

## SNA (Systems Network Architecture) の概要\*

三井 信雄\*\*

### 1. ま え が き

IBM の藤沢研究所は、創立以来、全世界に広がる研究開発組織の一環として、特に電子計算機を利用した通信システムおよび、その装置の開発に従事してきた。本文はこのたび研究成果の一部であり新しく IBM 標準システムとして発表した通信システムのアーキテクチャである、Systems Network Architecture (SNA) を取り上げ、この開発の背景、設計思想および構造の概略についての解説を試みる。

SNA は IBM の今後の通信システムの中核をなすもので、今後開発される新機種および、サポートプログラムシステム等はすべてこの考えに基づくものであり、新しいコンピュータ・コミュニケーションの幕開けをなすものといっても過言ではない。これは過去、電子計算組織において、システム/360 が互換性の問題を統一的なアーキテクチャによって解決し、システム/370 が仮想記憶の概念で機械固有の制約である主記憶装置の容量問題を解決したものに匹敵するものと。我々は評価している。

なお、このシステム体系が、米国 IBM のラレー研究所、キングストン研究所および藤沢研究所の国際的な共同開発によって実現できたことは一つの成果といえよう。

### 2. オンライン・システムとその問題点

1960 年に電子計算機と遠隔端末装置を結ぶ通信システム、すなわちオンライン・テレプロセッシング・システムの概念が現われて以来、数多くのオンライン・システムが開発され導入されてきた。しかし多くの場合、これ等のシステムは個々のアプリケーションを満足する専用システムとして設計されており、必ずしも統一的な体系に沿って設計されたものではなかった。

例えば IBM の場合でも、現在 200 種以上の端末装置に対し 56 種のテレプロセッシング・アクセス手段および、15 種の回線制御手順が提供されているが、これ等の製品は基本的な標準化が図られておらず、この結果ハードウェアおよびサポート・ソフトウェアの互換性が一般には保証されていない。したがって次に述べる事態の発生を招いている。

- 1) アプリケーション・プログラムは通信回線網の変更により大きな影響を受ける。
- 2) 各種の端末接続には多種の回線制御を必要とし、したがって回線数が増大し、コストが比例的に増大する。
- 3) 現在、多くのオンライン・システムは機能集中型であり、中央の電子計算機システムにより制御される依存度が高いため、各種の端末制御のために異なった制御用ソフトウェアが必要になる。このため中央演算装置の機能増大等コスト増を招く。
- 4) 計算機、回線、あるいは多重回線制御装置の故障は直接端末機能の停止につながる。

これ等の事象は卒直に言って業務拡大に対応した拡張に対して融通性を失し、かつ使用者側の大きな負担を招いており、たとえば、大規模なオンライン・システムの設置には、新システムの導入に、最低 3 年、新しい機能の追加でも 1~2 年の歳月を費やしているのが現状である。

然し、一方近年、オンライン・システムに対する市場需要、アプリケーション分野の拡大は、年率 20~30% の端末台数の急速な増加を予測しており、上記の諸問題を解決する標準化した体系と、これを基盤とする新製品開発の重要性が必要不可欠な条件として求められるようになってきた。

このことは IBM 開発部門内部でも大きな研究課題となり、オンライン、通信システムの分野において基本的な思想の転換と、新しい通信システムのアーキテクチャの確立をうながす動機となった。

これは過去、電子計算機の分野において、システ

\* The Concept of Systems Network Architecture by Nobuo MII (IBM-Japan Fujisawa Development Laboratory)

\*\* 日本アイ・ビー・エム(株)藤沢研究所

ム/360 が互換性の問題を単一アーキテクチャに基づいたファミリー体系により解決し、システム/370 が機械固有の制約である主記憶装置の容量問題を仮想記憶の概念により取り除いたと同様の重きをもつものと言っても過言ではない。

