



概要

この章では、Cisco NX-OS でのレイヤ 3 ユニキャスト ルーティング プロトコルの基本的な概念を紹介します。

この章では、次の内容について説明します。

- 「レイヤ 3 ユニキャスト ルーティングについて」 (P.1-1)
- 「ルーティング アルゴリズム」 (P.1-8)
- 「レイヤ 3 仮想化」 (P.1-10)
- 「Cisco NX-OS 転送アーキテクチャ」 (P.1-10)
- 「レイヤ 3 ユニキャスト ルーティング機能のまとめ」 (P.1-12)
- 「関連資料」 (P.1-14)

レイヤ 3 ユニキャスト ルーティングについて

レイヤ 3 ユニキャスト ルーティングには、最適なルーティングパスの決定とパケットの交換という、2つの基本的動作があります。ルーティング アルゴリズムを使用すると、ルータから宛先までの最適パス（経路）を計算できます。この計算方法は、選択したアルゴリズム、ルート メトリック、そしてロード バランシングや代替パスの探索などの考慮事項により異なります。

ここでは、次の内容について説明します。

- 「ルーティングの基本」 (P.1-2)
- 「パケット交換」 (P.1-2)
- 「ルーティング メトリック」 (P.1-3)
- 「ルータ ID」 (P.1-5)
- 「自律システム」 (P.1-5)
- 「コンバージェンス」 (P.1-6)
- 「ロード バランシングおよび等コスト マルチパス」 (P.1-6)
- 「ルートの再配布」 (P.1-6)
- 「アドミニストレーティブ ディスタンス」 (P.1-7)
- 「スタブ ルーティング」 (P.1-7)

ルーティングの基本

ルーティング プロトコルは、**メトリック**を使用して、宛先までの最適なパスを調べます。メトリックとは、パス帯域幅などの、ルーティング アルゴリズムが宛先までの最適パスを決定するために使用する測定基準です。パスを決定しやすいように、ルーティング アルゴリズムは、ルート情報 (IP 宛先アドレス、および次のルータまたは**ネクスト ホップ**のアドレスなど) を含むルーティング テーブルを初期化して維持します。宛先とネクスト ホップの関連付けにより、ルータは、宛先までの途中にあるネクスト ホップとなる特定のルータにパケットを送信すると、最適パスで IP 宛先まで届けられることを判定できます。ルータは、着信パケットを受信すると、宛先アドレスをチェックし、このアドレスをネクスト ホップと関連付けようとします。ルート テーブルの詳細については、「**ユニキャスト RIB**」(P.1-10) を参照してください。

ルーティング テーブルには、パスの優先度に関するデータなどのその他の情報も含まれる場合があります。ルータはメトリックを比較して、最適ルートを決定します。また、これらのメトリックは、使用されるルーティング アルゴリズムの設計により異なります。「**ルーティング メトリック**」(P.1-3) を参照してください。

各ルータは互いに通信し、さまざまなメッセージを送信して、そのルーティング テーブルを維持します。ルーティング更新メッセージはこれらのメッセージのいずれかであり、ルーティング テーブルのすべてまたは一部で構成されます。ルータは、他のすべてのルータからのルーティング更新情報を分析して、ネットワーク トポロジの詳細な図を構築できます。ルータ間で送信されるメッセージのうち 1 つの例であるリンクステート アドバタイズメントは、送信ルータのリンク状態を他のルータに通知します。リンク情報を使用して、ルータが、ネットワーク宛先までの最適ルートを決定できるようにすることもできます。詳細については、「**ルーティング アルゴリズム**」(P.1-8) を参照してください。

