

13

Networking Basics Module 14: Routing Between Networks

Class code: KCS414

Year Offering: 2025, 2nd Term

Target Grade Level: 4th Grade

Japanese Course Title: ネットワーク入門1,2



TABLE OF CONTENTS 2

01

CISCO Packet
Tracer

02

Communication
in a Connected
World

03

Network Components,
Types, and
Connections

04

Build a
Home Network

05

Communication
Principles

06

The Access
Layer

07

The Internet
Protocol

08

IPv4 and Network
Segmentation

09

中間試験

TABLE OF CONTENTS 2

10

Dynamic
Addressing with
DHCP

15

Application
Layer Services

11

Gateways to
Other Networks

16

Network
Testing
Utilities

12

The ARP
Process

17

期末テスト

13

Routing Between
Networks

14

TCP and UDP



1. About Today's Class

Module 14: Routing Between Networks

14.0. Introduction

14.1. The Need for Routing

14.2. The Routing Table

14.3. Create a LAN



Exercise: Packet Tracer - Observe Traffic Flow in a Routed Network



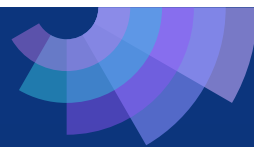
Exercise: Packet Tracer - Create a LAN

14.4. Routing Between Networks Summary



Check Test 13





1. 今日の授業について

Module 14: Routing Between Networks

14.0. イントロダクション

14.1. ルーティングの必要性

14.2. ルーティングテーブル

14.3. LANの作成



演習: Packet Tracer - ルーティングされたネットワークのトラフィックフローの観察



演習: Packet Tracer - LANの作成

14.4. ネットワーク間のルーティングのまとめ



14.5. 確認テスト13



2. Today's Goal

Module Title: Routing Between Networks

Module Objective: Create a fully connected LAN.

The Need for Routing:

- Explain the need for routing.

The Routing Table:

- Explain how routers use tables.

Create a LAN:

- Build a fully connected network.





2. 今日の授業の目標

Module Title: Routing Between Networks

モジュールの目的：複数のLANを接続するルーティングについて学ぶ

ルーティングの必要性：ルーティングの必要性を学ぶ

ルーティングテーブル：ルーターがルーティングテーブルをどのように構築し使用するかを学ぶ

LANの作成：複数のLANを接続するネットワークを構築する





14.1. The Need for Routing

14.1.1 Video - Dividing the Local Network





14.1. The Need for Routing

14.1.1 Video - Dividing the Local Network

このビデオでは、大きなネットワークを複数の小さなローカルネットワークに分割する理由について説明します。

ネットワークを分割する理由：

1. **ブロードキャストドメインの制限**：ネットワーク全体に無駄なブロードキャストが広がらないよう、ネットワークを分割して、ブロードキャストを制限します。
2. **セキュリティ向上**：他の部門がリソースにアクセスできないようにするなど、セキュリティを強化します。
3. **地理的移動**：ネットワークを物理的に移動する時にネットワークを分割します。

どうやってネットワークを分割する？

- ルーターを利用してネットワークを分割します。



14.1. The Need for Routing

14.1.2 Now We Need Routing

Need for Routing:

- Purpose: Connect devices beyond local networks to remote hosts, other businesses, and the internet.
- Process: Identifying the best path for data to reach a destination.

Role of Routers:

- Connects multiple Layer 3 IP networks.
- Functionality: Directs traffic at the distribution layer, performing critical network operations.
- Decision Basis: Unlike switches (Layer 2 MAC address), routers use the Layer 3 IP address.

Packet Format in Routing:

- Contains: Destination and source IP addresses, and message data.
- Router's Role: Reads destination IP's network portion to determine the best forwarding path.

Router Use Cases:

- When source and destination IP addresses are on different networks.
- Example: Host on network 1.1.1.0 sending to 5.5.5.0 routes the message via a router.
- The router de-encapsulates and reads the destination IP address.
- Determines forwarding path, re-encapsulates the packet, and sends it towards its destination.

