コンピューターネットワークアーキテクチャー

国際電信電話株式会社研究所 小 野 欽 司

コンピューターネットワークアーキテクチャーの導入により、コンピューターシステムは今後ネットワーク化あるいは分散処理指向して大きく発展していくであろう。本稿ではコンピューターの分野で最近話題になっているコンピューターネットワークアーキテクチャーについて解説する。

1. ま え が き

コンピューターと通信回線の結びつきは、1965年頃より本格化し、MITのMULTICS等を初めとして、相対いで実用的なTSSシステムやオンラインシステムが開発された。以来10余年の年月が過ぎたが、この間、データ通信技術の進歩は目をみはるものがあり、商用TSS、座席予約、銀行業務、交通管制、という広範囲の分野で目覚ましい発展をとげ、社会経済活動に大きな比重を占めるようになっていく。

いわゆる第3世代のコンピューターの出現に際して“コンピューターアーキテクチャー”の概念が導入された。しかしながら第3世代のコンピューターアーキテクチャー確立時には、データ通信の今日のような発展は予期していなかったのが実情であり、オンライン分野における統一的なアーキテクチャーの確立はなおざりにされていたといえる。このため、データ通信システムは、個々のアプリケーションを満す専用システムとして設計されており、必ずしも統一的なアーキテクチャーに沿って設計されたものではなかった。その結果、多種多様なアクセスメソッド、伝送制御手順、端末装置が存在する状態となり、各メーカーともになんらかの標準化や体系化を必要とするに至った。

一方、LIS技術の発達、マイクロプロセサーを用いた端末インテリジェンスの拡充、およびミニコンピューターの発達によるコンピューティングパワーの分散は、データ通信システムにおける分散処理の発達をうながすきっかけとなった。このような分散処理の考え方を体系的に押進め、情報処理と通信に関する機能を階層的に分離し、それぞれの階層の特性を明確にすることによって、

コンピューターネットワークやデータ通信システムの体系を標準化しようとする試みが“コンピューターネットワークアーキテクチャー”出現の重要な動機のひとつであったといえよう。

本稿では、まずコンピューターネットワークアーキテクチャーの考えを概説し、次に最近相対いで発表されている内外のコンピューターネットワークアーキテクチャーについてその大要を述べる。最後に各種コンピューターネットワークアーキテクチャーのうち、代表的なIBMのSNA(System Network Architecture)をとりあげ、やや具体的にコンピューターネットワークアーキテクチャーの解説をすることにしたい。なお“コンピューターネットワークアーキテクチャー”の代りに“ネットワークアーキテクチャー”という言葉を用いることにするが、これらは同義語であることを承知されたい。

2. ネットワークアーキテクチャーとは

2.1 ネットワークアーキテクチャーの背景

最近“ネットワークアーキテクチャー”が、コンピューターメーカーはもとより、情報通信業者、ユーザー等、多くの人々に関心をもたれるようになった背景は2つあると考えられる。

そのひとつは、ARPAネットワークに代表されるように、各種のコンピューターを相互接続して、リソース(ハードウェア、ソフトウェア、データベース)共用ネットワークを構成し、高度なインフォメーションユーティリティの実現をめざすためであり、他のひとつは既存のオンラインシステムにおける端末の多様化や適用業務の複雑化等、ユーザーのニーズに対処するためであると考えられる。

上述のようなコンピューターネットワークやデータ通信網を実現するために情報変換方式として新しくパケッ

“Computer Network Architectures” by Kinji Ono (KDD Research and Development Laboratories, Tokyo)

ト交換方式が導入されている。これは従来の電話交換等に用いられている回線交換方式と異なり、情報を最大1,000~2,000ビット程度のブロックに分割し、宛先などの制御符号を付加して蓄積交換する方式である。また目的の相手と円滑にデータの送受をするため伝送制御手順(DLC)と呼ぶ一連の規則を設けている。主なものとして低・中速回線(〜1,200 bps)用のベーシック手順、中・高速回線用のBSC(バイナリ同期手順)、HDLC(ハイレベル手順*)などがある。