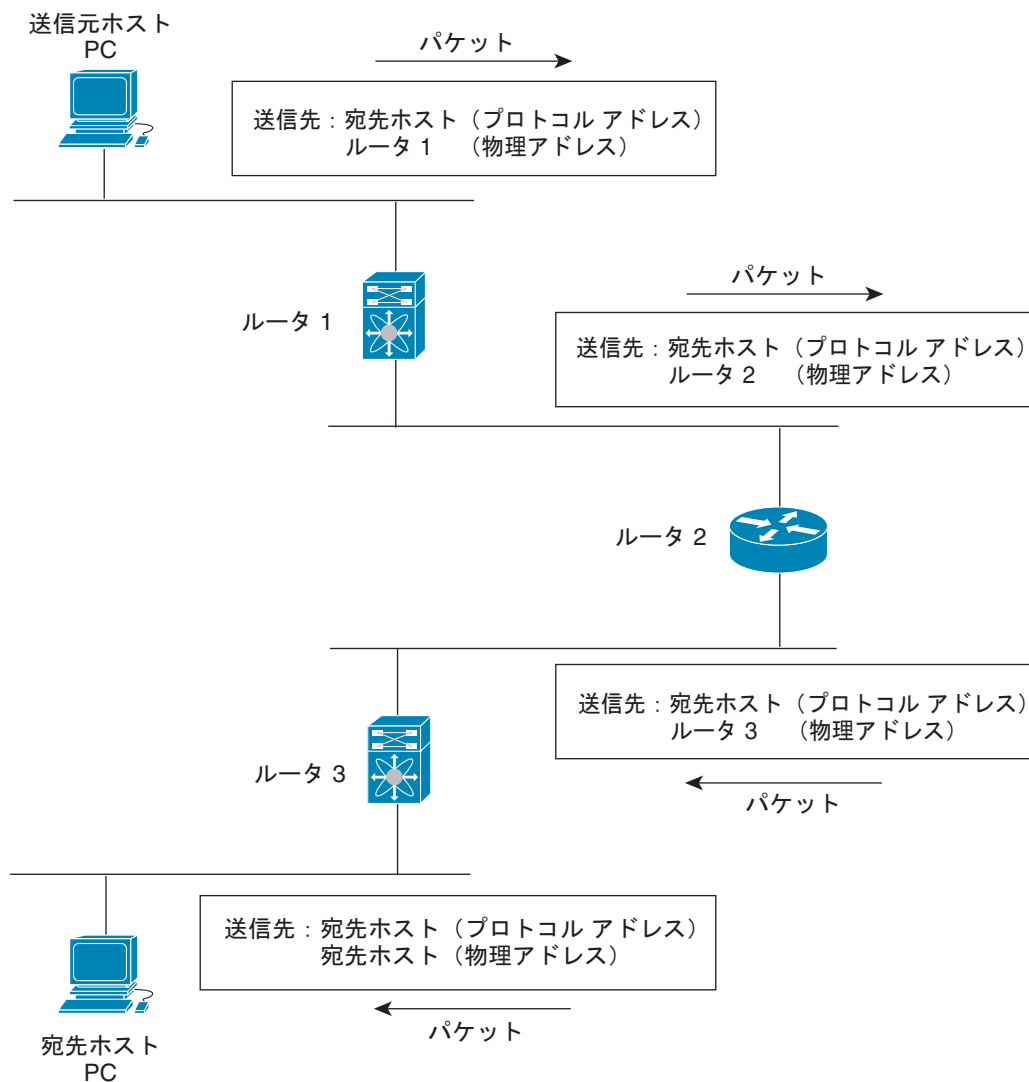
パケット交換

パケット交換では、ホストが、パケットを別のホストに送信する必要があることを決定します。なんらかの方法でルータのアドレスを入手したら、送信元ホストはパケットを明確に、宛先ホストの IP (ネットワーク層) アドレスを含むルータの物理 (Media Access Control (MAC; メディア アクセス コントロール) レイヤ) アドレス宛に送信します。

ルータは宛先の IP アドレスを調べ、ルーティング テーブルでその IP アドレスを探します。ルータでパケットの転送方法がわからない場合は、パケットは通常、廃棄されます。パケットの転送方法がわかった場合、ルータは、宛先の MAC アドレスをネクスト ホップルータの MAC アドレスに変更し、パケットを送信します。

ネクスト ホップが宛先のホストである場合や、同じ交換決定処理を行う別のルータである場合があります。パケットがネットワーク間を移動するにつれ、その物理アドレスは変更されますが、そのプロトコル アドレスは変わりません (図 1-1 を参照)。

図 1-1 ネットワーク上でのパケット ヘッダーの更新



182978

ルーティング メトリック

ルーティング アルゴリズムは、多くの異なるメトリックを使用して最適ルートを決定します。高度なルーティング アルゴリズムは、複数のメトリックに基づいてルートを選択している場合があります。

ここでは、次のメトリックについて説明します。

- 「バス長」 (P.1-4)
- 「信頼性」 (P.1-4)
- 「ルーティング遅延」 (P.1-4)
- 「帯域幅」 (P.1-4)
- 「負荷」 (P.1-4)
- 「通信コスト」 (P.1-4)

パス長

パス長は、最も一般的なルーティングメトリックです。一部のルーティングプロトコルでは、各ネットワークリンクに恣意的なコストの割り当てが可能です。この場合、パスの長さは、経由した各リンクに関連付けられたコストの合計となります。それ以外のルーティングプロトコルでは、パケットが送信元から宛先までに経由する必要がある、ルータなどのネットワーク間製品の通過回数を指定するメトリックであるホップ数が定義されます。

信頼性

ルーティングアルゴリズムとの関連における**信頼性**は、各ネットワークリンクの信頼性（ビット誤り率で示される）です。一部のネットワークリンクは、他のネットワークリンクよりダウンする頻度が高い場合があります。ネットワークがダウンしたあと、特定のネットワークリンクが他のリンクより容易に、または短時間に修復される場合もあります。信頼性のランクを割り当てるときに考慮できる信頼性係数は、一般的にネットワークリンクに割り当てる任意の数値です。

ルーティング遅延

ルーティング**遅延**は、送信元から宛先に、インターネットワークを通過してパケットを移動するために必要な時間の長さです。遅延は、中間のネットワークリンクの帯域幅、経由する各ルータでのポートキュー、中間の全ネットワークリンクでのネットワークの輻輳状況、パケットが移動する物理的な距離など、多くの要素に応じて異なります。ルーティング遅延はいくつかの重要な変数の組み合わせであるため、一般的で便利なメトリックです。

帯域幅

帯域幅は、リンクで使用可能なトラフィック容量です。たとえば、10ギガビットイーサネットリンクは1ギガビットイーサネットリンクより容量が大きく、優れています。帯域幅は、リンクで達成可能な最大スループットですが、帯域幅のより大きいリンクを経由するルートが、帯域幅のより小さいリンクを経由するルートより優れているとは限りません。たとえば、帯域幅の大きいリンクの方が混雑していると、実際には、パケットを宛先に送信するためにさらに長い時間がかかる場合があります。