14.1. The Need for Routing

14.1.2 Now We Need Routing

ルーティングの必要性：

- 目的：ローカルネットワークを超えて、異なるネットワークやインターネットにデバイスを接続する。
- ルーティングは、データが宛先に到達するための最適な経路を見つけるプロセス。

ルーターの役割：

- ルータはレイヤー3のレベルで、複数のネットワークを接続するデバイス。データのトラフィックを管理する。
- ルータ：レイヤー3のIPアドレスを使用する。
- スイッチ：レイヤー2のMACアドレスを使用する。

パケットのフォーマット：

- 宛先IPアドレス、送信元のIPアドレスとデータが含まれる。
- ルーターは、パケットを受け取り、非カプセル化（パケットからデータヘッダーを取り出す）して宛先IPアドレスを読み取り、新しいフレームに再カプセル化（新しいヘッダーを入れて新しいパケットを作成）して送信します。

Destination MAC Address BB:BB:BB:BB:BB:BB	Source MAC Address AA:AA:AA:AA:AA:AA	Source IP Address 10.0.0.1	Destination IP Address 192.168.1.5	Data	Trailer
--	---	-------------------------------	---------------------------------------	------	---------

IP アドレスの復習



Quiz 13_1 Check Your Understanding - The Need for Routing

<https://forms.gle/f9yKrUDXCJ2EUrdz9>

Question 1

Reasons to divide a network into multiple smaller networks.(Choose two.)

- ☐ Increase network security
- ☐ To maintain smaller broadcast domains
- ☐ Devices receive all the network traffic
- ☐ Large networks are more difficult to troubleshoot.





Quiz 13_1 Check Your Understanding - The Need for Routing

<https://forms.gle/f9yKrUDXCJ2EUrdz9>

Question 2

Which of the following devices is used to divide a network into smaller networks?

- ☐ Hubs
- ☐ Switches
- ☐ Routers
- ☐ Bridges





Quiz 13_1 Check Your Understanding - The Need for Routing

<https://forms.gle/f9yKrUDXCJ2EUrdz9>

Question 3

What is routing?

- ☐ Routing is a way to connect devices within a local area network.
- ☐ Routing is a process to determine the best path to a destination.
- ☐ Routing transfers data between devices.





14.2. The Routing Table

[14.2.1 Video - Router Packet Forwarding](#)

[14.2.2 Video - Messages Within and Between Networks - Part 1](#)

[14.2.3 Video - Messages Within and Between Networks - Part 2](#)

14.2. ルーティングテーブル

14.2.1 Video - ルーターパケット転送

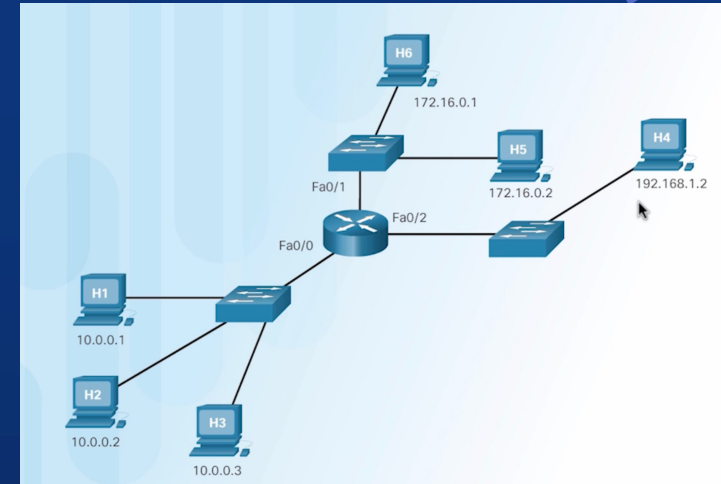
このビデオは、ルーターがパケットを異なるネットワーク間で転送する方法を説明しています。

例 1 : ホストH1(10.0.0.1)が、別のネットワークにあるホストH4(192.168.1.2)へパケットを送信する。

1. H1はデフォルトゲートウェイ（ルーター）にパケットを送信し、ルーターが宛先IPをルーティングテーブルで確認。
2. ルーターは192.168.1.0ネットワークがインターフェースFa 0/2に接続されていると判断し、パケットを転送。

例 2 : ブロードキャストの例 :

