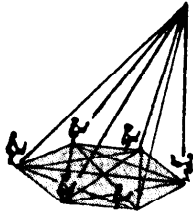


解説

通信網の変革と情報処理

ネットワークアーキテクチャ†



苗村 憲司** 河岡 司** 森野 和好**

1. まえがき

通信網は、電話網、回線交換網、パケット交換網などが独立している時代からこれらの接続、そして、総合化へと進んでいる。また、相互接続のために通信網を利用する電子計算機や端末では、処理能力、プログラム、データなどの資源の利用範囲の拡大、業務の複合化へと進んでいる。さらに、パケット交換に代表されるように、通信網と電子計算機・端末との間で通信機能の有機的結合が進んでいる。

このような環境において、利用者が、目的に応じて必要な資源を利用し、業務を実行するためには、通信網・電子計算機・端末のすべてを扱うことができ、かつ、通信回線の制御から業務に依存した通信機能までを対象とした体系的な標準通信方式、すなわちネットワークアーキテクチャが必要である。そこでは、個々の装置の処理能力やファイルの構成などをもとに、一般的に適用できるモデルが作成され、そのモデル上で通信規約（プロトコル）等が定められる。これらの国際標準化は、国際標準化機構（ISO）および国際電信電話諮問委員会（CCITT）で行われている。

ネットワークアーキテクチャの標準化は、電子計算機および端末の通信機能を実行するハードウェア・ソフトウェアの標準化につながり、したがって、通信回線により接続された他の装置の資源へのアクセスがより広範囲に、また、より容易に可能となる。これにより、電子計算機等では、個々の装置の機能・能力だけでなく他の装置のそれらを利用した情報処理が可能となる。また、複数のメディアを組み合わせた情報処理が可能となる。

本稿では、開放型システム間相互接続の標準化にお

ける課題と進捗状況、主要なネットワークアーキテクチャの開発動向およびデジタル総合サービス網への対応について概要を述べる。

2. 開放型システム間相互接続の標準化

ISO/TC 97（情報処理システム）は、プロトコル等の方式を開放型システム間相互接続（Open Systems Interconnection: OSI）と呼んでいる。この OSI および関連の標準化について、これまでに作成された規格および検討中の項目を以下に述べる。

2.1 OSI 基本参照モデル

基本参照モデルの目的は、システム間相互接続を目的とする各種規格の開発作業を調整するための共通基盤を提供し、既存の規格に対しては、参照モデル内に位置付けるための便宜を与えることである。このモデルの検討は ISO および CCITT で行われている^{1),2)}。

基本参照モデルは、通信回線の制御から業務に依存する通信機能までを表-1 に示す七つの層に階層化している。また、このモデルは、同一層の通信相手との間に論理的な接続関係（コネクション）を確立してデータ転送を行うことを前提に、図-1 に示すコネクションの相互関係やデータ単位などの概念・用語、隣接上位層に提供するサービスの内容および各層の機能を定めている。

2.2 ネットワーク層以下のプロトコル

物理層には、アナログ回線を使用する場合のデータ端末装置（DTE）とデータ回線終端装置（DCE）とのインタフェースを規定した CCITT 勧告 V. 24 や、デジタル回線を使用する場合の DTE と DCE とのインタフェースを規定した CCITT 勧告 X. 21（の一部）などが位置付けられる。

データリンク層のプロトコルの代表は、ハイレベルデータリンク制御手順（HDLC）である。HDLC では、大別して、二つの手順クラス、すなわち、二つの局が対等な関係をもって制御機能を実行する平衡型手

† Recent Technical Trends on Network Architecture by Kenji NAEMURA, Tsukasa KAWAOKA and Kazuyoshi MORINO (Yokosuka Electrical Communication Laboratory, N.T.T.).

