



IPv6 の設定

この章では、デバイス上で Internet Protocol version 6 (IPv6) を設定する方法について説明します。

ここでは、次の内容を説明します。

- [IPv6 について \(p.3-2\)](#)
- [IPv6 のライセンス要件 \(p.3-19\)](#)
- [IPv6 の前提条件 \(p.3-19\)](#)
- [IPv6 の注意事項および制約事項 \(p.3-19\)](#)
- [IPv6 の設定 \(p.3-20\)](#)
- [IPv6 フィールドの説明 \(p.3-23\)](#)
- [その他の関連資料 \(p.3-23\)](#)

IPv6 について

IPv6 は、IPv4 の後継として設計されており、ネットワーク アドレス ビット数が 32 ビット (IPv4 の場合) から 128 ビットに増やされています。IPv6 は IPv4 に基づいていますが、アドレス空間が大幅に拡大されており、メインヘッダーと拡張ヘッダーの簡素化など、その他の機能強化が含まれています。

拡大された IPv6 アドレス空間により、ネットワークのスケーラビリティが可能となり、グローバルな到達可能性が提供されます。簡素化された IPv6 パケット ヘッダー フォーマットにより、パケットの処理効率が向上しています。柔軟性の高い IPv6 アドレス空間により、プライベートアドレスの必要性と、プライベート (グローバルに一意ではない) アドレスを限られた数のパブリックアドレスに変換する Network Address Translation (NAT; ネットワーク アドレス変換) の使用が削減されます。IPv6 を使用すると、ネットワークの境界にある境界ルータによる特別な処理を必要としない新しいアプリケーションプロトコルがイネーブルになります。

プレフィクス集約、簡易ネットワーク再番号割り当て、IPv6 サイト マルチホーミング機能などの IPv6 機能により、さらに効率的にルーティングが行われます。IPv6 は、Routing Information Protocol (RIP)、Integrated Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)、IPv6 向け OSPF (Open Shortest Path First)、マルチプロトコル Border Gateway Protocol (BGP) をサポートしています。

ここでは、次の内容について説明します。

- [IPv6 アドレス形式 \(p.3-3\)](#)
- [IPv6 ユニキャストアドレス \(p.3-4\)](#)
- [IPv6 エニーキャストアドレス \(p.3-8\)](#)
- [IPv6 マルチキャストアドレス \(p.3-9\)](#)
- [IPv4 パケットヘッダー \(p.3-10\)](#)
- [簡易 IPv4 パケットヘッダー \(p.3-11\)](#)
- [IPv6 の DNS \(p.3-13\)](#)
- [IPv6 のパス MTU 探索 \(p.3-14\)](#)
- [CDP IPv6 アドレスのサポート \(p.3-14\)](#)
- [IPv6 の ICMP \(p.3-14\)](#)
- [IPv6 近隣探索 \(p.3-15\)](#)
- [IPv6 ネイバー送信要求メッセージ \(p.3-15\)](#)
- [IPv6 ルータアドバタイズメントメッセージ \(p.3-17\)](#)
- [IPv6 ネイバーリダイレクトメッセージ \(p.3-18\)](#)
- [仮想化サポート \(p.3-19\)](#)

IPv6 アドレス形式

IPv6 アドレスは、128 ビットまたは 16 バイトです。アドレスは 8 分割され、16 ビットの 16 進数ブロックにコロン (:) で区切られて表記されます (例: x:x:x:x:x:x:x)。IPv6 アドレスの例は、次のとおりです。

```
2001:0DB8:7654:3210:FEDC:BA98:7654:3210
2001:0DB8:0:0:8:800:200C:417A
```

IPv6 アドレスの中には、連続するゼロが含まれます。2 つのコロン (::) を IPv6 アドレスの冒頭、中間、末尾に使用して、連続するゼロの代わりとすることもできます。表 3-1 に、省略した IPv6 アドレス形式を示します。



(注) IPv6 アドレスでは、アドレス中でもっとも長く連続するゼロの代わりに、2 つのコロン (::) を 1 度だけ使用できます。

連続する 16 ビット値がゼロで示されている場合は、2 つのコロンを IPv6 アドレスの一部として使用できます。インターフェイスごとに複数の IPv6 アドレスを設定できますが、設定できるリンクローカルアドレスは 1 つだけです。

IPv6 アドレス中の 16 進数の文字の大文字と小文字は区別されません。

表 3-1 省略した IPv6 アドレス形式

IPv6 アドレス タイプ	元のフォーマット	省略されたフォーマット
ユニキャスト	2001:0:0:0:0DB8:800:200C:417A	2001::0DB8:800:200C:417A
マルチキャスト	FF01:0:0:0:0:0:0:101	FF01::101
ループバック	0:0:0:0:0:0:0:1	::1
未指定	0:0:0:0:0:0:0:0	::

ノードは、表 3-1 にあるループバック アドレスを使用して、IPv6 パケットを自分宛てに送信できます。IPv6 のループバック アドレスは、IPv4 のループバック アドレスと同じです。詳細については、第 1 章「概要」を参照してください。



(注) IPv6 ループバック アドレスは、物理インターフェイスには割り当てられません。送信元または宛先のアドレスとして IPv6 ループバック アドレスを含むパケットは、そのパケットを作成したノードの外には転送できません。IPv6 ルータは、送信元または宛先のアドレスとして IPv6 ループバック アドレスを含むパケットを転送しません。



(注) IPv6 未指定アドレスは、インターフェイスには割り当てられません。未指定 IPv6 アドレスは、IPv6 パケット内の宛先アドレスまたは IPv6 ルーティング ヘッダーとして使用しないでください。

IPv6 プレフィクスは、RFC 2373 で規定された形式です。この形式では、IPv6 アドレスが、コロンに囲まれた 16 ビット値を使用した 16 進数で指定されています。プレフィクス長は、プレフィクス (アドレスのネットワーク部) を構成する、アドレスの高位隣接ビットの数を示す 10 進数値です。たとえば、2001:0DB8:8086:6502::/32 は有効な IPv6 プレフィクスです。

IPv6 ユニキャスト アドレス

IPv6 ユニキャストアドレスは、単一ノード上の単一インターフェイスの ID です。ユニキャストアドレス宛てに送信されたパケットは、そのアドレスを持つインターフェイスに配信されます。ここでは、次の内容について説明します。

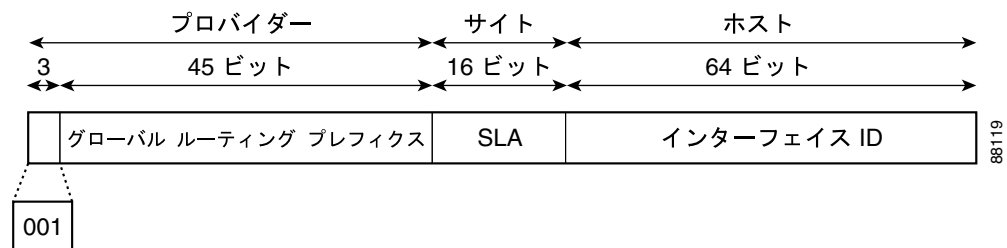
- 集約可能グローバルアドレス (p.3-4)
- リンク ローカルアドレス (p.3-6)
- IPv4 互換の IPv6 アドレス (p.3-6)
- ユニーク ローカルアドレス (p.3-7)
- サイトローカルアドレス (p.3-7)

集約可能グローバルアドレス

集約可能グローバルアドレスは、集約可能なグローバルユニキャストプレフィクスによる IPv6 アドレスです。集約可能なグローバルユニキャストアドレスの構造により、グローバルルーティングテーブル内のルーティングテーブルエントリ数を制限するルーティングプレフィクスの厳密な集約が可能となります。集約可能なグローバルアドレスは、組織間を上に向かって、最終的に Internet service provider (ISP; インターネット サービス プロバイダー) まで集約されるリンクで使用されます。

集約可能なグローバル IPv6 アドレスは、グローバルルーティングプレフィクス、サブネット ID、およびインターフェイス ID により定義されます。バイナリ 000 で始まるアドレスを除き、グローバルユニキャストアドレスはすべて 64 ビットインターフェイス ID を持ちます。IDIPv6 グローバルユニキャストアドレスの割り当てでは、バイナリ値 001 で始まる範囲内のアドレスを使用します (2000::/3)。図 3-1 に、集約可能なグローバルアドレスの構成を示します。

