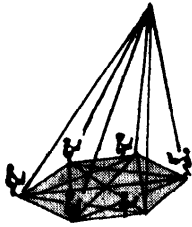


解 説



通信網の変革と情報処理

通信網の変革と情報処理†

猪 瀬 博**

1. ま え が き

過去 150 年の間に電気通信網は幾度か変革を遂げながら発展を続けてきた。その発展の歴史は多くの顕著な技術革新によって特徴づけられているが、サービス面から見ると、初期の電信の全盛期は別として、電話が主体となって今日に及んでいる。しかし国際通信は別として、先進諸国の国内通信網においては、電話需要はほぼ充足されており、今後の発展にとって、データ、画像などのいわゆる非電話系の需要に期待が寄せられているといつてよい。なかでもデータは、情報処理技術の急速な発展と、そのペースをさらに上回るほどの社会的需要を背景として、音声と並ぶ主要なサービス対象と考えられるようになってきた。通信網はこれまで主として電話サービスを提供することによって話し言葉による情報伝達に役立ってきたが、今後は情報処理をもサポートすることによって書き言葉による情報伝達にも寄与するものと思われる。

技術面から見ると、通信網の変革を促しているものは、デジタル化であることはいままでもない。草創期には電信という原始的なデジタル技術に立脚していた通信網は、電話や真空管の発明以来今日に至るまで、主としてアナログ技術に依存して発展を遂げてきた。しかしトランジスタの発明とそれに続く集積回路技術の驚異的な発展は、真空管によるアナログ技術時代には実用化できなかったパルス符号通信 (PCM) などのデジタル通信技術を現実のものとしたのである。電話交換機にもコンピュータ制御が導入され、今口ではその通信路にも時分割デジタル技術が用いられるようになり、音声情報の伝送と交換の統合化が可能になっている。一方、コンピュータのオンライン化に伴い、データの伝送と処理も統合されたが、その後

の発展は交換機能を含むコンピュータ・ネットワークを生み、またデータベースもこれに含まれるようになって、今日ではデータの伝送、交換、処理、検索が統合的に行われるようになってきている。さらにデジタル・ファクシミリ、映像のデジタル帯域圧縮も実用化され、音声、データ、画像など多様な信号を、多様な目的のために一貫して取り扱う、サービス統合デジタル網 (ISDN) の構築も日程にのぼるようになってきた。長いアナログ時代を経て、通信網は再びデジタル時代に入ろうとしているのである。

通信網のデジタル化の利点は、ハードウェア面では小形化、機能高度化、高信頼化、保守容易化など、伝送面では高度の耐雑音能力や帯域圧縮能力など、交換面では多様な交換処理能力など、きわめて多岐にわたっているが、ネットワーク面で見ると、形態も速度も異なる多様な情報の、伝送、交換、処理、検索を統合的に行い得る点が最大の強味であろう。このような統合化は当然の結果として、通信、放送、情報処理、郵便、出版、新聞など、これまで別個に行われていたサービスの融合を促している。すでに通信と情報処理が不可分の形で融合しているように、その他のサービスもデジタル技術という共通の基盤に立って融合を深め、いずれはすべてを包含した巨大なサービス統合体が出現するかもしれない。それに伴って通信網と情報処理技術は、さらに発展と変革を遂げ密接に関連し合いながら、そのような統合体において中核的役割を果たすものと思われる。

通信網と情報処理は、今日共通の技術的基盤に立つようにはなったが、その背景を著しく異にしている。通信網は公共性重視の観点から規制下の独占の形態をとってきたし、情報処理は無規制の競争下におかれてきた。通信網は長年にわたり段階的に構築されてきたため既存のシステムとの整合性が新技術の導入を阻害し勝ちなのに対し、コンピュータは自立型として発展してきたため、新技術に即応したモデル・チェンジが

† Evolution of Communication Networks and Information Processing by Hiroshi INOSE (Department of Electronic Engineering, Faculty of Engineering, University of Tokyo).

