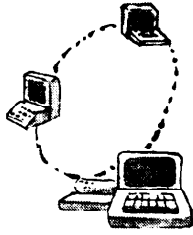


解説

通信網の変革と情報処理



ネットワークアーキテクチャの実現技術†

岡田 弘幸** 小出 信介** 小谷野 修**

1. ま え が き

ネットワークアーキテクチャが発表されてから、ほぼ10年が経過した。この10年間に、コンピュータネットワーク関連の技術進歩は種々の面で見られたが、主要なトピックをあげるとしたら、次の5件を選ぶことができるであろう。

(1) コンピュータメーカ各社から HDLC 手順をベースにしたネットワークアーキテクチャが発表され、多種類の製品が開発、提供された。利用者は製品を組み合わせるだけで、大規模、複雑なネットワークを構築できるようになった。

(2) 異機種間のデータ通信を実現するために、ネットワークアーキテクチャの標準化の努力が行われた。国内では、昭和52年より電電公社、富士通、日立製作所、日本電気、沖電気の共同研究で DCNA (Data Communication Network Architecture) の検討が行われ、昭和57年度でプロトコルの開発を完了した。国際的には、ISO/TC 97/SC 16 で OSI (Open Systems Interconnection) が検討されている。OSI のトランスポートレイヤのプロトコルとサービスは既に DP (Draft Proposal) として登録され、上位レイヤもこの1~2年以内に DP 化される予定である。

(3) 新しい公衆データ伝送サービスとして、DDX 回線交換サービスとパケット交換サービスが開始された。また、外国とのパケット交換によるデータ通信を実現する VENUS-P サービスも始まった。

(4) 第二次回線開放が実施され、企業間のデータ通信に対する制約が大幅に緩和された。

(5) OA (Office Automation), LA (Laboratory

Automation), FA (Factory Automation) への関心とともにローカルエリアネットワーク (LAN) が脚光を浴びるようになり、各種の LAN が発表、製品化された。

このような状況を反映して、最近のコンピュータ利用者は、システムの導入に当たって、ネットワークアーキテクチャに基づくシステムの構築、異機種間通信、新しいデータ通信網の利用、LAN の導入等を必要条件としてあげることが多く、これらの実現技術が重要になってきている。

本稿では、まずネットワークアーキテクチャ実現時の考慮事項について述べ、次に FNA (Fujitsu Network Architecture) と DCNA を例にして実現技術を紹介する。

2. 実現時に考慮すべき事項

ホスト計算機システムにネットワークアーキテクチャを実現するときに、考慮すべき事項には以下がある。

(1) ネットワークの連続性

ベーシック伝送制御手順端末などの利用者の現有資産とネットワークアーキテクチャ製品の混在を可能とし、ネットワークの連続性を保つこと。

(2) 異機種接続手段の提供

第二次回線開放の実施、VENUS-P サービスの開始により、今後異機間の通信需要がますます増大してくると考えられる。それを実現するための標準手段(例えば、DCNA による異機種間通信)を、ネットワークアーキテクチャとの融合を図って提供すること。

3. FNA の実現技術

ここでは FNA を例にして、ネットワークアーキテクチャを実現する方法について述べる。一般のネットワークアーキテクチャを実現する場合にも、この考え

† Implementation Techniques of Network Architecture by Hiroyuki OKADA, Shinsuke KOIDE and Osamu KOYANO (Fujitsu Ltd.).

** 富士通(株)情報処理事業本部

表-1 FNA のノード

種 別	特 徴
ホストノード	応用プログラムの実行、ネットワーク資源の管理と制御を行う。汎用計算機が相当する。
CCPノード	データの中継、通信回線の制御を行う。通信制御処理装置 (CCP) が相当する。
サブホストノード	応用プログラムの実行、自ノード配下のネットワーク資源の管理と制御を行うほかに、データの中継と通信回線の制御も行う。サブホスト計算機と分散処理プロセッサが相当する。
クラスタコントローラノード	ローカル処理機能を持つ端末ノード。多数の入出力装置を接続できる。
ターミナルノード	最もシンプルな機能を持つ端末ノード。少数の入出力装置を接続できる。

方は適用可能である。

3.1 FNA の概要

(1) ネットワークのモデル化

FNA では、コンピュータネットワークを、通信処理機能や情報処理機能を持つノード、ノードとノードとを接続するリンク、情報の発生源や宛先となるエンドユーザにモデル化している。

