



# IP ネットワークマルチパスの管理

---

Sun Microsystems, Inc.  
901 San Antonio Road  
Palo Alto, CA 94303  
U.S.A. 650-960-1300

Part Number 816-0097-10  
2001 年 5 月

Copyright 2001 Sun Microsystems, Inc. 901 San Antonio Road, Palo Alto, California 94303-4900 U.S.A. All rights reserved.

本製品およびそれに関連する文書は著作権法により保護されており、その使用、複製、頒布および逆コンパイルを制限するライセンスのもとにおいて頒布されます。サン・マイクロシステムズ株式会社の書面による事前の許可なく、本製品および関連する文書のいかなる部分も、いかなる方法によっても複製することが禁じられます。

本製品の一部は、カリフォルニア大学からライセンスされている Berkeley BSD システムに基づいていることがあります。UNIX は、X/Open Company, Ltd. が独占的にライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標です。フォント技術を含む第三者のソフトウェアは、著作権により保護されており、提供者からライセンスを受けているものです。

Federal Acquisitions: Commercial Software-Government Users Subject to Standard License Terms and Conditions.

本製品に含まれる HG 明朝 L と HG ゴシック B は、株式会社リコーがリョーベイマジクス株式会社からライセンス供与されたタイプフェイスマスタをもとに作成されたものです。平成明朝体 W3 は、株式会社リコーが財団法人 日本規格協会 文字フォント開発・普及センターからライセンス供与されたタイプフェイスマスタをもとに作成されたものです。また、HG 明朝 L と HG ゴシック B の補助漢字部分は、平成明朝体 W3 の補助漢字を使用しています。なお、フォントとして無断複製することは禁止されています。

Sun、Sun Microsystems、docs.sun.com、AnswerBook、AnswerBook2 は、米国およびその他の国における米国 Sun Microsystems, Inc. (以下、米国 Sun Microsystems 社とします) の商標もしくは登録商標です。

サンロゴマークおよび Solaris は、米国 Sun Microsystems 社の登録商標です。

すべての SPARC 商標は、米国 SPARC International, Inc. のライセンスを受けて使用している同社の米国およびその他の国における商標または登録商標です。SPARC 商標が付いた製品は、米国 Sun Microsystems 社が開発したアーキテクチャに基づくものです。

OPENLOOK、OpenBoot、JLE は、サン・マイクロシステムズ株式会社の登録商標です。

Wnn は、京都大学、株式会社アステック、オムロン株式会社で共同開発されたソフトウェアです。

Wnn6 は、オムロン株式会社で開発されたソフトウェアです。(Copyright OMRON Co., Ltd. 1999 All Rights Reserved.)

「ATOK」は、株式会社ジャストシステムの登録商標です。

「ATOK8」は株式会社ジャストシステムの著作物であり、「ATOK8」にかかる著作権その他の権利は、すべて株式会社ジャストシステムに帰属します。

「ATOK Server/ATOK12」は、株式会社ジャストシステムの著作物であり、「ATOK Server/ATOK12」にかかる著作権その他の権利は、株式会社ジャストシステムおよび各権利者に帰属します。

本製品に含まれる郵便番号辞書(7桁/5桁)は郵政省が公開したデータを元に制作された物です(一部データの加工を行なっています)。

本製品に含まれるフェイスマーク辞書は、株式会社ビレッジセンターの許諾のもと、同社が発行する『インターネット・パソコン通信フェイスマークガイド'98』に添付のものを使用しています。© 1997 ビレッジセンター

Unicode は、Unicode, Inc. の商標です。

本書で参照されている製品やサービスに関しては、該当する会社または組織に直接お問い合わせください。

OPEN LOOK および Sun Graphical User Interface は、米国 Sun Microsystems 社が自社のユーザおよびライセンス実施権者向けに開発しました。米国 Sun Microsystems 社は、コンピュータ産業用のビジュアルまたはグラフィカル・ユーザインタフェースの概念の研究開発における米国 Xerox 社の先駆者としての成果を認めるものです。米国 Sun Microsystems 社は米国 Xerox 社から Xerox Graphical User Interface の非独占的ライセンスを取得しており、このライセンスは米国 Sun Microsystems 社のライセンス実施権者にも適用されます。

DtComboBox ウィジェットと DtSpinBox ウィジェットのプログラムおよびドキュメントは、Interleaf, Inc. から提供されたものです。(© 1993 Interleaf, Inc.)

本書は、「現状のまま」をベースとして提供され、商品性、特定目的への適合性または第三者の権利の非侵害の黙示の保証を含みそれに限定されない、明示的であるか黙示的であるかを問わない、なんらの保証も行われぬものとします。

本製品が、外国為替および外国貿易管理法(外為法)に定められる戦略物資等(貨物または役務)に該当する場合、本製品を輸出または日本国外へ持ち出す際には、サン・マイクロシステムズ株式会社の事前の書面による承諾を得ることのほか、外為法および関連法規に基づく輸出手続き、また場合によっては、米国商務省または米国所轄官庁の許可を得ることが必要です。

原典: *IP Network Multipathing Administration Guide*

Part No: 806-7931-10

Revision A



# 目次

---

はじめに	5
<b>1. IP ネットワークマルチパスの概要</b>	<b>9</b>
概要	9
IP ネットワークマルチパスの機能	10
通信障害	10
IP ネットワークマルチパスの構成要素	11
Solaris ネットワークマルチパス	12
物理インタフェース障害の検出	13
物理インタフェースの回復検出	14
リンク障害	14
複数の物理インタフェースで構成されたマルチパスグループの管理	14
物理インタフェースのグループ化	16
検査用 IP アドレスの構成	17
hostname ファイルによるグループと検査用 IP アドレスの構成	19
待機インタフェースの構成	20
1 つの物理インタフェースで構成されたマルチパスグループの管理	22
マルチパスグループからのネットワークアダプタの削除	23
ネットワークアダプタの切り離し	24
マルチパスデーモン	25

マルチパス構成ファイル	27
障害検出時間	27
回復した経路への復帰	28
「グループに属するインタフェースのみの追跡」オプション	28
2. ネットワークマルチパスの導入	29
マルチパスインタフェースグループの構成	29
マルチパスインタフェースグループの構成 - 作業一覧	30
▼ 2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには	30
▼ インタフェースの1つが待機インタフェースであるマルチパスグループを構成するには	34
▼ 物理インタフェースが属するグループを表示するには	37
▼ グループにインタフェースを追加するには	38
▼ グループからインタフェースを削除するには	38
▼ インタフェースを既存のグループから別のグループに移動するには	39
障害が発生した物理インタフェースの交換	39
▼ 障害が発生した物理インタフェースを取り外すには	40
▼ 障害が発生した物理インタフェースを交換するには	41
マルチパス構成ファイルの構成	41
▼ マルチパス構成ファイルを構成するには	42
用語集	43
索引	45

## はじめに

---

『IP ネットワークマルチパスの管理』では、Solaris™ オペレーティング環境にインストールされた IP ネットワークマルチパスフレームワークの構成と管理について説明します。このマニュアルでは、SunOS™ 5.8 オペレーティングシステムがすでにインストールされ、使用する予定のネットワークソフトウェアがすでに設定されているものとします。Solaris 製品ファミリの一部である SunOS 5.8 オペレーティングシステムには、Solaris 共通デスクトップ環境 (CDE) をはじめとする多くの機能が含まれています。SunOS 5.8 オペレーティングシステムは、AT&T の System V、Release 4 オペレーティングシステムに準拠しています。

---

注 - Solaris オペレーティング環境は、2 種類のハードウェア (プラットフォーム) 上で動作します。つまり、SPARC™ と IA (Intel アーキテクチャ) です。Solaris オペレーティング環境は、64 ビットと 32 ビットの両方のアドレス空間で動作し、IA では 32 ビットのアドレス空間でのみ動作します。このマニュアルで説明する情報は、章、節、注、箇条書き、図、表、例、またはコード例において特に明記しない限り、両方のプラットフォームおよびアドレス空間に該当します。

---

---

## 対象読者

このマニュアルは、Solaris 8 システムの管理者を対象にしています。このマニュアルを使いこなすには、UNIX のシステム管理について 1 ~ 2 年の経験が必要です。UNIX システム管理のトレーニングコースに参加することも役に立ちます。

---

## 内容の紹介

第1章では、IP ネットワークマルチパスの概要と、Solaris での IP ネットワークマルチパスの導入についての考え方を説明します。

第2章では、IP ネットワークマルチパスのさまざまなパラメータを使ってインタフェースグループやテストアドレスを作成する方法について説明します。さらに、IP ネットワークマルチパスに関連するその他の有益な手順を説明します。

用語集では、IP ネットワークマルチパスの主な用語について説明しています。

---

## Sun のマニュアルの注文方法

専門書を扱うインターネットの書店 Fatbrain.com から、米国 Sun Microsystems™, Inc. (以降、Sun™ とします) のマニュアルをご注文いただけます。

マニュアルのリストと注文方法については、<http://www1.fatbrain.com/documentation/sun> の Sun Documentation Center をご覧ください。

---

## Sun のオンラインマニュアル

<http://docs.sun.com> では、Sun が提供しているオンラインマニュアルを参照することができます。マニュアルのタイトルや特定の主題などをキーワードとして、検索を行うこともできます。