ネットワークアーキテクチャーはコンピュータアーキテクチャーに対応させて“データ通信システムを構築するため、データ通信網を構成する要素を機能面からとらえ、各機能を明確に分離し、階層構造にし、各層間の通信規約(プロトコル)を定めた論理的な体系”といえる。ここでいうプロトコルとは、論理構成要素相互間の接続やデータ授受の方法を定めたものでネットワークアーキテクチャーとは切離せないものである。

ネットワークアーキテクチャーの効用は、単にコンピュータネットワークの実現や、オンラインシステムの通信系の設計を容易にするだけでなく、統一的アーキテクチャーに基づくコンピューター、端末の相互接続を容易にすることにより、同一ハードウェアやソフトウェアを多くの分野で共用することによる経済性の達成なども考えられる。

2.2 ネットワークアーキテクチャー

ネットワークアーキテクチャーは論理的概念であり、物理的な実現手段とは切離されたものである。

ネットワークアーキテクチャーの確立にあたっては以下の事項の規定がなされなくてはならない。

- ・ネットワークの論理構造表現
- ・機能の階層構造化
- ・プロトコルとインターフェースの規定
- ・端末の仮想化
- ・インターフェースの標準化

(1) ネットワークの論理構造表現

ネットワークアーキテクチャーの設定にあたっては、物理的実体にとらわれず、論理的構成要素をもって、その機能を表現する。ネットワークの構成要素としては、ノード、リンクおよびプロトコルの3つが重要なものであろう。ノードについては、ある機能要素集合としてのプログラム群、リンクについては現実の物理回線にとられない仮想回線などが用いられる。

(2) 機能の階層構造化

ネットワークアーキテクチャーでは、データ通信に必要な通信機能を明確化し、機能の重複を避け、適切に分

図1 プロトコルの階層構造

割し、機能を階層化する。

データ通信システムは、図1に示すように5レベルの機能階層に分けることができる。

① 物理的/電氣的層

物理的/電氣的インタフェースは、同期方式(同期式/調歩式)、速度クラス、コネクタのピン数と形状、信号線の種類、電氣的特性を規定するものである。

② 伝送制御層

伝送制御層は、回線で結ばれた隣接ノード間のデータ転送を保証する機能を持ち、物理的なノード間の接続方式を吸収する。

③ 交換制御層

交換制御層は、発信地ノードと目的地ノード間のデータ転送を保証する機能を持ち、物理的なネットワーク構成を吸収する。

④ 通信処理層

通信処理層は、アプリケーションプログラムと端末、アプリケーションプログラムとアプリケーションプログラムなどの間でのデータ転送を保証する機能を持ち、それらの間が全二重の論理リンクで接続された状態を実現する。このレベルではネットワークにおけるデータの最適な転送のためのメッセージのセグメント化やブロック化が行われる。他には付加価値サービスとしては、端末機器やアプリケーションプログラムに固有の特性に応じて、端末制御、コード交換、フォーマット交換、データ圧縮などが行われる。ネットワーク全体のリソースの監視および管理がこのレベルで行われる場合がある。このレベルのプロトコルは、エンドツーエンドプロトコルとも呼ばれる。

⑤ データ処理層

データ処理層は、アプリケーションオリエンテッドな

* 表1のSDLC, BDLC, UDLC等はハイレベル手順の一種である。

機能を実行する部分である。タイムシェアリング、リモートジョブエントリ、ファイル転送、データベースアクセスなどの機能レベルプロトコルが規定される機能管理層と最上位のエンドユーザー層がある。

エンドユーザー層は、アプリケーションプログラムまたは端末オペレーターの位置する所で、このレベルのプロトコルは、ユーザーレベルプロトコルとも呼ばれる。

上述のような階層構造の特長は、システムの構築が容易なこと、多様化するニーズに対する拡張性、柔軟性があるなどメリットが多い。

(3) プロトコルとインタフェース

プロトコルは、同等レベルの機能層間で授受されるデータの生成、授受のタイミングなどに関して決められた約束事の集合である。一方、インタフェースは上下の隣接機能層間での約束事の集合である。

