



CHAPTER 3

IPv6 の設定

この章では、Cisco Data Center Network Manager (DCNM) で IPv6 (インターネット プロトコルバージョン 6) を設定する方法について説明します。

この章では、次の内容について説明します。

- 「IPv6 について」 (P.3-1)
- 「IPv6 のライセンス要件」 (P.3-18)
- 「プラットフォーム サポート」 (P.3-18)
- 「IPv6 の設定」 (P.3-18)
- 「その他の関連資料」 (P.3-20)
- 「IPv6 機能の履歴」 (P.3-20)

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和、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 フォーマット」 (P.3-2)
- 「IPv6 ユニキャスト アドレス」 (P.3-3)
- 「IPv6 エニーキャスト アドレス」 (P.3-7)
- 「IPv6 マルチキャスト アドレス」 (P.3-7)
- 「IPv4 パケット ヘッダー」 (P.3-9)

- 「簡易 IPv6 パケット ヘッダー」 (P.3-9)
- 「IPv6 の DNS」 (P.3-12)
- 「IPv6 のパス MTU 探索」 (P.3-12)
- 「CDP IPv6 アドレスのサポート」 (P.3-13)
- 「IPv6 の ICMP」 (P.3-13)
- 「IPv6 ネイバー探索」 (P.3-14)
- 「IPv6 ネイバー送信要求メッセージ」 (P.3-14)
- 「IPv6 ルータ アドバタイズメント メッセージ」 (P.3-15)
- 「IPv6 ネイバー リダイレクト メッセージ」 (P.3-17)

IPv6 アドレス フォーマット

IPv6 アドレスは 128 ビットつまり 16 バイトです。このアドレスは、x:x:x:x:x:x のように、コロン (:) で区切られた 16 ビット 16 進数のブロック 8 つに分かれています。次に、IPv6 アドレスの例を 2 つ示します。

```
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。IPv6 アドレスの先頭、中間、または末尾で、この連続するゼロの代わりに 2 つのコロン (::) を使用できます。表 3-1 は、圧縮された IPv6 アドレス フォーマットの一覧です。



(注) IPv6 アドレスでは、アドレス中で最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 圧縮された IPv6 アドレス フォーマット

IPv6 アドレス タイプ	元のフォーマット	圧縮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	FF01:0:0:0:0:0:101	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、送信元アドレスまたは宛先アドレスに IPv6 ループバック アドレスを持つ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 プレフィックスは、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。プレフィックス長は、プレフィックスを構成するアドレスの上位の連続ビット（アドレスのネットワーク部分）の桁数を示す 10 進数の値です。たとえば、2001:0DB8:8086:6502::/32 は IPv6 プレフィックスとして有効です。