---

## 表記上の規則

このマニュアルでは、次のような字体や記号を特別な意味を持つものとして使用します。

表 P-1 表記上の規則

字体または記号	意味	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。  system%
<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。	system% <b>su</b> password:
AaBbCc123	変数を示します。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。
『 』	参照する書名を示します。	『コードマネージャ・ユーザーズガイド』を参照してください。
[ ]	参照する章、節、ボタンやメニュー名、強調する単語を示します。	第 5 章「衝突の回避」を参照してください。 この操作ができるのは、「スーパーユーザー」だけです。
\	枠で囲まれたコード例で、テキストがページ行幅を超える場合に、継続を示します。	sun% <b>grep `^#define \</b> <b>XV_VERSION_STRING`</b>

ただし AnswerBook2™ では、ユーザーが入力する文字と画面上のコンピュータ出力は区別して表示されません。

コード例は次のように表示されます。

■ C シェル

```
machine_name% command y|n [filename]
```

■ C シェルのスーパーユーザー

```
machine_name# command y|n [filename]
```

■ Bourne シェルおよび Korn シェル

```
$ command y|n [filename]
```

- Bourne シェルおよび Korn シェルのスーパーユーザー

```
# command y|n [filename]
```

[ ] は省略可能な項目を示します。上記の例は、*filename* は省略してもよいことを示しています。

| は区切り文字 (セパレータ) です。この文字で分割されている引数のうち 1 つだけを指定します。

キーボードのキー名は英文で、頭文字を大文字で示します (例: Shift キーを押します)。ただし、キーボードによっては Enter キーが Return キーの動作をします。

ダッシュ (-) は 2 つのキーを同時に押すことを示します。たとえば、Ctrl-D は Control キーを押したまま D キーを押すことを意味します。

---

## 一般規則

- このマニュアルでは、「IA」という用語は、Intel 32 ビットのプロセッサアーキテクチャを意味します。これには、Pentium、Pentium Pro、Pentium II、Pentium III Xeon、Celeron、Pentium III、Pentium III Xeon の各プロセッサ、および AMD、Cyrix が提供する互換マイクロプロセッサチップが含まれます。



## IP ネットワークマルチパスの概要

---

同じ IP リンク (たとえば、Ethernet) に複数のネットワークインタフェースカードを接続していれば、IP ネットワークマルチパスによって負荷分散と障害経路の迂回がサポートされます。

- 9ページの「概要」
- 10ページの「IP ネットワークマルチパスの機能」
- 10ページの「通信障害」
- 11ページの「IP ネットワークマルチパスの構成要素」
- 12ページの「Solaris ネットワークマルチパス」
- 14ページの「複数の物理インタフェースで構成されたマルチパスグループの管理」
- 22ページの「1つの物理インタフェースで構成されたマルチパスグループの管理」
- 23ページの「マルチパスグループからのネットワークアダプタの削除」
- 25ページの「マルチパスデーモン」
- 27ページの「マルチパス構成ファイル」

---

### 概要

IP ネットワークマルチパスには次の機能があります。

- ネットワークアダプタの単一点障害の回避

#### ■ 単位時間当たりのデータの流量の向上

ネットワークアダプタに障害が発生した場合、同じ IP リンクに別のアダプタが接続されていれば、すべてのネットワークアクセスは、障害の発生したアダプタからこのアダプタに自動的に切り替えられます。この処理により、ネットワークへのアクセスは中断することなく継続されます。さらに、同じ IP リンクに複数のネットワークアダプタが接続されていると、データの流れが複数のネットワークアダプタに分散されるため、単位時間当たりのデータの流量が向上します。

---

注 - RFC 2460 など、IP 関連の他の文書では、「IP リンク」の代わりに「リンク」という用語が使用されています。このマニュアルでは、IEEE 802 との混同を避けるため「IP リンク」を使用します。(IEEE 802 では、「リンク」は Ethernet NIC から Ethernet スイッチへの 1 本のワイヤを意味します。)

---

IP リンクの説明は、用語集または表 1-1 を参照してください。

---

## IP ネットワークマルチパスの機能

Solaris の IP ネットワークマルチパスには、次の機能があります。

- 障害検出 — ネットワークアダプタの障害を自動的に検出し、ネットワークアクセスを別のネットワークアダプタに自動的に切り替えます(障害経路の迂回)。ただし、別のネットワークアダプタが事前に構成されていなければなりません。
- 回復検出 — 障害の発生したネットワークアダプタが回復したことを検出し、別のネットワークアダプタで行われていたネットワークアクセスを、自動的に元に戻します(回復した経路への復帰)。ただし、回復した経路への復帰が事前に有効になっていなければなりません。
- 送信負荷分散 — 送信ネットワークパケットをパケットの順序を変えずに複数のネットワークアダプタに分散し、単位時間当たりのデータの流量を向上させます。ただし、負荷分散が行われるのは、データが複数の接続を経由して複数の標識に送信される場合だけです。

---

## 通信障害

通信の障害は次の場合に起ります。

1. NIC の送受信パスがパケット送信を停止した。
  2. NIC からリンクへの接続が切れた。
  3. Ethernet スイッチ上のポートがパケットを送受信しない。
  4. 相手方のホストが応答しないか、パケットを転送するルーターが応答しない。
- Solaris の IP ネットワークマルチパスでは、上記 1 ～ 3 の通信障害に対処します。

## IP ネットワークマルチパスの構成要素

表 1-1 に、IP ネットワークマルチパスの構成要素を示します。

表 1-1 IP ネットワークマルチパスの構成要素

構成要素	説明
IP リンク	リンク層でノード間通信に使用される通信設備や通信媒体。リンク層とは IPv4 および IPv6 のすぐ下の層で、Ethernet (ブリッジされたものも含む) や ATM ネットワークなどがあります。IP リンクには、1 つまたは複数の IPv4 サブネット番号 (ネットワーク接頭子) が割り当てられます。同じサブネット番号 (ネットワーク接頭子) を複数の IP リンクに割り当てることはできません。ATM LANE では、IP リンクは 1 つのエミュレートされた LAN です。ARP を使用する場合、ARP プロトコルの有効範囲は単一の IP リンクです。
ネットワークインタフェースカード (NIC)	リンクとのインタフェースになる、内部ネットワークアダプタおよび独立したネットワークアダプタカード
物理インタフェース	リンクに対するノードの接続。この接続は通常、デバイスドライバとネットワークアダプタとして実装されます。ネットワークアダプタによっては、qfe のように複数の接続点をもつこともあります。このマニュアルでは、「ネットワークアダプタ」は「単一接続点」を示します。
物理インタフェースグループ	同じリンクに接続されている、システム上の物理インタフェース群。グループ内のすべての物理インタフェースには、識別のための空文字列でない同じ名前が割り当てられます。
物理インタフェースグループ名	グループを識別する、物理インタフェースに割り当てられる名前。この名前の有効範囲は 1 つのシステムです。同じグループ名を共有する複数の物理インタフェースは物理インタフェースグループを構成します。

表 1-1 IP ネットワークマルチパスの構成要素 続く

構成要素	説明
障害検出	NIC や NIC から第 3 層の装置への経路が動作しなくなったことを検出する処理
回復検出	障害の発生後、NIC や NIC から第 3 層の装置への経路が正しく動作し始めたことを検出する処理
障害経路の迂回	ネットワークアクセスを、障害が検出されたインタフェースから正常な物理インタフェースに切り替える処理。ネットワークアクセスには、IPv4 のユニキャスト、マルチキャスト、およびブロードキャストと、IPv6 のユニキャストとマルチキャストが含まれます。
回復した経路への復帰	ネットワークアクセスを、回復が検出されたインタフェースに戻す処理
待機インタフェース	グループ内の他の物理インタフェースに障害が発生するまでデータの伝送には使用されない物理インタフェース

## Solaris ネットワークマルチパス

Solaris ネットワークマルチパスは、次の構成要素で実装されています。

- マルチパスデーモン - in.mpathd
- IP

in.mpathd デーモンは障害を検出し、障害経路の迂回や回復した経路への復帰に対するさまざまな方針を実装します。in.mpathd は障害や回復を検出すると、ioctl を発行して障害経路の迂回や回復した経路への復帰を指示します。IP はこの ioctl に従い、ネットワークアクセスの障害経路の迂回を透過的かつ自動的にを行います。



**注意** - ある NIC グループに対して IP ネットワークマルチパスを使用している場合は、同じ NIC グループに対して Alternate Pathing (代替パス) を使用しないでください。同様に、代替パスを使用している場合は、IP ネットワークマルチパスを使用しないでください。NIC グループが異なる場合は、代替パスと IP ネットワークマルチパスを同時に使用できます。

## 物理インタフェース障害の検出

in.mpathd デーモンは、リンクに接続されている標識 (他のシステムやルータなど) に対し、グループに属するすべてのインタフェースを通して ICMP エコー検査信号を送信し、障害や回復を検出します。デーモンは、マルチパスグループにインタフェースが追加され、検査用 IP アドレスが割り当てられていると、マルチパスグループのすべてのインタフェースを通して検査信号を送信し、障害を検出します。検査用 IP アドレスやグループの構成を行う手順については、30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」を参照してください。

