

第Ⅲ章 ネットワークアーキテクチャー

第Ⅲ章 ネットワークアーキテクチャー

学習目標

1. ネットワークアーキテクチャーの概念とその目的、その標準化の意義と必要性を理解させる。
2. ネットワークアーキテクチャーの階層化の意義と効用を理解させる。

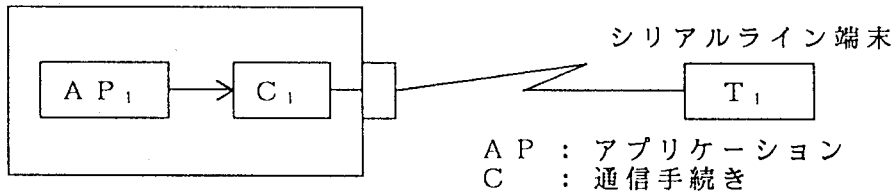
内容のあらまし

節 項	内 容
1. ネットワークアーキテクチャーの概念と意義 (1) ネットワークアプリケーションの歴史 (2) ネットワークアーキテクチャーの目的 (3) ネットワークアーキテクチャーの効果 (4) 論理ネットワークの考え方	NA、MML、TCP/IP、OSI 仮想化、階層化、標準化、オープン化 経済的な製品選択、拡張・保守の容易性 統合的な分散システムの構築 ネットワークの論理構造
2. OSIのプロトコル階層 (1) OSIの各プロトコル階層の役割 (2) 下位層／上位層の関係	OSIプロトコル階層の役割、7つの階層 ACSE、CCR、ROSE、RTS FTAM、MHS、TP、VT、JTM DTAM、RDA、DS、CMIS エンティティ、プリミティブ
3. 主要用語	

1. ネットワークアーキテクチャの概念と意義

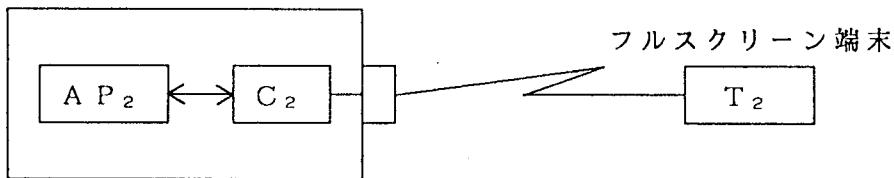
(1) ネットワークアプリケーションの歴史

① AP₁は、通信手続きC₁に依存する部分が存在する。



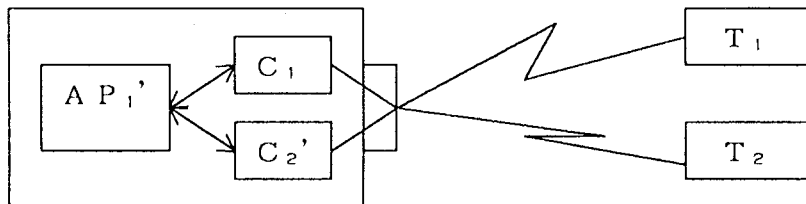
② AP₂は、通信手続きC₂に依存する部分が存在する。

(AP₁とAP₂とは、各々 [C₁, T₁] [C₂, T₂] に関連する部分以外はよく似たプログラム)

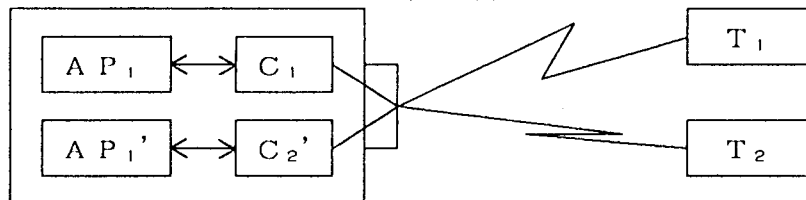


③ AP₁'は、T₁、T₂のいずれと通信するかを判断して通信手続きC₁、C₂を呼び出す。

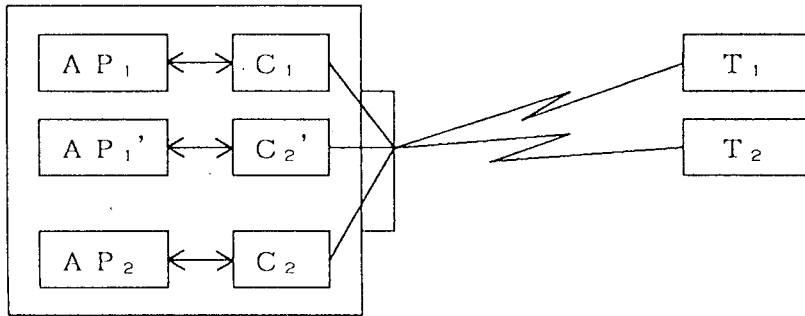
(AP₁'とAP₁とは、C₁、C₂'を呼び出す前後以外の部分はほとんど同じプログラム)



④ ほとんど同じ若しくは似たようなプログラムAP₁とAP₁'とが同居している。

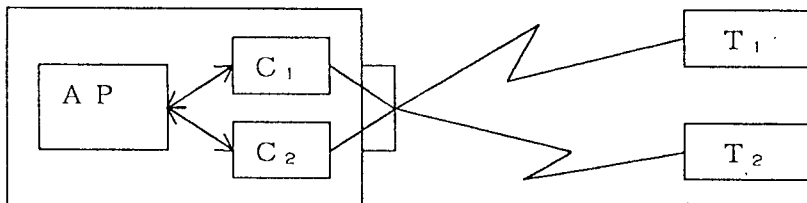


- ⑤ ほとんど同じ若しくは似たようなプログラム AP_1 、 AP_1' 、 AP_2 とが同居している。



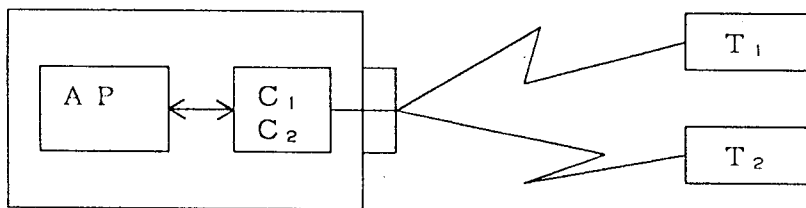
上記①～⑤では、AP-C-Tの組み合わせ毎に、異なるプログラムを書かざるを得ず、また、同時に異なる端末と送受信するためには同じ様なプログラムをすべてメモリに常駐させなければならなかった。