### 3. SNA (Systems Network Architecture) 確立の背景と思想

オンライン・システムは一般に図-1 に示すようにアプリケーション・プログラムと端末装置オペレーターとの交信として描くことができ、その構成を分析してみると次のような情報の流れが認められる。まずアプリケーション・プログラムで準備した情報は、端末装置オペレーターの必要とするデータに変換され、次に回線ならびに制御装置の管理機能を介して、回線を制御し遠隔地の端末制御装置に転送される。端末装置は、制御情報を解釈し、データを必要な形に整えオペレーターに表示する。逆にオペレーターより入力されたデータは逆の順序の経路を経てアプリケーション・プログラムに適した情報として処理されることになる。

しかしこれ等の処理は残念なことに、従来電子計算機の I/O 処理の一部としてのみ取り扱われ、システム

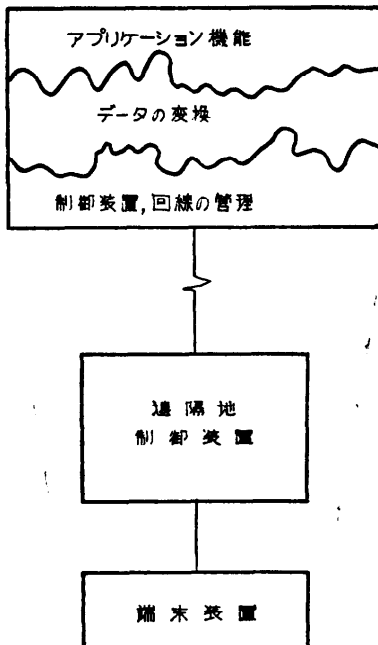


図-1 従来のオンライン交信の構成

的に明確な形で、a) システムの概念体系の定式化、b) 構成要素の機能の定義、c) 各要素間の規定（例えば情報送受の形式、制御情報の定義）等が十分に配慮されていなかった。

そこで我々は、各種の統一手段としての方法を論じたが、結果的に次の項目に示すごとく、この新しいアーキテクチャの基本目的をまとめた。

#### 1) 機能の分散

オンライン・システムを構成する各装置に LSI 化したマイクロ・プロセッサを組み込む事により、従来中央の計算機システムに集中されていた機能の一部を各装置に分散させる。特に機能的に中央の計算機と対応し得る能力を端末装置に持たせる事により、

- システムの性能改善
  - \*応答時間の短縮
  - \*主計算機の能率向上
- システムの信頼性、可用性、保守性の改善
  - \*端末側処理による故障回復処理の増加
  - \*端末内故障に対する自己診断

の利点を得ることが可能となる。この利点を生かすには、分散された機能間で種々の情報交換が可能となるアーキテクチャを配慮しなければならない。

#### 2) 回線網性質の透過性

アプリケーション・プログラム、端末オペレーター（総称してエンド・ユーザーと呼ぶ）が従来一部負担していた物理的な通信回線網の制御機能の管理を全てメーカーの用意するコントロール・システムに任せる。すなわち、エンド・ユーザー間の交信には物理的な回線網の構成とは全く独立な、論理経路に対するアクセス機構のみを準備する。このことは表現をかえれば回線網制御機能をエンド・ユーザーから完全に分離し統一的に扱えるアーキテクチャを実現することにある。

この利点としては以下の事が期待される。

- A) 回線網構成の変更、拡張等はエンド・ユーザーに対し全く変更を要求しない
- B) 物理的な回線経路は、システムの共用リソースとし、伝送エラー回復、経路選択、伝送データのブロッキング、セグメンティング等の機能を最適の形で運用できるようコントロール・システムを独立に形成できる

#### 3) 端末装置制御の独立化

従来、各端末装置ごとに定めていた装置の制御に関する標準化を図る。この利点はアプリケーション・プ

プログラムに対し装置固有の性質からの独立を求めたもので、できれば、オペレーター・インタフェースまでも共通化、標準化することを考えている。このためには装置固有の性質と、標準制御手段との間に変換機能を定義し、これをすべてのエンド・ユーザーに持たせるアーキテクチャを必要とする。これは一般のオペレーティング・システムにおける、デバイス独立性の概念と共通する。

#### 4) システム構成の融通性

回線制御手順および回線制御規定を統一し、システムの各装置が自由に同一の回線網に接続し得る機能を備えさせる。このことにより、アプリケーションプログラム、端末機器の変更、追加がシステムの要素に全く影響を与えずに可能になる。この目的のためには回線制御機能、および回線網制御機能を、それぞれ利用者側の機能から分離するアーキテクチャが必要となる。