1. H1が255.255.255.255（ブロードキャストアドレス）にパケットを送信。
2. ルーターはこのブロードキャストを受信するが、他のネットワークには転送しない。



14.2. ルーティングテーブル

14.2.2 Video - Messages Within and Between Networks - Part 1

- このビデオは、ホストH1（IP:192.168.1.10）が、同じネットワーク上にあるホストH2（IP:192.168.1.20）にIPv4パケットを送信する方法について説明します。
- シナリオ:
 1. H1（192.168.1.10）がH2（192.168.1.20）にパケットを送信。
 2. H1はサブネットマスクを使用して、H2が同じネットワーク（192.168.1.0）上にあることを確認。
 3. デフォルトゲートウェイを経由せずにH2に直接送信。
 4. H1はARPテーブルを参照してH2のMACアドレスを取得し、直接H2にイーサネットフレームを送信。



14.2. ルーティングテーブル

14.2.3 Video - Messages Within and Between Networks - Part 2

- このビデオは、ホストH1（IPアドレス：192.168.1.10）が、異なるネットワーク上にあるホストH3（IPアドレス：192.168.2.50）にIPv4パケットを送信する方法について説明します。
- シナリオ：
 1. H1は宛先IPが異なるネットワークにあると判断し、デフォルトゲートウェイであるルーターにパケットを送信。
 2. ルーターは宛先IPを確認し、Fast Ethernet 0/2インターフェースから192.168.2.0ネットワークにパケットを転送することを決定。
 3. ルーターは送信元MACアドレスと宛先MACアドレスを新しく設定し、新しいイーサネットフレームを作成してパケットを送信。
 4. パケットがH3に届き、H3が自分宛であることを確認してパケットを受信。



14.2. The Routing Table

14.2.4 Routing Table Entries

Routing Tables in Routers:

- Purpose: Store information for moving data between local and remote networks.
- Dynamic Update: Information received from other routers.
- Manual Entry: Configured by network administrators.

Routing Decision:

- Process: Router uses the table to determine the appropriate interface for forwarding messages.
- If no forwarding decision can be made, the router drops the packet.
- Static Default Route: Configured by administrators to prevent packet drop by forwarding packets with unknown destinations through a specific interface.

Default Route Function:

- Interface used for packets with unknown destination network addresses.
- Connects to a router capable of forwarding the packet towards its final destination.



14.2. The Routing Table

14.2.4 ルーティングテーブルエントリ

- ルーターはローカルネットワークとリモートネットワーク間でデータを転送。
- ルータはデータ転送のために、ルーティングテーブルを使用。
- ルーティングテーブルには、各ネットワークのアドレスと最適な経路が含まれている。
- ルーティングテーブルには、ホストの個別のIPアドレスは含まれていない。
- ルーティングテーブルにエントリを追加する方法は2つ
 1. 他のルーターの情報を使って、動的(dynamic)に更新
 2. 管理者が手動(manual)で設定
- 宛先の経路が分からない場合、ルーターはルーティングテーブルのデフォルトルートを使用して転送を行います。




14.2. The Routing Table

14.2.5 The Default Gateway

Host Communication on Local vs. Remote Networks:

- Local: Hosts send messages directly using ARP to discover the destination host's MAC address.
- Remote: Hosts send messages via a router, encapsulating packets with the router's MAC address.

Use of Default Gateway:

- Purpose: Enables hosts to send messages to a remote network.
 - Hosts are configured with the default gateway address, which is the router's interface address on the local network.
 - Hosts use ARP to determine the router's MAC address, placing it in the frame for remote network destinations.
 - Correct default gateway setting is crucial for delivering messages to remote networks.
 - Incorrect or missing default gateway settings prevent message delivery to remote hosts.
- 