- ⑥ APは、 T_1 、 T_2 のいずれの制御手順を持つ端末と通信するかを判断して通信手続き C_1 、 C_2 を呼び出す。

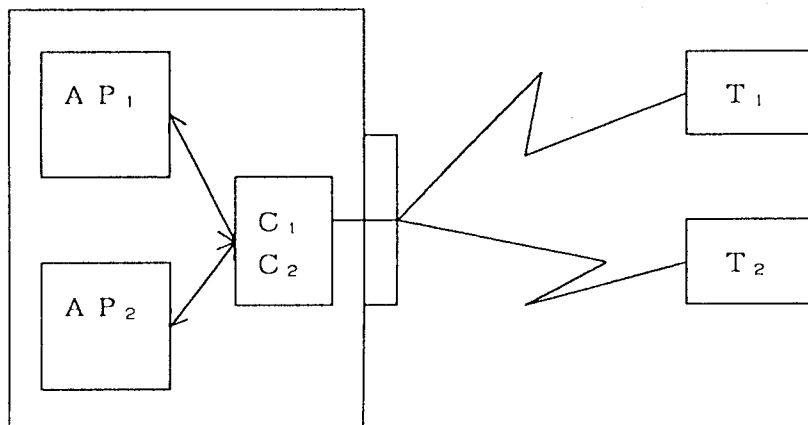


T_1 とは
制御手順の異なる
端末

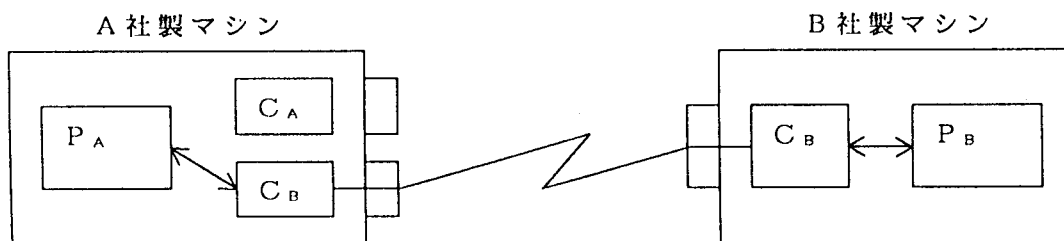
- ⑦ APは、 T_1 、 T_2 のいずれの制御手順を持つ端末と通信するとしても、通信手続きによらず同じルーチン呼び出すこれにより、⑥に比べ端末は仮想化されたことになる。



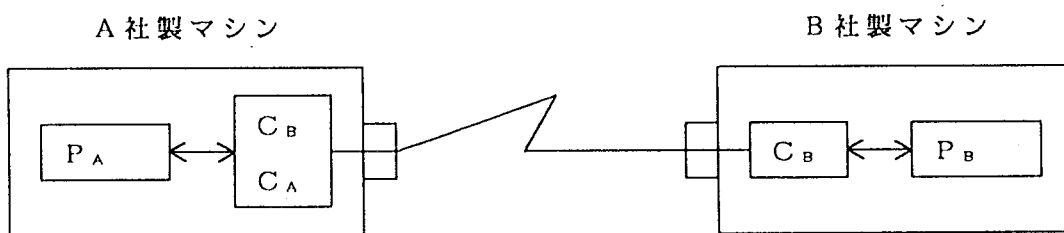
- ⑧ AP₁とAP₂とは、異なるアプリケーションであるが、手順に依らず同じルーチンを呼んでいる。これにより、⑦に比べ端末の仮想化はさらに進んだことになる。



- ⑨ A社プログラムでは、A社とB社とを分けて通信手続きを呼び出している。



- ⑩ A社プログラムでは、A社とB社とを分けずに通信手続きを呼び出している。これにより、⑧に比べ伝送制御手順独立となり仮想化されたことになる。



①～⑩を見れば分かるように、応用プログラムでは、端末の属性や伝送制御手順によらない遠隔送受信ができるようになってきた。ネットワークが次第に体系化されていったわけであり、ネットワークアーキテクチャーが確立されることになった。

ネットワークの出現により、

- ・アプリケーションは通信の相手により依存して作られる。
- ・通信制御処理に関してAPとOSの役割分担が不明瞭である。
- ・データ通信システムの形態や方法の多様化による問題が大きくなる。

などが解決されるに至った。

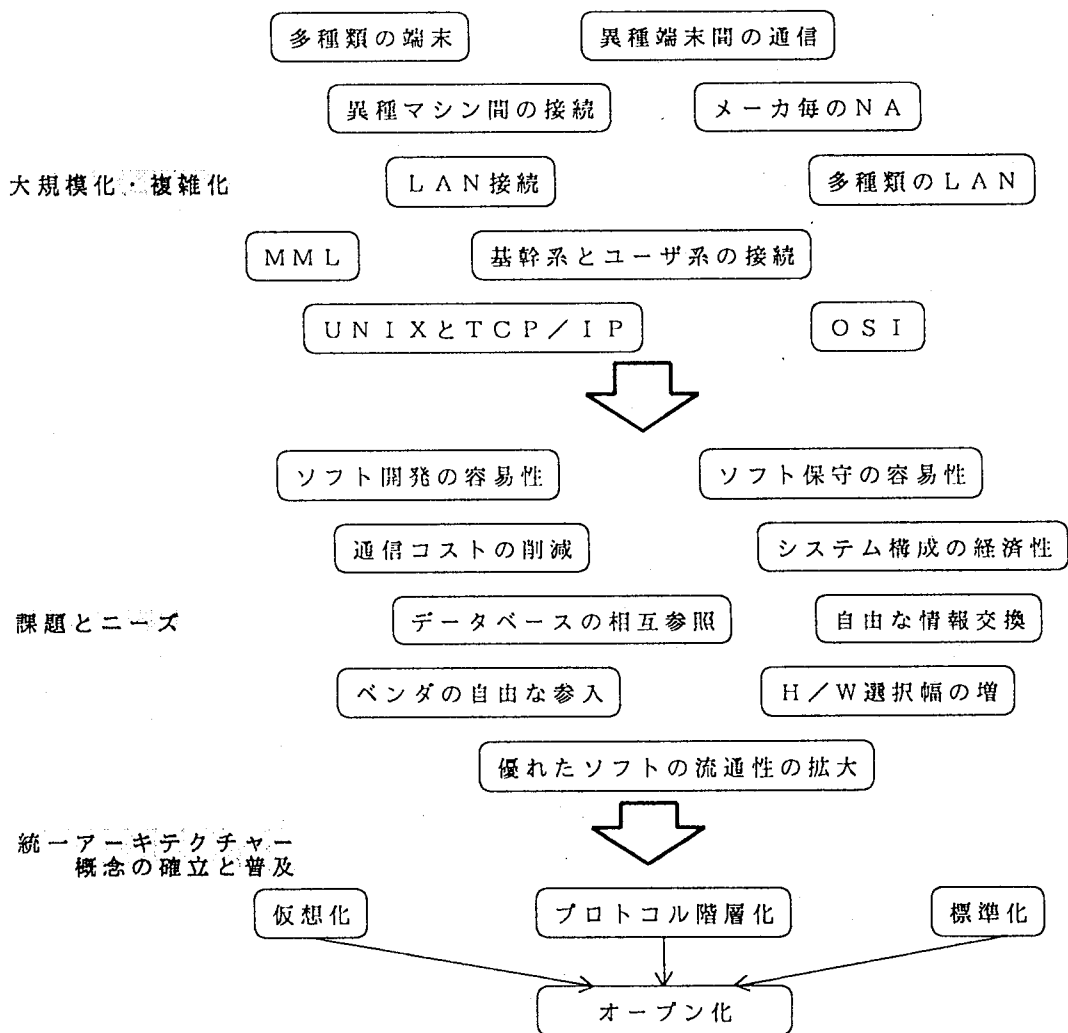
ネットワークアーキテクチャーを最初に確立したのはIBM社であり、SNA (System Network Architecture) により安定した情報通信システム作りを可能とし、世界中でメインフレームの設置