負荷

負荷は、ルータなどのネットワークリソースが使用状況の程度です。負荷は、CPU使用状況や処理される1秒あたりのパケット数など、さまざまな方法で計算できます。これらのパラメータを継続的にモニタすると、リソースに負担がかかる場合があります。

通信コスト

通信コストは、リンク上でルーティングするための稼働コストの測定単位です。通信コストは重要なメトリックの1つで、特にパフォーマンスより稼働コストの削減が優先される場合に使用されます。たとえば、専用回線での回線遅延が公衆回線より大きくても、使用時間に応じて課金される公衆回線上でなく、自身の専用回線上でパケットを送信できます。

ルータ ID

各ルーティング処理には、が関連付けられています。ルータ ID は、システムのあらゆるインターフェイスに設定できます。ルータ ID を設定しないと、Cisco NX-OS が次の基準に基づいて、ルータ ID を選択します。

- Cisco NX-OS は、他のあらゆるインターフェイス上で `loopback0` を優先します。`loopback0` が存在しない場合、Cisco NX-OS は、他のあらゆるインターフェイス タイプ上で最初のループバックを優先します。
- 設定済みのループバック インターフェイスがない場合、Cisco NX-OS は、コンフィギュレーション ファイル中の最初のインターフェイスをルータ ID として使用します。Cisco NX-OS がルータ ID を選択したあとにいずれかのループバック インターフェイスを設定した場合は、ループバック インターフェイスがルータ ID となります。ループバック インターフェイスが `loopback0` ではなく、後で `loopback0` を IP アドレスで設定した場合は、ルータ ID が `loopback0` の IP アドレスに変更されます。
- ルータ ID の元であるインターフェイスが変更されると、新しい IP アドレスがルータ ID となります。他のどのインターフェイスの IP アドレスが変更されても、ルータ ID はまったく変更されません。

自律システム

自律システム (AS) とは、単一の技術的管理エンティティにより制御されるネットワークです。AS により、グローバルな外部ネットワークが個々のルーティング ドメインに分割され、これらのドメインでは、ローカルのルーティング ポリシーが適用されます。この構成により、ルーティング ドメインの管理と一貫したポリシー設定が簡素化されます。

各 AS は、ルート **再配布**により動的にルーティング情報を交換する、複数の内部ルーティング プロトコルをサポートできます。地域インターネット レジストリにより、インターネットに直接接続する各公共 AS に一意の番号が割り当てられます。この自律システム番号で、ルーティング処理と AS の両方が識別されます。

Cisco NX-OS は、4 バイトの自律システム番号をサポートします。表 1-1 は、自律システム番号の範囲を示します。

表 1-1 AS 番号

2 バイト番号	AS ドット表記での 4 バイト番号	プレーンテキスト表記での 4 バイト番号	目的
1 ~ 64511	0.1 ~ 0.64511	1 ~ 64511	公共 AS (RIR により割り当てられる) ¹
64512 ~ 65534	0.64512 ~ 0.65534	64512 ~ 65534	専用 AS (ローカルの管理者により割り当てられる)
65535	0.65535	65535	予約済み
N/A	1.0 ~ 65535.65535	65536 ~ 4294967295	公共 AS (RIR により割り当てられる)

1. RIR = 地域インターネット レジストリ (Regional Internet Registries)

専用自律システム番号は内部ルーティング ドメインに使用されますが、インターネット上にルーティングされたトラフィック向けに、ルータにより変換される必要があります。ルーティング プロトコルを、専用自律システム番号が外部ネットワークにアダプタイズされるように設定しないでください。デフォルトでは、Cisco NX-OS は専用自律システム番号をルーティング更新情報から削除しません。



(注)

公共ネットワークおよび専用ネットワークの自律システム番号は、Internet Assigned Number Authority (IANA; インターネット割り当て番号局) により管理されています。予約済み番号の割り当てを含む自律システム番号の詳細について、または、自律システム番号の登録を申請するには、次の URL を参照してください。
<http://www.iana.org/>

コンバージェンス

ルーティング アルゴリズム測定の本となる要素の 1 つは、ルータがネットワーク トポロジの変化に対応するために要する時間です。リンク障害など、なんらかの理由でネットワークの一部が変化すると、さまざまなルータのルーティング情報が一致なくなる場合があります。変化したトポロジに関する情報が更新されているルータと、古い情報が残っているルータがあるためです。コンバージェンスは、ネットワーク内のすべてのルータが更新され、ルーティング情報が一致するまでにかかる時間の長さです。コンバージェンス時間は、ルーティング アルゴリズムによって異なります。コンバージェンスが速い場合は、不正確なルーティング情報によるパッケージ損失の可能性が小さくなります。

ロード バランシングおよび等コスト マルチパス

ルーティング プロトコルでは、ロード バランシングまたは等コスト マルチパス (ECMP) を使用して、複数のパス上のトラフィックを共有できます。ルータは、特定のネットワークへのルートを複数検出すると、最もアドミニストレーティブ ディスタンスの低いルートをルーティング テーブルにインストールします。ルータが、同じアドミニストレーティブ ディスタンスと宛先までのコストを持つ複数のパスを受信し、インストールすると、ロード バランシングが発生する場合があります。ロード バランシングでは、すべてのパス上にトラフィックが配布され、負荷が共有されます。使用されるパスの数は、ルーティング プロトコルによりルーティング テーブルに配置されるエントリの数に制限されます。Cisco NX-OS は、宛先までの 16 のパスをサポートします。