検査信号を送信する標識は in.mpathd が動的に決定するため、ユーザーは標識を指定できません。リンクに接続されているルータは、検査信号の宛先となる標識として選択されます。リンクにルータが接続されていない場合は、リンク上の任意のホストが選択されます。ホスト選択にあたっては、すべてのホストを意味するマルチキャストアドレス (IPv4 では 224.0.0.1、IPv6 では ff02::1) にマルチキャストパケットが送信され、エコーパケットに最初に応答したいくつかのホストが検査信号の宛先 (標識) に選択されます。ICMP エコーパケットに応答するルータやホストを発見できない場合には、in.mpathd は障害を検出できません。

グループの各 NIC が正常に機能するかどうかを確認するために、in.mpathd は、マルチパスグループのすべてのインタフェースを通してすべての標識に個別に検査信号を送信します。連続する 5 つの検査信号に対し応答がない場合、in.mpathd はそのインタフェースに障害があるものとみなします。検査信号を発信する頻度は、障害検出時間に依存します。障害検出時間のデフォルト値は 10 秒です。障害検出時間の変更方法については、in.mpathd(1M) のマニュアルページを参照してください。障害検出時間が 10 秒の場合、検査信号を発信する頻度はおよそ 2 秒に 1 度になります。

連続する 5 つの検査信号に対し応答がない場合、in.mpathd はそのインタフェースに障害が発生したとみなします。in.mpathd は障害を検出すると、障害経路の迂回が行われ、すべてのネットワークアクセスが障害のあるインタフェースから同じグループの別の正常なインタフェースに移されます。待機インタフェースが構成されている場合、in.mpathd は、IP アドレス、ブロードキャスト、マルチキャストメンバーシップの移動先に待機インタフェースを選択します。待機インタフェースが構成されていない場合は、最小の IP アドレスをもつインタフェースを選択します。

## 物理インタフェースの回復検出

物理インタフェースが回復したかどうかを検出するために、`in.mpathd` は障害の発生した NIC を通して検査信号を送信します。あるインタフェースが正常でない場合、そのインタフェースのすべてのアドレスがグループ内の別の正常なインタフェースに移されます。`in.mpathd` は回復を検出するための検査信号の送出しにアドレスを必要とするので、障害経路の迂回の際に移されない検査用 IP アドレスを構成する必要があります。この検査用 IP アドレスに関してはネットワークアクセスの障害経路の迂回は行われなため、この検査用 IP アドレスを通常のアプリケーションで使用しないようにしてください。設定手順については、30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」を参照してください。`in.mpathd` は、連続する 10 個の検査パケットに対し応答を受信すると、インタフェースが回復したものとみなします。`in.mpathd` は、これ以後に障害を検出すると、すべてのネットワークアクセスを回復したインタフェースに回復した経路への復帰を行います。

## リンク障害

すべての NIC で同時に障害が発生した場合、`in.mpathd` はリンク障害が発生したものとみなし、障害経路の迂回を行いません。これは、すべての標識で同時に障害が発生した場合も同様です。この場合 `in.mpathd` は、現在のすべての標識選択を取り消し、新しく標識を見つけます (13ページの「物理インタフェース障害の検出」を参照)。

---

## 複数の物理インタフェースで構成されたマルチパスグループの管理

この節では、IP ネットワークマルチパスを有効にする方法について説明します。IP ネットワークマルチパス機能を使用するには、同じ IP リンクに複数の物理インタフェースで接続されていなければなりません。たとえば、同じ Ethernet スイッチや同じ IP サブネットなどに、同じマルチパスグループとして構成された複数の物理インタフェースを接続します。物理インタフェースが 1 つだけの場合は、22ページの「1つの物理インタフェースで構成されたマルチパスグループの管理」を参照してください。

マルチパスグループは、空文字列でない名前でも識別されます。たとえば、`math-link`、`bio-link`、`chem-link` などは有効な名前です。名前は通常、グループがどこに接続されているのかを表しています。マルチパスグループのいずれか 1 つのネットワークアダプタに障害が発生すると、障害が発生したアダプタのすべてのネットワークアクセスが、同じグループの正常なアダプタに迂回されます。ネットワークアクセスの障害経路の迂回の対象には、IPv4 のユニキャスト、ブロードキャスト、およびマルチキャストと、IPv6 のユニキャストおよびマルチキャストが含まれます。IP ネットワークマルチパスが正常に動作するには、同じマルチパスグループに属するネットワークアダプタで次の条件が満たされている必要があります。

1. マルチパスグループのすべてのネットワークアダプタに対し、同じ STREAMS モジュール群をプッシュおよび構成する必要があります。
2. 1 つのネットワークアダプタで IPv4 を結合するのであれば、マルチパスグループのすべてのネットワークアダプタで IPv4 を結合する必要があります。
3. 1 つのネットワークアダプタで IPv6 を結合するのであれば、マルチパスグループのすべてのネットワークアダプタで IPv6 を結合する必要があります。
4. Ethernet の場合は、システムにあるすべての Ethernet ネットワークアダプタに固有の MAC アドレスが必要です。SPARC プラットフォームの場合は、`openboot PROM` の `local-mac-address?` を `true` に設定します。IA (x86) プラットフォームでは、何もする必要はありません。
5. マルチパスグループのすべてのネットワークアダプタは、同じ IP リンクに接続されていなければなりません。
6. マルチパスグループに異なる種類のインタフェースが含まれていてはなりません。グループ化するインタフェースは、`/usr/include/net/if_types.h` に定義されているのと同じタイプのインタフェースでなければなりません。たとえば、Ethernet とトークンリングを一緒にしたり、トークンバスと ATM (非同期転送モード) を一緒にしたりすることはできません。
7. ATM で IP ネットワークマルチパスを使用する場合は、ATM を LAN エミュレーションで構成する必要があります (従来の IP インスタンス間のマルチパスの使用は、現在はサポートされていません)。

---

注 - 4 つ目の条件は、マルチパスグループに属するインタフェースだけでなく、システムのすべてのインタフェースに適用されます。

---

## 物理インタフェースのグループ化

グループの構成には、`ifconfig` コマンドを使用します。このコマンドの `group` オプションでグループ名を指定し、インタフェースを IPv4 と IPv6 をともにそのグループに追加します。`group` オプションは次のように使用します。

```
ifconfig interface-name group group-name
```

---

注 - グループ名にはスペースの使用は避けてください。`ifconfig` ステータスディスプレイは、スペースを表示しません。そのため、一方にスペースを含む 2 つの似たグループ名を作成した場合、ステータスディスプレイでは同じように見えてしまうこととなります。実際は別のグループ名であり、混乱を招きやすいためです。

---

特定のグループに IPv4 インタフェースを入れると、同じグループに IPv6 インタフェースが自動的に入れられます。さらに、同じコマンドを使って、同じサブネットに接続された 2 つ目のインタフェースを同じグループに入れることができます (30 ページの「2 つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」を参照)。

マルチパスグループからインタフェースを削除するには、`group` オプションで空文字列を指定します (38 ページの「グループからインタフェースを削除するには」を参照)。

別のマルチパスグループに属するインタフェースを新しいグループに入れる場合、既存のグループからそのインタフェースを削除する必要はありません。インタフェースを新しいグループに入れると、そのインタフェースは既存のグループから自動的に削除されます (39 ページの「インタフェースを既存のグループから別のグループに移動するには」を参照)。

1 つのマルチパスグループに構成できるネットワークアダプタの数に制限はありません。`group` オプションを論理インタフェースに指定することはできません。たとえば、`hme0` は使用できますが、`hme0:1` は使用できません。

マルチパスグループのすべてのインタフェースは、同じ IP リンクに接続されていなければなりません。これは、インタフェースに障害が発生すると、障害経路の迂回処理によって、すべての IP アドレスが障害の発生したインタフェースからグループ内の正常なインタフェースに移されるからです。正常なインタフェースに切り替えられたアドレスにルーターがパケットのルーティングを引き続き行うためには、その正常なインタフェースが同じ IP リンクに接続されていなければなりません。



## 検査用 IP アドレスの構成

マルチパスグループのすべての物理インタフェースを構成する際には、検査用 IP アドレスを指定する必要があります。検査用 IP アドレスは、障害や回復の検出に必要です。検査用 IP アドレスが指定されていないと、その物理インタフェースは障害経路の迂回には使用されません。in.mpathd だけが検査用 IP アドレスを使用します。通常のアプリケーションでは、このアドレスを使用しないようにしてください。インタフェースに障害が発生しても、このアドレスに関しては障害経路の迂回が行われません。IPv4 では、検査用 IP アドレスを構成する際には、通常のアプリケーションが検査用 IP アドレスを使用しないように設定してください (30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」を参照)。

ここでは、次のインターネットプロトコルに対する検査用 IP アドレス構成の概念について説明します。

- IPv4
- IPv6

### IPv4 検査用アドレス

in.mpathd マルチパスデーモンは、障害や回復を検出するための検査用 IP アドレスを必要とします。この IP アドレスは、ルーティング可能なアドレスでなければなりません。つまり、このアドレスのネットワークアドレス (ネットワーク接頭子) がリンク内のすべてのルーターから認識可能でなければなりません。検査用 IP アドレスの構成には、ifconfig コマンドの `-failover` オプションを使用します。検査用 IP アドレスを設定する構文は次の通りです。

```
# ifconfig interface-name addif ip-address <other-parameters> -failover up
```

