

情報技術の進歩と金融システムへの応用

関 口 益 照

1. はじめに
2. 90年代における情報技術の動向
3. 金融業における情報技術の動向
4. 金融インフラストラクチャーの変化とその影響
5. 今後の課題
6. おわりに

1. はじめに

近年の情報技術の進歩を振り返って見ると、2つの対照的な現象に気付く。1つは、半導体素子を始めとする基礎的技術分野での指数関数的な単位性能の向上であり、もう1つは、銀行オンラインシステムに代表される応用システム分野でのイノベーションの停滞である。後者の例としては、都銀の第3次オンラインシステムにおける労働集約的ソフトウェア生産や、中小金融機関におけるオンラインシステム投資額の下方硬直性などを指摘できる。

もし、この傾向が、今後5～10年続くとすれば、早晚“ソフトウェア危機”は現実のものとなり、また、システム開発力の格差が競争阻害要因となる事態も起こりえよう。

しかし、一見、進歩がないかにみえる現象の細部に着目すると、いくつかの変化の兆しをみてとることができる。たとえば、分散ネットワーク技術によるメインフレーム中心アーキテクチャからの脱却や、エキスパート・システム等による第3世代コンパイラ言語の限

界突破、そしてワークステーションの高性能化によるパーソナル・コンピューティング拡大の可能性である。

結論を先にいえば、現状は、上流における集中豪雨的な技術革新の成果が、中流のダムを満たしている段階であり、いずれそれは臨界点を超え、奔流となって下流、つまり応用システムの姿を一変させるに違いないということである。そう考える理由の1つは、ここ2～3年の各分野における新技術の登場であり、もう1つは、私自身のこれまでの応用システム研究開発の体験に照らした実感である。

本論文では、情報技術革新の現状に対する以上のような基本認識に基づき、それが、応用システムをどのように変容させるか、また、その結果、インフラストラクチャーとしての金融システムにどんな影響をもたらしかを整理してみたい。

まず、2.では、情報技術の体系的分類を行い、各技術分野の相互波及現象を踏まえた将来展望を試みる。次に、3.では、情報技術革新の方向に沿って金融業の情報システムにど

んな変化がおこりつつあるかを具体的に確認する。また、4.では、金融業における情報システム化の進展が、事後的にその写像としてのマネーそのものの機能を変化させつつあることをシステム・エンジニアリングの切口で整理し、問題提起としたい。これらを踏まえて、5.では、情報技術革新がもたらす社会的課題のいくつかについて、技術的側面の総括を行うこととする。

2. 90年代における情報技術の動向

現在、および向こう10年間の情報技術を展望したとき、直ちに2つの趨勢を指摘することができる。1つは、半導体素子等の上流技術から、機器・システム等の下流技術への持続的な技術波及、いわば垂直の技術波及である。もう1つは、下流におけるコンピュータ（情報処理）技術と通信（情報伝達）技術の融合であり、こちらは水平の技術波及である。

そして、ここで注目すべき第3の事実は、これら2つの波及効果が、現在急速に臨界点に到達しつつあり、今後、数年のうちにいくつかの応用分野において、革新的なシステムが登場する可能性が高まっていると考えられることである。

そこで、これらのトレンドを立体的に俯瞰するため、まず、情報技術の体系的分類を行う。次に、各分野の主要技術の中長期展望を行い、最後にそれらの総括として、技術革新の方向性と応用システムへのインパクトを整理する。

(1) 応用面から見た情報技術の分類 ——階層化と多様化

技術進歩の垂直方向の波及関係を明らかにするため、上流から下流までを、順に、要素技術、構成技術、および応用技術の3階層に区分する。

また、水平方向の多様化と融合関係をみるため、各階層をさらにそれぞれ独立性の強い複数の技術分野に分類し、次のような3階層、10分野の技術体系として整理する。詳細を第1表に示す。

イ. 要素技術

素子技術、処理技術、記憶媒体技術、入出力技術、および伝送技術の5分野に分類する。素子技術——IC、LSI等の集積回路技術である。集積度が約3年毎に4倍増し続けているダイナミックRAM（随時読み書きメモリ）が良く知られているが、最近では、化合物半導体の実用化が進み高速性や耐熱性など、優れた特性を持つ新機能素子の台頭が著しい。GaAs（ガリウム・砒素）を用いたHEMT（高電子移動度トランジスタ）はその代表例である。

処理技術——コンピュータの心臓部をなす処理機構（プロセッサ）の技術である。従来の汎用コンピュータに採用されてきたフォン・ノイマン型（逐次命令実行方式）のプロセッサは、年率10%以上の性能向上を続けているが、最近では、これに加え、知識処理やニューロコンピューティング¹⁾の技術が急速に実用化されつつある。