** 東京大学工学部電子工学科

著しい。通信網とコンピュータとが今後手を携えて発展して行くためには、これらを含む種々の課題への適切な対応が望まれるのである。

2. 通信網の変革

はじめに述べたように、通信網はこれまで多くの技術革新に支えられて、広域化、大量化、広帯域化、高品質化を続け、世界に散在する4億台の電話機のほとんどすべてを即座に接続できるほどの規模と能力を具備するようになったが、そのサービス内容を見ると電話が中心となって今日に及んでいる。しかし最近に至って電話需要はほぼ充足されるようになり、新規需要の中心は、データ、画像などのいわゆる非電話系のものに移行しようとしている。今日のデジタル技術は、音声、データ、画像など多様な形態の情報の、伝送、交換、処理、検索を統合的に行うことを可能にしており、新規需要への対応を目指してデジタル化は急速に推進されている。デジタル技術の統合能力はまた、これまで個別に行われていた種々の情報サービスの融合を促しているのである。

(1) 多様化する情報形態

1835年にモールスによる電信が、1876年にベルによる電話が、そして1895年にマルコーニによる無線電信が発明されて以来、通信網は旺盛な需要と目覚ましい技術革新に支えられて、規模の拡大と質的な向上を遂げてきた。150年間にわたる通信網発展のあとをたどるとき、進化的というよりむしろ革命的ともいふべき、いくつかの劇的な段階のあったことに気付く。その1つは1906年のド・フォレーによる真空管の発明とそれが契機となった搬送電話、無線電話などの登場である。他の1つは1948年のバーディーンらによるトランジスタの発明とそれに続く集積回路技術の発展によって引き起こされたデジタル通信、海底電話ケーブル、衛星通信などの普及である。

しかし利用面から見ると、今日でも電話が主体となっており、これまでの通信網の発展は、国内および国際間の電話需要に主として支えられてきたといつてよい。この意味でベルによる電話の発明は、巨大なインパクトをもたらしたといえよう。電話が発明されるまでの情報伝達手段は、手紙、新聞、図書、雑誌など文字を通じてのものか、腕木通信や電信など符号によるものであって、すべて書き言葉が主体であった。電話は、たとえ文字を知らず、モールス符号を記憶していなくとも、話すことのできるすべての人が利用できる、人

類の歴史始まって以来の画期的な情報伝達手段を提供したのである。過去100年間の通信網の驚異的ともいえる発展は、電話がもたらしたこのような利便に基づく、書き言葉から話し言葉への情報の伝達態様の劇的な移行によるものということができよう。活字離れという言葉で表現されるように、最近までのエレクトロニクスの技術革新は、ラジオ、テレビを含めて、書き言葉からの訣別を促してきたともいえるのである。

しかし40年前に登場したコンピュータは、話し言葉偏重から書き言葉の復活への機会を作っているように見える。コンピュータは社会経済活動のあらゆる側面に高速、大量、正確な情報の処理と提供という巨大なインパクトをもたらしていることは誰の目にも明らかであるが、コンピュータによる書き言葉のサポートも見逃すことのできない傾向といえよう。コンピュータは音声認識、図形認識、図形表示などの能力をもっているが、その内部においては情報はすべて符号の形で扱われており、入出力も文字と符号によるものを中心をなしている。またコンピュータは、文章処理、テキスト編集などによって、新聞、雑誌、図書の発行に革命をもたらしつつあるし、文献情報検索などを通じて書き言葉へのアクセスを容易にしているのである。

情報処理需要が非電話系の需要のなかでも重要な部分を占めることを考えると、このことは通信網にとっても重要な意味をもっているといえよう。長い間話し言葉中心であった通信網のサービスは書き言葉をもサポートする形態へと変革を遂げはじめていたのである。このような変革を可能にするものはデジタル技術である。デジタル技術は音声やデータ、すなわち話し言葉と書き言葉のみならず、図形や映像、すなわち造形、仕草、表情、演劇、儀式など、人間のコミュニケーションのすべての態様をサポートすることができる、まことに強力な技術なのである。

(2) デジタル化

通信技術と情報処理技術とは相互に影響を与え合いながら、今日まで発展を遂げてきた。草創期のコンピュータは、電気通信の継電器によって作られていたし、端末も10年程前まではテレックス用のテレタイプライターが主体であった。一方電子交換機は、コンピュータのハードウェアおよびソフトウェア技術の援用なしには存在し得なかったであろう。パルス符号通信、デジタル交換なども、デジタル集積回路技術の驚異的發展によってはじめて実用性をもつことができたのであり、これもコンピュータのハードウェア技

術と共通の基盤に立って得られた成果であった。そして今日、データ通信ともオンライン処理とも呼ばれる領域で、通信技術とコンピュータ技術とは不可分の結合を遂げているのである。