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。

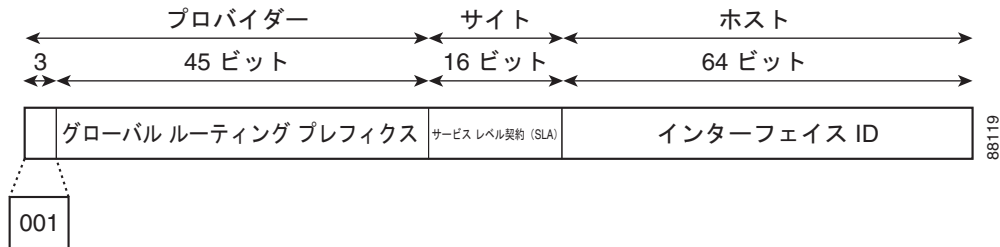
- 「集約可能グローバル アドレス」(P.3-3)
- 「リンクローカル アドレス」(P.3-5)
- 「IPv4 互換 IPv6 アドレス」(P.3-5)
- 「ユニーク ローカル アドレス」(P.3-6)
- 「サイトローカル アドレス」(P.3-7)

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 プレフィックスによる 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 プレフィッ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 プレフィックス、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。IPv6 グローバル ユニキャスト アドレスの割り当てには、バイナリ値 001 (2000::/3) から始まるアドレスの範囲が使用されます。図 3-1 は、集約可能なグローバル アドレスの構造を示します。

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) のプレフィッ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 プレフィックスと、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 プレフィックスには、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。TLS 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 でのサブネットに似ていますが、IPv6 サブネット ID を持つ組織では最大 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。ゼロはローカルに管理されている ID を表し、1 はグローバルに一意の IPv6 インターフェイス ID を表します。
- 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が異なります (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。

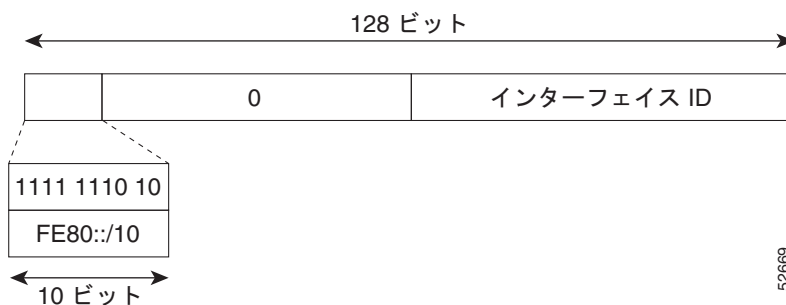
1. ルータに MAC アドレス (ルータ内の MAC アドレス プールの) が照会されます。
2. 使用可能な MAC アドレスがルータにない場合は、ルータのシリアル番号を使用して、リンクローカル アドレスが作成されます。
3. リンクローカル アドレスの作成にルータのシリアル番号を使用できない場合、ルータは MD5 ハッシュを使用して、ルータのホスト名からルータの MAC アドレスを決定します。

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、ネイバー探索プロトコルおよびステータス自動コンフィギュレーション プロセスで使用されます。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 は、リンクローカル アドレスの構造を示します。