### 4. SNA の構成概念

前章で述べた思想にもとづいて、通信回線制御システムを統一的にみた Systems Network Architecture (SNA) を確立し、一般化した形で、これ等の系を図-2 に示すような形に定式化した。SNA では二点間、またはそれ以上の各点間の通信を行う場合、これに包括する機能を次の三つの機能層に分離し、かつ層間の通信を定義した。

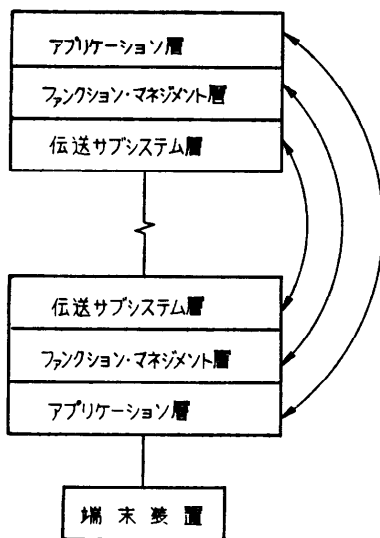


図-2 SNAによるオンライン交信の構成

#### 1) アプリケーション層

この層は相手のアプリケーション層と交信し、ユーザーのデータ処理に関連するアプリケーション機能にのみ関与し、回線制御や、通信システム内でのデータの伝送制御には関与しない。

#### 2) ファンクション・マネジメント層

この層はアプリケーション層と伝送サブシステム層とを結び、アプリケーション層間の一方から他方への情報の変換表示および論理的な回線網の構成に関与する。

一方のファンクション・マネジメント層により、標準形式化したデータは、他方のファンクション・マネジメント層において解釈され、その側のアプリケーション層に適した固有の形で処理する。例えば相手先が異なる電子計算機システムであれば、その側で固有のデータの流れの形に、端末機ではその固有の制御方式に変換する。また論理的な回線網を介して情報を送受する各通信点はこの層の中で明確に位置付けされる。したがってファンクション・マネジメント層のもつ機能は従来混然としていたシステム制御系の機能を完全に分散し、その性格付けを理論的に明確にするところに特長がある。

#### 3) 伝送サブ・システム層

この層は、通信システムの始点、終点間のデータの移動および、伝送制御に関与し、伝送されるデータの内容には全く触れない。このため、二点間の伝送方法に変更を生じてもデータ自体の流れとは独立性を保てる利点がある。

以上簡単に三つの機能層に触れたが、全てのアーキテクチャの考えの中には、a) 各層の変更が他の層に全く波及しないこと。b) かならず、異なる二点間およびそれ以上の通信システムでは、機能層の独立性を原則とし、明確な機能分散を行うことが基本的なルールとして存在していることを強調したい。

#### 4.1 論理的構成

SNA の構成はすでに述べてきたように、エンド・ユーザーと呼ばれる、アプリケーション・プログラム、端末機、またはそのオペレーターという論理要素間を、通信システム（ネットワーク）と呼ばれる媒体を通していかに論理的に結びつけるかが基本的な原則となっている。そのためには複数のエンド・ユーザーはあらかじめ通信システムにおける情報の搬入、搬出口として設定された点、Network Addressable Unit (NAU) を介してネットワークを構成することが必要

であり、セッションと呼ばれる論理的接続が両者の NAU の間に成立していなければならない。

NAU は機能的に次の三種に分類される。

- ロジカル・ユニット (Logical Unit: LU)
- フィジカル・ユニット (Physical Unit: PU)
- システム・サービス・コントロール・ポイント (System Services Control Point: SSCP)

LU はオンライン・システムの本来の目的であるアプリケーションを行うエンド・ユーザーを接続する基本の NAU である。そのため LU には適当な他の LU とのセッション (LU-LU セッション) を設けることが許されている。また LU は特定の条件としてすべてのネットワークを管理する部分である SSCP とセッションを持つ事ができる。(SSCP-LU セッション)。

