Ciscoネットワーク演習2　第1週　　 クラス　　　　番号　　　　氏名

• 12 - IPv6 アドレッシング

12.0 - 概要

12.0.1 - このモジュールを学ぶ理由

IPv4ネットワークのサブネット化にはとても苦労したと思いますが、IPv6ネットワークのサブネット化はずっと簡単にできます。

12.0.2 - このモジュールで学ぶこと

**モジュールの目標**: IPv6 アドレッシング方式を実装します。

**IPv4 の問題：**IPv6アドレッシングの必要性を説明します。

**IPv6 アドレス表現：**IPv6 アドレスの表現方法を説明します。

**IPv6 アドレス タイプ：**IPv6 ネットワークアドレスの種類を比較します。

**GUA および LLA スタティック設定：**スタティックグローバルユニキャストおよびリンクローカル IPv6 の設定方法を説明します。

**IPv6 GUA の動的アドレッシング：**グローバルユニキャストアドレスを動的に設定する方法について説明します。

**IPv6 LLA のダイナミックアドレッシング：**リンクローカルアドレスを動的に設定します。

**IPv6 マルチキャスト アドレス：**IPv6 アドレスを識別します。

**IPv6 ネットワークのサブネット化：**IPv6 のサブネット化方式を実装します。

12.1 - IPv4 の問題

12.1.1 - IPv6 の必要性

IPv6 は、IPv4 の後継技術です。IPv6 はずっと大きな 128 ビットのアドレス空間を持ち、340 デシリオン (つまり、340 の後に 36 のゼロが続く) 個もの利用可能なアドレスを提供します。しかし、IPv6 は単に多くのアドレスを提供するだけではありません。

IETFがIPv4 の後継技術の開発を始めたとき、これを機会にIPv4の制限を修正し、拡張できるようにしました。その例の1つが、 インターネット制御メッセージプロトコルバージョン 6 (ICMPv6) です。ICMPv6 にはアドレス解決とアドレスの自動構成が実装されましたが、これらの機能は IPv4 の ICMP (ICMPv4) にありません。

**モノのインターネット**：今日のインターネットは、過去数十年のインターネットとは大きく異なります。 インターネットは、モノのインターネット（IoT）に進化しつつあります。

12.1.2 - IPv4とIPv6 の共存

IPv6 に移行する特定の日付はありません。近い将来にはIPv4とIPv6の両方が共存する形となり、移行が完了するには数年かかると予想されています。IETFは、ネットワーク管理者がネットワークをIPv6に移行するのに役立つさまざまなプロトコルとツールを作成しました移行手法は、次の 3 つのカテゴリに分類できます。

**デュアルスタック**とは、同じネットワークセグメント上でIPv4とIPv6を**[** ① **共存 ]**させることです。デュアルスタックデバイスは、IPv4 とIPv6 の両方のプロトコルスタックを同時に実行します

**トンネリング**は、IPv4ネットワーク上でIPv6パケットを転送する方法です。IPv6 パケットは、他のタイプのデータと同様に、IPv4 パケット内にカプセル化されます。

Network Address Translation 64（**NAT64**）では、IPv4 用の NAT と同様の変換技術により、IPv6 対応デバイスと IPv4 対応デバイスとの通信が可能になります。IPv6 パケットは IPv4 パケットに変換され、IPv4 パケットは IPv6 パケットに変換されます。

12.1.3 - 理解度の確認-IPv4の問題

12.2 - IPv6 アドレス表現

12.2.1 - IPv6 アドレッシング形式

IPv6 アドレスの長さは 128 ビットで、16 進数を表す文字列で記述されます。4 ビットごとに 1 桁の 16 進数にまとめられ、全部で **[** ② **32 ]**桁の 16 進数値で表されます。この様子を図に示します。IPv6 アドレスは大文字と小文字が区別されないので、大文字でも小文字でも記述できます。

箱ひげ図

自動的に生成された説明

図に示すように、IPv6 アドレスを記述する推奨表記は x:x:x:x:x:x:x:x で、それぞれの「x」は 4つの16進値で構成されます。IPv6では、**[** ③ **ヘクステット ]**という用語が使われます。これは16ビットのセグメント、すなわち、4つの16進数値を指す非公式用語です。各「x」は、16ビットまたは4桁の16進数である単一の16進数です。