14.2. The Routing Table

14.2.5 The Default Gateway

- 同じローカルネットワークへの送信：ホストは同じローカルネットワーク上のホストへ直接メッセージを送信し、ARPを使用してMACアドレスを確認する。
- リモートネットワークへの送信：ルーターが必要で、送信パケットには宛先IPを含み、宛先MACアドレスはルーターMACアドレスを設定します。
- ホストは、設定されたデフォルトゲートウェイアドレスを使用して、ルーターのIPとMACアドレスを取得する。
- ローカルネットワーク上の各ホストに正しいデフォルトゲートウェイが構成されていることが重要。
- ホストのTCP/IP設定にデフォルトゲートウェイが構成されていない場合や、誤ったデフォルトゲートウェイが指定されている場合、リモートネットワーク上のホスト宛てのメッセージは配信できません。

```
C:\Users\marikotagawa>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Ethernet:

    Connection-specific DNS Suffix  . : flets-east.jp. iptvf.jp
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::7168:8c9e:cc49:98bd%7
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.128
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.1.1
```



Quiz 13_2 Check Your Understanding - Select the Default Gateway

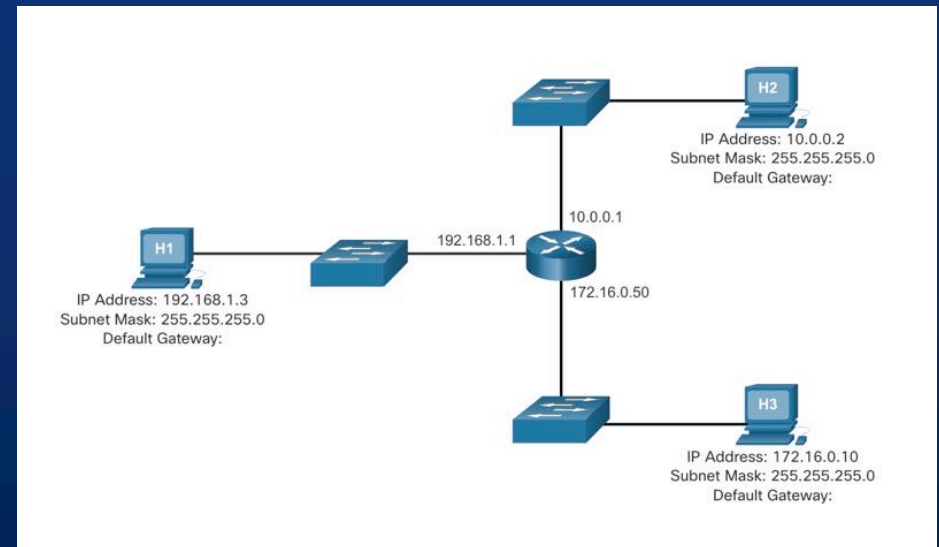
<https://forms.gle/ThA9o6Ls56r6dijXA>

Refer to the figure. Select default gateway for each of the following questions.

Question 1

What is the default gateway for H1?

- ☐ 10.0.0.1
- ☐ 192.168.1.1
- ☐ 10.168.1.1
- ☐ 172.16.1.1
- ☐ 192.0.0.1
- ☐ 172.16.0.50