PU は特定の目的に定められたもので、一般に各制御装置ごとに存在し、物理的に最低限一個は存在しシステムの起動時に自動的に SSCP と接続され (SSCP-PU セッション)、通信ネットワークの物理的なシステム構成や接続の制御を行い、また必要により保守用の統計データの収集等を行う機能を有している。

図-3 は 3 種の NAU および、これらの間に定義された 3 種類のセッション (LU-LU, SSCP-LU, SSCP-PU) を示すもので、これはたんにアプリケーション・プログラムと端末装置の論理的接続 (LU-LU セッション) のみでなく、ネットワーク全般管理のための SSCP-PU、および SSCP-LU 間のセッションにも同じ階層構造を適用し、伝送サブシステムに対して、共用性、独立性を保証しようとしたものである。したがってこれ等の機能はファンクション・マネジメント層に属することになる。

伝送サブシステム (図-4 参照) は NAU 間の情報の移動を実際に行う部分で次の三つの要素で構成され

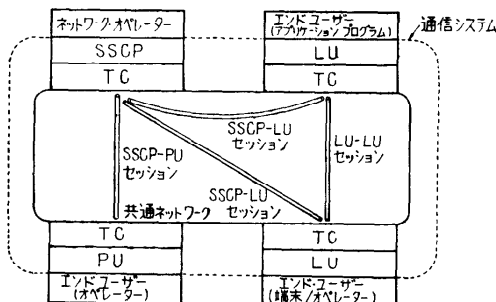


図-3 オンラインシステムの論理的構成-1 (NAU の種類とその間のセッション)

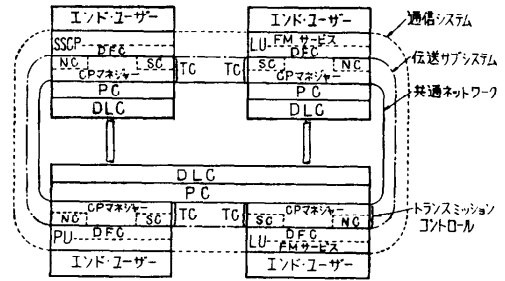


図-4 オンラインシステムの論理的構成-2 (伝送サブシステムの構成)

ている。

- データ・リンク・コントロール (Data Link Control: DLC)
- パス・コントロール (Path Control: PC)
- トランスミッション・コントロール (Transmission Control: TC)

DLC は回線の両端に存在し PC 間の情報の移動を制御する部分である。現在 SNA ではシンクロナス・データ・リンク・コントロール (SDLC) の定める手順を通信回線の制御に用いるが、特定の形式として直接システム/370 のチャンネルによる制御も DLC の一部として配慮している。

PC は受け取った情報の最終的な行き先を知ることにより、次にどの PC もしくは TC に情報を送れば良いかを決定する。

この PC と DLC がネットワーク内の回線の各分岐点に存在することにより通信回線を多くのアプリケーションが同時に共用することが可能になる。SNA では PC, DLC および通信回線を合わせて共通ネットワークと呼び、NAU は TC を論理的接合点としこの共通ネットワークを駆動することができる。図-4 は、一組の PC, DLC に対し二種の NAU が接続できる例を示した。

トランスミッション・コントロール (TC) はまた次の三つの論理部分から構成されている。

- コネクションポイント (CP) マネジャー
- セッション・コントロール (SC)
- ネットワーク・コントロール (NC)

CP マネジャーは NAU, SC および NC と論理的な連結を持ち、情報単位ごとに順序番号の発生コントロールとチェックを行い、例外情報の報告処理を行う。また共通ネットワークに出入りする情報の量を制御し相手の CP マネジャーとの間に相互にこの情報の

交換をする役目を果たしている。

SC は相手方 NAU とのセッションのために必要な装置、機能を確保し、セッションを成立させることを主とした役割としているが、セッション間に重大なエラーが生じた場合、各機能を初期の状態に戻し、再びデータの送受を開始させる役目を果たしている。