12.2.2 - ルール 1 - 先頭のゼロを省略する

IPv6 アドレスの表記を簡単にする 1 つ目のルールは、ヘクステット内の**[** ④ **先頭のゼロ ]**を省略することです。先頭のゼロを省略する方法の 4 つの例を次に示します。

* 01abは1abと表すことができる
* 09f0は9f0と表すことができる
* 0a00はa00と表すことができます
* 00abはabと表すことができます

この規則は先頭の 0 にのみ適用され、末尾の 0 には適用されません

12.2.3 - ルール 2-二重コロン

IPv6 アドレスの表記を減らすの 2 つ目のルールは、二重コロン (።) です。ゼロだけで構成される16 ビットへクステットが連続するとき、そのうちの1つを二重コロンで置き換えることができます。たとえば、2001: db8: cafe: 1:0:0:1（先頭の0は省略）は 2001: db8: cafe: 1። 1 と表すことができます。このとき、ダブルコロン（።）は、0だけのヘクテット3つ（0:0:0）の代わりに使用されています。

二重コロン（::）はアドレス内で **[** ⑤ **1 回だけ ]**使用できます。そうしないと、複数のアドレスに対応してしまう場合があります。先頭の0の省略と共に使用すると、IPv6アドレスの表記を大幅に減らすことができます。これは一般に圧縮形式と呼ばれます。

12.2.4 - 演習 - IPv6 アドレス表現

12.3 - IPv6 アドレスのタイプ

12.3.1 - ユニキャスト、マルチキャスト、エニーキャスト

**ユニキャスト：** IPv6 ユニキャストアドレスは、IPv6 が有効なデバイス上のインターフェイスを一意に識別します。

**マルチキャスト：** IPv6 マルチキャストアドレスは、同一の IPv6 パケットを複数の宛先に送信するために使用されます。

**エニーキャスト：** IPv6 エニーキャストアドレスは、複数のデバイスに割り当てることができる IPv6 ユニキャストアドレスです。エニーキャスト アドレスに送信されるパケットは、ルータのルーティング テーブルに従って、そのアドレスを持つ「最も近くにある」インターフェイスにルーティングされます。

IPv4とは異なり、IPv6にはブロードキャストアドレスがありません。ただし、同じ機能を持つ **[** ⑥ **IPv6 全ノードマルチキャストアドレス ]**があります。

12.3.2 - IPv6プレフィクス長

IPv6 プレフィクス長は、0 ～ 128 です。推奨される IPv6 プレフィクス長は、図に示すように、LAN および他の種類のほとんどのネットワークで **[** ⑦ **/64 ]**です。

12.3.3 - IPv6 ユニキャストアドレスのタイプ：

IPv6 ユニキャストアドレスは、IPv6 が有効なデバイス上のインターフェイスを一意に識別します。あるユニキャストアドレスに送信されたパケットは、そのアドレスで示されたインターフェイスで受信されます。

1 つのアドレスしか持たない IPv4 デバイスとは異なり、IPv6 アドレスには通常、次の 2 つのユニキャストアドレスがあります。

**グローバルユニキャストアドレス（GUA）:**これは、パブリックIPv4アドレスに似ています。これらは、グローバルに一意であり、インターネットでルーティング可能なアドレスです。

**リンクローカルアドレス（LLA）:**これは、IPv6が有効なデバイスすべてに必要です。LLAは、同じローカルリンク上の他のデバイスとの通信に使用されます。IPv6 では、リンクという用語は**[** ⑧ **サブネット ]**を指します。LLA は 1 つのリンクに限定されます。LLAは、そのリンク上でのみ一意である必要があります。

12.3.4 - ユニークローカルアドレスについて

ユニークローカルアドレス（fc00። /7 から fdff። /7 までの範囲）はまだ一般的には実装されていません。

12.3.5 - IPv6 GUA

IPv6 グローバルユニキャストアドレス（GUA）は、IPv6 インターネット上でグローバルに一意であり、ルーティング可能です。これらのアドレスは、パブリック IPv4 アドレスと同等です。