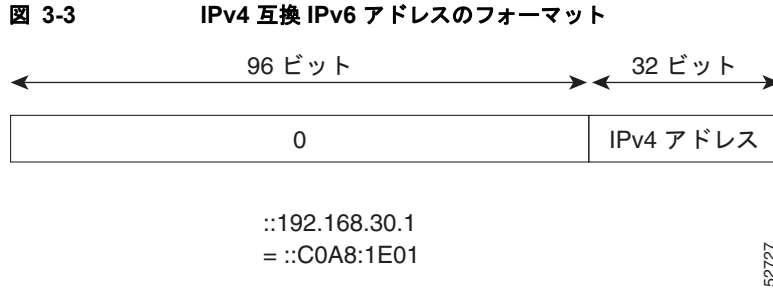
IPv6 ルータは、送信元または宛先がリンクローカル アドレスであるパケットを他のリンクに転送できません。

図 3-2 リンクローカル アドレス フォーマット



IPv4 互換 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、アドレスの下位 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、下位 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 は、IPv4 互換 IPv6 アドレスの構造と、許容されるアドレス フォーマットのいくつかを示します。



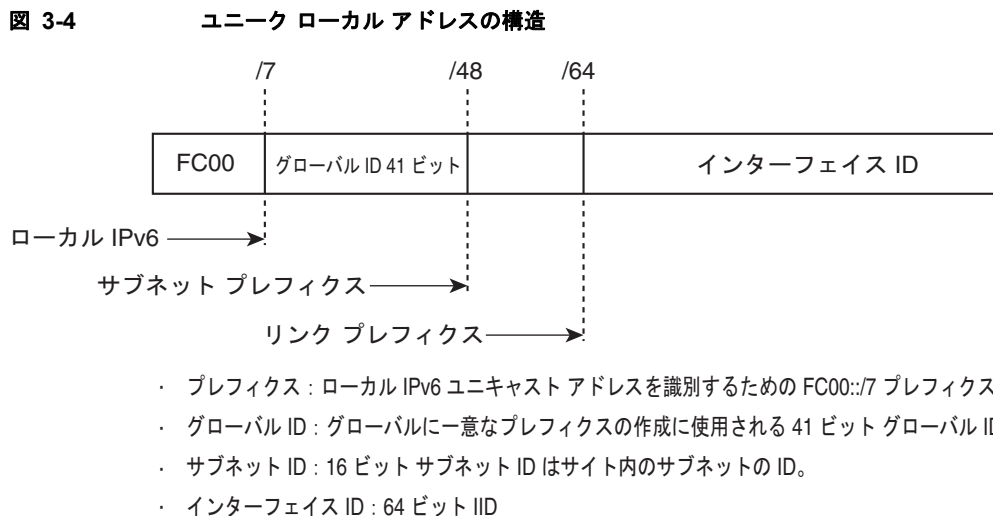
ユニーク ローカル アドレス

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だけで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、これらのプレフィクスを使用するインターフェイスの再番号割り当てにも必要とせずに、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。



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式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に、設定する必要があります。

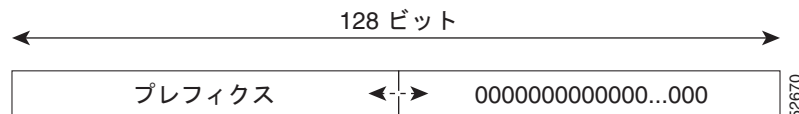


(注)

エニーキャストアドレスを使用できるのは、ルータだけです。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。このアドレスには、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リフィクスが表すリンク上のルータに到達できます。

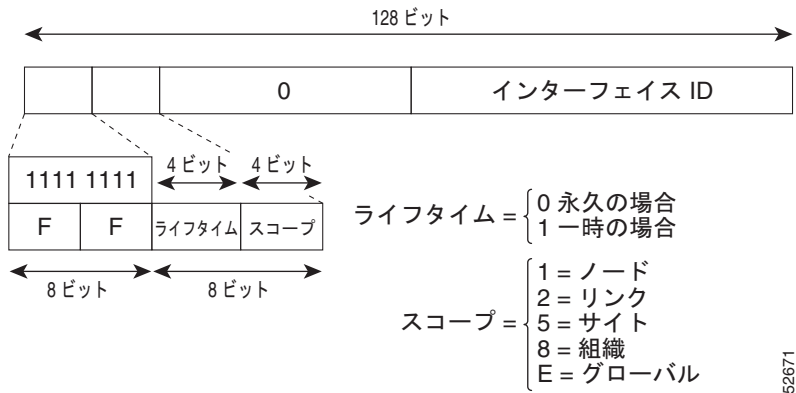
図 3-5 サブネット ルータ エニーキャストアドレスのフォーマット



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) というプリフィクスを持つ 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一式の ID です。マルチキャストアドレスに送信されるパケットは、このマルチキャストアドレスで示されるすべてのインターフェイスに伝送されます。プリフィクスに続く 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。永久マルチキャストアドレスはライフタイムパラメータが 0 に等しく、一時マルチキャストアドレスのライフタイムパラメータは 1 に等しくなっています。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、プリフィクスが FF02::/16 のマルチキャストアドレスは、リンクスコープが設定された永続的な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 フォーマット



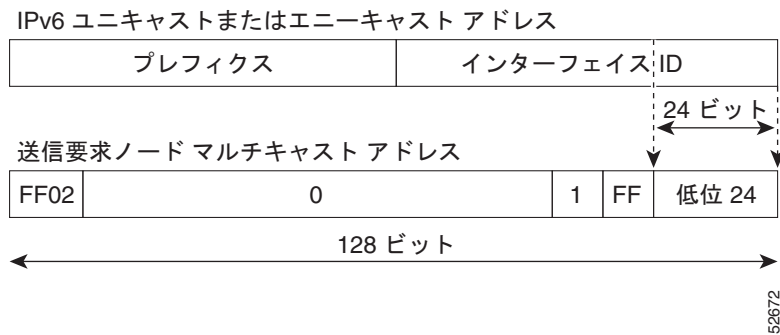
