



# 12章 ネットワーク

Roots千葉 利用者  
長岡昇吾

# LANとWAN

## LAN(local area network)

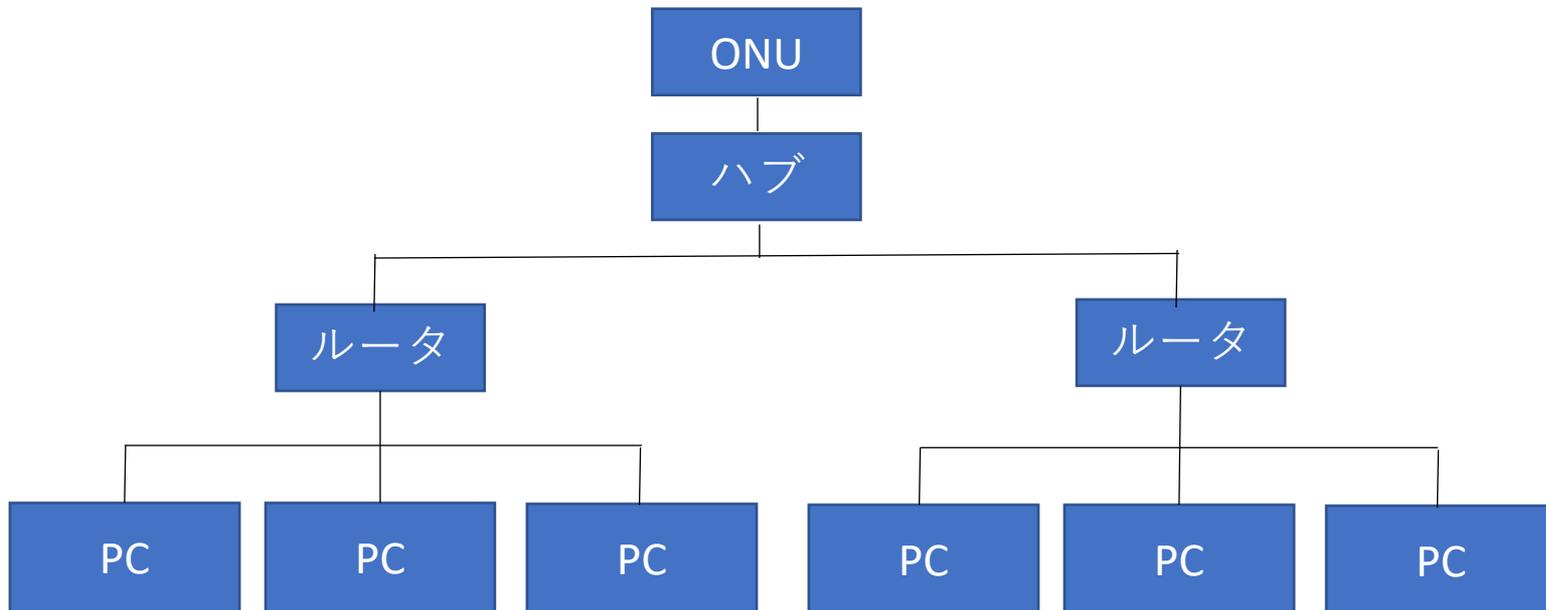
家庭や会社など決まった組織で作成されるネットワーク

## WAN(wide area network)

インターネットなど組織によらずに使えるネットワーク

互いにデータのやり取りをする場合ハブやルーターなどによって、通信を行っている。

WAN側では交換機によって通信路を確立している。



# LANとWAN

WAN側でのやり取りの方式として複数存在していきまして、主に回線交換方式とパケット交換方式がよく聞く方式として挙げられます。

回線交換方式は電話に使われて交換機が送信先まで至る経路をつなぐ  
パケット交換方式はPCネットワークで主に使われていることが多い

捕捉に他の方式も書いていくと...

## 補足

専用線	拠点間を専用回線で結ぶサービス(似たものでVPN(virtual private network)がある)
フレームリレー方式	パケット交換方式を元に伝送中の誤り制御を簡略化して高速化を図ったもの (データの転送単位は可変長のフレームを用いる)
ATM交換方式	パケット交換方式をもとに、データ転送の単位を固定長のセル(53バイト)とすることで高速化を図ったもの
広域イーサネット	LANで一般的に使われているイーサネット技術を用いて拠点間を接続する (WAN構築における近年の主流サービス)

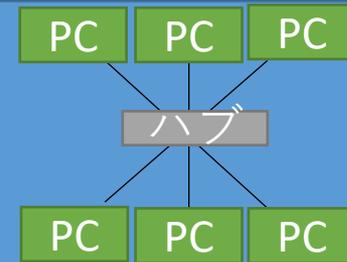
# LANとWAN

## トポロジー

LANを構築するときに、各コンピュータをどのようにつなぐか。その接続形態のことをトポロジーと呼びます。

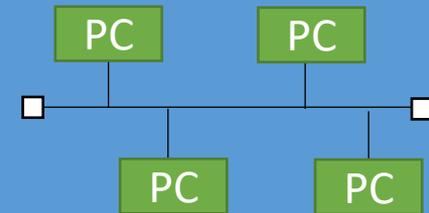
### スター型

ハブを中心として、放射状に各コンピュータを接続する形態です。イーサネットの100BASE-TXや1000BASE-Tという規格などで使われています。



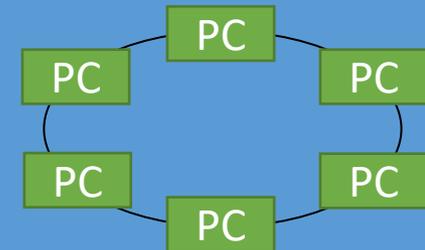
### バス型

1本の基幹となるケーブルに、各コンピュータを接続する形態です。イーサネットの10BASE-2や10BASE-5という規格などで使われています。



### リング型

リング状に各コンピュータを接続する形態です。トークンリングという規格などで使われています。



この3つ意外にもメッシュ型と言うトポロジーもある。

# LANとWAN

実は、このネットワークは**1970**年代では機器を製造していた会社自体のネットワークアーキテクチャを使用して行っていた。

そのため、**NEC**のパソコンで**IBM**の汎用コンピュータにアクセスしようとするとその都度個別の接続機器やアプリケーションが必要となっていた。

例として**IBM**は**SNA**(systems network architecture)や**富士通**は**FNA**、**NEC**は**DNA**、**日立**は**HNA**などがあった。



その後...

