域ゾーン管理者は、この動作を利用して、非大域ゾーンで使用されるすべてのデータセットが使用するディスク容量を制御できます。

また、データセットを非大域ゾーンに委任したあとに、大域ゾーン管理者が sharenfs および mountpoint プロパティを変更することもできません。

## zoned プロパティについて

データセットを非大域ゾーンに委任するときに、特定のプロパティが大域ゾーンのコンテキストで解釈されないように、データセットに特別な設定を行う必要があります。データセットが非大域ゾーンに委任され、ゾーン管理者の制御下に入ると、その内容は信頼できる状態ではなくなります。どのファイルシステムにも該当することですが、setuid バイナリやシンボリックリンクなどの安全性に問題のある内容が含まれていることがあります。これらは、大域ゾーンのセキュリティに悪影響を及ぼす可能性があります。また、mountpoint プロパティは、大域ゾーンのコンテキストでは解釈できません。それ以外に、ゾーン管理者が大域ゾーンの名前空間に影響を及ぼす可能性もあります。後者の問題に対処するために、ZFS では zoned プロパティを使って、データセットがある時点で非大域ゾーンに委任されていることを示しています。

zoned プロパティはブール値で、ZFS データセットを含むゾーンが最初にブートするときに自動的にオンに設定されます。ゾーン管理者が、このプロパティを手動でオンに設定する必要はありません。zoned プロパティを設定した場合、そのデータセットを大域ゾーンでマウントしたり共有したりすることはできません。次の例では、tank/zone/zion はゾーンに委任されていますが、tank/zone/global は追加されていません。

```
# zfs list -o name,zoned,mountpoint -r tank/zone
NAME                ZONED  MOUNTPOINT
tank/zone/global    off    /tank/zone/global
tank/zone/zion      on     /tank/zone/zion
# zfs mount
tank/zone/global    /tank/zone/global
tank/zone/zion      /export/zone/zion/root/tank/zone/zion
```

mountpoint プロパティーと、tank/zone/zion データセットが現在マウントされているディレクトリとが異なっていることに注意してください。mountpoint プロパティーには、データセットがシステム上で現在マウントされている場所ではなく、ディスクに格納されているプロパティーが反映されます。

データセットがゾーンから削除されたり、ゾーンが破棄されたりした場合でも、zoned プロパティーが自動的に消去されることはありません。これらのタスクに関連するセキュリティ上の危険が潜在的に存在するために、このような動作になっています。信頼されないユーザーがデータセットとその子孫へのアクセスを完了してしまっているため、mountpoint プロパティーが不正な値に設定されたり、ファイルシステムに setuid バイナリが存在したりする可能性があります。

意図しないセキュリティ上の危険を防ぐために、データセットをなんらかの方法で再利用する場合には、大域ゾーン管理者が zoned プロパティーを手動で消去する必要があります。zoned プロパティーを off に設定する前に、データセットおよびそのすべての子孫の mountpoint プロパティーが適切な値に設定されていること、および setuid バイナリが存在しないことを確認するか、または setuid プロパティーを無効に設定します。

セキュリティが脆弱なままでないことを確認したあとで、zfs set または zfs inherit コマンドを使用して zoned プロパティーをオフに設定できます。データセットがゾーンで使用されているときに zoned プロパティーをオフに設定すると、システムが予期しない動作をする可能性があります。このプロパティーを変更するのは、データセットが非大域ゾーンで使用されていないことを確認した場合にのみ行ってください。

## ZFS 代替ルートプールを使用する

プールが作成されると、そのプールはデフォルトでホストシステムに関連付けられます。ホストシステムでは、プールに関する情報を管理しているので、プールが使用できなくなったときにそのことを自動的に検出することができます。この情報は、通常の操作では有効な情報ですが、代替メディアからブートするときまたはリムーバブルメディアにプールを作成するときには障害になることがあります。この問題を解決するために、ZFS には「代替ルート」プール機能が用意されています。代替ルートプールは、システムのリブート後には有効でなくなり、すべてのマウントポイントはプールのルートへの相対パスに変更されます。

## ZFS 代替ルートプールを作成する

代替ルートプールを作成する理由としてもっとも一般的なのは、リムーバブルメディアでの使用です。このような場合には、必要なファイルシステムは通常1つだけなので、ターゲットシステムでユーザーが選択した場所にマウントする必要があります。zpool create -R オプションを使用して代替ルートプールを作成すると、ルートファイルシステムのマウントポイントは代替ルート値と同じ/に自動的に設定されます。

次の例では、morpheus という名前のプールが代替ルートパスとしての /mnt に作成されます。

```
# zpool create -R /mnt morpheus c0t0d0
# zfs list morpheus
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
morpheus            32.5K 33.5G   8K     /mnt
```

ファイルシステムが1つだけで(morpheus)、そのマウントポイントがプールの代替ルート /mnt であることに注意してください。ディスクに格納されているマウントポイントは、実際に/になっています。/mnt のフルパスは、プール作成のこの初期コンテキストでのみ解釈されます。その後、このファイルシステムをエクスポートし、それを別のシステム上の任意の代替ルートプールの下で、-R alternate root value 構文を使ってインポートすることができます。

```
# zpool export morpheus
# zpool import morpheus
cannot mount '/': directory is not empty
# zpool export morpheus
# zpool import -R /mnt morpheus
# zfs list morpheus
NAME                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
morpheus            32.5K 33.5G   8K     /mnt
```

## 代替ルートプールをインポートする

代替ルートを使って、プールをインポートすることもできます。この機能は、回復を行う状況で利用できます。つまり、マウントポイントを現在のルートのコンテキストではなく、修復を実行できるように一時的なディレクトリとして解釈するような状況で利用できます。前セクションで説明したように、この機能はリムーバブルメディアをマウントするときにも使用できます。

次の例では、morpheus という名前のプールが代替ルートパスとしての /mnt にインポートされます。この例では、morpheus がすでにエクスポート済みであることを前提としています。

```
# zpool import -R /a pool
# zpool list morpheus
NAME  SIZE  ALLOC  FREE  CAP  HEALTH  ALTRoot
```

```
pool 44.8G 78K 44.7G 0% ONLINE /a
# zfs list pool
NAME USED AVAIL REFER MOUNTPOINT
pool 73.5K 44.1G 21K /a/pool
```

# Oracle Solaris ZFS のトラブルシューティングとプールの回復

---

この章では、ZFS の障害をどのように識別し、そこから回復するかについて説明します。また、障害の発生を防ぐ方法についても説明します。

この章は、次のセクションで構成されます。

- 295 ページの「ZFS の問題を識別する」
- 296 ページの「一般的なハードウェアの問題を解決する」
- 298 ページの「ZFS ストレージプールで発生した問題を識別する」
- 303 ページの「ZFS ストレージデバイスの問題を解決する」
- 317 ページの「ZFS ファイルシステムの問題を解決する」
- 327 ページの「損傷した ZFS 構成を修復する」
- 327 ページの「ブートできないシステムを修復する」

ルートプールの完全な回復については、170 ページの「ZFS ルートプールまたはルートプールのスナップショットを回復する」を参照してください。

## ZFS の問題を識別する

ZFS では、ファイルシステムとボリュームマネージャーが統合されているために、多くの異なる障害が存在します。この章では、一般的なハードウェア障害を診断する方法、およびプールデバイスとファイルシステムの問題を解決する方法について概要を説明します。次のような問題が発生する可能性があります。

- 一般的なハードウェアの問題 - ハードウェアの問題は、プールのパフォーマンスやプールデータの可用性に影響を与える可能性があります。プールやファイルシステムなどの上位レベルの問題を特定する前に、障害のあるコンポーネントやメモリーなどの一般的なハードウェアの問題を排除してください。
- ZFS ストレージプールの問題
  - 298 ページの「ZFS ストレージプールで発生した問題を識別する」
  - 303 ページの「ZFS ストレージデバイスの問題を解決する」

- 317 ページの「ZFS ファイルシステムの問題を解決する」
- 327 ページの「損傷した ZFS 構成を修復する」
- 327 ページの「ブートできないシステムを修復する」

1つのプールで3つのすべてのエラーが発生することもあります。このため、完全な修復作業を行うには、1つのエラーを検出して訂正したら、次のエラーの対処に進む必要があります。

## 一般的なハードウェアの問題を解決する

プールの問題やファイルシステムの使用不能がハードウェアの問題(障害のあるシステムボード、メモリー、デバイス、HBA、または構成ミスなど)に関連しているかどうかを判定するには、次のセクションを確認してください。

たとえば、ビジー状態の ZFS プール上にエラーや障害の発生したディスクがあると、システム全体のパフォーマンスが低下します。

最初に簡単に検出できるハードウェアの問題を診断して特定し、すべてのハードウェアを確認すれば、この章で説明するプールおよびファイルシステムの問題の診断に進むことができます。ハードウェア、プール、およびファイルシステムの構成に問題がない場合は、一般により複雑で解明しにくく、このガイドでは取り上げていないアプリケーションの問題を診断することを検討してください。

## ハードウェアおよびデバイスの障害を識別する

Solaris Fault Manager は、エラーログ内の具体的な兆候を示すエラー遠隔監視情報を特定し、エラーの兆候が実際の障害になったときに実際の障害診断を報告することにより、ソフトウェア、ハードウェア、および特定のデバイスの問題を追跡します。

次のコマンドは、ソフトウェアまたはハードウェア関連の障害を特定します。

```
# fmadm faulty
```

障害が発生したサービスまたはデバイスを特定するには、上記のコマンドを定期的に使用します。

ハードウェアまたはデバイス関連のエラーを特定するには、次のコマンドを定期的に使用します。

```
# fmdump -eV | more
```

このログファイルのエラーメッセージは、`vdev.open_failed`、`checksum`、または `io_failure` の問題を示しており、`fmadm` 障害コマンドで表示される実際の障害に発展する可能性があるため、注意が必要です。

上記によってデバイスに障害が発生していることが示された場合は、交換用デバイスが用意されているかどうかを確認することをお勧めします。

`iostat` コマンドを使用して、その他のデバイスエラーを追跡することもできます。エラー統計のサマリーを確認するには、次の構文を使用します。

```
# iostat -en
---- errors ---
s/w h/w trn tot device
  0  0  0  0 c0t5000C500335F95E3d0
  0  0  0  0 c0t5000C500335FC3E7d0
  0  0  0  0 c0t5000C500335BA8C3d0
  0 12  0 12 c2t0d0
  0  0  0  0 c0t5000C500335E106Bd0
  0  0  0  0 c0t50015179594B6F11d0
  0  0  0  0 c0t5000C500335DC60Fd0
  0  0  0  0 c0t5000C500335F907Fd0
  0  0  0  0 c0t5000C500335BD117d0
```

上記の出力では、内部ディスク `c2t0d0` のエラーが報告されています。より詳細なデバイスエラーを表示するには、次の構文を使用します。

```
# iostat -En
c0t5000C500335F95E3d0 Soft Errors: 0 Hard Errors: 0 Transport Errors: 0
Vendor: SEAGATE Product: ST930003SSUN300G Revision: 0B70 Serial No: 110672QFSB
Size: 300.00GB <300000000000 bytes>
Media Error: 0 Device Not Ready: 0 No Device: 0 Recoverable: 0
Illegal Request: 0 Predictive Failure Analysis: 0
c0t5000C500335FC3E7d0 Soft Errors: 0 Hard Errors: 0 Transport Errors: 0
Vendor: SEAGATE Product: ST930003SSUN300G Revision: 0B70 Serial No: 110672TE67
Size: 300.00GB <300000000000 bytes>
Media Error: 0 Device Not Ready: 0 No Device: 0 Recoverable: 0
Illegal Request: 0 Predictive Failure Analysis: 0
c0t5000C500335BA8C3d0 Soft Errors: 0 Hard Errors: 0 Transport Errors: 0
Vendor: SEAGATE Product: ST930003SSUN300G Revision: 0B70 Serial No: 110672SDF4
Size: 300.00GB <300000000000 bytes>
Media Error: 0 Device Not Ready: 0 No Device: 0 Recoverable: 0
Illegal Request: 0 Predictive Failure Analysis: 0
c2t0d0 Soft Errors: 0 Hard Errors: 12 Transport Errors: 0
Vendor: AMI Product: Virtual CDROM Revision: 1.00 Serial No:
Size: 0.00GB <0 bytes>
Media Error: 0 Device Not Ready: 12 No Device: 0 Recoverable: 0
Illegal Request: 2 Predictive Failure Analysis: 0
```

## ZFS エラーメッセージのシステムレポート

ZFS では、プール内のエラーを継続的に追跡するだけでなく、そのようなイベントが発生したときに `syslog` メッセージを表示することもできます。次のような場合に、通知イベントを生成します。

- デバイス状態の移行 – デバイスが `FAULTED` になると、プールの耐障害性が危殆化する可能性があることを示すメッセージがログに記録されます。あとでデバイスがオンラインになり、プールの健全性が復元した場合にも、同様のメッセージが送信されます。
- データの破壊 – データの破壊が検出された場合には、破壊が検出された日時と場所を示すメッセージがログに記録されます。このメッセージがログに記録されるのは、はじめて検出されたときだけです。それ以降のアクセスについては、メッセージは生成されません。
- プールの障害とデバイスの障害 – プールの障害またはデバイスの障害が発生した場合には、障害マネージャーデーモンが `syslog` メッセージおよび `fmdump` コマンドを使用してこれらのエラーを報告します。

ZFS がデバイスエラーを検出してそれを自動的に回復した場合には、通知は行われません。このようなエラーでは、プールの冗長性またはデータの完全性の障害は発生しません。また、このようなエラーは通常、ドライバの問題が原因で発生しており、ドライバ自身のエラーメッセージも出力されます。

## ZFS ストレージプールで発生した問題を識別する

次のセクションでは、ZFS ファイルシステムまたはストレージプールで発生する問題を識別して解決する方法について説明します。

- 299 ページの「ZFS ストレージプールに問題があるかどうかを確認する」
- 300 ページの「`zpool status` の出力を確認する」
- 297 ページの「ZFS エラーメッセージのシステムレポート」

次の機能を使用して、ZFS 構成で発生した問題を識別することができます。

- `zpool status` コマンドを使用すると、ZFS ストレージプールについての詳細な情報を表示できます。
- プールおよびデバイスの障害が ZFS/FMA の診断メッセージで報告されます。
- `zpool history` コマンドを使用すると、プール状態の情報を変更した以前の ZFS コマンドを表示できます。

ZFS のほとんどのトラブルシューティングで、`zpool status` コマンドを使用します。このコマンドを実行すると、システム上のさまざまな障害が分析され、もっとも重大な問題が識別されます。さらに、推奨する処置と、詳細情報が掲載されたナレッジ記事へのリンクが提示されます。プールで複数の問題が発生している可能性がある場合でも、このコマンドで識別できる問題は1つだけです。たとえば、データ破壊のエラーは一般に、いずれかのデバイスで障害が発生したことを示唆しますが、障害が発生したデバイスを置き換えても、データ破壊の問題がすべて解決するとは限りません。

また、ZFS 診断エンジンはプールの障害とデバイスの障害を診断し、報告します。これらの障害に関連するチェックサム、入出力、デバイス、およびプールのエラーも

報告されます。fmd で報告される ZFS 障害は、コンソールとシステムメッセージファイルに表示されます。ほとんどの fmd メッセージで、zpool status コマンドを実行して詳細な回復の手順を確認することを求めています。

基本的な回復方法は次のとおりです。

- 該当する場合、zpool history コマンドを使って、エラーシナリオに至る前に実行された ZFS コマンドを特定します。例:

```
# zpool history tank
History for 'tank':
2012-11-12.13:01:31 zpool create tank mirror c0t1d0 c0t2d0 c0t3d0
2012-11-12.13:28:10 zfs create tank/eric
2012-11-12.13:37:48 zfs set checksum=off tank/eric
```

この出力では、tank/eric ファイルシステムのチェックサムが無効になっています。この構成はお勧めできません。

- システムコンソールまたは /var/adm/messages ファイルに表示される fmd メッセージからエラーを識別します。
- zpool status -x コマンドを使って、詳細な修復手順を確認します。
- 次の手順を実行して、障害を修復します。
  - 使用できないデバイスまたは見つからないデバイスを交換して、オンラインにします。
  - 障害の発生した構成または破壊されたデータをバックアップから復元します。
  - zpool status -x コマンドを使用して回復を確認します。
  - 復元した構成のバックアップを作成します (該当する場合)。

このセクションでは、発生する可能性がある障害の種類を診断するために、zpool status の出力を解釈する方法について説明します。ほとんどの作業はコマンドによって自動的に実行されますが、障害を診断するうえで、どのような問題が識別されるかを正確に理解しておくことは重要です。以降のセクションでは、発生する可能性のあるさまざまな問題を修復する方法について説明します。

## ZFS ストレージプールに問題があるかどうかを確認する

システムになんらかの既知の問題が存在するかどうかを確認するもっとも簡単な方法は、zpool status -x コマンドを使用することです。このコマンドでは、問題が発生しているプールの説明だけが出力されます。健全性に問題があるプールがシステムに存在しない場合、コマンドは次の出力を表示します。

```
# zpool status -x
all pools are healthy
```