** 日本電信電話公社須賀電気通信研究所

表-1 OSI 参照モデルの七つの層

上下関係	層の名称	役割
第7層 最高位	応用層	管理用および利用者向きの応用プロトコルを実行し、利用者間の通信を可能とする。
第6層	プレゼンテーション層	構造を待つデータの入力・授受・表示・制御を行い、応用プロトコルに共通の情報表現形式に関する機能を実現する。
第5層	セッション層	会話を構成し、同期をとり、また、データ交換を管理するための手段を提供する。
第4層	トランスポート層	経路選択や中継機能に関与せず、終端間のデータの透過的な両方向同時転送機能を提供する。
第3層	ネットワーク層	一つまたは複数の通信網を介して中継を行い、利用者が存在するシステムの間のデータ転送を行う。
第2層	データリンク層	隣接するシステムの間でのデータ転送を行い、伝送誤りの制御を行う。
第1層 最低位	物理層	物理コネクションを活性化・維持・非活性化し、ビット伝送のための機械的・電氣的制御を行う。

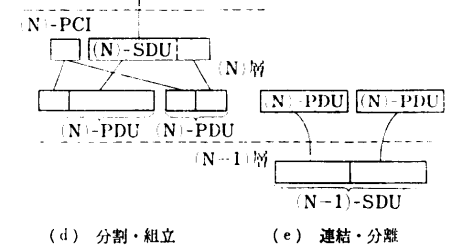
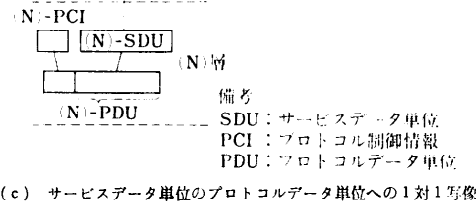
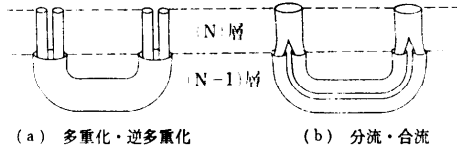


図-1 コネクションの相互関係とデータ単位

順クラスと、主従関係をもって制御機能を実行する不均衡型手順クラスとが定められている。

また、複数の通信回線を用いて必要なスループットを得たり、一つの通信回線が障害になった場合に残りの回線でスループットを下げて通信を継続するための手順であるマルチリンク手順も、この層のプロトコルである^{3),4)}。

ネットワーク層については、そのサービス定義が定められている⁵⁾。X. 21 の制御手順、X. 25 のパケッ

表-2 トランスポートプロトコルの主な機能

項目	概要
トランスポートコネクション (TC) の確立	通信相手とプロトコルクラスなどについて折衝し、利用者間に TC を確立する。
TC の多重化・逆多重化	複数の TC を一つのネットワークコネクション (NC) に多重化し、逆多重化する。
TC の分流・合流	一つの TC を複数の NC に分流し、合流させる。
TC の解放	TC を解放する。NC の解放をもって TC の解放とみなす場合と、プロトコル制御情報のやりとりによって解放する場合とがある。
トランスポートプロトコルデータ単位 (TPDU) への分割と組立	トランスポートサービスデータ単位 (TSDU) を複数の TPDU に分割し、組み立てる。
TPDU の転送	番号を付して、TPDU を転送する。番号は、7ビットの場合と31ビットの場合とがある。また、普通 TPDU と優先 TPDU とがある。
フロー制御	受信確認通知なしに転送できる TPDU 数を TC 確立時などに定め、これに基づいて TC 上の普通 TPDU の流量を制御する。
TPDU の再送・順序制御	受信確認通知のタイムアウトによって TPDU を再送する。受信 TPDU の順序を並べ変える。

トレベルの規定は、一つのサブネットワーク (回線交換網、パケット交換網) を利用して、ネットワークサービス (の大部分) を提供するためのプロトコルと位置付けられる。X. 25 パケットレベルは、専用線にも適用できるように拡張されている⁶⁾。現在、複数のサブネットワークをタンデム等に接続してネットワークサービスを提供する場合に必要な機能等が検討されている。