同等レベルの機能層はおのおのの別のプロセッサ上に存在するので、図2に示すように、プロトコル情報はおのおののレベルのヘッダーに入れて運ばれる。一方、隣接機能層間のインタフェース情報はレジスターやメモリーを介してパラメーターとして運ばれる。

(4) 端末の仮想化 (仮想端末)

端末の仮想化は、ネットワークアーキテクチャーにおける重要な概念のひとつである。既存の端末との差異を吸収して、OS (またはアプリケーションプログラム) まで影響を与えないようにすることは、一種の仮想化を行っていることになる。

コンピューターと端末とが通信する場合に、コンピューターは端末の通信速度、通信形式 (全二重/半二重)、同期方式、通信回線種別 (専用回線/交換回線)、伝送制御手順、装置制御手順、文字コード、行幅、ページ長などのすべての特性を知っていて、その特性に合った制御をしなければならない。このことは、通信相手が端末でなく、コンピューターの場合でも同様である。

多種多様な端末の特性をいちいち意識せず画一的に扱うことを可能とするために、標準の特性を持つ端末、す

なわち仮想端末 (VT: Virtual Terminal) を規定し、仮想化を図る。コンピューターはこの仮想端末を対象にして通信を行い、ネットワークの中のどこかで仮想端末と実端末 (RT: Real Terminal) との変換を行う。この実/仮想変換は、① ホストコンピューター、② FEP (フロントエンドプロセッサ)、③ 端末制御機能を持つノードプロセッサ、④ 端末、に機能を分担させることができる。

(5) 標準化

ネットワークアーキテクチャーを規定するうえで重要なプロトコルやインタフェースについては、国際的なレベルでの標準化はきわめて重要である。

ISO* や CCITT** においては、物理的/電氣的条件のみならず、論理的条件についても、標準化作業を進めており、例えば、HDLC (ハイレベル・伝送制御手順) や X. 25 プロトコル (パケット交換網とパケットモード端末とのインタフェース) 等の勧告がなされている。

3. ネットワークアーキテクチャーの現状と動向

1974年9月に IBM 社がシステムネットワーク体系 (SNA: Systems Network Architecture) を発表したことに刺激されて、内外のメインフレームメーカーその他が続々とネットワークアーキテクチャーを発表している (表1 参照)。

各社とも、既存のデータ通信システムの有する問題点の解消、今後実現してゆかなければならない分散処理ネットワークへの指向という観点でほぼ同一の方向を目指すものと考えられる。しかし、その内容を比較すると、オンラインシステムの強化に重点を置くもの、コンピューターネットワークの構築に重点を置くもの、ネットワークの集中制御あるいは分散制御に重点を置くもの、通信機能の分散、処理負荷の分散、あるいはデータベースの分散に重点を置くもの、公衆パケット交換網とのインタフェースに重点を置くもの、異種ホストコンピューター間結合に重点を置くもの (オープンネットワーク)、ユーザーレベルのプロトコルをも規定しているもの等、それぞれ独自の狙いを打ち出している。

一方、通信業者も新しい公衆データ網の建設計画を進めており、電電公社のデジタルデータ交換網 (DDX)、KDD の国際加入データサービス (VENUS) 等の建設が

図2 機能層間の制御情報の授受

* Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (国際電信電話諮問委員会, Consultative Committee on International Telegraph and Telephone)

