スタティック ルートとデフォルト ルート

この章では、Firewall Threat Defense でスタティック ルートとデフォルト ルートを設定する方法について説明します。

スタティック ルートとデフォルト ルートについて

接続されていないホストやネットワークにトラフィックをルーティングするには、スタティックルーティングまたはダイナミックルーティングを使用して、ホストまたはネットワークへのルートを定義する必要があります。通常は、少なくとも 1 つのスタティック ルート、つまり、他の方法でデフォルトのネットワーク ゲートウェイにルーティングされていない、すべてのトラフィック用のデフォルト ルート（通常、ネクスト ホップ ルータ）を設定する必要があります。

デフォルトルート

最も単純なオプションは、すべてのトラフィックをアップストリームルータに送信するようにデフォルトスタティックルートを設定して、トラフィックのルーティングをルータに任せることです。デフォルト ルートは、既知のルートもスタティック ルートも指定されていない IP パケットすべてを、Firewall Threat Defense デバイスが送信するゲートウェイの IP アドレスを特定するルートです。デフォルト スタティック ルートとは、つまり宛先の IP アドレスとして 0.0.0.0/0（IPv4）または ::/0（IPv6）が指定されたスタティック ルートのことです。

デフォルト ルートを常に定義する必要があります。

Firewall Threat Defense はデータトラフィックと管理トラフィックに個別のルーティングテーブルを使用するため、必要に応じて、データトラフィック用のデフォルトルートと管理トラフィック用の別のデフォルトルートを設定できます。デバイス間トラフィックでは、タイプに応じてデフォルトで管理専用またはデータルーティングテーブルが使用されます(管理トラフィック

用ルーティングテーブル （17 ページ）を参照)。ただし、ルートが見つからない場合は、他のルーティングテーブルにフォールバックします。デフォルトルートは常にトラフィックに一致するため、他のルーティングテーブルへのフォールバックが妨げられます。この場合、インターフェイスがデフォルトのルーティングテーブルになければ、出力トラフィックに使用するインターフェイスを指定する必要があります。診断インターフェイスは、管理専用テーブルに含まれています。特別な管理インターフェイスは、個別のLinuxルーティングテーブルを使用し、独自のデフォルトルートを持ちます。**configure network**コマンドを参照してください。

スタティック ルート

次の場合は、スタティックルートを使用します。

- ネットワークでサポートされていないルータ検出プロトコルが使用されている。
- ネットワークが小規模でスタティック ルートを容易に管理できる。
- ルーティング プロトコルが関係するトラフィックまたは CPU のオーバーヘッドをなくす必要がある。
- デフォルトルートでは十分でない場合がある。デフォルトのゲートウェイでは宛先ネットワークに到達できない場合があるため、スタティックルートをさらに詳しく設定する必要があります。たとえば、デフォルトのゲートウェイが外部の場合、デフォルトルートは、Firewall Threat Defense デバイスに直接接続されていない内部ネットワークにはまったくトラフィックを転送できません。
- ダイナミック ルーティング プロトコルをサポートしていない機能を使用している。
- 仮想ルータは、スタティックルートを使用してルートリークを作成します。ルートリークは、仮想ルータのインターフェイスから別の仮想ルータ内の別のインターフェイスへのトラフィックフローを可能にします。詳細については、「仮想ルータの相互接続」を参照してください。

不要なトラフィックをドロップするための null0 インターフェイスへのルート

アクセスルールを使用すると、ヘッダーに含まれている情報に基づいてパケットをフィルタ処理することができます。null0 インターフェイスへのスタティック ルートは、アクセス ルールを補完するソリューションです。null0 ルートを使用して不要なトラフィックや望ましくないトラフィックを転送することで、トラフィックをドロップできます。

スタティック null0 ルートには、推奨パフォーマンス プロファイルが割り当てられます。また、スタティック null0 ルートを使用して、ルーティング ループを回避することもできます。BGP では、リモート トリガ型ブラック ホール ルーティングのためにスタティック null0 ルートを活用できます。

ルートのプライオリティ

- 特定の宛先が特定されたルートはデフォルト ルートより優先されます。
- 宛先が同じルートが複数存在する場合（スタティックまたはダイナミック）、ルートのアドミニストレーティブ ディスタンスによってプライオリティが決まります。スタティック ルートは 1 に設定されるため、通常、それらが最もプライオリティの高いルートです。
- 宛先かつアドミニストレーティブ ディスタンスが同じスタティック ルートが複数存在する場合は、Equal-Cost Multipath（ECMP）ルーティング （18 ページ）を参照してください。
- [トンネル化（Tunneled）] オプションを使用してトンネルから出力されるトラフィックの場合、このルートが他の設定済みルートまたは学習されたデフォルト ルートをすべてオーバーライドします。

トランスペアレント ファイアウォール モードおよびブリッジ グループのルート

ブリッジ グループ メンバー インターフェイスを通じて直接には接続されていないネットワークに向かう Firewall Threat Defense デバイス で発信されるトラフィックの場合、Firewall Threat Defense デバイス がどのブリッジ グループ メンバー インターフェイスからトラフィックを送信するかを認識するように、デフォルト ルートまたはスタティック ルートを設定する必要があります。Firewall Threat Defense デバイス で発信されるトラフィックには、syslog サーバーまたは SNMP サーバーへの通信が含まれることもあります。1 つのデフォルト ルートで到達できないサーバーがある場合、スタティック ルートを設定する必要があります。トランスペアレント モードの場合、ゲートウェイ インターフェイスに BVI を指定できません。メンバー インターフェイスのみが使用できます。ルーテッド モードのブリッジ グループの場合、スタティック ルートに BVI を指定する必要があります。メンバー インターフェイスを指定することはできません。詳細については、MAC アドレスとルート ルックアップを参照してください。

スタティック ルート トラッキング

スタティック ルートの問題の 1 つは、ルートがアップ状態なのかダウン状態なのかを判定する固有のメカニズムがないことです。スタティック ルートは、ネクスト ホップ ゲートウェイが使用できなくなった場合でも、ルーティング テーブルに保持されています。スタティック ルートは、Firewall Threat Defense デバイス 上の関連付けられたインターフェイスがダウンした場合に限りルーティング テーブルから削除されます。