メインコンピュータに複数のパソコンを接続して共同利用する方式の**TSS**(Time Sharing System)が普及した影響によって、パソコン同士をネットワークで接続する必要性が高まった。

そのため、異機種間接続の標準化が求められるようになった。

このページ以降に出てくる**IEEE**や**TCP/IP**、**OSI**参照モデルなどはこのような歴史的背景がある。

# LANとWAN

## イーサネット

LANの規格として、現在もっとも広まっているのがイーサネットです。IEEE(米国電気電子技術者協会)によって標準化されており、接続形態や伝送速度ごとに、つぎのような規格に分かれています。

伝送速度に使われているbps(bits per second)という単位であらわされます。これは1秒間に送ることのできるビット数(データ)を現した単位です。

### バス型

企画名称	伝送速度	伝送距離	伝送媒体
10BASE5	10Mbps	最大500m	同軸ケーブル(Thick coax)
10BASE2	10Mbps	最大185m	同軸ケーブル(Thin coax)

### スター型

企画名称	伝送速度	伝送距離	伝送媒体
10BASE-T	10Mbps	最大100m	ツイストペアケーブル
100BASE-TX	100Mbps	最大100m	ツイストペアケーブル
1000BASE-T	1G(1000M)bps	最大100m	ツイストペアケーブル

# LANとWAN

## ツイストペアケーブル

前のスライドの規格の意味は**100←**(最大通信速度:Mbps)、**BASE ←**(ベースバンド伝送)、**-TX←**(ケーブルの種類)です。

私達のよく使っているケーブルはこのツイストケーブルでRJ45という形状のコネクタを使用しています。

お店で売られていたりするものにはいくつか種類があるので種類について細かく見ていきましょう。

## カテゴリー

LANケーブルは対応している規格によってCAT5、CAT5e、CAT6、CAT6A、CAT7、CAT8などに分けられています。

基本的に現代では、家庭では5e~6Aぐらいが使われていることが多い企業だとCAT8やCAT7を使っている企業もある。

数字が大きくなるにつれてシールドと言われる部分が良くなり対ノイズ性能が上がっているが曲がりづらくなっている。

CAT8は通信速度40Gbps、CAT7とCAT6Aは10Gbps、CAT6とCAT5eは1Gbps、CAT5は100Mbps

# LANとWAN

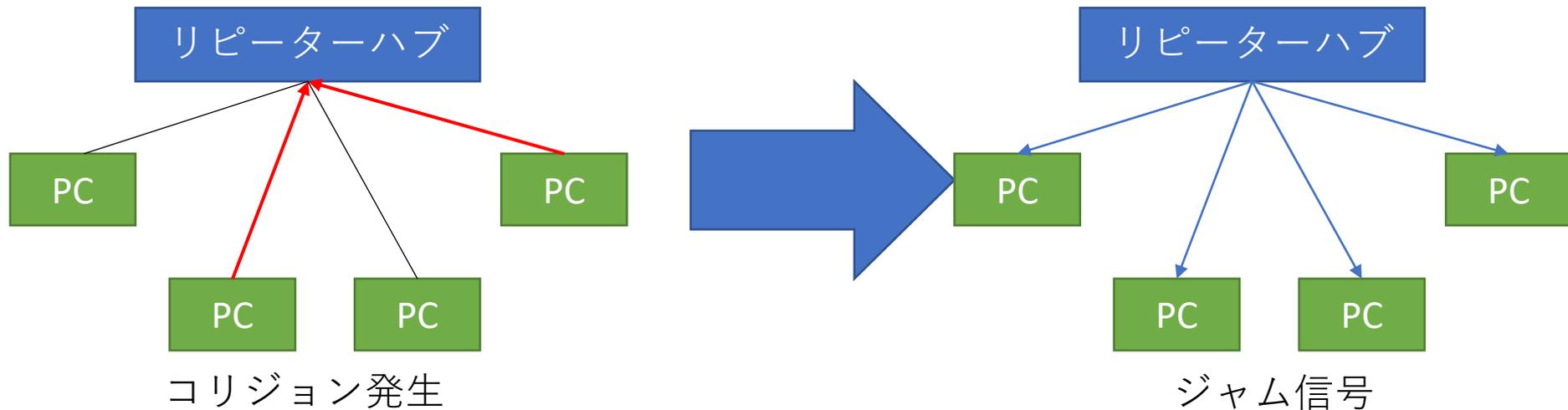
## CSMA/CD方式

CSMA/CD方式とはイーサネットでは採用されているアクセス制御方式です。CSMA/CD方式ではネットワーク上の通信状況を監視して、他に送信を行っている者がいない場合に限ってデータの送信を開始します。(carrier Sense)

それでも同時に送信してしまい、通信パケットの衝突(コリジョン)が発生した場合は各々ランダムに求めた時間待機してから、再度送信を行います。(Collison Detection)

この様に管理されているため複数のコンピュータで同じ線を共有することができる。(Multiple Access)