Quiz 13_2 Check Your Understanding - Select the Default Gateway

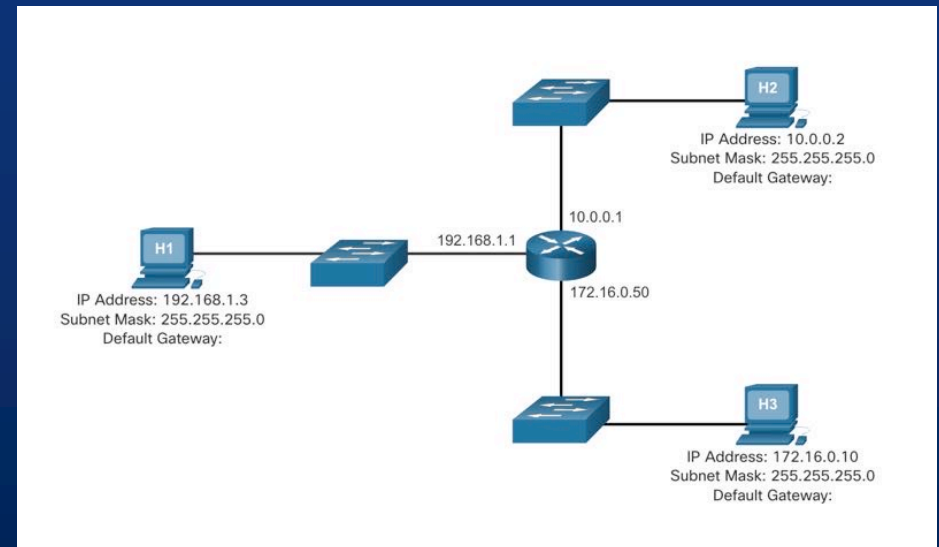
<https://forms.gle/ThA9o6Ls56r6dijXA>

Refer to the figure. Select default gateway for each of the following questions.

Question 2

What is the default gateway for H2?

- ☐ 192.0.0.1
- ☐ 192.168.1.1
- ☐ 172.16.1.1
- ☐ 10.0.0.1
- ☐ 172.16.0.50
- ☐ 10.168.1.1





Quiz 13_2 Check Your Understanding - Select the Default Gateway

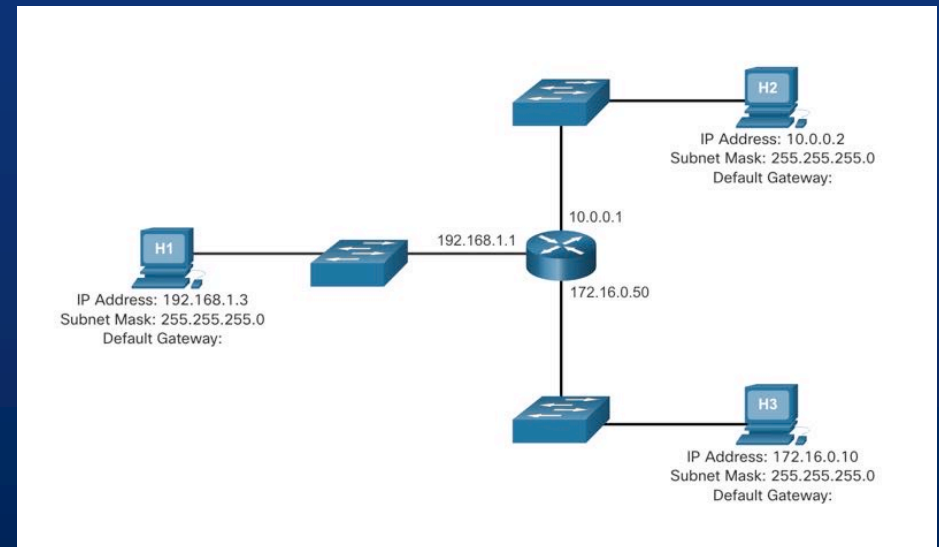
<https://forms.gle/ThA9o6Ls56r6dijXA>

Refer to the figure. Select default gateway for each of the following questions.

Question 3

What is the default gateway for H3?

- ☐ 10.0.0.1
- ☐ 172.16.0.50
- ☐ 10.168.1.1
- ☐ 192.0.0.1
- ☐ 192.168.1.1
- ☐ 172.16.1.1





Quiz 13_3 Check Your Understanding - The Routing Table

<https://forms.gle/5jYZ1d2RXTAejKWZ6>

Question 1

What information in the IP packet does the router use to determine which interface to forward the packet?

- ☐ source IP address
- ☐ destination IP address
- ☐ source MAC address
- ☐ destination MAC address





Quiz 13_3 Check Your Understanding - The Routing Table

<https://forms.gle/5jYZ1d2RXTAejKWZ6>

Question 2

True or false? If Host-A has an IP packet to send to Host-B, and Host-A has determined that Host-B is on a different network. Host-A will encapsulate the IP packet in an Ethernet frame with the destination MAC address of its default gateway.