スタティック ルート トラッキング機能には、スタティック ルートの使用可能状況を追跡し、プライマリ ルートがダウンした場合のバックアップ ルートをインストールするための方式が用意されています。たとえば、ISP ゲートウェイへのデフォルト ルートを定義し、かつ、プライマリ ISP が使用できなくなった場合に備えて、セカンダリ ISP へのバックアップ デフォルト ルートを定義できます。

Firewall Threat Defense デバイス では、Firewall Threat Defense デバイス が ICMP エコー要求を使用してモニタする宛先ネットワーク上でモニタリング対象スタティック ルートを関連付けることでスタティック ルート トラッキングを実装します。指定された時間内にエコー応答がない場合は、そのホストはダウンしていると見なされ、関連付けられたルートはルーティング テーブルから削除されます。削除されたルートに代わって、メトリックが高い追跡対象外のバックアップ ルートが使用されます。

モニタリング対象の選択時には、その対象がICMPエコー要求に応答できることを確認してください。対象には任意のネットワーク オブジェクトを選択できますが、次のものを使用することを検討する必要があります。

- ISP ゲートウェイ アドレス（デュアル ISP サポート用）
- ネクストホップ ゲートウェイ アドレス（ゲートウェイの使用可能状況に懸念がある場合）
- Firewall Threat Defense デバイス が通信を行う必要のある対象ネットワーク上のサーバー（syslog サーバーなど）
- 宛先ネットワーク上の永続的なネットワーク オブジェクト

（注） 夜間にシャットダウンする PC は適しません。

スタティック ルート トラッキングは、スタティックに定義されたルートや、DHCP または PPPoE を通じて取得したデフォルト ルートに対して設定することができます。設定済みのルート トラッキングでは、複数のインターフェイス上の PPPoE クライアントだけを有効化することができます。

スタティックルートの要件と前提条件

モデルのサポート

Threat Defense

サポートされるドメイン

任意

ユーザの役割

管理者

ネットワーク管理者

スタティック ルートとデフォルト ルートのガイドライン

ファイアウォール モードとブリッジ グループ

- トランスペアレント モードでは、スタティック ルートはブリッジ グループ メンバー インターフェイスをゲートウェイとして使用する必要があります。BVI を指定することはできません。
- ルーテッドモードでは、BVI をゲートウェイとして指定する必要があります。メンバーインターフェイスは指定できません。
- スタティック ルート トラッキングは、ブリッジ グループ メンバー インターフェイスまたは BVI ではサポートされません。

サポートされるネットワークアドレス

- IPv6 では、スタティック ルート トラッキングはサポートされません。
- Firewall Threat Defense はクラス E ルーティングをサポートしていないため、クラス E ネットワークはスタティックルートでルーティングできません。

クラスタリング

- クラスタリングでは、スタティック ルート トラッキングはコントロールノードでのみサポートされます。

ネットワーク オブジェクト グループ

スタティックルートの設定時は、ネットワークオブジェクトの範囲や IP アドレス範囲を持つネットワーク オブジェクト グループは使用できません。

ASP および RIB ルートエントリ

デバイスにインストールされているすべてのルートとその距離は、ASP ルーティングテーブルにキャプチャされます。これは、すべての静的および動的ルーティングプロトコルに共通です。最適な距離のルートのみが RIB テーブルにキャプチャされます。

スタティック ルートの追加

スタティック ルートは、特定の宛先ネットワークのトラフィックの送信先を定義します。少なくともデフォルト ルートを定義する必要があります。デフォルト ルートは、宛先 IP アドレスが 0.0.0.0/0 のスタティック ルートです。

冗長マネージャ アクセス データ インターフェイスのルートを設定するには、冗長マネージャ アクセス用データインターフェイスの設定を参照してください。

手順

ステップ 1 **[デバイス（Devices）]** > **[デバイス管理（Device Management）]** を選択し、Firewall Threat Defense デバイスを編集します。

ステップ 2 [ルーティング（Routing）] をクリックします。

ステップ 3 （必要に応じて）[仮想ルータ（Virtual Routers）] ドロップダウンリストから、スタティック ルートを設定する仮想ルータを選択します。

ステップ 4 [スタティックルート（Static Route）] を選択します。

ステップ 5 [ルートを追加（Add Routes）] をクリックします。

ステップ 6 追加するスタティックルートのタイプに応じて、[IPv4] または [IPv6] をクリックします。

ステップ 7 このスタティック ルートを適用する [インターフェイス（Interface）] を選択します。

トランスペアレント モードの場合は、ブリッジ グループのメンバー インターフェイスの名前を選択します。ブリッジ グループによるルーティング モードの場合、BVI 名として、いずれかのブリッジグループ メンバーインターフェイスを選択できます。不要なトラフィックを「ブラック ホール化」するには、**Null0** インターフェイスを選択します。

仮想ルーティングを使用するデバイスの場合は、別の仮想ルータに属するインターフェイスを選択できます。このようなスタティックルートは、この仮想ルータから他の仮想ルータにトラフィックをリークする場合に作成できます。詳細については、「仮想ルータの相互接続」を参照してください。

ステップ 8 [利用可能なネットワーク（Available Network）] リストで、宛先ネットワークを選択します。

デフォルト ルートを定義するには、アドレス 0.0.0.0/0 のオブジェクトを作成し、ここでそれを選択します。

（注）
IP アドレス範囲を持つネットワーク オブジェクト グループを作成および選択できますが、Firewall Management Center ではスタティックルートでの範囲の使用はサポートされていません。

ステップ 9 [ゲートウェイ（Gateway）] または [IPv6 ゲートウェイ（IPv6 Gateway）] フィールドで、このルートのネクストホップであるゲートウェイルータを入力または選択します。IP アドレスまたはネットワーク/ホスト オブジェクトを指定できます。

仮想ルータのスタティックルート構成を使用してルートをリークする場合は、ネクストホップのゲートウェイを指定しないでください。

ステップ 10 [メトリック（Metric）] フィールドに、宛先ネットワークへのホップの数を入力します。有効値の範囲は 1 ～ 255 で、デフォルト値は 1 です。