<other-parameters> には、実際の構成に必要なオプションを指定します。詳細は、ifconfig(1M) のマニュアルページを参照してください。IPv4 検査用アドレスの設定手順については、30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」を参照してください。

たとえば、アドレスが 19.16.85.21、ネットマスクおよびブロードキャストアドレスがデフォルト値で、かつ検査用に使用できる論理インタフェースを新規に作成するには、次のように指定します。

```
# ifconfig hme0 addif 19.16.85.21 netmask + broadcast + -failover up
```

---

注 - この検査用 IP アドレスをアプリケーションから使用できないように IPv4 検査用アドレスを deprecated と指定する必要があります (30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」を参照)。

---

アドレスの障害経路の迂回属性を有効にする場合は、failover (ダッシュ (-) をつけない) を指定します。

---

注 - マルチパスグループのすべての検査用 IP アドレスには、同じネットワークアドレスを使用する必要があります。つまり、すべての検査用 IP アドレスは1つの IP サブネットに属していなければなりません。

---

## IPv6 検査用 IP アドレス

リンクローカルアドレスが物理インタフェースに結び付けられているので、IPv6 検査用 IP アドレスを構成するには、リンクローカルアドレス自体を使用します。したがって、IPv6 では、別個の IP アドレスは必要ありません。IPv6 の場合、-failover オプションの構文は次の通りです。

```
# ifconfig interface-name inet6 -failover
```

IPv6 検査用 IP アドレスの設定手順については、30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」を参照してください。

マルチパスグループですべてのグループのインタフェースに IPv4 と IPv6 の両方が結合される場合には、別個の IPv4 検査用アドレスは必要ありません。in.mpathd デーモンは、IPv6 リンクローカルアドレスを使ってインタフェースを調べることができます。IPv6 リンクローカルアドレスは、IPv6 を結合すると自動的に作成されます。

アドレスの障害経路の迂回属性を有効にするには、failover (ダッシュ (-) をつけない) を指定します。

---

注 - 有効な IPv6 検査用 IP アドレスは、リンクローカルアドレスだけです。

---

## アプリケーションによる検査用 IP アドレス使用の防止

検査用 IP アドレスを構成したら、このアドレスが通常のアプリケーションで使用されないようにする必要があります。検査用 IP アドレスに対して障害経路の迂回処理が行われないため、アプリケーションから検査用 IP アドレスを使用できるとすると、検査用 IP アドレスを使用したアプリケーションは障害迂回の処理時に異常終了します。検査用 IP アドレスが通常のアプリケーションに使用されるのを防ぐには、`ifconfig` コマンドを使って検査用 IP アドレスを `deprecated` と指定します。このオプションは次の構文により指定します。

```
ifconfig interface-name deprecated
```

アドレスを `deprecated` と指定すると、このアドレスをアプリケーションが明示的に指定しない限り、IP はこのアドレスを通信のソースアドレスとして選択しません。このようなアドレスに明示的に指定するのは、`in.mpathd` だけです (30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」を参照)。

ネームサービス (DNS、NIS、NIS+) にはリンクローカルアドレスは登録されませんので、アプリケーションはリンクローカルアドレスを通信に使用しません。したがって、IPv6 検査用 IP アドレスを `deprecated` と指定する必要はありません。

---

注 - IPv6 リンクローカルアドレスは `deprecated` と指定しないでください。

---

アドレスの `deprecated` 属性を無効にするには、`-deprecated` オプションを使用します。

---

注 - IPv4 検査用アドレスは、ネームサービスデータベース (DNS、NIS、または NIS+) に入れないでください。IPv6 では、検査用 IP アドレスとしてリンクローカルアドレスが使用されますが、このアドレスは通常、ネームサービスデータベースに入れられません。

---

## hostname ファイルによるグループと検査用 IP アドレスの構成

マルチパスグループと検査用 IP アドレスの構成には、`/etc/hostname.interface` ファイルを使用できます。`/etc/hostname.interface` ファイルを使ってマルチパスグループを構成するには、次の構文に従ってファイルに 1 行追加します。

```
interface-address <parameters> group group-name up \  
addif logical-interface-address <parameters> up
```

たとえば、次の構成に基づいて test グループを作成します。

- 物理インタフェース hme0 のアドレスは 19.16.85.19
- 論理インタフェースのアドレスは 19.16.85.21
- deprecated と -failover を指定する。
- ネットマスクおよびブロードキャストアドレスをデフォルト値に設定する。

/etc/hostname.hme0 ファイルに次の行を追加します。

```
19.16.85.19 netmask + broadcast + group test up \  
addif 19.16.85.21 deprecated -failover netmask + broadcast + up
```

IPv4 hostname ファイルの構成手順については、30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」を参照してください。

IPv6 の設定では、次の構文に従って /etc/hostname6.interface ファイルに 1 行追加します。

```
<parameter> group group-name up
```

たとえば、IPv6 検査用 IP アドレスを使って hme0 に対し test グループを作成するには、/etc/hostname6.hme0 ファイルに次の行を追加します。

```
-failover group test up
```

IPv6 hostname6 ファイルの構成手順については、30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」を参照してください。

## 待機インタフェースの構成

マルチパスグループには、待機インタフェースを構成できます。名前が示すように、このインタフェースは待機中とみなされ、グループの他のインタフェースに障害が発生しない限り使用されません。

待機インタフェースは、通常のデータパケットの送信には使用されません。したがって、待機インタフェースでのデータの流量は限られています。待機インタフェースが正常であるかどうかを判定するための検査信号の送信に使用するため、

待機インタフェースには検査用 IP アドレスが必要です。待機インタフェースに検査用 IP アドレスが指定されていないと、グループの別のインタフェースに障害が発生しても、この待機インタフェースは障害経路の迂回先にはなりません。次の場合には、待機インタフェースにデータが流れることがあります。

- ネットワーク上の別ホストが待機インタフェースのアドレスを使ってこのホストと通信すると、着信パケットにはその待機インタフェースが使用されます。
- 待機インタフェースのアドレスをアプリケーションが(bindまたは IP\_ADD\_MEMBERSHIP を使って) 指定すると、継続的にこの待機インタフェースにデータが流れることがあります。

このように待機インタフェースは、アプリケーションによって明示的に選択されない限り、通常(検査目的以外には) 選択されません。グループのインタフェースに障害が発生すると、すべてのネットワークアクセスは待機インタフェースに迂回されます。待機インタフェースを構成するには、次のように `ifconfig` コマンドの `standby` オプションを使用します。

```
# ifconfig interface-name standby group group-name
```

この手順については、34ページの「インタフェースの1つが待機インタフェースであるマルチパスグループを構成するには」を参照してください。

待機インタフェースに検査用 IP アドレスが設定されていると、`in.mpathd` デモンは、待機インタフェースを通して検査信号を送信します。待機インタフェースには、検査用 IP アドレスだけを設定してください。待機インタフェースに他のアドレスを追加しても、追加は失敗します。検査用 IP アドレス以外のアドレスをもつインタフェースを待機インタフェースに指定すると、これらのアドレスは自動的にグループの他のインタフェースに移され、検査用 IP アドレスがある場合は待機インタフェースには検査用 IP アドレスだけが残ります。待機インタフェースに検査用 IP アドレス以外のアドレスを設定しないことを推奨します。

検査用 IP アドレスを指定するには、`ifconfig` コマンドの `standby` や `up` オプションの前に `deprecated` と `-failover` オプションを指定します。

待機インタフェースに検査用 IP アドレスを設定するには、次の構文を使用します。

```
# ifconfig interface-name plumb ip-address <other-parameters> deprecated -failover standby up
```

<other-parameters> には、実際の構成に必要なパラメータを使用します。詳細は、`ifconfig(1M)` のマニュアルページを参照してください。

---

注 - 待機インタフェースに検査用 IP アドレスが設定されていないと、待機インタフェースは障害経路の迂回には使用されません。

---

たとえば、次の構成に基づいて検査用 IP アドレスを作成します。

- 物理インタフェース hme2 を待機インタフェースにする。
- アドレスを 19.16.85.22 とする。
- deprecated と -failover を指定する。
- ネットマスクおよびブロードキャストアドレスをデフォルト値に設定する。

次のようにコマンド行を入力します。

```
# ifconfig hme2 plumb 19.16.85.22 netmask + broadcast + deprecated -failover standby up
```

---

注 - インタフェースは、アドレスに対して障害経路の迂回が行われないように設定された後にのみ、待機インタフェースとして設定されます。

---

この手順については、34ページの「インタフェースの1つが待機インタフェースであるマルチパスグループを構成するには」を参照してください。

待機状態を解除するには、次の構文を使用します。

```
# ifconfig interface-name -standby
```

---

## 1つの物理インタフェースで構成されたマルチパスグループの管理

マルチパスグループにネットワークアダプタが1つしかない場合でも、このNICの障害を検出するようにネットワークアダプタを構成することができます。

グループにNICが1つしかなければ障害経路の迂回が行われないため、グループの物理インタフェースごとに別個の検査用IPアドレスを設定する必要はありません。通常アドレスを障害経路の迂回が行われないアドレスとして設定すれば、デーモンはそのインタフェースを使って検査信号を送信します。複数の物理インタフェースがある場合とは異なり、このアドレスを deprecated と指定する必要はありません。グループにはインタフェースが1つしかないため、障害の発生したインタ