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) は、等コストでないロード バランシングもサポートしています。詳細については、第 6 章「EIGRP の設定」を参照してください。

ルートの再配布

ネットワークに複数のルーティング プロトコルが設定されている場合は、各プロトコルでルート再配布を設定して、ルーティング情報を共有するように設定できます。たとえば、OSPF (Open Shortest Path First) を設定して、ボーダー ゲートウェイ プロトコル (BGP) で検出したルートをアダプタイズできます。また、スタティック ルートを、どのダイナミック ルーティング プロトコルにも再配布できます。別のプロトコルからのルートを再配布しているルータは、その再配布ルートに対する固定ルート メトリックを設定します。これにより、異なるルーティング プロトコル間で互換性のないルート メトリックの問題が回避されます。たとえば、EIGRP から OSPF に再配布されたルートには、OSPF が認識できる固定リンク コスト メトリックが割り当てられます。

ルート再配布では、アドミニストレーティブディスタンス（「アドミニストレーティブディスタンス」(P.1-7)を参照）の使用によっても、2つの異なるルーティングプロトコルで検出されたルートが区別されます。優先ルーティングプロトコルには、より高いアドミニストレーティブディスタンスが割り当てられている別のプロトコルからのルートに優先してそのルートが選択されるように、より低いアドミニストレーティブディスタンスが与えられています。

アドミニストレーティブディスタンス

アドミニストレーティブディスタンスは、ルーティング情報の送信元の信頼性のランクです。値が高いほど、信頼性のランクは低くなります。一般的にルートは、複数のプロトコルを通じて検出されます。アドミニストレーティブディスタンスは、複数のプロトコルで検出されたルートを区別するために使用されます。最もアドミニストレーティブディスタンスが低いルートがIPルーティングテーブルにインストールされます。

スタブルーティング

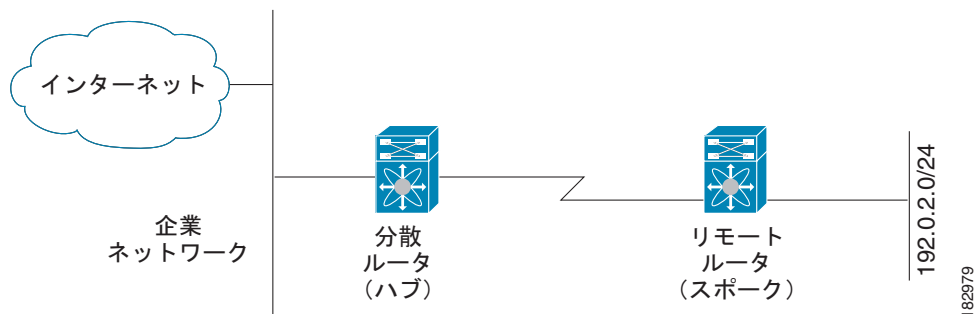
スタブルーティングはハブアンドスポーク型ネットワークトポロジで使用できます。このトポロジでは、1つ以上の終端（スタブ）ネットワークが、1つ以上の分散ルータ（ハブ）に接続されたリモートルータ（スポーク）に接続されています。リモートルータは、1つ以上の分散ルータにのみ隣接しています。リモートルータへと流れるIPトラフィックのルートは、分散ルータ経由のルートのみです。このタイプの設定は、分散ルータが直接WANに接続されているWANトポロジで使用されるのが一般的です。分散ルータは、さらに多くのリモートルータに接続できます。分散ルータが100台以上のリモートルータに接続されていることも、よくあります。ハブアンドスポーク型トポロジでは、リモートルータがすべての非ローカルトラフィックを分散ルータに転送する必要があります。これにより、リモートルータが完全なルーティングテーブルを保持する必要はなくなります。通常、分散ルータは、デフォルトのルートのみをリモートルータに送信します。

指定されたルートのみが、リモート（スタブ）ルータから伝播されます。スタブルータは、要約、接続したルート、再配布されたスタティックルート、外部ルート、内部ルートに対する照会のすべてに、「アクセスできない」メッセージで対応します。スタブとして設定されたルータは、すべての隣接ルータに特別なピア情報パケットを送信して、自身のスタブルータとしての状態を報告します。

スタブルータの状態を通知するパケットを受信した隣接ルータは、ルートについてはスタブルータに照会しません。また、スタブピアを持つルータは、そのピアについては照会しません。スタブルータは、配布ルータに依存して適切なアップデートをすべてのピアに送信します。

図 1-2 は、単純なハブアンドスポーク型設定を示します。

図 1-2 単純なハブアンドスポークネットワーク



スタブ ルーティングを使用する場合でも、リモート ルータにルータをアドバタイズできます。図 1-2 は、リモート ルータが、分散ルータのみを使用して企業ネットワークとインターネットにアクセスできることを示しています。この例では、企業ネットワークとインターネットへのパスが常に分散ルータを経由するため、リモート ルータ上の完全なルート テーブルの機能は無意味です。より大規模なルート テーブルを使用しても、リモート ルータに必要なメモリの量が削減されるだけです。使用される帯域幅とメモリは、分散ルータでルートを要約し、フィルタリングすると、削減できます。このネットワーク トポロジでリモート ルータは、他のネットワークから検出されたルートを受信する必要はありません。これは、宛先がどこであっても、リモート ルータは、すべての非ローカル トラフィックを分散ルータに送信する必要があるためです。真のスタブ ネットワークを設定するには、リモート ルータへのデフォルト ルートのみを送信するよう、分散ルータを設定する必要があります。