-x フラグを指定しないでこのコマンドを実行した場合は、すべてのプールが健全である場合でも、すべてのプール (コマンド行で特定のプールを指定した場合は、要求したプール) のすべてのステータスが表示されます。

zpool status コマンドのコマンド行オプションの詳細については、[88 ページ](#)の「[ZFS ストレージプールのステータスのクエリー検索を行う](#)」を参照してください。

## zpool status の出力を確認する

zpool status の完全な出力は次のようになります。

```
# zpool status tank
pool: tank
state: DEGRADED
status: One or more devices could not be opened. Sufficient replicas exist for
the pool to continue functioning in a degraded state.
action: Attach the missing device and online it using 'zpool online'.
see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-2Q
scan: scrub repaired 0 in 0h3m with 0 errors on Mon Nov 12 15:17:02 2012
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM	
tank	DEGRADED	0	0	0	
mirror-0	DEGRADED	0	0	0	
c1t1d0	ONLINE	0	0	0	
c1t2d0	UNAVAIL	0	0	0	cannot open

```
errors: No known data errors
```

この出力については、次のセクションで説明します。

### プールの全般的なステータス情報

zpool status 出力のこのセクションは、次のフィールドで構成されます。一部の項目は、プールに問題がある場合にのみ表示されます。

- pool**      プールの名前を示します。
- state**     プールの現在の健全性を示します。この情報は、プールが必要な複製レベルを提供できるかどうかだけを示しています。
- status**    プールで発生している問題の説明です。エラーが検出されない場合は、このフィールドは省略されます。
- action**    エラーを修復するために推奨される処置。エラーが検出されない場合は、このフィールドは省略されます。
- see**        詳細な修復情報が掲載されているナレッジ記事を紹介します。オンラインの記事はこのガイドよりも頻繁に更新されます。そのため、最新の修復手順については常にオンラインの記事を参照してください。エラーが検出されない場合は、このフィールドは省略されます。

scrub	スクラブ操作の現在のステータスが出力されます。前回のスクラブが完了した日付と時間、進行中のスクラブ、スクラブが要求されていないかどうかなどが出力されます。
errors	既知のデータエラー、または既知のデータエラーが存在しないことが出力されます。

## ZFS ストレージプールの構成情報

zpool status 出力の config フィールドには、プール内のデバイスの構成、デバイスのステータス、およびデバイスから生成されたエラーが出力されます。次のいずれかの状態になる可能性があります: ONLINE、FAULTED、DEGRADED、または SUSPENDED。ONLINE 以外のいずれかの状態の場合は、プールの耐障害性が危殆化しています。

構成出力の 2 番目のセクションには、エラー統計が表示されます。これらのエラーは、3 つのカテゴリに分けられます。

- READ – 読み取り要求を実行したときに発生した入出力エラー
- WRITE – 書き込み要求を実行したときに発生した入出力エラー
- CKSUM – チェックサムエラー。読み取り要求の結果として、破壊されたデータがデバイスから返されたことを意味する

これらのエラーを使って、損傷が永続的かどうかを判断できます。入出力エラーが少数の場合は、機能が一時的に停止している可能性があります。入出力エラーが大量の場合は、デバイスに永続的な問題が発生している可能性があります。これらのエラーは、アプリケーションによって解釈されるデータ破壊に対応していないことがあります。デバイスが冗長構成になっている場合は、デバイスの訂正できないエラーが表示されることがあります。ただし、ミラーまたは RAID-Z デバイスレベルではエラーは表示されません。そのような場合、ZFS は正常なデータの取得に成功し、既存の複製から損傷したデータの回復を試みたこととなります。

これらのエラーを解釈する方法の詳細については、[307 ページの「デバイス障害の種類を確認する」](#)を参照してください。

さらに、zpool status 出力の最終列には、補足情報が表示されます。この情報は、state フィールドの情報を補足するもので、障害の診断に役立ちます。デバイスが UNAVAIL の場合、このフィールドはデバイスがアクセスできない状態かどうか、またはデバイス上のデータが破壊されているかどうかを示しています。デバイスで再同期化が実行されている場合、このフィールドには現在の進行状況が表示されます。

再同期化の進行状況を監視する方法の詳細については、[315 ページの「再同期化のステータスを表示する」](#)を参照してください。

## ZFS ストレージプールのスクラブのステータス

`zpool status` 出力のスクラブセクションには、すべての明示的なスクラブ操作の現在のステータスが説明されます。この情報は、システム上でなんらかのエラーが検出されているかどうかを示すものではありません。ただし、この情報を使って、データ破壊エラーの報告が正確かどうかを判断できます。前回のスクラブが最近実行されている場合には、既知のデータ破壊が発生していれば、高い確率でそのとき検出されている可能性があります。

スクラブ完了メッセージはシステムのリポート後も残ります。

データスクラブおよびこの情報の解釈方法の詳細については、[317 ページの「ZFS ファイルシステムの整合性をチェックする」](#)を参照してください。

## ZFS データ破壊エラー

`zpool status` コマンドでは、既知のエラーが発生している場合に、それらがプールに関連するものであるかどうかも出力されます。これらのエラーは、データのスクラブ中または通常の操作中に検出されている可能性があります。ZFS では、プールに関連するすべてのデータエラーの持続的なログを管理しています。システムの完全なスクラブが終了するたびに、このログのローテーションが行われます。

データ破壊エラーは、常に致命的です。このエラーが発生している場合は、プールのデータが破壊されたために、1つ以上のアプリケーションで入出力エラーが発生したことになります。冗長なプール内でデバイスエラーが発生してもデータは破壊されないので、このログの一部として記録されません。デフォルトでは、検出されたエラーの数だけが表示されます。エラーおよびその詳細の完全なリストは、`zpool status -v` オプションを使用すれば表示できます。次に例を示します。

```
# zpool status -v
pool: tank
state: UNAVAIL
status: One or more devices are faulted in response to IO failures.
action: Make sure the affected devices are connected, then run 'zpool clear'.
       see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-HC
scrub: scrub completed after 0h0m with 0 errors on Tue Feb  2 13:08:42 2010
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM	
tank	UNAVAIL	0	0	0	insufficient replicas
c1t0d0	ONLINE	0	0	0	
c1t1d0	UNAVAIL	4	1	0	cannot open

```
errors: Permanent errors have been detected in the following files:
```

```
/tank/data/aaa
/tank/data/bbb
/tank/data/ccc
```

同様のメッセージは、システムコンソールで `fmd` を実行した場合にも、また `/var/adm/messages` ファイルにも表示されます。 `fmdump` コマンドを使って、これらのメッセージを追跡することもできます。

データ破壊エラーの解釈の詳細については、[322 ページの「データ破壊の種類を確認する」](#)を参照してください。

## ZFS ストレージデバイスの問題を解決する

見つからないデバイス、削除されたデバイス、または障害が発生したデバイスを解決するには、以降のセクションを確認してください。

### 見つからないデバイスまたは削除されたデバイスを解決する

デバイスを開けない場合には、`zpool status` の出力に `UNAVAIL` ステータスが表示されます。この状態は、プールにはじめてアクセスしたときにデバイスを開けなかったか、またはそのデバイスがそれ以降使用できない状態であることを示しています。このデバイスが原因で、最上位レベルの仮想デバイスが使用できない場合、そのプールの内容にはアクセスできません。または、プールの耐障害性が危殆化している可能性があります。どちらの場合でも、通常の動作に戻すために必要な操作は、そのデバイスをシステムに再接続することだけです。 `UNAVAIL` のデバイスに障害が発生しているため、それを交換する必要がある場合は、[309 ページの「ZFS ストレージプール内のデバイスを置き換える」](#)を参照してください。

デバイスがルートプールまたはミラー化ルートプール内で `UNAVAIL` の場合は、次を参照してください。

- ミラー化ルートプールディスクで障害が発生した - [163 ページの「ミラー化された ZFS ルートプールの代替ディスクからブートする」](#)
- ルートプール内でディスクを交換する
  - [170 ページの「ZFS ルートプールのディスクを置き換える方法」](#)
- ルートプール障害の完全な回復 - [170 ページの「ZFS ルートプールまたはルートプールのスナップショットを回復する」](#)

たとえば、デバイス障害が発生したあとに、`fmd` から次のようなメッセージが表示される場合があります。

```
SUNW-MSG-ID: ZFS-8000-FD, TYPE: Fault, VER: 1, SEVERITY: Major
EVENT-TIME: Thu Jun 24 10:42:36 PDT 2010
PLATFORM: SUNW,Sun-Fire-T200, CSN: -, HOSTNAME: daleks
SOURCE: zfs-diagnosis, REV: 1.0
```

```

EVENT-ID: a1fb66d0-cc51-cd14-a835-961c15696fcb
DESC: The number of I/O errors associated with a ZFS device exceeded
acceptable levels. Refer to http://sun.com/msg/ZFS-8000-FD for more information.
AUTO-RESPONSE: The device has been offlined and marked as faulted. An attempt
will be made to activate a hot spare if available.
IMPACT: Fault tolerance of the pool may be compromised.
REC-ACTION: Run 'zpool status -x' and replace the bad device.

```

デバイスの問題と解決策についてより詳細な情報を表示するには、`zpool status -x` コマンドを使用します。例:

```

# zpool status -x
pool: tank
state: DEGRADED
status: One or more devices could not be opened. Sufficient replicas exist for
the pool to continue functioning in a degraded state.
action: Attach the missing device and online it using 'zpool online'.
see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-2Q
scan: scrub repaired 0 in 0h00m with 0 errors on Tue Sep 27 16:59:07 2011
config:

```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM	
tank	DEGRADED	0	0	0	
mirror-0	DEGRADED	0	0	0	
c2t2d0	ONLINE	0	0	0	
c2t1d0	UNAVAIL	0	0	0	cannot open

```
errors: No known data errors
```

この出力から、`c2t1d0` デバイスが機能していないことを確認できます。デバイスで障害が発生していると判断した場合は、デバイスを置き換えます。

必要に応じて、`zpool online` コマンドを使用して、交換したデバイスをオンラインにします。例:

```
# zpool online tank c2t1d0
```

`fmadm faulty` の出力でデバイスエラーが特定された場合に、デバイスが交換されていることをFMAに知らせます。例:

```
# fmadm faulty
```

TIME	EVENT-ID	MSG-ID	SEVERITY
Sep 27 16:58:50	e6bb52c3-5fe0-41a1-9ccc-c2f8a6b56100	ZFS-8000-D3	Major

```

Host      : neo
Platform  : SUNW,Sun-Fire-T200      Chassis_id  :
Product_sn :

```

```

Fault class : fault.fs.zfs.device
Affects     : zfs://pool=tank/vdev=c75a8336cda03110
              faulted and taken out of service
Problem in  : zfs://pool=tank/vdev=c75a8336cda03110

```

```
faulted and taken out of service
```

```
Description : A ZFS device failed. Refer to http://sun.com/msg/ZFS-8000-D3 for
more information.
```

```
Response      : No automated response will occur.
```

```
Impact       : Fault tolerance of the pool may be compromised.
```

```
Action       : Run 'zpool status -x' and replace the bad device.
```

```
# fmadm repaired zfs://pool=tank/vdev=c75a8336cda03110
```

最後のステップでは、デバイスを置き換えたプールの健全性を確認します。例:

```
# zpool status -x tank
pool 'tank' is healthy
```

## 削除されたデバイスを解決する

デバイスがシステムから完全に削除されると、ZFSはそのデバイスを開けないことを検出し、REMOVED 状態にします。この削除が原因でプール全体が使用できない状態になるかどうかは、そのプールのデータ複製レベルによって決まります。ミラー化されたデバイスまたはRAID-Zデバイスにあるディスクが取り外されても、そのプールには引き続きアクセスできます。プールはUNAVAILになる可能性があります。これは、次の条件のもとでは、デバイスが再接続されるまでどのデータにもアクセスできないことを意味します:

- ミラーのすべてのコンポーネントが削除される場合
- RAID-Z(raidz1)デバイス内の複数のデバイスが削除される場合
- 単一ディスク構成で最上位レベルのデバイスが削除される場合

## デバイスを物理的に再接続する

見つからないデバイスを再接続するための正確な手順は、そのデバイスごとに異なります。デバイスがネットワークに接続されているドライブの場合は、ネットワークへの接続を復元するべきです。デバイスがUSBデバイスなどのリムーバブルメディアである場合は、システムに再接続するべきです。デバイスがローカルディスクである場合は、コントローラに障害が発生していたために、デバイスがシステムから見えない状態になっていた可能性があります。この場合は、コントローラを置き換えれば、ディスクが再び使用できる状態になるはずです。ハードウェアの種類と構成によっては、ほかの問題が存在する可能性もあります。ドライブに障害が発生してシステムから認識されなくなった場合には、デバイスが損傷していると見なすべきです。306 ページの「破損したデバイスを交換または修復する」の手順に従ってください。

デバイスの接続が危殆化している場合、プールは `SUSPENDED` になる可能性があります。デバイスの問題が解決されるまで、`SUSPENDED` プールの状態は `wait` のままです。例:

```
# zpool status cybermen
pool: cybermen
state: SUSPENDED
status: One or more devices are unavailable in response to IO failures.
       The pool is suspended.
action: Make sure the affected devices are connected, then run 'zpool clear' or
       'fmadm repaired'.
       see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-HC
scan: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
cybermen	UNAVAIL	0	16	0
c8t3d0	UNAVAIL	0	0	0
c8t1d0	UNAVAIL	0	0	0

デバイスの接続が復元されたあとで、プールまたはデバイスのエラーを解消します。

```
# zpool clear cybermen
# fmadm repaired zfs://pool=name/vdev=guid
```

## デバイスが使用できることを ZFS に通知する

デバイスをシステムに再接続したあとも、デバイスが使用できるようになったことが自動的に検出されないこともあります。プールが以前 `UNAVAIL` または `SUSPENDED` だった場合、または `attach` 手順の一環としてシステムがリブートされた場合、ZFS は、プールを開くときにすべてのデバイスを自動的に再スキャンします。システムの稼働中にプールの機能が低下したのでデバイスを置き換えた場合には、デバイスが使用できるようになって再度開ける状態になったことを、`zpool online` コマンドを使って ZFS に通知する必要があります。次に例を示します。

```
# zpool online tank c0t1d0
```

デバイスをオンラインする方法の詳細については、[76 ページの「デバイスをオンラインにする」](#)を参照してください。

## 破損したデバイスを交換または修復する

このセクションでは、デバイスの障害の種類を確認し、一時的なエラーを消去し、デバイスを置き換える方法について説明します。

## デバイス障害の種類を確認する

「損傷したデバイス」という用語は定義があいまいですが、発生する可能性のあるいくつかの状況はこの用語で説明できます。

- ビットの腐敗 - 時間の経過とともに、磁力の影響や宇宙線などのさまざまなことが原因で、ディスクに格納されているビットが反転してしまうことがあります。このようなことはあまり発生しませんが、発生した場合には、大規模なまたは長期間稼働するシステムでデータが破壊する可能性は十分にあります。
- 間違った方向への読み取りまたは書き込み - ファームウェアのバグまたはハードウェア障害のために、ブロック全体の読み取りまたは書き込みで、ディスク上の不正な場所を参照してしまうことがあります。これらのエラーは通常、一時的です。ただし、エラーの数が多い場合には、ドライブの障害が発生している可能性があります。
- 管理者エラー - 管理者が意図せずにディスクの一部を不正なデータで上書きする (ディスクの一部に /dev/zero をコピーするなど) ことで、ディスクが永続的に破壊されてしまう場合があります。これらのエラーは常に一時的です。
- 一時的な機能停止 - ディスクが一定期間使用できなくなり、入出力に失敗することがあります。この状況は通常、ネットワークに接続されたデバイスに発生しますが、ローカルディスクでも一時的に機能が停止することがあります。これらのエラーは、一時的な場合と、そうでない場合があります。
- 不良または信頼性の低いハードウェア - この状況は、ハードウェアの障害によって引き起こされるさまざまな問題の総称です。問題の例としては、断続的な入出力エラー、不規則な破壊を引き起こす転送エラー、その他のさまざまな障害があります。これらのエラーは通常永続的です。
- オフラインのデバイス - デバイスがオフラインである場合は、そのデバイスに障害が発生していると判断した管理者がデバイスをこの状態にしたと推定されます。管理者は、デバイスをこの状態にしたうえで、この推定が正しいかどうかを判断できます。

デバイスのどこに問題があるかを正確に判断することは、難しい作業です。最初に行うことは、`zpool status` 出力のエラー数を調べることです。例:

```
# zpool status -v tank
pool: tank
state: ONLINE
status: One or more devices has experienced an error resulting in data
corruption. Applications may be affected.
action: Restore the file in question if possible. Otherwise restore the
entire pool from backup.
see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-8A
scan: scrub in progress since Tue Sep 27 17:12:40 2011
63.9M scanned out of 528M at 10.7M/s, 0h0m to go
0 repaired, 12.11% done
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	ONLINE	2	0	0
mirror-0	ONLINE	2	0	0
c2t2d0	ONLINE	2	0	0
c2t1d0	ONLINE	2	0	0

errors: Permanent errors have been detected in the following files:

/tank/words

エラーは、入出力エラーとチェックサムエラーに分かれます。どちらのエラーも、発生している可能性のある障害の種類を示している可能性があります。通常の処理で発生するエラーの数は、少ない(長い時間にほんの数個)と予測されます。大量のエラーが表示される場合、この状況はデバイス障害がすぐに発生する可能性または完全なデバイス障害が発生する可能性を示しています。ただし、管理者のミスが原因で大量のエラーが表示される可能性もあります。別の情報源は、syslog システムログです。このログに大量の SCSI ドライバまたはファイバチャネルドライバのメッセージが記録される場合、この状況は重大なハードウェアの問題が発生している可能性を示しています。syslog メッセージが生成されない場合、損傷は一時的であると思われます。

最後の手順は次の質問に答えることです。

このデバイスでもう一度エラーが発生する可能性がありますか。

一度だけ発生するエラーは「一時的」と考えられ、潜在的な障害を示していません。ハードウェア障害の可能性のある持続的または重大なエラーは、「致命的」と考えられます。エラーの種類を特定する作業は、ZFS で現在利用できる自動化ソフトウェアの範囲を超えているため、管理者自身が手動で行う必要があります。エラーの種類を特定したあとで、それに対応する処置を採ることができます。一時的なエラーを解消したり、致命的なエラーが起こっているデバイスを置き換えたりします。これらの修復手順については、次のセクションで説明します。

一時的であると考えられるデバイスエラーでも、それらがプール内のデータの訂正不可能なエラーを発生させていることがあります。このようなエラーについては、配下のデバイスが健全であると判断されている場合、または別の機会に修復されている場合でも、特別な修復手順が必要になります。データエラーの修復の詳細については、[322 ページの「損傷したデータを修復する」](#)を参照してください。

## 一時的なデバイスエラーを解消する

デバイスエラーが一時的と考えられる場合、つまりデバイスの今後の健全性に影響しないと考えられる場合は、デバイスエラーを安全に解消することで、致命的なエラーが発生していないと示すことができます。RAID-Z デバイスまたはミラーデバイスのエラー数を消去するには、`zpool clear` コマンドを使用します。次に例を示します。

```
# zpool clear tank c1t1d0
```

この構文を実行すると、すべてのデバイスエラーと、デバイスに関連付けられたすべてのデータエラー数が消去されます。

プール内の仮想デバイスに関連付けられているすべてのエラーを消去し、プールに関連付けられているすべてのデータエラー数を消去するには、次の構文を使用します。

```
# zpool clear tank
```

プールエラーの消去の詳細については、77 ページの「ストレージプールデバイスのエラーをクリアする」を参照してください。

## ZFS ストレージプール内のデバイスを置き換える

デバイスの損傷が永続的である場合、または永続的な損傷が今後発生する可能性がある場合には、そのデバイスを置き換える必要があります。デバイスを置き換えられるかどうかは、構成によって異なります。

- 309 ページの「デバイスを置き換えられるかどうかを確認する」
- 310 ページの「置き換えることができないデバイス」
- 310 ページの「ZFS ストレージプール内のデバイスを置き換える」
- 315 ページの「再同期化のステータスを表示する」

### デバイスを置き換えられるかどうかを確認する

置き換えるデバイスが冗長構成の一部である場合は、正常なデータを取得するための十分な複製が存在している必要があります。たとえば、4 方向ミラーの 2 台のディスクが UNAVAIL の場合は、健全な複製を入手できるので、どちらのディスクも交換できます。ただし、4 方向 RAID-Z (raidz1) 仮想デバイス内の 2 台のディスクが UNAVAIL の場合は、データを入手するために必要な複製が不足しているため、どちらのディスクも交換できません。デバイスが損傷していてもオンラインである場合は、プールの状態が UNAVAIL でないかぎり、それを交換できます。ただし、損傷を受けたデバイス上の壊れたデータは、正常なデータが格納されている複製が必要な数だけ存在しない場合には、新しいデバイスにコピーされます。

次の構成で、c1t1d0 ディスクは置き換えることができます。プール内のすべてのデータは正常な複製 c1t0d0 からコピーされます。

```
mirror          DEGRADED
c1t0d0         ONLINE
c1t1d0         FAULTED
```

c1t0d0 ディスクも置き換えることができますが、正常な複製を入手できないため、データの自己修復は行われません。

次の構成では、UNAVAIL のディスクはどれも交換できません。プール自体が UNAVAIL のため、ONLINE のディスクも交換できません。

```
raidz          FAULTED
c1t0d0        ONLINE
c2t0d0        FAULTED
c3t0d0        FAULTED
c4t0d0        ONLINE
```

次の構成の最上位レベルのディスクは、どちらも置き換えることができます。ただし、ディスクに不正なデータが存在する場合は、それらが新しいディスクにコピーされます。

```
c1t0d0        ONLINE
c1t1d0        ONLINE
```

どちらかのディスクが UNAVAIL の場合は、プール自体が UNAVAIL のため、交換を行うことはできません。

## 置き換えることができないデバイス

デバイスが失われたためにプールが UNAVAIL になった場合、または非冗長な構成でデバイスに大量のデータエラーが含まれている場合は、そのデバイスを安全に交換することはできません。十分な冗長性がない場合、損傷したデバイスの修復に使用する正常なデータは存在しません。この場合は、プールを破棄して構成を再作成したのちに、データをバックアップコピーから復元するのが唯一の選択肢です。

プール全体を復元する方法の詳細については、[325 ページの「ZFS ストレージプール全体の損傷を修復する」](#)を参照してください。

## ZFS ストレージプール内のデバイスを置き換える

置き換えられるデバイスであることを確認したあとで、`zpool replace` コマンドを使ってデバイスを置き換えます。損傷したデバイスを別のデバイスに置き換える場合は、次のような構文を使用します。

```
# zpool replace tank c1t1d0 c2t0d0
```

このコマンドを実行すると、損傷したデバイスまたはプール内のほかのデバイス(冗長な構成の場合)から新しいデバイスにデータが移行されます。コマンドが完了すると、損傷したデバイスが構成から切り離され、そのデバイスをシステムから取り外せる状態になります。1つの場所ですでにデバイスを取り外して新しいデバイスに置き換えている場合には、1つのデバイス形式のコマンドを使用します。例:

```
# zpool replace tank c1t1d0
```

このコマンドにフォーマットされていないディスクを指定すると、そのディスクが適切な状態にフォーマットされたのち、残りの構成からデータが再同期化されます。

`zpool replace` コマンドの詳細については、77 ページの「ストレージプール内のデバイスを置き換える」を参照してください。

#### 例 10-1 ZFS ストレージプール内の SATA ディスクを置き換える

次の例では、システムのみラー化ストレージプール `tank` のデバイス (`c1t3d0`) を SATA デバイスに置き換える方法を示します。ディスク `c1t3d0` を同じ位置 (`c1t3d0`) で新しいディスクに置き換えるには、ディスクを置き換える前に構成解除する必要があります。置き換えられるディスクが SATA ディスクでない場合は、77 ページの「ストレージプール内のデバイスを置き換える」を参照してください。

基本的な手順は次のとおりです。

- 置き換えるディスク (`c1t3d0`) をオフラインにします。現在使用中の SATA ディスクを構成解除することはできません。
- `cfgadm` コマンドを使用して、構成解除する SATA ディスク (`c1t3d0`) を識別し、それを構成解除します。このミラー化構成にオフラインのディスクが存在するプールの機能は低下しますが、プールは引き続き使用可能です。
- ディスク (`c1t3d0`) を物理的に交換します。可能であれば、UNAVAIL のドライブを物理的に取り外す前に、青色の Ready to Remove (取り外し準備完了) LED が点灯していることを確認してください。
- SATA ディスク (`c1t3d0`) を再構成します。
- 新しいディスク (`c1t3d0`) をオンラインにします。
- `zpool replace` コマンドを実行してディスク (`c1t3d0`) を置き換えます。

---

注 - あらかじめプールの `autoreplace` プロパティをオンに設定してあった場合、そのプールに以前属していたデバイスと物理的に同じ位置に新しいデバイスが検出されると、そのデバイスは自動的にフォーマットされ、`zpool replace` コマンドを使用せずに置き換えられます。ハードウェアによっては、この機能はサポートされない場合があります。

---

- 障害の発生したディスクがホットスペアに自動的に置き換えられる場合は、障害の発生したディスクが置き換えられたあとでホットスペアの切り離しが必要になることがあります。たとえば、障害の発生したディスクが置き換えられたあとも `c2t4d0` がアクティブなホットスペアになっている場合は、切り離してください。
- ```
# zpool detach tank c2t4d0
```
- FMA が障害の発生したデバイスを報告している場合、デバイスの障害を解決してください。

## 例 10-1 ZFS ストレージプール内の SATA ディスクを置き換える (続き)

```
# fmadm faulty
# fmadm repaired zfs://pool=name/vdev=guid
```

次の例では、ZFS ストレージプール内のディスクを置き換える手順を示します。

```
# zpool offline tank c1t3d0
# cfgadm | grep c1t3d0
satal/3::disk/c1t3d0          disk          connected    configured    ok
# cfgadm -c unconfigure satal/3
Unconfigure the device at: /devices/pci@0,0/pci1022,7458@2/pci11ab,11ab@1:3
This operation will suspend activity on the SATA device
Continue (yes/no)? yes
# cfgadm | grep satal/3
satal/3          disk          connected    unconfigured ok
<Physically replace the failed disk c1t3d0>
# cfgadm -c configure satal/3
# cfgadm | grep satal/3
satal/3::disk/c1t3d0          disk          connected    configured    ok
# zpool online tank c1t3d0
# zpool replace tank c1t3d0
# zpool status tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: resilver completed after 0h0m with 0 errors on Tue Feb  2 13:17:32 2010
config:
```

| NAME     | STATE  | READ | WRITE | CKSUM |
|----------|--------|------|-------|-------|
| tank     | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| mirror-0 | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c0t1d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c1t1d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| mirror-1 | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c0t2d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c1t2d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| mirror-2 | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c0t3d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c1t3d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |

errors: No known data errors

上記の zpool の出力で、新しいディスクと古いディスクの両方が *replacing* 見出しの下に表示される場合があります。例:

```
replacing    DEGRADED    0    0    0
  c1t3d0s0/o  FAULTED    0    0    0
  c1t3d0      ONLINE     0    0    0
```

このテキストは、置き換え処理および新しいディスクの再同期化が進行中であることを示しています。

ディスク (c1t3d0) を別のディスク (c4t3d0) で置き換える場合は、zpool replace コマンドの実行だけが必要です。例:

## 例10-1 ZFSストレージプール内のSATAディスクを置き換える (続き)

```
# zpool replace tank c1t3d0 c4t3d0
# zpool status
pool: tank
state: DEGRADED
scrub: resilver completed after 0h0m with 0 errors on Tue Feb  2 13:35:41 2010
config:
```

| NAME      | STATE    | READ | WRITE | CKSUM |
|-----------|----------|------|-------|-------|
| tank      | DEGRADED | 0    | 0     | 0     |
| mirror-0  | ONLINE   | 0    | 0     | 0     |
| c0t1d0    | ONLINE   | 0    | 0     | 0     |
| c1t1d0    | ONLINE   | 0    | 0     | 0     |
| mirror-1  | ONLINE   | 0    | 0     | 0     |
| c0t2d0    | ONLINE   | 0    | 0     | 0     |
| c1t2d0    | ONLINE   | 0    | 0     | 0     |
| mirror-2  | DEGRADED | 0    | 0     | 0     |
| c0t3d0    | ONLINE   | 0    | 0     | 0     |
| replacing | DEGRADED | 0    | 0     | 0     |
| c1t3d0    | OFFLINE  | 0    | 0     | 0     |
| c4t3d0    | ONLINE   | 0    | 0     | 0     |

```
errors: No known data errors
```

ディスクの置き換えが完了するまでに `zpool status` コマンドを数回実行する必要があります。

```
# zpool status tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: resilver completed after 0h0m with 0 errors on Tue Feb  2 13:35:41 2010
config:
```

| NAME     | STATE  | READ | WRITE | CKSUM |
|----------|--------|------|-------|-------|
| tank     | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| mirror-0 | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c0t1d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c1t1d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| mirror-1 | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c0t2d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c1t2d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| mirror-2 | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c0t3d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |
| c4t3d0   | ONLINE | 0    | 0     | 0     |

## 例10-2 障害が発生したログデバイスを交換する

`zpool status` コマンド出力でインテントログ障害がZFSによって特定されています。これらのエラーは障害管理アーキテクチャー (FMA) によっても報告されません。ZFSとFMAは両方とも、インテントログ障害から回復する方法を説明します。

次の例では、ストレージプール `pool` で障害が発生したログデバイス `c0t5d0` を回復する方法を示します。基本的な手順は次のとおりです。

## 例10-2 障害が発生したログデバイスを交換する (続き)

- `zpool status -x` の出力と FMA 診断メッセージを確認します (次のサイトの説明を参照)。

<https://support.oracle.com/CSP/main/article?cmd=show&type=NOT&doctype=REFERENCE&alias=EVENT:ZFS-8000-K4>

- 障害が発生したログデバイスを物理的に交換します。
- 新しいログデバイスをオンラインにします。
- プールのエラー状況がクリアされます。
- FMA エラーを解決します。

```
# zpool status -x
pool: pool
state: FAULTED
status: One or more of the intent logs could not be read.
        Waiting for administrator intervention to fix the faulted pool.
action: Either restore the affected device(s) and run 'zpool online',
        or ignore the intent log records by running 'zpool clear'.
scrub: none requested
config:

        NAME          STATE      READ WRITE CKSUM
        pool           FAULTED   0     0     0 bad intent log
        mirror         ONLINE    0     0     0
        c0t1d0         ONLINE    0     0     0
        c0t4d0         ONLINE    0     0     0
        logs           FAULTED   0     0     0 bad intent log
        c0t5d0         UNAVAIL   0     0     0 cannot open

<Physically replace the failed log device>
# zpool online pool c0t5d0
# zpool clear pool
```

たとえば、別個のログデバイスを持つプールに対する同期書き込み操作が確定される前にシステムが突然シャットダウンされた場合には、次のようなメッセージが表示されます。

```
# zpool status -x
pool: pool
state: FAULTED
status: One or more of the intent logs could not be read.
        Waiting for administrator intervention to fix the faulted pool.
action: Either restore the affected device(s) and run 'zpool online',
        or ignore the intent log records by running 'zpool clear'.
scrub: none requested
config:

        NAME          STATE      READ WRITE CKSUM
        pool           FAULTED   0     0     0 bad intent log
        mirror-0       ONLINE    0     0     0
```

## 例 10-2 障害が発生したログデバイスを交換する (続き)

```

c0t1d0    ONLINE      0      0      0
c0t4d0    ONLINE      0      0      0
logs      FAULTED      0      0      0 bad intent log
c0t5d0    UNAVAIL      0      0      0 cannot open
<Physically replace the failed log device>
# zpool online pool c0t5d0
# zpool clear pool
# fmadm faulty
# fmadm repair zfs://pool=name/vdev=guid

```

そのような場合には、次の方法でログデバイスの障害を解決できます。

- ログデバイスを交換または回復します(この例の場合、ログデバイスは c0t5d0)。
- ログデバイスをオンラインに戻します。

```
# zpool online pool c0t5d0
```

- 障害が発生したログデバイスのエラー状況がリセットされます。

```
# zpool clear pool
```

障害が発生したログデバイスを交換せずにこのエラーから回復するために、`zpool clear` コマンドを使用してエラーを解決することができます。このシナリオでは、プールが縮退モードで実行され、ログレコードは、ログデバイスが交換されるまで、メインプールに書き込まれます。

ログデバイスの障害の発生を回避するため、ミラー化ログデバイスを利用することを検討してください。

## 再同期化のステータスを表示する

デバイスを置き換えるときには、デバイスのサイズとプールに含まれるデータの量によっては、かなり長い時間がかかることがあります。あるデバイスのデータを別のデバイスに移動する処理は「再同期化」と呼ばれ、`zpool status` コマンドを使って監視できます。

従来のファイルシステムでは、ブロックレベルでデータが再同期化されます。ZFSでは、ボリュームマネージャーの論理階層がなくなり、より強力な制御された方法で再同期化できます。この機能の主な利点として、次の2点を挙げることができます。

- ZFSでは、最小限の必要なデータ量だけが再同期化されます。デバイスの完全な置き換えとは異なり、短時間の停止の場合は、わずか数分または数秒でディスク全体を再同期化できます。ディスク全体を置き換えるときは、再同期化処理にかかる時間は、ディスク上で使用されているデータ量に比例します。500Gバイトのディスクを置き換えるときでも、プールで使用されているディスク容量が数Gバイトであれば、数秒で完了できます。

- 再同期化は、割り込み可能で安全です。システムの電源が切れるか、またはシステムがリブートした場合には、再同期化処理は中断した場所から正確に再開されます。手動で介入する必要はありません。