1) 脳神経細胞（ニューロン）の学習機能をモデルにした人工知能技術。

第1表 情報技術の将来展望

分野	現 状 (1990年)	2～3年後	5 年 後 (1995年)	10 年 後 (2000年)
要素技術	DRAM集積度 新機能素子	・16Mビット ・GaAs素子量産 ・ジョセフソンマシンプロトタイプ	・64Mビット ・3次元回路素子量産 ・ジョセフソン素子実用化	・256M～1Gビット ・各種新機能素子普及
	推論コンピュータ 超並列コンピュータ ニューロコンコンピュータ	・エキスパートシステム実用化 ・プロトタイプ (数100プロセサ) ・プロトタイプ (数100ニューロン)	・高度推論の導入 ・超並列RISCプロセサ ・光ニューロコンコンピュータ試作	・自己学習マシン実用化 ・数10万～数100万プロセサ／ニューロン (デスクトップ型)
	磁気ディスク 光ディスク ICカード	・200Mバイト (3.5インチ) ・600Mバイト (5インチ) ・EEPROM (2～8Kバイト)	・1Gバイト (3.5インチ) ・300～500Mバイト (3.5インチ) ・光カードとの複合化、非接触型実用化	・1Gバイト (2.5インチ) ・500～700Mバイト (2.5インチ) ・多様なカードの普及
	パターン認識 ホログラフ フラットパネルディスプレイ	・動画像処理実用化 ・バーコードリーダ (1次元) ・640×400ドット (白黒、カラー)	・指紋照合実用化 ・1,280×1024ドット (白黒)	・自然言語入力実用化 (数万語) ・3次元物体像入力 ・2,500×2,000ドット (フルカラー)
	光伝送 光交換	・1.2～12Gbps、100～240km無中継伝送 ・512Mbps 光交換機試作	・200～300km無中継伝送実用化 ・広帯域 ISDN 商用開始	・大洋横断無中継伝送実験
情報処理機構	ワークステーション CPU 主記憶 外部記憶 ソフトウェア	・数～数10MIPS ・数10Mバイト ・数100Mバイト ・流通アプリケーション／自力開発	・数100MIPS ・100Mバイト ・数Gバイト ・LAN-WAN 接続、自然語アクセス、マルチメディア入出力	
	HMI (Human Machine Interface)	・コマンドによるOS操作 ・キーボードによるアプリケーション操作 ・文字言語によるプログラミン ・文法・仕様による縛り	・GUI (グラフィカルユーザインタフェース) ・マウスによる機能操作 ・ハイパーメディアシステムの標準化 ・ビジュアルプログラミング言語の普及	・進化したHMI実用化 (ユーザの“くせ”に合わせて対応する) ・フラックボックス化技術進展 ・市販ソフトを一般ユーザがプラモデル感覚で組み替えられる
	超高速計算	・ベクトルコンピュータの定着 ・多重コンピュータの普及	・アプリケーション専用プロセッサ進展 ・並列処理の普及 (多重コンピュータ) (並列コンピュータ)	・並列処理技術の革新 ・並列コンピュータ (～1000プロセサ) 普及
	大量処理	・磁気ディスク主体 ・情報系でのDBアシスト機構	・業務系でのDBアシスト機構	・オンラインDBでの光ディスク利用 ・知的DBアシスト (データサーバ)
	広帯域通信網	・広帯域 ISDN (B-ISDN) 試験中	・B-ISDN 試行サービス ・ATM 標準化完了 ・LAN 標準化 (ANSI) 進展	・基幹網、企業網での利用拡大 (数K～数100Mbps) ・国際標準 (ユーザ網インタフェース) に基づく加入者網の拡大 ・バックボーン LAN による LAN-LAN 統合 (数 Gbps)
通信技術	移動体通信	・アナログ方式 (容量に限り) ・自動車電話急拡大	・デジタル方式に移行 ・公衆コードレス電話実現	・パーソナル通信システムのプロトタイプ ・パーソナル通信システム実現 ・CCIR (国際無線通信諮問委員会) の M-ISDN (Mobil-ISDN) 構想 ・郵政省の次世代携帯電話
	マルチメディアシステム	・文字: ASCII フォーマット定着 ・カラー画: TIFF 形式普及 ・文書: DTP ソフト流通 ・マルチメディアパソコン増加	・アニメーション操作 ・動画情報処理 ・ハイパーメディア普及	・マルチメディアデータベース ・自然語による検索
	画像映像情報通信システム	・フルカラー静止画伝送 (88年～INS64) ・HDTV 実験放送開始 ・HDTV 受像機専用 LSI 実用化	・画像圧縮方式標準化 (CCITT) ・標準動画、高解像度静止画放送開始 (B-ISDN 試行サービス、HDTV 定時放送)	・FTTH (Fiber To The Home) の実現 ・通信と放送の融合 ・複合 HDTV 端末 (HMI、フラットディスプレイ DB、双方向アクセス)
	知能情報システム	・単体型エキスパートシステム (特定設備の運転計画) ・マニユアルの機械翻訳	・連携型エキスパートシステム (工場全体をオブジェクトとして知識ベース化) ・一般文章の機械翻訳	・高度推論 (帰納、類推等) ・ファジー、ニューロとの連携・融合 ・文書理解型機械翻訳 ・連想検索
	高度サービス通信	・コンピュータとPBXの連携による企業網のインテリジェント化 (追いかけ電話) (ホテルシステム)	・音声、データ、イメージでのネットワーク動的運用 ・インテリジェントネットワークによる自動バックアップ	・公衆網のインテリジェント化 (パーソナルユース) ・メディア連携/変換 ・音声ダイヤリング/通話電話/音声・テキスト変換
応用技術	高信頼性システム	・ホットスタンバイ、フォールトトレラントコンピュータ増加 ・オブジェクト指向言語によるソフトバグ削減 ・ネットワーク毎の個別管理	・サーバの無停止化進展 ・ソフト的多重化システム ・相互接続標準化進展	・分散型高信頼システム実用化 ・商用システムでの機密保護技術適用進展 ・ネットワーク管理機能標準化
	ネットワーク管理		・企業ネットワークの統合管理	・オープンネットワークの統合管理
	アプリケーション開発 システムインテグレーション	・コンパイラ (COBOL, PL/1) での労働集約型手法の標準化 ・CASE ツールの利用拡大 ・パイロットシステムの再加工によるパッケージ化 ・プロトタイプ化による業務専用ソフトウェアの開発 ・上流工程支援技法の試行錯誤 (プレエクスル必要) ・情報提示作業でのエンドユーザプログラミング定着	・業務系でのオブジェクト指向実用化 ・中流工程以下でのCASE ツール適用定着 ・知的開発支援システム実用化 ・知識処理分野でエンドユーザプログラミングの普及	・オブジェクト指向データベース技術完成 ・大規模分散オブジェクト指向OS実用化 ・知的SI支援ツール実用化 ・エンドユーザとシステム部門の連携開発実現

(注) 富士通資料を参考にして作成

II. 報告論文

記憶媒体技術——記録密度が約3年毎に倍増し続けている磁気ディスクや光ディスク技術に代表される外部記憶媒体である。最近では光ディスクの性能向上がめざましく、数年内には小型磁気ディスク並みのアクセス速度を実現する見通しである。