メトリックは、特定のホストが存在するネットワークへのホップ数（ホップ カウント）に基づくルートの「コスト」を示す測定値です。ホップ カウントは、ネットワーク パケットが最終的な宛先に到達するまでに通過する必要があるネットワークの数であり、宛先ネットワークも含まれます。メトリックは、複数のルーティング プロトコル間でルートを比較するために使用

されます。スタティック ルートのデフォルトのアドミニストレーティブ ディスタンスは 1 で、ダイナミック ルーティング プロトコルで検出されるルートより優先されますが、直接には接続されていないルートです。OSPF で検出されるルートのデフォルトのアドミニストレーティブ ディスタンスは 110 です。スタティック ルートとダイナミック ルートのアドミニストレーティブ ディスタンスが同じ場合、スタティック ルートが優先されます。接続されているルートは常に、スタティック ルートおよびダイナミックに検出されたルートのどちらよりも優先されます。

ステップ 11 （任意）デフォルト ルートの場合は、[トンネル型（Tunneled）] チェックボックスをオンにして、VPN トラフィック用に別個のデフォルト ルートを定義します。

VPN トラフィックに非 VPN トラフィックとは別のデフォルト ルートを使用する必要がある場合は、VPN トラフィック用の別個のデフォルト ルートを定義できます。その場合、たとえば VPN 接続からの着信トラフィックは内部ネットワークに転送する一方、内部ネットワークからのトラフィックは外部に転送するといった設定を簡単に行うことができます。[トンネル型（tunneled）] オプションを使用してデフォルト ルートを作成すると、デバイスに着信するトンネルからのすべてのトラフィックは、学習したルートまたはスタティック ルートを使用してルーティングできない場合、このルートに送信されます。設定できるデフォルトのトンネル ゲートウェイは、デバイスごとに 1 つのみです。トンネル トラフィックの ECMP はサポートされません。

ステップ 12 （IPv4 スタティック ルートのみ）ルートの可用性をモニタするには、モニタリング ポリシーを定義する SLA（サービス レベル契約）モニタ オブジェクトの名前を [ルート トラッキング（Route Tracking）] フィールドで入力または選択します。

SLA モニタを参照してください。

ステップ 13 [OK] をクリックします。

ルーティングのリファレンス

ここでは、Firewall Threat Defense 内でのルーティング動作の基本概念について説明します。

パスの決定

ルーティング プロトコルでは、メトリックを使用して、パケットの移動に最適なパスを評価します。メトリックは、宛先への最適なパスを決定するためにルーティング アルゴリズムが使用する、パスの帯域幅などの測定基準です。パスの決定プロセスを支援するために、ルーティング アルゴリズムは、ルート情報が格納されるルーティング テーブルを初期化して保持します。ルート情報は、使用するルーティング アルゴリズムによって異なります。

ルーティング アルゴリズムにより、さまざまな情報がルーティング テーブルに入力されます。宛先またはネクスト ホップの関連付けにより、最終的な宛先に達するまで、「ネクスト ホップ」を表す特定のルータにパケットを送信することによって特定の宛先に最適に到達できるこ

とがルータに示されます。ルータは、着信パケットを受信すると宛先アドレスを確認し、このアドレスとネクスト ホップとを関連付けようとします。

ルーティング テーブルには、パスの妥当性に関するデータなど、他の情報を格納することもできます。ルータは、メトリックを比較して最適なルートを決定します。これらのメトリックは、使用しているルーティング アルゴリズムの設計によって異なります。

ルータは互いに通信し、さまざまなメッセージの送信によりそのルーティング テーブルを保持しています。ルーティング アップデート メッセージはそのようなメッセージの 1 つで、通常はルーティング テーブル全体か、その一部で構成されています。ルーティング アップデートを他のすべてのルータから分析することで、ルータはネットワーク トポロジの詳細な全体像を構築できます。ルータ間で送信されるメッセージのもう 1 つの例であるリンクステートアドバタイズメントは、他のルータに送信元のリンクのステートを通知します。リンク情報も、ネットワークの宛先に対する最適なルートをルータが決定できるように、ネットワーク トポロジの全体像の構築に使用できます。

サポートされるルート タイプ

ルータが使用できるルート タイプには、さまざまなものがあります。Firewall Threat Defense デバイス では、次のルート タイプが使用されます。

- スタティックとダイナミックの比較
- シングルパスとマルチパスの比較
- フラットと階層型の比較
- リンクステートと距離ベクトル型の比較

スタティックとダイナミックの比較

スタティック ルーティング アルゴリズムは、実はネットワーク管理者が確立したテーブル マップです。このようなマッピングは、ネットワーク管理者が変更するまでは変化しません。スタティック ルートを使用するアルゴリズムは設計が容易であり、ネットワーク トラフィックが比較的予想可能で、ネットワーク設計が比較的単純な環境で正しく動作します。

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更に対応できないため、一般に、変化を続ける大規模なネットワークには不向きであると考えられています。主なルーティング アルゴリズムのほとんどはダイナミック ルーティング アルゴリズムであり、受信したルーティング アップデート メッセージを分析することで、変化するネットワーク環境に適合します。メッセージがネットワークが変化したことを示している場合は、ルーティング ソフトウェアはルートを再計算し、新しいルーティング アップデート メッセージを送信します。これらのメッセージはネットワーク全体に送信されるため、ルータはそのアルゴリズムを再度実行し、それに従ってルーティング テーブルを変更します。

ダイナミック ルーティング アルゴリズムは、必要に応じてスタティック ルートで補足できます。たとえば、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のデフォルトルート）を、ルーティングできないすべてのパケットのリポジトリとして

機能するように指定し、すべてのメッセージを少なくとも何らかの方法で確実に処理することができます。

シングルパスとマルチパスの比較

一部の高度なルーティング プロトコルは、同じ宛先に対する複数のパスをサポートしています。シングルパス アルゴリズムとは異なり、これらのマルチパス アルゴリズムでは、複数の回線でトラフィックを多重化できます。マルチパス アルゴリズムの利点は、スループットと信頼性が大きく向上することであり、これは一般に「ロードシェアリング」と呼ばれています。