ノードはネットワーク内での役割に応じて、ホストノード、CCP (Communication Control Processor) ノード、サブホストノード、クラスタコントローラノード、ターミナルノードに分類される (表-1)。

リンクには通信回線とチャンネルがある。通信回線には、特定通信回線、公衆電話網、DDX 回線交換網/パケット交換網、PBX (Private Branch Exchange)、LAN などが含まれる。

エンドユーザには、利用者が作成するアプリケーション、オペレータ、デバイスが該当する。

(2) 階層構造

FNA のノードは、図-1 に示すように、論理的な7つの階層で構成されている。各階層の機能概要を

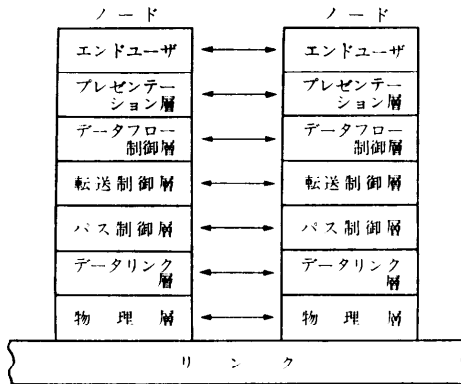


図-1 FNA の階層構造

表-2 FNA の階層構造と機能概要

階 層	機 能 概 要
エンドユーザ	応用プログラム、オペレータ、デバイスなどの情報処理機能。
プレゼンテーション層	圧縮/伸張、画面制御
データフロー制御層	要求/応答制御、チェイニング制御、送信権制御、フラグメント制御、順序番号の割当て
転送制御層	順序番号のチェック、フロー制御 (ポーシング)
バス制御層	ルーティング、中継、セグメンティング/リアセンブリング、ブロッキング/デブロッキング
データリンク層	隣接するノード間のデータ伝送制御。HDLC (NRM, ARM, ABM), CCITT 勧告 X. 25, ベーシック伝送制御手順
物理層	電気/物理的インタフェース。CCITT V シリース勧告, X シリース勧告

表-2 に示す。

(3) NAU とセッション

NAU (Network Addressable Unit) は、エンドユーザに対するネットワークへの窓口の役割を果たすと同時に、ネットワーク資源の管理と制御を行う。NAU には次の3種類がある。

- SSCP (System Services Control Point)

ホストノードに1つ存在し、ネットワーク全体の管理と制御を行う。

- PU (Physical Unit)

ネットワーク内の各ノードに1つ存在し、ノード内の資源の管理と制御を行う。

- LU (Logical Unit)

エンドユーザに対するネットワークの窓口であり、CCP ノードを除く各ノードに複数個存在し得る。

これらの各 NAU 間には、セッションと呼ばれる論理的なパスが設定され、このセッションを使って NAU 間の通信が行われる (図-2)。エンドユーザ間の通信は、LU-LU セッションを通して行われることになる。

(4) LU タイプ

FNA のエンドユーザを除く上位3階層 (プレゼンテーション層、データフロー制御層、転送制御層) は、NAU 間のプロトコルを規定している。各階層では、FNA の製品化を促進するために、機能とプロトコルの標準的なサブセットを規定しており、各々 PS (Presentation Service) プロファイル、FM (Function Management) プロファイル、TS (Transmission Service) プロファイルと呼ぶ。プロファイルには、サブセットの選び方により、いくつかの種類がある。