図 3-1 集約可能グローバルアドレスのフォーマット



2000::/3 (001) ~ E000::/3 (111) のプレフィクスを持つアドレスには、Extended Universal Identifier (EUI) -64 フォーマットの 64 ビットインターフェイス ID が必要です。Internet Assigned Numbers Authority (IANA; インターネット割り当て番号局) は、2000::/16 の範囲の IPv6 アドレス空間を地域レジストリに割り当てます。

集約可能なグローバルアドレスは、48 ビットグローバルルーティングプレフィクスと、16 ビットサブネット ID または Site-Level Aggregator (SLA) で構成されます。IPv6 集約可能なグローバルユニキャストアドレスフォーマット文書 (RFC 2374) では、グローバルルーティングプレフィクスには、Top-Level Aggregator (TLA) および Next-Level Aggregator (NLA) という他の 2 つの階層構造のフィールドが含まれるとされていました。TLA フィールドおよび NLA フィールドはポリシーベースであるため、IETF は、これらのフィールドを RFC から削除することを決定しました。この変更以前に展開された既存の IPv6 ネットワークの中には、依然として、古いアーキテクチャ上のネットワークを使用しているものもあります。

個々の組織では、16 ビット サブネット フィールドであるサブネット ID を使用して、ローカルアドレス指定階層構造を作成したり、サブネットを識別したりできます。サブネット ID は、IPv4 のサブネットに似ていますが、IPv6 サブネット ID を持つ組織では 65,535 のサブネットをサポートできるという点で異なります。

インターフェイス ID で、リンク上のインターフェイスが識別されます。インターフェイス ID は、リンク上では一意です。多くの場合、インターフェイス ID は、インターフェイスのリンクレイヤアドレスと同じか、リンクレイヤアドレスに基づいています。集約可能なグローバルユニキャストアドレスタイプおよびその他の IPv6 アドレスタイプで使用されるインターフェイス ID は、長さが 64 ビットの変更済み EUI-64 フォーマットです。

インターフェイス ID は、次のいずれかに該当する変更済みの EUI-64 フォーマットです。

- すべての IEEE 802 インターフェイスタイプ（イーサネット、および Fiber Distributed Data インターフェイスなど）の場合は、最初の 3 オクテット（24 ビット）がそのインターフェイスの 48 ビットリンクレイヤアドレス（MAC アドレス）の Organizationally Unique Identifier（OUI）、4 番めと 5 番めのオクテット（16 ビット）が FFFE の固定 16 進数値、そして、最後の 3 オクテット（24 ビット）が MAC アドレスの最後の 3 オクテットです。最初のオクテットの 7 番めのビットである Universal/Local（U/L）ビットの値は 0 または 1 です。0 はローカルな管理 ID、1 はグローバルに一意な IPv6 インターフェイス ID です。
- その他のすべてのインターフェイスタイプ（シリアル、ループバック、ATM、フレームリレー、トンネルインターフェイスタイプなど。ただし、IPv6 オーバーレイトンネルで使用されるトンネルインターフェイスを除く）の場合、インターフェイス ID は IEEE 802 インターフェイスタイプのインターフェイス ID に似ていますが、ルータの MAC アドレスプールからの最初の MAC アドレスが ID として使用される点異なります（インターフェイスが MAC アドレスを持たないため）。
- IPv6 オーバーレイトンネルで使用されるトンネルインターフェイスタイプの場合、インターフェイス ID は、ID の高位 32 ビットがすべてのゼロであるトンネルインターフェイスに割り当てられた IPv4 アドレスです。



(注) PPP（ポイントツーポイントプロトコル）を使用するインターフェイスの場合は、接続の両端のインターフェイスが同じ MAC アドレスを持つため、接続の両端のインターフェイス ID が、両方の ID が一意となるまでネゴシエートされます（ランダムに選択され、必要に応じて再構築されます）。ルータの最初の MAC アドレスが、PPP を使用するインターフェイスの ID として使用されます。

ルータに IEEE 802 インターフェイスタイプがない場合は、ルータのインターフェイスでリンクローカル IPv6 アドレスが次のシーケンスで生成されます。

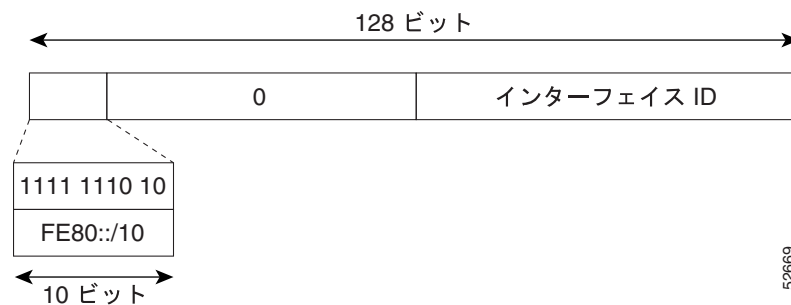
1. ルータに MAC アドレス（ルータ内の MAC アドレスプールの）が照会されます。
2. 使用可能な MAC アドレスがルータにない場合は、ルータのシリアル番号を使用して、リンクローカルアドレスが作成されます。
3. リンクローカルアドレスの作成にルータのシリアル番号を使用できない場合、ルータは MD5 ハッシュを使用して、ルータのホスト名からルータの MAC アドレスを決定します。

リンク ローカル アドレス

リンク ローカル アドレスは、リンク ローカル プレフィクス FE80::/10 (1111 1110 10) と、変更済み EUI-64 フォーマットのインターフェイス ID を使用するどのインターフェイスでも自動設定が可能な IPv6 ユニキャスト アドレスです。リンク ローカル アドレスは NDP およびステートレス自動設定処理で使用されます。ローカル リンク上のノードは、リンク ローカル アドレスを使用して通信でき、通信するためにはグローバルに一意のアドレスを必要としません。図 3-2 に、リンク ローカル アドレスの構成を示します。

IPv6 ルータは、送信元または宛先がリンク ローカル アドレスであるパケットを他のリンクに転送できません。

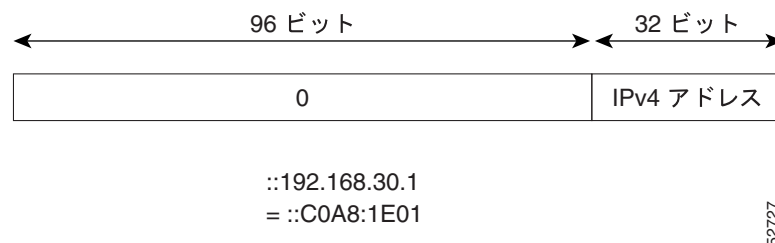
図 3-2 リンク ローカル アドレス形式



IPv4 互換の IPv6 アドレス

IPv4 互換 IPv6 アドレスとは、アドレスの高位 96 ビットがゼロであり、アドレスの低位 32 ビットが IPv4 アドレスである IPv6 ユニキャスト アドレスです。IPv4 互換 IPv6 アドレスのフォーマットは 0:0:0:0:0:A.B.C.D または ::A.B.C.D です。IPv4 互換 IPv6 アドレスの 128 ビット全体はノードの IPv6 アドレスとして使用され、低位 32 ビットに埋め込まれた IPv4 アドレスはノードの IPv4 アドレスとして使用されます。IPv4 互換 IPv6 アドレスは、IPv4 および IPv6 の両プロトコルスタックをサポートするノードに割り当てられ、自動トンネルで使用されます。図 3-3 に、IPv4 互換 IPv6 アドレスおよび一部容認可能なアドレス形式の構成を示します。

図 3-3 IPv4 互換 IPv6 アドレス形式



ユニーク ローカル アドレス

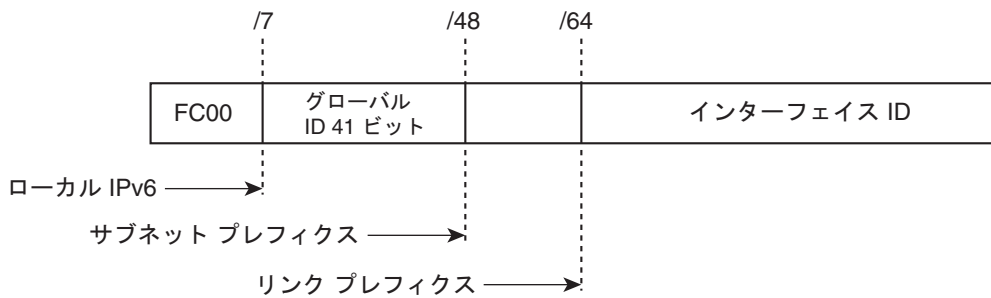
ユニーク ローカル アドレスは、グローバルに一意であり、ローカルでの通信のための IPv6 ユニキャストアドレスです。グローバルなインターネット上でのルーティングには対応しておらず、サイトなどの限られたエリア内でのみルーティング可能です。限られた複数のサイト間もルーティングできる場合もあります。アプリケーションは、ユニーク ローカルアドレスをグローバルなスコープのアドレスとして扱う場合があります。