シェアをますます上げることとなった。しかしながら、IBMの独自性が強く、他社コンピュータとの接続が進まず、メインフレームの標準制御手順としてHDLC（High Level Data Link Control）が登場し、国産メーカーは、この制御手順を採用し、IBMと対抗することになる。この段階であっても、SNAとHDLCとを接続するためにはソフトウェア技術が必要であった。

その後、ワークステーション、パソコンの登場やそれらとメインフレームなどとの接続を容易にすることを目的に世界的な標準化作業が進められ、OSI（Open Systems Interconnection）の概念が作られ、7階層の参照モデルができあがった。この考え方に基づいて異機種間の相互接続が次第に容易に行われるようになる。

(2) ネットワークアーキテクチャーの目的

ここで、ネットワークアーキテクチャーの確立が必要となる背景を簡単に整理してみよう。



通信ネットワークの初期の時代のように、他のコンピュータから受け取ったデータをそのままの形でファイルにしまったり、プリンタに出力したりすれば済んでいた時代には通信に絡む処理も比較的単純であった。つまり、データを送る側も受け取る側も内容については、透過的な扱いでこと足りた。

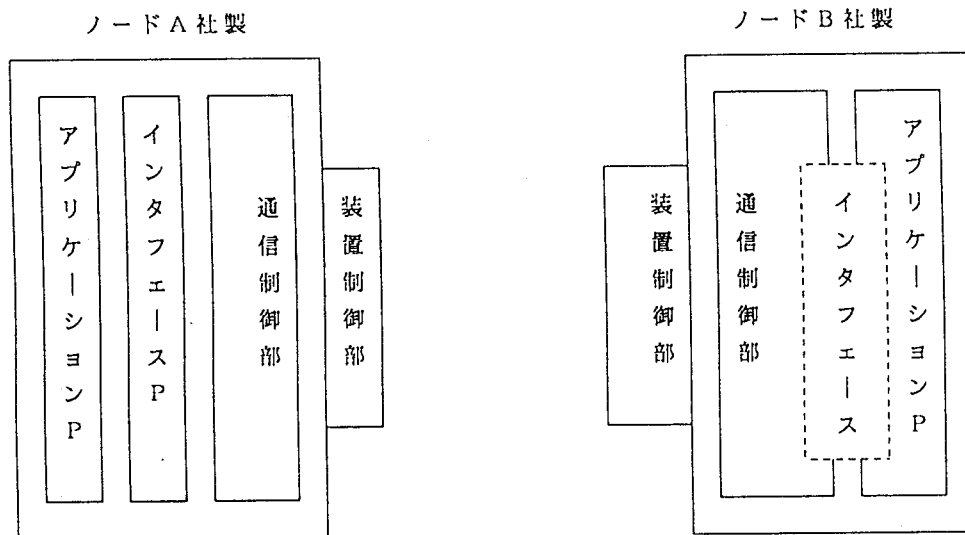
ところが、端末の種類が増えたり、通信回線の種類が多様化したり、また種々の異なるコンピュータとの交信が求められるにつれ雑務が次第に増えてきた。情報交換をするもの同士（ネット

ワーク内のノード) が互いの意図することを伝達するために、ユーザの欲しいデータに付加情報を与えたり、送られてきた付加情報の意味を解し、必要な処置を講ずる必要が出始めた。

例えば、

- ・文字コード体系の異なるノード間で情報を交換する場合、コード変換を行う。
- ・一連のデータが分割して送受される場合、それらを一まとめにする。
- ・データ転送途中で欠落が起こった場合、再送を要求する。
- ・データが相手に届くために、本質データに相手先ノード情報や相手に理解して欲しい情報を付加する。
- ・プリンタサーバに出力データを送るときに、頁情報や頁タイトルを付加するなど、これらの処理をアプリケーションプログラムが行うべきか、アプリケーションが物理的な情報に依存する処理を行う必要がないように、他のプログラムが行うべきか等のめんどろな問題が発生してくる。

これらの処理が一度に必要となるのではなく、ハードウェアの機能が高級化するたびに対応していかななくてはならなくなる。どのプログラムにどう手を入れて目的を達成するかは、OS、ユーティリティ、アプリケーションプログラムの開発者によってかなり異なるであろうし、場当たりの対応を続けるとやがてはソフトウェア構造が不明瞭となる。



- ・コード変換
- ・データの分割／結合
- ・データの再送
- ・ノード物理情報の付加
- ・頁情報の付加

(3) ネットワークアーキテクチャの効果

ネットワークアーキテクチャの標準化は、利用者、ハードウェアベンダ、ソフトウェアベンダ、システムインテグレータなどどのような立場に対しても効果は大きい。

90年代の情報通信技術の利用者にとって、いわゆる“ネオダマ”（ネットワーキング、オープンシステム、ダウンサイジング、マルチメディア）技術は、誰もが期待をし、また、その技術導入により、企業にとっては経営への大きなインパクトを与え、学校、研究機関にとっては学習や学術環境を高度化することを願っている。現実にも効果が上がり始めているはずである。