OSPF はスタブ エリアをサポートしており、EIGRP はスタブ ルータをサポートしています。

ルーティング アルゴリズム

ルーティング アルゴリズムは、ルータが到達可能性の情報を収集し、報告する方法、トポロジの変化に対応する方法、および宛先までの最適ルートを決定する方法を決定します。ルーティング アルゴリズムにはさまざまなタイプがあり、各アルゴリズムがネットワークやルータ リソースに与える影響もさまざまです。ルーティング アルゴリズムは、最適ルートの計算に影響するさまざまなメトリックを使用します。ルーティング アルゴリズムは、スタティックまたはダイナミック、内部または外部など、タイプで分類できます。

ここでは、次の内容について説明します。

- 「スタティック ルートおよびダイナミック ルーティング プロトコル」 (P.1-8)
- 「内部および外部ゲートウェイ プロトコル」 (P.1-8)
- 「ディスタンス ベクトル プロトコル」 (P.1-9)
- 「リンクステート プロトコル」 (P.1-9)

スタティック ルートおよびダイナミック ルーティング プロトコル

スタティック ルートは、手動で設定するルート テーブル エントリです。スタティック ルートは、手動で再設定しない限り、変更されません。スタティック ルートは設計が簡単で、ネットワーク トラフィックが比較的予想しやすい環境や、ネットワーク設計が比較的単純な環境での使用に適しています。

スタティック ルーティング システムはネットワークの変化に対応できないため、絶えず変化する、今日の大規模ネットワークには使用しないでください。今日のほとんどのルーティング プロトコルは、ダイナミック ルーティング アルゴリズムを使用しています。このアルゴリズムでは、着信ルーティング更新メッセージを分析して、ネットワーク状況の変化に合わせて調整します。メッセージがネットワークの変化を示している場合は、ルーティング ソフトウェアがルートを計算し直して、新しいルーティング更新メッセージを送信します。これらのメッセージがネットワークを通過すると、ルータがそのアルゴリズムを再実行し、それに従ってルーティング テーブルを変更します。

適切であれば、ダイナミック ルーティング アルゴリズムをスタティック ルートで補完することができます。たとえば、各サブネットワークに IP デフォルト ゲートウェイまたは、ラストリゾート ルータ (ルーティングできないすべてのパケットが送信されるルータ) へのスタティック ルートを設定する必要があります。

内部および外部ゲートウェイ プロトコル

ネットワークを、一意のルーティング ドメインまたは AS に分割できます。AS は、管理ガイドラインの特定のセットで規制された共通の管理機関の下の内部ネットワークの一部です。AS 間でのルートを設定するルーティング プロトコルは、外部ゲートウェイ プロトコルまたはドメイン間プロトコルと呼ばれます。BGP は、外部ゲートウェイ プロトコルの例です。1 つの AS 内で使用されるルーティング プロトコルは、内部ゲートウェイ プロトコルまたはドメイン内プロトコルと呼ばれます。EIGRP および OSPF は、内部ゲートウェイ プロトコルの例です。

ディスタンス ベクトル プロトコル

ディスタンス ベクトル プロトコルは **ディスタンス ベクトル** アルゴリズム (Bellman-Ford アルゴリズムとも呼ばれます) を使用します。このアルゴリズムにより、各ルータは、そのルーティング テーブルの一部または全部を隣接ルータに送信します。ディスタンス ベクトル アルゴリズムでは、ルートが、ディスタンス (宛先までのホップ数など) および方向 (ネクスト ホップ ルータなど) により定義されます。その後、これらのルートは、直接接続された隣接ルータにブロードキャストされます。各ルータは、これらの更新情報を使用して、ルーティング テーブルを確認し、更新します。

ルーティング ループを防ぐために、ほとんどのディスタンス ベクトル アルゴリズムは **ポイズン リバースを指定したスプリット ホライズン** を使用します。これは、インターフェイスで検出されたルートを到達不能として設定し、それをそのインターフェイスで、次の定期更新中にアドバタイズするという意味です。この機能により、ルータによるルート更新が、そのルータ自体に返信されなくなります。

ディスタンス ベクトル アルゴリズムは、一定の間隔で更新を送信しますが、ルート メトリックの値の変更に応じて、更新を送信することもできます。このように送信された更新により、ルート コンバージェンス時間の短縮が可能です。Routing Information Protocol (RIP) はディスタンス ベクトル プロトコルの 1 つです。

リンクステート プロトコル

リンクステート プロトコルは、Shortest Path First (SPF; 最短パス優先) と呼ばれ、情報を隣接ルータと共有します。各ルータは Link State Advertisement (LSA; リンクステート アドバタイズメント) を構築し、ここに、各リンクおよび直接接続された隣接ルータに関する情報が含まれます。

各 LSA にはシーケンス番号があります。ルータが LSA を受信し、そのリンクステート データベースを更新すると、その LSA はすべての隣接ネイバーにフラッディングされます。ルータが同じシーケンス番号の 2 つの LSA (同じルータからの) を受信した場合は、LSA 更新ループを防ぐために、ルータは最後に受信した LSA を隣接ルータにフラッディングしません。ルータは、受信直後に LSA をフラッディングするため、リンクステート プロトコルのコンバージェンス時間は最小となります。