IPv6 ノード (ホストとルータ) は、(受信パケットの宛先となる) 次のマルチキャスト グループに加入する必要があります。

- 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 アドレスの下位 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 アドレスのフォーマット

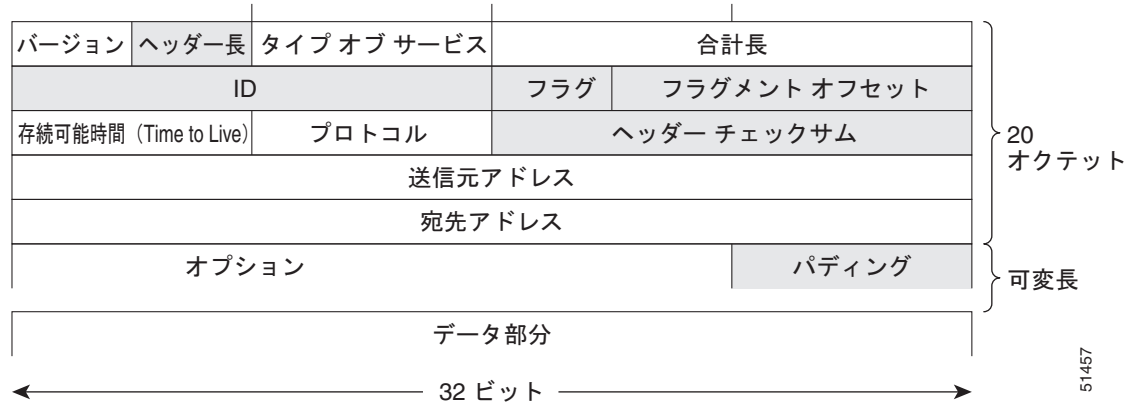


(注) IPv6 にはブロードキャスト アドレスはありません。ブロードキャスト アドレスの代わりに、IPv6 マルチキャスト アドレスが使用されます。

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 個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 IPv6 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。

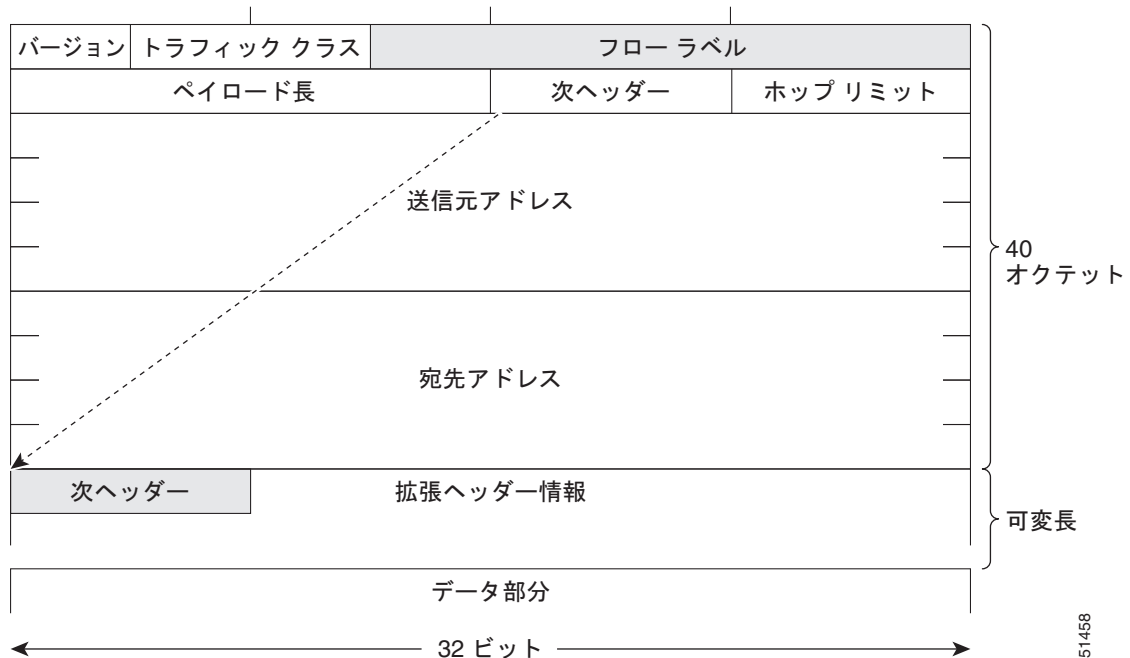
表 3-2 基本 IPv6 パケット ヘッダーのフィールド

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。

表 3-2 基本 IPv6 パケット ヘッダーのフィールド (続き)

フィールド	説明
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 ヘッダーのあとに続く情報のタイプが決まります。基本 IPv6 ヘッダーのあと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](#) は、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

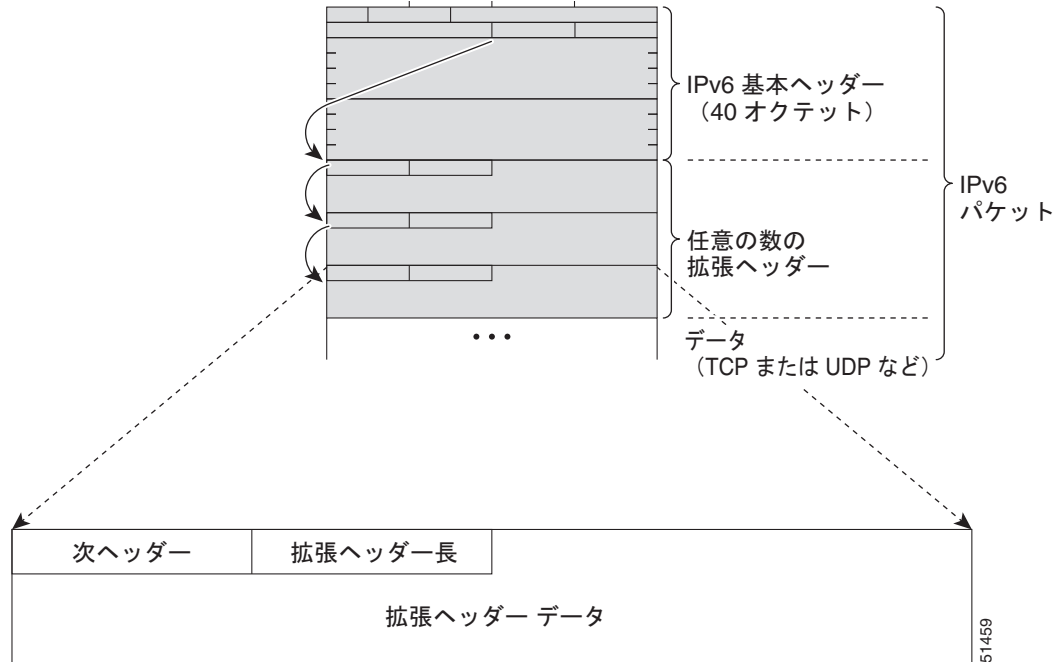


表 3-3 は、拡張ヘッダーのタイプとその次ヘッダー フィールドの値の一覧です。

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あと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) ヘッダーのあと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、最終の宛先だけで処理されます。
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。

表 3-3 IPv6 拡張ヘッダーのタイプ (続き)

ヘッダーのタイプ	次ヘッダーの値	説明
フラグメントヘッダー	44	送信元が、送信元と宛先の間のパスの 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 (表 3-4 を参照)。



(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、ホストがダイナミックに、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、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。ICMP の Too Big メッセージの到着によってパス MTU が削減されると、Cisco NX-OS はその低い値を保持します。この接続では、スループットの計測のためにセグメントサイズが定期的には増加することはありません。