LU-LU セッションで使用する PS, FM, TS プロフ

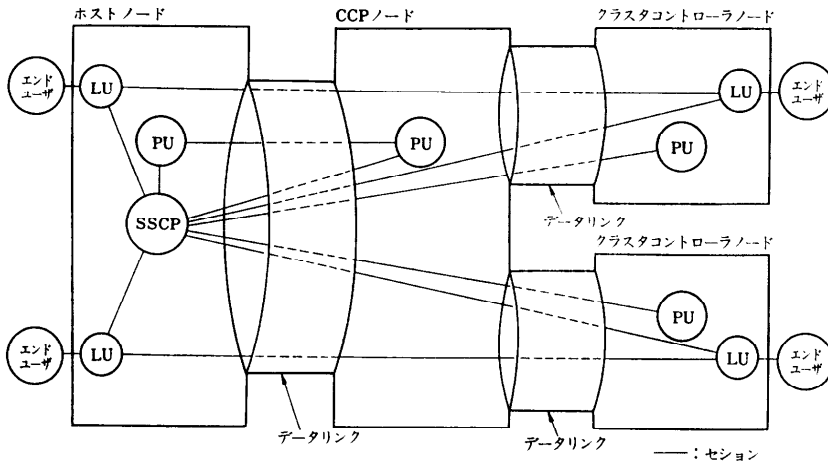


図-2 NAU 間のセッション

表-3 FNA の LU タイプ

LUタイプ	用途
0	他のLUタイプに属さないもの。製品ごとに、PS, FM, TS プロファイルを自由に選択できる。
1	1 LU で複数のデバイスを制御するのに適す。
2	1 LU で1ディスプレイ端末を制御するのに適す。
3	1 LU で1プリンタ端末を制御するのに適す。
4	1 LU で1または複数のデバイスを制御するのに適す。
6	応用プログラム間通信に適す。

イルは1つの組を構成しており、LU タイプと呼ばれている。LU タイプは複数種類用意されていて、使用する LU-LU セッションの性格にあわせて選択できる(表-3)。

3.2 実現技術

ネットワークアーキテクチャを実現する場合、①どの装置にどのタイプのノードを実現するのか、②ネットワークアーキテクチャのどの部分を実現するのか、③装置間、プログラム間の機能分担とインタフェースはどうか、を決めなければならない。

ここでは、ホスト計算機と CCP に FNA を実現する場合を例にして、②と③について述べる。

(1) サブセットの選択

FNA に限らず、ネットワークアーキテクチャは汎用的に規定されているため、機能やプロトコルが非常に大きかったり、インプリメントに任されている部分があったりする。そのため、実現に当たっては、最も適切なサブセットの選択とインプリメント依存部分の補完を各階層ごとに行う必要がある。

サブセットの選択は、次の項目に着目して行う。

● ネットワーク構成

適用する通信網(特定通信回線、公衆電話網、DDX 回線交換網/パケット交換網など)、伝送制御手順(HDLC NRM/ARM/ABM, ベーシック伝送制御手順など)、通信方式(全二重、半二重など)、通信相手のノードタイプなどにより下位階層のサブセットを選択する。関連する FNA の階層は、物理層、データリンク層、パス制御層である。

● 業務形態

適用する業務(TSS, ファイル転送, ジョブ転送, トランザクション処理など)と通信相手の装置(ディスプレイ装置, プリンタ装置, パソコンなど)により上位階層のサブセットを選択する。関連する FNA の階層は、転送制御層, データフロー制御層, プレゼンテーション層である。これらの各階層のサブセットの選択は、LU タイプの選択という形で行われる。

(2) 機能分担

1つのノードが複数の装置から構成される場合には装置間で、装置内ではハードウェアとソフトウェアとの間で、ソフトウェア内ではプログラム間で機能分担が行われる。

機能分担は、ハードウェアの能力とコスト、処理効率、信頼性、拡張性/柔軟性、インプリメントの容易性を考慮して決める。一般には、ネットワークアーキテクチャの階層単位、あるいは機能単位に分担することが多い。

ホストノードをホスト計算機に、CCP ノードを CCP に実現する場合の機能分担例を図-3 に示す、以下では、この図を例にして説明する。

ハードウェア/ ソフトウェア間の 機能分担	プログラム間の 機能分担		ハードウェア/ ソフトウェア間の 機能分担	プログラム間の 機能分担
ソフトウェア	応用プログラム・サブシステム (AIM, TSS/AIF, JES/NJE, HICS等)	エンドユーザ	CCPノードには これらの層は存在しない。	
		プレゼンテーション層		
		データフロー制御層		
	VTAM	転送制御層	ソフトウェア	NCP
バス制御層				
データリンク層				
ハードウェア		物理層	ハードウェア	

(a) ホスト計算機でのホストノードの実現例 (b) CCPでのCCPノードの実現例

- AIM: 汎用 DB/DC サブシステム
- TSS/AIF: インタラクティブ処理サブシステム
- JES: 総合ジョブスケジューリングサブシステム
- NJE: ネットワークジョブスケジューリングサブシステム
- HICS: バッチ伝送処理サブシステム
- VTAM: 通信アクセス法
- NCP: ネットワーク制御プログラム