隣接ルータの探索と隣接関係の確立は、リンクステート プロトコルの重要な部分です。隣接ルータは、特別な hello パケットを使用して探索されます。このパケットは、各隣接ルータのキープアライブ通知としても機能します。隣接関係は、隣接ルータ間のリンクステート プロトコルの一般的な動作パラメータ セットで確立されます。

ルータが受信した LSA は、そのリンクステート データベースに追加されます。各エントリは、次のパラメータで構成されます。

- ルータ ID (LSA を構築したルータの)
- ネイバー ID
- リンク コスト
- LSA のシーケンス番号

- LSA エントリの作成時からの経過時間

ルータは、リンクステート データベース上で SPF アルゴリズムを実行し、そのルータの最短パス ツリーを構築します。この SPF ツリーを使用して、ルーティング テーブルにデータが入力されます。

リンクステート アルゴリズムでは、各ルータがそのルーティング テーブル内に、ネットワーク全体の図を構築します。リンクステート アルゴリズムが小さな更新を全体的に送信するのに対し、ディスタンス ベクトル アルゴリズムは、より大きな更新を隣接ルータのみに送信します。

リンクステート アルゴリズムは、より短時間でコンバージェンスするため、ディスタンス ベクトル アルゴリズムより、ルーティング ループがやや発生しにくくなっています。ただし、リンクステート アルゴリズムはディスタンス ベクトル アルゴリズムより、大きな CPU パワーとメモリを必要とします。リンクステート アルゴリズムは、実装とサポートにより多くの費用がかかる場合があります。リンクステート プロトコルは通常、ディスタンス ベクトル プロトコルよりスケラブルです。

OSPF は、リンクステート プロトコルの一例です。

レイヤ 3 仮想化

Cisco NX-OS は、複数の仮想ルーティングおよび転送 (VRF) インスタンス、および複数の Routing Information Base (RIB) をサポートしているため、複数のアドレス ドメインがサポートされます。各 VRF は RIB に関連付けられており、この情報が転送情報ベース (FIB) によって収集されます。VRF は、レイヤ 3 アドレス指定ドメインを表します。各レイヤ 3 インターフェイス (論理または物理) は、1 つの VRF に属します。詳細については、第 13 章「レイヤ 3 仮想化の設定」を参照してください。

Cisco NX-OS 転送アーキテクチャ

Cisco NX-OS フォワーディングアーキテクチャは、スイッチにおけるすべてのルーティング アップデートの処理および転送情報の入力を担います。

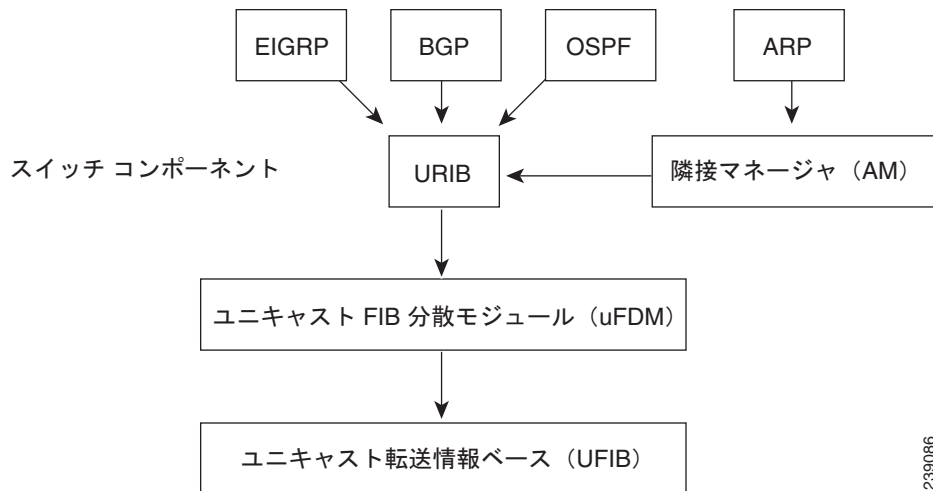
ここでは、次の内容について説明します。

- 「ユニキャスト RIB」 (P.1-10)
- 「隣接マネージャ」 (P.1-11)
- 「ユニキャスト転送分散モジュール」 (P.1-11)
- 「FIB」 (P.1-12)
- 「ハードウェア転送」 (P.1-12)
- 「ソフトウェア転送」 (P.1-12)

ユニキャスト RIB

Cisco NX-OS 転送アーキテクチャは、図 1-3 に示すように、複数のコンポーネントで構成されます。

図 1-3 Cisco NX-OS 転送アーキテクチャ



ユニキャスト RIB は、直接接続のルート、スタティック ルート、ダイナミック ユニキャスト ルーティング プロトコルで検出されたルートを含むルーティング テーブルを維持しています。また、Address Resolution Protocol (ARP; アドレス解決プロトコル) などの送信元から、隣接情報を収集します。ユニキャスト RIB は、ルートに最適なネクストホップを決定し、さらにユニキャスト FIB 分散モジュール (FDM) のサービスを使用して、ユニキャスト転送情報ベース (FIB) にデータを入力します。