- ☐ true
- ☐ false





Quiz 13_3 Check Your Understanding - The Routing Table

<https://forms.gle/5jYZ1d2RXTAejKWZ6>

Question 3

A default route is the interface through which the router forwards:

- ☐ a packet containing a destination IP network address that is not in the routing table of the router
- ☐ all packets
- ☐ a packet containing a source IP network address that is not in the routing table of the router
- ☐ any packet when a host does not receive an ARP Reply





14.2. The Routing Table

14.2.7 Check Your Understanding - The Routing

<https://forms.gle/5jYZ1d2RXTAejKWZ6>

Question 4

A host will send a packet to the default gateway when:

- ☐ all packets
- ☐ the destination IP address is on a different network
- ☐ it does not receive an ARP Reply
- ☐ the source IP address is on a different network





14.3. Create a LAN

14.3.1 Local Area Networks

Local Area Network (LAN) Definition:

- LAN refers to a local network or interconnected local networks under the same administrative control.

Intranet:

- Private LAN for an organization, restricted to members, employees, or authorized individuals.
- Purpose: Used for internal communication and information sharing within an organization.

14.3. Create a LAN

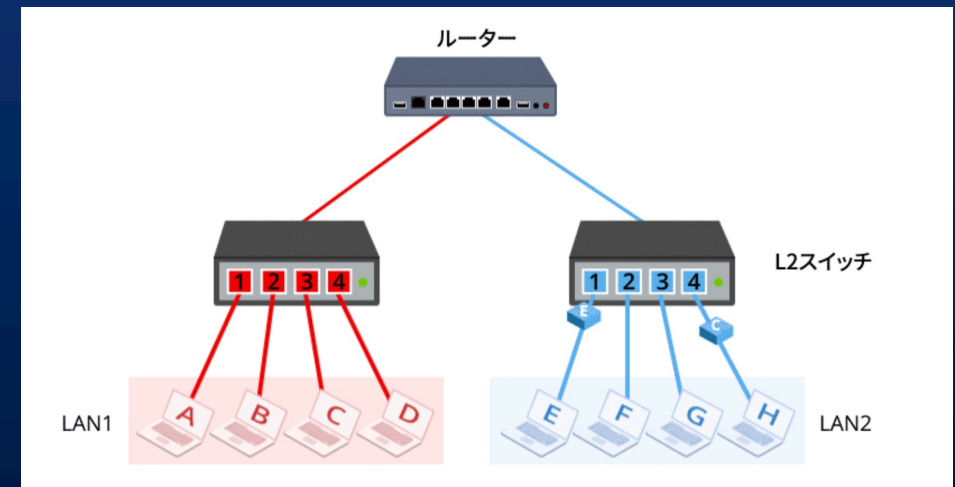
14.3.1 Local Area Networks

Local Area Network (LAN) Definition:

- LAN : 同じローカルネットワーク、または相互接続されたローカルネットワークを指します。
- 初期のLANは小規模で単一の物理場所に存在するネットワークを指していましたが、現在は数百のホストを含む多地点に設置されたネットワークも含まれます。

Intranet:

- イン트라ネットは、組織のメンバー、許可された者のみがアクセスできるプライベートLANを指します。





14.3. Create a LAN

14.3.2 Local and Remote Network Segments

All Hosts in One Local Segment

Advantages :

- Appropriate for simpler networks
- Less complexity and lower network cost
- Allows devices to be "seen" by other devices
- Faster data transfer - more direct communication
- Ease of device access

Disadvantages :

- All hosts are in one broadcast domain which causes more traffic on the segment and may slow network performance
- Harder to implement QoS (Quality of Service)
- Harder to implement security

14.3. Create a LAN

14.3.2 Local and Remote Network Segments

1つのローカルセグメントにすべてのホストを配置

利点：

- シンプルなネットワークに適している
- ネットワークが複雑にならず、コストも低い
- デバイスからネットワーク上のすべてのデバイスが見える
- データ転送が速く、より直接的な通信が可能
- デバイスのアクセスが容易

欠点：

- すべてのホストが1つのブロードキャストドメイン内にあるため、トラフィックが増加し、ネットワークパフォーマンスが低下する可能性がある
- サービスレベルQoS (Quality of Service)の実装が難しい
- セキュリティの実装が難しい