2.3 トランスポートプロトコル

トランスポート層は、経路選択や中継機能に関与せず、データの透過的な両方向同時転送機能を提供する。

トランスポートプロトコル^{7),8)} の主な機能は、表-2 のとおりである。これらの機能の選択は、利用するネットワークコネクションのサービス品質に大きく依存する。その品質は、三つのタイプ、すなわち、許容できる見逃し誤り率と障害通知頻度のもの (タイプ A)、見逃し誤り率は許容できるが、障害通知頻度は許容できないもの (タイプ B)、および見逃し誤り率が許容できなく、障害通知がないもの (タイプ C) に分類される。これらのタイプおよびトランスポートコネクションの多重化の有無により表-3 の五つのクラスが定義されている。

2.4 セッションプロトコル

セッション層の目的は、セッションコネクション上の会話を構成し、同期をとり、また、データ交換を管理す

表-3 OSI トランスポートプロトコルのクラス

クラス	機能概要	NC* のサービス品質		
		A	B	C
0	多重化を行わず、データを転送する。テレックスのための CCITT 勧告 S. 70 のトランスポートプロトコルと同一である。	○		
1	多重化を行わず、データを転送する。ネットワーク層からの障害通知を利用して紛失データを回復する。ネットワーク層の送達確認機能を利用できる。		○	
2	多重化を行い、データを転送する。	○		
3	多重化を行い、データを転送する。ネットワーク層からの障害通知を利用して紛失データを回復する。		○	
4	多重化および分流を行い、データを転送する。トランスポートプロトコルで紛失データを検出し、回復する。			○

* ネットワークコネクション

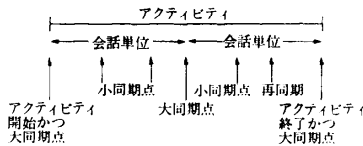


図-2 アクティビティの構成例

するための手段を提供することである。この目的に照らせば、セッション層に特徴的な概念と機能は、次のとおりである^{9),10)}。

(1) 概念

特徴的な概念は、トークン、同期点、会話単位およびアクティビティである。

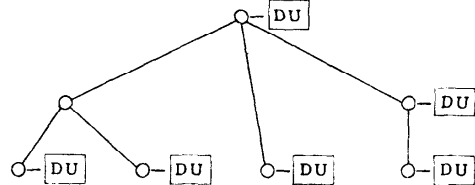
トークンは、特定の機能(データ転送などの4種類)をセッションコネクションのどちら側から起動できるかを決定するためのセッションコネクションの属性である。

同期は、同期点を指定することにより行われる。その同期点には大同期点と小同期点の2種類がある。例えば、文書転送においては、一つの文書の初めと終りを大同期点とし、改ページを小同期点とすることができる。参照できる同期点は、直前の大同期点またはそれ以降の小同期点である。誤りの発生などにより再同期をとる必要がある場合、参照できる同期点のいずれかに戻って同期をとりなおすことができる。

大同期点によりデータ交換を区切り、区切られた単位相互を独立にするのが会話単位である。論理的な仕事を区別するために、同期と関連して、アクティビティが用いられる。このアクティビティは、あるセッションコネクションと次のそれにまたがってもよい。アク

表-4 セッションプロトコルの特徴的な機能

項目	概要
トークン管理	トークンの要求およびトークンの引渡しを制御する。
アクティビティ管理	アクティビティの開始、中断、再開、取消し、終了を制御する。
同期	大同期点および小同期点を指定し、それを確認する。また、以前の同期点まで戻ってデータの交換を行えるようにし、トークンをもつ側を決める。
例外報告	プロトコル誤りを通知する。また、利用者からの誤り情報を転送する。



備考 DU: Data Unit

図-3 木構造のファイル

ティビティの構成例を 図-2 に示す。

(2) 機能

セッションコネクション上の制御動作は、コネクション確立、データ交換およびコネクション解放の三つのフェーズに分けられる。特徴的な機能はデータ交換フェーズの機能である。その概要を表-4 に示す。データ交換は、両方向同時、両方向交互または片方向に行われる。