ユニーク ローカル アドレスには次の特徴があります。

- グローバルに一意のプレフィックスを持っている（一意である可能性が大）
- 周知のプレフィックスを持つため、サイトの境界でフィルタリングが容易
- アドレスの競合が発生せず、これらのプレフィックスを使用するインターフェイスの再番号割り当てでも必要とせず、サイトを結合したり、プライベートに相互接続したりできる
- ISP に依存せず、永久的または断続的なインターネット接続を使用することなく、サイト内での通信に使用できる
- ルーティングや Domain Name Server (DNS; ドメイン ネーム サーバ) により、誤ってサイト外に漏れても、他のどのアドレスとも競合しない

図 3-4 は、ユニーク ローカルアドレスの構造を示します。

図 3-4 ユニーク ローカルアドレスの構造



- プレフィックス — ローカル IPv6 ユニキャストアドレスを認識する FC00::/7 プレフィックス
- グローバル ID — グローバルに一意なプレフィックスを作成する 41 ビットのグローバル識別子
- サブネット ID — 6 ビットのサブネット ID は、サイト内サブネットの識別子
- インターフェイス ID — 64 ビット ID

232389

サイトローカルアドレス

RFC 3879 によりサイトローカルアドレスの使用が廃止されたため、プライベート IPv6 アドレスの設定時には、RFC 4193 で推奨されるユニーク ローカルアドレス (UCA) を使用する必要があります。

IPv6 エニーキャスト アドレス

エニーキャストアドレスとは、異なるノードに属するインターフェイス一に割り当てられたアドレスです。エニーキャストアドレスに送信されたパケットは、ルーティングプロトコルの定義に従って、そのエニーキャストアドレスが示す最寄りのインターフェイスに配信されます。エニーキャストアドレスは、ユニキャストアドレス空間から割り当てられるため、その構文ではユニキャストアドレスと区別できません。ユニキャストアドレスを複数のインターフェイスに割り当てると、ユニキャストアドレスがエニーキャストアドレスとなります。エニーキャストアドレスが割り当てられたノードは、アドレスがエニーキャストアドレスであることを認識できるよう、設定する必要があります。

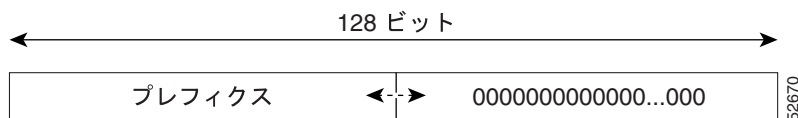


(注)

エニーキャストアドレスを使用できるのは、ルータのみです。ホストはエニーキャストアドレスを使用できません。エニーキャストアドレスは、IPv6 パケットの送信元アドレスには使用できません。

図 3-5 は、サブネット ルータ エニーキャストアドレスのフォーマットを示します。アドレスには、連続するゼロに連結されたプリフィクス（インターフェイス ID）があります。サブネット ルータ エニーキャストアドレスを使用すると、サブネット ルータ エニーキャストアドレスのプレフィクスが表すリンク上のルータに到達できます。

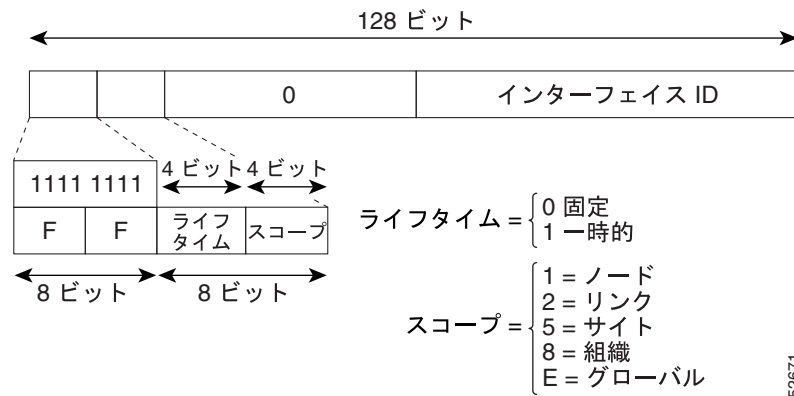
図 3-5 サブネット ルータ エニーキャストアドレスのフォーマット



IPv6 マルチキャスト アドレス

IPv6 マルチキャスト アドレスとは、FF00::/8 (1111 1111) というプレフィクスを持つ IPv6 アドレスです。IPv6 マルチキャスト アドレスは、異なるノードに属するインターフェイスの ID です。マルチキャスト アドレスに送信されたパケットは、マルチキャスト アドレスが示すすべてのインターフェイスに配信されます。プレフィクスに続く 2 番目のオクテットで、マルチキャスト アドレスのライフタイムとスコープが定義されます。固定マルチキャスト アドレスは 0 と同等のライフタイム パラメータを持ち、一時マルチキャスト アドレスは 1 と同等のライフタイム パラメータを持ちます。ノード、リンク、サイト、または組織のスコープ、またはグローバル スコープを持つマルチキャスト アドレスのスコープ パラメータはそれぞれ、1、2、5、8、または E です。たとえば、FF02::16 というプレフィクスを持つマルチキャスト アドレスは、リンク スコープを持つ永久マルチキャスト アドレスです。図 3-6 に、IPv6 マルチキャスト アドレスのフォーマットを示します。

図 3-6 IPv6 マルチキャスト アドレス形式



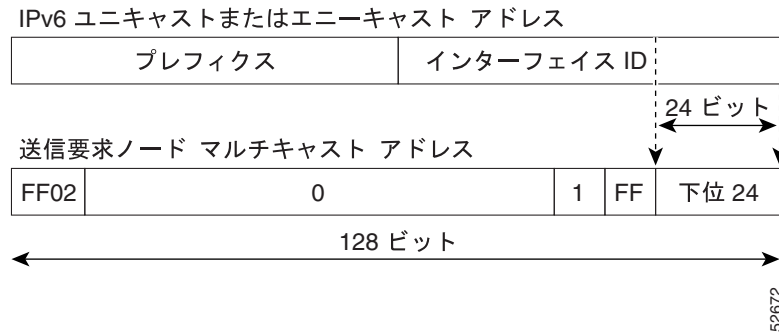
IPv6 ノード（ホストとルータ）は、（受信パケットの宛先となる）次のマルチキャスト グループに加入する必要があります。

- 全ノード マルチキャスト グループ FF02:0:0:0:0:0:0:1（スコープはリンク ローカル）
- 割り当てられたユニキャスト アドレスおよびエニーキャスト アドレスごとの送信要求ノード マルチキャスト グループ FF02:0:0:0:0:1:FF00:0000/104

IPv6 ルータは、全ルータ マルチキャスト グループ FF02:0:0:0:0:0:0:2（スコープはリンク ローカル）にも加入する必要があります。

送信要求ノード マルチキャスト アドレスは、IPv6 ユニキャスト アドレスまたは IPv6 エニーキャスト アドレスに対応するマルチキャスト グループです。IPv6 ノードは、割り当てられているユニキャスト アドレスおよびエニーキャスト アドレスごとに、関連付けられた送信要求ノード マルチキャスト グループに加入する必要があります。IPv6 送信要求ノード マルチキャスト アドレスには、対応する IPv6 ユニキャスト アドレス または IPv6 エニーキャスト アドレスの低位 24 ビットに連結されたプレフィクス FF02:0:0:0:0:1:FF00:0000/104 があります（図 3-7 を参照）。たとえば、IPv6 アドレス 2037::01:800:200E:8C6C に対応する送信要求ノード マルチキャスト アドレスは FF02::1:FF0E:8C6C です。送信要求ノード アドレスは、ネイバー送信要求メッセージで使用されます。