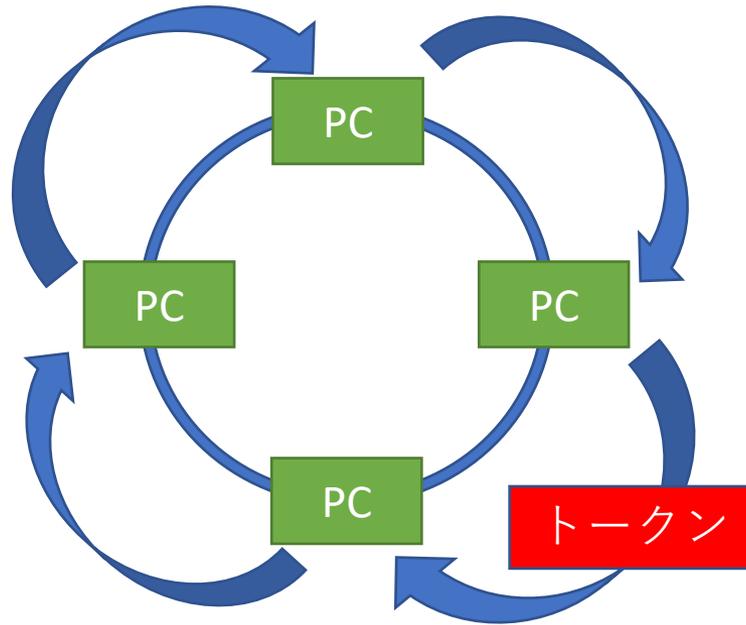
CSMA/CDはCarrier Sense Multiple Access with Collision Detectionの略



ちなみにコリジョンが沢山起きている状態を輻輳と呼びます。

# LANとWAN

## トークンリング



トークンリングではネットワーク上をトークンがフリートークンとして回っています。

ここにコンピュータはデータをくっつけて相手のコンピュータまで回します(ビジートークン)相手がビジートークンを受けるとデータを取り除いたビジートークンを生成して、送り主のコンピュータまで回し送り主のコンピュータがフリートークンに戻すことで通信を行っています。