フラットと階層型の比較

ルーティング アルゴリズムには、フラットなスペースで動作するものと、ルーティング階層を使用するものがあります。フラット ルーティング システムでは、ルータは他のすべてのルータのピアになります。階層型ルーティング システムでは、一部のルータが実質的なルーティング バックボーンを形成します。バックボーン以外のルータからのパケットはバックボーン ルータに移動し、宛先の一般エリアに達するまでバックボーンを通じて送信されます。この時点で、パケットは、最後のバックボーン ルータから、1 つ以上のバックボーン以外のルータを通じて最終的な宛先に移動します。

多くの場合、ルーティング システムは、ドメイン、自律システム、またはエリアと呼ばれるノードの論理グループを指定します。階層型のシステムでは、ドメイン内の一部のルータは他のドメインのルータと通信できますが、他のルータはそのドメイン内のルータ以外とは通信できません。非常に大規模なネットワークでは、他の階層レベルが存在することがあり、最も高い階層レベルのルータがルーティング バックボーンを形成します。

階層型ルーティングの第一の利点は、ほとんどの企業の組織を模倣しているため、そのトラフィック パターンを適切にサポートするという点です。ほとんどのネットワーク通信は、小さい企業グループ（ドメイン）内で発生します。ドメイン内ルータは、そのドメイン内の他のルータだけを認識していれば済むため、そのルーティング アルゴリズムを簡素化できます。また、使用しているルーティング アルゴリズムに応じて、ルーティング アップデート トラフィックを減少させることができます。

リンクステートと距離ベクトル型の比較

リンクステート アルゴリズム（最短パス優先アルゴリズムとも呼ばれる）は、インターネットワークのすべてのノードにルーティング情報をフラッドします。ただし、各ルータは、それ自体のリンクのステートを記述するルーティング テーブルの一部だけを送信します。リンクステート アルゴリズムでは、各ルータはネットワークの全体像をそのルーティング テーブルに構築します。距離ベクトル型アルゴリズム（Bellman-Ford アルゴリズムとも呼ばれる）では、各ルータが、そのネイバーだけに対してそのルーティング テーブル全体または一部を送信するように要求されます。つまり、リンクステート アルゴリズムは小規模なアップデートを全体に送信しますが、距離ベクトル型アルゴリズムは、大規模なアップデートを隣接ルータだけに送信します。距離ベクトル型アルゴリズムは、そのネイバーだけを認識します。通常、リンクステート アルゴリズムは OSPF ルーティング プロトコルとともに使用されます。

ルーティングでサポートされるインターネット プロトコル

Firewall Threat Defense デバイス は、ルーティングに対してさまざまなインターネット プロトコルをサポートしています。この項では、各プロトコルについて簡単に説明します。

- Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRP）

  EIGRP は、IGRP ルータとの互換性とシームレスな相互運用性を提供するシスコ独自のプロトコルです。自動再配布メカニズムにより、IGRP ルートを Enhanced IGRP に、または Enhanced IGRP からインポートできるため、Enhanced IGRP を既存の IGRP ネットワークに徐々に追加できます。

- Open Shortest Path First（OSPF）

  OSPF は、インターネット プロトコル（IP）ネットワーク向けに、インターネット技術特別調査委員会（IETF）の Interior Gateway Protocol（IGP）作業部会によって開発されたルーティング プロトコルです。OSPF は、リンクステート アルゴリズムを使用して、すべての既知の宛先までの最短パスを構築および計算します。OSPF エリア内の各ルータには、ルータが使用可能なインターフェイスと到達可能なネイバーそれぞれのリストである同一のリンクステート データベースが置かれています。

- Routing Information Protocol（RIP）

  RIP は、ホップ カウント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、グローバルな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る Interior Gateway Protocol（IGP）です。つまり、1 つの自律システム内部でルーティングを実行します。

- ボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）

  BGP は自律システム間のルーティング プロトコルです。BGP は、インターネットのルーティング情報を交換するために、インターネット サービス プロバイダー（ISP）間で使用されるプロトコルです。カスタマーはISPに接続し、ISPはBGPを使用してカスタマーおよび ISPルートを交換します。自律システム（AS）間で BGP を使用する場合、このプロトコルは外部 BGP（EBGP）と呼ばれます。サービスプロバイダーが BGP を使用して AS 内のルートを交換する場合、このプロトコルは内部 BGP（IBGP）と呼ばれます。

ルーティングテーブル

Firewall Threat Defense はデータ トラフィック（デバイスを介して）および管理トラフィック（デバイスから）に別々のルーティングテーブルを使用します。ここでは、ルーティングテーブルの仕組みについて説明します。管理ルーティング テーブルの詳細については、管理トラフィック用ルーティングテーブル （17 ページ）も参照してください。

ルーティング テーブルへの入力方法

Firewall Threat Defense ルーティングテーブルには、静的に定義されたルート、直接接続されているルート、およびダイナミック ルーティング プロトコルで検出されたルートを入力できます。Firewall Threat Defense デバイスは、ルーティングテーブルに含まれるスタティックルート

と接続されているルートに加えて、複数のルーティングプロトコルを実行できるため、同じルートが複数の方法で検出または入力される可能性があります。同じ宛先への2つのルートがルーティング テーブルに追加されると、ルーティング テーブルに残るルートは次のように決定されます。

- 2つのルートのネットワーク プレフィックス長（ネットワーク マスク）が異なる場合は、どちらのルートも固有と見なされ、ルーティングテーブルに入力されます。入力された後は、パケット転送ロジックが 2 つのうちどちらを使用するかを決定します。

  たとえば、RIP プロセスと OSPF プロセスが次のルートを検出したとします。

  - RIP：192.168.32.0/24
  - OSPF：192.168.32.0/19

  OSPF ルートのアドミニストレーティブ ディスタンスの方が適切であるにもかかわらず、これらのルートのプレフィックス長（サブネットマスク）はそれぞれ異なるため、両方のルートがルーティング テーブルにインストールされます。これらは異なる宛先と見なされ、パケット転送ロジックが使用するルートを決定します。

- Firewall Threat Defense デバイスが、（RIP などの）1 つのルーティングプロトコルから同じ宛先に複数のパスがあることを検知すると、（ルーティングプロトコルが判定した）メトリックがよい方のルートがルーティングテーブルに入力されます。

  メトリックは特定のルートに関連付けられた値で、ルートを最も優先されるものから順にランク付けします。メトリックスの判定に使用されるパラメータは、ルーティングプロトコルによって異なります。メトリックが最も小さいパスは最適パスとして選択され、ルーティングテーブルにインストールされます。同じ宛先への複数のパスのメトリックが等しい場合は、これらの等コスト パスに対してロード バランシングが行われます。