図-3 FNAの機能分担

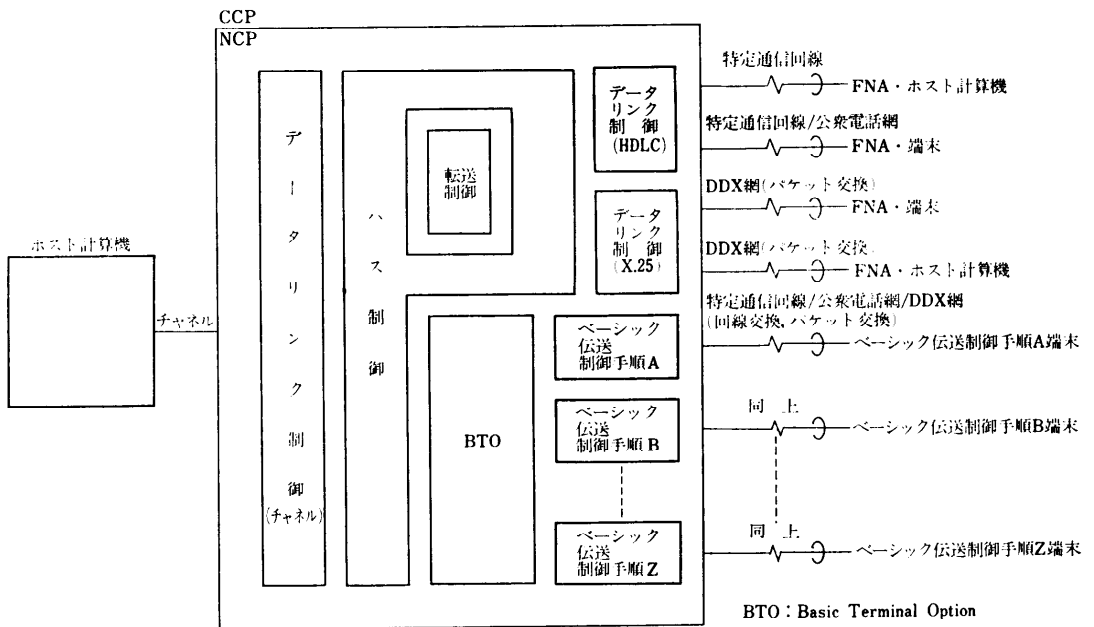


図-4 NCPの内部構造

表-4 CCP のハードウェア・ソフトウェア間の機能分担

CCP の種類	ハード・ソフト の機能分担 分界点	物理層	データリンク層		
			ビットのサンプリング, ビットの送付	オクテットの組立て/分解	フレームの組立て/分解
タイプ 1					
タイプ 2					ソフトウェア
タイプ 3		ハードウェア/ ファームウェア			
タイプ 4					

(a) ホスト計算機と CCP の機能分担

ホスト計算機と CCP に別々のノードを実現している、1つのノードをホスト計算機と CCP とで実現しているわけではないので、装置間の機能分担はない。

(b) CCP のハードウェア・ソフトウェア間の機能分担

物理層とデータリンク層の一部をハードウェアが、残りのデータリンク層とパス制御層、転送制御層をソフトウェアが分担している。

データリンク層の機能を少し詳細化し、考えられるハードウェアとソフトウェアの機能分担の分界点を表-4 に示す¹⁾。分界点の相違は、ハードウェアからソフトウェアへの割込み回数とソフトウェアの走行ステップ数に関係するため、CCP の性能に大きな影響を与える。最近の CCP は、タイプ3からタイプ4の間で機能分担を行っている例が多い。

(c) CCP 内のプログラム間の機能分担

CCP には、通信制御プログラム (NCP: Network Control Program) が存在する。NCP はデータリンク層、パス制御層、転送制御層を分担している。

NCP の内部構造を図-4 に示す。図中の BTO (Basic Terminal Option) は、FNA とベーシック伝送制御手順とのプロトコル変換を行うプログラムである。これによって、ベーシック伝送制御手順末を FNA 製品と同じインタフェースでサポートすることが可能になる。