これをトークンパッシング方式と呼びます。

# LANとWAN

## 無線LAN

無線LANとはWi-Fiやbluetoothなどの総称である。

IEEE802.11シリーズとして企画されており、WI-FI5(IEEE802.11ac)などと呼ばれている。

最近だとWi-Fi 6 (IEEE802.11ax)が最新の物として挙げられる。

ただ、電波が繋がる場所であれば誰でも入ってこれるので暗号化するなどの対策をしなくては電波を盗聴されてしまう恐れもあります

## クライアントとサーバ

ネットワークにより複数のコンピュータが組み合わさって働く処理の形態にはいくつか種類があります。

### 集中処理

ホストコンピュータ

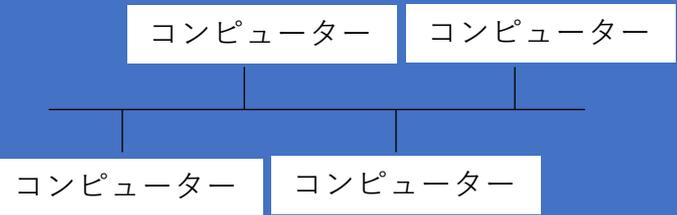
コンピューター

コンピューター

ホストコンピュータが集中的に処理をして、他のコンピュータはそれにぶら下がる構成です。

# LANとWAN

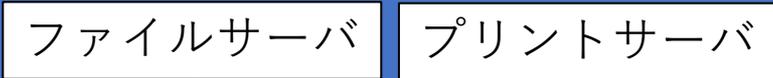
## 分散処理



複数のコンピュータに負担を分散させて、それぞれで処理を行うようにした構成です。

## クライアントサーバシステム

サーバー



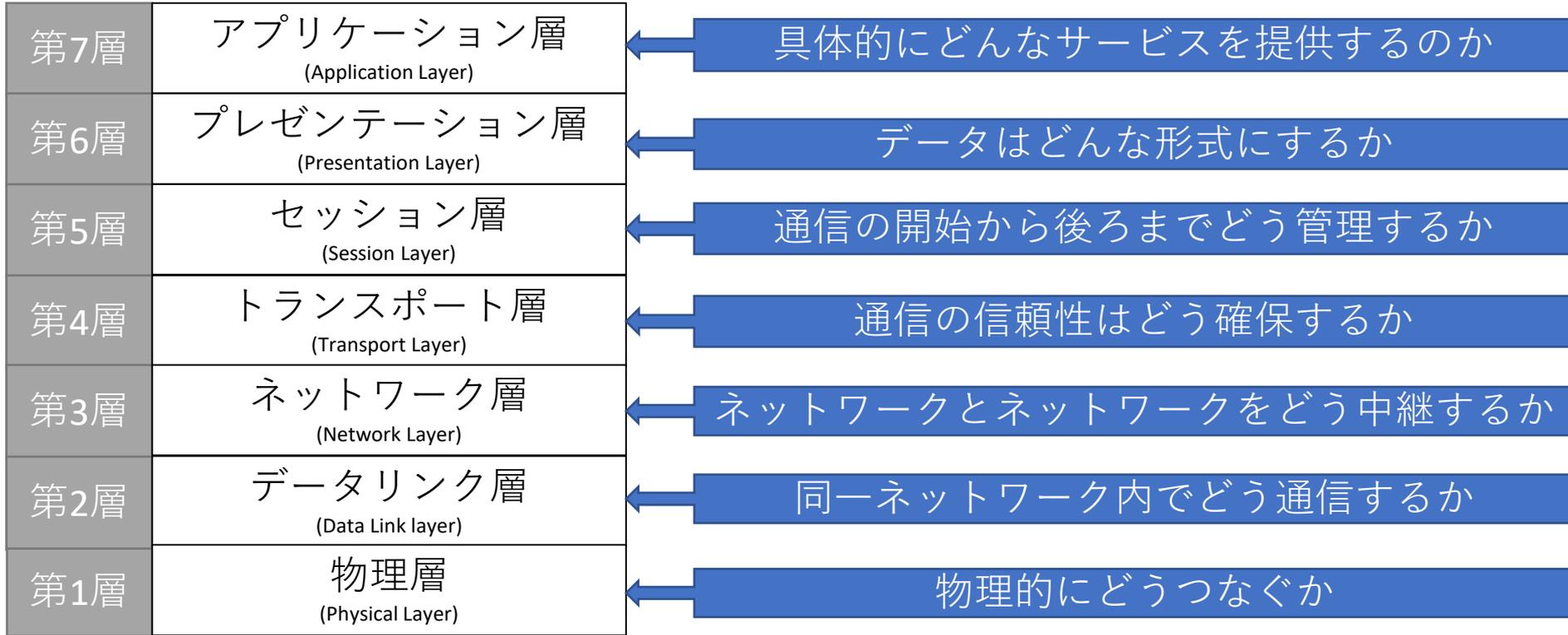
クライアント



集中的に管理したほうが良い資源やサービスを提供するサーバと、必要に応じてリクエストを投げるクライアントという、2種類のコンピュータで処理を行う構成で、現在の主流

# プロトコルとパケット

## OSI参照モデル



通信について、どんなケーブルを使ってどんなデータ形式で送信するかなど事細かに決まっております。

この1層から7層を決めることでコンピュータ同士のコミュニケーションをきめています。

この約束事を**プロトコル**と言い、基本的なものとしてOSI参照モデルがある。

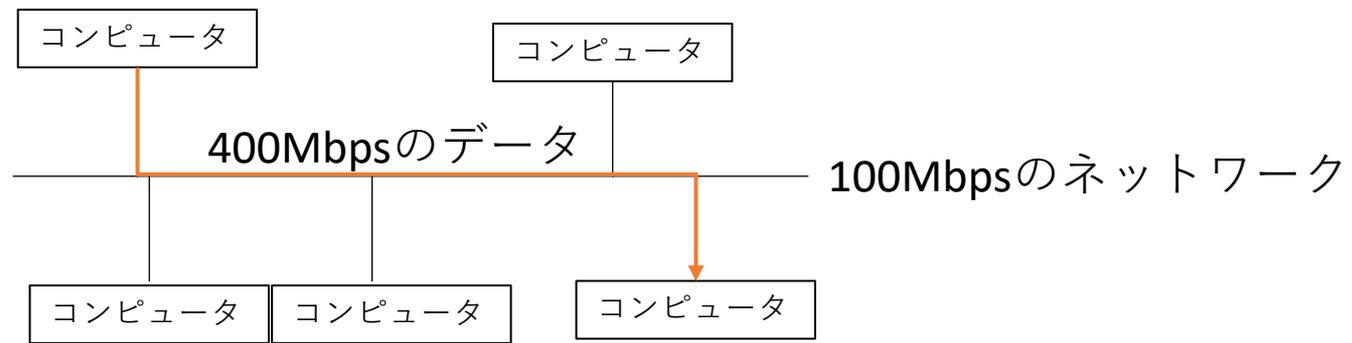
# プロトコルとパケット

OSI参照モデル  
(付録)

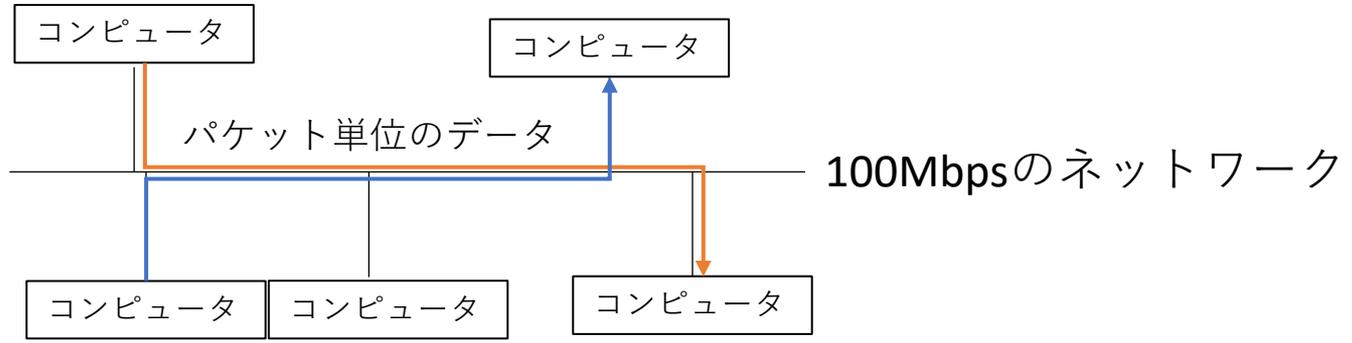
アプリケーション層	HTTP X500	DHCP DNS	SMTP	SNMP	SMB	FTP	Telnet	AFP
プレゼンテーション層	HTTP X500	DHCP	SMTP	SNMP	SMB	FTP	Telnet	AFP
セッション層	TLS NetBIOS NWLink DSI ADSP ZIP ASP PAP 名前付きパイプ							
トランスポート層	TCP AEP	UDP QUIC	SCTP	SPX	NBF	RTMP	AURP	NBP ATP
ネットワーク層	IP	ARP	RARP	ICMP	IPX	NetBEUI	DDP	AARP
データリンク層	イーサネット トークンリング アークネット PPP フレームリレー							
物理層	RS-232 RS-422 (EIA-422, TIA-422) 電話線・UTP ハブ リピータ 無線 光ケーブル							

# プロトコルとパケット

パケット



この状態だと4秒間1つのやり取りだけがネットワークを使えますが、他のコンピュータがネットワークを使えない状況です。コンピュータはいくつか同時にやり取りをする必要があるため...