(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 値の使用を推奨します。

CDP IPv6 アドレスのサポート

ネイバー情報機能向けの Cisco Discovery Protocol (CDP; シスコ検出プロトコル) IPv6 アドレスの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 ネイバー探索およびパス 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、すべての拡張ヘッダーのあとに続く、IPv6 パケット中の最後の情報部分です。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。



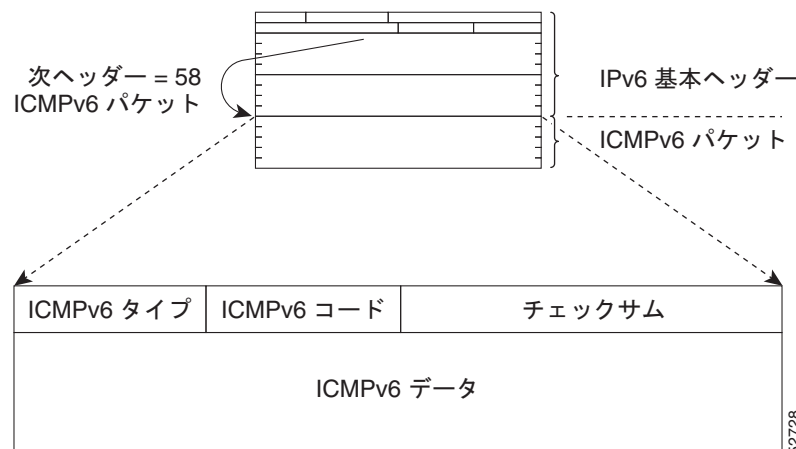
(注)

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す。

図 3-11 は、IPv6 ICMP パケット ヘッダーの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



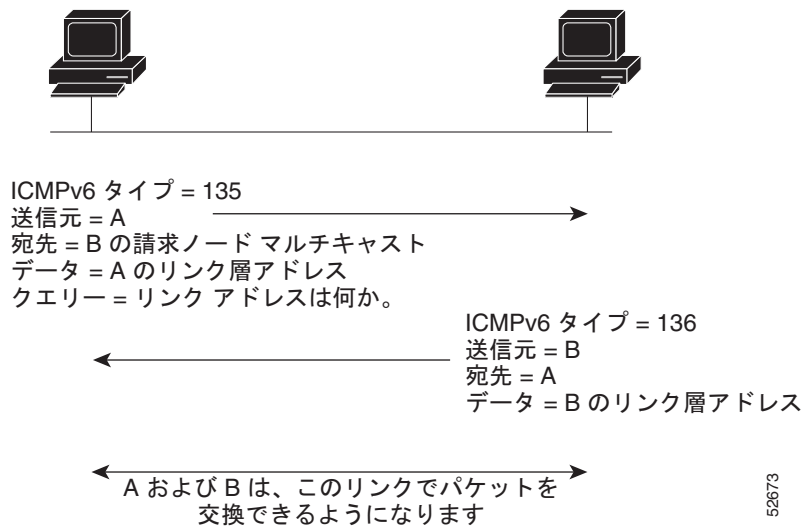
IPv6 ネイバー探索

IPv6 Neighbor Discovery Protocol (NDP; ネイバー探索プロトコル) を使用して、ネイバー ルータが到達可能かどうかを判定できます。IPv6 ノードは、ネイバー探索を使用して、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ネイバー ルータを見つけ、そのネイバー 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ネイバー 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 ネイバー探索 : 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。

送信元ノードと宛先ノードが通信できるのは、送信元ノードがネイバー アドバタイズメントを受信したあとです。

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。

ローカルリンク上のノードのリンクレイヤアドレスに変更がある場合も、ネイバーアドバタイズメントメッセージが送信されます。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、ホストとネイバーノード（ホストまたはルータ）の間のすべてのパスで使用されません。ネイバー到達不能検出は、ユニキャストパケットだけが送信されるネイバーに対してだけ実行され、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、到達可能と見なされます。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だけ送信されます）。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だけ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見なされません。

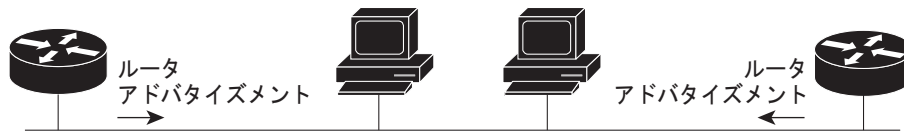