(d) ホスト計算機内のプログラム間の機能分担

ホスト計算機内のソフトウェアは、物理層以外のすべての階層を分担する。図-3 に示したように、通信アクセス法 (VTAM: Virtual Telecommunications Access Method) がデータリンク層から転送制御層までを、AIM (Advanced Information Manager), TSS (Time Sharing System) などのサブシステムと応用プログラムがデータフロー制御層からエンドユー

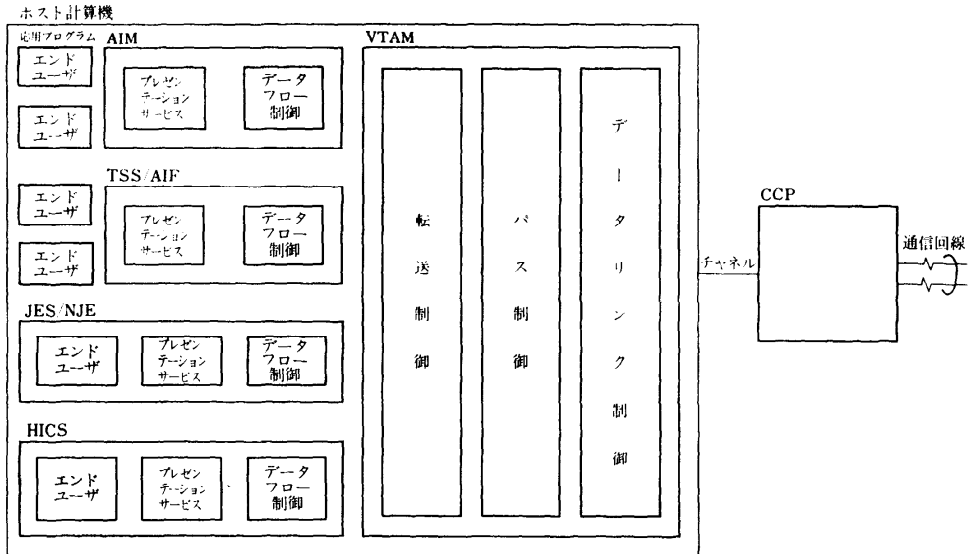


図-5 ホスト計算機内のソフトウェア構造

がまでを分担している。図-5 にホスト計算機内のソフトウェア構造を示す。

(3) インタフェース

ネットワークアーキテクチャでは、階層間で授受するデータと制御情報だけを規定している。階層間の具体的なインタフェースは、インプリメントする者が自由に決めることができる。プログラム間のインタフェースは、一般にマクロ命令と出口ルーチンで実現することが多い。

表-5 と表-6 に、VTAM とサブシステム/応用プログラムとのインタフェースを実現する VTAM マ

表-5 主な VTAM マクロ命令

分類	マクロ命令	概要
LUとのセッション確立・解放を行うマクロ命令	OPNDST	応用プログラムと通信相手のLUとのセッションを確立する。このマクロ命令によるセッションの確立後、そのLUとのデータ通信が可能になる。
	CLSDST	応用プログラムと通信相手のLUとのセッションを解放する。再度OPNDST マクロ命令によりセッションが確立されるまでは、そのLUとのデータ通信はできない。
	OPNSEC	応用プログラム間通信で、一次側応用プログラムから二次側応用プログラムに対して、二次側応用プログラムが肯定応答を返す。これによりセッションが確立する。
	REQSESS	応用プログラム間通信で、二次側応用プログラムが一次側応用プログラムに対して、セッション確立要求を行う。
LUとのデータフロー制御、データの送受信を行うマクロ命令	TERMSESS	応用プログラム間通信で、二次側応用プログラムが一次側応用プログラムに対して、セッション解放要求を行う。
	SEND	セッションが確立しているLUに対して、データ、データフロー制御コマンド/レスポンスを送信する。
	RECEIVE	応用プログラム宛てに送られてきたデータ、データフロー制御コマンド/レスポンスを、応用プログラム領域内に読み込む。