フェースの IP アドレスが別のインタフェースに移されることはありません。このため、このアドレスを使用してもアプリケーションは異常終了することはありません。

インタフェースの IPv4 アドレスに対して障害経路の迂回が行われないように設定するには、次の構文を使用します。

```
# ifconfig interface-name -failover group group-name
```

IPv6 の場合は、次の構文を使用します。

```
# ifconfig interface-name inet6 -failover group group-name
```

デーモンが障害を検出すると、インタフェースの状態がそれに応じて変更され、コンソールにログが出力されます。

---

注 - 障害が検査信号の標識に発生したのか NIC に発生したのかを検証する方法はありません。これは、検査に使用できる物理インタフェースが標識に 1 つしかないためです。サブネットのデフォルトルーターが 1 つしかない場合は、グループの物理インタフェースが 1 つだけであれば、マルチパスを無効にしてください。IPv4 と IPv6 のデフォルトルーターが別個に存在する場合は (または、複数のデフォルトルーターが存在する場合は)、検査信号の対象は 2 つ以上あります。したがって、マルチパスを有効にしても問題ありません。

---

---

## マルチパスグループからのネットワークアダプタの削除

`ifconfig` コマンドの `group` オプションに空文字列を指定すると、インタフェースが既存のグループから削除されます (38 ページの「グループからインタフェースを削除するには」を参照)。グループからインタフェースを削除する場合は、慎重に行う必要があります。マルチパスグループの他のインタフェースに障害が発生している場合、障害経路の迂回が行われていることがあります。たとえば、`hme0` に障害が発生し、すべてのアドレスが、同じグループに属する `hme1` に移されたとします。このグループから `hme1` を削除すると、`in.mpathd` はこれらの障害経路の迂回が行われたアドレスをグループ内の他のインタフェースに戻します。正常に動作しているインタフェースがグループ内になれば障害経路の迂回が行われず、すべてのネットワークアクセスは維持できません。

同様に、インタフェースがグループに属しており、結合解除する必要がある場合は、まずグループからインタフェースを削除し、その際そのインタフェースのすべての IP アドレスを維持する必要があります。これは、グループから削除されるインタフェースの構成を `in.mpathd` デーモンが再現しようとするからです。インタフェースを結合解除する場合は、その前に構成が再現されていなければなりません。障害経路の迂回の前後でインタフェースの構成がどのように変化するかについては、25ページの「マルチパスデーモン」を参照してください。

---

## ネットワークアダプタの切り離し

動的再構成 (DR: Dynamic Reconfiguration) では、IP ネットワークマルチパスを使用して、IP を使用中のユーザーに影響を及ぼすことなく特定のネットワークデバイスを切り離すことができます。NIC が動的再構成によって切り離される (オフラインになる) 前に、その NIC のすべての障害迂回 IP アドレスは、同じ IP ネットワークマルチパスグループ内の他の NIC へ自動的に経路迂回処理されます。検査用 IP アドレスは無効にされ、NIC は結合解除されます。しかし、この種のシステム構成の変更は `/etc/hostname.*` ファイル、およびその他どこにも反映されません。その結果、除去された NIC が担っていた IP アドレスは、システムのリポート後は失われ、回復することはありません。たとえば、`hme0` が動的再構成によって切り離され、システムから除去されたとします。`hme0` を除去した状態でシステムをリポートすると、ブートスクリプトが `/etc/hostname.hme0` ファイルの存在を検知し、`hme0` を結合しようとしています。この結合は失敗し、その除去された NIC が担っていた IP アドレスは失われます。

リポート後もこれらの IP アドレスを維持するには、適切な `/etc/hostname.*` ファイルを変更する必要があります。たとえば、`hme0` と `hme1` が同じ IP ネットワークマルチパスのグループにあるとすると、`addif` 行を `/etc/hostname.hme0` ファイルから `/etc/hostname.hme1` ファイルへ移動する必要があります。除去された NIC を差し換えた場合は、IP アドレスを手作業で元に戻すこととなります。`/etc/hostname.*` ファイルの変更の例については、19ページの「hostname ファイルによるグループと検査用 IP アドレスの構成」および 30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」の手順 4 を参照してください。

---

注 - NIC の接続と再接続には、手作業が必要です。

---



## マルチパスデーモン

`in.mpathd` マルチパスデーモンは、グループに属するすべてのインタフェースから検査信号を送信することによって障害や回復を検出します。グループに属するインタフェースに検査用 IP アドレスがあれば、デーモンは検査信号の送信を開始し、そのインタフェースに障害がないかどうかを判断します。連続する 5 つの検査信号に対し応答がない場合は、そのインタフェースに障害が発生しているものとみなします。検査頻度は、障害検出時間によって異なります。デフォルトの障害検出時間は 10 秒です。つまり、検査頻度は 2 秒に 1 回の割合です。ネットワークで同期が発生するのを防ぐため、検査は定期的には実行されません。連続する 5 つの検査信号に応答がないと、`in.mpathd` は、そのインタフェースに障害が発生したとみなし、障害経路の迂回が行われ、ネットワークアクセスを障害のあるインタフェースからグループの別の正常なインタフェースへ移します。待機インタフェースが構成されている場合は、IP アドレスと、ブロードキャストやマルチキャストメンバーシップの障害経路の迂回用に待機インタフェースが選択されます。待機インタフェースが構成されていない場合は、最小の IP アドレスをもつインタフェースが選択されます。関連情報については、`in.mpathd(1M)` のマニュアルページを参照してください。

次の 2 つの例は、一般的な構成と、インタフェースに障害が発生したときに構成がどのように変化するかを示しています。`hme0` インタフェースに障害が発生すると、すべてのアドレスが `hme0` から `hme1` に移されます。

### 例 1-1 インタフェースに障害が発生する前のインタフェース構成

```
hme0: flags=9000843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,IPv4> mtu 1500 index 2
inet 19.16.85.19 netmask ffffffff00 broadcast 19.16.85.255
groupname test
hme0:1: flags=9000843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,DEPRECATED,IPv4,NOFAILOVER> mtu 1500
index 2 inet 19.16.85.21 netmask ffffffff00 broadcast 129.146.85.255
hme1: flags=9000843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,IPv4> mtu 1500 index 2
inet 19.16.85.20 netmask ffffffff00 broadcast 19.16.85.255
groupname test
hme1:1: flags=9000843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,DEPRECATED,IPv4,NOFAILOVER> mtu 1500
index 2 inet 19.16.85.22 netmask ffffffff00 broadcast 129.146.85.255
hme0: flags=a000841<UP,RUNNING,MULTICAST,IPv6,NOFAILOVER> mtu 1500 index 2
inet6 fe80::a00:20ff:feb9:19fa/10
groupname test
hme1: flags=a000841<UP,RUNNING,MULTICAST,IPv6,NOFAILOVER> mtu 1500 index 2
inet6 fe80::a00:20ff:feb9:1bfc/10
groupname test
```

## 例 1-2 インタフェースに障害が発生した後のインタフェース構成

```
hme0: flags=19000842<BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,IPv4,NOFAILOVER,FAILED> mtu 0 index 2
  inet 0.0.0.0 netmask 0
  groupname test
hme0:1: flags=19040843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,DEPRECATED,IPv4,NOFAILOVER,FAILED>
  mtu 1500 index 2 inet 19.16.85.21 netmask ffffffff broadcast 129.146.85.255
hme1: flags=9000843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,IPv4> mtu 1500 index 2
  inet 19.16.85.20 netmask ffffffff broadcast 19.16.85.255
  groupname test
hme1:1: flags=9000843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,DEPRECATED,IPv4,NOFAILOVER> mtu 1500
  index 2 inet 19.16.85.22 netmask ffffffff broadcast 129.146.85.255
hme1:2: flags=1000843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,IPv4> mtu 1500 index 6
  inet 19.16.85.19 netmask ffffffff broadcast 19.16.18.255
hme0: flags=a000841<UP,RUNNING,MULTICAST,IPv6,NOFAILOVER,FAILED> mtu 1500 index 2
  inet6 fe80::a00:20ff:feb9:19fa/10
  groupname test
hme1: flags=a000841<UP,RUNNING,MULTICAST,IPv6,NOFAILOVER> mtu 1500 index 2
  inet6 fe80::a00:20ff:feb9:1bfc/10
  groupname test
```

上記の例では、障害が発生したことを示す **FAILED** フラグが `hme0` に設定されています。また、`hme1:2` が新しく作成されているのがわかります。`hme0` の構成は `hme1:2` に引き継がれました。これによって、アドレス `19.16.85.19` は、`hme1` からアクセスできるようになります。`19.16.85.19` に対応するマルチキャストメンバーシップはこの後もパケットを受信できますが、パケットは `hme1` を通して受信されます。アドレス `19.16.85.19` が `hme0` から `hme1` に障害経路の迂回が行われるとき、`hme0` にはダミーアドレス `0.0.0.0` が作成されます。ダミーアドレスは、回復した経路への復帰時に削除されます。ダミーアドレスは、`hme0` を引き続きアクセスできる状態に保つために作成されます。`hme0` がなければ、`hme0:1` は存在できません。