ネイバー送信要求メッセージは、ユニキャスト IPv6 アドレスをインターフェイスに割り当てる前にそのアドレスが一意であることを確認するために、ステートレス自動設定処理でも使用されます。新規のリンクローカル IPv6 アドレスに対しては、インターフェイスに割り当てられる前に、最初に重複アドレス検出が実行されます（新規アドレスは、重複アドレス検出の実行中は一時的なアドレスのままです）。ノードは、未指定の送信元アドレスと一時的なリンクローカルアドレスがメッセージ本文に含まれるネイバー送信要求メッセージを送信します。そのアドレスがすでに他のノードによって使用されている場合、ノードは、一時的なリンクロー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。ステートレ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 ネイバー探索 : RA メッセージ



ルータ アドバタイズメント 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 = すべてのノードのマルチキャスト アドレス
 データ = オプション、プレフィクス、有効期間、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 (ステートレスまたはステートフル) を示すフラグのセット
- 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。ICMP パケット ヘッダーのタイプ フィールドの値が 133 であるルータ送信要求メッセージは、システム始動時にホストによって送信されるため、ホストは次のスケジュールされた RA メッセージを待機することなくすぐ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 (0:0:0:0:0:0:0:0) 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 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。

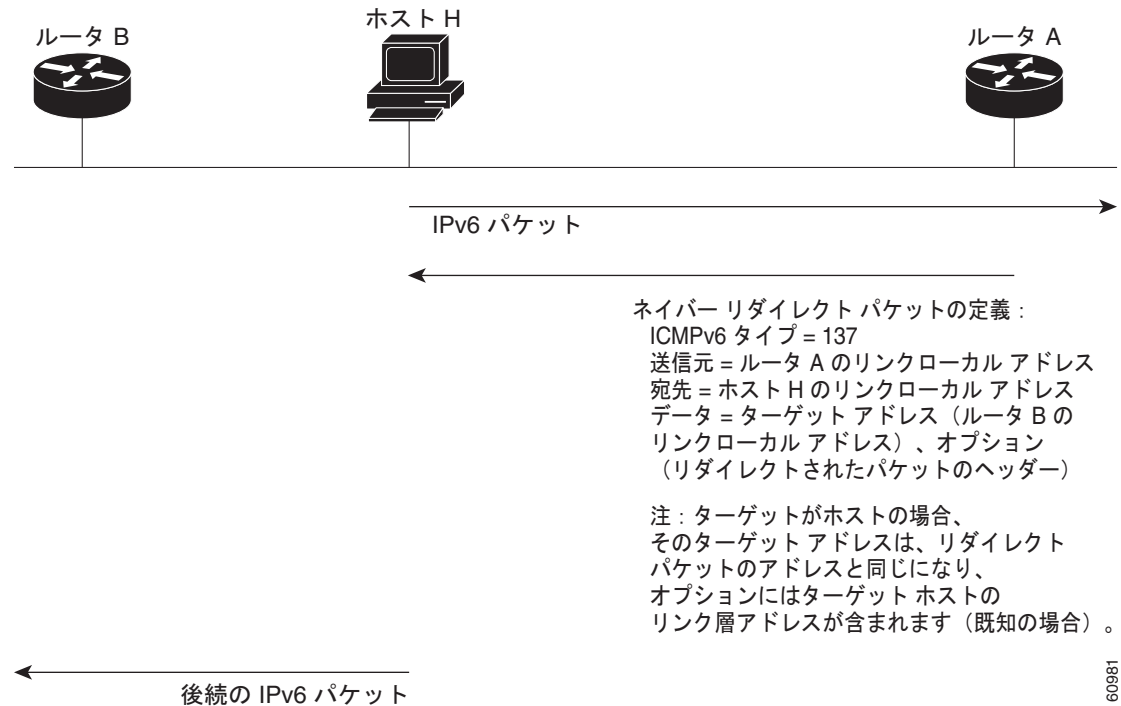
- RA メッセージが定期的に送信される時間の間隔
- デフォルト ルータ (リンクのすべてのノードが使用する) としてのルータの実用性を示すルータのライフタイム値
- リンクで使用されているネットワーク プレフィクス
- (リンクで) ネイバー送信要求メッセージが再送される時間の間隔
- ネイバーが到達可能である (リンク上のすべてのノードが使用できる) とノードが判断するまでの時間

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、ICMPv6 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 ネイバー探索 : 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、確実にネイバー 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、その各ネイバー 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、ネイバー 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。
- パケットがその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。