再同期化処理を表示するには、`zpool status` コマンドを使用します。例:

```
# zpool status tank
pool: tank
state: DEGRADED
status: One or more devices is currently being resilvered. The pool will
        continue to function, possibly in a degraded state.
action: Wait for the resilver to complete.
scrub: resilver in progress for 0h0m, 22.60% done, 0h1m to go
config:
    NAME                STATE      READ WRITE CKSUM
    tank                 DEGRADED  0     0     0
      mirror-0          DEGRADED  0     0     0
        replacing-0    DEGRADED  0     0     0
          c1t0d0        UNAVAIL   0     0     0 cannot open
            c2t0d0      ONLINE   0     0     0 85.0M resilvered
              c1t1d0    ONLINE   0     0     0

errors: No known data errors
```

この例では、ディスク `c1t0d0` が `c2t0d0` に置き換わります。ステータスが `replacing` の仮想デバイスが構成に存在しているので、このイベントはステータス出力で監視されます。このデバイスは実際のデバイスではなく、このデバイスを使ってプールを作成することもできません。このデバイスは、再同期化処理を表示し、置き換え中のデバイスを識別するためだけに使用されます。

再同期化が現在進行しているプールの状態は、すべて `ONLINE` または `DEGRADED` 状態になります。これは、再同期化処理が完了するまで、必要とする冗長レベルをそのプールで提供できないためです。システムへの影響を最小限に抑えるために、再同期化は最大限の速度で処理されます。ただし、その入出力の優先順位は、ユーザーが要求した入出力より常に低く設定されます。再同期化が完了すると、新しい完全な構成に戻ります。例:

```
# zpool status tank
pool: tank
state: ONLINE
scrub: resilver completed after 0h1m with 0 errors on Tue Feb  2 13:54:30 2010
config:
    NAME                STATE      READ WRITE CKSUM
    tank                 ONLINE    0     0     0
      mirror-0          ONLINE    0     0     0
        c2t0d0          ONLINE    0     0     0 377M resilvered
          c1t1d0        ONLINE    0     0     0

errors: No known data errors
```

プールは ONLINE に戻り、元の障害が発生したディスク (c1t0d0) は構成から削除されています。

## ZFS ファイルシステムの問題を解決する

### ZFS ストレージプール内のデータの問題を解決する

データの問題の例を次に示します。

- ディスクまたはコントローラが不良であるために、一時的な入出力エラーが発生する
- 宇宙線が原因で、ディスク上のデータが破壊される
- ドライバのバグが原因で、間違った場所からデータが転送されたり、間違った場所にデータが転送されたりする
- ユーザーが誤って物理デバイスの一部を上書きしてしまう

これらのエラーは、ある場合には一時的に発生します。たとえば、コントローラに問題があるときは、入出力が無作為にエラーになります。また、ディスク上の破壊のように、損傷が永続することもあります。ただし、損傷が永続的だからといって、そのエラーが再度発生する可能性が高いことには必ずしもなりません。たとえば、誤ってディスクの一部を上書きしてしまった場合には、ハードウェア障害のようなことは発生していないので、そのデバイスを置き換える必要はありません。デバイスの問題を正確に識別するのは簡単なことではありません。詳細については、あとのセクションで説明します。

### ZFS ファイルシステムの整合性をチェックする

fsck に相当するユーティリティは、ZFS には存在しません。このユーティリティは従来から、ファイルシステムの修復と検証という2つの目的に利用されてきました。

#### ファイルシステムの修復

従来のファイルシステムのデータ書き込み方法は、本質的に予期しない障害によってファイルシステムの不一致が発生しやすい性質を持っています。従来のファイルシステムはトランザクション方式ではないので、参照されないブロックや不正なリンクカウントなど、ファイルシステム構造の矛盾が発生する可能性があります。ジャーナリングを導入することでこれらの問題のいくつかは解決されます

が、ログをロールバックできないときには別の問題が発生する可能性があります。データの不一致がZFS構成内のディスク上で発生するとすれば、それはハードウェア障害が発生した場合か、ZFSソフトウェアにバグが存在する場合だけです。ただし、ハードウェア障害の場合は、プールに冗長性があるはずです。

fsckユーティリティーは、UFSファイルシステムに固有の既知の問題を修復します。ZFSストレージプールの問題の大半は一般に、ハードウェアまたは電源の障害に関連しています。冗長プールを利用することで、多くの問題を回避できます。ハードウェアの障害または電源の停止が原因でプールが損傷している場合は、[325 ページの「ZFSストレージプール全体の損傷を修復する」](#)を参照してください。

プールに冗長性がない場合は、ファイルシステムの破壊によってデータの一部またはすべてにアクセスできなくなるリスクが常に存在します。

## ファイルシステムの検証

fsckユーティリティーには、ファイルシステムの修復を実行する以外に、ディスク上のデータに問題がないことを検証する機能があります。このタスクでは従来から、ファイルシステムをアンマウントし、fsckユーティリティーを実行する必要があります。処理中は、多くのシステムでシングルユーザーモードになります。このシナリオで発生するダウンタイムの長さは、チェックするファイルシステムのサイズに比例します。ZFSでは、必要なチェックを実行するためのユーティリティーを明示的に使用する代わりに、すべての不一致を定期的にチェックするメカニズムが用意されています。この機能は「スクラブ」と呼ばれ、メモリーやほかのシステム内で、ハードウェアまたはソフトウェア障害が発生する前にエラーを検出および回避する手段として一般的に使用されます。

## ZFSデータのスクラブを制御する

スクラブを行なっているときまたは必要なファイルにアクセスしているときにエラーが発生した場合には、そのエラーが内部でログに記録されるので、そのプールで認識されているすべてのエラーの概要をすぐに確認できます。

## ZFSデータの明示的なスクラブ

データの完全性をもっとも簡単にチェックする方法は、プールに含まれるすべてのデータのスクラブを明示的に開始することです。この処理では、プールに含まれるすべてのデータを1回たどって見て、すべてのブロックが読み取り可能であることを確認します。スクラブは、デバイスが実現できる最大速度で進行します。ただし、入出力が発生する場合には、その優先順位は通常操作よりも低くなります。この操作によって、パフォーマンスが低下することがあります。ただし、スクラブの実行中でも、プールのデータはそのまま使用することができ、応答時間もほとんど変わらないはずで、明示的なスクラブを開始するには、`zpool scrub` コマンドを使用します。次に例を示します。

**# zpool scrub tank**

現在のスクラブ操作のステータスは、`zpool status` コマンドを使用して表示できます。例:

**# zpool status -v tank**

```
pool: tank
state: ONLINE
scrub: scrub completed after 0h7m with 0 errors on Tue Tue Feb  2 12:54:00 2010
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
tank	ONLINE	0	0	0
mirror-0	ONLINE	0	0	0
c1t0d0	ONLINE	0	0	0
c1t1d0	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

一度に実行できるスクラブ操作は、各プールで1つだけです。

`-s` オプションを使用すれば、進行中のスクラブ操作を中止できます。例:

**# zpool scrub -s tank**

ほとんどの場合、データの完全性を保証するスクラブ操作は、完了するまで続けるようにしてください。操作によってシステム性能に影響が出る場合は、ユーザー自身の判断でスクラブ操作を中止してください。

定期的にスクラブを実行すると、システム上のすべてのディスクへの継続的な入出力が保証されます。定期的なスクラブには、電源管理がアイドル状態のディスクを低電力モードにすることができなくなるという副作用があります。システムによる入出力がほとんど常に実行されている場合や、電力消費を気にする必要がない場合には、この問題は無視しても問題ありません。

`zpool status` の出力の解釈の詳細については、[88 ページの「ZFS ストレージプールのステータスのクエリー検索を行う」](#)を参照してください。

## ZFS データのスクラブと再同期化

デバイスを置き換えると、再同期化処理が開始されて、正常なコピーのデータが新しいデバイスに移動します。この処理は、ディスクのスクラブの一種です。このため、このような処理をプールで実行できるのは、その時点で1つだけです。スクラブ操作の実行中に再同期化を実行すると、現在のスクラブは中断され、再同期化の完了後に再開されます。

再同期化の詳細については、[315 ページの「再同期化のステータスを表示する」](#)を参照してください。

## ZFS データが破壊している

データの破壊が発生するのは、1つ以上のデバイスエラー(1つ以上のデバイスが見つからないか、損傷している)が最上位レベルの仮想デバイスに影響するときです。たとえば、データは破壊されていないけれども、一方のミラーに大量のデバイスエラーが発生する場合があります。もう一方のミラーの正確に同じ場所にエラーが発生した場合は、データが破壊されたこととなります。

データの破壊は常に永続的であり、修復時は特に注意する必要があります。配下のデバイスを修復または置き換えても、元のデータは永久に失われています。このような状況では、ほとんどの場合、バックアップからデータを復元する必要があります。データエラーは発生するたびに記録されます。次のセクションで説明するように、定期的にプールをスクラブすることでデータエラーを制御できます。破壊されたブロックを削除すると、次のスクラブ処理で破壊が存在しないことが認識され、すべてのエラー追跡がシステムから削除されます。

## ZFS の領域の問題を解決する

ZFS がファイルシステム領域とプール領域の計上をどのように報告するかわからない場合は、次のセクションを確認してください。32 ページの「ZFS のディスク領域の計上」も確認してください。

### ZFS ファイルシステム領域の報告

利用可能なプールおよびファイルシステムの領域を判別する場合、`zpool list` および `zfs list` コマンドは、以前の `df` および `du` コマンドより優れています。旧バージョンのコマンドでは、プールおよびファイルシステムの領域を簡単に識別できず、下位のファイルシステムまたはスナップショットによって消費される領域の詳細を表示できません。

たとえば、次のルートプール (`rpool`) は、5.46GB が割り当て済みで、68.5GB は空き領域です。

```
# zpool list rpool
NAME  SIZE  ALLOC  FREE  CAP  DEDUP  HEALTH  ALTROOT
rpool  74G   5.46G  68.5G  7%   1.00x  ONLINE  -
```

個々のファイルシステムの `USED` 列を確認することでプール領域の数値とファイルシステム領域の数値を比較すれば、`ALLOC` で報告されるプール領域はファイルシステムの `USED` の合計であることがわかります。例:

```
# zfs list -r rpool
NAME                                USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
rpool                                5.41G  67.4G  74.5K  /rpool
rpool/ROOT                           3.37G  67.4G   31K   legacy
```

```

rpool/ROOT/solaris      3.37G  67.4G  3.07G  /
rpool/ROOT/solaris/var  302M  67.4G  214M  /var
rpool/dump              1.01G  67.5G  1000M  -
rpool/export            97.5K  67.4G   32K  /rpool/export
rpool/export/home      65.5K  67.4G   32K  /rpool/export/home
rpool/export/home/admin 33.5K  67.4G  33.5K  /rpool/export/home/admin
rpool/swap              1.03G  67.5G  1.00G  -

```

## ZFS ストレージプール領域の報告

zpool list コマンドによって報告される SIZE 値は、通常、プール内の物理ディスク領域の大きさですが、プールの冗長性レベルに応じて異なります。次の例を参照してください。zfs list コマンドは、使用可能な領域のうち、ファイルシステムで利用できる領域を示します。これは、ディスク領域から ZFS プール冗長性メタデータオーバーヘッド(ある場合)を差し引いたものです。

- 非冗長性ストレージプール - 136G バイトのディスク 1 つでプールを作成すると、zpool list コマンドによって SIZE および初期 FREE 値が 136G バイトとして報告されます。zfs list コマンドによって報告された初期 AVAIL 領域は、プールメタデータオーバーヘッドが少量あるため 134G バイトです。例:

```

# zpool create tank c0t6d0
# zpool list tank
NAME  SIZE  ALLOC  FREE   CAP  DEDUP  HEALTH  ALTROOT
tank  136G  95.5K  136G   0%  1.00x  ONLINE  -
# zfs list tank
NAME  USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
tank  72K   134G   21K    /tank

```

- ミラー化ストレージプール - 136G バイトのディスク 2 つでプールを作成すると、zpool list コマンドによって SIZE が 136G バイト、初期 FREE 値が 136G バイトとして報告されます。この報告は、デフレートされた領域値と呼ばれます。zfs list コマンドによって報告された初期 AVAIL 領域は、プールメタデータオーバーヘッドが少量あるため 134G バイトです。例:

```

# zpool create tank mirror c0t6d0 c0t7d0
# zpool list tank
NAME  SIZE  ALLOC  FREE   CAP  DEDUP  HEALTH  ALTROOT
tank  136G  95.5K  136G   0%  1.00x  ONLINE  -
# zfs list tank
NAME  USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
tank  72K   134G   21K    /tank

```

- RAID-Z ストレージプール - 136G バイトのディスク 3 つで raidz2 プールを作成すると、zpool list コマンドによって SIZE および初期 FREE 値が 408G バイトとして報告されます。この報告は、インフレートされたディスク領域値と呼ばれます。パリティ情報などの冗長性オーバーヘッドが含まれています。zfs list コマンドによって報告される初期 AVAIL 領域は、プール冗長性オーバーヘッドのため 133G バイトです。RAID-Z プールに関する zpool list および zfs list の出力間で領域に違いがあるのは、zpool list によってインフレートされたプール領域が報告されたためです。

```
# zpool create tank raidz2 c0t6d0 c0t7d0 c0t8d0
# zpool list tank
NAME  SIZE  ALLOC  FREE   CAP  DEDUP  HEALTH  ALTROOT
tank  408G  286K   408G   0%  1.00x  ONLINE  -
# zfs list tank
NAME  USED  AVAIL  REFER  MOUNTPOINT
tank  73.2K  133G  20.9K  /tank
```

## 損傷したデータを修復する

次のセクションでは、データ破壊の種類を確認する方法と、破壊したデータを修復する(可能な場合)方法について説明します。

- 322 ページの「データ破壊の種類を確認する」
- 323 ページの「破壊されたファイルまたはディレクトリを修復する」
- 325 ページの「ZFS ストレージプール全体の損傷を修復する」

ZFS では、データ破壊のリスクを最小限に抑えるために、チェックサム、冗長性、および自己修復データが使用されます。それでも、プールが冗長でない場合、プールの機能が低下しているときに破壊が発生した場合、または予期しないことが一度に起こってデータの複数のコピーが破壊された場合は、データの破壊が発生することがあります。どのような原因であったとしても、結果は同じです。データが破壊され、その結果アクセスできなくなっています。対処方法は、破壊されたデータの種類とその相対的な価値により異なります。破壊されるデータは、大きく2つの種類に分けられます。

- プールメタデータ - ZFS では、プールを開いてデータセットにアクセスするために、一定量のデータを解析する必要があります。これらのデータが破壊された場合には、プール全体またはデータセット階層の一部が使用できなくなります。
- オブジェクトデータ - この場合、破壊は特定のファイルまたはディレクトリに限定されます。この問題が発生すると、そのファイルまたはディレクトリの一部がアクセスできなくなる可能性があります。この問題が原因で、オブジェクトも一緒に破壊されることがあります。

データの検証は、通常の操作中およびスクラブ時に行われます。プールデータの完全性を検証する方法については、317 ページの「ZFS ファイルシステムの整合性をチェックする」を参照してください。

## データ破壊の種類を確認する

デフォルトでは、`zpool status` コマンドでは、破壊が発生したことだけが報告され、破壊が発生した場所は報告されません。次に例を示します。

```
# zpool status monkey
pool: monkey
state: ONLINE
```

```

status: One or more devices has experienced an error resulting in data
        corruption. Applications may be affected.
action: Restore the file in question if possible. Otherwise restore the
        entire pool from backup.
       see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-8A
       scrub: scrub completed after 0h0m with 8 errors on Tue Jul 13 13:17:32 2010
config:

```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
monkey	ONLINE	8	0	0
c1t1d0	ONLINE	2	0	0
c2t5d0	ONLINE	6	0	0

```
errors: 8 data errors, use '-v' for a list
```

特定の時間にエラーが発生したことだけが、エラーごとに報告されます。各エラーが現在もシステムに存在するとは限りません。通常の下況下では、これが当てはまります。なんらかの一時的な機能停止によって、データが破壊されることがあります。それらは、機能停止が終了したあとで自動的に修復されます。プール内のすべてのアクティブなブロックを検査するために、プールのスクラブは完全に実行されることが保証されています。このため、スクラブが完了するたびに、エラーログがリセットされます。エラーが存在しないことを確認したので、スクラブが完了するのを待っている必要がない場合には、`zpool online` コマンドを使ってプール内のすべてのエラーをリセットします。

データ破壊がプール全体のメタデータで発生している場合は、出力が少し異なります。例:

```

# zpool status -v morpheus
pool: morpheus
   id: 1422736890544688191
  state: FAULTED
status: The pool metadata is corrupted.
action: The pool cannot be imported due to damaged devices or data.
       see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-72
config:

```

morpheus	FAULTED	corrupted data
c1t10d0	ONLINE	

プール全体が破壊された場合、プールは必要な冗長レベルを提供できないため、FAULTED 状態になります。

## 破壊されたファイルまたはディレクトリを修復する

ファイルまたはディレクトリが破壊されても、破壊の種類によってはシステムがそのまま動作する場合があります。データの正常なコピーがシステムに存在しなければ、どの損傷も事実上修復できません。貴重なデータの場合は、影響を受けたデータをバックアップから復元する必要があります。このような場合でも、プール全体を復元しなくても破壊から回復できる場合があります。

ファイルデータブロックの中で損傷が発生した場合は、ファイルを安全に削除することができるため、システムのエラーを解消できます。永続的なエラーが発生しているファイル名のリストを表示するには、`zpool status -v` コマンドを使用します。例:

```
# zpool status -v
pool: monkey
state: ONLINE
status: One or more devices has experienced an error resulting in data
corruption. Applications may be affected.
action: Restore the file in question if possible. Otherwise restore the
entire pool from backup.
see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-8A
scrub: scrub completed after 0h0m with 8 errors on Tue Jul 13 13:17:32 2010
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
monkey	ONLINE	8	0	0
c1t1d0	ONLINE	2	0	0
c2t5d0	ONLINE	6	0	0

errors: Permanent errors have been detected in the following files:

```
/monkey/a.txt
/monkey/bananas/b.txt
/monkey/sub/dir/d.txt
monkey/ghost/e.txt
/monkey/ghost/boo/f.txt
```

永続的なエラーが発生しているファイル名のリストは、次のようになります。

- ファイルへの完全なパスが見つかり、データセットがマウントされている場合は、ファイルへの完全なパスが表示されます。例:

```
/monkey/a.txt
```

- ファイルへの完全なパスは見つかったが、データセットがマウントされていない場合は、前にスラッシュ (`/`) が付かず、後ろにファイルへのデータセット内のパスが付いたデータセット名が表示されます。例:

```
monkey/ghost/e.txt
```

- エラーにより、または `dnode_t` の場合のようにオブジェクトに実際のファイルパスが関連付けられていないことにより、ファイルパスに対するオブジェクト番号を正常に変換できない場合は、後ろにオブジェクト番号の付いたデータセット名が表示されます。例:

```
monkey/dnode:<0x0>
```

- メタオブジェクトセット (MOS) のオブジェクトが破壊された場合は、後ろにオブジェクト番号の付いた `<metadata>` という特別なタグが表示されます。

ディレクトリまたはファイルのメタデータの中で破壊は発生している場合には、そのファイルを別の場所に移動するしかありません。任意のファイルまたはディレクトリを不便な場所に安全に移動することができ、そこで元のオブジェクトを復元することができます。

## 複数のブロック参照を持つ、破壊されたデータを修復する

損傷を受けたファイルシステムにある破壊されたデータが、スナップショットなどの複数のブロック参照を持つ場合は、`zpool status -v` コマンドを使用しても、破壊されたすべてのデータパスが表示されるわけではありません。現在の `zpool status` による破壊されたデータの報告は、破壊されたメタデータの量や、`zpool status` コマンドの実行後にブロックが再利用されたかどうかによって制限されます。複製解除されたブロックがあると、破壊されたすべてのデータの報告がさらに複雑になります。

破壊されたデータがあり、スナップショットデータが影響を受けることが `zpool status -v` コマンドによって示された場合は、破壊されたほかのパスを特定するために次のコマンドを実行することを検討してください。

## ZFS ストレージプール全体の損傷を修復する

プールのメタデータが損傷していて、その損傷によりプールを開けないかインポートできない場合の選択肢には、次のものがあります。

- `zpool clear -F` コマンドまたは `zpool import -F` コマンドを使用して、プールの回復を試みることができます。これらのコマンドは、プールに対する直近数回のトランザクションをロールバックして、プールを正常な状態に戻すを試みます。`zpool status` コマンドを使用すると、損傷したプールと推奨される回復手順を確認できます。例:

```
# zpool status
pool: tpool
state: FAULTED
status: The pool metadata is corrupted and the pool cannot be opened.
action: Recovery is possible, but will result in some data loss.
        Returning the pool to its state as of Wed Jul 14 11:44:10 2010
        should correct the problem. Approximately 5 seconds of data
        must be discarded, irreversibly. Recovery can be attempted
        by executing 'zpool clear -F tpool'. A scrub of the pool
        is strongly recommended after recovery.
see: http://www.sun.com/msg/ZFS-8000-72
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM	
tpool	FAULTED	0	0	1	corrupted data
c1t1d0	ONLINE	0	0	2	
c1t3d0	ONLINE	0	0	4	

前の出力で説明した回復プロセスでは次のコマンドを使用します。

```
# zpool clear -F tpool
```

損傷したストレージプールをインポートしようとする、次のようなメッセージが表示されます。

```
# zpool import tpool
cannot import 'tpool': I/O error
    Recovery is possible, but will result in some data loss.
    Returning the pool to its state as of Wed Jul 14 11:44:10 2010
    should correct the problem. Approximately 5 seconds of data
    must be discarded, irreversibly. Recovery can be attempted
    by executing 'zpool import -F tpool'. A scrub of the pool
    is strongly recommended after recovery.
```

前の出力で説明した回復プロセスでは次のコマンドを使用します。

```
# zpool import -F tpool
Pool tpool returned to its state as of Wed Jul 14 11:44:10 2010.
Discarded approximately 5 seconds of transactions
```

損傷したプールが `zpool.cache` ファイルに存在する場合、システムのブート時に問題が検出され、損傷したプールが `zpool status` コマンドで報告されます。プールが `zpool.cache` ファイルに存在しない場合、プールをインポートすることも開くこともできず、プールをインポートしようとする、プールの損傷を知らせるメッセージが表示されます。

- 損傷したプールを読み取り専用モードでインポートできます。この方法によってプールをインポートでき、データにアクセスできます。例:

```
# zpool import -o readonly=on tpool
```

プールを読み取り専用でインポートすることの詳細については、[106 ページ](#)の「読み取り専用モードでプールをインポートする」を参照してください。

- `zpool import -m` コマンドを使用して、ログデバイスのないプールをインポートできます。詳細は、[104 ページ](#)の「ログデバイスがないプールをインポートする」を参照してください。
- いずれのプール回復方法によってもプールを回復できない場合は、プールとそのすべてのデータをバックアップコピーから復元する必要があります。そのために使用する方法は、プールの構成とバックアップ方法によって大きく異なります。最初に、`zpool status` コマンドによって表示された構成を保存しておき、プールを破棄したあとで構成を再作成できるようにします。次に、`zpool destroy -f` コマンドを使用してプールを破棄します。

また、データセットのレイアウトやローカルに設定されたさまざまなプロパティが記述されているファイルを別の安全な場所に保存します。これは、プールがアクセスできない状態になった場合に、これらの情報にアクセスできなくなるためです。プールを破棄したあとに、プールの構成とデータセットのレイアウトを使用して、完全な構成を再構築できます。次に、なんらかのバックアップまたは採用している復元方法を使って、データを生成することができます。

## 損傷した ZFS 構成を修復する

ZFS では、アクティブなプールとその構成のキャッシュをルートファイルシステム上で管理しています。このキャッシュファイルが破壊された場合、またはこのファイルがなんらかの形でディスクに保管されている構成情報と同期しなくなった場合には、そのプールを開くことができなくなります。ZFS ではこのような状況を回避しようとはしますが、配下のストレージの特性から、なんらかの破壊は常に発生する可能性があります。こうした状況になると、ほかの方法で使用できるとしても、通常はプールがシステムに表示されなくなります。また、この状況から構成が不完全であること、つまり、最上位レベルの仮想デバイスが見つからない(その数は不明)ことがわかる場合もあります。どちらの場合でも、なんらかの方法でプールを見ることができるときには、プールをエクスポートして再度インポートする方法で、構成を回復することができます。

プールのインポートとエクスポートについては、[100 ページの「ZFS ストレージプールを移行する」](#)を参照してください。

## ブートできないシステムを修復する

ZFS は、エラーが発生した場合でも、堅牢で安定した状態であるように設計されています。それでも、ソフトウェアのバグや予期しない異常な操作のために、プールにアクセスするときにシステムでパニックが発生することがあります。各プールはブート処理のときに開く必要があるため、このような障害が発生すると、システムがパニックとリブートのループに入ってしまうことになります。この状況から回復するには、起動時にどのプールも探さないように ZFS を設定する必要があります。

ZFS では、利用できるプールとその構成の内部キャッシュを `/etc/zfs/zpool.cache` で管理しています。このファイルの場所と内容は非公開で、変更される可能性があります。システムをブートできなくなった場合は、`-m milestone=none` ブートオプションを使用して、マイルストーン `none` でブートします。システムが起動したら、ルートファイルシステムを書き込み可能として再マウントしてから、`/etc/zfs/zpool.cache` ファイルの名前を変更するかこのファイルを別の場所に移動します。これらの操作によって、システムに存在するすべてのプールがキャッシュから消去されるので、問題の原因となっている正常でないプールにアクセスしようとしなくなります。この状態になったら、`svcadm milestone all` コマンドを実行して、通常の状態に戻ることができます。代替ルートからブートして修復を行う場合にも、同じような工程を使用できます。

システムが起動したあとで、`zpool import` コマンドを使ってプールをインポートしてみることができます。ただし、このコマンドを実行すると、ブートで発生したエラーと同じエラーが発生する可能性があります。これは、プールにアクセスするときにブート時と同じ方法が使用されているためです。複数のプールがシステムに存在する場合は、次の手順を実行します。

- すでに説明したように、`zpool.cache` ファイルの名前を変更するか、このファイルを別の場所に移動します。
- どのプールに問題が発生している可能性があるかを調べるために、致命的エラーが報告されているプールを `fmddump -eV` コマンドで表示します。
- `fmddump` の出力に示された問題のあるプールを除き、プールを1つずつインポートします。

## 推奨の Oracle Solaris ZFS プラクティス

---

この章では、ZFS ストレージプールおよびファイルシステムを作成、監視、および保守するための推奨のプラクティスについて説明します。

この章は、次のセクションで構成されます。

- 329 ページの「[推奨のストレージプールのプラクティス](#)」
- 337 ページの「[推奨のファイルシステムのプラクティス](#)」

### 推奨のストレージプールのプラクティス

以降のセクションでは、ZFS ストレージプールを作成および監視するための推奨のプラクティスを紹介します。ストレージプールの問題をトラブルシューティングする方法については、[第 10 章「Oracle Solaris ZFS のトラブルシューティングとプールの回復」](#)を参照してください。

#### 一般的なシステムプラクティス

- 最新の Solaris リリースおよびパッチでシステムを最新の状態に保ちます
- データが必ず安全に書き込まれるように、コントローラがキャッシュフラッシュコマンドを受け付けることを確認してください。これは、プールのデバイスを変更する前、またはミラー化ストレージプールを分割する前に重要になります。これは通常 Oracle/Sun ハードウェアの問題ではありませんが、ハードウェアのキャッシュフラッシュ設定が有効であることを確認するのをお勧めします。
- 実際のシステム作業負荷に必要なメモリのサイズを特定します
  - データベースアプリケーションなどの既知のアプリケーションのメモリーフットプリントでは、アプリケーションが ZFS キャッシュから必要なメモリを繰り返し要求する必要があるないように、ARC サイズに上限を設定してもかまいません。

- 複製解除のメモリー要件を考慮します
- 次のコマンドでZFSのメモリー使用量を特定します。

```
# mdb -k
> ::memstat
Page Summary          Pages          MB  %Tot
-----
Kernel                388117         1516  19%
ZFS File Data         81321          317   4%
Anon                  29928          116   1%
Exec and libs         1359           5    0%
Page cache            4890           19   0%
Free (cachelist)      6030           23   0%
Free (freelist)       1581183        6176  76%

Total                 2092828        8175
Physical              2092827        8175
> $q
```

- メモリーの破損を防止するため、ECCメモリーの使用を検討してください。メモリーが暗黙のうちに破損すると、データも破損する可能性があります。
- 定期的にバックアップを実行する - ZFSの冗長性を伴って作成されたプールは、ハードウェアの障害によるダウンタイムの短縮に役立ちますが、ハードウェア障害、電源障害、またはケーブルの切断の影響を受けないわけではありません。必ず定期的にデータをバックアップしてください。データが重要である場合、バックアップする必要があります。データのコピーを取得するには次のようなさまざまな方法があります。
  - 定期的または日単位のZFSスナップショット
  - ZFSプールデータの週単位のバックアップ。zpool split コマンドを使用して、ZFSミラー化ストレージプールの正確な複製を作成できます。
  - エンタープライズレベルのバックアップ製品を使用した月単位のバックアップ
- ハードウェア RAID
  - ZFSがストレージと冗長性を管理できるように、ストレージアレイにハードウェア RAID でなく JBOD モードを使用することを検討してください。
  - ハードウェア RAID または ZFS 冗長性、あるいは両方を使用します
  - ZFS 冗長性を使用することで多くの利点があります。本稼働環境では、ZFS がデータ不整合を修復できるように構成します。ベースとなるストレージデバイスに実装されている RAID レベルに関係なく、RAID-Z、RAID-Z-2、RAID-Z-3、ミラーなどの ZFS 冗長性を使用します。こうした冗長性を使用することで、配下のストレージデバイスまたはそこからホストへの接続での障害を ZFS で検出して修復できます。

333 ページの「ローカルまたはネットワーク接続のストレージアレイでのプール作成のプラクティス」も参照してください。

- クラッシュダンプは多くのディスク容量を消費し、通常、物理メモリーの 1/2 - 3/4 の範囲のサイズになります。

## ZFS ストレージプール作成のプラクティス

以降のセクションでは、プールの全般的なプラクティスとより具体的なプールのプラクティスについて説明します。

### 全般的なストレージプールのプラクティス

- ディスク全体を使用して、ディスク書き込みキャッシュを有効にし、保守をより簡単にします。スライス上にプールを作成すると、ディスクの管理および回復がより複雑になります。
- ZFS がデータ不整合を修復できるように、ZFS 冗長性を使用します。
  - 冗長でないプールが作成されると、次のメッセージが表示されます。
 

```
# zpool create tank c4t1d0 c4t3d0
'tank' successfully created, but with no redundancy; failure
of one device will cause loss of the pool
```
  - ミラー化プールの場合は、ミラー化ディスクペアを使用します
  - RAID-Z プールの場合は、VDEV ごとに 3-9 個のディスクをグループ化します
  - 同じプール内に RAID-Z とミラー化コンポーネントを混在させないでください。これらのプールは管理が難しく、パフォーマンスが低下する可能性があります。
- ホットスワップを使用してハードウェアの障害によるダウンタイムを短縮します
- デバイス間で I/O が均衡するように、サイズが同程度のディスクを使用します
  - 小さな LUN は大きな LUN に拡張できます
  - metaslab を適切なサイズに保つために、LUN のサイズを極端に異なるもの (128M バイトから 2T バイトへなど) に拡張しないでください
- より高速なシステム回復をサポートするために小さなルートプールと大きなデータプールを作成することを検討してください
- 推奨される最小のプールサイズは 8G バイトです。最小のプールサイズは 64M バイトですが、8G バイト未満では空きプール領域の割り当てや再利用が難しくなります。
- 推奨される最大のプールサイズは、実際の作業負荷やデータサイズが十分収まるサイズのはずです。定期的にバックアップできる量を超えるデータを格納しようとししないでください。そうしないと、データに予期しない問題が発生する可能性があります。

### ルートプール作成のプラクティス

- s\* 識別子を使用して、スライスでルートプールを作成します。p\* 識別子を使用しないでください。通常、システムの ZFS ルートプールは、システムがインストールされるときに作成されます。2 つめのルートプールを作成するか、またはルートプールを再作成する場合は、次のような構文を使用します。

```
# zpool create rpool c0t1d0s0
```

あるいは、ミラー化ルートプールを作成します。例:

```
# zpool create rpool mirror c0t1d0s0 c0t2d0s0
```

- ルートプールは、ミラー化構成または単一ディスク構成として作成する必要があります。RAID-Zもストライプ化構成もサポートされていません。zpool add コマンドを使って、追加ディスクを追加して複数のミラー化された最上位レベル仮想ディスクを作成することはできませんが、ミラー化された仮想デバイス を zpool attach コマンドを使って拡張することは可能です。
- ルートプールに別個のログデバイスを使用することはできません。
- プールプロパティは、AI インストール中に設定できますが、gzip 圧縮アルゴリズムはルートプールでサポートされていません。
- ルートプールを初期インストールによって作成したあとは、ルートプールの名前を変更しないでください。ルートプールの名前を変更すると、システムがブートできなくなる可能性があります。
- ルートプールディスクは連続的な操作に重要であるため (特にエンタープライズ環境で)、本稼働システムのルートプールを USB スティック上に作成しないでください。ルートプールにシステムの内蔵ディスクを使用することを検討するか、あるいは、少なくとも非ルートデータに使用すると同品質のディスクを使用してください。また、USB スティックは、物理メモリーの少なくとも 1/2 のサイズに等しいダンプボリュームサイズをサポートするのに十分な大きさではない可能性があります。

## 非ルートプール作成のプラクティス

- d\* 識別子を使用して、ディスク全体で非ルートプールを作成します。p\* 識別子を使用しないでください。
- ZFS は、追加のボリューム管理ソフトウェアを一切使わないで最適に機能します。
- パフォーマンスを向上させるために、個々のディスクを使用するか、または少数のディスクで構成される LUN のみを使用します。ZFS での LUN セットアップに対する視認性を高めることにより、ZFS は入出力のスケジューリングをより適切に決定できます。
- 複数のコントローラにまたがる冗長なプール構成を作成して、コントローラの障害によるダウンタイムを短縮します。
- ミラー化ストレージプール - 多くのディスクを消費しますが、一般に、小さなランダム読み取りでパフォーマンスが向上します。