- Firewall Threat Defense デバイスが、ある宛先へのルーティングプロトコルが複数あることを検知すると、ルートのアドミニストレーティブディスタンスが比較され、アドミニストレーティブ ディスタンスが最も小さいルートがルーティングテーブルに入力されます。

ルートのアドミニストレーティブ ディスタンス

ルーティング プロトコルによって検出されるルート、またはルーティング プロトコルに再配布されるルートのアドミニストレーティブ ディスタンスは変更できます。2 つの異なるルーティングプロトコルからの2つのルートのアドミニストレーティブディスタンスが同じ場合、デフォルトのアドミニストレーティブディスタンスが小さい方のルートがルーティングテーブルに入力されます。EIGRP ルートと OSPF ルートの場合、EIGRP ルートと OSPF ルートのアドミニストレーティブ ディスタンスが同じであれば、デフォルトで EIGRP ルートが選択されます。

アドミニストレーティブディスタンスは、2つの異なるルーティングプロトコルから同じ宛先に複数の異なるルートがある場合に、Firewall Threat Defense デバイスが最適なパスの選択に使用するルートパラメータです。ルーティングプロトコルには、他のプロトコルと異なるアルゴリズムに基づいたメトリックがあるため、異なるルーティングプロトコルによって生成された同じ宛先への2つのルートのいずれが最適パスであるかは、必ずしも判別できません。

各ルーティング プロトコルには、アドミニストレーティブ ディスタンス値を使用して優先順位が付けられています。次の表に、Firewall Threat Defense デバイスでサポートされているルーティングプロトコルのデフォルトのアドミニストレーティブディスタンス値を示します。

表 *1:* サポートされるルーティングプロトコルのデフォルトのアドミニストレーティブディスタンス

ルートの送信元	デフォルトのアドミニストレーティブディスタンス
接続されているインターフェイス	0
VPN ルート	1
スタティック ルート	1
EIGRP集約ルート	5
外部 BGP	20
内部 EIGRP	90
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EIGRP 外部ルート	170
内部およびローカルBGP	200
不明	255

アドミニストレーティブ ディスタンス値が小さいほど、プロトコルの優先順位が高くなります。たとえば、Firewall Threat Defense デバイスが OSPF ルーティング プロセス（デフォルトのアドミニストレーティブ ディスタンスが 110）と RIP ルーティング プロセス（デフォルトのアドミニストレーティブディスタンスが 120）の両方から特定のネットワークへのルートを受信すると、OSPF ルーティング プロセスの方が優先度が高いため、Firewall Threat Defense デバイスは OSPF ルートを選択します。この場合、ルータは OSPF バージョンのルートをルーティング テーブルに追加します。

VPN アドバタイズされたルート（V-Route/RRI）は、デフォルトのアドミニストレーティブディスタンス 1 のスタティックルートと同等です。ただし、ネットワークマスク 255.255.255.255 の場合と同じように優先度が高くなります。

この例では、OSPF 導出ルートの送信元が（電源遮断などで）失われると、Firewall Threat Defense デバイスは、OSPF 導出ルートが再度現れるまで、RIP 導出ルートを使用します。

アドミニストレーティブ ディスタンスはローカルの設定値です。たとえば、OSPF を通じて取得したルートのアドミニストレーティブディスタンスを変更する場合、その変更は、コマンドが入力された Firewall Threat Defense デバイス のルーティング テーブルにだけ影響します。ア

ドミニストレーティブ ディスタンスがルーティング アップデートでアドバタイズされることはありません。

アドミニストレーティブ ディスタンスは、ルーティング プロセスに影響を与えません。ルーティング プロセスは、ルーティング プロセスで検出されたか、またはルーティング プロセスに再配布されたルートだけをアドバタイズします。たとえば、RIPルーティングプロセスは、のルーティング テーブルで OSPF ルーティング プロセスによって検出されたルートが使用されていても、RIP ルートをアドバタイズします。

ダイナミック ルーロとフローティング スタティック ルートのバックアップ

ルートを最初にルーティングテーブルにインストールしようとしたとき、他のルートがインストールされてしまい、インストールできなかった場合に、そのルートはバックアップルートとして登録されます。ルーティングテーブルにインストールされたルートに障害が発生すると、ルーティング テーブル メンテナンス プロセスが、登録されたバックアップ ルートを持つ各ルーティングプロトコルプロセスを呼び出し、ルーティングテーブルにルートを再インストールするように要求します。障害が発生したルートに対して登録されたバックアップルートを持つプロトコルが複数ある場合、アドミニストレーティブディスタンスに基づいて優先順位の高いルートが選択されます。

このプロセスのため、ダイナミック ルーティング プロトコルによって検出されたルートに障害が発生したときにルーティング テーブルにインストールされるフローティング スタティック ルートを作成できます。フローティングスタティックルートとは、単に、Firewall Threat Defense デバイスで動作しているダイナミックルーティングプロトコルよりも大きなアドミニストレーティブディスタンスが設定されているスタティックルートです。ダイナミック ルーティング プロセスで検出された対応するルートに障害が発生すると、このスタティック ルートがルーティング テーブルにインストールされます。

転送の決定方法

転送は次のように決定されます。

- 宛先が、ルーティング テーブル内のエントリと一致しない場合、パケットはデフォルト ルートに指定されているインターフェイスを通して転送されます。デフォルトルートが設定されていない場合、パケットは破棄されます。
- 宛先が、ルーティングテーブル内の1つのエントリと一致した場合、パケットはそのルートに関連付けられているインターフェイスを通して転送されます。
- 宛先がルーティングテーブル内の複数のエントリと一致した場合は、パケットが、ネットワーク プレフィックス長がより長いルートに関連付けられたインターフェイスから転送されます。

たとえば、192.168.32.1宛てのパケットが、ルーティングテーブルの次のルートでインターフェイスに到着するとします。

- 192.168.32.0/24 ゲートウェイ 10.1.1.2
- 192.168.32.0/19 ゲートウェイ 10.1.1.3

この場合、192.168.32.1 は 192.168.32.0/24 ネットワーク内にあるため、192.168.32.1 宛てのパケットは 10.1.1.2 宛てに送信されます。もうひとつのルートにもあてはまりますが、192.168.32.0/24 の方が長いプレフィックスを持つためです（24 ビットと 19 ビット）。パケットを転送する場合、プレフィックスが長い方が常に短いものより優先される。