電気通信はその草創期には電信の形態をとるデジタル方式であった。その後電話の発明により電気音響変換が可能になり、また真空管が発明されて電気的信号の増幅、発振、変復調が可能となって、20世紀初頭からはアナログ方式の全盛期に入り、第二次大戦後トランジスタの発明とそれに続く集積回路技術の目覚ましい発展によって、再びデジタル時代を迎えようとしているのである。

デジタル化の利点はきわめて多岐にわたっている。大規模集積回路技術の驚異的ともいえる進歩によって、デジタルハードウェアの価格は急速な低減を続けているばかりでなく、小型化や機能の高度化も進み、原材料およびエネルギー消費面でも相当の節約が可能になっている。デジタル素子の故障率は大幅に低減しており、またデジタル機器に対しては高度の自動診断技術を適用することができるので、信頼性および安全性が格段に向上しつつあることも見逃せない事実である。電子交換機の修復時間は、自動診断によって画期的ともいえる短縮をみせているが、伝送機器や端末機器にも自動診断が適用されるようになってきた。今後は保守センタからの遠隔集中監視、遠隔診断、遠隔修復技術が広く採用されるようになり、信頼性の向上と保全コストの低減に寄与することとなる。

デジタル技術はまた、伝送機能を飛躍的に向上させている。特に光ファイバ、準ミリ波など極めて広帯域な伝送媒体を最大限に活用する上で、デジタル伝送技術が提供する高度の雑音耐性は必須の条件である。また利用度の低い加入者線をより有効に活用するためにはデジタル多重化技術が重要な役割を果たす。さらに音声、データ、ファクシミリなど多様な形態と伝送速度をもつ情報の利用者との間での授受を可能とする上で、デジタル伝送技術は不可欠である。衛星はその広域性によって、地上の距離と無関係な均一の伝送コストを提供するだけでなく、移動端末を含む多数の端末からの直接アクセスを可能にするなど、革命的な伝送媒体であるが、その有効利用にも、時分割多重アクセスやパケット無線方式など、デジタル技術は欠かせない存在である。

デジタル技術は交換機能にとっても必須のものとなっている。電話交換機においては早くからコンピ

ュータ制御が取入れられてきたが、その後通話路の時分割デジタル化も遅ればせながら採用されるようになり、伝送と交換を一体化したデジタル統合通信網実現への途が開かれた。この形態が実現すれば、利用者からの音声等のアナログ情報のデジタル変換および逆変換は、網の末端で行えばよく、網内はすべてデジタル化、多重化された情報のみを扱う形となり、経済性も品質も向上する。デジタル電話交換でも、タイムスロット入替えと呼ばれる、125マイクロ秒以内の一時記憶と転送が行われているが、電話ほどの即時性を要求されないデータ交換では一時記憶時間はるかに長い、パケット交換が広く用いられている。パケット交換は電話交換と異なり、常時物理的リンクを保持することなく、いわゆる論理的リンクのみを保持し、情報伝送を必要とするたびに物理的リンクを使用する関係上、伝送効率が高く、音声のパケット化によるポーズの有効利用など多様な利用形態が今後登場するであろう。

デジタル技術はさらに端末への、高度なインテリジェンスの導入を通じて、多様なアナログ信号の冗長性除去など高度の信号処理を可能にするだけでなく、文書処理、文書ファイル、テキスト転送などを通じて人間機械境界面の大幅な改善をもたらしている。

(3) サービス態様の融合

デジタル技術は、音声、画像、データなどの多様な情報の伝送、交換、処理、検索をすべて一貫して行うことを可能にする。情報化社会の進展に伴い通信網による、多様な情報への多様なサービスが要請されつつあるが、個々のトラヒックはあまり大きくないことを考えると、個別の専用網によってこの種の需要に対応することは経済的実現性に乏しいと考えられる。デジタル化による多様な情報への統合的なサービスの提供、すなわちサービス統合デジタル網(ISDN)の構築が日程にのぼっているのはこのような特徴を活用するためといえよう。

ISDNの展開はしかし、デジタル技術によるサービスの統合の第一歩にすぎない。情報処理と通信がオンライン処理あるいはデータ通信と呼ばれる領域においてすでに融合し、放送におけるテレテキストと通信におけるビデオテックス、郵便における電子郵便と通信におけるファクシミリ通信、など類似性の高いものが次々と出現していることから明らかなように、これまで別個の形で行われてきた種々の情報サービスは次第に融合する傾向にあるが、デジタル技術の統合