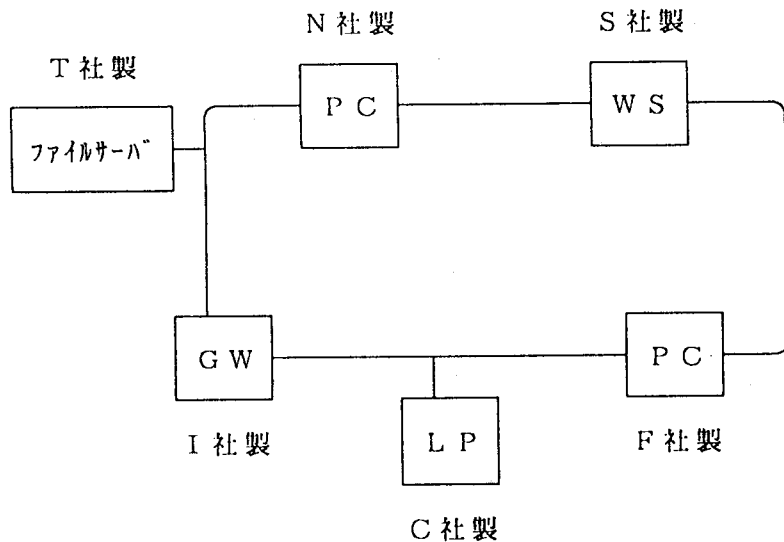
- ① 利用者にとっての利益
 - a. 利用者のコンピュータ処理ニーズ（アプリケーションプログラムなど）にあったプラットフォームを選定でき、操作性、機能性、性能の面で最適な効果を引き出せる。
 - b. 互換性のあるプラットフォームの選定により、ベンダの異なるマシン間でも同一のソフトウェアを動作させたり、データを交換したりできる。これにより、マシン利用における経済性が向上する。
 - c. 異機種で分散処理環境を構築でき、システムの統合が可能となったり、システムの保守・拡張が柔軟に行える。
 - d. ネットワークコンピューティングの世界で、各種のコンピュータ資源が仮想化され、データ処理がネットワーク構成の変更などに影響されない。
 - e. ハードウェア、ソフトウェアを問わず優れた製品を購入する機会が増える。
- ② ハードウェアベンダにとっての利益
 - a. 機能仕様やインタフェースが統一されるため、各種の機器ベンダが自由に市場に参入できる。
 - b. 統一された仕様の中でベンダ間の健全な競争原理が形成され、結果的に低コストな製品を提供できる。
- ③ ソフトウェアベンダにとっての利益
 - a. ソフトウェアが特定メーカーのハードウェアに依存せず、どのようなプラットフォーム上でも動作可能となるため、流通の機会が大きくなる。
 - b. オープンシステム環境において、優れたソフトウェアパーツを組み合わせ、さらに高度なソフトウェアを短期間に開発できるようになる。
- ④ システムインテグレータにとっての利益
 - a. ユーザの好みにあったシステムを開発でき、ビジネスチャンスが増える。
 - b. 互いに孤立したシステムを統合化しやすくなる。
 - c. ユーザの複雑で高度な要求に対して、最適なハードウェア及びソフトウェアを選択してシステムを構成することができる。

メインフレームメーカーは、下位製品をもラインアップに含めることで大型システム時代の技術や考え方を、新しいコンピューティング環境においても生かすことができる。また、ワークステーションやパソコンメーカーもダウンサイジング化の潮流に乗り、ビジネスチャンスがどんどん増えている。ソフトウェアベンダにとっては無限の市場が約束されたような状況であり、効果は計り知れない。

(4) 論理ネットワークの考え方

<ネットワークアーキテクチャの構成要素>

物理的なつながり



- N社製 PC ↔ S社製 WS
- N社製 PC ↔ F社製 PC
- N社製 PC → C社製 プリンタサーバ
- N社製 PC ↔ T社製 ファイルサーバ
- N社製 PC ↔ I社製 ゲートウェイ

N社製のPCシステムには、当然通信制御ハードウェア、コンピュータハードウェア、OS、アプリケーションプログラムさらにはオペレータやエンドユーザが物理的に存在する。

S社製WS、F社製PCも同じような構成をとるが、通信制御のモジュールやOSの手続きはN社製とは異なる。また、T社製やC社製のサーバ、さらにはI社製のゲートウェイもそれぞれ細部の動きとしては似たような構成要素から成り立つ。

したがって、N社製PC上で走るソフトウェアがネットワーク上の各ノードとデータの送受を行う場合、相手のハードウェアに依存して物事を考えることはしたくない。データの送受に本質的であり、どのタイプの相手にも共通して必要とされる交換上の情報を整理してネットワークをモデル化することにより、物理的に異なるノード間でのデータのやりとりをシンプルに捉えることが可能となり、このモデルを論理ネットワークと呼ぶ。

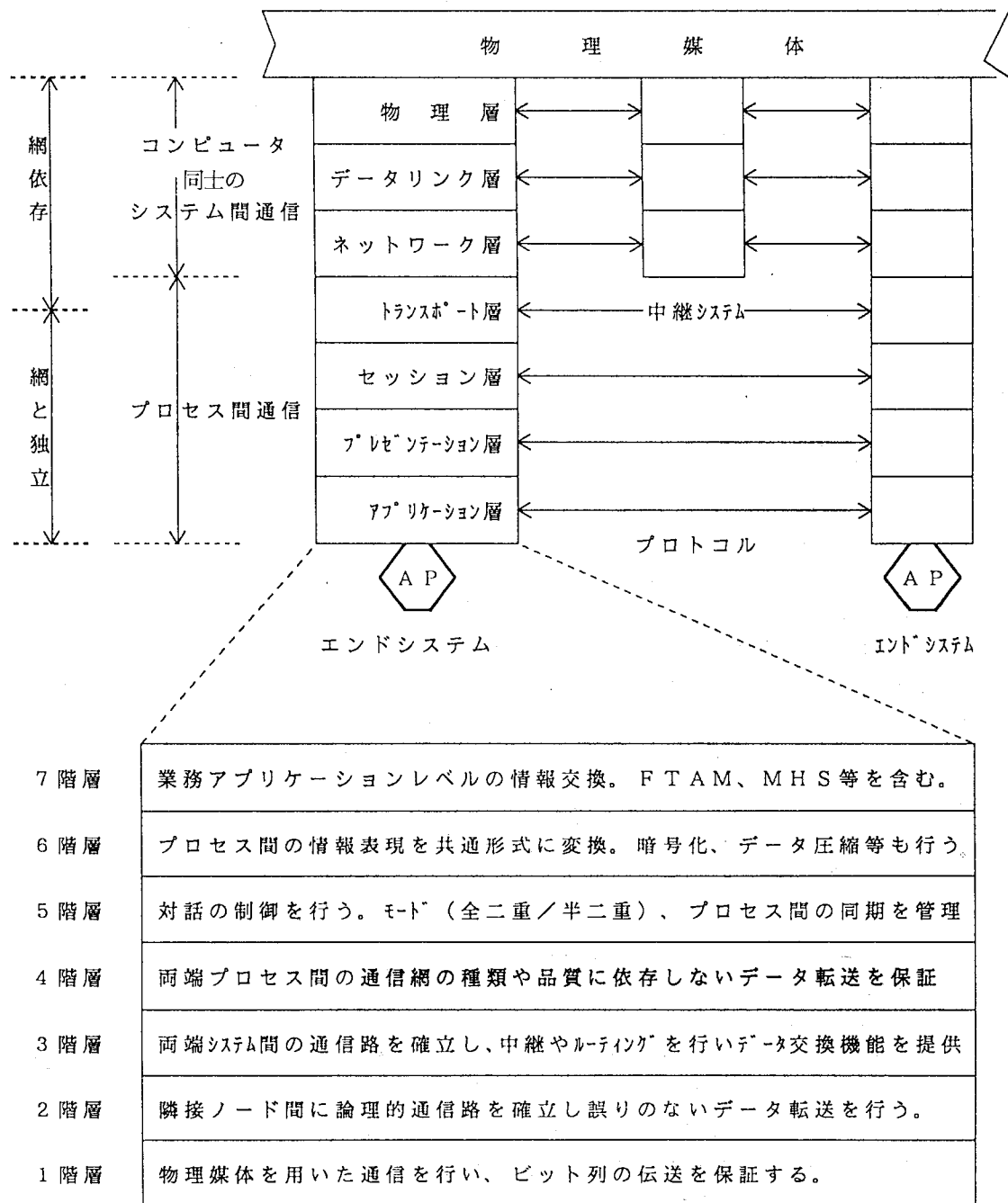
ここでは、物理的な構成要素は論理モデル化され、体系化される。このために、階層化の概念を導入し各層でプロトコルを規定する。これにより、物理的な装置やプログラムあるいはデータが抽象化される。この考えを徹底してモデル化されてできたシステムがOSIである。