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
Cisco 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ていない機能はすべて Cisco DCNM にバンドルされており、追加費用は一切発生しません。Cisco DCNM のライセンス スキームの詳細については、『 <i>Cisco DCNM Fundamentals Configuration Guide, Release 5.x</i> 』を参照してください。
Cisco 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すべて Cisco NX-OS システム イメージにバンドルされており、追加費用は一切発生しません。使用しているプラットフォームでの Cisco NX-OS ライセンス スキームの詳細については、プラットフォームのライセンスに関するガイドを参照してください。

プラットフォーム サポート

この機能をサポートするプラットフォームは次のとおりです。ただし、実装方法は異なる場合があります。注意事項および制約事項、システムのデフォルト、設定の制限などのプラットフォーム固有の情報については、該当するマニュアルを参照してください。

プラットフォーム	マニュアル
Cisco Nexus 1000V シリーズ スイッチ (mgmt0 ポートのみ)	Cisco Nexus 1000V シリーズ スイッチ マニュアル
Cisco Nexus 4000 シリーズ スイッチ (mgmt0 ポートのみ)	Cisco Nexus 4000 シリーズ スイッチ マニュアル
Cisco Nexus 7000 シリーズ スイッチ	Cisco Nexus 7000 シリーズ スイッチ マニュアル

IPv6 の設定

インターフェイス機能を選択して、Layer 3 インターフェイスの IPv6 アドレスを設定できます。

Data Center Network Manager 機能の詳細については、『*Cisco DCNM Fundamentals Configuration Guide, Release 5.x*』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.3-18)
- 「IPv6 セカンダリ アドレスの設定」(P.3-19)

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。

手順の詳細

-
- ステップ 1** [Feature Selector] ペインで、[Interfaces] > [Physical] > [Ethernet] を選択します。
[Summary] ペインに、使用可能なデバイスが表示されます。
- ステップ 2** [Summary] ペインで、スロットの一覧を表示するデバイスをダブルクリックします。
- ステップ 3** インターフェイスの一覧を表示するスロットをダブルクリックします。
- ステップ 4** ルーティング インターフェイスとして設定するインターフェイスをクリックします。
[Summary] ペインで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 によってすべてのレイヤ 2 設定が削除されます。
