目次

1.1 OSI 参照モデルとは

OSI（Open Systems Interconnection）参照モデルとは、ISO（国際標準化機構）が定義した通信機能を階層構造にしたネットワークの基本モデルです。コンピュータの持つべき通信機能（通信プロトコル）を7つの階層構造に分割することにより、異なる機器同士（異なるメーカーの機器同士）を相互接続するための設計方針としてまとめられたものです。

階層を分けて階層間のインターフェイス（境界）を標準化することによって、ネットワーク機器、ネットワークアプリケーションのマルチベンダー統合が可能になりました。

また、ネットワークを構築したり、運用管理したりする場面においては、OSI参照モデルの概念が重要になります。例えば、稼働中のネットワークのどこかに問題が発生したとき、OSI参照モデルのどの階層で障害が発生しているのかを知ることで、障害箇所の切り分け（特定）ができるようになります。それにより、効率的にスムーズな障害対応作業（トラブルシューティング）ができるようになります。階層のことをレイヤーともいいます。

階層	名称	機能内容
第7層	アプリケーション層	最上位の階層です。データベース、電子メール、端末エミュレーションプログラムなどのアプリケーションが、ネットワークを通じてデータを送受信する方法を規定します。
第6層	プレゼンテーション層	アプリケーションで使用するデータをさまざまな形式で表現する方法を規定します。
第5層	セッション層	セッションの手順を規定します。通信を調整し、通信の開始から終了まで送信権の制御や同期制御などを行います。
第4層	トランスポート層	コンピュータ間においてデータ転送の信頼性（TCP・UDP）を規定します。
第3層	ネットワーク層	ネットワーク上の任意のコンピュータ間での通信方法を規定します。最適な経路を決定し、エンドツーエンドの通信を行います。 ・対応デバイス：ルータ、L3スイッチ
第2層	データリンク層	1つのネットワーク媒体に接続された複数のコンピュータの間で、データの伝送方式を規定します。 ・対応デバイス：L2スイッチ、ブリッジ
第1層	物理層	伝送媒体やインターフェイスハードウェアとの通信規格や電気特性を規定します。 ・対応デバイス：ハブ、リピータ

表 1-1 OSI参照モデル

1.1.1 レイヤー1：物理層

物理層は、OSI参照モデルの最下位層にあたり、接続に用いるケーブルやコネクタの形状、電気信号などを規定します。この層のプロトコルでは、同軸ケーブルや光ファイバーケーブルなどのネットワーク媒体上を流れる信号を、ビット列のデータに変換する機能を提供します。 具体的には、コンピュータをケーブルなどの伝送媒体に接続し、送信データ列を電気信号に変換して伝送媒体上へと送り出す機能、伝送媒体からの電気信号を意味のあるデータ列に変換してコンピュータで受け取る機能などがあります。

ケーブルの特性やコネクタの形状、データを電気信号に変換する符号化の方式など、ネットワークに接続するために必要なハードウェアについての物理的な仕様を規定しています。

物理層のプロトコルのみを実装した機器としては、電気信号を中継するネットワーク機器であるリピータ（リピータハブ）が挙げられます。

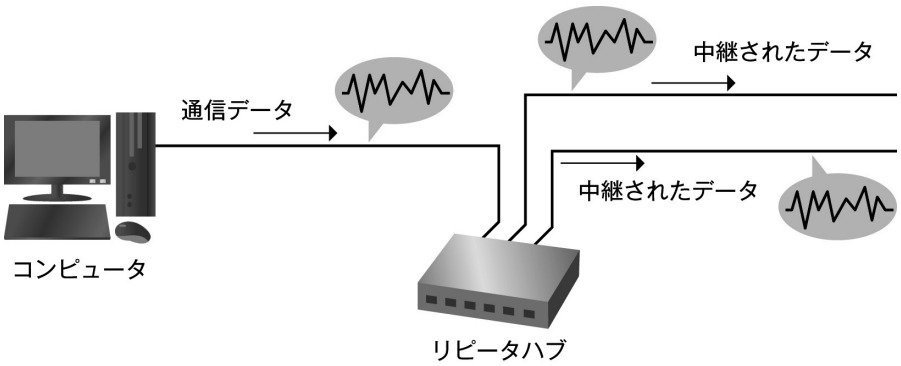

図 1-1 物理層

1.1.2 レイヤー2：データリンク層

データリンク層はOSI参照モデルの第2層に位置します。ネットワーク上で直結されている同一ネットワーク内の機器同士での通信方式を規定したものです。電気信号の変換と伝送のみを行う第1層に対して、送信元から宛先へとデータ単位に誰から誰に伝送されたのかを判断します。また、データ単位での伝送が正しく行われたかどうかを判断するため、電気信号の誤り検出や再送要求などもこの層で行われます。