```
# zpool create tank mirror c1d0 c2d0 mirror c3d0 c4d0
```

- **RAID-Z** ストレージプール-3つのパリティ方式を使って作成できます。この場合、パリティは1(raidz)、2(raidz2)、または3(raidz3)に等しくなります。RAID-Z構成は、ディスク容量を最大化し、通常、データが大きなチャンク(128K以上)で読み取りおよび書き込みされるときに、パフォーマンスが高くなります。
  - それぞれ3つのディスク(2+1)の2つのVDEVを持つシングルパティール RAID-Z(raidz)構成を検討してください。
 

```
# zpool create rzpool raidz1 c1t0d0 c2t0d0 c3t0d0 raidz1 c1t1d0 c2t1d0 c3t1d0
```
  - RAIDZ-2構成では、データの可用性が向上し、RAID-Zと同様の性能が提供されます。RAIDZ-2は、RAID-Zまたは双方向ミラーよりもデータ損失までの平均時間(MTTDL)がかなり短縮されます。6台のディスク(4+2)でダブルパティールのRAID-Z(raidz2)構成を作成します。
 

```
# zpool create rzpool raidz2 c0t1d0 c1t1d0 c4t1d0 c5t1d0 c6t1d0 c7t1d0
raidz2 c0t2d0 c1t2d0 c4t2d0 c5t2d0 c6t2d0 c7t2d
```
  - RAIDZ-3構成では、ディスク容量が最大となり、3台のディスク障害に耐えられるため、優れた可用性が提供されます。9つのディスク(6+3)では、トリプルパティール RAID-Z(raidz3)構成を作成します。
 

```
# zpool create rzpool raidz3 c0t0d0 c1t0d0 c2t0d0 c3t0d0 c4t0d0
c5t0d0 c6t0d0 c7t0d0 c8t0d0
```

## ローカルまたはネットワーク接続のストレージレイでのプール作成のプラクティス

ローカルまたはリモートで接続されているストレージレイにZFSストレージプールを作成するときには、次のストレージプールのプラクティスを考慮してください。

- SANデバイスにプールを作成し、ネットワーク接続の速度が低下した場合は、プールのデバイスが一定期間 **UNAVAIL** になる可能性があります。ネットワーク接続が連続的な方法でデータを提供するのに適しているかどうかを評価する必要があります。また、ルートプールにSANデバイスを使用する場合は、システムがブートするとすぐにそれらが使用できなくなる可能性があります、ルートプールのデバイスも **UNAVAIL** になる可能性があることを考慮してください。
- フラッシュ書き込みキャッシュリクエストがZFSから発行されたあとにディスクアレイがそのキャッシュをフラッシュしていないことを、アレイベンダーに確認してください。
- Oracle Solaris ZFSがローカルの小さなディスクキャッシュをアクティブ化できるように、ディスクスライスではなくディスク全体をストレージプールデバイスとして使用します。これにより、適切な時期にフラッシュされます。
- 最良のパフォーマンスを得るために、アレイ内の物理ディスクごとに1つのLUNを作成します。大きなLUNを1つだけ使用すると、ZFSがキューに入れる入出力読み取り操作の数が少なすぎて実際にはストレージを最適なパフォーマンスにす

ることができない可能性があります。反対に、小さな LUN を多数使用すると、ストレージが多数の保留中の入出力読み取り操作であふれてしまう可能性があります。

- 動的 (シン) プロビジョニングソフトウェアを使用して仮想領域割り当てを実装するストレージアレイは、Oracle Solaris ZFS にはお勧めしません。Oracle Solaris ZFS が変更されたデータを空き領域に書き込むと、それは LUN 全体に書き込まれます。Oracle Solaris ZFS の書き込みプロセスでは、すべての仮想領域をストレージアレイの視点から割り当てますが、これは動的プロビジョニングの利点を打ち消すものです。

ZFS の使用時は、動的プロビジョニングソフトウェアが不要になる可能性があることを考慮してください。

- 既存の ZFS ストレージプールで LUN を拡張できるため、新しい領域が使用されます。
- 小さな LUN が大きな LUN に置き換えられるときも同様の動作が行われます。
- プールのストレージニーズを評価し、必要なストレージニーズに等しい小さな LUN でプールを作成した場合、より多くの領域が必要であれば、いつでもそれらの LUN を大きなサイズに拡張できます。
- アレイが個々のデバイスを提供できる場合 (JBOD モード) は、このタイプのアレイに冗長な ZFS ストレージプール (ミラーまたは RAID-Z) を作成して、ZFS がデータの矛盾を報告および訂正できるようにすることを考慮してください。

## Oracle データベース用のプール作成のプラクティス

Oracle データベースを作成するときには、次のストレージプールのプラクティスを考慮してください。

- ミラー化プールまたはハードウェア RAID を使用します。
- ランダム読み取り作業負荷には、一般的に RAID-Z プールは推奨されていません。
- データベース redo ログ用の個別のログデバイスで小さな個別のプールを作成します。
- アーカイブログ用の小さな個別のプールを作成します。

詳細は、次のホワイトペーパーを参照してください。

[http://blogs.oracle.com/storage/entry/new\\_white\\_paper\\_configuring\\_oracle](http://blogs.oracle.com/storage/entry/new_white_paper_configuring_oracle)

## VirtualBox での ZFS ストレージプールの使用

- VirtualBox は、デフォルトでベースとなるストレージからキャッシュフ ラッシュコマンドを無視するように構成されています。これは、システムクラッシュやハードウェア障害が発生した場合にデータが失われる可能性があることを意味します。

- 次のコマンドを発行して、VirtualBox でのキャッシュフラッシュを有効にします。

```
VBoxManage setextradata <VM_NAME> "VBoxInternal/Devices/<type>/0/LUN#<n>/Config/IgnoreFlush" 0
```

- <VM\_NAME> は仮想マシンの名前です
- <type> はコントローラの種類で、piix3ide (通常の IDE 仮想コントローラを使用している場合) と ahci (SATA コントローラを使用している場合) のどちらかになります
- <n> はディスク番号です

## パフォーマンスを高めるためのストレージプールのプラクティス

- 最適なパフォーマンスには、プール容量を 80% 以下に保ちます
- ランダムな読み取り/書き込み作業負荷の場合、RAID-Z プールにわたるミラー化プールをお勧めします
- 個別のログデバイス
  - 同期書き込みパフォーマンスを高めるために推奨されています
  - 同期書き込み負荷が高い場合でも、メインプール内の多数のログブロックに書き込むことでの断片化を防ぎます
- 読み取りパフォーマンスを高めるには、個別のキャッシュデバイスをお勧めします
- スクラブ/再同期化 - 多数のデバイスで構成される非常に大きな RAID-Z プールは、スクラブや再同期化の時間が長くなります
- プールパフォーマンスが低い - `zpool status` コマンドを使用して、プールのパフォーマンス問題の原因となっているハードウェアの問題を排除します。`zpool status` コマンドで問題が現れない場合は、`fmdump` コマンドを使用して、ハードウェアの障害を表示するか、`fmdump -eV` コマンドを使用して、報告された障害にはまだなっていないハードウェアエラーを確認します。

## ZFS ストレージプールの保守および監視のプラクティス

- パフォーマンスを最適にするために、必ずプール容量が 80% を下回るようにします。  
 ビジー状態のメールサーバー上など、プールがいっぱいではファイルシステムが頻繁に更新されるときは、プールパフォーマンスが低下する可能性があります。プールがいっぱいになると、パフォーマンスペナルティーが発生することがありますが、それ以外の問題は発生しません。主要な作業負荷が不変のファイル

の場合は、プール使用率の範囲を 95 - 96% に維持してください。95 - 96% の範囲のほとんど静的なコンテンツでも、書き込み、読み取り、および再同期のパフォーマンスが低下することがあります。

- プールとファイルシステムの容量を監視して、それらがいっぱいにならないようにします。
- ZFS の割り当て制限と予約を使用して、ファイルシステムの容量がプール容量の 80% を超えないようにすることを検討します。
- プールの健全性を監視します
  - 冗長プールの場合、`zpool status` および `fmdump` を使用して、週単位でプールを監視します
  - 冗長でないプールの場合、`zpool status` および `fmdump` を使用して、2 週間に 1 度プールを監視します
- `zpool scrub` を定期的に行うことで、データ整合性の問題を特定します。
  - 消費者品質のドライブがある場合は、スクラブを週に 1 度行うスケジュールを考えます。
  - データセンター品質のドライブがある場合は、スクラブを月に 1 度行うスケジュールを考えます。
  - デバイスを交換する前やプールの冗長性を一時的に下げる前にもスクラブを実行して、すべてのデバイスが現在運用可能であることを確認するようにしてください。
- プールまたはデバイス障害の監視 - 下記のように `zpool status` を使用します。また、`fmdump` または `fmdump -eV` を使用して、デバイスの障害またはエラーが発生しているかどうかを調べます。
  - 冗長プールの場合、`zpool status` および `fmdump` を使用して、週単位でプールの健全性を監視します
  - 冗長でないプールの場合、`zpool status` および `fmdump` を使用して、2 週間に 1 度プールの健全性を監視します
- プールデバイスが `UNAVAIL` または `OFFLINE` である - プールデバイスが使用できない場合、そのデバイスが `format` コマンド出力に一覧表示されているかどうかを確認します。デバイスが `format` 出力に一覧表示されていない場合、デバイスは ZFS に認識されていません。
 

プールデバイスが `UNAVAIL` または `OFFLINE` である場合、これは通常、デバイスに障害があったりケーブルが切断されていたりすること、または、不良ケーブルや不良コントローラなど、ほかのハードウェアの問題が原因でデバイスにアクセスできないことを示します。
- ストレージプール容量を監視する - `zpool list` コマンドと `zfs list` コマンドを使用して、ファイルシステムデータによってどれだけのディスクが消費されたかを特定します。ZFS スナップショットがディスク容量を消費する可能性があります。 `zfs list` コマンドで ZFS スナップショットが一覧表示されない場合、認識さ

れずにディスクを消費していることがあります。zfs list - t スナップショットコマンドを使用して、スナップショットが消費するディスク容量を特定します。

## 推奨のファイルシステムのプラクティス

以降のセクションでは、推奨のファイルシステムのプラクティスについて説明します。

### ファイルシステム作成のプラクティス

以降のセクションでは、ZFS ファイルシステム作成のプラクティスについて説明します。

- ホームディレクトリ用にユーザーごとに1つのファイルシステムを作成します。
- ファイルシステムの割り当て制限と予約を使用して、重要なファイルシステムのディスク容量を管理し確保することを検討してください。
- 多数のユーザーがいる環境では、ユーザーおよびグループの割り当て制限を使用して、ディスク容量を管理することを検討してください。
- ZFS プロパティ継承を使用して、多数の子孫のファイルシステムにプロパティを適用します。

### Oracle データベース用のファイルシステム作成のプラクティス

Oracle データベースを作成する場合、次のファイルシステムのプラクティスを考慮してください。

- ZFS recordsize プロパティを Oracle db\_block\_size に一致させます。
- 8K バイトの recordsize とデフォルトの primarycache 値を使用して、メインデータベースプールに、データベーステーブルおよびインデックスファイルを作成します。
- デフォルトの recordsize および primarycache 値を使用して、メインデータベースプールに、temp データおよび undo テーブル領域ファイルシステムを作成します。
- 圧縮を有効にし、デフォルトの recordsize 値を使用し、primarycache を metadata に設定して、アーカイブプールにアーカイブログファイルシステムを作成します。

詳細は、次のホワイトペーパーを参照してください。

[http://blogs.oracle.com/storage/entry/new\\_white\\_paper\\_configuring\\_oracle](http://blogs.oracle.com/storage/entry/new_white_paper_configuring_oracle)

## ZFS ファイルシステムのプラクティスを監視する

使用可能であることを確認するため、および容量消費の問題を特定するために、ZFS ファイルシステムを監視する必要があります。

- レガシーコマンドでは、下位のファイルシステムまたはスナップショットによって消費される容量が明らかにならないため、`du` および `df` コマンドではなく、`zpool list` および `zfs list` コマンドを使用して週単位でファイルシステムの空き領域を監視します。

詳細は、[320 ページの「ZFS の領域の問題を解決する」](#)を参照してください。

- `zfs list -o space` コマンドを使用して、ファイルシステムの容量消費を表示します。
- ファイルシステムの容量は、知らないうちにスナップショットによって消費されている場合があります。次の構文を使用して、すべてのデータセット情報を表示できます。

```
# zfs list -t all
```

- システムのインストール時に自動的に個別の `/var` ファイルシステムが作成されますが、このファイルシステムに割り当て制限と予約を設定して、ルートプールの容量が知らないうちに消費されないようにする必要があります。
- さらに、`fsstat` コマンドを使用して、ZFS ファイルシステムのファイル操作アクティビティーを表示できます。アクティビティーは、マウントポイント単位またはファイルシステムタイプ単位で報告できます。一般的な ZFS ファイルシステムアクティビティーの例を示します。