最初の 3 ビットが001、すなわち 2000። /3 である GUA のみが割り当てられています。

グラフィカル ユーザー インターフェイス, アプリケーション

中程度の精度で自動的に生成された説明GUA の構造と範囲:

12.3.6 - IPv6 GUA 構造

グローバルルーティングプレフィクスは、プロバイダー（ISP など）によって顧客またはサイトに割り当てられるアドレスの **[** ⑨ **プレフィクス ]**（ネットワーク）部分です。たとえば、ISP は、顧客に /48 グローバルルーティングプレフィクスを割り当てることが一般的です。

サブネット ID 部は、グローバル ルーティング プレフィクスとインターフェイス ID の間に挟まれた部分にあります。IPv4 でサブネットを作るには、ホスト部からビットを借りなければなりませんでしたが、IPv6はサブネット化を考慮して設計されています。

IPv6 インターフェイス ID は、IPv4 アドレスのホスト部に相当します。インターフェイス ID という用語が使われるのは、1 つのホストが複数のインターフェイスを持ち、またそれぞれのインターフェイスが 1 つ以上の IPv6 アドレスを持つ可能性があるためです。特別な事情でもない限り、**[** ⑩ **/64 ]** サブネットを使用し、64 ビットのインターフェイス ID とすることが強く推奨されます。

12.3.7 - IPv6 LLA

IPv6 リンクローカルアドレス（LLA）を使用すると、デバイスは、同じリンク上の IPv6 対応デバイスと通信できますが、この方法で通信できるのは、そのリンク（サブネット）上に限られます。送信元または宛先 LLA を持つパケットは、パケットの発信元のリンクを超えてルーティングできません。

GUAは必須ではありません。ただし、IPv6 が有効なすべてのネットワークインターフェイスに LLA が必要です。

IPv6 LLA は**[** ⑪ **fe80። /10 ]**の範囲にあります。

デバイスが LLA を取得するには、次の 2 つの方法があります。

静的:これは、デバイスが手動で設定されていることを意味します。

動的:これは、デバイスが独自のインターフェイス ID を作成することを意味します。

12.3.8 - 理解の確認-IPv6 アドレスの種類

12.4 - GUA および LLA スタティック設定

12.4.1 - ルータへのスタティックな GUA の設定

インターフェイスに IPv6 GUA を設定するコマンドは ipv6 address ipv6-address/prefix-length です。

ipv6-アドレス と prefix-length の間にスペースがないことに注意してください。

コマンド例：

R1(config)# **interface gigabitethernet 0/0/0**

R1(config-if)# **ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64**

R1(config-if)# **no shutdown** R1(config-if)# **exit**

R1(config)# **interface gigabitethernet 0/0/1**

R1(config-if)# **ipv6 address 2001:db8:acad:2::1/64**

R1(config-if)# **no shutdown** R1(config-if)# **exit**

R1(config)# **interface Serial0/1/0**

R1(config-if)# **ipv6 address 2001:db8:acad:3::1/64**

R1(config-if)# **no shutdown**

12.4.2 - Windowsホストでの静的GUA構成

ホスト上での IPv6 アドレスの手動設定は、IPv4 アドレスの設定に似ています。

デバイスが IPv6 GUA を自動的に取得するには、次の 2 つの方法があります。

* + - ステートレスアドレス自動設定（Stateless Address Autoconfiguration: SLAAC）
    - ステートフルDHCPv6

12.4.3 - リンクローカルユニキャストアドレスの静的設定

LLA を手動で設定すれば、認識しやすく覚えやすいアドレスにすることができます。通常は、ルータで認識可能な LLA を作成するだけで十分です。

コマンド例：

R1(config)# **interface gigabitethernet 0/0/0**

R1(config-if)# **ipv6 address fe80::1:1 link-local**

R1(config-if)# **exit**

R1(config)# **interface gigabitethernet 0/0/1**

R1(config-if)# **ipv6 address fe80::2:1 link-local**

R1(config-if)# **exit**

R1(config)# **interface serial 0/1/0**

R1(config-if)# **ipv6 address fe80::3:1 link-local**

R1(config-if)# **exit**

12.4.4 - 構文チェッカー-GUA および LLA 静的構成

12.5 - IPv6 GUA の動的アドレッシング

12.5.1 - RS メッセージと RA メッセージ

ほとんどのデバイスは、IPv6 GUAを動的に取得します。このトピックでは、ルータ広告（RA）およびルータ要請メッセージ（RS）を使用してこのプロセスがどのように機能するかについて説明します。