14.3. Create a LAN

14.3.2 Local and Remote Network Segments

Hosts on a Remote Segment

Advantages :

- More appropriate for larger, more complex networks
- Splits up broadcast domains and decreases traffic
- Can improve performance on each segment
- Makes the machines invisible to those on other local network segments
- Can provide increased security
- Can improve network organization

Disadvantages :

- Requires the use of routing (distribution layer)
- Router can slow traffic between segments
- More complexity and expense (requires a router)

14.3. Create a LAN

14.3.2 Local and Remote Network Segments

リモートセグメントにホストを配置

リモートネットワークにホストを配置することで、トラフィックの影響を軽減できるが、ルーティングが必要になる。

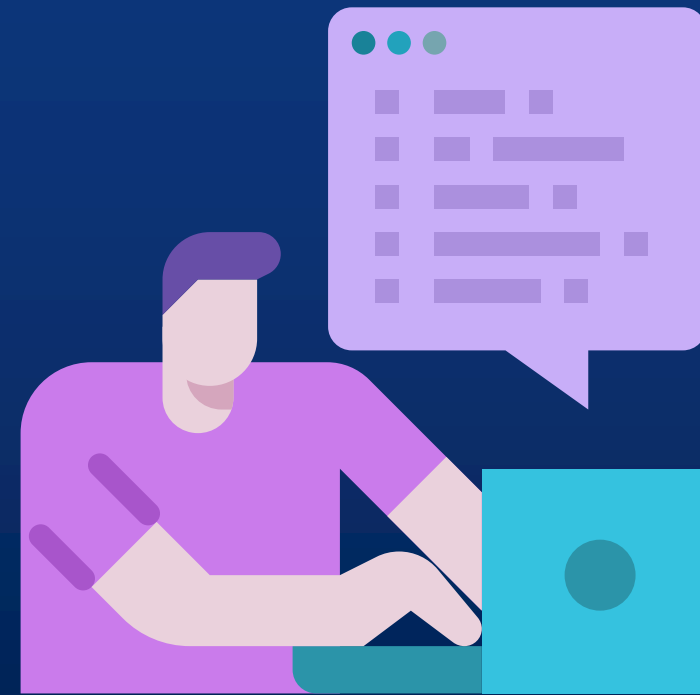
利点:

- より大規模で複雑なネットワークに適している
- ブroadcastドメインを分割し、トラフィックを減少させる
- 各セグメントのパフォーマンスを向上させることができる
- 他のローカルネットワークセグメントからマシンを「見えなく」する
- セキュリティを向上させることができる
- ネットワークの管理を改善できる

欠点:

- ルーティングの使用が必要
- ルーターによってセグメント間のトラフィックが遅くなる可能性がある
- 構成が複雑になり費用が増加（ルーターが必要）

Exercise





14.3. Create a LAN

14.3.3 Packet Tracer - Observe Traffic Flow in a Routed Network

Objectives

- Part 1: Observe Traffic Flow in an Unrouted LAN
- Part 2: Reconfigure the Network to Route Between LANs
- Part 3: Observe Traffic Flow in the Routed Network

14.3.4 Packet Tracer - Create a LAN

Objectives

- Connect Network Devices and Hosts
- Configure Devices with IPv4 Addressing
- Verify the End Device Configuration and Connectivity
- Use Networking Commands to View Host Information



14.3. Create a LAN

Exercise1: Packet Tracer - Observe Traffic Flow in a Routed Network

File: 14.3.3-packet-tracer-observe-traffic-flow-in-a-routed-network.pka

目的:

1. ルーティングされていないLANでのトラフィックフローを観察する
2. ネットワークを再構成してLAN間のルーティングを行う
3. ルーティングされたネットワークでのトラフィックフローを観察する

Exercise2: Packet Tracer - Create a LAN

File: 14.3.4-packet-tracer-create-lan.pka

目的:

1. ネットワークデバイスとホストを接続する
2. デバイスにIPv4アドレス設定を構成する
3. エンドデバイスの設定と接続性を確認する
4. ネットワークコマンドを使用してホスト情報を表示する



14.4. Routing Between Networks Summary

The Need for Routing

- **Broadcast containment** - Routers in the distribution layer can limit broadcasts to the local network where they need to be heard.
- **Security requirements** - Routers in the distribution layer can separate and protect certain groups of computers where confidential information resides.
- **Physical locations** - Routers in the distribution layer can be used to interconnect local networks at various locations of an organization that are geographically separated.
- **Logical grouping** - Routers in the distribution layer can be used to logically group users, such as departments within a company, who have common needs or for access to resources.