NC は既に成立したセッションを用いて、NAU と NAU 間の交信とネットワーク制御のための情報を交換する。

### 4.2 物理的構成

ネットワークを物理的に結合するために、論理的構成とは別に、次の4つのノードおよびノードを結ぶリンクが定義されている。

- ホスト・ノード
- コミュニケーション・コントローラ・ノード
- クラスター・コントローラ・ノード
- ターミナル・ノード

ホスト・ノードは SSCP を内蔵しアプリケーション・プログラムの実行、データ・ベースの管理等を行う。

たとえば、DOS/VS, OS/VS1 および VS2 のもとで動く、VTAM を有するシステム/370 が挙げられる。

コミュニケーション・コントローラ・ノードは少なくとも PC, DLC を内蔵し多数の通信回線の制御を行い、回線の分岐点における制御装置ともなる。またターミナル・ノードが接続する場合には、その機能の一部を負担することができる。例として NCP/VS のもとで動く IBM 3704, 3705 通信制御装置が挙げられる。クラスター・コントローラ・ノードは幅広いエンド・ユーザーの要求を満たすために、広範囲の装置との接続機構をもつがホストやコミュニケーション・コントローラ・ノードが持つ程度の通信回線制御の能力は有しないものである。例としては IBM 3601, 3791 制御装置などが挙げられる。

ターミナル・ノードはクラスター・コントローラ・ノードよりさらに通信回線制御の能力に欠けるものであり、IBM 3767 通信端末装置がこれに相当する。図-5 はこれらのノードとリンクによって構成された物理的なオンライン・システム構成の形式を示すもので、この図では更に各ノードに存在する LU, PU および SSCP を示すことにより論理的構成との対比が

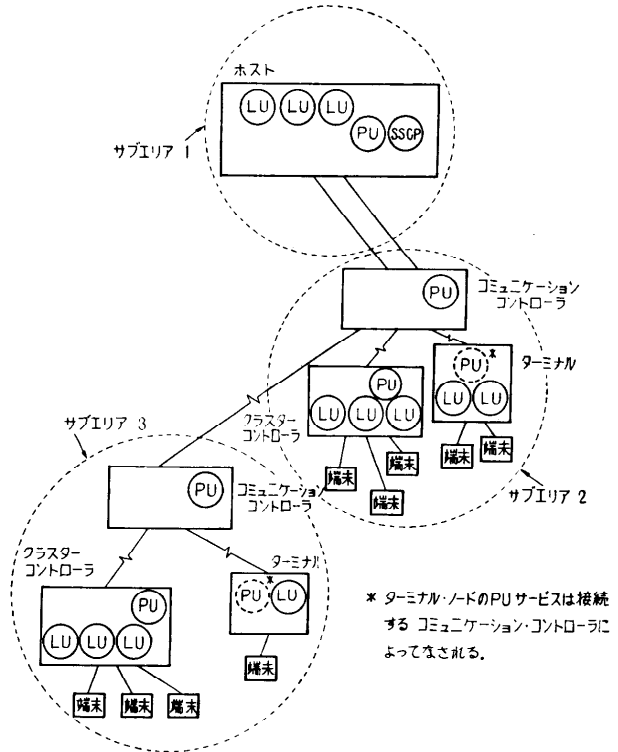


図-5 SNA の物理的構成

表わされている。

### 4.3 SNA における機能対

SNA における情報の流れを説明する前に、このアーキテクチャの特長である、コネクション・ポイント (CP) マネジャーを介して共通ネットワークを利用する次の4つの機能対について触れる必要がある。

- ファンクション・マネジメント対 (FM-FM)
- データフロー・コントロール対 (DFC-DFC)
- セッション・コントロール対 (SC-SC)
- ネットワーク・コントロール対 (NC-NC)

この中で最初の二つはファンクション・マネジメント層に属する機能間の交信であり、あとの二つはトランスミッション・コントロールに属するものである。後者の二つについては前項で触れた。