表-6 主な VTAM 出口ルーチン

出口ルーチン	概要
RPL 出口ルーチン	表-5 に示すマクロ命令の完了を通知する。
LOGON 出口ルーチン	通信相手のLUから受信したセッション確立要求を通知する。
SCIP 出口ルーチン	通信相手のLUから受信したセッション制御コマンドを通知する。
DFASY 出口ルーチン	通信相手のLUから受信した優先フローのデータフロー制御コマンドを通知する。
RESP 出口ルーチン	通信相手のLUから受信した次のレスポンスとコマンドを通知する。 ・データに対するレスポンス ・普通フローのデータフロー制御コマンド
LOSTERM 出口ルーチン	通信相手のLUとのセッションが切断されたことを通知する。

クロ命令と VTAM 出口ルーチンの例を示す。

4. DCNA の実現技術

既に FNA を実現しているホスト計算機と CCP で DCNA を実現した。ここでは、この実現方法を例にして、既存のネットワークアーキテクチャ実現システムに、新たに他のネットワークアーキテクチャを実現する方法について述べる。

なお、DCNA については文献 2) を参照されたい。

4.1 実現方式

まず、実現方式を決定する時の考慮事項について述べる。

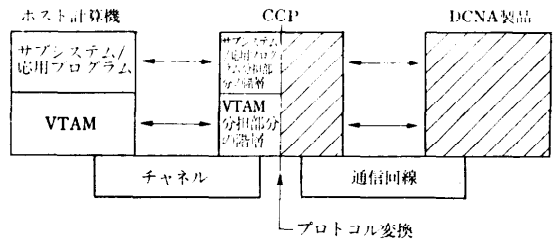
- 重要なプログラム間インタフェースの尊重

既存のネットワークアーキテクチャ実現プログラム間のインタフェースに影響を与える方式であってはならない。言い換えれば、既にあるインタフェースに準拠した実現方式でなければならない。

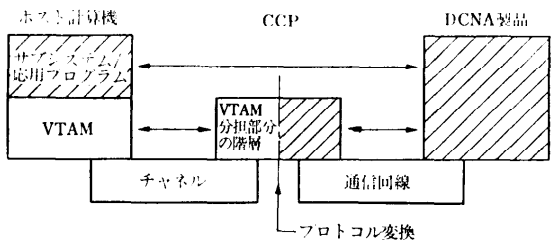
- 複数の異なるネットワークアーキテクチャの混在

新たに他のネットワークアーキテクチャを実現したとしても、それで世の中のすべての計算機や端末装置と通信できるわけではない。更に、他のネットワークアーキテクチャの実現が必要になるかもしれない。その時に、それらが1つのシステムに混在できる実現方式でなければならない。

以上の考慮事項を満足する実現方式は、図-6 に示



(a) 全面プロトコル変換方式



(b) 部分プロトコル変換方式

注) 斜線部分は DCNA の階層

図-6 DCNA 実現方式例

すように、2通り考えられる。

(1) 全面プロトコル変換方式

CCP で FNA と DCNA との間のプロトコル変換を、物理層（物理レベル）からエンドユーザ（情報処理レベル）までの全階層に対して行う方式である。ホスト計算機内の応用プログラム、サブシステム、VTAM の修正は伴わない。

(2) 部分プロトコル変換方式

CCP で FNA と DCNA との間のプロトコル変換を、VTAM 分担部分の階層に対して行う方式である。ホスト計算機内の VTAM の修正は基本的に伴わないが、サブシステムと応用プログラムは DCNA 用に新規作成する。

全面プロトコル変換方式と部分プロトコル変換方式のどちらを採用するかは、ネットワークアーキテクチャの上位階層のプロトコル変換の可能性と開発量に依存する。一般には、下位階層（FNA のデータフロー制御層以下）は国際標準があり、各ネットワークアーキテクチャ間に共通性もあるので、プロトコル変換の実現可能性は高い。しかし、上位階層（FNA のプレゼンテーション層以上）は、大部分の場合ネットワークアーキテクチャ間の共通性がない。また、たとえプロトコル変換が可能であっても、制約が大きく運用に耐えられなかったり、開発量が膨大になったりする場合が多い。

4.2 FNA と DCNA の対応

プロトコル変換を実現するには、ネットワークアーキテクチャの論理要素間、階層構造間の対応づけが必要になる³⁾⁻⁵⁾。

		情報処理レベル	
エンドユーザ		応用機能層	機能制御レベル
プレゼンテーション層		システム機能層	
		基本属性処理層	
データフロー制御層		データユニット制御層	
転送制御層			
パス制御層		トランスポートユニット制御層	トランスポートレベル
		方路制御層	
データリンク層		データリンク制御レベル	
物理層		物理レベル	