パケットという細かい単位に分けることで全てのコンピュータが同時に情報を流せるようにしています。

# プロトコルとパケット

## 伝送速度

ネットワークの伝送速度は  
**伝送速度 = データ量 ÷ 回線速度**  
で求められます。

ただし...

実際は100Mbps最大で出るネットワークでも損失が起こるので実際の速度と異なることが多いです。

実際の速度は**実効速度**とよばれています。  
また、伝送速度と実効速度を割合で示したものが**伝送効率**と呼ばれております。

OSI参照モデルでは...

層によってパケットのようなあたいが異なる。

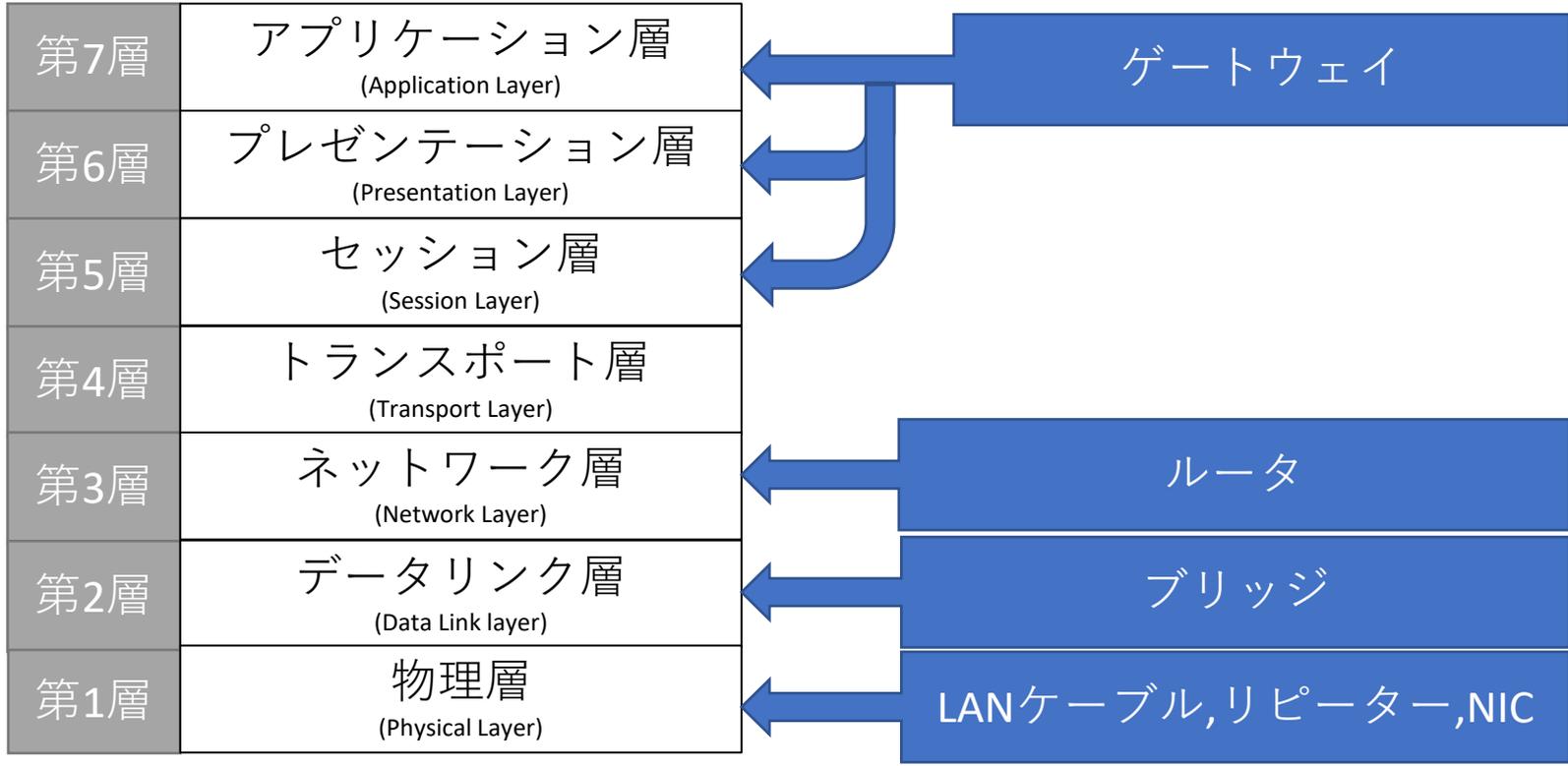
この単位の総称をPDUと呼ぶ、パケットは4層トランスポート層のTCPで扱われるPDUである。

基本的にPDUはヘッダー情報を持っておりプロトコルで使用される宛先などが付加された形式となっている。

イーサネットではフレーム、IPではパケット

# ネットワークを構成する装置

## LAN装置とOSI参照モデル



機会に応じてどの装置がどの層に属しているかなどが決まっています。  
LANケーブルを使うか光ケーブルを使うかなど

# ネットワークを構成する装置

## NIC(Network Interface Card)

拡張カードの一つであるNICはRJ45のコネクタを指す部分などを持っている  
拡張カードとは拡張バス的一种であるPCI-Expressを使用し、パソコンに機能を追加するものである。(cf.グラフィックカード、サウンドカード etc)  
(別の拡張バスはNVMeやAHCI(SATA)などがある)

このNICにはそれぞれの装置ごとに番号が割り振られている。この番号は製造番号のようなものでそれぞれMacアドレスと呼ぶこの番号はそれぞれ異なった値を持っている。  
コントロールパネルなどで確認することができる、この番号は実は先頭の24ビットで製造メーカー番号と後ろの24ビットで製造番号を表している



コントロールパネルを開いて接続されているネットワークをダブルクリック

# ネットワークを構成する装置



詳細の部分を押下してください  
すると物理アドレス(Macアドレス)  
を見ることができます。

PowerShellが使える方は  
`get-Netadapter`  
を入力して、ifIndexの番号を使って  
`get-Netadapter -InterfaceIndex 16`  
と入力してみてください  
(こちらだとblueTooth)