2. OSIのプロトコル階層

(1) OSIの各プロトコル階層の役割

OSIの参照モデルは、7階層で表現され、階層毎にプロトコルを持っている。端末であってもこの7階層機能を備えたものが出ている。この標準は、ISO（International Organization for Standardization）とCCITT（International Telegraph and Telephone Consultative Committee）で検討され規定されている。

OSI参照モデル



① 物理層 (Physical Layer)

実際に物理的な伝送媒体を介してビット列の伝送を保証するために電氣的、機械的な制御を行う。ビットは物理サービスのデータ単位。物理回線に関しては、例えば、通信速度、モデムのピン配列、動作の開始や終了方法などが規定される。

物理層のプロトコルとしては、ネットワーク内の端末機器 DTE (Data Terminal Equipment : データ端末装置) を回線の末端 DCE (Data Circuit - terminating Equipment : データ回線終端装置) に接続するためのインタフェースがある。例えば、V.24ではアナログデータ回線を用いるデータ伝送用に、X.24では公衆データ網アクセスに関する標準が規定されている。

② データリンク層 (Data Link Layer)

物理層で行う通信では、正確に情報が相手に届けられたかどうかを確認する機能がない。例えば、物理回線上では雑音による伝送情報化け、相手システムの故障については把握できない。このため、送受信システム間で正確な伝送を行う手順が必要となる。

データリンク層は隣接するノード (装置) 間で信頼性の高く透過的なビット伝送機能を提供する。この機能には下記が含まれる。

a. データリンクコネクションの確立と解放

隣接ノード間でデータリンクを確立し通信を可能とする。またその解放を行う。

b. 情報の分割

転送情報 (長いビット列) を処理し易い単位に分割 (フラグシーケンス) して伝送を行う。

c. 順序制御

データリンクコネクション上の分割された転送情報の順序性を保証するために番号を付加しこれを管理する。

d. フロー制御

転送した情報の受信状況の確認を行い、受信側の状態に応じて転送速度をダイナミックに制御する。

e. 誤り制御

物理転送上で発生する転送誤りのチェックと回復を行う。転送データには「誤り検出用の冗長ビット」を付加し、受信側でチェックして誤りが検出されたら再送を要求する。データリンク層のプロトコルには、WAN に対する HDLC、LAN に対する MAC (Media Access Control : メディアアクセス制御) などの伝送制御手順がある。

a. HDLC

ISO、JIS 等で下記のような内容について標準化されている。

- ア. ビット透過性 符号体系に制約されず、任意のビットパターンを伝送できる。
- イ. 連続転送 ある程度の連続してのデータ送受信が可能で伝送効率が上がる。
- ウ. 厳密な誤り制御 伝送制御文字も含め全てに対し誤りチェックがなされる。

b. MAC

ア. 媒体アクセス制御

CSMA/CD 方式 (バス型 LAN に適用。同軸ケーブルを通じベースバンド伝送を行う)、トークンリング方式 (リング状のネットワーク内をトークンが一定方向に巡回する原理により送信を制御する)、トークンバス方式 (同軸ケーブルでバス型の構成上でトークンを巡回させ送信権を制御する。) がある。

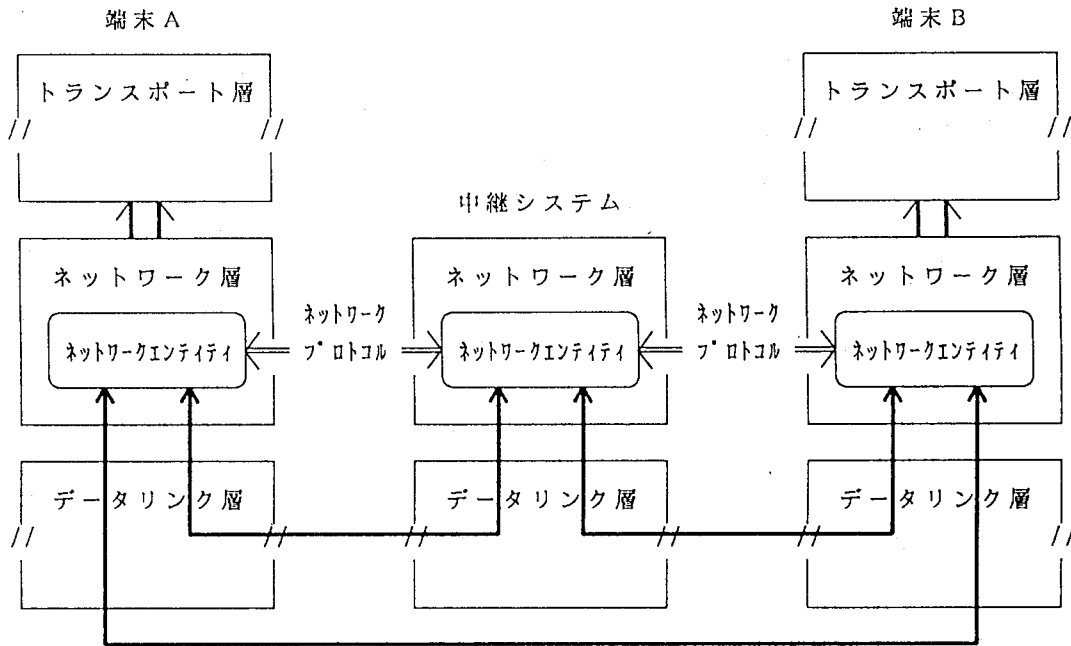
イ. 論理リンク (LLC : Logical Link Control)