（注） 既存の接続は、新しい同様の接続がルートの変更により異なる動作になる場合でも、引き続き確立されたインターフェイスを使用します。

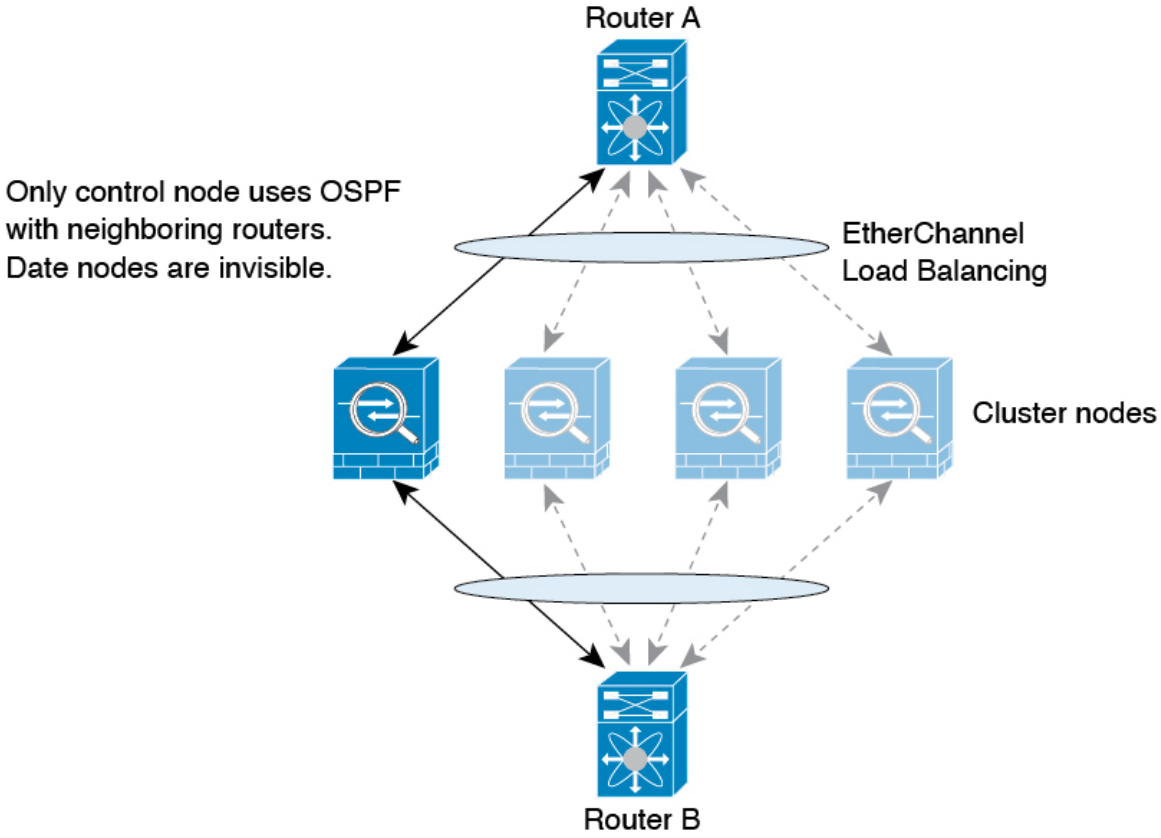
ダイナミック ルーティングおよび 高可用性

アクティブなユニットでルーティング テーブルが変更されると、スタンバイ ユニットでダイナミック ルートが同期されます。これは、アクティブ ユニットのすべての追加、削除、または変更がただちにスタンバイ ユニットに伝播されることを意味します。スタンバイ ユニットがアクティブ/スタンバイの待受中 高可用性 ペアでアクティブになると、ルートは 高可用性 バルク同期および連続複製プロセスの一部として同期されるため、そのユニットには以前のアクティブ ユニットと同じルーティング テーブルがすでに作成されています。

クラスタリングでのダイナミック ルーティング

ルーティングプロセスは制御ノード上だけで実行されます。ルートは制御ノードを介して学習され、データノードに複製されます。ルーティングパケットは、データノードに到着すると制御ノードにリダイレクトされます。