図 3-7 IPv6 送信要求ノード マルチキャスト アドレス形式



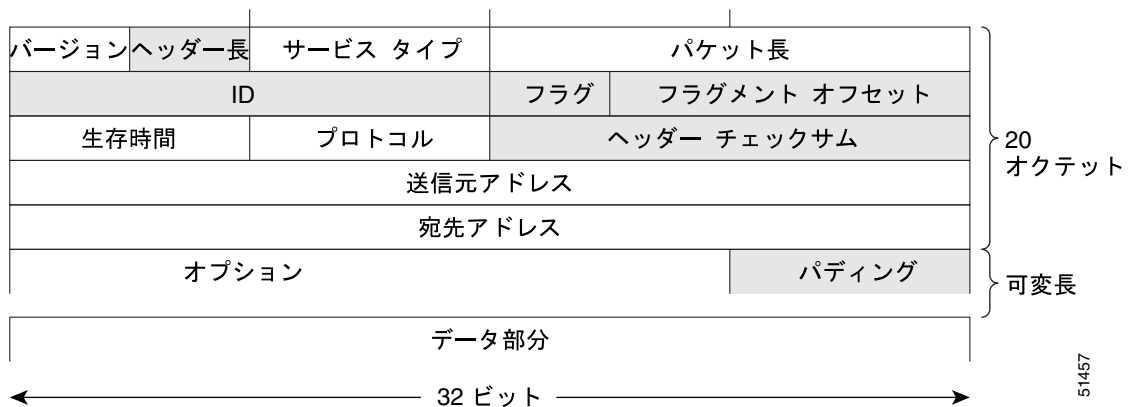
(注)

IPv6 にはブロードキャストアドレスはありません。IPv6 マルチキャストアドレスがブロードキャストアドレスの代わりに使用されます。

IPv4 パケット ヘッダー

基本 IPv4 パケット ヘッダーには、合計サイズが 20 オクテット (160 ビット) の 12 のフィールドがあります (図 3-8 を参照)。この 12 のフィールドのあとにはオプションフィールドが、さらにそのあとに、通常はトランスポート レイヤ パケットであるデータ部分が続く場合があります。オプションフィールドの可変長部分は、IPv4 パケット ヘッダーの合計サイズに加算されます。IPv4 パケット ヘッダーのグレーの部分のフィールドは、IPv6 パケット ヘッダーに含まれません。

図 3-8 IPv4 パケット ヘッダーのフォーマット



簡易 IPv4 パケット ヘッダー

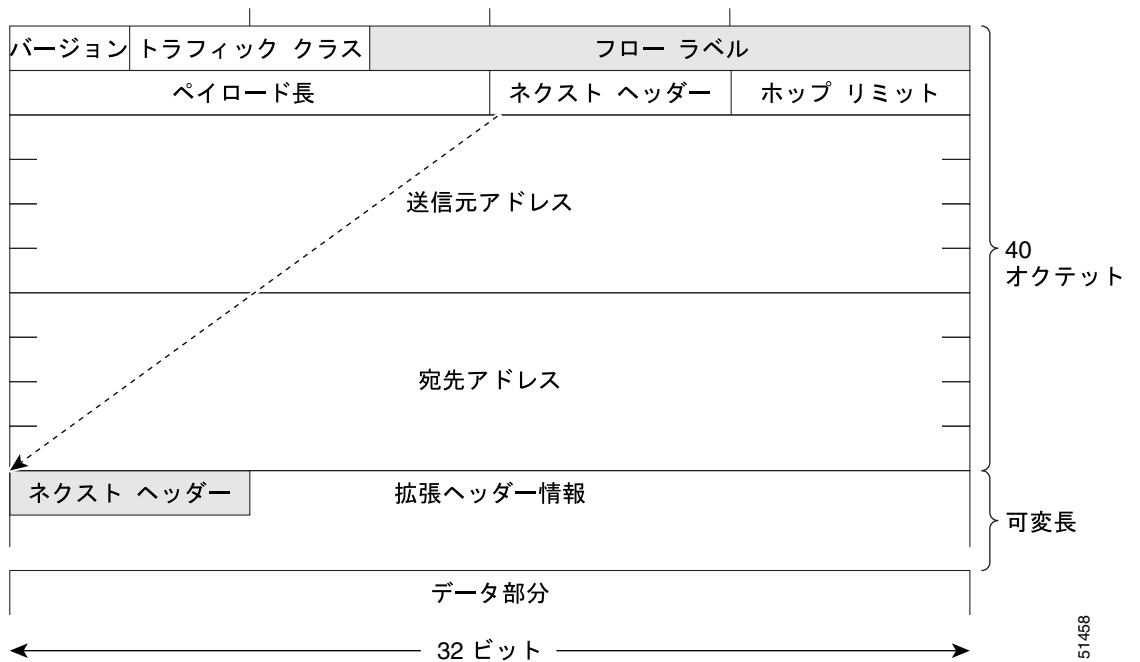
基本 IPv6 パケット ヘッダーには、合計サイズが 40 オクテット (320 ビット) の 8 つのフィールドがあります (図 3-9 を参照)。フラグメンテーションはパケットの送信元により処理され、データリンク レイヤのチェックサムとトランスポート レイヤが使用されます。User Datagram Protocol (UDP) チェックサムにより、内部パケットと基本 IPv6 パケット ヘッダーの整合性がチェックされ、オプションフィールドが 64 ビットに揃えられるため、IPv6 パケットの処理が容易になります。

表 3-2 は、基本 IPv6 パケット ヘッダーのフィールドの一覧です。

表 3-2 基本 IPv6 パケット ヘッダーのフィールド

フィールド	説明
バージョン	IPv4 パケット ヘッダーのバージョンフィールドに該当しますが、IPv4 で示される数字 4 の代わりに、IPv6 では数字 6 が示されます。
トラフィック クラス	IPv4 パケット ヘッダーのサービス タイプ フィールドに該当します。トラフィック クラス フィールドは、差別化されたサービスで使用するトラフィック クラスのタグをパケットに付けます。
フロー ラベル	IPv6 パケット ヘッダーの新規フィールドです。フロー ラベル フィールドは、ネットワーク レイヤでパケットを差別化する特定のフローのタグを、パケットに付けます。
ペイロード長	IPv4 パケット ヘッダーのパケット長フィールドに該当します。ペイロード長フィールドは、パケットのデータ部分の長さの合計を示します。
次ヘッダー	IPv4 パケット ヘッダーのプロトコル フィールドに該当します。次ヘッダー フィールドの値により、基本 IPv6 ヘッダーの後に続く情報のタイプが決まります。基本 IPv6 ヘッダーの後に続く情報のタイプは、図 3-9 に示すように、TCP パケット、UDP パケット、または拡張ヘッダーなどのトランスポート レイヤ パケットです。
ホップ リミット	IPv4 パケット ヘッダーの生存時間フィールドに該当します。ホップ リミット フィールドは、IPv6 パケットが無効になる前に通過できるルータの最大数を指定します。各ルータを通過するたびに、この値が 1 ずつ減少します。IPv6 ヘッダーにはチェックサムがないため、ルータは、値が減少するたびにチェックサムを再計算する必要がなく、処理リソースの節約となります。
送信元アドレス	IPv4 パケット ヘッダーの送信元アドレス フィールドに該当しますが、IPv4 の 32 ビット送信元アドレスの代わりに、IPv6 では 128 ビット送信元アドレスが含まれます。
宛先アドレス	IPv4 パケット ヘッダーの宛先アドレス フィールドに該当しますが、IPv4 の 32 ビット宛先アドレスの代わりに、IPv6 では 128 ビット宛先アドレスが含まれます。

図 3-9 IPv6 パケット ヘッダーのフォーマット



任意に使用できる拡張ヘッダーおよびパケットのデータ部分は、基本 IPv6 パケット ヘッダーの 8 つのフィールドのあとに続きます。拡張ヘッダーがある場合は、各拡張ヘッダーが 64 ビットに揃えられます。IPv6 パケットの拡張ヘッダーの数は決められていません。各拡張ヘッダーは、前のヘッダーの次ヘッダー フィールドに示されます。通常は、最後の拡張ヘッダーに、TCP または UDP などのトランスポート レイヤ プロトコルの次ヘッダー フィールドがあります。図 3-10 に、IPv6 拡張ヘッダーのフォーマットを示します。