セッション層の機能は、核の機能群とその他の10の機能群に分類され、これらの取出し方によってサブセットが定義されている。最も小さいサブセットは、コネクションの確立・解放と両方向同時の普通データ転送機能をもつ。

2.5 プレゼンテーション層以上のプロトコル

ファイル転送アクセス、ジョブ転送および仮想端末の各プロトコルが ISO で、またメッセージハンドリングのためのプロトコルが CCITT で検討されている。さらに、情報表現構造を定め、または利用するものを選択するためのプレゼンテーションプロトコルが ISO および CCITT で検討されている。

(1) ファイル転送アクセス

ファイルとその属性を記述するためのモデルとして、仮想ファイル記憶が定義されており、そのなかの一つのファイルの構造は、図-3 に示す木構造である。

規定されている機能は、一つのファイル全体および

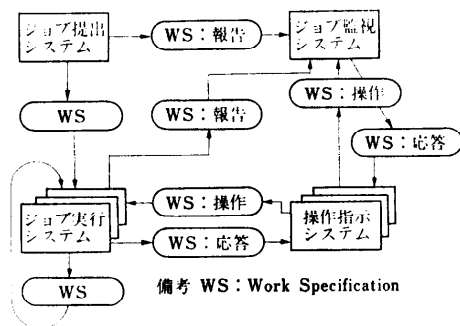


図-4 ジョブ転送の機能的な要素

関連属性情報を移送するファイル転送、ファイルの一部を読み取り、書き込み、または書き替えるファイルアクセス、ならびに、ファイルを生成・削除し、オープン・クローズし、または属性情報の読み取り・変更を行うファイル管理の機能である。

(2) ジョブ転送

ジョブ転送は、プログラムやデータなどのジョブ関連データのほかジョブの実行を監視制御するための制御情報を扱い、これらを作業仕様 (WS) として転送する。そのモデルは、図-4 に示す四つの機能的な要素、すなわちジョブの要求元であるジョブ提出システム、ジョブを実行するジョブ実行システム、ジョブの進捗を監視するジョブ監視システム、およびジョブの進捗を制御する操作指示システムに分割される。これらの要素は、同一の開放型システムにあっても、別々の開放型システムにあってもよい。現在、サービス定義およびプロトコル仕様が検討されている。

(3) 仮想端末

一般的な仮想端末サービス定義の詳細が検討されている。また、このなかで定義されている次の五つのクラスのうち、基本クラスの機能について検討されている。

(a) 基本クラス：キャラクタおよびモザイク図形要素を用いる端末

(b) フォームクラス：基本クラスの符号を用いるほか、フォーム制御処理機能を持つ端末

(c) イメージクラス：写真のドットのような図形要素を用いる端末

(d) グラヒッククラス：ジオメトリック図形要素 (点、直線など) を用いる端末

(e) ミクストモードクラス：(a)~(d)の図形要素を混合して用いる端末

ただし、これらの相互関係は、検討中である。

表-5 七つの OSI 管理プロトコル

項目	概要
管理情報の提供	OSI 資源の静的および動的な状態を示す情報の提供
応用プロセス群の制御	応用プロセスの組み込み・切離し、活性化・非活性化、初期化・終了処理の監視・制御
コミットメント制御、排他制御および回復	障害に備えて情報処理の完全性を保証するための情報の転送
異常状態報告	システムの維持管理に必要な診断情報の転送
権限管理	管理制御の実行の承認または応用プロセスへのアクセスの認証に必要な情報の転送
課金	課金に関する情報の転送
ディレクトリ管理	名称とアドレスの変換