入出力技術——人間とコンピュータのインタフェースの基礎をなす技術である。従来は、コード化された文字情報の入出力が主体であったが、近年ディスプレイの性能向上やパターン認識技術の進歩により、3次元図形や静止画像、さらには動画像や音声の入出力も実用化されつつある。

伝送技術——通信網を通して情報を伝達する技術であり、信号（電気信号および光信号）の変換、増幅、交換等の技術が含まれる。かつては、公衆通信網のための技術であったが、最近では LAN（ローカル・エリア・ネットワーク）と呼ばれる私的な構内通信網が発展し、光通信技術の採用が進んでいる。

ロ. 構成技術

情報処理技術、通信技術、およびそれらの組合せである複合技術の3分野に分類する。

情報処理技術——各種のプロセッサ技術を使い分けて、目的に合った情報処理を実現する技術である。マイクロプロセッサの安価・高速性を活用するワークステーション技術、入出力技術やソフトウェア技術を組合せた HMI（ヒューマン・マシン・インタフェース）技術、汎用プロセッサの多重化やマイクロプロセッサの超並列化による超高速計算技術、あるいは大容量磁気ディスクやデータベース専用プロセッサを組合せた大量処理技術などがある。この分野は、ここ数年における多様な要素技術の開化を

反映し、急速に発展しようとしている。

通信技術——伝送技術と交換技術を組合せて多様な通信網を構成するネットワーク技術である。第1種電気通信事業者（NTT など）が運営する WAN（ワイド・エリア・ネットワーク）と、企業等の内部で運営される LAN（ローカル・エリア・ネットワーク）がある。

後者においては、すでに光通信システムの採用が一般化しているが、前者についても、NTT が数年後にサービス開始を予定している広帯域 ISDN（B-ISDN;後出）において、本格的に採用される見通しである。

さらに、最近注目されている技術として移動体通信がある。従来は電話が中心であったが、今後は携帯端末への適用が進む方向にある。

複合技術——処理技術と通信技術の融合によって実現される高度なシステム技術である。

文字情報と音声や画像のようなパターン情報を組合わせて処理するマルチメディアシステム、通信技術と放送技術の融合による画像映像情報通信システム、人工知能技術と情報ネットワークを統合する知識情報システム、コンピュータと交換機の連携による高度サービス通信などの技術が代表的なものである。

また、これらすべてのシステムの円滑な運用にとって不可欠な技術として、高信頼性システム設計技術やネットワーク管理技術がある。

ハ. 応用技術

アプリケーション開発技術、およびシステム・インテグレーション技術の2分野に分類

する。

アプリケーション開発技術——一般的には業務処理プログラムの作成技術の意で用いられることが多い。しかし、最近のアプリケーション開発では、要件分析等の上流工程の比重が一段と高まっていることから、ここではシステム・コンサルティングに始まり、システム・テストに至る全工程を対象とするコンセプト、手法、ツール²⁾を含むものとする。

システム・インテグレーション技術——応用システムを完成するためには、アプリケーションの開発にとどまらず、ハードウェアを含むすべての構成要素の選択、システムの全体構造（アーキテクチャー）の決定、そして人・物・金・時間の計画と管理など、無数の課題をクリアする必要がある。これらは要するに、システム設計とプロジェクト管理であり、システム・インテグレーション技術はそのための手順とノウハウの体系である。

(2) 主要技術の現状と動向

——量から質への転換が始まっている

前項では、情報技術の階層化と多様化の現状を確認した。そこで、本項では、第1表に

示す各分野について、とくに重要と思われる技術の動向を述べる。

イ. 要素技術

この階層での動向は、素子技術、記憶媒体技術、伝送技術の3分野における量的進歩の持続、および処理技術、入出力技術の2分野における質的な進歩の活発化の2点に要約できる。

(質的進歩の持続)

素子技術、記憶媒体技術、および伝送技術の3分野で急速に進展しつつある。

素子技術においては、前述のダイナミック RAM に代表されるメモリ素子の集積度向上と並行して、論理素子の高速化が続いている。前者は約3年で4倍増、後者は約5年で2倍増³⁾の速度で進んでおり、一方、単位価格は、ほぼこれに逆比例して低下している。この傾向は、超微細加工技術や異種化合物接合技術（ヘテロ成長技術）の進歩に支えられて21世紀まで確実に持続すると見られている。

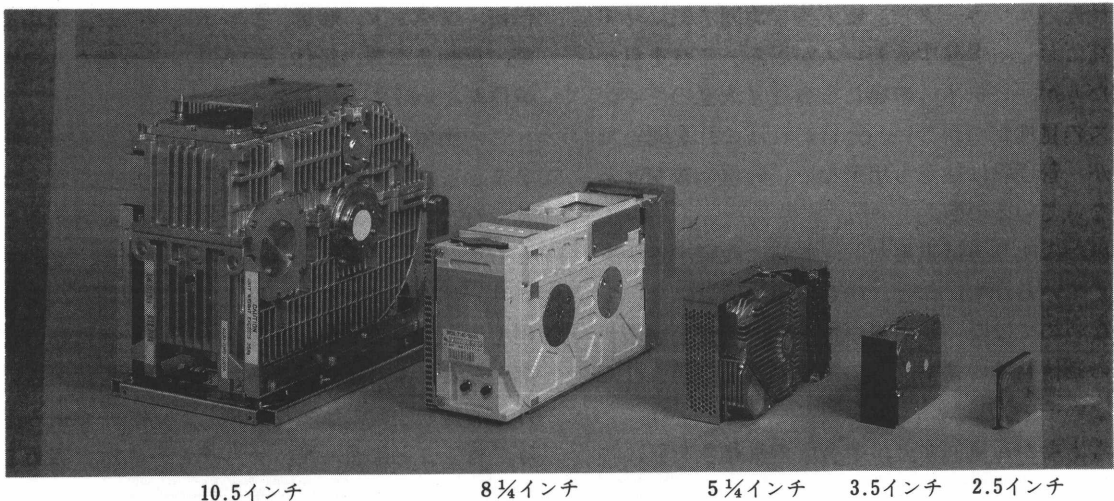
記憶媒体技術においては、磁気ディスクおよび光ディスクの記録密度が約5年で4倍増する一方、ビット単価は、その間に、約3分の1に低下し続けている。その結果、10年後には1 G（ギガ＝10億）バイトの情