各ダイナミック ルーティング プロトコルは、タイムアウトしたあらゆるルートについて、ユニキャスト RIB を更新する必要があります。その後、ユニキャスト RIB はそのルートを削除し、そのルートに最適なネクストホップを再計算します (代わりに使用できるパスがある場合)。

隣接マネージャ

隣接マネージャは、ARP、Open Shortest Path First version 2 (OSPFv2)、ネイバー探索プロトコル (NDP)、静的な設定を含む、異なるプロトコルの隣接情報を維持しています。最も基本的な隣接情報は、これらのプロトコルで探索されたレイヤ 3 からレイヤ 2 へのアドレス マッピングです。発信レイヤ 2 パケットは、隣接情報を使用して、レイヤ 2 ヘッダーの作成を終了します。

隣接マネージャは、ARP 要求による、レイヤ 3 からレイヤ 2 への特定のマッピングの探索をトリガーできます。新しいマッピングは、対応する ARP 返信を受信し、処理すると、使用できるようになります。

ユニキャスト転送分散モジュール

ユニキャスト転送分散モジュールは、ユニキャスト RIB およびその他の送信元からの転送パス情報を配布します。ユニキャスト RIB は、ユニキャスト FIB がハードウェア転送テーブルにプログラムする転送情報を生成します。また、ユニキャスト転送分散モジュールは、新規挿入されたモジュールへの FIB 情報のダウンロードも行います。

ユニキャスト転送分散モジュールは、隣接情報を収集し、ユニキャスト FIB でのルートの更新時に、この情報およびその他のプラットフォーム依存の情報を書き直し (リライト) します。隣接情報およびリライト情報には、インターフェイス、ネクストホップ、およびレイヤ 3 からレイヤ 2 へのマッピング情報が含まれています。インターフェイスとネクストホップの情報は、ユニキャスト RIB からのルート更新情報で受信します。レイヤ 3 からレイヤ 2 へのマッピングは、隣接マネージャから受信します。

FIB

ユニキャスト FIB は、ハードウェア転送エンジンに使用される情報を作成します。ユニキャスト FIB は、ユニキャスト転送分散モジュールからルート更新情報を受信し、ハードウェア転送エンジンにプログラミングされるよう、この情報を送信します。ユニキャスト FIB は、ルート、パス、隣接関係の追加、削除、変更を管理します。

ユニキャスト FIB は、VRF ごとおよびアドレス ファミリーごとに維持されます。ルート更新メッセージに基づいて、ユニキャスト FIB は、VRF ごとのプレフィックスとネクスト ホップ隣接情報データベースを維持します。ネクスト ホップ隣接データ構造には、ネクスト ホップの IP アドレスとレイヤ 2 リライト情報が含まれます。同じネクストホップ隣接情報構造を複数のプレフィックスで使用できます。

またユニキャスト FIB は、インターフェイスごとのユニキャスト Reverse Path Forwarding (RPF; リバースパス転送) チェックをイネーブルまたはディセーブルにします。Cisco Nexus 3000 シリーズスイッチは、各入力側インターフェイスに設定される、次の 2 つの RPF モードをサポートします。

- RPF Strict チェック : ルータ転送テーブルで検証可能な送信元アドレスを持たないパケット、または送信元へのリターンパスに到着しないパケットはドロップされます。
- RPF Loose チェック : パケットはルータ転送テーブルで検証可能な送信元アドレスを持ち、送信元は物理インターフェイスを通じて到達可能です。パケットを受信する入力側インターフェイスは、FIB 内のインターフェイスに一致する必要はありません。

ハードウェア転送

Cisco NX-OS は、分散パケット転送をサポートします。入力ポートは、パケット ヘッダーから該当する情報を取得し、その情報をローカル スイッチング エンジンに渡します。ローカル スイッチング エンジンはレイヤ 3 ルックアップを行い、この情報を使って、パケット ヘッダーをリライトします。入力モジュールは、パケットを出力ポートに転送します。出力ポートが別のモジュール上にある場合は、スイッチ ファブリックを使って、パケットが出力モジュールに転送されます。出力モジュールは、レイヤ 3 転送決定には関与しません。

また、**show platform fib** または **show platform forwarding** コマンドを使用して、ハードウェア転送に関する詳細を表示することもできます。

ソフトウェア転送

Cisco NX-OS のソフトウェア転送パスは、主に、ハードウェアでサポートされない機能、またはハードウェア処理中に発生したエラーへの対処に使用されます。通常、IP オプション付きのパケットまたはフラグメンテーションの必要なパケットは CPU に渡されます。ユニキャスト RIB および隣接マネージャは、ソフトウェアでスイッチされるかまたは終了されるパケットに基づいて転送を決定します。

ソフトウェア転送は、コントロールプレーンポリシーおよびレートリミッタによって管理されます。

レイヤ 3 ユニキャスト ルーティング機能のまとめ

ここでは、Cisco NX-OS でサポートされるレイヤ 3 ユニキャスト機能およびプロトコルを簡単に説明します。

ここでは、次の内容について説明します。

- 「OSPF」(P.1-13)
- 「EIGRP」(P.1-13)

- 「BGP」 (P.1-13)
- 「RIP」 (P.1-13)
- 「スタティック ルーティング」 (P.1-14)
- 「レイヤ 3 仮想化」 (P.1-14)
- 「Route Policy Manager」 (P.1-14)
- 「オブジェクト トラッキング」 (P.1-14)