** International Organization for Standardization (国際標準化機構) 本稿執筆後 ISO/SC-16 において7層モデルが提案され、標準化の審議が進められている。

表 1 各社のネットワークアーキテクチャーの比較表

メーカー名	ネットワーク アーキテクチャーの名称	発表時期	ホ ス ト	データリンク プロトコル	特 徴
I B M	SAN (Systems Network Architecture)	1974. 9 1976. 10 (拡張)	S/370 シリーズ	SDLC	・機能の分散。通信制御およびネットワーク管理機能の 独立。・端末装置制御の標準化。・システム構成運用の性 ・処理の分散(複数システムネットワーク機能) ・SDLC の採用
D E C	DNA (Digital Network Architecture)	1975. 4	PDP 11, 15 シリーズ	DDCMP	・ファイルシェアリング。・プログラムシェアリング ・プログラムデータシェアリング。・回線特性からの独立 ・ダウンラインシステムローディング。・ダウンラインエ グゼクティブダイレクティブ
バ ロ ー ス	DNS (Decentralized Data Pro- cessing Network System)	1976. 6	B 700 B 800 シリーズ	BDLC ベーシック	・コミュニケーションの分散。処理の分散。データベ ースの分散。・システム全体の監査、機密保持対策。・ジェ ネレータ形式のソフトウェアによる柔軟性、拡張性。・使 用する言語は全てハイレベル言語
ユニパック	DCA (Distributed Communica- tion Architecture)	1976. 11	ユニパック 1100 シリーズ	UDLC	・コミュニケーションシステムのブラックボックス化 ・あらゆるネットワーク形態が可能。・処理の分散。・ネ ットワークの独立。・システムの信頼性 (ARMIS)。・接 続に対する柔軟性 (異機種もサポート)
レイセオン	PNA (Processing Terminal Network Architecture)	1976. 11	PTS 1200 シリーズ	RDLC BSC S/S	・分散処理ネットワーク。・ホストコンピュータ負荷の 軽減。・システム開発が容易。・キーステーションの分散 配置。・コストの節減
ニクスドルフ	NCN (Nixdorf Communication Network)	1977. 3	8800 シリーズ	HDLC SDLC BSC S/S	・機能の分離独立化。・資源の共用。・機能相互間の共通 化、標準化。・データベースの分散。・モジュール構造に よる変更の柔軟性、拡張性。・共通の言語 (ビジネス BA- SIC)
東 芝	ANSA (Advanced Network System Architecture)	1976. 12	ACOS 77 600~900	HDLC ベーシック	・機能の分散。処理の分散。管理の分散。HDLC の 採用。・CCITT X. 25 に準拠した方法を採用。・パケッ ト交換技術の採用。・データベースの分散
日 電	DINA (Distributed Information Processing N. A.)	1976. 12	ACOS 77 200~900	HDLC	・処理の分散。・コミュニケーションの分散。・データベ ースの分散。HDLC の採用。・新データ網への接続 (X. 25 インタフェース採用)。・バーチャルターミナル思想 ・パケット交換技術の採用
富士通/日立	MSNA (M-Series Network Architecture)	1977. 3	Mシリーズ	HDLC	・通信ネットワーク資源の共用。・変更の柔軟性、拡張性 ・通信制御およびネットワーク管理機能の独立。・機能の 分散。・処理の分散。・データベースの分散。HDLC 手 順の採用
沖	DONA (Decentralized Open Network Architecture)	1977. 3	OKITAC- 50 シリーズ	HDLC	・柔軟性のあるネットワーク構築 (DCNA, 他社ネットワ ークとの接続)。・リソースシェアリングネットワーク ・分散処理ネットワーク。・メッセージ交換ネットワーク ・ミニコンネットワークによる経済性の追求
富 士 通	FNA (Fujitsu Network Architecture)	1977. 5	Mシリーズ F“5”/“8” シリーズ	HDLC ベーシック	・リソースシェアリング。・ネットワークのバーチャル化 ・高効率/高信頼性システム。・コンポーネントの充実 ・ネットワーク資源の活用。・回線網設計の柔軟性。・国 際互換の推進。・セキュリティの配慮
三 菱	MNA (Multi-share Network Architecture)	1977. 6	COSMO シリーズ	HDLC ベーシック	・マルチシェア。・分散処理、分散制御。HDLC 手順の 採用。・新データ網への接続 (X. 25 インタフェースの採 用。・異種計算機、従来端末との接続
日 立	HNA (Hitachi Network Architecture)	1977. 9	Mシリーズ	HDLC	・通信ネットワークのブラックボックス化。・新データ網 への接続。・ネットワーク資源の有効利用。・通信ネット ワークの運用の柔軟性。・負荷の分散。・リスクの分散 ・運用操作性、保守性の向上
電 電 公 社	DCNA (Data Communication Network Architecture)	1977. 3	DIPS その他	HDLC	・CCITT X. 25 に準拠した方式を採用。・ディジタルデ ータ交換網 (DDX) を有効に利用するプロトコル。・ネッ トワークユーティリティの実現。・端末の仮想化機能