2) 最近のアプリケーション開発の生産性向上手段としては、CASE (Computer Aided Software Engineering) ツールと総称されるソフトウェアツール、および AI やニューロコンピュータのような新しいハードウェア機能を活用する方法の2つがある。

3) 実際のプロセッサ性能は、素子の動作速度と集積度の相乗効果でさらに向上する。メインフレームでは10年で約10倍、パソコンでは約30倍、RISC と呼ばれる高速エンジニアリング用ワークステーションでは約300倍に達している。

II. 報告論文

第1図 磁気ディスク装置のダウンサイジング



(出所) 富士通

報を名刺入れに収めることが可能になる。⁴⁾これは、銀行で言えば、第1次オンラインシステムの元帳ファイル全体に匹敵する情報量を行員が携帯し得ることを意味する。

伝送技術においては、デジタル技術と光技術の進歩により伝送速度の飛躍的向上が進みつつある。とくに B-ISDN⁵⁾対応の広帯域光通信技術の実用化が急速に進んでおり、すでに、Gbps (10億ビット/秒) クラスの伝送速度による100km以上の無中継伝送が実現した。10年後には太平洋横断無中継伝送の実現も展望されている。一方、数100Mbps (数億ビット/秒) クラスの処理能力を持つ光交換機も試作されているが、この処理能力は、都銀第3次オンライ

ンの全ネットワークを1台で収容してしまう容量に匹敵する。また、この技術に基づいて構築される B-ISDN の伝送速度は、現在のデータ通信専用回線 (最高9600bps) の数万倍、高速デジタル回線と比較しても数百倍に達することが予想されている。つまり、この分野で起りつつある進歩は、前述の2分野のように漸新的なものではなく飛躍的なものであり、真にイノベーションの名に値するものである。これは、今後、下流の応用システムに波及する過程で、これまでの常識を一変させるようなインパクトをもたらす可能性がある。

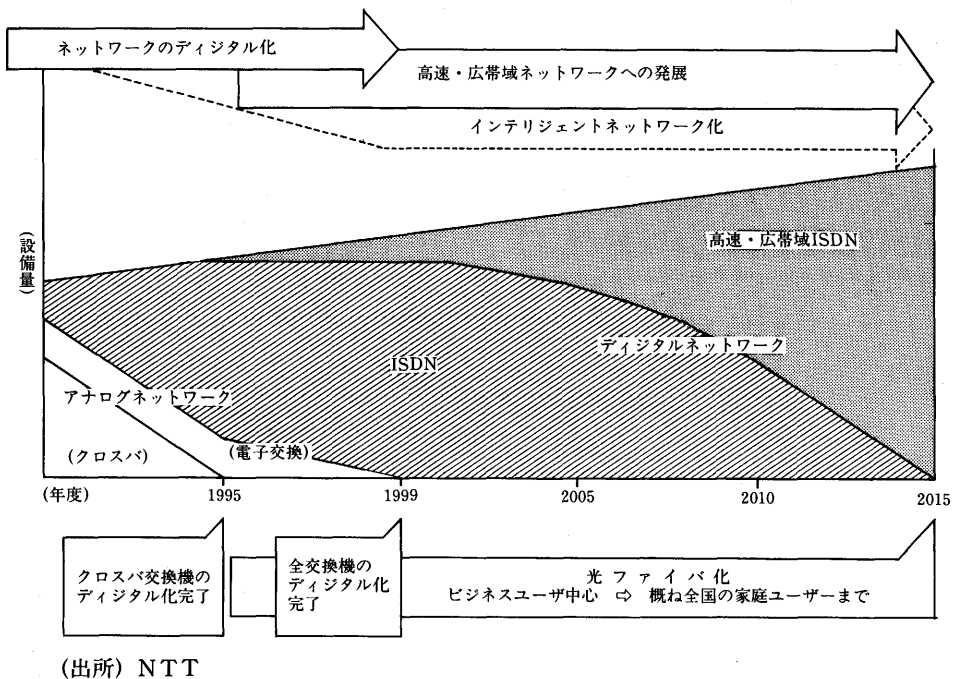
(質的進歩の活発化)

処理技術、入出力技術の2分野において、基礎理論の発展を背景に新しい技術が開花

4) 磁気ディスクの記録密度の向上と逆比例して、第1図に示すように、装置の小型化も急速に進んでいる。

5) 第2図に示すように NTT が1990年代後半に拡大を計画している全国光通信網である。光ファイバー・ネットワークと ATM (非同期転送モード) 交換機によって、現在の電子交換網による ISDN の数百倍の伝送速度が実現される。

第2図 ネットワークの高度化



しつつある。

処理技術の分野では、長期にわたって汎用コンピュータ（メインフレーム）の性能／価格比の向上が続いているが、応用システムからの性能要求に追いつかない⁶⁾状況にある。これは、1つには、コンピュータの応用水準が飛躍的に高度化しているからであると考えられる。しかし、利用者の実感は、むしろ逆で年々、コンピュータ・システムの投資効果への疑問が論じられるようになってきている。おそらく、これらの互いに矛盾する2つの主張の意味するところ