(4) その他

メッセージハンドリングは、公衆網によるメッセージの蓄積・配送サービスであり、このためのプロトコルなどの検討が行われている。

プレゼンテーション層については、そのサービスの要素などが検討されている。

2.6 OSI 管理プロトコル

管理の対象および機構を明らかにするために、まず OSI 管理の枠組みの検討が行われた。そのなかで重要な概念は、応用プロセス群と OSI 資源である。応用プロセス群は、特定の情報処理の要求に合うよう協同で動作する応用プロセスの集まりである。OSI 資源は、応用プロセス群が使用する資源で通信上見えるものである。

OSI 管理機能は、応用管理、システム管理および層管理に分類される。応用管理は応用プロセス群内のプロセス動作の監視制御である。システム管理は、応用プロセス群の要求に合わせ、また、競合を調整して行う OSI 資源の監視制御である。層管理は通信のための資源の監視制御である。

OSI 管理の枠組みに基づいて、表-5 に示す七つの管理プロトコルが検討されている。

3. ネットワークアーキテクチャの開発動向

製品開発からの要求に基づくネットワークアーキテクチャについては、文献 11) で概説されているが、主な動向は、次のとおりである。

DCNA (Data Communication Network Architecture)^{12)~14)} は、電電公社と製造会社 4 社とで開発され、国内で標準的に使用できるものである。その開発経緯は、図-5 のとおりである。比較的最近の拡充機能は、国際規格との整合、複数のメディアの使用および分散処理に関する機能である^{15), 16)}。

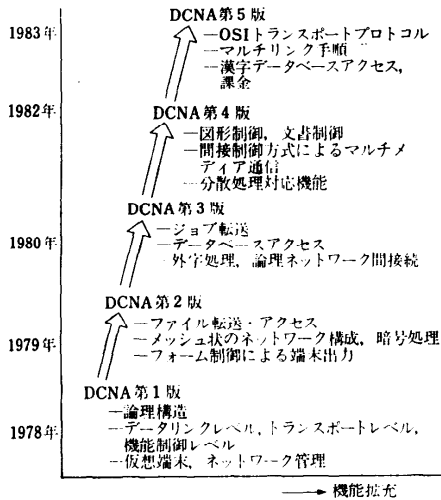


図-5 DCNA 開発の経緯

国際規格との整合に関する主な拡充項目は、OSI トラフィックプロトコルおよびマルチリンク手順である。これらは、ISO 規格および CCITT 勧告に基づいて定められている。なお、前者については、国内の公衆網を利用したネットワーク層のサービス品質が良いことから、2.4 節で述べたタイプ A 対応のクラス 0 と 2 が採用されている。

複数メディアの使用については、幾何図形要素の定義とその転送、漢字によるデータベースへのアクセスと漢字データの転送、および間接制御方式、すなわち、複数のメディア（例えば、音声とファクシミリ画情報）が別々の通信回線により転送される場合に、データ端末から利用者情報の入出力を間接的に制御する方式によるマルチメディア通信が、主な拡充項目である。

分散処理に関する主な拡充項目は、任意の装置からのファイルの利用、障害時のネットワーク管理機能の切替え、課金情報の転送である。

IBM 社の SNA (Systems Network Architecture)¹⁷⁾ の比較的最近の拡充機能は、経路制御関連機能および管理機能に関する機能である¹⁸⁾。

経路制御に関する主な拡充機能は、隣接ノード間の並列リンク制御、1 対のノード間の複数経路制御、および 1 対の利用者間の並列セッション制御である。

管理機能に関する主な拡充機能は、ネットワーク再構成、および管理機能の切替えである。前者は、異常に関する情報を収集・格納・検索する機能を利用し

て、オペレータがノードの切離し・組み込みなどを指示するための機能である。後者は、セッションの切断により管理ノードの障害を検出したノードが、その情報を他のノードに通知し、オペレータが端末などの資源の管理機能を他のノードに引き受けさせるための機能である。