Cmdでは、  
`IPconfig/all`  
と入力して実行してみてください

# ネットワークを構成する装置

## リピータ

リピータはケーブルを流れる電気信号を増幅して、LANの総延長距離を伸ばします。

10BASE-Tや10BASE5ではケーブルの総延長がきまっています。

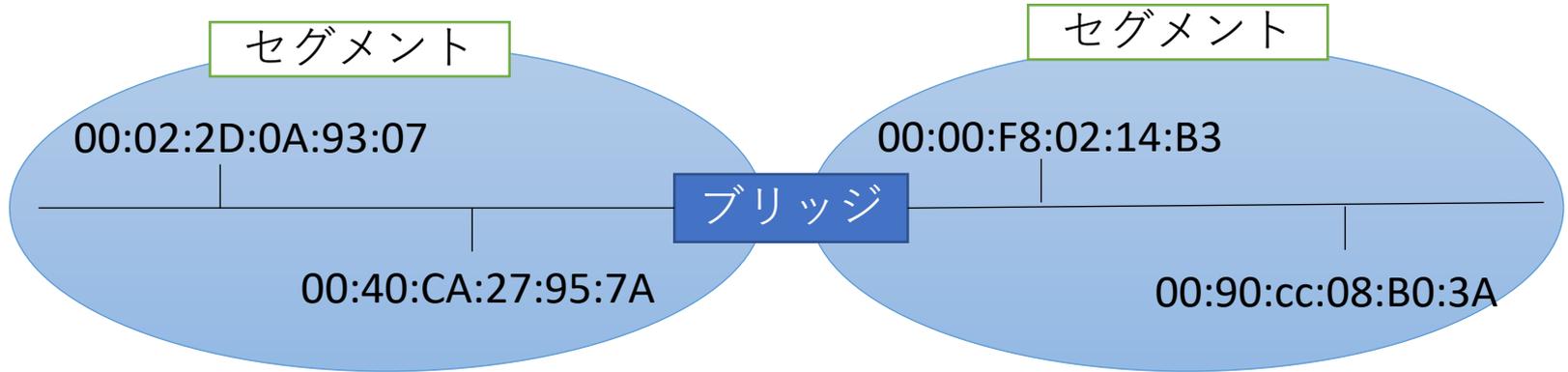
そのため、このリピータを使うことによって長距離を移動させることができます。

ちなみに、ネットワークに流したパケット(DPU)は、宛先が誰かによらずに一度全員に渡されています。この無条件にデータが流される範囲をセグメントと呼びます。

# ネットワークを構成する装置

## ブリッジ

ネットワークセグメントをつなぐ中継器で第2層の中継機能を担う装置です。ブリッジはそれぞれのセグメントに所属するMacアドレスを覚えており、Macアドレスに応じてパケットを振り分けている。



# ネットワークを構成する装置

## ハブ

ポートを複数持つ集線装置です。主に第2層のデータリンク層を担当するものである。

このハブにはリピータハブやスイッチングハブというものがあり...

## リピータハブ

電氣的に信号を中継する装置で、あるポートから来た電気信号をほかの全てのポートへ伝えます。コンピュータ側は宛先が自分自身でないものに対しては破棄します。

## スイッチングハブ(L2スイッチ)

Macアドレスを参照して必要なポートにだけフレームを中継する装置(データリンク層レベルの中継を行う装置)

回線が重複することがなければ同時に複数の通信が可能となっております。

## PoEハブ

電力供給と通信を同時に行うことのできる規格(IEEE802.3atなど)を利用した電力供給する側のハブ

# ネットワークを構成する装置

## ルータ

WAN側の通信を行う機能を有した機会、IPアドレス情報を確認した後に最適な経路にパケットを流す。

IPアドレスの宛先がどのネットワークの物かを確認するため自身の持つルーティングテーブル(経路表)を使って最適な転送先を選びます。これをルーティング(経路選択)

```

=====
インターフェイス一覧
15...00 ff 9f 45 c8 e3 .....ExpressVPN TAP Adapter
18.....ExpressVPN Wintun Driver
12...00 ff 79 74 b1 66 .....TAP-Windows Adapter V9
11...0a 00 27 00 00 0b .....VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter
17...92 e8 68 87 32 af .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter
21...92 e8 68 87 32 bf .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter #2
16...90 e8 68 87 32 af .....MediaTek MT7921 Wi-Fi 6 802.11ax PCIe Adapter
4...90 e8 68 87 32 ae .....Bluetooth Device (Personal Area Network)
1.....Software Loopback Interface 1
=====

IPv4 ルート テーブル
=====
アクティブ ルート:
ネットワーク宛先      ネットマスク      ゲートウェイ      インターフェイス      メトリック
-----
0.0.0.0                0.0.0.0            192.168.1.1       192.168.1.14          35
127.0.0.0              255.0.0.0          リンク上          127.0.0.1             331
127.0.0.1              255.255.255.255   リンク上          127.0.0.1             331
127.255.255.255        255.255.255.255   リンク上          127.0.0.1             331
192.168.1.0            255.255.255.0     リンク上          192.168.1.14          291
192.168.1.14          255.255.255.255   リンク上          192.168.1.14          291
192.168.1.255         255.255.255.255   リンク上          192.168.1.14          291
192.168.56.0          255.255.255.0     リンク上          192.168.56.1          281
192.168.56.1          255.255.255.255   リンク上          192.168.56.1          281
192.168.56.255        255.255.255.255   リンク上          192.168.56.1          281
224.0.0.0              240.0.0.0          リンク上          127.0.0.1             331
224.0.0.0              240.0.0.0          リンク上          192.168.56.1          281
224.0.0.0              240.0.0.0          リンク上          192.168.1.14          291
255.255.255.255        255.255.255.255   リンク上          127.0.0.1             331
255.255.255.255        255.255.255.255   リンク上          192.168.56.1          281
255.255.255.255        255.255.255.255   リンク上          192.168.1.14          291
=====
固定ルート:
なし