FNA DCNA

図-7 FNA と DCNA の階層構造の対応

表-7 FNA と DCNA のノードの対応

FNA	対応関係	DCNA
ホストノード	↔	N 5
CCPノード	↔	N 4
サブホストノード注1)	↔	N 3注3)
クラスタコントローラノード	↔	N 2
ターミナルノード注2)	↔	N 1

注1) サブホストノードはN5とN2の両方の機能を持つ。
 注2) ターミナルノードに対応するDCNAのノードは存在しない。
 注3) N3ノードに対応するFNAのノードは存在しない。

表-8 FNA の NAU と DCNA のプロセスの対応

FNA	対応関係	DCNA
SSCP	↔	SMP
	↔	UMP
PU	↔	SP
LU	↔	UP

表-9 FNA のセッションと DCNA の論理パスの対応

FNA	対応関係	DCNA
データリンク	↔	Dリンク
		Tパス注)
SSCP-SSCPセッション	↔	SCP用Fパス
SSCP-PUセッション	↔	
SSCP-LUセッション	↔	
LU-LUセッション	↔	UCP用Fパス

注) Tパスに対応するFNAの論理パスは存在しない。

(1) モデル化されたネットワーク構成要素間の対応

ノード間、リンク間、NAUとプロセス間の対応をとる必要がある。対応づけの方法には1:1で行う方法と1:nで行う方法がある。FNAとDCNAのノードの対応関係を表-7に、NAUとプロセスの対応関係を表-8に示す。

(2) 論理パスの対応

表-9にFNAとDCNAの論理パスの対応関係を示す。DCNAのTパスに対応するFNAの論理パスは存在しない。

(3) 階層構造の対応

FNAとDCNAの階層構造の対応関係を図-7に示す。各階層ごとに機能、プロトコルの対応づけを行う必要がある。

コマンドの対応づけの方法には、1:1, 1:0, 0:1, m:n の対応づけの方法があり、コマンドごとに対応づけする (図-8)。大部分の場合、1:1の対応がつく。