データリンク層はその中をさらに2つの副層（サブレイヤー）に分けています。1つは「MAC副層」で、イーサネットやFDDIなどのいわゆるデータリンクとして、物理的な線を使用してフレームがどのように転送されるかを定義しています。もう1つは「LLC副層」で、論理的アドレスの割り当てやビットチェック程度のエラーチェックを行います。

		フレームヘッダ				トレーラー
プリアンブル	フレーム開始デリミタ	宛先MACアドレス	送信元MACアドレス	タイプ	データ(上位層)	FCS
7バイト	1バイト	6バイト	6バイト	2バイト	46～1,500バイト	4バイト

図 1-2 フレーム構造例(イーサネット)

イーサネットフレームは、上の図のように宛先アドレスからタイプまでのヘッダ情報を先頭として、データの後ろにFCS(Frame Check Sequence)をトレーラーとした構造です。フレームヘッダの前にある8バイトは決められた固定ビット列であり、フレームヘッダの開始位置を知らせるためにあります。またFCSにはフレームのエラーチェックを行うためのCRC値が格納されています。

データリンク層で動作するネットワーク機器としては、ブリッジ、スイッチがあります。ブリッジも基本的にはリピータと同様に伝送媒体同士を接続してネットワークを延長するための機器ですが、リピータ(リピータハブ)が電気信号を単に中継および転送するだけなのに対して、ブリッジは、一方のネットワーク媒体を流れる信号をデータ単位(フレーム)として読み取り、それが正常なデータならば、他方のネットワーク媒体に転送します。

データの内容が途中で壊れていた場合、リピータ(リピータハブ)ではそのような異常なデータも転送してしまいますが、ブリッジではデータの誤り検出機能により、異常なデータとして転送しません。ツイストペアケーブルを利用したイーサネットで使用されるスイッチングハブは、ブリッジと同様にデータを理解し、データの宛先に指定されているコンピュータが接続されているケーブルにのみデータを中継および転送するという機能を持っています。

データリンク層では、宛先にMACアドレスを使用します。MACアドレスとは、NICに割り当てられた、世界に1つしかない固有の番号です。このMACアドレスを基にデータの転送が行われます。イーサネットでは、48ビット(6バイト)で構成され、通常は、「32:10:3C:4E:B6:5F」のように16進数で表されます。

L2 スイッチ(レイヤー2 スイッチ)

L2スイッチはスイッチングハブの別名であり、OSI第2層データリンク層で動作する機器であることを表しています。データリンク層までの機能を持ち、古くはブリッジと呼ばれていたネットワーク接続機器を高速化し、同時接続数(ポート数)を増やしたものといえます。さまざまな製品があり、基本性能の差だけではなく、付加機能として仮想的にLANを細分化する(VLAN)機能や、データの種類に応じて優先度を変える(QoS)機能などがあります。さらにこの後説明するネットワーク層までの機能を併せ持つものを「L3スイッチ」といい、そちらとの区別をする意味でL2スイッチと呼ばれています。