```

Cmd上でroute printと入力すると左図のようにルーティングテーブルが表示できます。

ただ、このテーブルですが実は接続するたびに変わっています。というのも実はみなさんのパソコンはDHCPサーバーから割り振られたIPアドレスを使っており動的にアドレスを変えているのです。このアドレスを固定にする方法を後述させていただきます。

# ネットワークを構成する装置

ルータ



コントロールパネルを開いて接続されているネットワークをダブルクリック



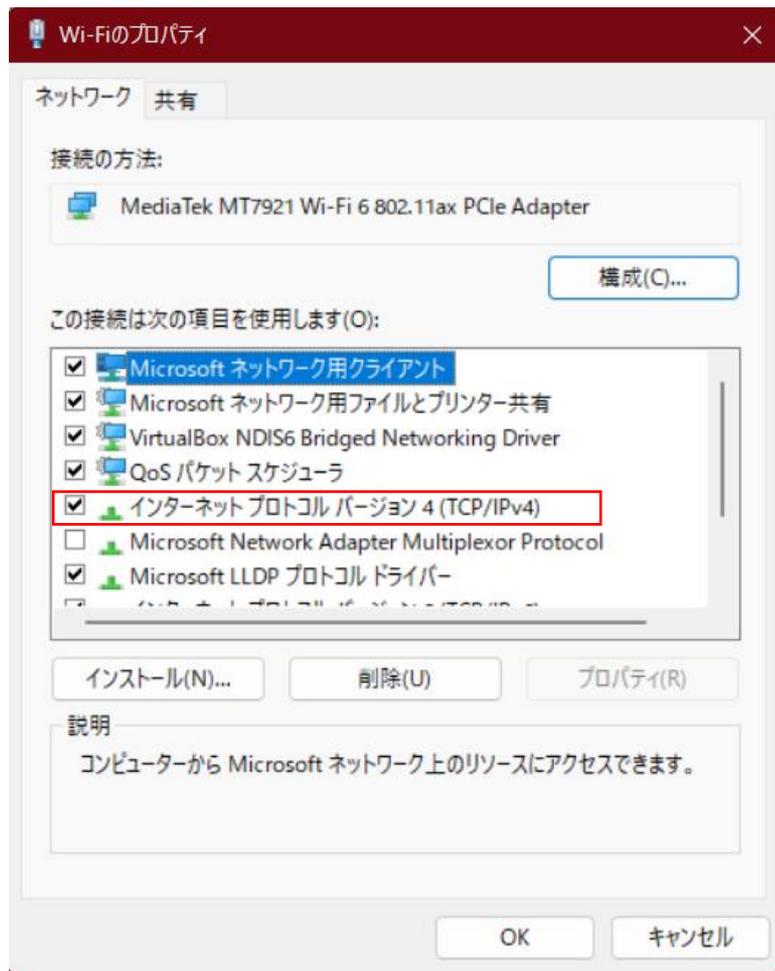
次にプロパティを押下してください。



# ネットワークを構成する装置

## ルータ

インターネット プロトコルバージョン 4 をダブルクリックしてみると IPv4 の設定の画面に入れます。ここで次の IP アドレスを使うに変えることで固定の IP アドレスを使うことができます。



# ネットワークを構成する装置

## ルータ

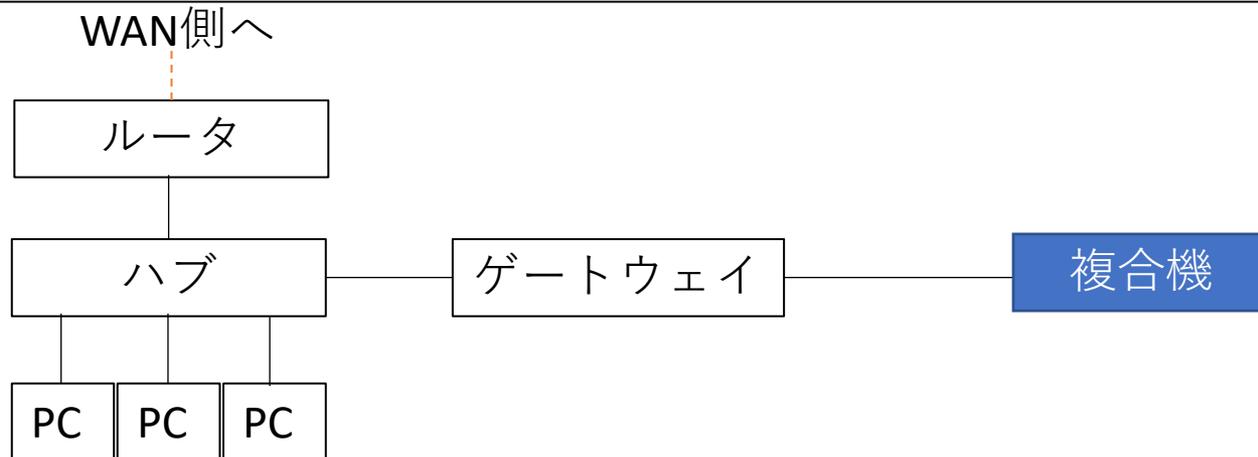
先ほど説明したルーティングテーブルはルーター自体も持っておりルーティングテーブルを使ってIPアドレスをたどり他のコンピュータやサーバーにアクセスしているのです。