```
# fsstat /
new name name attr attr lookup rddir read read write write
file remov chng get set ops ops ops bytes ops bytes
832 589 286 837K 3.23K 2.62M 20.8K 1.15M 1.75G 62.5K 348M /
```

- バックアップ
  - ファイルシステムスナップショットを残します
  - 週単位または月単位のバックアップのためにエンタープライズレベルソフトウェアを検討します
  - ベアメタル回復のために、リモートシステムにルートプールのスナップショットを保存します

# Oracle Solaris ZFS バージョンの説明

---

この付録では、利用可能な ZFS のバージョン、各バージョンの機能、および Solaris OS の各リリースで提供される ZFS のバージョンと機能について説明します。

この付録は、次のセクションで構成されます。

- 339 ページの「ZFS バージョンの概要」
- 340 ページの「ZFS プールのバージョン」
- 341 ページの「ZFS ファイルシステムのバージョン」

## ZFS バージョンの概要

Solaris の各リリースで利用可能な特定の ZFS バージョンを使用することにより、プールやファイルシステムに関する新しい ZFS の機能が導入され、利用できるようになります。zpool upgrade または zfs upgrade を使用すると、プールまたはファイルシステムのバージョンが、現在実行中の Solaris リリースで提供されるバージョンよりも古いかどうかを識別できます。これらのコマンドを使用して、プールまたはファイルシステムのバージョンをアップグレードすることもできます。

zpool upgrade および zfs upgrade コマンドの使用方法については、218 ページの「ZFS ファイルシステムをアップグレードする」および109 ページの「ZFS ストレージプールをアップグレードする」を参照してください。

## ZFS プールのバージョン

次の表に、この Oracle Solaris リリースで利用可能な ZFS プールのバージョンの一覧を示します。

バージョン	Solaris 10	説明
1	Solaris 10 6/06	初期バージョンの ZFS
2	Solaris 10 11/06	Ditto ブロック (複製されたメタデータ)
3	Solaris 10 11/06	ホットスベアおよびダブルパリティ RAID-Z
4	Solaris 10 8/07	zpool history
5	Solaris 10 10/08	gzip 圧縮アルゴリズム
6	Solaris 10 10/08	bootfs プールプロパティ
7	Solaris 10 10/08	別のインテントログデバイス
8	Solaris 10 10/08	委任管理
9	Solaris 10 10/08	refquota および refreservation プロパティ
10	Solaris 10 5/09	キャッシュデバイス
11	Solaris 10 10/09	スクラブパフォーマンスの向上
12	Solaris 10 10/09	スナップショットプロパティ
13	Solaris 10 10/09	snapped プロパティ
14	Solaris 10 10/09	aclinherit passthrough-x プロパティ
15	Solaris 10 10/09	ユーザーおよびグループの領域の計上
16	Solaris 10 9/10	stmf プロパティのサポート
17	Solaris 10 9/10	トリプルパリティ RAID-Z
18	Solaris 10 9/10	ユーザーによるスナップショットの保持
19	Solaris 10 9/10	ログデバイスの削除
20	Solaris 10 9/10	zle (長さゼロのエンコード) を使用した圧縮
21	Solaris 10 9/10	予約済み
22	Solaris 10 9/10	受信プロパティ
23	Solaris 10 8/11	スリム ZIL
24	Solaris 10 8/11	システム属性

バージョン	Solaris 10	説明
25	Solaris 10 8/11	スクラブ統計の向上
26	Solaris 10 8/11	スナップショット削除パフォーマンスの向上
27	Solaris 10 8/11	スナップショット作成パフォーマンスの向上
28	Solaris 10 8/11	複数 vdev の交換
29	Solaris 10 8/11	RAID-Z/ミラーハイブリッドアロケータ
30	Solaris 10 1/13	予約済み
31	Solaris 10 1/13	zfs list のパフォーマンスの向上
32	Solaris 10 1/13	1M バイトのブロックサイズ

## ZFS ファイルシステムのバージョン

次の表に、この Oracle Solaris リリースで利用可能な ZFS ファイルシステムのバージョンの一覧を示します。特定のファイルシステムバージョンで使用可能な機能には、特定のプールバージョンが必要です。

バージョン	Solaris 10	説明
1	Solaris 10 6/06	初期バージョンの ZFS ファイルシステム
2	Solaris 10 10/08	拡張されたディレクトリエントリ
3	Solaris 10 10/08	大文字小文字の区別の廃止とファイルシステム一意識別子 (FUID)
4	Solaris 10 10/09	userquota および groupquota プロパティ
5	Solaris 10 8/11	システム属性



# 索引

---

## A

### ACL

- aclinherit プロパティ, 247
- ACL 継承, 246
- ACL 継承フラグ, 246
- ACL プロパティ, 247
- POSIX ドラフト ACL との相違点, 242
- ZFS ディレクトリの ACL
  - 詳細な説明, 250
- ZFS ファイルの ACL
  - 詳細な説明, 249
- ZFS ファイルの ACL 継承の設定 (冗長モード)
  - (例), 255
- ZFS ファイルの ACL の設定 (コンパクトモード)
  - 説明, 261
  - (例), 262
- ZFS ファイルの ACL の設定 (冗長モード)
  - 説明, 251
- ZFS ファイルの簡易 ACL の復元 (冗長モード)
  - (例), 255
- ZFS ファイルの簡易 ACL の変更 (冗長モード)
  - (例), 252
- ZFS ファイルへの設定
  - 説明, 248
  - アクセス特権, 244
  - エントリタイプ, 244
  - 形式の説明, 243
  - 説明, 241
- aclinherit プロパティ, 247
- ACL プロパティモード
  - aclinherit, 184
  - aclmode, 184

- ACL モデル、Solaris、ZFS ファイルシステムと従来のファイルシステムの相違点, 34
- allocated プロパティ、説明, 86
- altroot プロパティ、説明, 86
- atime プロパティ、説明, 184
- autoreplace プロパティ、説明, 86
- available プロパティ、説明, 184

## B

- bootfs プロパティ、説明, 86

## C

- cachefile プロパティ、説明, 87
- canmount プロパティ
  - 詳細説明, 195
  - 説明, 185
- capacity プロパティ、説明, 87
- checksum プロパティ、説明, 185
- compression プロパティ、説明, 185
- compressratio プロパティ、説明, 185
- copies プロパティ、説明, 186
- creating
  - トリプルパリティの RAID-Z ストレージプール (zpool create)
    - (例), 54
- creation プロパティ、説明, 186

**D**

delegation プロパティ、説明, 87  
delegation プロパティ、無効化, 270  
devices プロパティ、説明, 186  
dumpadm, ダンプデバイスの有効化, 162

**E**

EFI ラベル  
    ZFS との対話, 46  
    説明, 46  
exec プロパティ、説明, 186

**F**

failmode プロパティ、説明, 87  
free プロパティ、説明, 88

**G**

guid プロパティ、説明, 88

**H**

health プロパティ、説明, 88

**J**

JumpStart インストール  
    ルートファイルシステム  
        プロファイルの例, 131  
    問題, 132  
JumpStart プロファイルのキーワード, ZFS ルート  
    ファイルシステム, 129

**L**

listshares プロパティ、説明, 88  
listsnapshots プロパティ、説明, 88

**luactivate**

    ルートファイルシステム  
    (例), 137

**lucreate**

    ZFS BE から ZFS BE を作成  
    (例), 139  
    ルートファイルシステムの移行  
    (例), 135

**M**

mounted プロパティ、説明, 186  
mountpoint プロパティ、説明, 186

**N****NFSv4 ACL**

    ACL 継承, 246  
    ACL 継承フラグ, 246  
    ACL プロパティ、247  
    POSIX ドラフト ACL との相違点, 242  
    形式の説明, 243

**NFSv4 ACLs**

    モデル  
    説明, 241

**O****Oracle Solaris Live Upgrade**

    ルートファイルシステム移行用, 132  
    ルートファイルシステムの移行  
    (例), 135  
    ルートファイルシステムの移行の問題, 134  
origin プロパティ、説明, 187

**P**

POSIX ドラフト ACL, 説明, 242  
primarycache プロパティ、説明, 187

**Q**

quota プロパティ, 説明, 187

**R**

RAID-Z, 定義, 29

RAID-Z 構成

概念的な見方, 50

冗長機能, 50

シングルパリティ, 説明, 50

ダブルパリティ, 説明, 50

(例), 54

RAID-Z 構成にディスクを追加, (例), 66

read-only プロパティ, 説明, 187

recordsize プロパティ

詳細説明, 195

説明, 188

referenced プロパティ, 説明, 188

refquota プロパティ, 説明, 188

refreservation プロパティ, 説明, 188

reservation プロパティ, 説明, 189

**S**

savecore, クラッシュダンプの保存, 162

secondarycache プロパティ, 説明, 189

setuid プロパティ, 説明, 189

shareiscsi プロパティ, 説明, 189

sharenfs プロパティ

説明, 190, 210

size プロパティ, 説明, 88

snapdir プロパティ, 説明, 190

Solaris ACL

ACL 継承, 246

ACL 継承フラグ, 246

ACL プロパティ, 247

POSIX ドラフト ACL との相違点, 242

形式の説明, 243

Solaris ACLs

新しいモデル

説明, 241

**T**

type プロパティ, 説明, 190

**U**

usedbychildren プロパティ, 説明, 190

usedbydataset プロパティ, 説明, 190

usedbyreservation プロパティ, 説明, 191

usedbysnapshots プロパティ, 説明, 191

used プロパティ

詳細説明, 193

説明, 190

**V**

version プロパティ, 説明, 191

version プロパティ, 説明, 88

volblocksize プロパティ, 説明, 191

volsize プロパティ

詳細説明, 196

説明, 191

**X**

xattr プロパティ, 説明, 192

**Z**

zfs allow

委任アクセス権の表示, 278

説明, 273

zfs create

説明, 180

(例), 42, 180

zfs destroy, (例), 181

zfs destroy -r, (例), 182

zfs get, (例), 202

zfs get -H -o, (例), 204

zfs get -s, (例), 204

zfs inherit, (例), 201

- zfs list
  - (例), 43, 198
- zfs list -H, (例), 199
- zfs list -r, (例), 198
- zfs list -t, (例), 199
- zfs mount, (例), 208
- zfs promote, クローンに移行促進 (例), 228
- zfs receive, (例), 234
- zfs rename, (例), 182
- zfs send, (例), 233
- zfs set atime, (例), 200
- zfs set compression, (例), 42
- zfs set mountpoint
  - (例), 42, 207
- zfs set mountpoint=legacy, (例), 207
- zfs set quota
  - (例), 43
  - 例, 213
- zfs set quota, (例), 201
- zfs set reservation, (例), 216
- zfs set sharenfs, (例), 42
- zfs set sharenfs=on, 例, 210
- zfs unallow, 説明, 274
- zfs unmount, (例), 209
- zfs アップグレード, 218
- ZFS 委任管理、概要, 269
- ZFS インテントログ (ZIL), 説明, 55
- ZFS ストレージプール
  - RAID-Z
    - 定義, 29
  - RAID-Z 構成の作成 (zpool create)
    - (例), 54
  - RAID-Z 構成の説明, 50
  - (UNAVAIL) デバイスが見つからない
    - 説明, 305
  - ZFS にデバイスの再接続を通知 (zpool online)
    - (例), 306
  - アップグレード
    - 説明, 109
  - 移行
    - 説明, 100
  - インポート
    - (例), 104
  - ZFS ストレージプール (続き)
    - インポートできるかどうかの識別 (zpool import -a)
      - (例), 102
    - エクスポート
      - (例), 101
    - 仮想デバイス, 59
      - 定義, 30
    - 仮想デバイスの入出力統計
      - (例), 93
    - 健全性ステータスの表示, 94
      - (例), 96
    - 権利プロファイル, 37
    - コンポーネント, 45
    - 再同期化
      - 定義, 30
    - 再同期化処理の表示
      - (例), 315
    - 作成 (zpool create)
      - (例), 52
    - システムエラーメッセージ
      - 説明, 297
    - 障害, 295
    - 詳細な健全性ステータスの表示
      - (例), 97
    - ストレージプール出力のスクリプト
      - (例), 90
    - 損傷した ZFS 構成の修復, 327
    - 損傷したデバイス
      - 説明, 317
    - 代替ルートプール, 292
    - ディスク全体の使用, 46
    - データが破壊している
      - 説明, 320
    - データの検証
      - 説明, 318
    - データの修復
      - 説明, 318
    - データのスクラブ
      - 説明, 318
      - (例), 318
    - データのスクラブと再同期化
      - 説明, 319

## ZFS ストレージプール (続き)

- データ破壊が検出される (zpool status -v)  
(例), 302
- データ破壊の種類を確認する (zpool status -v)  
(例), 322
- デバイスエラーの解消 (zpool clear)  
(例), 308
- デバイス障害の種類の確認  
説明, 307
- デバイスの置き換え (zpool replace)  
(例), 77
- デバイスのクリアー  
(例), 77
- デバイスの接続 (zpool attach)  
(例), 70
- デバイスの追加 (zpool add)  
(例), 65
- デバイスを置き換えられるかどうかの確認  
説明, 309
- デバイスを置き換える (zpool replace)  
(例), 310
- デバイスをオフラインにする (zpool offline)  
(例), 75
- デバイスをオンラインまたはオフラインにする  
説明, 75
- デバイスを切り離す (zpool detach)  
(例), 71
- デフォルトのマウントポイント, 63
- 動的なストライプ, 51
- ドライランの実行 (zpool create -n)  
(例), 62
- トラブルシューティング用のプールの全般的な  
ステータス情報  
説明, 300
- バージョン  
説明, 339
- 破壊されたファイルまたはディレクトリの修復  
説明, 323
- 破棄 (zpool destroy)  
(例), 63
- 破棄されたプールの回復  
(例), 108
- 表示  
(例), 89

## ZFS ストレージプール (続き)

- ファイルの使用, 48
- ブートできないシステムの修復  
説明, 327
- プール  
定義, 29
- プール全体の損傷の修復  
説明, 326
- プール全体の入出力統計  
(例), 93
- 別のディレクトリからインポート (zpool  
import -d)  
(例), 103
- 見つからないデバイスの交換  
(例), 303
- ミラー  
定義, 29
- ミラー化構成の作成 (zpool create)  
(例), 53
- ミラー化構成の説明, 49
- ミラー化ストレージプールの分割 (zpool  
split)  
(例), 71
- 問題があるかどうかの確認 (zpool status -x)  
説明, 300
- 問題の識別  
説明, 299
- ZFS ストレージプール (zpool online)  
デバイスをオンラインにする  
(例), 76
- ZFS ストレージプールの移行, 説明, 100
- ZFS のコンポーネント, 名前を付けるときの規  
則, 30
- ZFS の設定可能なプロパティ  
aclinherit, 184  
aclmode, 184  
atime, 184  
canmount, 185  
詳細説明, 195  
checksum, 185  
compression, 185  
copies, 186  
devices, 186  
exec, 186

## ZFS の設定可能なプロパティ (続き)

- mountpoint, 186
- primarycache, 187
- quota, 187
- read-only, 187
- recordsize, 188
  - 詳細説明, 195
- refquota, 188
- refreservation, 188
- reservation, 189
- secondarycache, 189
- setuid, 189
- shareiscsi, 189
- sharenfs, 190
- snappdir, 190
- used
  - 詳細説明, 193
- version, 191
- volblocksize, 191
- volsize, 191
  - 詳細説明, 196
- xattr, 192
- zoned, 192
- 説明, 193

## ZFS のバージョン

- ZFS 機能と Solaris OS
- 説明, 339

## ZFS の複製機能, ミラー化または RAID-Z, 49

## ZFS のプロパティ

- aclinherit, 184
- aclmode, 184
- atime, 184
- available, 184
- canmount, 185
  - 詳細説明, 195
- checksum, 185
- compression, 185
- compressratio, 185
- copies, 186
- devices, 186
- exec, 186
- mounted, 186
- mountpoint, 186
- origin, 187

## ZFS のプロパティ (続き)

- quota, 187
- read-only, 187
- recordsize, 188
  - 詳細説明, 195
- referenced, 188
- refreservation, 188
- reservation, 189
- setuid, 189
- shareiscsi, 189
- sharenfs, 190
- snappdir, 190
- type, 190
- used, 190
  - 詳細説明, 193
- version, 191
- volblocksize, 191
- volsize, 191
  - 詳細説明, 196
- xattr, 192
- zoned, 192
- zoned プロパティ
  - 詳細な説明, 291
  - 継承可能、説明, 183
  - 継承可能なプロパティの説明, 183
  - 作成, 186
  - 設定可能な, 193
  - 説明, 183
  - ゾーンでの管理
  - 説明, 290
- ユーザープロパティ
  - 詳細説明, 196
  - 読み取り専用, 192
- ZFS のユーザープロパティ
  - 詳細説明, 196
  - (例), 196
- ZFS の読み取り専用プロパティ
  - available, 184
  - compressratio, 185
  - creation, 186
  - mounted, 186
  - origin, 187
  - referenced, 188
  - type, 190

## ZFS の読み取り専用プロパティ (続き)

used, 190  
 usedbychildren, 190  
 usedbydataset, 190  
 usedbyreservation, 191  
 usedbysnapshots, 191  
 説明, 192

ZFS の領域の計上, ZFS ファイルシステムと従来の  
 ファイルシステムの相違点, 32

## ZFS ファイルシステム

boot -L および boot -Z による ZFS BE のブート  
 (SPARC の例), 165

Oracle Solaris Live Upgrade によるルートファイ  
 ルシステムの移行, 132  
 (例), 135

quota プロパティの設定  
 (例), 201

ZFS ディレクトリの ACL  
 詳細な説明, 250

ZFS ファイルシステムを非大域ゾーンに追加  
 (例), 288

ZFS ファイルの ACL  
 詳細な説明, 249

ZFS ファイルの ACL 継承の設定 (冗長モード)  
 (例), 255

ZFS ファイルの ACL の設定 (コンパクトモード)  
 説明, 261  
 (例), 262

ZFS ファイルの ACL の設定 (冗長モード)  
 説明, 251

ZFS ファイルの簡易 ACL の復元 (冗長モード)  
 (例), 255

ZFS ファイルの簡易 ACL の変更 (冗長モード)  
 (例), 252

ZFS ファイルへの ACL の設定  
 説明, 248