同様に、IPv6 アドレスが `hme0` から `hme1` へ移されています。IPv6 では、マルチキャストメンバーシップはインタフェースインデックスに関連付けられています。マルチキャストメンバーシップも `hme0` から `hme1` に移されます。`in.ndpd` が構成を行うすべてのアドレスも移されます (上記の例には示されていません)。

`in.mpathd` デーモンは引き続き、障害が発生した NIC `hme0` を通して検査を行います。(デフォルトの障害検出時間 10 秒の間に) 10 回の応答を連続して受け取ると、インタフェースが回復したとみなし、回復した経路への復帰を行います。回復した経路への復帰が行われると、元の構成が再び確立されます。

障害や回復の検出時にコンソールに出力されるエラーメッセージについては、`in.mpathd(1M)` のマニュアルページを参照してください。

---

## マルチパス構成ファイル

in.mpathd デーモンは、/etc/default/mpathd 構成ファイルの設定値を使ってマルチパスを構成します。このファイルへの変更は、in.mpathd が起動した時と SIGHUP シグナルを受信した時に有効になります。このファイルには、次のデフォルト設定値と情報が含まれています。

```
#
# Time taken by mpathd to detect a NIC failure in ms. The minimum time
# that can be specified is 100 ms.
#
FAILURE_DETECTION_TIME=10000
#

# Failback is enabled by default. To disable failback turn off this option
#
FAILBACK=yes
#

# By default only interfaces configured as part of multipathing groups
# are tracked. Turn off this option to track all network interfaces
# on the system
#
TRACK_INTERFACES_ONLY_WITH_GROUPS=yes
```

/etc/default/mpathd 構成ファイルの構成手順については、42ページの「マルチパス構成ファイルを構成するには」を参照してください。

### 障害検出時間

障害検出時間の設定値は小さくすることができます。ネットワークの負荷が高すぎると、障害検出時間が守られないことがあります。その場合 in.mpathd は、メッセージをコンソールに出力します。また、現在の達成可能な時間もコンソールに出力します。応答が正しく戻ってくる場合は、このファイルの障害検出時間に従って検出が行われます。

---

注 - NIC 障害を検出するために mpathd が用いる時間を 1 ミリ秒 (0.001 秒) 単位で指定します。指定可能な最短時間は 100 ミリ秒 (0.1 秒) です。

---

## 回復した経路への復帰

障害経路の迂回が行われた後に障害の発生したインタフェースが回復すると、回復した経路への復帰が行われます。ただし、`FAILBACK` が `no` に設定されていると、インタフェースの回復した経路への復帰は行われません。

---

注・デフォルトでは、回復した経路への復帰は有効 (`yes`) になっています。

---

## 「グループに属するインタフェースのみの追跡」オプション

`TRACK_INTERFACES_ONLY_WITH_GROUPS` オプションが無効になっていると、`in.mpathd` はシステムのすべてのインタフェースを追跡します。障害を検出すると、適切なメッセージをコンソールに出力します。このオプションが正しく機能するには、すべてのインタフェース上の `Ethernet` アドレスが固有のものでなければなりません。

---

注・デフォルトでは、マルチパスグループの一部として構成されているインタフェースのみを追跡します。

---

## ネットワークマルチパスの導入

---

この章では、インタフェースグループを作成および使用するための手順や、検査用 IP アドレス、hostname ファイル、マルチパス構成ファイルを構成するための手順について説明します。

- 30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」
- 34ページの「インタフェースの1つが待機インタフェースであるマルチパスグループを構成するには」
- 37ページの「物理インタフェースが属するグループを表示するには」
- 38ページの「グループにインタフェースを追加するには」
- 38ページの「グループからインタフェースを削除するには」
- 39ページの「インタフェースを既存のグループから別のグループに移動するには」
- 40ページの「障害が発生した物理インタフェースを取り外すには」
- 41ページの「障害が発生した物理インタフェースを交換するには」
- 42ページの「マルチパス構成ファイルを構成するには」

---

### マルチパスインタフェースグループの構成

この節では、マルチパスインタフェースグループの構成手順とインタフェースを待機インタフェースに指定するための手順を説明します。

16ページの「物理インタフェースのグループ化」にも関連情報が記述されています。

## マルチパスインタフェースグループの構成 - 作業一覧

表 2-1 マルチパスインタフェースグループの構成 - 作業一覧

作業	概要	参照する手順
2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成	ifconfig コマンド、group オプション、-failover オプション、deprecated オプション、および /etc/hostname.interface ファイルを使用する。	30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」
インタフェースの1つが待機インタフェースであるマルチパスグループを構成	ifconfig コマンド、group オプション、standby オプション、-failover オプション、および /etc/hostname.interface ファイルを使用する。	34ページの「インタフェースの1つが待機インタフェースであるマルチパスグループを構成するには」
物理インタフェースが属するグループを表示	ifconfig コマンドとインタフェース名を使用する。	37ページの「物理インタフェースが属するグループを表示するには」
グループにインタフェースを追加	ifconfig コマンドとインタフェース名を使用する。	38ページの「グループにインタフェースを追加するには」
グループからインタフェースを削除	ifconfig コマンドと空文字列を使用して、IP ネットワークマルチパスを無効にする。	38ページの「グループからインタフェースを削除するには」
インタフェースを既存のグループから別のグループに移動	ifconfig コマンドと group オプションを使用する。	39ページの「インタフェースを既存のグループから別のグループに移動するには」

### ▼ 2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには

1. スーパーユーザーになります。

2. 次のコマンドを使って、個々の物理インタフェースをマルチパスグループに入れます。

```
# ifconfig interface-name group group-name
```

たとえば、hme0 と hme1 を test グループに入れるには、次のように入力します。

```
# ifconfig hme0 group test
# ifconfig hme1 group test
```

3. すべての物理インタフェースに対し検査用 IP アドレスを指定します。
  - a. IPv4 検査用アドレスの場合は、次のコマンドを使用します。

---

注 - この手順では、物理インタフェースのアドレスがすでに構成されているものとします。

---

```
# ifconfig interface-name addif ip-address <parameters> -failover deprecated up
```

たとえば、次の構成に基づいて hme0 の検査用 IP アドレスを設定します。

- アドレスは 19.16.85.21
- ネットマスクおよびブロードキャストアドレスをデフォルト値に設定する。
- -failover と deprecated を指定する。

次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig hme0 addif 19.16.85.21 netmask + broadcast + -failover deprecated up
```

構成を確認するには、次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig hme0:1
hme0:1: flags=9000843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,DEPRECATED,IPv4,NOFAILOVER> mtu 1500
index 2 inet 19.16.85.21 netmask ffffffff broadcast 19.16.85.255
```

---

注 - この検査用 IP アドレスをアプリケーションから使用されないようにするため IPv4 検査用アドレスを deprecated と指定する必要があります。

---

次に、下記の構成に基づいて hme1 の検査用 IP アドレスを設定します。

- アドレスは 19.16.85.22
- ネットマスクおよびブロードキャストアドレスをデフォルト値に設定する。
- -failover と deprecated を指定する。

次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig hme1 addif 19.16.85.22 netmask + broadcast + -failover deprecated up
```

b. IPv6 検査用 IP アドレスの場合は、次のコマンドを使用します。

```
# ifconfig interface-name inet6 -failover
```

---

注 - この時点では IPv4 アドレスをもつ物理インタフェースがすでにマルチパスグループに追加されているため、IPv6 アドレスをもつ物理インタフェースも自動的に同じマルチパスグループに追加されています。IPv6 アドレスをもつ物理インタフェースが最初にマルチパスグループに追加された場合も、IPv4 アドレスをもつ物理インタフェースは自動的に同じマルチパスグループに追加されます。

---

たとえば、hme0 に IPv6 検査用 IP アドレスを指定するには、次のコマンドを使用します。

```
# ifconfig hme0 inet6 -failover
```

構成を確認するには、次のように入力します。

```
# ifconfig hme0 inet6
hme0: flags=a000841<UP,RUNNING,MULTICAST,IPv6,NOFAILOVER> mtu 1500 index 2
      inet6 fe80::a00:20ff:feb9:17fa/10
      groupname test
```



---

注 - 検査用 IP アドレスをアプリケーションから使用されないようにするために IPv6 検査用 IP アドレスを deprecated と指定する必要はありません。

---

2 つ目のインタフェース hme1 には、次のコマンドを使用します。

```
# ifconfig hme1 inet6 -failover
```

4. (この手順は、リブート後も構成を有効にしたい場合にだけ必要です。) リブート後も構成を有効にするには、次の手順を実行します。

a. IPv4 の場合は、`/etc/hostname.interface` ファイルに次の行を追加します。

```
interface-address <parameters> group group-name up \  
addif logical-interface -failover deprecated <parameters> up
```

---

注 - この検査用 IP アドレスは、次回のリブートで有効になります。構成をその場で有効にするには、手順 1 から 3 を実行する必要があります。

---

たとえば、hme0 に対し次の構成に基づいて test グループを作成します。

- 物理インタフェース hme0 のアドレスが 19.16.85.19
  - 論理インタフェースのアドレスが 19.16.85.21
  - deprecated と -failover を指定する。
  - ネットマスクおよびブロードキャストアドレスをデフォルト値に設定する。
- `/etc/hostname.hme0` ファイルに次の行を追加します。