図 3-10 IPv6 拡張ヘッダーのフォーマット

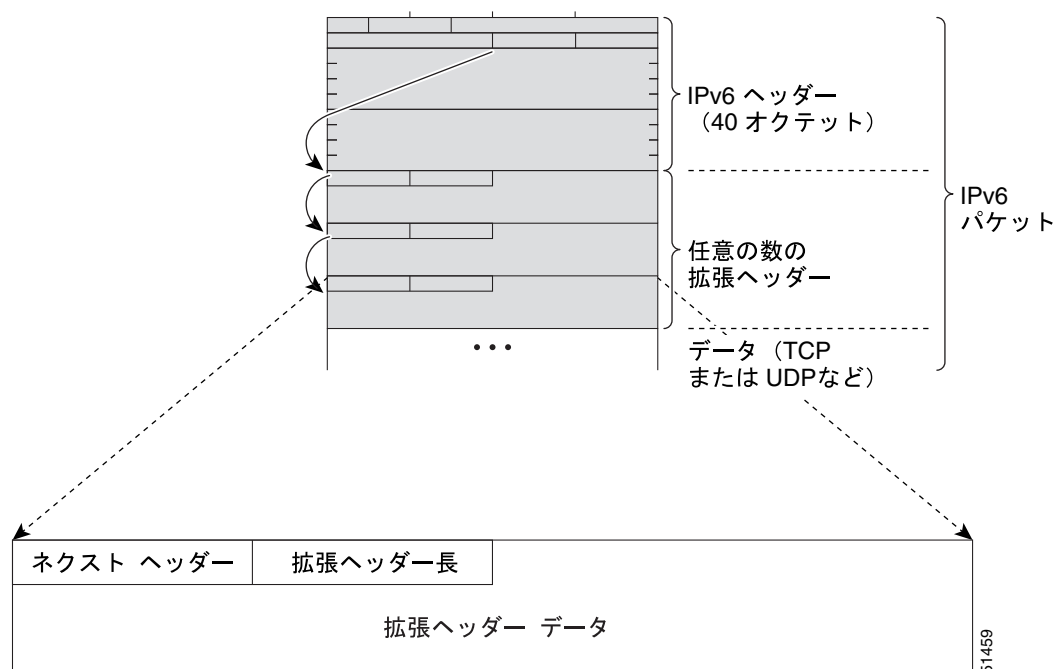


表 3-3 は、拡張ヘッダーのタイプとその次ヘッダー フィールドの値の一覧です。

表 3-3 IPv6 拡張ヘッダーのタイプ

ヘッダーのタイプ	次ヘッダーの値	説明
ホップバイホップ オプションヘッダー	0	パケットのパス上のすべてのホップで処理されるヘッダー。存在する場合、ホップバイホップ オプションヘッダーは、常に基本 IPv6 パケットヘッダーの直後に続きます。
宛先オプションヘッダー	6	任意のホップバイホップ オプションヘッダーの後に続くことのあるヘッダー。このヘッダーは、最終の宛先、およびルーティングヘッダーで指定された各通過アドレスで処理されます。また、宛先オプションヘッダーは、任意の Encapsulating Security Payload (ESP) ヘッダーの後に続く場合もあります。この場合の宛先オプションヘッダーは、最終の宛先でのみ処理されます。
ルーティングヘッダー	43	送信元のルーティングに使用されるヘッダー
フラグメントヘッダー	44	送信元が、送信元と宛先間のパスの Maximum Transmission Unit (MTU; 最大伝送ユニット) より大きいパケットをフラグメント化するときを使用されるヘッダー。フラグメントヘッダーは、フラグメント化された各パケットで使用されます。
上位層ヘッダー	6 (TCP の場合) 17 (UDP の場合)	データ転送のためにパケット内で使用されるヘッダー。おもな転送プロトコルは TCP と UDP の 2 つです。

IPv6 の DNS

IPv6 は、DNS 名前 / アドレスおよびアドレス / 名前のルックアップ処理でサポートされる DNS レコードタイプをサポートしています。DNS レコードタイプは IPv6 アドレスをサポートしています。



(注)

IPv6 は、IPv6 アドレスから DNS 名への逆マッピングもサポートしています。

表 3-4 IPv6 DNS レコードタイプ

レコードタイプ	説明	フォーマット
AAAA	ホスト名を IPv6 アドレスにマッピングします (IPv4 の A レコードに該当)	www.abc.test AAAA 3FFE:YYYY:C18:1::2
PTR	IPv6 アドレスをホスト名にマッピングします (IPv4 の PTR レコードに該当)	2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.1.0.0.0.8.1.c.0.y.y.y.e.f.f.3.ip6.int PTR www.abc.test

IPv6 のパス MTU 探索

IPv4 の場合と同様に、ホストが動的に、データパス上のすべてのリンクの MTU サイズの差を検出し、それに合わせて調整できるように、IPv6 でパス MTU 探索を使用できます。ただし、IPv6 では、データパス上のリンクのパス MTU が小さすぎてパケットを処理できない場合は、パケットの送信元によりフラグメンテーションが処理されます。IPv6 ホストにパケットのフラグメンテーションを処理させると、IPv6 ルータの処理リソースが節約され、IPv6 ネットワークの効率が向上します。



(注)

IPv6 では、最小リンク MTU は 1280 オクテットです。IPv6 リンクには、1500 オクテットの MTU 値の使用をお勧めします。

CDP IPv6 アドレスのサポート

隣接情報機能向け CDP IPv6 アドレス サポートを使用して、2 台のシスコ デバイス間で IPv6 アドレス指定情報を転送できます。IPv6 アドレス向け CDP サポートは、ネットワーク管理製品およびトラブルシューティング ツールに IPv6 情報を提供します。

IPv6 の ICMP

IPv6 で ICMP を使用して、ネットワークの状態に関する情報を提供できます。IPv6 で使用できるバージョンである ICMPv6 は、パケットが正しく処理されない場合にエラーを報告し、ネットワークの状態に関する情報メッセージを送信します。たとえば、パケットが大きすぎて別のネットワークに送信できないために、ルータがパケットを転送できない場合は、ルータにより、送信元のホストに ICMPv6 メッセージが送信されます。さらに、IPv6 の ICMP パケットは IPv6 近隣探索およびパス MTU 探索に使用されます。パス MTU 探索処理により、パケットが確実に、特定のルートでサポートされる最大のサイズで送信されます。

基本 IPv6 パケット ヘッダーの次ヘッダー フィールドの 58 という値は、IPv6 ICMP パケットであることを示します。ICMP パケットはすべて拡張ヘッダーから始まる、IPv6 パケット情報の最後の断片です。IPv6 ICMP パケットでは、ICMPv6 タイプ フィールドと ICMPv6 コード フィールドに、ICMP メッセージ タイプなどの IPv6 ICMP パケット情報が示されます。チェックサム フィールドの値は送信側で計算され、受信側により、ICMP パケット内および IPv6 疑似ヘッダー内のフィールドでチェックされます。

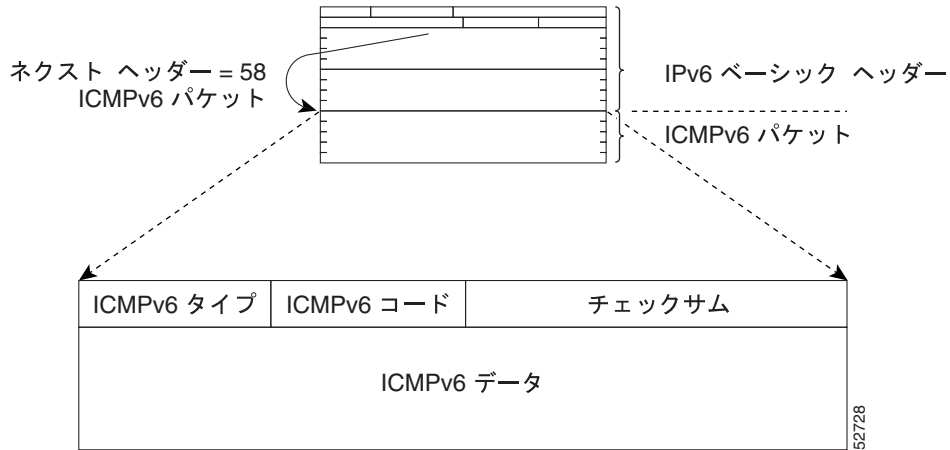


(注)