ろは、従来の汎用コンピュータのアーキテクチャと近年拡がりつつある新しい応用分野との間にミスマッチが生じているということであろう。

このような“質”の異なる応用分野を対象として、推論型コンピュータ、超並列コンピュータ、およびニューロコンピュータの実用化が急速に進んでいる。

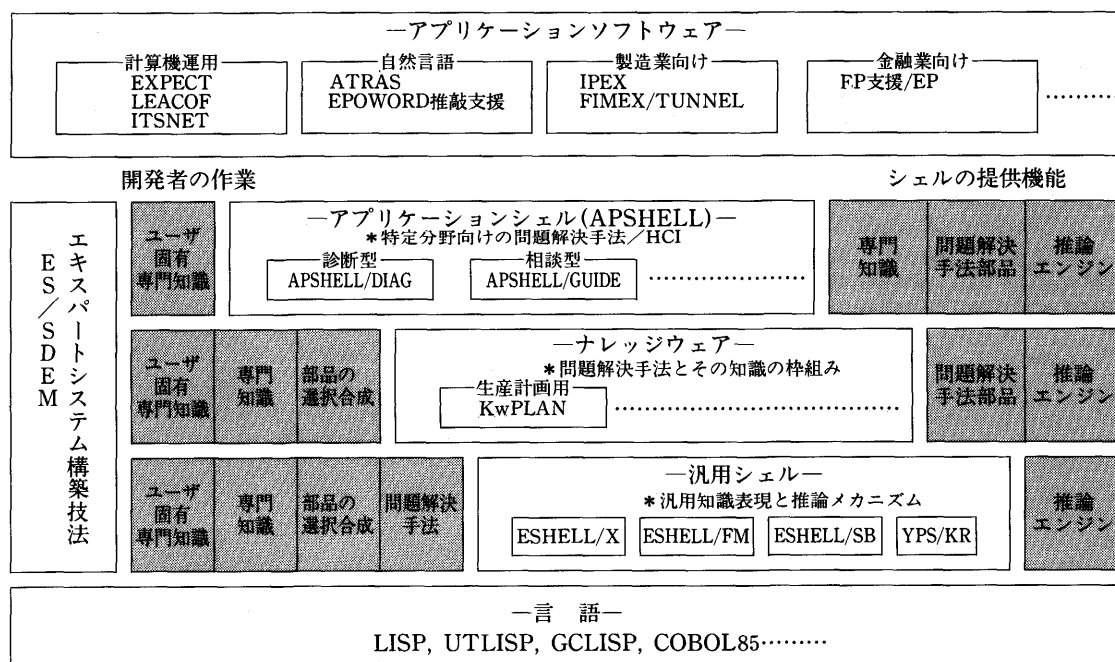
推論コンピュータと超並列コンピュータは、通産省のいわゆる第5世代コンピュータ研究開発プロジェクト（1982～91年）の中核技術である。前者については、すでに

6) 汎用コンピュータ（単一プロセッサ）の性能向上が年率10～20%であるのに対して、応用システム側の処理能力需要は、富士通の大型機ユーザの平均で、年率60～70%増大している。

II. 報告論文

第3図 知識情報システム構築支援ツールの例

(英字はツールの名称)



(出所) 富士通

AI コンピュータとしてメーカーによる商品化⁷⁾が進み、応用システムも多数試行されている。

一方、後者については、米国のベンチャー企業による商品化が先行しているが、国内においても各社が試作機を完成し、実用化の最終段階にある。2～3年内には推論機構と融合した第5世代マシンとして商品化され、知識処理やパターン情報処理、さらに大規模シミュレーションなどの複雑な問題の処理に威力を発揮するだろう。

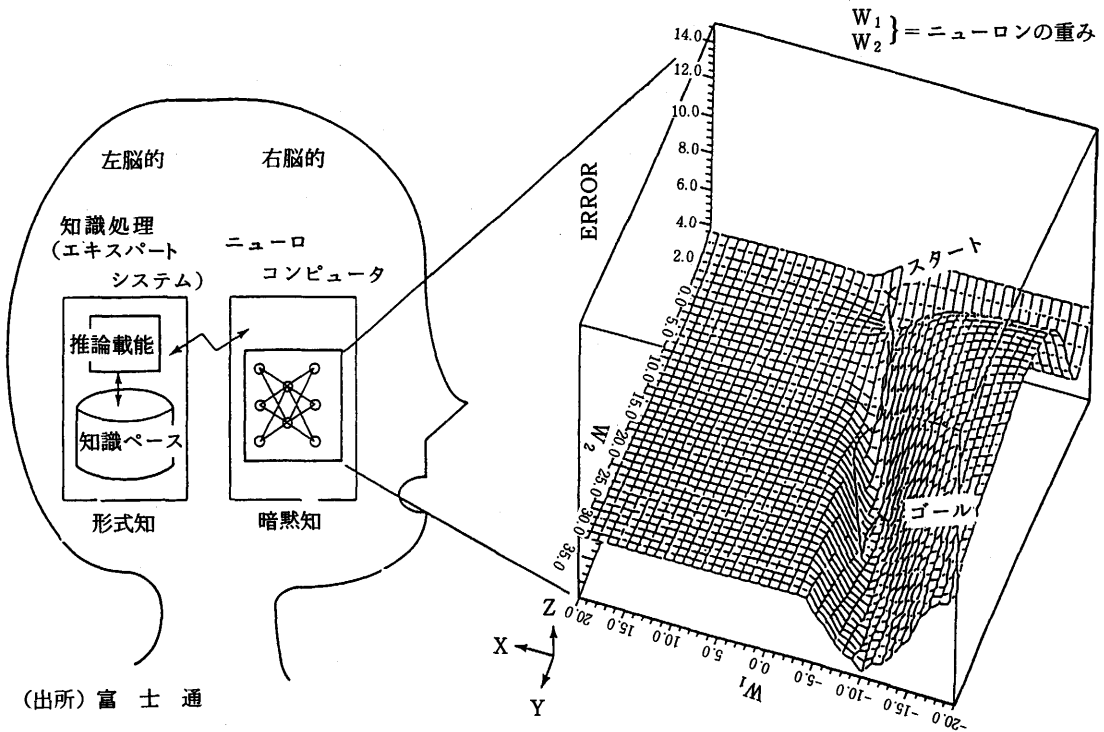
ニューロコンピュータやファジーコンピュータ⁸⁾も、超並列コンピュータ同様、現在試作段階にあり、2～3年以内には商品化される見通しである。すでにシミュレータ（ソフトウェア、ファームウェア）による応用システムのプロトタイプ開発が活発に行われており、株価予測等では、専門家の成績を凌駕するシステムも開発されている。