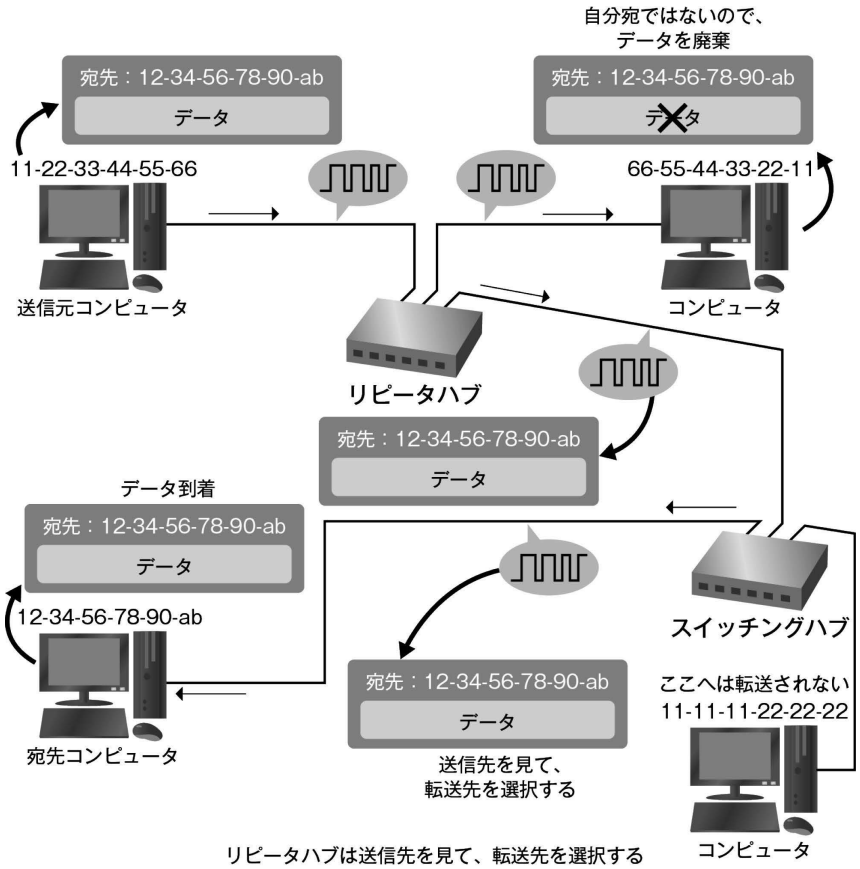

図 1-3 データリンク層

1.1.3 レイヤー3：ネットワーク層

物理的な特性が異なるネットワーク媒体同士を、そのまま接続してネットワークを構築することはできません。ネットワーク層では、ネットワーク媒体の仕様の違いを吸収し、複数のネットワーク同士を相互に接続し通信を行う機能を提供します。一般的にこの層でのデータの単位をパケットと呼びます。

具体的には、相互に接続されたネットワーク上のすべてのコンピュータに対して、一意に特定できるような方法を用いてデータの送信元や宛先を定義し、このアドレスを使用して通信を行います。なお、経路を判別するためにネットワークに付与する一意の識別子（アドレス）をネットワークアドレスと呼びます。そして、通信相手までの間に複数のネットワークが存在する場合、各ネットワークの間にあるルータが経路を選択し、パケットの転送を行います。

データを転送する際、データサイズが転送先のデータリンク層のプロトコルが伝送できるサイズを超えていた場合は、データを分割して転送し、分割されたデータを受信したときに再構築する機能も提供します。

ネットワーク層までのプロトコルを実装した機器としては、ルータが挙げられます。ルータには、通常、2つ以上のネットワーク媒体を接続します。あるネットワークからそのルータにデータが送信されると、そのデータの宛先アドレスを確認して経路を選択し、目的とするネットワーク媒体上へデータを送信します。この操作を繰り返すことによって、離れたネットワーク上に存在する2つのコンピュータの間でデータを転送できるようになります。