IPv6 ヘッダーには、チェックサムはありません。ただし、チェックサムは、パケットの誤配信を判定するために、トランスポート レイヤで重要です。計算に IP アドレスが含まれるすべてのチェックサム計算は、新しい 128 ビット アドレスを処理できるように、IPv6 用に変更する必要があります。チェックサムは、疑似ヘッダーを使用して生成されます。

ICMPv6 データ フィールドには、IP パケット処理に関連するエラー情報または診断情報が含まれません。図 3-11 に、IPv6 ICMP パケット ヘッダー フォーマットを示します。

図 3-11 IPv6 ICMP パケット ヘッダーのフォーマット



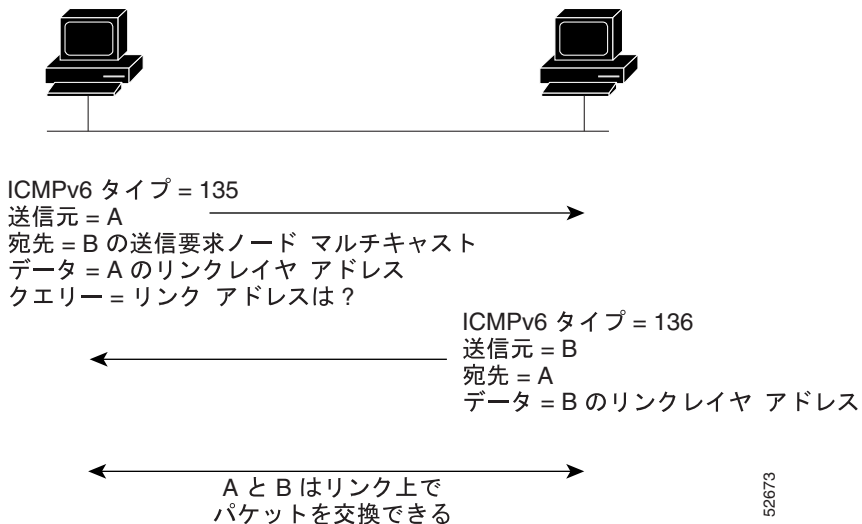
IPv6 近隣探索

IPv6 NDP を使用して、隣接ルータが到達可能かどうかを判定できます。IPv6 ノードは、近隣探索を使用して、同じネットワーク上のノードのアドレス（ローカル リンク）を決定します。そして、ノード自身からのパケットを転送できる隣接ルータを見つけ、その隣接ルータが到達可能かどうかを確認し、リンクレイヤ アドレスの変更を検出します。NDP は ICMP メッセージを使用して、パケットが到達不可能な隣接ルータに送信されたかどうかを検出します。

IPv6 ネイバー送信要求メッセージ

ノードは、同じローカル リンク上の別のノードのリンクレイヤアドレスを決定するときに、ICMP パケット ヘッダーのタイプ フィールドの値が 135 であるネイバー送信要求メッセージをローカル リンクで送信します（図 3-12 を参照）。送信元アドレスは、ネイバー送信要求メッセージを送信するノードの IPv6 アドレスです。宛先アドレスは、宛先ノードの IPv6 アドレスに対応する送信要求ノード マルチキャスト アドレスです。ネイバー送信要求メッセージには、送信元ノードのリンクレイヤアドレスも含まれます。

図 3-12 IPv6 近隣探索 — ネイバー送信要求メッセージ



ネイバー送信要求メッセージを受信したあとに、宛先ノードは返信として、ICMP パケット ヘッダーのタイプフィールドの値が 136 のネイバー アドバタイズメント メッセージをローカルリンクで送信します。送信元アドレスは、ノードの IPv6 アドレス（ネイバー アドバタイズメント メッセージを送信するノード インターフェイスの IPv6 アドレス）です。宛先アドレスは、ネイバー送信要求メッセージを送信したノードの IPv6 アドレスです。データ部分には、ネイバー アドバタイズメント メッセージを送信するノードのリンクレイヤアドレスが含まれます。

送信元ノードがネイバー アドバタイズメント メッセージを受信すると、送信元ノードと宛先ノードは通信できるようになります。

ネイバー送信要求メッセージにより、ノードがネイバーのリンクレイヤアドレスを認識したあとに、ネイバーの到達可能性が確認できます。ノードは、ネイバーの到達可能性を確認するときに、ネイバー送信要求メッセージの宛先アドレスを、ネイバーのユニキャストアドレスとして使用します。

ネイバー アドバタイズメント メッセージは、ローカルリンク上のノードのリンクレイヤアドレスが変更されたときにも送信されます。変更があったときのネイバー アドバタイズメント メッセージの宛先アドレスは、全ノード マルチキャストアドレスです。

ネイバー到達不能検出により、ネイバーの障害またはネイバーへの転送パスの障害が特定されます。また、この検出は、ホストと近隣ノード（ホストまたはルータ）の間のすべてのパスで使用されます。ネイバー到達不能検出は、ユニキャストパケットのみが送信されるネイバーに対してのみ実行され、マルチキャストパケットが送信されるネイバーに対しては実行されません。

ネイバーは、そのノードから受諾の確認応答（以前にそのノードに送信されたパケットが受信され、処理されたことを示す）が返されると、到達可能とみなされます。受諾の確認応答（TCP などの上位層プロトコルからの）は、接続が順調に進んでいる（宛先に到達しつつある）ことを示します。パケットがピアに到達している場合は、送信元ノードのネクストホップ ネイバーにも到達しています。順調に進んでいることで、ネクストホップ ネイバーが到達可能であることも確認されます。

ローカルリンクにない宛先の場合は、順調に進んでいることで、ファーストホップ ルータが到達可能であることがわかります。上位層プロトコルからの確認応答がない場合、ノードは、ユニキャスト ネイバー送信要求メッセージを使用してネイバーを探し、宛先へのパスがまだ機能しているかどうかを確認します。ネイバーから返信された送信要求ネイバー アドバタイズメント メッセージは、宛先へのパスがまだ機能しているという確認応答です（1 という値が設定された送信要求フラグを持つネイバー アドバタイズメント メッセージは、ネイバー送信要求メッセージへの返信としてのみ送信されます）。非送信要求メッセージが返信された場合は、送信元ノードから宛先ノードまでの片道のパスのみが確認されています。送信要求ネイバー アドバタイズメント メッセージは、往復のパスがいずれも機能していることを示します。



(注)

0 という値が設定された送信要求フラグを持つネイバー アドバタイズメント メッセージは、宛先へのパスがまだ機能していることを示す確認応答とはみなされません。

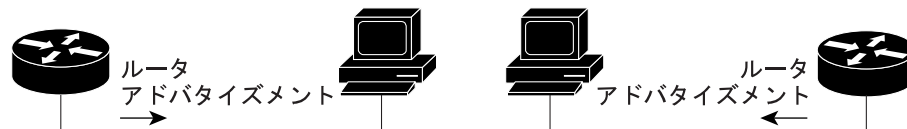
ネイバー送信要求メッセージは、ユニキャスト IPv6 アドレスをインターフェイスに割り当てる前にそのアドレスが一意であることを確認するために、ステータス自動設定処理でも使用されます。新規のリンク ローカル IPv6 アドレスに対しては、インターフェイスに割り当てられる前に、最初に重複アドレス検出が実行されます（新規アドレスは、重複アドレス検出の実行中は一時的なアドレスのままです）。ノードは、未指定の送信元アドレスと一時的なリンク ローカルアドレスがメッセージ本文に含まれるネイバー送信要求メッセージを送信します。そのアドレスがすでに他のノードによって使用されている場合、ノードは、一時的なリンク ローカルアドレスを含むネイバー アドバタイズメント メッセージを返信します。他のノードが同時に、同じアドレスが一意であることを確認している場合は、そのノードも、ネイバー送信要求メッセージを返信します。ネイバー送信要求メッセージの返信としてのネイバー アドバタイズメント メッセージも、同じ一時的アドレスを確認中の他のノードからのネイバー送信要求メッセージも受信しない場合、最初のネイバー送信要求メッセージを送信したノードは、一時的なリンク ローカルアドレスが一意であると判断し、そのアドレスをインターフェイスに割り当てます。

IPv6 ルータ アドバタイズメント メッセージ

ルータ アドバタイズメント (RA) メッセージは、ICMP パケット ヘッダーのタイプ フィールドの値が 134 であり、IPv6 ルータの設定済みの各インターフェイスへと定期的に送信されます。ステータス自動設定が正しく機能するには、RA メッセージでアドバタイズされたプレフィクス長が常に 64 ビットである必要があります。