ZFS ボリュームの作成  
 (例), 283

ZFS ボリュームを非大域ゾーンに追加  
 (例), 289

ZFS ルートファイルシステムの初期インス  
 トール, 116

アップグレード  
 説明, 218

## ZFS ファイルシステム (続き)

アンマウント  
 (例), 209

依存関係を持つ ZFS ファイルシステムの破棄  
 (例), 182

インストールと Oracle Solaris Live Upgrade の要  
 件, 113

管理の簡素化  
 説明, 28

共有  
 説明, 210  
 例, 210

共有の解除  
 例, 211

クローン  
 説明, 227

定義, 28  
 ファイルシステムの置き換え (例), 228

クローンの作成, 228

クローンの破棄, 228

権利プロファイル, 37

コンポーネントに名前を付けるときの規則, 30  
 作成

(例), 180

子孫の表示  
 (例), 198

自動マウントポイントの管理, 205

種類の表示  
 (例), 199

スクリプトで使用できるようにプロパティを一  
 覧表示する

(例), 204

スナップショット

アクセス, 224

作成, 220

説明, 219

定義, 30

名前の変更, 223

破棄, 221

ロールバック, 225

スナップショットの領域の計上, 224

スワップデバイスとダンプデバイス

サイズの調整, 159

説明, 158

- ZFS ファイルシステム, スワップデバイスとダンプデバイス (続き)
  - 問題, 159
  - 設定 `atime` プロパティー (例), 200
  - 説明, 25, 179
  - 送信と受信
    - 説明, 229
  - ゾーンがインストールされた Solaris システムで使用
    - 説明, 287
  - ゾーンでのプロパティー管理
    - 説明, 290
  - チェックサム
    - 定義, 28
  - チェックサムが計算されるデータ
    - 説明, 27
  - データストリームの受信 (`zfs receive`) (例), 234
  - データストリームの保存 (`zfs send`) (例), 233
  - データセット
    - 定義, 29
- ZFS ファイルシステム
  - データセットの種類
    - 説明, 199
- ZFS ファイルシステム
  - データセットを非大域ゾーンに委任 (例), 288
  - デフォルトのマウントポイント (例), 180
  - トランザクションのセマンティクス
    - 説明, 26
  - 名前の変更 (例), 182
  - バージョン
    - 説明, 339
  - 破棄 (例), 181
  - 表示 (例), 198
  - ファイルシステム
    - 定義, 29
- ZFS ファイルシステム (続き)
  - プールされたストレージ
    - 説明, 26
  - プロパティーの継承 (`zfs inherit`) (例), 201
  - プロパティーの表示 (`zfs list`) (例), 202
  - プロパティーをソース値ごとに表示 (例), 204
  - ヘッダー情報のない表示 (例), 199
  - ボリューム
    - 定義, 30
  - マウント (例), 208
  - マウントポイントの管理
    - 説明, 205
  - マウントポイントの設定 (`zfs set mountpoint`) (例), 207
  - 予約の設定 (例), 216
  - ルートファイルシステムの JumpStart インストール, 129
  - ルートファイルシステムの移行の問題, 134
  - ルートファイルシステムのインストール, 112
  - ルートファイルシステムのブート
    - 説明, 163
  - レガシーマウントポイントの管理
    - 説明, 206
  - レガシーマウントポイントの設定 (例), 207
- ZFS ファイルシステム (`zfs set quota`)
  - 割り当て制限の設定
    - 例, 213
- ZFS ファイルシステムと従来のファイルシステムの相違点
  - ZFS の領域の計上, 32
  - ZFS ファイルシステムのマウント, 34
  - 新しい Solaris ACL モデル, 34
  - 従来のボリューム管理, 34
  - ファイルシステムの構造, 31
  - 領域が不足した場合の動作, 33
- ZFS ファイルシステムのマウント, ZFS ファイルシステムと従来のファイルシステムの相違点, 34

## ZFS プールのプロパティ

allocated, 86  
 altroot, 86  
 autoreplace, 86  
 bootfs, 86  
 cachefile, 87  
 capacity, 87  
 delegation, 87  
 failmode, 87  
 free, 88  
 guid, 88  
 health, 88  
 listshares, 88  
 listsnapshots, 88  
 size, 88  
 version, 88

## ZFS プロパティ

refquota, 188  
 secondarycache, 187, 189  
 usedbychildren, 190  
 usedbydataset, 190  
 usedbyreservation, 191  
 usedbysnapshots, 191

## ZFS ボリューム, 説明, 283

ZFS ルートファイルシステムの初期インストール,  
(例), 117

## zoned プロパティ

詳細な説明, 291  
 説明, 192

## zpool add, (例), 65

## zpool attach, (例), 70

## zpool clear

説明, 77  
 (例), 77

## zpool create

RAID-Z ストレージプール  
 (例), 54

基本的なプール  
 (例), 52

ミラー化されたストレージプール  
 (例), 53

(例), 39, 40

## zpool create -n, ドライラン (例), 62

## zpool destroy, (例), 63

## zpool detach, (例), 71

## zpool export, (例), 101

## zpool import -a, (例), 102

## zpool import -D, (例), 108

## zpool import -d, (例), 103

zpool import *name*, (例), 104

## zpool iostat, プール全体 (例), 93

## zpool iostat -v, 仮想デバイス (例), 93

## zpool list

説明, 88

(例), 40, 89

zpool list -Ho *name*, (例), 90

## zpool offline, (例), 75

## zpool online, (例), 76

## zpool replace, (例), 77

## zpool split, (例), 71

## zpool status -v, (例), 97

## zpool status -x, (例), 96

## zpool upgrade, 109

## あ

## アクセス

ZFS スナップショット  
 (例), 224

## アクセス権セット、定義済み, 269

アクセス権の委任, *zfs allow*, 273アクセス権の削除, *zfs unallow*, 274

## アップグレード

ZFS ストレージプール  
 説明, 109

ZFS ファイルシステム  
 説明, 218

## アンマウント

ZFS ファイルシステム  
 (例), 209

## い

## 移行

UFS ルートファイルシステムから ZFS ルート  
 ファイルシステムへの  
 (Oracle Solaris Live Upgrade), 132

移行, UFS ルートファイルシステムから ZFS  
ルートファイルシステムへの (続き)

問題, 134

一覧表示

スクリプトで使用できるように ZFS プロパ  
ティを  
(例), 204

委任

アクセス権 (例), 274

データセットを非大域ゾーンに  
(例), 288

委任管理、概要, 269

インストール

ZFS ルートファイルシステム

JumpStart インストール, 129

機能, 112

(初期インストール), 116

要件, 113

インポート

ZFS ストレージプール

(例), 104

ZFS ストレージプールを別のディレクトリから

(`zpool import -d`)

(例), 103

代替ルートプール

(例), 293

え

エクスポート

ZFS ストレージプール

(例), 101

お

置き換え

デバイス (`zpool replace`)

(例), 77, 310, 315

か

解消

デバイスエラー (`zpool clear`)

(例), 308

回復

破棄された ZFS ストレージプール

(例), 108

確認

ストレージ要件, 39

データ破壊の種類 (`zpool status -v`)  
(例), 322

デバイス障害の種類

説明, 307

デバイスを置き換えられるかどうか

説明, 309

仮想デバイス

ZFS ストレージプールのコンポーネントとし  
て, 59

定義, 30

管理の簡素化, 説明, 28

き

キャッシュデバイス

使用時の考慮事項, 57

を持つ ZFS ストレージプールの作成 (例), 57

キャッシュデバイスの削除, (例), 68

キャッシュデバイスの追加, (例), 68

共有

ZFS ファイルシステム

説明, 210

例, 210

共有の解除

ZFS ファイルシステム

例, 211

切り離す

デバイスを ZFS ストレージプールから (`zpool  
detach`)

(例), 71

く

クラッシュダンプ、保存, 162

- クリアー  
 ZFS ストレージプールのデバイス (zpool clear)  
 説明, 77  
 グループへのアクセス権の委任, (例), 275
- クローン  
 機能, 227  
 作成 (例), 228  
 定義, 28  
 破棄 (例), 228
- け
- 継承  
 ZFS プロパティ (zfs inherit)  
 説明, 201
- 検出  
 使用中のデバイス  
 (例), 60  
 複製レベルが一致しない  
 (例), 62
- 権利プロファイル, ZFS ファイルシステムとストレージプールの管理用, 37
- こ
- 交換  
 見つからないデバイス  
 (例), 303
- 個別ユーザーへのアクセス権の委任, (例), 274
- コンポーネント, ZFS ストレージプール, 45
- さ
- 再帰的ストリームパッケージ, 232  
 再同期化, 定義, 30  
 再同期化とデータのスクラブ, 説明, 319  
 削除, キャッシュデバイス (例), 68
- 作成  
 ZFS クローン (例), 228  
 ZFS ストレージプール  
 説明, 52
- 作成 (続き)  
 ZFS ストレージプール (zpool create)  
 (例), 39, 52  
 ZFS スナップショット  
 (例), 220  
 ZFS ファイルシステム, 42  
 説明, 180  
 (例), 180  
 ZFS ファイルシステムの階層, 41  
 ZFS ボリューム  
 (例), 283  
 基本的な ZFS ファイルシステム (zpool create)  
 (例), 39  
 キャッシュデバイスを持つ ZFS ストレージ  
 プール (例), 57  
 シングルパリティ RAID-Z ストレージプール  
 (zpool create)  
 (例), 54  
 代替ルートプール  
 (例), 293  
 ダブルパリティの RAID-Z ストレージプール  
 (zpool create)  
 (例), 54  
 ミラー化された ZFS ストレージプール (zpool  
 create)  
 (例), 53  
 ミラー化ストレージプールを分割することによ  
 る新しいプール (zpool split)  
 (例), 71  
 ログデバイスを持つ ZFS ストレージプール  
 (例), 56
- し
- 識別  
 インポートする ZFS ストレージプール (zpool  
 import -a)  
 (例), 102  
 自己修復データ, 説明, 51
- 修復  
 損傷した ZFS 構成  
 説明, 327  
 破壊されたファイルまたはディレクトリの修復  
 説明, 323

## 修復 (続き)

- ブートできないシステム

- 説明, 327

- プール全体の損傷

- 説明, 326

- 従来のボリューム管理, ZFS ファイルシステムと従来のファイルシステムの相違点, 34

## 受信

- ZFS ファイルシステムのデータ (zfs receive)

- (例), 234

- 障害, 295

## 障害モード

- (UNAVAIL) デバイスが見つからない, 305

- 損傷したデバイス, 317

- データが破壊している, 320

- 使用中のデバイス

- 検出

- (例), 60

## す

## スクラブ

- データの検証, 318

- (例), 318

## スクリプト

- ZFS ストレージプールの出力

- (例), 90

## ストリームパッケージ

- 再帰的, 232

- 複製, 231

- ストレージ要件, 確認, 39

## スナップショット

- アクセス

- (例), 224

- 機能, 219

- 作成

- (例), 220

- 定義, 30

- 名前の変更

- (例), 223

- 破棄

- (例), 221

- 領域の計上, 224

## スナップショット (続き)

- ロールバック

- (例), 225

- スワップデバイスとダンプデバイス

- サイズの調整, 159

- 説明, 158

- 問題, 159

## せ

- 制御, データの検証 (スクラブ), 318

## 接続

- デバイスを ZFS ストレージプールに (zpool attach)

- (例), 70

## 設定

- compression プロパティ

- (例), 42

- mountpoint プロパティ, 42

- quota プロパティ (例), 43

- sharenfs プロパティ

- (例), 42

- ZFS atime プロパティ

- (例), 200

- ZFS の quota

- (例), 201

- ZFS ファイルシステムの予約

- (例), 216

- ZFS ファイルシステムの割り当て制限 (zfs set quota)

- 例, 213

- ZFS ファイルの ACL

- 説明, 248

- ZFS ファイルの ACL 継承 (冗長モード)

- (例), 255

- ZFS ファイルの ACL (コンパクトモード)

- 説明, 261

- (例), 262

- ZFS ファイルの ACL (冗長モード)

- (説明, 251

- ZFS マウントポイント (zfs set mountpoint)

- (例), 207

- レガシーマウントポイント

- (例), 207

## そ

## 送信と受信

ZFS ファイルシステムのデータ  
説明, 229

## ゾーン

ZFS ファイルシステムで使用  
説明, 287

ZFS ファイルシステムを非大域ゾーンに追加  
(例), 288

ZFS ボリュームを非大域ゾーンに追加  
(例), 289

zoned プロパティ  
詳細な説明, 291

ゾーンでの ZFS プロパティ管理  
説明, 290

データセットを非大域ゾーンに委任  
(例), 288

## た

## 代替ルートプール

インポート  
(例), 293

作成  
(例), 293  
説明, 292

## ち

チェック, ZFS データの完全性, 318

チェックサム, 定義, 28

チェックサムが計算されるデータ, 説明, 27

調整, スワップデバイスとダンプデバイスのサイズ, 159

## つ

## 追加

RAID-Z 構成にディスクを追加 (例), 66  
ZFS ファイルシステムを非大域ゾーンに  
(例), 288

## 追加 (続き)

ZFS ボリュームを非大域ゾーンに  
(例), 289

キャッシュデバイス (例), 68

デバイスを ZFS ストレージプールに (zpool  
add)  
(例), 65

ミラー化ログデバイス (例), 67

## 通知

ZFS にデバイスの再接続を通知 (zpool online)  
(例), 306

## て

ディスク, ZFS ストレージプールのコンポーネント  
として, 46

ディスク全体, ZFS ストレージプールのコンポーネ  
ントとして, 46

## データ

検証 (スクラブ), 318

再同期化  
説明, 319

修復, 318

スクラブ  
(例), 318

破壊が検出される (zpool status -v)  
(例), 302

破壊している, 320

## データセット

説明, 180

定義, 29

データセットの種類, 説明, 199

## デバイスのクリアー

ZFS ストレージプール  
(例), 77

デバイスをオフラインにする (zpool offline)  
ZFS ストレージプール  
(例), 75

デバイスをオンラインにする  
ZFS ストレージプール (zpool online)  
(例), 76

デバイスをオンラインまたはオフラインにする  
ZFS ストレージプール  
説明, 75

## と

## 動的なストレージプール

ストレージプールの機能, 51

説明, 51

## ドライラン

ZFS ストレージプールの作成 (`zpool create -n`)

(例), 62

## トラブルシューティング

(UNAVAIL) デバイスが見つからない, 305

ZFS エラーメッセージの `syslog` レポート, 297

ZFS にデバイスの再接続を通知 (`zpool online`)

(例), 306

ZFS の障害, 295

損傷した ZFS 構成の修復, 327

損傷したデバイス, 317

データ破壊が検出される (`zpool status -v`)

(例), 302

データ破壊の種類を確認する (`zpool status -v`)

(例), 322

デバイスエラーの解消 (`zpool clear`)

(例), 308

デバイス障害の種類の確認

説明, 307

デバイスを置き換えられるかどうかの確認

説明, 309

デバイスを置き換える (`zpool replace`)

(例), 310, 315

破壊されたファイルまたはディレクトリの修復

説明, 323

ブートできないシステムの修復

説明, 327

プール全体の損傷の修復

説明, 326

プールの全般的なステータス情報

説明, 300

見つからないデバイスの交換

(例), 303

問題があるかどうかの確認 (`zpool status`

`-x`), 300

問題の識別, 299

トランザクションのセマンティクス, 説明, 26

## な

## 名前の変更

ZFS スナップショット

(例), 223

ZFS ファイルシステム

(例), 182

名前を付けるときの規則, ZFS コンポーネント, 30

## は

ハードウェアとソフトウェアに関する要件, 38

## 破棄

ZFS クローン (例), 228

ZFS ストレージプール

説明, 52

ZFS ストレージプール (`zpool destroy`)

(例), 63

ZFS スナップショット

(例), 221

ZFS ファイルシステム

(例), 181

依存関係を持つ ZFS ファイルシステム

(例), 182

## ひ

## 表示

ZFS エラーメッセージの `syslog` レポート

説明, 297

ZFS ストレージプール

説明, 88

(例), 89

ZFS ストレージプール全体の入出力統計

(例), 93

ZFS ストレージプールの仮想デバイスの入出力統計

(例), 93

ZFS ストレージプールの健全性ステータス

(例), 96

ZFS ストレージプールの詳細な健全性ステータス

(例), 97

## 表示 (続き)

- ZFS ストレージプールの入出力統計  
説明, 92
- ZFS のプロパティ (zfs list)  
(例), 202
- ZFS ファイルシステム  
(例), 198
- ZFS ファイルシステム (zfs list)  
(例), 43
- ZFS ファイルシステムの子孫  
(例), 198
- ZFS ファイルシステムの種類  
(例), 199
- ZFS ファイルシステム (ヘッダー情報なし)  
(例), 199
- ZFS プールの情報, 40
- ZFS プロパティ (ソース値ごと)  
(例), 204
- 委任アクセス権 (例), 278
- ストレージプールの健全性ステータス  
説明, 94

## ふ

- ファイル, ZFS ストレージプールのコンポーネント  
として, 48
- ファイルシステム, 定義, 29
- ファイルシステムの階層, 作成, 41
- ファイルシステムの構造, ZFS ファイルシステムと  
従来のファイルシステムの相違点, 31
- ブート
  - SPARC システムでの boot -L および boot -Z によ  
る ZFS BE のブート, 165
  - ルートファイルシステム, 163
- ブートブロック, installboot および installgrub  
によるインストール, 163
- ブートブロックのインストール  
installboot および installgrub  
(例), 163
- プール, 定義, 29
- プールされたストレージ, 説明, 26
- 復元
  - ZFS ファイルの簡易 ACL (冗長モード)  
(例), 255

複製ストリームパッケージ, 231

複製レベルが一致しない

- 検出  
(例), 62

## へ

別個のログデバイス、使用時の考慮事項, 55  
変更

- ZFS ファイルの簡易 ACL (冗長モード)  
(例), 252

## ほ

## 保存

- ZFS ファイルシステムのデータ (zfs send)  
(例), 233
- クラッシュダンプ  
savecore, 162

## ホットスペア

- 作成  
(例), 80

- 説明  
(例), 80

ボリューム, 定義, 30

## ま

## マウント

- ZFS ファイルシステム  
(例), 208

## マウントポイント

- ZFS ストレージプールのデフォルト, 63
- ZFS ファイルシステムのデフォルト, 180
- ZFS マウントポイントの管理  
説明, 205
- 自動, 205
- レガシー, 206

## み

- ミラー, 定義, 29
- ミラー化構成
  - 概念的な見方, 49
  - 冗長機能, 49
  - 説明, 49
- ミラー化されたストレージプール (zpool create), (例), 53
- ミラー化ストレージプールの分割 (zpool split) (例), 71
- ミラー化ログデバイス, を持つ ZFS ストレージプールの作成 (例), 56
- ミラー化ログデバイス, 追加, (例), 67

## わ

- 割り当て制限と予約, 説明, 212

## よ

- 要件, インストールと Oracle Solaris Live Upgrade, 113

## 用語

- RAID-Z, 29
- 仮想デバイス, 30
- クローン, 28
- 再同期化, 30
- スナップショット, 30
- チェックサム, 28
- データセット, 29
- ファイルシステム, 29
- プール, 29
- ボリューム, 30
- ミラー, 29

## り

- 領域が不足した場合の動作, ZFS ファイルシステムと従来のファイルシステムの相違点, 33

## ろ

- ロールバック
  - ZFS スナップショット (例), 225