## ゲートウェイ

ゲートウェイは異なるプロトコル(第4層～第7層)の機器同士をつなぐ機会です。

13ページの表からもわかるようにネットワークと言っても複数の種類のプロトコルが存在しています。

プロトコルごとに、異なるデータ方式をもっています。そのため、そのプロトコルのデータに変えてやる必要があります。



# データの誤り制御

データはインターネットで通信する際に磁力や電磁波の影響を受けてデータの一部が0→1,1→0のように値が異なってしまう。

そのため、メモリの冗長ビットのように誤りがあるかを確認する必要がある。方法としてはパリティチェックとCRC(巡回冗長検査)がある。

## パリティチェック

パリティチェックとはデータの1の並びを見て偶数個あるなら0、奇数個なら1のように記述し誤りがあるか確認する方法

## 水平垂直パリティチェック

前述したパリティチェックでは誤りがあるかしかわからない、ただこれのあるデータで区切って水平方向と垂直方向で行うことで誤りがあるかどうかを確認する方法です。

1	0	1	1	1	0
0	0	1	0	0	1
1	1	0	1	1	1
1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	

この様に垂直方向と水平方向にパリティチェックを行うことでどのビットが間違っているのかを判定する方法です

# データの誤り制御

## CRC(巡回冗長検査)

ビット列を特定の式(生成多項式と呼ばれる)で割り、その余りをチェック用のデータとして付加する方法

[note06.pdf \(umekkii.jp\)](#) 生成多項式



たとえば  $n$  列のデータ列があったとして生成多項式  $f(x)$  で割ったとします。この余りは生成多項式  $f(x)$  のビット数を  $N$  とすると余りは  $N-1$  のビット数を持っていることになります。

この  $N-1$  のビットと生成多項式で割った値が同じ値になるのかで確認する方法です。次の URL からどのようなことをやっているのか設問を解きながら考えましょう

URL: [基本情報でわかる CRC 「具体例を見て体験すれば仕組みがわかる」 | 基本情報技術者試験 受験ナビ \(seplus.jp\)](#)

# 次のTCP/IPに入る前に

## IPアドレスとサブネットマスク

皆さんの使っているパソコンにはLAN内の通信に必要なMacアドレスとWAN側の通信に必要なIPアドレスというものがあります。

IPアドレスはDHCPサーバーというところが皆さんのIPアドレスを決めていたわけですがWAN側への通信を複数のパソコンで行っております。

つまり、自分のパソコンをインターネット上でみると1つのIPアドレスを持っているということになります。

そのため、アドレスにはネットワークの場所を示すネットワーク部とローカル中の場所を示すホスト部に分けることができるようになっております。(IPv4)

このネットワーク部とホスト部を分けているのがサブネットマスクといわれるものです。

ただしインターネット上では別のグローバルIPアドレスを使用するため、グローバルIPアドレス中の群のような扱いである

11000000.10101000.00000001.00001100

11111111. 11111111.11111111.00000000



192.168.1.12

IPアドレス



255.255.255.0

サブネットマスク

サブネットマスクとIPアドレスは分解してやると32桁であらわされているもので上図のようにあらわすことができます。

# 次のTCP/IPに入る前に

## IPアドレスとサブネットマスク

11000000.10101000.00000001.00001100



192.168.1.12

IPアドレス

このサブネットマスクがあらわしているのは先頭から1の入っているビットの値はインターネットで使い0の入っている部分はLAN側で振り分けて使う仕組みになっています。

つまり、このIPアドレスのインターネット部は192.168.1.までで、それ以降の数字はホスト部となります。

つまり、この状態であれば255個の機械を使えるように見えるわけです。

ただ、このネットワークの中でも使えないアドレスというものも存在しています。それはホスト部が全て1のブロードキャストアドレスとホスト部が全て0のネットワークアドレスになります。

この例だと、192.168.1.0がネットワークアドレスで、192.168.1.255がブロードキャストになります。

## CIDR表記

もう一つの表記法としてCIDR表記があるこれは先頭から何けためまでがネットワーク部にあたるかを示したものである。

cf.192.168.1.12/24

11111111.11111111.11111111.00000000



255.255.255.0

サブネットマスク

# 次のTCP/IPに入る前に

## IPアドレスとサブネットマスク

この事をふまえて皆さんのIPアドレスを見てみましょう  
Cmdを開いてそこにIpconfigと打ち込んでenterを押してみてください。

```
Wireless LAN adapter Wi-Fi:  
接続固有の DNS サフィックス . . . . . :  
リンクローカル IPv6 アドレス. . . . . : fe80::d0e9:c7af:f051:fc02%16  
IPv4 アドレス . . . . . : 192.168.1.14  
サブネット マスク . . . . . : 255.255.255.0  
デフォルト ゲートウェイ . . . . . : 192.168.1.1
```

こんな画面が表示されたと思います。このIPv4が先ほど言っていたものになります。

ただこのアドレスが最近枯渇してきたため通信に使う場合は比較的空きのあるIPv6を使うようになってきています。

この例では2つとも使える設定になっているようです。

実はこのプライベートIPアドレスには使えるものの決まりがあって家庭内や会社で使う場合は...

192.168.. (16ビットブロック),10... (24ビットブロック),172.16..~  
172.31.. (20ビットブロック)があります。

# 次のTCP/IPに入る前に

## IPアドレスとサブネットマスク (IPv6)

前述のIPv6は2進数で128ビットアドレスであらわされているもので16ビットごとにフィールドとして：で区切られます。

この数を16進数で表すと2進数から16進数にするには4桁をまとめて考えてあげればいいわけです。

2001:0db8:0001:0020:0abc:0000:0000:0001

のように表される。

IPv6のネットワークアドレスはサブネットマスクではなくCIDR表記と同じ方法で次のように表される

Cf.2001:db8:1234:1::1:1/64

IPv6には3種類のIPアドレスが存在しており、1対多数に対してのつうしんや1対1の通信によって分けられています。

1.ユニキャストアドレス(1対1)、2.マルチキャストアドレス(1対多)3.エニーキャストアドレス(1対多の1)