行われている。

ここでは、公衆データ交換網と加入者ホストのインターフェースとして CCITT 勧告の X. 25 プロトコルを採用している。

公衆データ網を利用して、異機種コンピュータおよび端末間の通信が可能となるネットワークアーキテクチャーの確立も重要な課題のひとつである。ユーザーが公衆データ網を用いて経済的で高品質かつ高能率のコンピュータネットワークを形成するために、高度化する通信網のインテリジェンスと、ホスト・端末サイドの機能分担をどう図るか、プロトコルとしてどのように標準化していくかが、今後に残された大きな問題である。

4. IBM の SNA (システムネットワークアーキテクチャー)

4.1 SNA の基本概念

システムネットワークアーキテクチャー (SNA) は、IBM のデータ通信システムを体系化する設計概念である。コンピュータシステムにおけるシステム/360 のアーキテクチャー出現と同様に、SNA はデータ通信ネットワークの OS 化であり、ネットワーク機能と適用業務プログラムの分離、および利用技術のハードウェア技術革新からの独立を実現する。SNA はデータ通信システムを構成する諸要素を論理的機能に明確に分離し、そ

これらの機能層間を制御ヘッダーの情報とプロトコルにより連絡する。データ通信ネットワークに参加する資源の物理的位置や、ネットワークアドレスについて、ネットワークの利用者はインターフェースとプロトコルに従って必要な機能要素を選択することにより、いろいろの端末と適用業務プログラムが共通してネットワーク資源を使用できる。またデータ通信システムの拡張や、構成の変更について、必要なパラメーターを設定し、制御プログラムを生成しシステムからロードすることにより、柔軟に対処することができる。

4.2 SNA の論理的構成

図3に示すように、SNAはネットワーク内の各ノードに組み込まれた機能要素からなり立っている。それらの機能は大別して、エンドユーザーが含まれる適用業務層と、情報の通過する伝送サブシステム、およびこれら両者の仲立ちとしての機能管理層からなる。

エンドユーザーはホストノードやクラスターノードに組み入れられた適用業務プログラム、または端末装置のオペレーターを意味する。伝送サブシステムは情報の通過と伝達を実行する機能層であり、エンドユーザーとの接合には機能管理層のネットワークアドレスサブルユニット (NAU) の仲介が必要である。NAUは伝送ネットワークを通してエンドユーザーが情報の交信を行う場合の出入口となるものであり、これは機能により LU, SSCP, PU の3つのタイプに分けられる。

論理ユニット (LU) は、データ通信ネットワークのエンドユーザーにネットワークポートを提供し、他のユーザーとの交信を可能にし、またネットワークが提供するいろいろなサービス要素にアクセス可能である。エンド

ユーザー間の交信は、NAU間に設定されるセッションと呼ばれる仮想論理伝送経路を通して行われる。このため、ネットワーク資源を管理する中枢的機能がホストノードの VTAM のなかに存在し、システムサービスコントロールポイント (SSCP) と呼ばれて、主にセッションの開設と解放に関する役割を実行する。