#### A) ファンクション・マネジメント対

この機能対の送受する情報は、アプリケーションが必要とする本来の情報およびこれに対応する応答である。

#### B) データフロー・コントロール対

DFC によって扱われる情報は、そのセッション内

において上記ファンクション・マネジメント対の情報の送受を停止、開始または一連の情報を廃棄するなどデータの流れを制御するために用いられる。

前述の DLC が回線における情報の伝送制御方式であるのに対し DFC は共通ネットワークの両端にあるアプリケーション層間の情報伝送の制御方式である。

この DFC は共通ネットワークの使用者独自に定める事も可能であるが、SNA では次の基本的な制御方式を用意している。

i) セッション内のデータ伝送の管理方式

物理的回線の半二重、全二重にかかわらず、論理的な経路は全二重と決め、アプリケーションプログラムの作成を容易にする。

データ・フローの方向を変換する指標を用いることにより、半二重方式での通信も可能となり、アプリケーション層は会話形の仕事ができる。

ii) 応答方式

送信側は送り出す情報に対し、その応答の可否を指定することが可能である。応答方式には応答を要求しないもの、エラーが起きた時のみ応答を要求するものおよび応答を必須とするものの三種類が決められている。

iii) ブラケット

SNA では、セッションの定義にあたり、セッション中の仕事に対する他のセッションからの干渉を防ぐ工夫がされている。更にセッション内においても同一の NAU に接続するエンド・ユーザー間の干渉を防ぐため、ブラケットと呼ぶ制御方式が用意されている。これはブラケット開始終了の二種類の指標を用い、開始より終了までの間は伝送の当事者以外のエンド・ユーザーによる FM 情報の取り扱いを禁ずるものである。

4.4 SNA 情報の流れと制御

以上述べた諸機能を SNA における情報の流れとして要約すると図-6 のごとく示すことができる。この例では三つのノードから構成されるネットワークについての情報と制御の流れを示す。発信点のエンド・ユーザーは情報を制御パラメーター、およびデータ (Request-Response Unit: RU) ① として TC の一部である CP マネジャーに渡す。CP マネジャーは、これらの情報をもとに RH (Request-Response Header) を作成し、RU と接合して Basic Information Unit (BIU) ② を構成する。RH に含まれる制御情報としては、次のような情報を包含している。

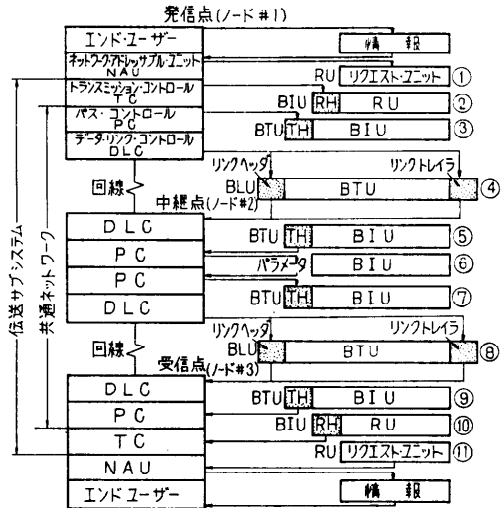


図-6 ネットワーク中を流れる情報の形態

- 1) FM データ RU, DFC・RU, SC・RU または NC・RU の区分
- 2) 前後に連続した他の RU との連結性の指示
- 3) 応答の方法に関する指示
- 4) エラー等に関する特殊情報の指示
- 5) データ・フローコントロール情報の指示

したがって RH は受信点の CP マネジャーによって解釈されチェックされる制御情報として RU とともに、直接 DLC を介して回線上に伝送されるデータとして取り扱われる。

PC は関係する NAU の所在および、そこに至る経路を知っており、使用すべき回線を選ぶ、各回線には、その信頼性、使用できるバッファ容量に従い伝送可能な最大のデータ長が決められており、BIU がそれに比して長い場合は、PC によって、セグメントに分割される(図-7 次頁参照)。PC は他の PC のための制御情報を作成し、BIU または BIU の各セグメントの前に TH (Transmission Header) として付加する。SNA ではこの TH と BIU の組合せを Path Information Unit (PIU) と呼ぶ。また逆にこの PIU が回線の能力に比して短い場合には、他の PC に送るべき PIU をもいくつかまとめて、DLC に渡し回線の効率向上を図ることもできる。これをブロッキングと呼び、PC が DLC に渡す情報の単位を総称して Basic Transmission Unit (BTU) ③ と呼ぶ。