媒体アクセス制御に共通される。

③ ネットワーク層 (Network Layer)

パケット交換網、LAN等を介して目的のノードまでのデータ転送を行うための経路制御(ルーティング)と中継を行う。この層は、交換網の機能をモデル化しており、端末間で接続を張り、隣接ノード間のデータリンクを使いながら、システム間での透過なデータ転送を行う。即ち両端末側は中継システムのネットワーク層を通してエンドツーエンドのサービスを受けられる。

ネットワーク層のサービス

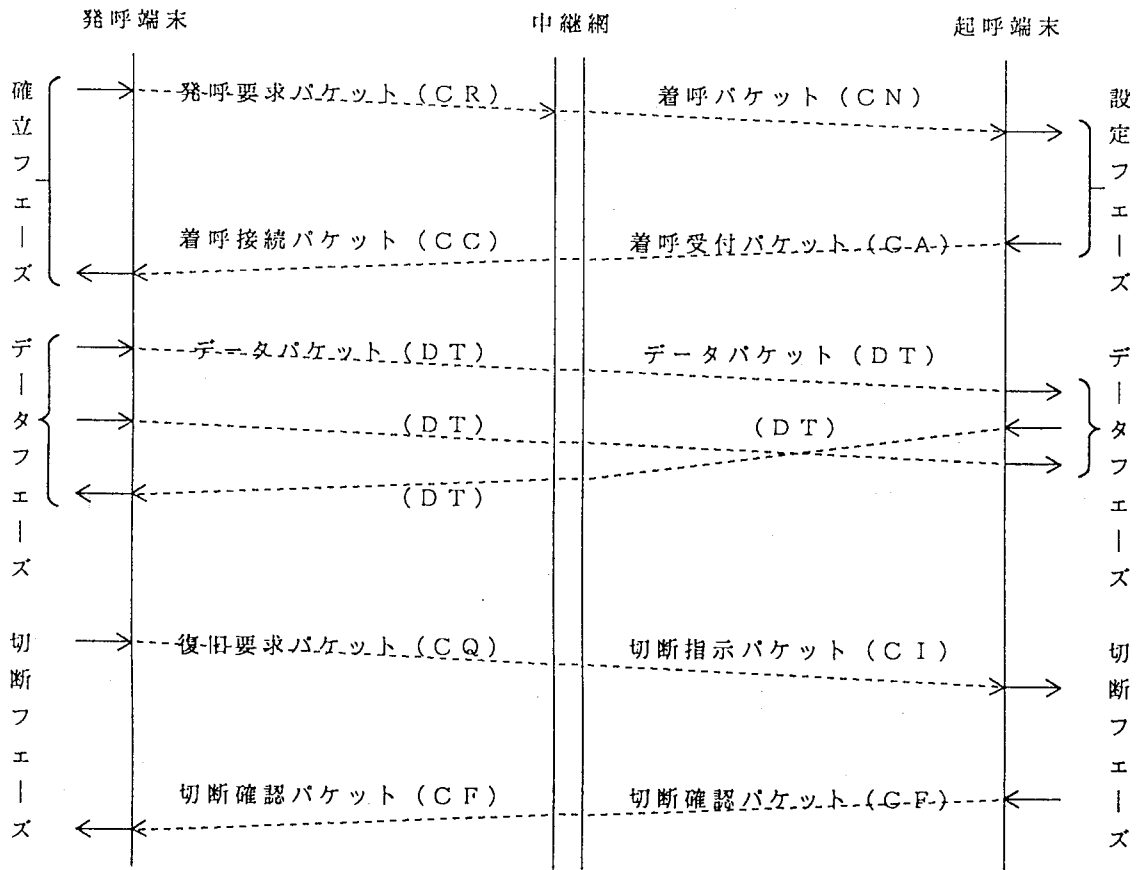


この機能には下記が含まれる。

- a. アドレッシング 相手のエンドシステムを指定する。
- b. ルーティング ネットワーク網には、複数のデータリンクが張られる。このデータリンクは、物理媒体特性やプロトコルの種類によって信頼性、遅延時間、料金などが異なってくる。ネットワーク層では上位層の要求(信頼の高さ、遅延の許容値など)を満足するルートを決定・選択する。
- c. データ転送 中継ノードを次々と経由してエンドシステム間で透過なデータ転送サービスを提供する。
- d. サービス品質の均一化 どのような網を経由して通信を行ってもエンドシステム間で同一品質のサービスを提供する。

ネットワーク層のプロトコルには、X.25の呼制御手順があげられる(次図参照)。

X.25による伝送手順



④ トランスポート層 (Transport Layer)

ネットワークの伝送品質に関して、ネットワーク層以下の品質と利用者の品質要求に差があれば、それを上げる必要が出てくる。また、ネットワークの速度に関して、下位層が効率のよい速度で通信できるよう調整し、それが実現できなければ下位層が提供する複数の通信を同時に使用して速度を高める必要がある。このギャップをトランスポート層が補う。

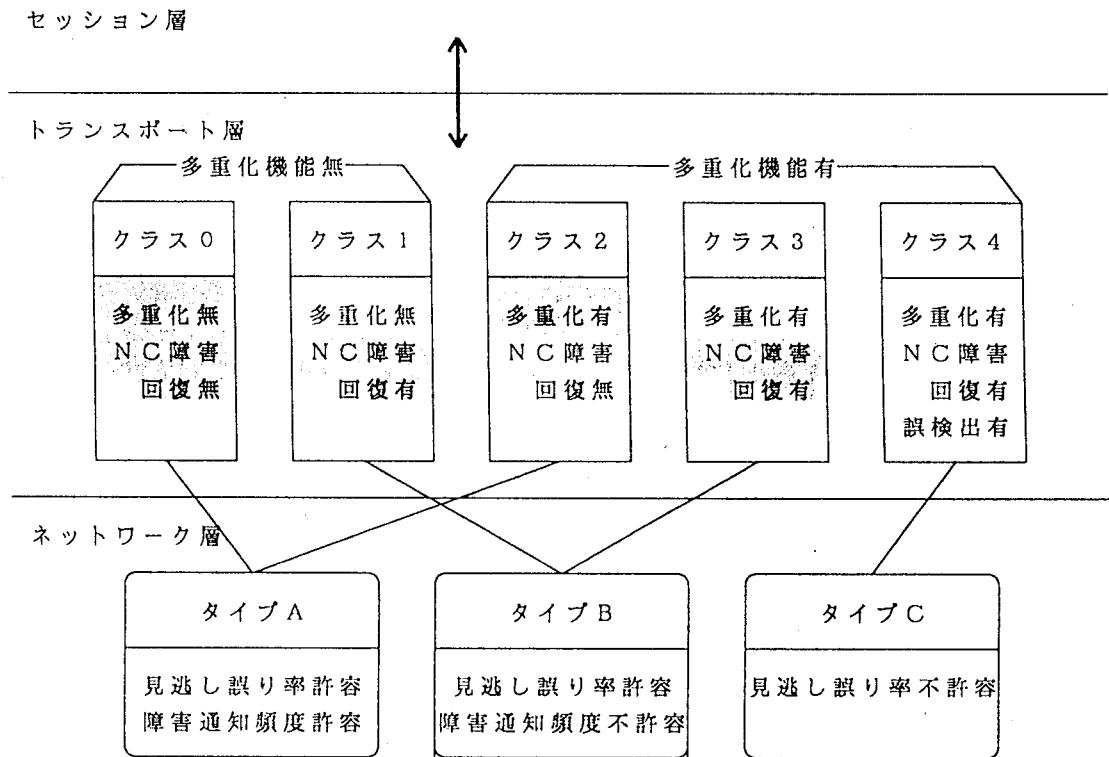
通信網におけるネットワーク品質は、ネットワーク層が提供するサービスの品質に応じて5つのクラスに規定されており、利用者は求める質に応じて最適なクラスが選択できるようになっている。トランスポート層のサービスには下記が用意されている。