RA メッセージは IPv6 ルータイーサネットインターフェイスから発信されます。ルータでは **[** ⑫ **IPv6 ルーティング ]**を有効にする必要があります。デフォルトでは有効になっていません。ルータを IPv6 ルータとして有効にするには、 ipv6 unicast-routing ipv6 unicast-routing グローバルコンフィギュレーションコマンドを使用する必要があります。

ダイアグラム が含まれている画像

自動的に生成された説明

12.5.2 - 方法1：SLAAC

SLAACは、DHCPv6のサービスなしで、デバイスが独自のGUAを作成することを可能にする方法です。SLAAC を使用すると、デバイスはローカルルータの ICMPv6 RA メッセージから必要な情報を取得します。

12.5.3 - 方法2: SLAAC とステートレス DHCPv6

ルータインターフェイスは、SLAAC およびステートレス DHCPv6 を使用してルータ広告を送信するように設定することができます。

12.5.4 - 方法 3: ステートフル DHCPv6

ルータインターフェイスは、ステートフル DHCPv6 だけを使用して RA を送信するように設定できます。

ステートフル DHCPv6 は、IPv4 の DHCP に似ています。デバイスは、GUA、プレフィクス長、DNS サーバのアドレスなどのアドレス情報を、ステートフル DHCPv6 サーバから自動的に受信できます。

12.5.5 - EUI-64プロセスとランダム生成

RA メッセージが SLAAC または SLAAC+ステートレス DHCPv6 の場合、クライアントは独自のインターフェイス ID を生成する必要があります。EUI-64 プロセスまたはランダムに生成された 64 ビットを使用して作成されます。

12.5.6 - EUI-64プロセス

このプロセスでは、クライアントの 48 ビットイーサネット**[** ⑬ **MAC アドレス ]**を使用し、48 ビットMACアドレスの途中に別の 16 ビットを挿入して 64 ビットインターフェイス ID を作成します。

グラフィカル ユーザー インターフェイス, ダイアグラム, アプリケーション, Teams

自動的に生成された説明

12.5.7 - ランダムに生成されたインターフェイス ID

オペレーティングシステムによっては、MAC アドレスと EUI-64 プロセスを使用する代わりに、ランダムに生成されたインターフェイス ID を使用する場合があります。Windows Vista以降、WindowsはEUI-64で作成されたインターフェイスIDではなく、ランダムに生成されたインターフェイスIDを使用します。Windows XPおよびそれ以前のWindowsオペレーティングシステムではEUI-64が使用されていました。

12.5.8 - 理解の確認-IPv6 GUA の動的アドレッシング

12.6 - IPv6 LLA の動的アドレッシング

12.6.1 - 動的 LLC

すべての IPv6 デバイスには、IPv6 LLA が必要です。IPv6 GUA と同様に、LLAS を動的に作成することもできます。このトピックでは、動的に生成される LLC と IPv6 設定の確認について説明します。

12.6.2 - Windows での動的 LLC

Windows などのオペレーティングシステムは、通常、SLAAC による GUA と動的 LLA の両方で同じ方法を使用します。

12.6.3 - シスコルータの動的 LLA

Cisco ルータは、GUA がインターフェイスに割り当てられるたびに IPv6 LLA を自動的に作成します。デフォルトでは、Cisco IOS ルータは EUI-64 を使用して IPv6 インターフェイス上のすべての LLA のインターフェイス ID を生成します。

12.6.4 - IPv6 アドレス設定を確認する

**show ipv6 interface brief**コマンドはイーサネットインターフェイスの MAC アドレスを表示します。

**show ipv6 route**コマンドを使えば、IPv6 ネットワークとそれぞれのIPv6インターフェイスアドレスが IPv6 ルーティングテーブルに載っていることが確認できます。

IPv6 の**ping**コマンドは、IPv6 アドレスが使用される点を除いて、IPv4 で使用されるコマンドと同じです。

12.6.5 - 構文チェッカー-IPv6 アドレス設定の確認

12.6.6 - Packet Tracer-IPv6 アドレスの設定