図 *1* : スパンド *EtherChannel* モードでのダイナミック ルーティング



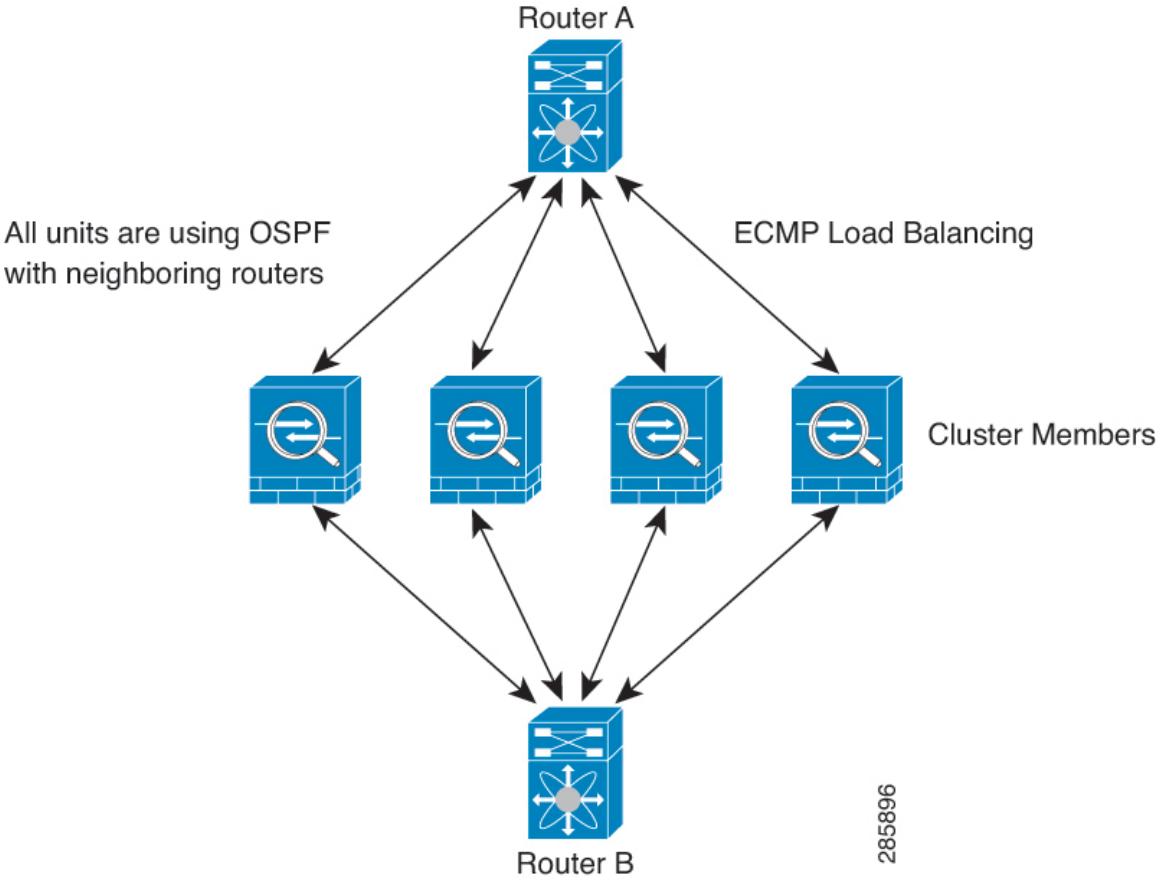
データノードが制御ノードからルートを学習すると、各ノードが個別に転送の判断を行います。

OSPF LSA データベースは、制御ノードからデータノードに同期されません。制御ノードのスイッチオーバーが発生した場合、ネイバールータが再起動を検出します。スイッチオーバーは透過的ではありません。OSPF プロセスが IP アドレスの 1 つをルータ ID として選択します。必須ではありませんが、スタティック ルータ ID を割り当てることができます。これで、同じルータ ID がクラスタ全体で使用されるようになります。割り込みを解決するには、OSPF ノンストップ フォワーディング機能を参照してください。

個別インターフェイス モードでのダイナミック ルーティング

個別インターフェイスモードでは、各ノードがスタンドアロンルータとしてルーティングプロトコルを実行します。ルートの学習は、各ノードが個別に行います。

図 *2:* 個別インターフェイス モードでのダイナミック ルーティング



上の図では、ルータ A はルータ B への等コストパスが 4 本あることを学習します。パスはそれぞれ 1 つのノードを通過します。ECMP を使用して、4 パス間でトラフィックのロード バランシングを行います。各ノードは、外部ルータと通信するときに、それぞれ異なるルータ ID を選択します。

管理者は、各ノードに異なるルータ ID が設定されるように、ルータ ID のクラスタ プールを設定する必要があります。

EIGRP は、個別のインターフェイス モードのクラスタ ピアとのネイバー関係を形成しません。

（注） 冗長性の目的で、クラスタに同じルータへの複数の隣接関係がある場合、非対称ルーティングは許容できないトラフィック損失の原因となる可能性があります。非対称ルーティングを避けるためには、同じトラフィック ゾーンにこれらすべてのノード インターフェイスをまとめます。ECMP ゾーンの作成を参照してください。

管理トラフィック用ルーティングテーブル

標準的なセキュリティ対策として、多くの場合、（デバイスからの）管理トラフィックをデータトラフィックから分離する必要があります。この分離を実現するために、Firewall Threat Defense は管理専用トラフィックとデータトラフィックに個別のルーティングテーブルを使用します。個別のルーティングテーブルを使用することで、データと管理用に別のデフォルトルートを作成できます。

各ルーティングテーブルのトラフィックのタイプ

デバイス間トラフィックでは、常にデータルーティングテーブルが使用されます。

デバイス発信トラフィックでは、タイプに応じて、デフォルトで管理専用ルーティングテーブルまたはデータルーティングテーブルが使用されます。デフォルトのルーティングテーブルで一致が見つからなかった場合は、他のルーティングテーブルがチェックされます。

- 管理専用テーブルのデバイス発信トラフィックには、AAA サーバー通信が含まれます。
- データテーブルのデバイス発信トラフィックには、DNS サーバルックアップと DDNS が含まれます。例外として、DNS の診断インターフェイスのみを指定した場合、Firewall Threat Defense は管理専用テーブルのみを使用します。

管理専用ルーティングテーブルに含まれるインターフェイス

管理専用インターフェイスには、すべてのDiagnostic x/x インターフェイス、および管理専用として設定したすべてのインターフェイスが含まれています。

（注） 管理論理インターフェイスは、Firewall Threat Defense ルートルックアップの一部ではない独自の Linux ルーティングテーブルを使用します。管理インターフェイスで発信されるトラフィックには、Firewall Management Center 通信、ライセンス通信、およびデータベース更新が含まれます。一方、診断論理インターフェイスは、このセクションで説明されている管理専用ルーティングテーブルを使用します。

他のルーティングテーブルへのフォールバック

デフォルトのルーティングテーブルで一致が見つからなかった場合は、他のルーティングテーブルがチェックされます。

デフォルト以外のルーティングテーブルの使用

デフォルトのルーティングテーブルにないインターフェイスに移動するために、ボックス内のトラフィックを必要とするとき、場合によっては、他のテーブルへのフォールバックに頼るのではなく、インターフェイスを設定するときにそのインターフェイスを指定する必要があります。Firewall Threat Defense デバイスは、指定されたインターフェイスのルートのみをチェックします。たとえば、あるデータインターフェイスでRADIUS サーバーと通信する必要がある場合は、RADIUS 設定でそのインターフェイスを指定します。他方、管理専用ルーティングテーブルにデフォルトルートがある場合は、デフォルトルートに一致し、データルーティングテーブルにフォールバックすることは決してありません。

ダイナミック ルーティング

管理専用ルーティングテーブルは、データ インターフェイス ルーティング テーブルから分離したダイナミックルーティングをサポートします。ダイナミック ルーティング プロセスは管理専用インターフェイスまたはデータインターフェイスで実行されなければなりません。両方のタイプを混在させることはできません。