- a. 多重化、逆多重化 1つのネットワークコネクション上に複数のトランスポートコネクションを設定
- b. 分流と合流 複数のトランスポートコネクション上に1つのネットワークコネクションを設定
- c. 結合と分散 複数のトランスポートプロトコルデータユニットを連結、1つのネットワークサービスデータユニットとして転送
- d. 分割と組立 1つのトランスポートサービスデータを複数のトランスポートプロトコルデータ単位に分割して送る。パケット長を短くして再送量を少なくする。
- e. 誤り検出と回復 トランスポートプロトコルデータユニットの紛失、重複、誤り、順序誤りを検出し、それらを回復する。
- f. フロー制御 受信側の受容状況によってトランスポートコネクション上のデータ

転送量を調整する。

トランスポートクラス層のクラスとネットワークタイプの関係は図表Ⅲ-4を参照

トランスポート層のサービス定義とプロトコル仕様



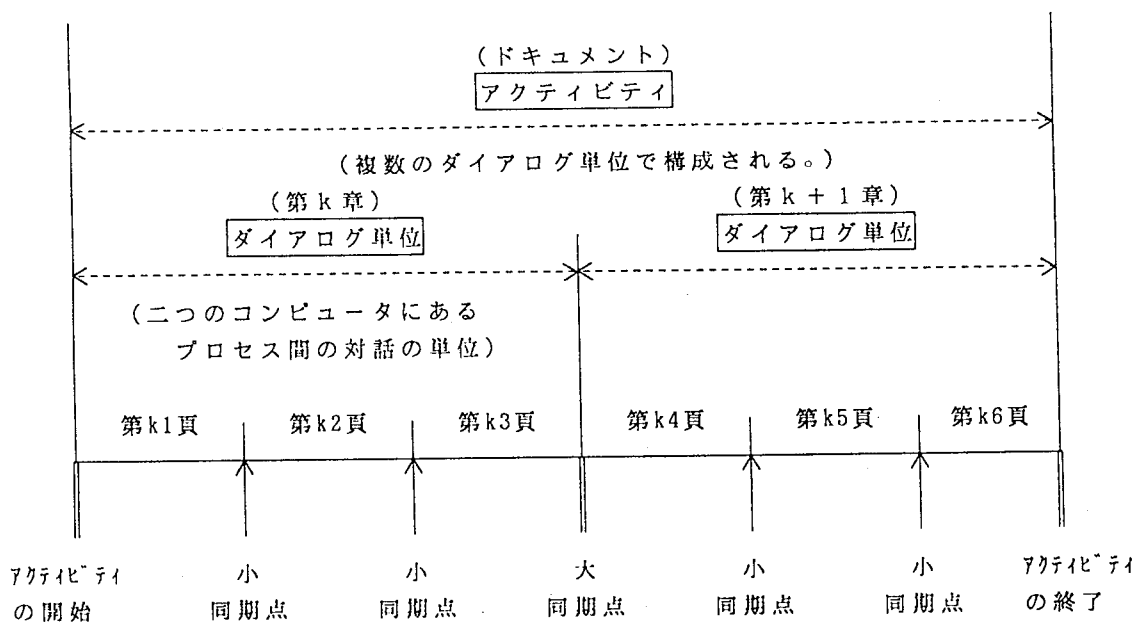
⑤ セッション層 (Session Layer)

トランスポート層以下でのデータ伝送単位は、物理的な伝送に好都合で効率の良い単位で行われ、また、伝送形態も全二重がとられる。一方、利用者においては、TSS処理、電子メール、テレビ会議システムのように情報の流れが双方向交互であったり、双方向同時であったり様々である。これでは大量に情報を送るような場合には不都合も生じよう。もう少し大きな単位でのチェックポイントを設けられれば、下位層で伝送が中断してもそれ以降の転送が再開可能である。また、会話型の通信形態に対しては、全二重通信ではなく会話制御の機能が必要となる。

この層では、応用プロセス間でセッションと呼ばれるコネクションを張り、トランスポート層が提供するエンドツーエンドのデータ転送機能を使いながら、応用(業務)プログラムの特性に合ったデータの相互交換ができるような通信手段を提供する。これを対話管理機能という。全二重、半二重という通信モードの管理、プロセス間の通信に関する同期をとっている。

ダイアログにおいて利用者は、同期点を用いて構造的なデータ転送を行うことができる。

セッション層の概念



出典：第二種共通テキスト 通信ネットワーク 中央情報教育研究所

⑥ プレゼンテーション層 (Presentation Layer)

セッション層では、業務で扱う情報がとるべき表現形式については言及していない。即ち透過な転送である。しかし、応用プログラム同士でみれば、ファイル構造を持つような情報表現が必要とされたり、構造の異なるデータベースを相互にアクセス可能な情報表現がとられたり、また、CADのような情報は表現形式が規定されていなければならない。

システム間で情報の表現が異なる場合にも、相互利用を可能とするために「形式の変換処理」あるいは「形式の統一」が必要となる。

一般に、応用プログラムで使用するデータは、個々のシステムの流儀で独自に表現されるため、システム間での情報交換のために統一的で効率の良い転送形式が必要となる。これをアプリケーション層とプレゼンテーション層の2層で機能分担して実現している。OSIでは、抽象構文 (アプリケーション層でセマンティックな内容を表現する。) と転送構文 (プレゼンテーション層で相互転送用に符号化された表現に直す。) の2種類の情報表現形式を定義している。