能力は、新聞、出版に至るまで、あらゆる情報サービスを不可分の形で密接に結合し、巨大な統合体を形成するようになるであろう。このようなサービスの統合が実現すれば、サービス提供側にとって資源の有効利用が可能となり、利用側にとっては端末や回線への重複投資を回避できるなど、大きな利点を生むものと思われる。

しかしこれらのサービスには種々の法的規制を受けているものと全く受けていないものがあり、独占を許されているものと自由競争下にあるものがある。したがってサービス態様の融合の便益を享受するためには、法制度の適応的な再構築が不可欠であるといえよう。しかし多角的に構成されている政府諸機関、公共企業体および民間企業の間には、当然のことながら権限争いや利害の対立があり、抜本的な見直しは極めて困難のように見受けられる。この問題の解決のためには、臨時情報政策調査会ともいべき組織を構成して、長期的、総合的見地からの基本政策の策定が必要のように思われる。

3. 情報処理にかかわる通信網の今後の課題

電気通信は150年の歴史をもついわば成熟技術であるが、情報処理は若い成長期の技術である。デジタル技術という共通の基盤に立つようになり、サービス態様の融合の渦中にあるとはいっても、両者の間には種々の側面でかなりの差異があるといってもよい。今後通信網はより多面的に情報処理にかかわるようになることは疑いを容れないが、そこには種々の課題が存在することも事実である。ここではその若干について私見を申述べてみたい。

(1) 利用態様の変化

これまでコンピュータが貴重品であり、かつ Groch の法則が成立していた時代には、中央に巨大なコンピュータをおき、これに多数の遠隔端末をオンライン接続してリモート・バッチ処理や TSS 処理を行う、スター状の網形態が一般的であった。その後コンピュータ通信時代に入り、網形態は複数のコンピュータを含むメッシュ状に変貌し、またリモート・バッチ端末の処理能力も大きくなってローカル処理も行われるようになったが、集中化された計算能力を共用するという利用形態には基本的変化は現れてこなかったといえる。

しかし 32 ビット・マイクロプロセッサの出現に象徴されるようなハードウェア技術の急速な発展は、こ

のような利用態様に大きな変革をもたらそうとしているように思われる。もはやメインフレームは、ディスクなどの周辺装置に比較すると、コスト面では主要な部分ではなくなっており、多額の通信料金を支払ってまで、共用するに値しない存在となりはじめています。計算能力に関するかぎり自立型のシステムの適用範囲は大幅に拡大すると思われる。このように見ると情報処理にかかわる通信網の利用は、実時間性が要求される場合やファイルの分散が必要な場合の他は、スーパーコンピュータや巨大なデータベースなど極めて高額な資源を共用する場合に今後は特化して行くことになろう。通信網の将来の発展にとって、このような事態への適切な対応が必要のように思われる。

(2) 陳腐化への対応

通信にかぎらず、鉄道、電力など巨大なネットワーク構成をもつシステムは、巨額の資金を投じて広い地域にわたり長い年月をかけて段階的に構築されてきたため、技術革新のペースに即応した変革を遂げるのは容易ではない。どのようにすぐれた新技術であっても、既存のネットワークとの整合性に欠けるものの導入は著しく困難なのである。かつて国鉄において、在来線とはゲージも給電方式も信号方式もまったく異なる新幹線が導入された際、世界から驚きの目をもって見られたのもこのゆえである。在来線との整合性を無視した決断の裏には、巨大な潜在需要に対する確かな把握があり、それが新幹線の成功につながったのであるが、これはむしろ例外的な出来事と言ってよい。

電話交換機の通話路をデジタル化し、デジタル伝送方式と統合することによって、通信網の効率化と高品質化をはかろうとする概念は、PCM 総合通信の名のもとに 1950 年代の後半に出現し、引続いてタイムスロット入替え、網同期などの必須技術の開発も行われ、メモリなどの価格も急速に低減したにもかかわらず、周波数分割多重伝送と空間分割交換を主体とする既存の通信網との整合性が問題とされて、その導入が大幅に遅れたのは、その好例といえよう。

公衆電話網を在来線とすれば、新幹線にあたる ISDN の構築が開始されようとしていることは画期的といえるが、急速な技術革新が今後も続くかぎり、現在最新の ISDN といえども遠からず陳腐化するに違いない。その時点で網の規模が大きいほど、またサービス対象が多数、多様であるほど、抜本的な技術革新の導入は再び困難な課題となるだろう。巨大なネットワークにとって、陳腐化は宿命ともいえるのである。