物理ユニット (PU) は SSCP を補佐する立場にあり、PU が組み込まれているノードの物理的資源の管理をする。その役割のなかには、ノードおよびそれに接続する通信回線のイニシャリゼーション、通信上のエラー状態の回復、SSCP に対する保守情報の報告などが含まれる。

伝送サブシステムは、転送制御 (TC: トランスミッションコントロール)、経路制御 (PC: パスコントロール)、それにデータリンク制御 (DLC) の3つの機能層に分けられる。ネットワーク内を通過するすべての情報が共通して使用する PC と DLC は、まとめて共通ネットワークと総称される。TC は共通ネットワークの両端に位置して、NAU 間のセッションを通して流れる情報のトラフィック制御とともに、メッセージの一連番号によって情報転送の確認を行う。PC はネットワーク内の複数のノードと通信回線を継ぎ合せて、情報のソースからシンクへの転送経路を設定する。DLC は、隣接するノード間の伝送路上で、情報が正確に伝達されるように伝送制御手順をサポートする。図4はデータ通信ネットワークのノード内の各機能層を示す。

4.3 SNA による通信システムの物理構成

SNA の下で提供される通信システムの基本構造の中で、ネットワークとは、物理的には、各種のノードと、

それを接続するリンクにより構成される。物理的構成要素のノードとして、ホスト、ターミナル、コミュニケーションコントローラー、クラスターコントローラーの4種があり、これらが機能分散をはかっている。SNA では、これらのノードに対しておのおのの明確な役割を与えている。

① ホストノード: 基本となるアプリケーションプログラムの実行を行うノードで、VTAN (Virtual Telecommunication Access Method) を内蔵する S/370 が相当する。

② クラスターコントローラーノード: 多種類の端末装置の接続、制御および、ローカルにアプリケーション

図3 SNA の論理構成

図4 SNA ノード内の各機能層

ンプログラムを実行できるもので、3790、3600 等が相当する。

③ ターミナルノード：一般に通信制御機能が限定され、ユーザプログラムでない単一のターミナルで、3767、3770 等の製品が相当する。

④ コミュニケーションコントローラードノード：以上3種のノードの中間にあり、ノード間接続を行って、エンドユーザ間通信をサポートするものである。このノードはNCP/VS をもつ 3704、3705 が対応する。図5はSNAの物理的構成例である。

SNA 中のノードは、コミュニケーションコントローラードノードを除き、すべて前述の3つの層より構成されており、情報の発生源となるノードと、その宛先となるノードのおのおのにおいて対応する層間の共同責任で、情報の交換、処理が行われる。

5. む す び

ネットワークアーキテクチャーは、コンピュータのみならず、デジタル化されたビデオやファクシミリ、音声端末なども包含する将来の高度なデータ通信システムを構成するうえで欠かせない基本的概念である。

最近にいたり、このような問題に関する研究や、国際的な標準化の検討が盛んに行われている。しかしながら世界中のあらゆるコンピュータや端末を相互に接続し

図5 SNA の物理構成例

て、リソースシェアリングを可能とするためには、プロトコルをはじめとして、多くの技術的問題が解決されなくてはならない。

(昭和53年3月6日受付)

【参 考 文 献】

- 1) J. P. Gray: Network Services in Systems Network Architecture, IEEE Trans., COM-25,1(1977) 104-116
- 2) J. McFadyen: Systems Network Architecture: An

- Overview, IBM Systems J., **15**, 1 (1976) 4-23
- 3) P. Cullum: The transmission subsystem in Systems Network Architecture, IBM Systems J., **15**, 1 (1976) 24-38
 - 4) W. Hobgood: The role of the Network Control Program in Systems Network Architecture, IBM Systems, J., **15**, 1 (1976) 39-52
 - 5) 松崎稔: 出揃い始めたコンピュータ各社の通信ネットワーク構想を探る, 日経エレクトロニクス, No. 157 (1977. 4) 38-51
 - 6) 小野, 浦野, 鈴木: 標準パケット網プロトコルを用いたプロセス間通信, 情報処理学会コンピュータ・ネットワ