⑦ アプリケーション層 (Application Layer)

各種業務アプリケーションは、コンピュータ上で応用プロセスとして動作する。アプリケーションの機能の中には、ファイル転送機能のような通信に関わる部分がある。OSIでは、これをAE (アプリケーションエンティティ) としてモデル化している。したがって、アプリケーション層は、幾つかの基本的な通信機能のセットとして構成される。各々の通信機能は、「アプリケーションサービス要素 (ASE)」と呼ばれ、各種アプリケーションに共通に使用されるものと、アプリケーション固有のものに分かれる。

共通的な要素としては、下記がある。

a. ACSE (Association Control Service Element : アソシエーション制御サービス要素)

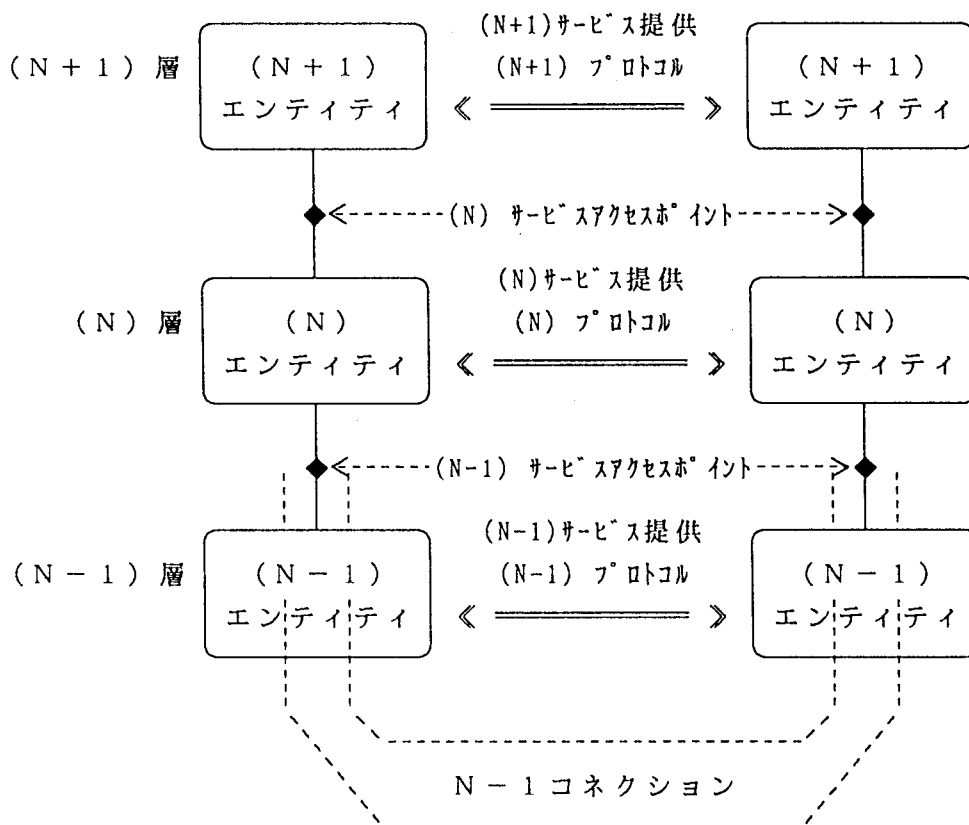
AE間での相互通信のためにアソシエーションと呼ばれるコネクションが設定される。この制御では、アソシエーションの設定/解放及び使用するサービス要素の選択が行われる。

- b. CCR (Commitment/Concurrency/Recovery Control : コミットメント/同時性/回復制御)
 - c. ROSE (Remote Operation Service Element : 遠隔操作サービス要素)
 - d. RTS (Reliable Transfer Service : 高信頼転送サービス)
- アプリケーション毎の特有なサービス要素としては、下記がある。
- a. FTAM (File Transfer Access and Management : ファイル転送/アクセス/管理)
 - b. MHS (Message Handling System : メッセージ処理システム)
 - c. TP (Transaction Processing : トランザクション処理)
 - d. VT (Virtual Terminal : 仮想端末)
 - e. JTM (Job Transfer and Management : ジョブ転送と管理)
 - f. DTAM (Document Transfer Access and Management : ドキュメント転送アクセスと管理)
 - g. RDA (Remote Database Access : 遠隔データベースアクセス)
 - h. DS (Directory System : デイレクトリシステム)
 - i. CMIS/CMIP (Common Management Information Service/Protocol : 共通管理情報サービス/プロトコル)

(2) 下位層/上位層の関係

OSI基本参照モデルの内部的な動きを捉えることとする。

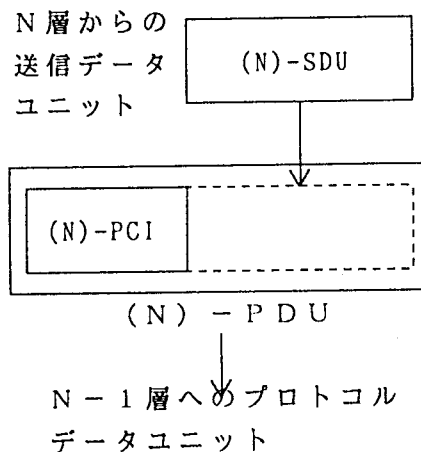
OSI基本参照モデルの内部構造



各層には、ピアツーピアのプロトコルに従って通信処理を行う機能モジュールがあり、これを「エンティティ」と呼ぶ。(N) エンティティが (N+1) エンティティに提供するデータ転送などの機能を「サービス」と呼び、(N+1) エンティティが (N) 層から (N) サービスを受けるアクセス点を (N) サービスアクセスポイント (SAP) という。

また、サービスのために隣接する上下層間でやりとりされる情報を「プリミティブ」と呼ぶ。さらに、プロトコルは同位層の相手のエンティティと情報を送受するための通信規約である。それぞれの (N-1) SAP 間を下位層を介して結合する論理的な通信路を (N-1) コネクションという。

(N) 層のエンティティ間で (N-1) コネクションを通して相互通信を行うとき、(N+1) 層からのサービスデータユニット (SDU) にプロトコル制御情報 (PCI) を付加して (N) 層のプロトコルデータユニット (PDU) を生成し (N-1) 層にサービスの要求を行う。



3. 用語

エンティティ
データリンク層
セッション層
ネットワークアーキテクチャー
オープン化
プロトコルデータ単位

コネクション
ネットワーク層
プレゼンテーション層
階層化
アクティビティ
エンティティ

物理層
トランスポート層
アプリケーション層
プロトコル階層
ダイアログ