自立型のシステムとして発展を遂げ、レンタル制度が普及し激しい市場競争下にあるコンピュータの場合は事情が異なる。技術革新の成果は直ちに取入れられ、古い機種はまだ充分の耐用年数があるにもかかわらず、次々と姿を消して行く。ソフトウェア資産の継承問題はないわけではないが、既存のシステムとの整合性は余り問題となっていないといつてよい。

通信網とコンピュータとのライフサイクルの違いを軽減するためには、通信網のモジュール構成を進め、技術革新に即応してモジュール・レベルでの取換えを積極的に行う必要がある。これが成功するためには、モジュール間のインターフェースの設定に当たって、将来の技術革新についてのすぐれた洞察が反映されなくてはなるまい。

(3) 整合性の維持

このようなインターフェースの設定はしかし、極めて困難な仕事である。多くの新技術は激しい競争下にある民間企業から主として生み出されているので、そのハードウェアおよびソフトウェアの仕様は、多様化し勝ちだからである。特に成長期にあるコンピュータや端末の仕様は極めて多様であり、技術革新は今後も加速化されることを考えると、仕様の多様化は今後さらに拡大するであろう。このことは特に、コンピュータや端末と通信網との間の整合性の設定を困難なものにしているのである。

利用者はインターフェースの標準化を望むけれどもそれによって過大な投資を強いられたり、新技術の導入が阻害されたりすることは望まない。極端な汎用性をもったコンピュータ言語が余り普及しないのと同じように、極端な汎用性をもつネットワーク・プロトコルも実用的とはいえない。利用者にとっては、使用する端末もコンピュータも機種は限られており、その業務を支障なく実行するのに必要にして充分なプロトコルがあればよいのである。技術革新が加速化されている今日、その方向を見定め、長期間にわたって通用する標準化を行うことはきわめて困難である。標準化は早すぎれば技術革新の芽をつむことになるし、遅すぎれば役に立たなくなるからである。

このように見ると、ローカル・エリア・ネットワーク (LAN) の急速な普及に注目すべきであろう。多くの LAN は業務上必要にして充分なプロトコルしか装備していないし、その内容も公衆用の広域データ網のそれとは異質のものであることが多い。分散した複数の LAN を相互に接続しようとするとき、公衆データ

網の巨大なプロトコルのサブセットが LAN に組込まれていれば問題はないが、さもなくばプロトコル上の制約のない専用線の利用が容易になっていなければならない。

(4) 新メディアの活用

伝送速度を見ると、現状では公衆データ網は 64 キロビット/秒、LAN は数メガビット/秒またはそれ以上というのが常識になっている。その理由は、公衆データ網は電話サービスを主体とした全国規模の巨大な通信網を基盤としており、一方 LAN はビル内、事業所敷地内など、極めて狭い地域に敷設された広帯域回線を用いているからである。この両者の間には、プロトコルのみならず、伝送速度の点でも、越え難い壁があるように見える。48 キロビット/秒のパケット・サービスによって、数巻の磁気テープの内容を東京から京都へ転送する場合の所要時間と通信料が、使送による場合よりもはるかに大きいことを考えても、このことは明白であろう。

衛星通信は高度の広域性と高速性をもっており、またデジタル・データ網のサービスが及ばない山間僻地からでも融通性の高い直接アクセスが可能で、すぐれた伝送媒体である。これを利用する上で、まだコスト上、制度上の種々の課題が残されているが、衛星は約 7 年という短寿命であることを考えても、技術革新のペースに即応しやすい媒体であり、自由な利用の途が早急に開かれることが望まれるのである。

電力会社、国鉄、私鉄など、光ケーブルを含む広帯域伝送媒体の敷設能力をもつ企業の専用線サービスへの新規参入も、新しい局面を開くだろう。現在では、いわゆるクリーム・スキミングの問題があって、この種のサービスは認められていない。しかし一方では電気通信サービスへの競争原理導入の課題があり、これを既存のサービスの地域分割によって実現するよりも、新規参入による方がメリットは大きいとも考えられる。その理由は、地域分割は国際競争力の低下につながるからであり、また地域分割による競争原理の導入の効果には限度があるからである。

(5) セキュリティの問題

社会経済活動のあらゆる側面にとって重要な情報が大量にコンピュータによって処理、蓄積され、また通信網によって広く伝送されるようになって、セキュリティの確保とプライバシーの保護が重要な課題となっていることは今さらいうまでもない。この目的のためにはコンピュータの監視と監理の体制強化、従事者の