TH に含まれる制御情報は

- 1) TH の長さを示す情報

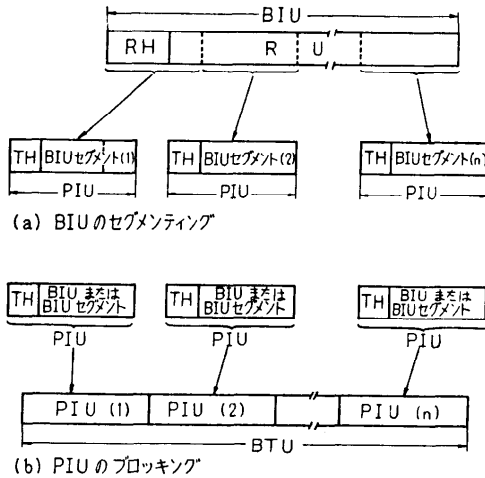


図-7 PC によるセグメンティングとブロッキング

- 2) セグメンティング、ブロッキングに関する情報
- 3) PIU 伝送の優先度を示す情報
- 4) 発信および受信の NAU の番地

などから成立っている。

この BTU は DLC 内部で SDLC として伝送上必要な Link Header, Link Trailer をデータ両端に付加しネットワーク回線に直接伝達される Basic Link Unit (BLU) ④ に変換される。

中継点に相当するノードは DLC と PC の一対によって構成されており、TH をチェックすることにより最終受信点であるノード #3 に必要とする TH に変更するのみで⑦基本となる BIU はそのままの形で伝達される。受信点のノード #3 は SDLC の形⑧でノード #2 から送られてきた信号を自分の持つ論理構成で解釈し、最終的に NAU で発信点より送られてきた RU ⑩を取り出しエンド・ユーザーに提供する。

またこの系で前に触れたごとく、各 PC には物理的なライン接続の情報を持っており、必要によっては回線ネットワークの構成をかえることができる。

### 5. むすび

以上 SNA の設計思想および構造の概略について解説したが、これを具体化するには、個々のアプリケーション・プログラムに独立して、統一した機能体系を理

論的に共通化した形でまとめることが必要である。したがって実際の機器には物理的には冗長と思われる機能を基本機能として備える事が必要となってくる。

近年のハードウェア技術の動向はこれを可能にし、大規模集積回路 (LSI) 技術の進歩は高性能、高信頼度、低価格のマイクロ・プロセッサの実現を可能にした。この汎用マイクロ・プロセッサの利用による融通性の拡大は、この新しい SNA 出現の原動力となり、実用化への大きな前進をもたらした。例えば SNA 機能を完全に装備した卓上型の IBM 3767 通信端末装置にも、この種のマイクロ・プロセッサが用意されている。最後にこの稿をまとめるにあたり、いろいろ準備および整理を援助され、SNA 立案の一人でもあった三上君および彼の部下である丸山、野村の両君に感謝する。

なおこの SNA 自体が英文を中心として構成された関係から、用語の日本語における定義づけがまだ不十分であり、読者に対してお詫びを申し上げるとともに参考として末尾に一応、現在提案されている英文、和文の用語対応表を用意した。

### SNA 用語

Application Layer	適用業務層
BIU	基本情報単位
BLU	基本リンク単位
BTU	基本伝送単位
Cluster Controller	集合制御装置
CPM	結合点管理
Data Flow Control	データ流れ制御
Data Link Control	データリンク制御
Function Management Layer	機能管理層
Logical Unit	論理装置
NAU	ネットワーク・アドレス可能単位
Network Control	ネットワーク制御
Path Control	経路制御
Path Information Unit	経路情報単位
Physical Unit	物理装置
Presentation Service	提示サービス
RH	要求応答ヘッダー
RU	要求応答単位
Session Control	セッション制御
SSCP	システム・サービス制御点
TH	伝送ヘッダー
Transmission Control	伝送制御
Transmission Subsystem Layer	伝送サブシステム層

(昭和 50 年 8 月 18 日受付)