以上の3種類の技術は、いずれも従来の汎用コンピュータとは大きく異なる特性を

7) この技術については、第3図に示すように、要素技術のみならず、構成技術から応用技術までの整備が進み、応用システム側での本格的離陸の段階を迎えている。

8) 汎用コンピュータの演算原理は、“1”か“0”かの2値演算であり、その中間の状態を取り扱うことができない。これに対して、“1”と“0”の間の“ある割合”を扱うことのできる演算原理（メンバーシップ関数など）に基づくコンピュータのことをファジーコンピュータと呼んでいる。

第4図 人工知能システムの概念



持っている。したがって、その用途も使い方もおのずと異なる筈である。つまり、これからの応用システムの開発にあたっては、汎用コンピュータのみに頼っていた時代の発想に拘わらず、業務の特性と技術の特性⁹⁾の相性を良く見て、それらを上手に使い分けるようなシステム設計が要求されるようになる。

入出力技術の分野では、80年代初頭にお

ける英・数字から漢字・日本語への転換という一つのエポックがあった。これを可能にしたのは、日本語そのものの研究と、数千個の漢字パターンをLSIチップ化した素子技術の進歩であったが、同じようなアプローチは、音声処理、画像処理、さらに直近では、動画画像処理などの分野で進められている。

これらの技術に共通する困難は、①入出

9) 汎用コンピュータは明示された手続きを実行する機械である。ここで必要なのは、手続きの設計能力である。一方、推論コンピュータは、与えられた知識の範囲で適当な判断を行う。ここで必要なのは、知識を整理する能力である。

また、ニューロコンピュータは、第4図に示すように、与えられたケースをニューラル・ネットワークに刻み込み、その学習程度に応じて条件反射をくり返す。ここで必要となるのは、適切なケースを抽出する能力である。

II. 報告論文

力情報量の巨大さ（音声波形、動画像）、②処理時間の制約、そして③認識対象（話者、筆者、被写体）のばらつきなどである。このうち、①と②は要するに量との戦いであり、ハードウェアおよび符号圧縮・伸長技術の進歩によって徐々に吸収されていく性質のものである。これに対して、③は、本質的に人間の認知メカニズムと不可分のものであり、ハードウェアの進歩によって自動的に解決していくことは期待できない。

現状は、3つの要素の各々に何らかの制限を設けることにより、用途に応じた専用システムを実用化しうる水準に到達したところである。今後、ハードウェアの高性能化とともに、逐次制約が緩和され、あるいは解除されていく過程で、急速に応用範囲が拡大すると思われる。

ただし、最終目標である不特定話者による自然言語入力や不特定3次元物体の識別などは、理論・技術両面でのブレイクスルーが必要であり、5年以内に実現する見込みはほとんどないと考えられる。

ロ. 構成技術および応用技術

この階層での基本的な趨勢は、ハードウェアにおける分散アーキテクチャ化、およびソフトウェアにおける知識集約化の2つの方向に向かっていると考えられる。

（分散アーキテクチャ化）

ハードウェアにおける分散構造化を促している最大の要因は、マイクロプロセッサ（ワンチップ・コンピュータ）の性能／価

格比がメインフレームよりも圧倒的に高く、しかも年々その差が拡大する方向にあるということである。一方において、ワークステーション（端末）の担当する仕事は年々拡大するのに対して、他方において、メインフレーム（ホスト）側は、年々増大する仕事を捌ききれず、おのずと複数台で分担せざるを得なくなりつつある。その結果、ホスト・端末間の接続が1対 n から m 対 n の方向に進む傾向が出始めている。たとえば、都市銀行の第3次オンライン・システムでは、交叉取引を処理するために、いろいろな工夫がこらされている。

しかし、現状は基本的にホスト対端末の関係であり、例外的に複数ホスト間の“わたり”をつけているに過ぎない。そのため、端末からホスト以外のシステムにアクセスしようとするれば、それらはすべてその仕事に直接関係のないホストへの通過交通となる。まさに、このことが、現在の多くの大規模オンライン・システムの抱えている悩みでもある。この問題は、“外郭環状線”を用意すれば解決する。しかし、そのためには、“環状線”およびそれにアクセスする放射線が、充分高速でなければならない。つまり、WAN および LAN の相互接続の実現があって、初めて、ホスト間の仕事の分担が自由になり、ホスト対端末の関係も、いわゆるクライアント／サーバ関係¹⁰⁾に脱皮できることになる。

また、それによって、メインフレーム間だけでなく、推論コンピュータやニューロ

10) ワークステーションとメインフレームの関係を仕事の依頼人 (Client) とサービス提供者 (Server) の関係になぞらえる概念で、1台のワークステーションが主体的に複数の多様な役割を持ったコンピュータ群を使い分けることをめざしている。

ロコンピュータとの間でも、それぞれの相性に合った仕事を分担できるようになる。

つまり、上流の要素技術におけるメインフレームとワンチップ・プロセッサの進歩の速度の違いが、分散アーキテクチャへの転換を促し、一方、もう1つの要素技術である広帯域伝送技術の進歩がそれを可能にするということである。

(知識集約化)

従来のソフトウェアは、基本的に利用者の使い易さのためというよりメインフレームを有効に使用するためにあったといっても過言ではない。というのは、メインフレームにおける新機能なるものが、本質的には速度と容量の増大でしかなく、それを使いこなすための仕組みづくりは、ほとんどすべてソフトウェアに皺寄せされてきたからである。銀行オンライン・システムの分野を例にとれば、70年代後半におけるアセンブラから COBOL への移行、80年代前半における COBOL から非手続き言語への移行などがそれである。しかしそれによって何が起こったかといえば、アセンブラ時代には困難だった大量の未熟練プログラマの動員が実現したということである。つまり、ソフトウェア開発の難度は低下させることができたが、労働量は逆に激増し、単位労働力あたりの生産性も年率10%台でしか改善されていない。¹¹⁾

このことは、ハードウェアのアーキテク

チャを変えない限り、ソフトウェア生産性の飛躍的向上はあり得ないということを示すものである。それは、もともと指示された手続きしか実行しないという、メインフレームの能力の限界である。