```
19.16.85.19 netmask + broadcast + group test up \  
addif 19.16.85.21 deprecated -failover netmask + broadcast + up
```

同様に、hme1 を同じグループ (test) に入れ、検査用 IP アドレスを指定するには、次のコマンドを入力します。

```
19.16.85.20 netmask + broadcast + group test up \  
addif 19.16.85.22 deprecated -failover netmask + broadcast + up
```

- b. IPv6 の場合は、`/etc/hostname6.interface` ファイルに次の行を追加します。

```
-failover group group-name up
```

注 - この検査用 IP アドレスは、次回のレポートで有効になります。構成をその場で有効にするには、手順 1 から 3 を実行する必要があります。

たとえば、IPv6 アドレスをもつ `hme0` に対して `test` グループを作成するには、次の行を `/etc/hostname6.hme0` ファイルに追加します。

```
-failover group test up
```

同様に、`hme1` を同じグループ (`test`) に入れ、検査用 IP アドレスを指定するには、次の行を `/etc/hostname6.hme1` ファイルに追加します。

```
-failover group test up
```

注 - マルチパスグループにさらにインタフェースを追加する場合は、上記の手順 1 から 3 を繰り返します。新しいインタフェースを動作しているシステム上の既存のグループに追加することができます。ただし、レポート後は変更の内容は失われます。

## ▼ インタフェースの 1 つが待機インタフェースであるマルチパスグループを構成するには

この手順の例では、`hme1` を待機インタフェースとして構成します。

注 - 待機インタフェースのアドレスには、検査用 IP アドレスしか指定できません。

1. 30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」の手順1と2を実行します。
2. 次の手順を実行し、すべての物理インタフェースに検査用IPアドレスを設定します。
  - a. hme0のような非待機インタフェースは、30ページの「2つのインタフェースでマルチパスインタフェースグループを構成するには」の手順3を実行します。
  - b. 待機インタフェースは、次のコマンドを使って検査用IPアドレスを設定します。

---

注 - 待機インタフェースのアドレスには、検査用IPアドレスしか指定できません。待機インタフェースは、これ以外のIPアドレスをもつことはできません。

---

```
# ifconfig interface-name plumb ip-address <other-parameters> deprecated -failover standby up
```

---

注 - --failover オプションは standby オプションより前に、standby オプションは up より前にそれぞれ指定する必要があります。

---

<other-parameters> には、実際の構成に応じたパラメータを指定します。詳細は、ifconfig(1M) のマニュアルページを参照してください。たとえば、次の構成に基づいて検査用IPアドレスを作成します。

- 物理インタフェース hme1 を待機インタフェースにする。
  - アドレスは 19.16.85.22
  - deprecated と -failover を指定する。
  - ネットマスクおよびブロードキャストアドレスをデフォルト値に設定する。
- 次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig hme1 plumb 19.16.85.22 netmask + broadcast + deprecated -failover standby up
```

結果を確認するには、次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig hme1  
flags=69040843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,DEPRECATED,IPv4,NOFAILOVER,STANDBY,INACTIVE>
```

```
mtu 1500 index 4 inet 19.16.85.22 netmask ffffffff broadcast 19.16.85.255
groupname test
```

IPv6 の場合、検査用 IP アドレスを作成するには、次のコマンドを使用します。

```
ifconfig hme1 plumb -failover standby up
```

INACTIVE は、このインタフェースが送信パケットには使用されないことを示します。この待機インタフェースに障害経路の迂回が行われると、INACTIVE 状態は取り消されます。

3. (この手順は、リブート後も構成を有効にしたい場合だけ必要です。) リブート後も構成を有効にするには、次の手順を実行します。
  - a. IPv4 の場合は、`/etc/hostname.interface` ファイルに次の行を追加します。

```
interface-address <parameters> group group-name up \
addif logical-interface-failover deprecated <parameters> up
```

---

注 - この検査用 IP アドレスは、次回のリブートで有効になります。構成をその場で有効にするには、手順 1 と 2 を実行する必要があります。

---

たとえば、hme0 に対し次の構成に基づいて test グループを作成します。

- 物理インタフェース hme0 のアドレスが 19.16.85.19
  - 論理インタフェースのアドレスが 19.16.85.21
  - deprecated と -failover を指定する。
  - ネットマスクおよびブロードキャストアドレスをデフォルト値に設定する。
- `/etc/hostname.hme0` ファイルに次の行を追加します。

```
19.16.85.19 netmask + broadcast + group test up \  
addif 19.16.85.21 deprecated -failover netmask + broadcast + up
```

同様に、hme1 を同じグループ (test) に入れ、検査用 IP アドレスを指定するには、次のコマンドを入力します。

```
19.16.85.22 netmask + broadcast + group test -failover standby up
```

- b. IPv6 の場合は、`/etc/hostname6.interface` ファイルに次の行を追加します。

```
-failover group group-name up
```

注 - この検査用 IP アドレスは、次回のリブートで有効になります。構成をその場で有効にするには、手順 1 と 2 を実行する必要があります。

たとえば、IPv6 アドレスをもつ hme0 に対して test グループを作成するには、次の行を `/etc/hostname6.hme0` ファイルに追加します。

```
-failover group test up
```

同様に、hme1 を同じグループ (test) に入れ、検査用 IP アドレスを指定するには、次の行を `/etc/hostname6.hme1` ファイルに追加します。

```
-failover group test standby up
```

## ▼ 物理インタフェースが属するグループを表示するには

1. スーパーユーザーになります。
2. コマンド行から次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig interface-name
```

たとえば、hme0 のグループ名を表示するには、次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig hme0
hme0: flags=9000843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,IPv4> mtu 1500 index 2
      inet 19.16.85.19 netmask ffffffff broadcast 19.16.85.255
      groupname test
```

IPv6 だけのグループ名を表示するには、次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig hme0 inet6
hme0: flags=a000841<UP,RUNNING,MULTICAST,IPv6> mtu 1500 index 2
      inet6 fe80::a00:20ff:feb9:19fa/10
      groupname test
```

## ▼ グループにインタフェースを追加するには

1. スーパーユーザーになります。
2. コマンド行から次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig interface-name group group-name
```

たとえば、test グループに hme0 を追加するには、次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig hme0 group test
```

## ▼ グループからインタフェースを削除するには

1. スーパーユーザーになります。
2. コマンド行から次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig interface-name group ""
```

引用符 ("" ) は空文字列を表します。

たとえば、test グループから hme0 を削除するには、次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig hme0 group ""
# ifconfig hme0
hme0: flags=9000843<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,IPv4> mtu 1500 index 2
    inet 19.16.85.19 netmask ffffffff broadcast 19.16.85.255
# ifconfig hme0 inet6
hme0: flags=a000841<UP,RUNNING,MULTICAST,IPv6> mtu 1500 index 2
    inet6 fe80::a00:20ff:feb9:19fa/10
```

23ページの「マルチパスグループからのネットワークアダプタの削除」に関連情報が記述されています。

## ▼ インタフェースを既存のグループから別のグループに移動するには

1. スーパーユーザーになります。
2. コマンド行から次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig interface-name group group-name
```

---

注 - インタフェースを新しいグループに追加すると、そのインタフェースは現在のグループから自動的に削除されます。

---

たとえば、`test` グループから `hme0` を削除し、`cs-link` グループに追加するには、次のコマンドを入力します。

```
# ifconfig hme0 group cs-link
```

そのインタフェースが現在のグループから削除され、`cs-link` グループに追加されます。

---

## 障害が発生した物理インタフェースの交換

障害が発生した物理インタフェースを交換する場合は、まず次の各手順を手作業で行う必要があります。次の手順の例では、インタフェースとして `hme0` と `hme1` を使用します。両インタフェースとも同じマルチパスグループに属し、`hme0` に障害が

発生したとします。さらに、論理インタフェース hme0:1 が検査用 IP アドレスをもっているとしたします。

---

注 - 次の手順の例では、障害のあるインタフェースを同じ名前の物理インタフェースで置き換えます (たとえば、hme0 を hme0 で置き換えます)。

---

## ▼ 障害が発生した物理インタフェースを取り外すには

---

注 - 検査用 IP アドレスが /etc/hostname.hme0 ファイルを使用して結合されている場合は、40ページの「障害が発生した物理インタフェースを取り外すには」の手順 1 は省略することができます。

---

1. 次のコマンドを実行して、検査用 IP アドレスの構成情報を入手します。

```
# ifconfig hme0:1
hme0:1:
flags=9040842<BROADCAST,RUNNING,MULTICAST,DEPRECATED,IPv4,NOFAILOVER>
mtu 1500 index 3
inet 129.146.233.250 netmask ffffffff broadcast 129.146.233.255
```

この情報は、物理インタフェースを交換する時に、検査用 IP アドレスを再結合するために必要です。

検査用 IP アドレスの hostname ファイルを使用した構成方法についての詳細は、19ページの「hostname ファイルによるグループと検査用 IP アドレスの構成」を参照してください。

2. 物理インタフェースの取り外し方については、cfgadm(1M) のマニュアルページ、『*Sun Enterprise 6x00, 5x00, 4x00, and 3x00 Systems Dynamic Reconfiguration User's Guide*』、または『*Sun Enterprise 10000 Dynamic Reconfiguration User Guide*』を参照してください。



## ▼ 障害が発生した物理インタフェースを交換するには

1. 物理インタフェースの交換方法については、`cfgadm(1M)` のマニュアルページ、『*Sun Enterprise 6x00, 5x00, 4x00, and 3x00 Systems Dynamic Reconfiguration User's Guide*』、または『*Sun Enterprise 10000 Dynamic Reconfiguration User Guide*』を参照してください。
2. 次のコマンドを実行して、検査用 IP アドレスを結合し、有効にします。