4. デジタル総合サービス網へのアクセス

現在の公衆網では、電話、パケット交換などのサービス* ごとに別々の加入者線が必要であり、また、加入者線には、アナログとデジタルとがある。これに対して、デジタル総合サービス網 (ISDN) では一つのデジタル加入者線を用いて、複数のサービスの組み合わせが可能になる。

4.1 ISDN の加入者線インタフェース

端末装置から ISDN の伝送路までの機能的なブロック図を 図-6 に示す。NT 1 は、OSI 基本参照モデルの物理層の機能をもつ網終端装置であり、NT 2 は、物理層のほかにデータリンク層やネットワーク層などの機能をもつ制御装置（例えば、端末制御装置）である。T 点および S 点でのインタフェースが、新しいインタフェースである。このインタフェースを備えた装置 (TE 1) の接続では、図-7 (b) に示すように、呼ごとのソケット接続により一時に一つの装置を接続するか、あるいは、図-7 (c), (d) に示すように、バスまたはスター状に同時に複数の装置を接続することになる。

現在の加入者線上では、図-8 (a) に示すように、呼制御などの信号とキャラクタコードなどの情報が同一のチャンネルで伝送される。これに対して、ISDN では図-8 (b) に示すように、情報と信号が別々のチャンネル (B チャンネルと D チャンネル) で伝送される。2 種類のチャンネルを設けることにより、情報チャンネルの高度な制御が可能となり、また、情報チャンネルの速度などと

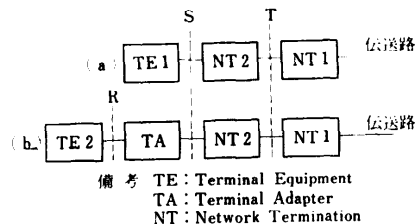


図-6 端末装置から ISDN の伝送路までの機能

* 4 章では、2 章での意味と異なり、公衆網に接続された装置に提供されるサービスの意味である。

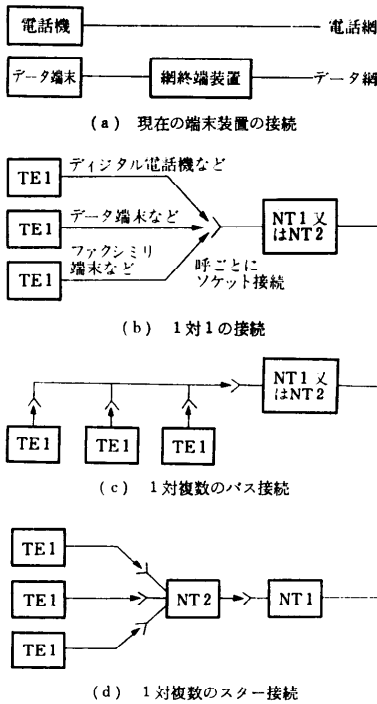


図-7 新インタフェースを備えた装置の接続

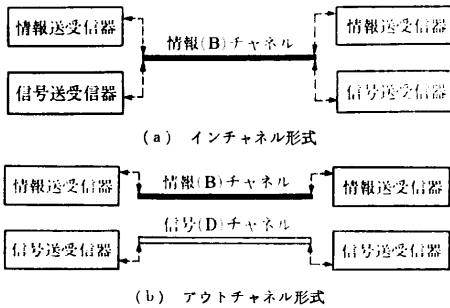


図-8 インチャネルとアウトチャネルの概念

独立に統一的な信号方式の実現が可能となる。

チャンネル構造は、基本チャンネル構造と拡張チャンネル構造とに大別される。基本チャンネル構造は、二つのBチャンネルと一つのDチャンネル(2B+D)で構成される。Bチャンネルの速度は64Kbit/sであり、Dチャンネルの速度は16Kbit/sである。拡張チャンネル構造としては、23のBチャンネルと64Kbit/sのDチャンネルから構成する(23B+D)多重チャンネル構造などがCCITTで検討されている。多重チャンネル構造は、PABXなどを接続する場合に必要な構造である。