RA メッセージは、全ノード マルチキャスト アドレスに送信されます (図 3-13 を参照)。

図 3-13 IPv6 近隣探索 — RA メッセージ



ルータ アドバタイズメントにおけるパケット定義：
 ICMPv6 タイプ = 134
 送信元 = ルータ リンクローカル アドレス
 宛先 = 全ノード マルチキャスト アドレス
 データ = オプション、プレフィクス、ライフタイム、
 自動設定フラグ

52674

RA メッセージには通常、次の情報が含まれます。

- ローカル リンク上のノードが、その IPv6 アドレスの自動設定に使用できる 1 つ以上のオンリンク IPv6 プレフィクス
- アドバタイズメントに含まれる各プレフィクスのライフタイム情報
- 完成可能な自動設定のタイプ (ステータスまたはステータスフル) を示すフラグ一式
- デフォルト ルータ情報 (アドバタイズメントを送信しているルータをデフォルトとして使用する必要があるかどうか、および、その場合は、ルータがデフォルト ルータとして使用される秒単位の時間)
- ホストが発信するパケットで使用する必要のあるホップ リミットと MTU などの、ホストの詳細情報

RA は、ルータ送信要求メッセージの返信としても送信されます。ルータ送信要求メッセージは、ICMP パケット ヘッダーのタイプ フィールドの値が 133 であり、システム起動時にホストにより送信されます。これにより、ホストは、次の定期 RA メッセージを待つことなく、ただちに自動設定できます。送信元アドレスは通常、未指定 IPv6 アドレス (0:0:0:0:0:0:0) です。ホストでユニキャスト アドレスが設定されている場合は、ルータ送信要求メッセージを送信するインターフェイスのユニキャスト アドレスが、メッセージで送信元アドレスとして使用されます。宛先アドレスは、スコープがリンクである全ルータ マルチキャスト アドレスです。RA がルータ送信要求の返信として送信されるときは、RA メッセージの宛先アドレスは、ルータ送信要求メッセージの送信元のユニキャスト アドレスです。

次の RA メッセージ パラメータを設定できます。

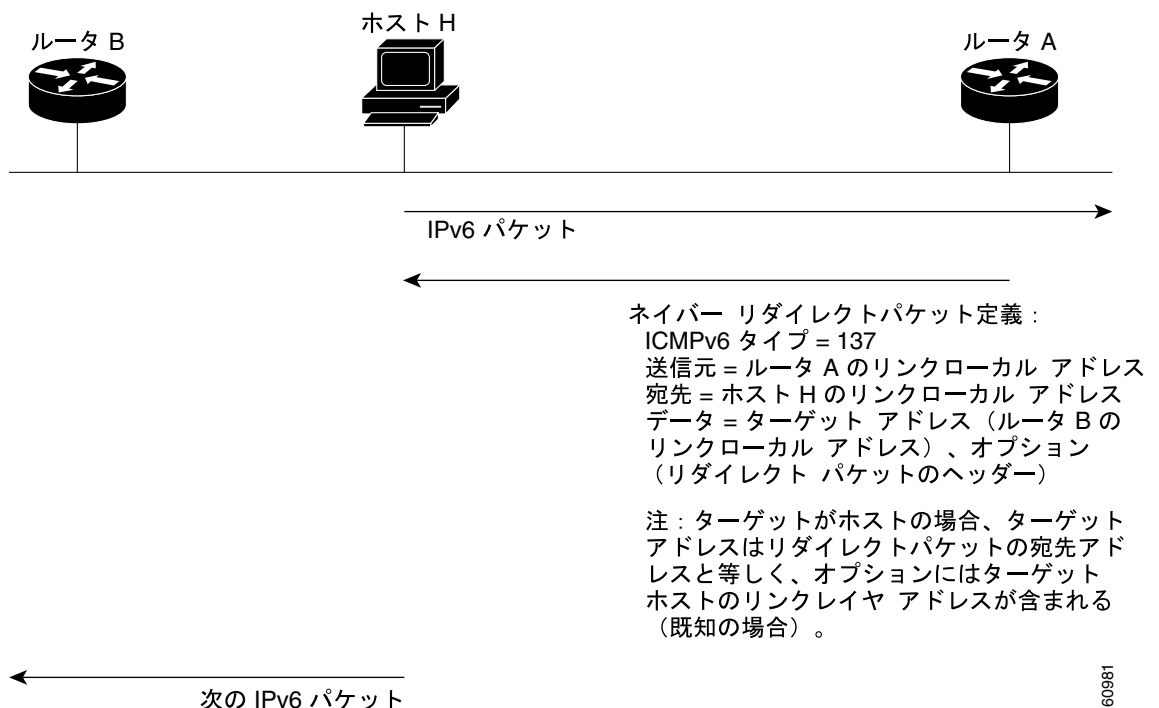
- RA メッセージが定期的に送信される時間の間隔
- デフォルト ルータ (リンクのすべてのノードが使用する) としてのルータの実用性を示すルータのライフタイム値
- リンクで使用されているネットワーク プレフィクス
- (リンクで) ネイバー送信要求メッセージが再送される時間の間隔
- ネイバーが到達可能である (リンク上のすべてのノードが使用できる) とノードが判断するまでの時間

設定されたパラメータは、各インターフェイス固有のパラメータです。RA メッセージ（デフォルト値を含む）の送信は、自動的にイーサネットインターフェイス上でイネーブルになります。他のインターフェイスタイプの場合は、**no ipv6 nd suppress-ra** コマンドを入力して RA メッセージを送信する必要があります。個々のインターフェイスでは、**ipv6 nd suppress-ra** コマンドを入力して、RA メッセージ機能をディセーブルにできます。

IPv6 ネイバー リダイレクト メッセージ

ルータは、ネイバー リダイレクト メッセージを送信して、パス上の宛先へのより適切なファーストホップ ノードをホストに通知します（図 3-14 を参照）。IPv6 ネイバー リダイレクト メッセージは、ICMP パケット ヘッダーのタイプフィールドの値が 137 となっています。

図 3-14 IPv6 近隣探索 — ネイバー リダイレクト メッセージ



(注)

リダイレクトメッセージの目的のアドレス（最終の宛先）により、確実に隣接ルータのリンクローカルアドレスが特定されるよう、ルータは、その各隣接ルータのリンクローカルアドレスを決定可能である必要があります。スタティックルーティングの場合は、ルータのリンクローカルアドレスを使用して、ネクストホップルータのアドレスを指定する必要があります。ダイナミックルーティングの場合は、隣接ルータのリンクローカルアドレスを交換するように、すべての IPv6 ルーティングプロトコルを設定する必要があります。

パケットの転送後に、次の条件を満たす場合は、ルータがパケットの送信元にリダイレクトメッセージを送信します。

- パケットの宛先アドレスがマルチキャストアドレスではない。
- パケットがルータ宛てではなかった。

- パケットが、パケットを受信したインターフェイスから、まもなく送信される。
- ルータが、パケットにより適したファーストホップ ノードはパケットの送信元と同じリンク上にあると決定した。
- パケットの送信元アドレスが、同じリンク上のネイバーのグローバル IPv6 アドレス、またはリンク ローカル アドレスである。

仮想化サポート

IPv6 は、Virtual Routing and Forwarding Instance (VRF; 仮想ルーティング / 転送インスタンス) をサポートしています。VRF は Virtual Device Contexts (VDC; 仮想化デバイス コンテキスト) 内にあります。デフォルトでは、特に別の VDC および VRF を設定しない限り、Cisco NX-OS によりデフォルト VDC およびデフォルト VRF が使用されます。詳細については、『Cisco NX-OS Virtual Device Context Configuration Guide』を参照してください。

IPv6 のライセンス要件

次の表に、この機能のライセンス要件を示します。

製品	ライセンス要件
DCNM	IPv6 にはライセンスは不要です。ライセンス パッケージに含まれない機能はいずれも、Cisco DCNM にバンドルされており、無償で提供されます。DCNM ライセンス方式の詳細については、『Cisco DCNM Licensing Guide』を参照してください。
NX-OS	IPv6 にはライセンスは不要です。ライセンス パッケージに含まれていない機能は、Cisco NX-OS システムイメージにバンドルされて提供されます。追加料金は発生しません。NX-OS ライセンス方式の詳細説明については、『Cisco NX-OS Licensing Guide』を参照してください。