しかし、最近、このようなメインフレーム酷使型ソフト開発の閉塞状況に風穴をあける可能性のある技術が登場し始めている。

1つは、ワークステーションをベースにしたオブジェクト指向言語であり、もう1つは、非ノイマン型コンピュータによる知識処理システムである。

オブジェクト指向言語の本質は、ある仕事をコンピュータにやらせようとするとき、利用者の認識する仕事の構造（ユーザビュー）を、そのままの形で記述することである。この一見何でもないことが画期的だといわれる理由は、次のようなことである。つまり、従来のコンピュータ言語でこのような記述方法を徹底して実行すると、部分的に類似あるいは同一の手続きが繰り返し出現し、それらを何回でも我慢して記述しなければならないということ、そのうえ、そうして創り出されるプログラムは、許容し難い冗長なものとなり、ハードウェア資源を浪費するばかりか、記述した本人にとっても、おそろしく簡潔性を欠くものになってしまうということである。そこで、こうした重複部分を自動的に

11) 銀行の第2次オンライン・システムと第3次オンライン・システムを比較すると、同一規模のアプリケーション開発の生産性は、10年間で約2倍に上昇している。しかし、生産性が規模の平方根に逆比例するという構造が維持されていることと、3次オンにおける開発規模が5倍以上に膨脹していることから、実際の生産性は、 $2/\sqrt{5}$ 倍となり、むしろ低下気味である。

Ⅱ. 報告論文

一本化し、しかも、一度記述した仕事の単位は、それ以後単に仕事名を記述するだけで自動的に組立ててくれる、気の利いた言語の実現が待たれていたものであり、それがオブジェクト指向言語だという訳である。別の観点からいうと、70年代後半に、オンライン用言語をアセンブラから COBOL に転換させたときの設計思想は、OLTP¹²⁾特有の制御ロジックを COBOL 文法で隠蔽することであったのに対し、今回の転換は、プログラムの論理構造そのものを、ビジュアル・プログラミング言語の表示画面の背後に隠蔽してしまおうとするものである。

前述のように、前回の技術転換で起こったことは、大量の未熟練プログラマに対する OLTP ソフトウェア市場の開放であった。今回は、おそらくエンド・ユーザ・コンピューティングの大爆発が起こるのではないだろうか。

この言語の実用化が進み始めたのは、ワークステーションの飛躍的な高性能化と、それをふんだんに活用した GUI (グラフィカル・ユーザ・インタフェース) などのソフトウェア技術の進歩である。すなわち、量の進歩の累積が質の進歩に転換した例の1つといえよう。

一方、推論コンピュータやニューロコンピュータの実用化は、汎用コンピュータの世界における進歩とは次元の異なる効果を

もたらしつつある。その違いは、一言にしていえば、思考と行動、言いかえれば、問題解決と作業遂行の関係である。

従来、コンピュータを利用するためには、この思考、問題解決の部分をすべて利用者が背負わなければならなかったのに対して、今後は、この頭の疲れる仕事もコンピュータが手伝ってくれるようになったということである。このことの意味はきわめて重大であり、汎用コンピュータの世界における未熟練プログラマの開放やエンド・ユーザ・コンピューティングの爆発に匹敵する利用構造の革命的变化につながる算算が大である。

たとえば、この2つの機能を組合わせた CASE ツールが実用化されると、従来個人的資質と経験に頼ってきたシステム開発の上流工程 (要求分析、システム化計画など) が飛躍的に合理化されるだろう。その結果、現在遅々として進まないユーザ主権¹³⁾へのシフトが始まる可能性がある。

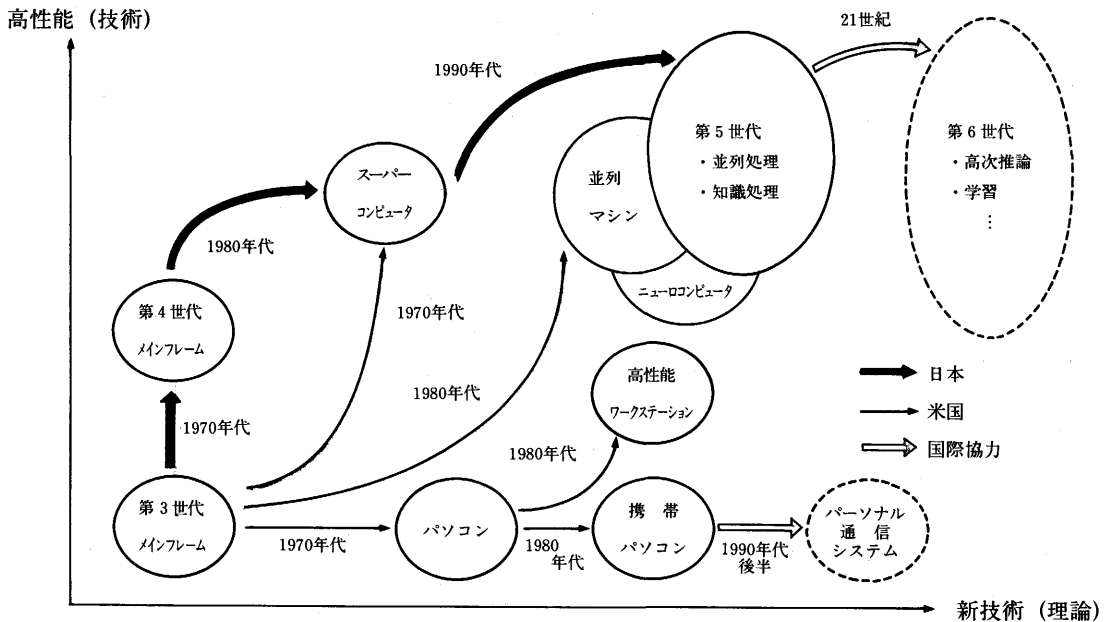
ハ. 国際比較

日本・米国・欧州の三者における情報技術分野の現状を比較すると、研究の米国に対して開発の日本、そして応用の欧州という関係になる。特に、米国に対する日本の位置づけは、従来、ハードウェアのキャッチアップとソフトウェアの後進性という図式で論議されてきた。しかし、現状は、さらに上流ヘシフ