ーク研究会資料 12 (1977. 9) 10

- 7) S. Wecker, G. E. Conant, et al.: DNA: An Architecture for Heterogeneous Computer Networks, 3rd Int. Conf. on Computer Comm. (1976) 618-625
- 8) 伊藤哲史: HOST-HOST プロトコルおよびハイレベル・プロトコルの動向, 情報処理, **18**, 9, Sept. (1977) 925-932
- 9) Rybczynski, A., Wessler, B., Despres, R., and Wedlake, J.: A New Communication Protocol for Accessing Data Networks—The International Packet—Mode Interface, Proc. AFIPS NCC (June, 1976) 477-482

電荷転送デバイス

—CCD, BBD の基礎と応用—

Carlo H. Séquin
Michael F. Tompsett 共著

武石喜幸, 香山 晋(東芝)監訳

原著 "Charge Transfer Devices" (1975) は, BTL の両著者が, CTD について異った分野で別々に書くとしていたものを 1 冊の本にまとめ直したものである。原著の出版からすでに 3 年の月日が経つが, CTD の基礎的原理, 考え方さらにデバイス構造にも大きな変化はなく, CTD に関する標準的なテキストとしての評価が確定している。

1969 年秋, Boyle と Smith は, 磁気バブルデバイスの電気的アナロジーを探索していて, CCD の概念を見出した。その原理が単純明解であったため, 多くの応用が直ちに考えられ, 急速な進展が見られたが, その背景には, すでに MOS の主要技術が確立され, 特に閾値電圧の不安定性の問題がようやく解決された新しいデバイス実現の土台ができていたことがあげられよう。

最近では, すでに 64 Kbit メモリー, 各種フィルター, 遅延線, イメージセンサーなどが開発され, 固体撮像デバイスなど, 単体デバイスからシステム応用としての幅広い実用段階へと進展している。

したがって, これら多方面の関連技術者にとって CTD の本質をさらにもう一度よく理解し, 見直す必要性が高まっているといえよう。CTD の特性は, 従来の IC の単なる延長としてではなく, 熱的非平衡状態での, アナログの性質をもつ動作として理解することが重要である。

本書は, このような特性をもった電荷転送デバイスについて, 基礎的な原理から多くの応用面にわたって広くまとめたものであり, CTD の系統的, かつ実践的な理解に大変有用である。

内容は第 II 章, 第 III 章に電荷転送デバイスの原理とデバイス構造の要覧がまとめられ, 第 IV 章, 性能の限界では, 電荷転送の物理課程について記述し, 性能解析を定量的に扱っている。第 V～VIII 章では, イメージセンサー, 信号処理用 CTD, デジタルメモリー, 2 次元および論理アレイについてそれぞれの応用分野を完結的に取扱っており, 応用技術者にとって具体的問題の解決に役立つと思われる。

第 IX 章結論は, この本の, 他にあまり例を見ない特徴となるべき章で, A) CTD の理解とモデル化, B) CCD 技術, C) 撮像における CTD, D) 信号処理における CTD, E) デジタルメモリー用 CTD, F) 2 次元および論理アレイ, G) 将来の 7 項目に分けてそれぞれの問題点をよくまとめてある。ある程度 CTD のことを分っている読者で, 全般的に問題点を把握, 整理したい方は, 第 IX 章のみを読まれてもよいのではないと思われる。

原著には, 今日状況からみると, 当然ながら詳細な理論面での検討, PCCD のような高速化への試みなど, 現時点ではやや満たされない面もあるが, それらはそれぞれの論文にゆずるとすれば, CCD の実用化が急速に進む中で, 現在第一線で活躍されている監訳者が原著を訳出されたことはまことに時機を得たものであり, デバイス技術者にとっても回路技術者にとっても極めて有意義な著書といえよう。

紹介 田子島一郎 (NHK)

近代化学社刊 (昭和 53 年 2 月初版発行), A 5 判, 293 頁
定価 3,300 円