基本チャンネル構造での物理層のプロトコルについ

て、ワイヤの数、ビット列の伝送フォーマット、バス接続での競合制御方式などが検討されている。データリンク層のプロトコルについては、X.25パケット交換網のリンクアクセス手順LAPB(ハイレベルデータリンク制御手順の平衡型手順)を拡張し、1つの加入者線上で複数のデータリンクを用いる手順(LAPD)が検討されている。ネットワーク層のプロトコルについては、呼制御手順などが検討されている。

4.2 移行技術

データ網などに接続可能な端末装置(TE2)は、図-6(b)に示すように、端末アダプタ(TA)を介してISDNに接続される。TAは、プロトコル変換機能をもつ。回線交換網またはパケット交換網に接続可能な(X.21またはX.25インタフェースをもつ)TE2の接続について、速度および信号の変換方法、ISDN加入者線インタフェースへの影響などがCCITTで検討されている。

現在の電話機などのアナログ装置の接続については、アナログチャンネルとデジタルチャンネルの複合チャンネル構造が検討されている。

5. あとがき

この他に、コネクションを用いないデータ伝送のための参照モデル、サービス定義およびプロトコル仕様、セキュリティアーキテクチャ、ローカルエリアネットワークの低位プロトコルなどが検討されている。

ネットワークアーキテクチャの研究、実用化および標準化の内容は、接続可能な装置・プログラム等の拡大、メディアの複合化、および分散処理の高度化に向かっている。また、その検討対象は、ビットの透過的な伝送を扱う低位の通信機能から、業務に依存する高位の通信機能に重点が移ってきている。このような技術動向から、通信網も高位の通信機能を持つようになり、通信網・電子計算機・端末が、それぞれ得意とする通信機能を分担するようになると考えられる。この技術を家庭を含めて広く社会に有益に浸透させるためには、多くの課題が残されており、積極的な研究開発および標準化活動が望まれる。

参考文献

- 1) ISO/DIS 7489: OSI Basic Reference Model (1982).
- 2) Draft Recommendation X. 200: Reference Model of OSI for CCITT Application (1983).

- 3) ISO/DIS 7478: Multilink Procedures (1981).
- 4) CCITT Recommendation X. 75: Terminal and Transit Call Control Procedures and Data Transfer System on International Circuits between Packet-switched Data Networks (1980).
- 5) ISO/DP 8348: Network Service Definition (1983).
- 6) ISO/DP 8208 Rev.: X. 25 Packet Level Protocol for Data Terminal Equipment (1983).
- 7) ISO/DP 8072 Rev.: OSI Transport Service Definition (1983).
- 8) Second ISO/DP 8073: OSI Transport Protocol Specification (1983).
- 9) ISO/DP 8326: OSI Basic Connection Oriented Session Service Definition (1983).
- 10) ISO/DP 8327: OSI Basic Connection Oriented Session Protocol Specification (1983).
- 11) 苗村, 河岡: ネットワークアーキテクチャ, 信学誌, Vol. 62, No. 11 (1979).
- 12) 戸田, 中田: DCNA の基本概念, 情報処理, Vol. 20, No. 2, pp.153-160 (1979).
- 13) 苗村, 阿部: DCNA の規定内容 (1), 情報処理, Vol. 20, No. 3, pp.237-246 (1979).
- 14) 苗村, 真汐: DCNA の規定内容 (2), 情報処理, Vol. 20, No. 5, pp.438-447 (1979).
- 15) 河岡他: DCNA 第4版の開発, 研実報, Vol. 31, No. 9, pp.1611-1622 (1982).
- 16) 河岡他: DCNA 第5版の開発, 研実報, Vol. 32, No. 9 (1983).
- 17) 三井: SNA の概要, 情報処理, Vol. 16, No. 11, pp.1017-1023 (1975).
- 18) Sundstrom, R. J. and Schultz, G. D.: SNA's First Six Years: 1974-1980, Proc. 5th ICC (1980).

(昭和58年6月2日受付)