Equal-Cost Multipath（ECMP）ルーティング

Firewall Threat Defense デバイスは、等コスト マルチパス（ECMP）ルーティングをサポートしています。

インターフェイスごとに最大8つの等コストのスタティックルートまたはダイナミックルートを設定できます。たとえば、次のように異なるゲートウェイを指定する外部インターフェイスで複数のデフォルト ルートを設定できます。

```
route for 0.0.0.0 0.0.0.0 through outside to 10.1.1.2
route for 0.0.0.0 0.0.0.0 through outside to 10.1.1.3
route for 0.0.0.0 0.0.0.0 through outside to 10.1.1.4
```

この場合、トラフィックは10.1.1.2、10.1.1.3、および10.1.1.4間の外部インターフェイスでロードバランシングされます。トラフィックは、送信元 IP アドレスと宛先 IP アドレス、着信インターフェイス、プロトコル、送信元ポートと宛先ポートをハッシュするアルゴリズムに基づいて、指定したゲートウェイ間に分配されます。

トラフィック ゾーンを使用した複数のインターフェイス間の ECMP

インターフェイスのグループを含むようにトラフィックゾーンを設定する場合、各ゾーン内の最大 8 つのインターフェイス間に最大 8 つの等コストの静的または動的ルートを設定できます。たとえば、次のようにゾーン内の3つのインターフェイ間に複数のデフォルト ルートを設定できます。

```
route for 0.0.0.0 0.0.0.0 through outside1 to 10.1.1.2
route for 0.0.0.0 0.0.0.0 through outside2 to 10.2.1.2
route for 0.0.0.0 0.0.0.0 through outside3 to 10.3.1.2
```

同様に、ダイナミック ルーティング プロトコルは、等コストルートを自動的に設定できます。Firewall Threat Defense デバイス は、より堅牢なロード バランシング メカニズムを使用して、インターフェイス間のトラフィックのロードバランシングを行います。

ルートが紛失した場合、 デバイスはフローをシームレスに別のルートに移動させます。

ルート マップについて

ルート マップは、ルートを OSPF、RIP、EIGRP、または BGP ルーティング プロセスに再配布するときに使用します。また、OSPF ルーティング プロセスにデフォルト ルートを生成するときにも使用します。ルート マップは、指定されたルーティング プロトコルのどのルートを対象ルーティング プロセスに再配布できるのかを定義します。

ルート マップは、広く知られた ACL と共通の機能を数多く持っています。両方に共通する主な特性は次のとおりです。

- いずれも、それぞれが許可または拒否の結果を持つ個別のステートメントの順序シーケンスです。ACL またはルート マップの評価は、事前に定義された順序でのリストのスキャンと、一致する各ステートメントの基準の評価で構成されています。リストのスキャンは、ステートメントの一致が初めて見つかり、そのステートメントの一致に関連付けられたアクションが実行されると中断します。
- これらは汎用的なメカニズムです。基準照合と一致解釈は、適用方法とこれらを使用する機能によって決定します。同じルートマップであっても異なる機能に適用されると、解釈が異なる場合があります。

次のように、ルート マップと ACL には違いがいくつかあります。

- ルート マップは ACL よりも柔軟性が高く、ACL が確認できない基準に基づいてルートを確認できます。たとえば、ルート マップはルート タイプが内部であるかどうかを確認できます。
- 設計規則により、各 ACL は暗黙の deny ステートメントで終了します。照合中にルートマップの終わりに達した場合、そのルート マップの特定の適用によって結果が異なります。再配布に適用されるルート マップの動作は ACL と同じです。ルートがルートマップのどの句とも一致しない場合は、ルートマップの最後に deny ステートメントが含まれている場合と同様に、ルート再配布が拒否されます。

permit 句と deny 句

ルート マップでは permit 句と deny 句を使用できます。deny 句は、ルートの照合の再配布を拒否します。ルートマップでは、一致基準として ACL を使用できます。ACL には permit 句と deny 句もあるので、パケットが ACL と一致した場合に次のルールが適用されます。

- ACL の permit + ルート マップの permit：ルートは再配布されます。
- ACL の permit + ルート マップの deny：ルートは再配布されません。
- ACL の deny + ルート マップの permit または deny：ルート マップの句は一致せず、次のルート マップ句が評価されます。

match 句と set 句の値

各ルート マップ句には、次の 2 種類の値があります。

- match 値は、この句が適用されるルートを選択します。
- set 値は、ターゲット プロトコルに再配布される情報を変更します。

再配布される各ルートについて、ルータは最初にルートマップの句の一致基準を評価します。一致基準が満たされると、そのルートは、permit 句または deny 句に従って再配布または拒否され、そのルートの一部の属性が、set コマンドによって設定された値で変更されます。一致基準が満たされないと、この句はルートに適用されず、ソフトウェアはルートマップの次の句

でルートを評価します。ルートマップのスキャンは、ルートと一致する句が見つかるまで、もしくはルートマップの最後に到達するまで続行します。

次のいずれかの条件が満たされる場合は、各句の match 値または set 値を省略したり、何回か繰り返したりできます。

- 複数の match エントリが句に含まれる場合に、特定のルートが句に一致するためには、そのルートですべての照合に成功しなければなりません（つまり、複数の match コマンドでは論理 AND アルゴリズムが適用される）。
- match エントリが 1 つのエントリの複数のオブジェクトを指している場合は、そのいずれかが一致していなければなりません（論理 OR アルゴリズムが適用される）。
- match エントリがない場合は、すべてのルートが句に一致します。
- ルート マップの permit 句に set エントリが存在しない場合、ルートは、その現在の属性を変更されずに再配布されます。

（注） ルート マップの deny 句では set エントリを設定しないでください。deny 句を指定するとルートの再配布が禁止され、情報が何も変更されないからです。

match エントリまたは set エントリがないルート マップ句はアクションを実行します。空の permit 句を使用すると、変更を加えずに残りのルートの再配布が可能になります。空の deny 句では、他のルートの再配布はできません。これは、ルートマップがすべてスキャンされたときに、明示的な一致が見つからなかったときのデフォルト アクションです。

翻訳について
このドキュメントは、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。