職務権限の明確化と分散、アクセス制限の設定、暗号化、プライバシー保護法の制定など種々の対応策が実施されつつある。しかしコンピュータ室への出入管理や蓄積された情報へのアクセス制限は可能であっても、全国をくまなく覆う通信網への不当なアクセスを完全に防止することは不可能に近い。先端技術によって武装された職業的スパイにとって、マイクロ波回線は周辺数キロの地点から傍受可能であり、衛星回線に至ってはさらに容易であるといわれている事実はこのことを裏書きしている。コンピュータ犯罪との戦いは果しなく続くといわれているが、その戦場はコンピュータ室に留まらず、全国津々浦々にまで拡大されているのである。

この点では暗号化技術の開発にも期待がもてないわけではないが、これは軍事面で極度に発達している技術であり、その全貌は当然のことながら明らかでないことを考えると、民間において独自に開発される暗号化技術の効果については懐疑的とならざるを得ないのである。技術開発に加えて罰則など制度面からの補完も整備されなければならないが、窮極的には損害保険制度の確立によるリスクの担保が必要のように思われる。

4. む す び

以上通信網と情報処理のかかわり合いにつき、思いつくまを述べてきた。与えられた極めて大きなテーマについて、その一端さえも適切に論じることはできなかったように思うが、それは筆者の不敏のゆえでもあり、また将来の技術的、社会的環境が極めて不透明のゆえでもある。しかし確実にいえることは、種々の課題が前途に横たわっているにもかかわらず、通信技術と情報処理技術は今後ますます密接に関連しながら止まることなく進歩して行くであろうということ、そして情報処理のもたらす巨大なインパクトによって通信網はさらに発展し、劇的な変革を遂げて行くであろうということである。

このような過程において、デジタル技術は通信網のあらゆる側面に全面的に援用されるであろうが、これによって通信網はコンピュータと共通の技術的基盤に立つことができ、集積回路等の開発と生産面で、規模の利益を享受することができるのは大きな強味である。ことにわが国では、通信機器、コンピュータ、集積回路が同一の企業で生産される場合が多く、この強味を最大限に発揮できる立場にある。今後は素子や機

器の共通化がさらに推進され、モジュール化とあいまって、つねに最高の性能価格比の機器を、通信網に適応的に導入する体制が作られることを望みたい。

わが国はしかし、技術と生産の面では優位に立っているものの、データベース、衛星などのサービス面での立遅れが著しい。最近情報機器の貿易自由化に加えて、情報サービスの自由化が論ぜられるようになり、いずれわが国はサービス面でも国際競争にさらされることになろう。情報サービスが弱体であれば、わが国の脆弱性はさらに増大するであろうし、技術も産業も育たない。長期的かつ国際的な視点に立った、国家的施策の推進が望まれるのである。

情報処理と通信とがあい携えて発展して行くとき、社会経済活動は高度化、効率化を続けて行くであろうが、社会の情報依存性もまた高まって行くであろう。セキュリティの確保、プライバシーの保護に加えて、情報の正当性を高める努力が払われなければならないだろう。情報処理と通信の発展の窮極の目的は、便利な社会を作ることだけではあるまい。それは生き甲斐のある社会を作ることであり、人類の文化を強化することである。歴史をひもとくと、紙、印刷、楽器など多くの情報技術が文化の発展に貢献してきたことに気付く。通信網はすでに世界を覆い、地理的条件を超越して無数の知的コミュニティを育成し、これらのコミュニティの活動を通じて世界の文化の発展に貢献している。コンピュータは合成音楽を生み、作曲家達に新しい表現形式を提供している。コンピュータ・グラフィックスやアニメーションも新しい文化を形成する上で強力な用具となるだろう。通信網は情報技術による新しい文化の創出の強力な一翼を担うものと期待されるのである。

参 考 文 献

- 1) 猪瀬：デジタル通信網の展望，電子通信学会誌，64，11，pp. 1124-1129 (昭56-11)。
- 2) Inose, H.: *An Introduction to Digital Integrated Communications Systems*, University of Tokyo Press (1979)。
- 3) 猪瀬：新しい情報ネットワークの社会的インパクト，NTT 国際シンポジウム報告書，pp. 27-38 (昭58-2)。
- 4) 猪瀬：情報技術と文明，文明と人間 第8章，東京大学出版会 (昭56)。
- 5) Inose, H. and Pierce, J.R.: *Information Technology and Civilization*, W.H. Freeman (to be published in 1983)。

(昭和58年6月2日受付)