コマンドに対する応答の返し方には、リンク・バ

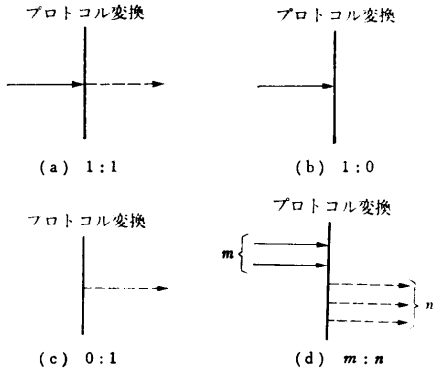


図-8 コマンドの対応関係

イ・リンク方式とエンド・ツー・エンド方式がある (図-9)。終端ノード間で同期をとる必要がある場合には、エンド・ツー・エンド方式を採用しなければならない。

4.3 実現例

FNA 実現システムに、部分プロトコル変換方式で新たに DCNA を実現した例を紹介する (図-10)。

(1) サブセットの選択

ホスト計算機と CCP で N5 ノードを実現した。

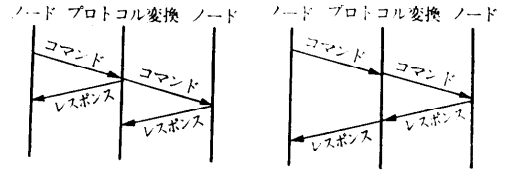
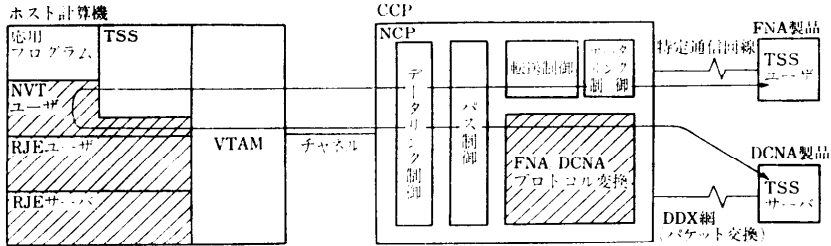
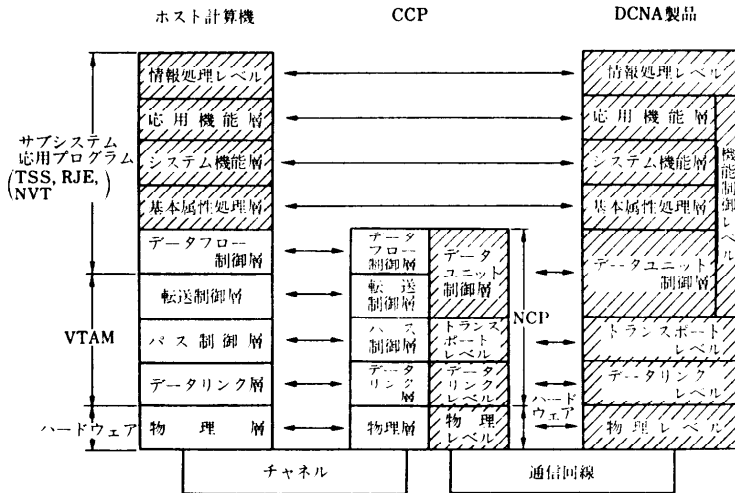


図-9 コマンドに対する応答の返し方



NVT: Network Virtual Terminal (ネットワーク仮想端末)
 RJE: Remote Job Entry (リモートジョブエントリサブシステム)
 注) 図中の矢印⇔はデータの流れを示す。
 ・斜線部は DCNA 用に新規作成されたプログラム。TSS と VTAM にも手が入っている。

図-10 DCNA 実現システムのソフトウェア構造



注) 斜線部分は DCNA の階層

図-11 DCNA 実現システムの機能分担

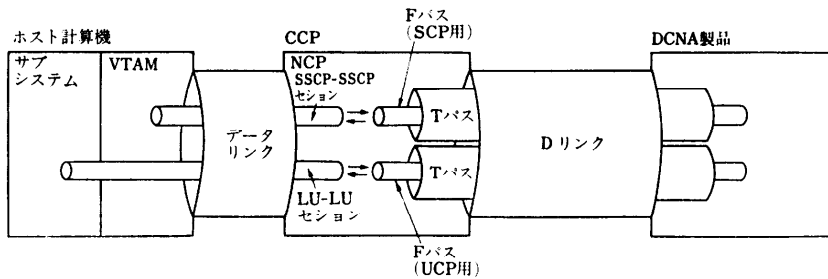


図-12 DCNA 実現システムの論理バスの対応

通信相手のシステムとはネットワーク管理を独立に行うために、論理ネットワークの管理単位を別にして、通信網は DDX パケット交換網を選択し、データユニット制御層の上に N-1 ネットワークで使用している RJE, NVT プロトコルを実現している。

(2) 機能分担

図-11 にホスト計算機と CCP の機能分担を、図-12 に論理バスの対応を示す。

(3) インタフェース

プログラム間のインタフェースは、FNA の場合と大部分が同じである。VTAM マクロ命令の一部のオペランドに DCNA 用の追加がなされている。

5. あとがき

ネットワークアーキテクチャの実現技術を、FNA と DCNA を例にして解説した。ネットワークアーキテクチャは、それ自体が通信網の変革に対して強い構造を持っている。その特徴を生かした実現方法を採用

することが、変革への対応を行い易くする。

今後は、INS などの新しい通信網への対応と、OSI による異機種接続の実現が課題と考えている。

参考文献

- 1) 橋本昭洋, 山下正秀: 通信制御プロセッサ, 信学誌, Vol. 62, No. 11, pp. 1296-1303 (1979).
- 2) 日本電信電話公社施設局編: DCNA 基本概念, 日本データ通信協会 (1981).
- 3) 梶原俊男他: DCNA と他ネットワークアーキテクチャとの相互接続方法, 情報処理学会第22回全国大会論文集, pp. 581-582 (1981).
- 4) 浅野正一郎他: N-1 プロトコルと DCNA の変換方式, 情報処理学会第25回全国大会論文集, pp. 757-758 (1982).
- 5) 安永尚志他: N-1 プロトコルと DCNA のネットワーク管理機能の変換, 情報処理学会第25回全国大会論文集, pp. 759-760 (1982).

(昭和 58 年 6 月 2 日受付)