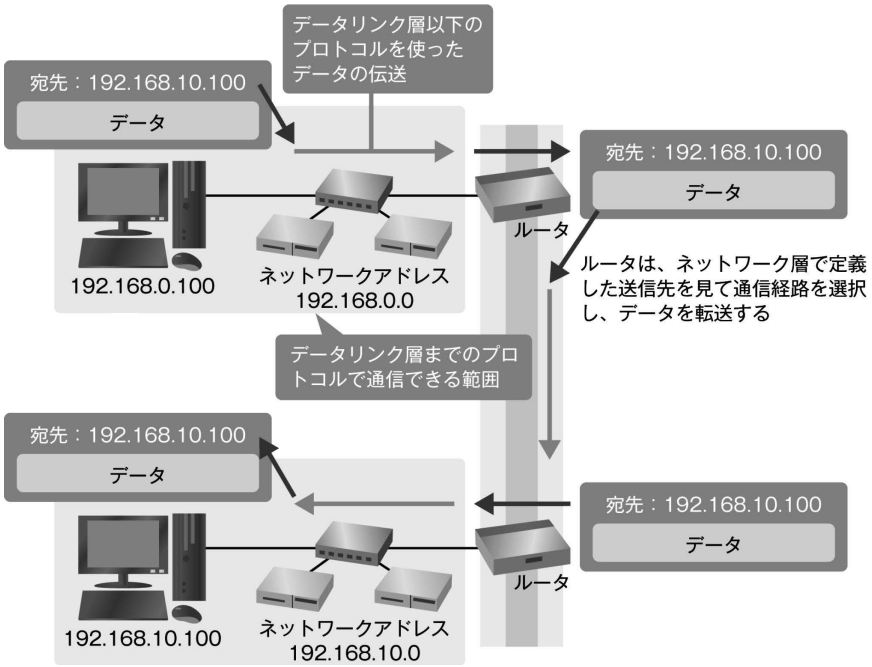

図 1-4 ネットワーク層

1.1.4 レイヤー4：トランスポート層

トランスポート層では、データ伝送の信頼性を保証するための機能を提供します。

パケット交換型ネットワークでは、ネットワークの状態によっては、分割して送ったデータが経路の途中で消失したり、パケットの到着順序が入れ替わったりすることがあります。

送信元から宛先へ送る途中で生じたエラーを回復するために再送信を要求したり、バラバラに到着するパケットの順番を元どおりに再構築するなどし、パケットが正確に届く通信を実現します。

信頼性のあるデータ伝送を実現するために、データが宛先に正確に届いたかどうかを確認し、パケットが途中で消失し届いていない、または、データの内容が壊れてしまっているような場合は、データの再送信などを行い、確実に宛先に届くようにします。

また、下位層のネットワーク媒体が一度に伝送できるサイズに合わせて、送信データを分割して何度かに分けて送信し、分割されたデータを受信した場合はこれを再構築します。

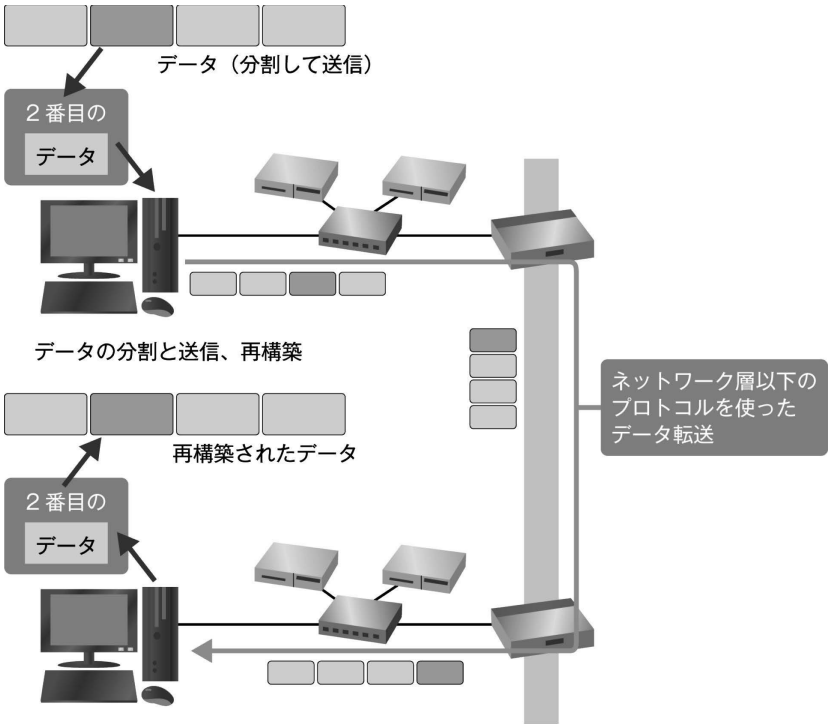

図 1-5 トランスポート層：データの分割と再構築

トランスポート層では、通信を行うプログラム間で使用するための仮想的な回線（Virtual CircuitまたはVirtual Connection）の機能も提供します。プログラム間でこの仮想的な回線を確立しておくことによって、それらのプログラム間でデータを交換できるようになります。

具体的には、プログラムからこの仮想的な回線にデータを書き込むと、そのデータが仮想的な回線の反対側に送信され、受信側ではそのデータを読み出すことによって通信を行います。

仮想的な回線は、1つのコンピュータで複数利用することもできます。そのため、コンピュータ上の複数のプログラムでそれぞれ独立した通信や、1つのコンピュータ（プログラム）で複数のコンピュータ（プログラム）を相手に同時に独立した通信を行うことができます。