- ステップ 8** [IPv6 Address Settings] 領域の [Primary/prefix-length] フィールドに、このルーティング インターフェイスの IPv6 アドレスおよび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] チェックボックスをオンにします。
- ステップ 10** (任意) [Link local] フィールドに、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) このルーティング 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] チェックボックスをオンにします。
- ステップ 12** メニュー バーから [File] > [Deploy] を選択し、変更内容をデバイスに適用します。
-

IPv6 セカンダリ アドレスの設定

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

手順の詳細

-
- ステップ 1** [Feature Selector] ペインで、[Interfaces] > [Physical] > [Ethernet] を選択します。
[Summary] ペインに、使用可能なデバイスが表示されます。
- ステップ 2** [Summary] ペインで、スロットの一覧を表示するデバイスをダブルクリックします。
- ステップ 3** インターフェイスの一覧を表示するスロットをダブルクリックします。
- ステップ 4** ルーティング インターフェイスとして設定するインターフェイスをクリックします。
[Summary] ペインで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] セクションを展開します。

■ IPv6 のフィールドに関する説明

ポート モードが表示されます。

- ステップ 7** [IPv6 Address settings] セクションの [Secondary] 領域で、[Add IPv6 Address] を右クリックして選択し、セカンダリ IPv6 アドレスを追加します。
- ステップ 8** [IP Address/Prefix-length] フィールドに、このセカンダリ IPv6 アドレスの IPv6 アドレスおよび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] チェックボックスをオンにします。
- ステップ 10** メニュー バーから [File] > [Deploy] を選択し、変更内容をデバイスに適用します。

IPv6 のフィールドに関する説明

IPv6 アドレスのフィールドの詳細については、『Cisco DCNM Interfaces Configuration Guide, Release 5.x』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.3-20)
- 「[標準規格](#)」(P.3-20)

関連資料

関連項目	マニュアル名
IPv6 CLI コマンド	『Cisco Nexus 7000 Series NX-OS Unicast Routing Command Reference, Release 5.x』

標準規格

標準規格	タイトル
この機能でサポートされる新規または改訂された標準規格はありません。また、この機能による既存の標準規格サポートの変更はありません。	—

IPv6 機能の履歴

表 3-5 は、この機能のリリースの履歴です。

表 3-5 IPv6 機能の履歴

機能名	リリース	機能情報
IPv6	4.0(1)	この機能が導入されました。