IPv6 の前提条件

IPv6 には、次の前提条件があります。

- IPv6 アドレス指定、IPv6 ヘッダー情報、ICMPv6、IPv6 NDP など、IPv6 の基礎に関する詳しい知識が必要です。
- デバイスをデュアルスタック デバイス (IPv4/IPv6) にする場合は、必ずメモリ / 処理の注意事項に従ってください。

IPv6 の注意事項および制約事項

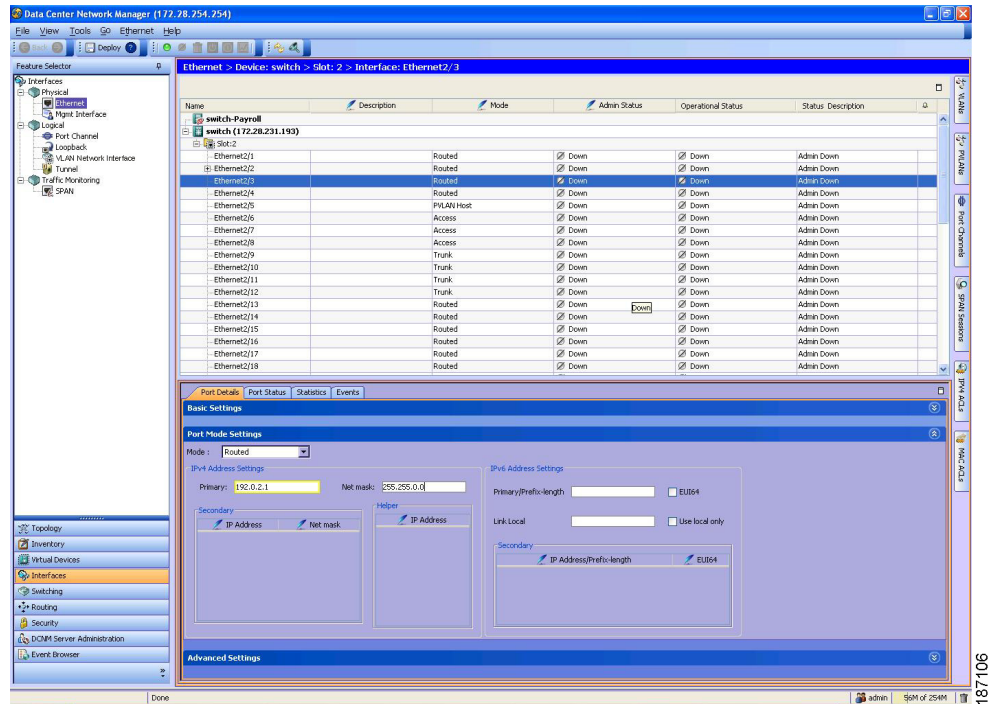
IPv6 には、次の注意事項、および制約、制限事項があります。

- スイッチは、IPv6 フレームを転送する前にレイヤ 3 パケット情報を確認しないため、IPv6 パケットは、レイヤ 2 LAN スイッチに対して透過的です。IPv6 ホストは、レイヤ 2 LAN スイッチに直接接続できます。
- インターフェイスの同じプレフィクス内に複数の IPv6 グローバルアドレスを設定できます。ただし、インターフェイス上の複数の IPv6 リンク ローカルアドレスはサポートされていません。
- RFC 3879 によりサイトローカルアドレスの使用が廃止されたため、RFC 4193 のユニーク ローカルアドレス (UCA) の推奨に従って、プライベート IPv6 アドレスを設定する必要があります。

IPv6 の設定

Interfaces 機能選択により、レイヤ3 インターフェイスに IPv6 アドレスを設定することができます。
 図 3-15 にレイヤ3 インターフェイスを示します。

図 3-15 レイヤ3 インターフェイスの設定



Data Center Network Manager 機能の詳細については、『Cisco Data Center Network Manager Fundamentals Guide』を参照してください。

ここでは、次の内容について説明します。

- IPv6 アドレス指定の設定 (p.3-21)
- IPv6 セカンダリ アドレスの設定 (p.3-22)

IPv6 アドレス指定の設定

インターフェイスで IPv6 トラフィックを転送するには、インターフェイスで IPv6 アドレスを設定する必要があります。インターフェイスでグローバル IPv6 アドレスを設定すると、リンク ローカルアドレスが自動的に設定され、そのインターフェイスで IPv6 が有効となります。

詳細な手順

ルーテッドインターフェイスを設定するには、次の手順を実行します。

-
- ステップ 1** Feature Selector ペインから、**Interfaces > Physical > Ethernet** の順に選択します。
- Summary 画面に使用できるデバイスが表示されます (図 3-15 を参照)。
- ステップ 2** Summary ペインでデバイスをダブルクリックして、スロットの一覧を表示します。
- ステップ 3** スロットをダブルクリックして、インターフェイスの一覧を表示します。
- ステップ 4** ルーテッドインターフェイスとして設定したいインターフェイスをクリックします。
- Summary ペインのインターフェイスが強調表示され、Details ペインにタブが表示されます。
- ステップ 5** Details ペインで、**Port Details** タブをクリックします。
- Port Details タブが表示されます。
- ステップ 6** Port Details タブで、**Port Mode Settings** セクションを展開表示します。
- ポート モードが表示されます。
- ステップ 7** Mode ドロップダウンリストから、**Routed** を選択します。
- Details ペインに IP アドレス情報が表示され、Cisco NX-OS はレイヤ 2 設定を削除します。
- ステップ 8** IPv6 Address Settings エリアの Primary/prefix-length フィールドから、このルーテッドインターフェイスに IPv6 アドレスとプレフィクス長を設定します。
- 長さの範囲は 1 ~ 128 です。
- ステップ 9** (任意) EUI64 を設定するには、**EUI64** をチェックします。
- ステップ 10** (任意) Link local フィールドから、リンク ローカル IPv6 アドレスを入力します。
- ステップ 11** (任意) このルーテッドインターフェイスをリンク ローカルルーティング専用を設定するには、**Use local only** をチェックします。
- ステップ 12** メニュー バーから **File > Deploy** を選択して、デバイスに変更を適用します。
-

IPv6 セカンダリ アドレスの設定

インターフェイスにセカンダリ アドレスまたはヘルパー アドレスを設定できます。

手順詳細

ルーテッドインターフェイスに IPv6 セカンダリ アドレスを設定するには、次の手順を実行します。

-
- ステップ 1** Feature Selector ペインから、**Interfaces > Physical > Ethernet** の順に選択します。
- Summary 画面に使用できるデバイスが表示されます (図 3-15 を参照)。
- ステップ 2** Summary ペインでデバイスをダブルクリックして、スロットの一覧を表示します。
- ステップ 3** スロットをダブルクリックして、インターフェイスの一覧を表示します。
- ステップ 4** ルーテッドインターフェイスとして設定したいインターフェイスをクリックします。
- Summary ペインのインターフェイスが強調表示され、Details ペインにタブが表示されます。
- ステップ 5** Details ペインで、**Port Details** タブをクリックします。
- Port Details タブが表示されます。
- ステップ 6** Port Details タブで、**Port Mode Settings** セクションを展開表示します。
- ポート モードが表示されます。
- ステップ 7** (任意) IPv6 Address Settings セクションの Secondary エリアで、**Add IPv6 Address** を右クリックして選択し、セカンダリ IP アドレスを追加します。
- ステップ 8** IP Address/Prefix-length フィールドからこのセカンダリ IPv6 アドレスに、IPv6 アドレスとプレフィクス長を入力します。
- ステップ 9** (任意) EUI64 フォーマットを設定するには、**EUI64** をチェックします。
- ステップ 10** メニュー バーから **File > Deploy** を選択して、デバイスに変更を適用します。
-

IPv6 フィールドの説明

IPv6 アドレス フィールドの詳細については、『*Cisco DCNM Interfaces Configuration Guide, Release 4.0*』の「Basic Parameters」の章を参照してください。

その他の関連資料

IPv6 の実装に関する詳細情報については、次のページを参照してください。

- [関連資料 \(p.3-23\)](#)
- [規格 \(p.3-23\)](#)

関連資料

関連項目	マニュアル名
IPv6 CLI コマンド	『 <i>Cisco NX-OS Unicast Routing Command Reference, Release 4.0</i> 』

規格

規格	タイトル
この機能がサポートする新しい規格または変更された規格はありません。また、この機能で変更された既存規格のサポートはありません。	—