Router vs Switch

- Router: L3 IP Address
- Switch: L2 MAC addresses



14.4. Routing Between Networks Summary

ルーティングの必要性

- **ブロードキャストの制御** - ルーターは、ローカルネットワーク内にブロードキャストを限定することができます。
- **セキュリティ** - ルーターは、機密情報を持つ特定のコンピュータを分離して保護できます。
- **物理的な場所** - ルーターを使用して、地理的に離れた組織内の複数のローカルネットワークを相互接続できます。
- **論理的なグループ化** - ルーターは、共通のニーズやリソースアクセスのために、会社内の部署などのユーザーを論理的にグループ化するために使用できます。

ルーター vs スイッチ

- ルーター: レイヤー3 IPアドレス
- スイッチ: レイヤー2 MACアドレス



14.4. Routing Between Networks Summary

The Routing Table

Default Gateway for Hosts:

- Configuration: Hosts are configured with the router's IPv4 address as the default gateway.
- Role of Default Gateway: Used by hosts to send messages to the router.

Routing Table Functionality:

- Content: Addresses of networks and paths to reach them.
- Table Updates: Either dynamically by router communication or manually by network administrators.



14.4. Routing Between Networks Summary

ルーティングテーブル

- ルーターは複数の異なるローカルネットワークに接続し、ネットワーク間でデータを転送します
- ルータのルーティングテーブルにはネットワーク（IP）とインターフェース（ポート）の情報を保持。
- ルーターは宛先IPアドレスに基づいてパケットを転送しします。
- ホストは自分に設定されたデフォルトゲートウェイアドレスにより、ルーターのIPアドレスを取得し、データをルーターに送信。
- ルーティングテーブルは動的または手動で更新され、最適な経路を提供する。



14.4. Routing Between Networks Summary

Create a LAN

LAN Definition:

- A LAN (Local Area Network) is a local network or interconnected local networks

Host Placement in LAN:

- Single Network: All hosts on one local network, visible to each other, sharing one broadcast domain.
- Multiple Networks: Hosts divided among multiple networks, connected by a distribution layer device.

Communication within LAN:

- Single Network: Hosts use ARP for direct communication within the same broadcast domain.
- Multiple Networks: Requires routing for communication between hosts on different networks.

Impact of Network Structure:

- Additional hosts on remote networks can reduce local traffic demands.
- Using routers for inter-network communication increases network complexity and can introduce latency.



14.4. Routing Between Networks Summary

LANの作成

LAN の定義

- LAN (Local Area Network)
- LANは、ローカルネットワーク＝同じネットワーク。

ホスト配置の方法

- 単一ネットワークにすべてのホストを配置：簡単で、1つのブロードキャストドメインを使用し、ARPで互いを見つけやすい。
- 複数ネットワークにホストを分割：ネットワークトラフィックを減らすことができるが、ネットワーク間の通信にルーティングが必要で、遅延が発生する可能性がある。



Questions and free discussion

Do you have any questions or
anything you want to discuss?





Check Test 13

14.4.3 Routing Between Networks Quiz

<https://forms.gle/kMudC8veCvxMn5sN9>



Reference

- CISCO Network Academy
Networking Basics - Module 14: Routing Between Networks

<https://skillsforall.com/launch?id=f393c38f-b410-4d2b-8275-70e144273519&tab=curriculum&view=ba6e3e4f-1a54-5967-adfb-98331110c9e8>

Textbook :

「図解入門 TCP/IP」 みやたひろし