```
# ifconfig hme0 <test address configuration>
```

---

注 - 検査用 IP アドレスの構成 `<test address configuration>` は、`/etc/hostname.hme0` ファイルに構成されたものと同じです。40ページの「障害が発生した物理インタフェースを取り外すには」の手順 1 に従った場合は、検査用 IP の構成は同手順で表示された構成と同じにします。

---

これによって、`in.mpathd` デーモンが検査を再開します。検査の結果、`in.mpathd` は回復を検出し、障害経路の迂回が行われた IP アドレスを `hme1` から回復した経路へ戻します。

検査用 IP アドレスの構成方法についての詳細は、17ページの「検査用 IP アドレスの構成」を参照してください。

---

## マルチパス構成ファイルの構成

マルチパス構成ファイル `/etc/default/mpathd` で、必要に応じて以下の 3 つのパラメータを調整できます。

- `FAILURE_DETECTION_TIME`
- `FAILBACK`
- `TRACK_INTERFACES_ONLY_WITH_GROUPS`

これらのパラメータについては、27ページの「マルチパス構成ファイル」を参照してください。

## ▼ マルチパス構成ファイルを構成するには

1. スーパーユーザーになります。
2. /etc/default/mpathd ファイルに対し、次の手順を実行しパラメータの値を変更します。
  - a. FAILURE\_DETECTION\_TIME パラメータの新しい値を入力します。

```
FAILURE_DETECTION_TIME=n
```

- b. FAILBACK パラメータの新しい値を入力します。

```
FAILBACK=[yes | no]
```

- c. TRACK\_INTERFACES\_ONLY\_WITH\_GROUPS パラメータの新しい値を入力します。

```
TRACK_INTERFACES_ONLY_WITH_GROUPS=[yes | no]
```

3. コマンド行から次のコマンドを入力します。

```
# pkill -HUP in.mpathd
```

## 用語集

---

この用語集には、このマニュアルで新たに使用した、「Global Glossary」には無い用語の説明だけが記載されています。その他の用語の説明については、<http://docs.sun.com:80/ab2/coll.417.1/GLOBALGLOSS/@Ab2TocView> の「Global Glossary」を参照してください。

IP リンク	リンク層でノード間の通信に使用される通信設備や通信媒体。リンク層とは IPv4 および IPv6 のすぐ下の層で、Ethernet (ブリッジされたものも含む) や ATM ネットワークなどがある。IP リンクには、1 つまたは複数の IPv4 サブネット番号 (ネットワーク接頭子) が割り当てられる。同じサブネット番号 (ネットワーク接頭子) を複数の IP リンクに割り当てることはできない。ATM LANE では、IP リンクは 1 つのエミュレートされた LAN である。ARP を使用する場合、ARP プロトコルの有効範囲は単一の IP リンクである。
回復検出	障害の発生後、NIC や NIC から第 3 層の装置への経路が、正しく動作し始めたことを検出する処理
回復した経路への復帰	ネットワークアクセスを、回復が検出されたインタフェースに戻す処理
障害経路の迂回	ネットワークアクセスを障害が検出されたインタフェースから正常な物理インタフェースに切り替える処理。ネットワークアクセスには、IPv4 のユニキャスト、マルチキャスト、およびブロードキャストと、IPv6 のユニキャストとマルチキャストが含まれる。
障害検出	NIC や NIC から第 3 層の装置への経路が動作しなくなったことを検出する処理

待機インタフェース	グループ内の他の物理インタフェースに障害が発生するまでデータの伝送には使用されない物理インタフェース
ネットワークインタフェースカード (NIC)	リンクとのインタフェースになる、内部ネットワークアダプタおよび独立したネットワークアダプタカード
物理インタフェース	リンクに対するノードの接続。この接続は通常、デバイスドライバとネットワークアダプタとして実装される。ネットワークアダプタによっては、qfe のように複数の接続点をもつ場合もある。このマニュアルでは、「ネットワークアダプタ」は「単一接続点」を示す。
物理インタフェースグループ	同じリンクに接続されている、システムの物理インタフェース群。グループ内のすべての物理インタフェースには、識別のための空文字列でない同じ名前が割り当てられる。
物理インタフェースグループ名	グループを識別する、物理インタフェースに割り当てられる名前。この名前の有効範囲は 1 つのシステム。同じグループ名を共有する複数の物理インタフェースは、物理インタフェースグループを構成する。

# 索引

---

## D

deprecated オプション  
  ifconfig コマンド 19  
  IPv4 検査用アドレス 32

## E

/etc/default/mpathd ファイル 27, 41

## F

failover オプション  
  ifconfig コマンド 17

## G

group オプション  
  ifconfig コマンド 16, 23, 31, 39  
  インタフェースの追跡 28

## H

hostname ファイル  
  グループと検査用 IP アドレスの構成 19  
  マルチパス 33, 36

## I

ifconfig コマンド  
  deprecated オプション 19  
  failover オプション 17  
  group オプション 16, 23, 31, 39  
  standby オプション 21, 36  
  test オプション 31

  マルチパスグループ 16  
  マルチパスグループの表示 38  
in.mpathd デーモン 12  
  回復した経路への復帰 28  
  検査頻度 25  
  障害検出時間 27  
  待機インタフェース 21  
  標識の検査 13  
  マルチパス 25  
IPv4 検査用アドレス  
  deprecated オプション 32  
  構成する 17, 31  
IPv6 検査用 IP アドレス  
  構成する 18, 32  
IPv6 リンクローカルアドレス、マルチパス 18  
IP ネットワークマルチパス 10  
IP リンク、マルチパス 11

## S

standby オプション  
  ifconfig コマンド 21, 36

## T

test オプション  
  ifconfig コマンド 31

## か

### 回復検出

- 検査用 IP アドレス 17
- 説明 10
- マルチパス 12

回復した経路への復帰 10, 12, 28

## く

グループ化、マルチパスグループの物理インタフェースの 16

### グループ名

- マルチパス 15

## け

### 検査、標識の

- in.mpathd デーモン 13

### 検査用 IP アドレス

- IPv4 および IPv6 17
- アプリケーションによる使用の防止 19
- 構成する 17
- 待機インタフェース 21
- 待機インタフェースでの構成 36

検出、物理インタフェースの回復 14

検出、物理インタフェースの障害 13

## こ

### 構成要素

- マルチパス 11

## し

障害経路の迂回 10, 12, 15

- 待機インタフェース 21

例 25

障害経路の迂回成功の条件 15

### 障害検出

- 検査用 IP アドレス 17
- 説明 10
- マルチパス 12

障害検出時間 27

- マルチパス 25

障害、通信 10

## た

待機インタフェース

検査用 IP アドレス 21

検査用 IP アドレスの構成 36

構成する 20

取り消す 22

マルチパス 12

マルチパスグループの構成 35

## つ

通信障害 10

## ね

ネットワークインタフェース、マルチパス 11

## ふ

### 負荷分散

- 説明 10

物理インタフェースグループ、マルチパス 11

物理インタフェースグループ名、マルチパス 12

物理インタフェースの回復 14

物理インタフェースの障害検出 13

物理インタフェース、マルチパス 11

## ま

### マルチパス

hostname ファイル 19, 33, 36

ifconfig コマンド 16

IPv6 検査用 IP アドレスの構成 32

IP リンク 11

test グループにインタフェースを入れる 35

test グループの作成 33, 36

インタフェースグループの構成 29

インタフェースの追跡 28

回復検出 10, 12

グループからアダプタを削除する 23

グループからインタフェースを移動する 39

グループからインタフェースを削除する 38

グループからインタフェースを追加する 38

グループ名 15  
グループ名の表示 37  
検査用 IP アドレスを構成する 17  
構成ファイル 27  
構成ファイルを構成する 41  
構成要素 11  
障害検出 10, 12  
障害検出時間 27  
待機インタフェース 12  
待機インタフェースとグループ 20  
待機インタフェースの構成 35  
待機インタフェースをもつグループの構成 35  
特徴 10  
ネットワークインタフェース 11  
表示グループ名 38  
負荷分散 10  
複数のインタフェースで構成されたグループ 14  
物理インタフェース 11

物理インタフェースグループ 11  
物理インタフェースグループ名 12  
無効にする場合 23  
有効にする 14  
リポート間で構成を保存する 33, 36  
リンク障害 14  
マルチパスインタフェースグループ  
2つのインタフェースで構成されたグループの構成 30  
マルチパスグループ  
1つのインタフェースで構成されたグループの管理 22  
マルチパスデーモン 25

り)

リンク障害  
マルチパス 14  
リンクローカルアドレス  
IPv6 検査用 IP アドレス 19