Layer 3 は、IPv4 プロトコルを使用します。詳細については、第 2 章「IPv4 の設定」を参照してください。

OSPF

OSPF プロトコルは、AS 内のネットワーク到達可能性情報の交換に使用されるリンクステート ルーティング プロトコルです。各 OSPF ルータは、そのアクティブなリンクに関する情報を隣接ルータにアドバタイズします。リンク情報には、リンク タイプ、リンク メトリック、およびリンクに接続された隣接ルータが含まれます。このリンク情報を含むアドバタイズメントは、リンクステート アドバタイズメントと呼ばれます。詳細については、第 4 章「OSPFv2 の設定」を参照してください。

EIGRP

EIGRP プロトコルは、ディスタンス ベクトルとリンクステートの両ルーティング プロトコルの特徴を備えたユニキャスト ルーティング プロトコルです。これは、シスコ専用ルーティング プロトコルである IGRP の改良バージョンです。EIGRP は、典型的なディスタンス ベクトル ルーティング プロトコルのように、ルートを提供するために隣接ルータを必要とします。また、リンクステート プロトコルのように、隣接ルータからアドバタイズされたルートからネットワーク トポロジを構築し、この情報を使用して、ループの発生しない、宛先までのパスを選択します。詳細については、第 6 章「EIGRP の設定」を参照してください。

BGP

BGP は AS 間ルーティング プロトコルです。BGP ルータは、信頼性の高い転送メカニズムとして Transmission Control Protocol (TCP) を使用し、他の BGP ルータにネットワーク到達可能性情報をアドバタイズします。ネットワーク到達可能性情報には、宛先ネットワーク プレフィックス、宛先に到達するまでに通過する必要のある AS のリスト、およびネクスト ホップ ルータが含まれます。到達可能性情報には、ルートの優先度、ルートの始点、コミュニティなどの詳細なパス属性が含まれます。詳細については、第 7 章「ベーシック BGP の設定」および第 8 章「拡張 BGP の設定」を参照してください。

RIP

RIP は、ホップ数をメトリックとして使用するディスタンス ベクトル プロトコルです。RIP は、世界中のインターネットでトラフィックのルーティングに広く使用されています。また、IGP であるため、単一の AS 内でルーティングを行います。詳細については、第 11 章「RIP の設定」を参照してください。

スタティック ルーティング

スタティック ルーティングを使用して、宛先までの一定のルートを入力できます。この機能は、単純なトポロジの小規模ネットワークでは便利です。また、スタティック ルーティングは、他のルーティング プロトコルとともに、デフォルト ルートおよびルート配布の管理に使用されます。詳細については、[第 12 章「スタティック ルーティングの設定」](#)を参照してください。

レイヤ 3 仮想化

仮想化を使用すると、複数の管理ドメインにわたる物理リソースを共有できます。

Cisco NX-OS は、VPN ルーティングおよび転送 (VRF) を含むレイヤ 3 仮想化をサポートしています。VRF では、レイヤ 3 ルーティング プロトコルを設定するための別のアドレス ドメインが提供されます。詳細については、[第 13 章「レイヤ 3 仮想化の設定」](#)を参照してください。

Route Policy Manager

Route Policy Manager は、Cisco NX-OS でルート フィルタリング機能を提供します。Route Policy Manager はルート マップを使用して、さまざまなルーティング プロトコルや、特定のルーティング プロトコル内のさまざまなエンティティ間で配布されたルートをフィルタリングします。フィルタリングは、特定の一致基準に基づいて行われます。これは、アクセス コントロール リストによるパケット フィルタリングに似ています。詳細については、[第 15 章「Route Policy Manager の設定」](#)を参照してください。

ファーストホップ冗長プロトコル

First-hop Redundancy Protocol (FHRP; ファーストホップ冗長プロトコル) は、ホストへの冗長接続を可能にします。アクティブなファーストホップ ルータがダウンした場合は、その機能を引き継ぐスタンバイ ルータが FHRP によって自動的に選択されます。アドレスは仮想のものであり、FHRP グループ内の各ルータ間で共有されているため、ホストを新しい IP アドレスで更新する必要はありません。Hot Standby Router Protocol (HSRP; ホットスタンバイ ルータ プロトコル) の詳細については、[第 17 章「HSRP の設定」](#)を参照してください。Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP; 仮想ルータ冗長プロトコル) の詳細については、[第 18 章「VRRP の設定」](#)を参照してください。

オブジェクト トラッキング

オブジェクト トラッキングを使用すると、インターフェイス回線プロトコル状態、IP ルーティング、ルート到達可能性などの、ネットワーク上の特定のオブジェクトをトラッキングし、トラッキングしたオブジェクトの状態が変化したときに対処することができます。この機能により、ネットワークの可用性が向上し、オブジェクトがダウン状態となった場合の回復時間が短縮されます。詳細については、[第 19 章「オブジェクト トラッキングの設定」](#)を参照してください。

関連資料

次のシスコ マニュアルは、レイヤ 3 機能に関連するものです。

- 『Cisco Nexus 7000 Series NX-OS Multicast Routing Configuration Guide, Release 5.x』

- 自律システム番号の詳細については、次のページを参照してください。
http://www.cisco.com/web/about/ac123/ac147/archived_issues/ipj_9-1/autonomous_system_numbers.html