12) Online Transaction Processing: 銀行のオンライン・システムや航空座席予約システムのように、大量のオンライン取引を数秒の応答時間内に完結させるタイプの処理形態をいう。

13) 情報システム投資の主導権を利用部門が握ること。シビリアンコントロールとも言われる。

第5図 日米のコンピュータ開発の歩み



とし、技術でのキャッチアップと理論での後進性¹⁴⁾という図式に変わっている。

そこで、これまでの推移を辿り、今後の展望を試みる。

(市場標準の時代)

1970年代および80年代前半は、IBM ソフトウェアを市場標準¹⁵⁾とする世界で、ハードウェアの性能競争を行った時代である。この間、日本のメーカはフォロアーとして行動し、ハードウェア技術でのキャッチアップを果たしたが、ソフトウェアに関しては自立的な行動をとり得なかった。

(オープンシステムの時代)

80年代後半に入ると、ネットワークの発展と高性能ワークステーションの登場で、OSI、UNIX などの公開アーキテクチャが台頭し、非 IBM 世界の拡大が始まる。その過程で、ソフトウェアでの主導権を巡って、日米欧の合従連衡が活発化している。

(基礎理論の時代)

1990年代に入ると、日米欧いずれも、公開標準のもとでの R & D 競争に重点を移している。その結果、競争の中心は、性能争いから、新機能の開拓にシフトしつつあり、各国とも、基礎理論でのブレークスルーをめざして大規模 R & D プロジェクト¹⁶⁾を

14) 第5図に、70年代以降の日米のコンピュータ開発の歩みを示す。日本が高性能化に注力している間に、米国において、新分野の開拓が進行していたことがわかる。

15) 市場シェアの圧倒的に高いメーカの規格がユーザによって支持され、事実上の (de facto) 標準としての支配力を持つことを言う。

16) 第2表に欧米主要 R & D プロジェクトと研究対象を要約した。認知科学、行動科学、問題解決アルゴリズムなど、高度なテーマが網羅されている。

Ⅱ．報告論文

第2表 欧米主要プロジェクトの研究テーマと新情報処理技術の関連

		プロジェクト名および研究テーマ	新情報関連技術						
			シ ミュ レー シ ョ ン	問 題 解 決	行 動	デ ー タ ベ ー ス	認 識	新 デ バ イ ス	並 列 アー キ テ ク チャ
米 国	DARPA (防衛高等 研究計画局)	① SCI 計画 (1983～93年) ・自律走行車の開発 ・軍事作戦管理の開発 ・パイロット支援システムの開発 ・Smart Weapon		○ ○ ○	○ ○		○ ○		○
	同 上	② Natural Network Research Program (1990～92年) ・性能比較評価 ・テクノロジーとモデリング ・ハードウェア技術開発		○ ○	○ ○		○ ○	○	○
	OSTP (科学技術政策局)	③ High Performance Computing (1990～94年) ・高性能計算システム ・先端的ソフトウェア工学とアルゴリズム	○	○		○			○
ヨ ー ロ ッ パ	EC 委員会	④ ESPRIT-2計画 (1989～93年) ・適応知能のためのコネクショニストモデル ・自律ネットワークにおける学習 ・分散マトリックスメモリ ・脳における空間的、時間的変換 ・不変知覚のグラフマッチング手法 ・データ処理のためのニューラルネットワーク	○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○		○ ○ ○
	英 国 AlVey 理事会	⑤ AlVey 計画 (1983年～) ・VLSI ・ソフトウェア工学 ・IKBS (知的データベース) ・マンマシンインタフェース ・通信とインフラストラクチャ ・大規模デモンストレーション				○	○ ○	○	○

(注) 新情報処理技術調査研究委員会報告書により作成

発足させている。

(3) 技術革新の展開方向と応用面への影響 ——技術の成熟と応用システムの構造変化

前述のように、構成技術および応用技術の分野では、ハードウェアにおける分散アーキテクチャ化とソフトウェアにおける知識集約化の2つの趨勢的变化が進行している。前者は、機器の小型化（ダウンサイジング）と通信網の高度化による分散処理ネットワークの形成であり、後者は、情報処理の高度化と入出力技術の進歩によるマルチメディア・システムの実現である。そして、この2つの趨勢的变化のエネルギーが臨界点に達しつつあ

り、そろそろ応用システムの相変化¹⁷⁾が起きてもおかしくない状況にきている。本項では、これをネットワーク・システム化、インテリジェント・システム化およびパーソナル・システム化の3つの切口でとらえることにする（詳細を第3表に示す）。

イ. ネットワークシステム化

2.(2)ロで述べたように、メインフレームとワークステーションの性能向上速度には圧倒的な格差があり、ワークステーションの性能は数年内に中型メインフレームに追いつく。その結果、ホスト／端末型ネットワークに変わって、LAN や WAN を介したクライアント／サーバ型の水平ネットワークが主流になるだろう。また、一方に

第3表 情報技術革新の方向と応用面への影響

技術革新の方向		鍵となる技術		応用システムへの影響		
		要素技術	構成技術	ネットワークシステム化	インテリジェントシステム化	パーソナルシステム化
形態・構造	小型化 (より安く)	・半導体 ・磁気ディスク	—	・ワークステーションの性能は数年内に現在の中型メインフレームと同等になる。	・エンドユーザ利用によりデータ処理から情報処理、知識処理への移行が進む。	・高性能ワークステーションから、ノート型パソコンまで、個人用機器の多様化が進んでいる。
	分散化 (より大量に)	・ディスプレイ ・磁気／光ディスク	・ワークステーション ・広帯域通信網	・その結果、ホスト／端末型に代り、LAN／WAN を介したクライアント／サーバ型の水平ネットワークが増加する。		
性能・機能	高度化 (より強力に)	・人工知能 ・並列処理	・専用プロセサ ・HMI(注)	・ホスト機能の分解と専用サーバ化が進む。	・メインフレーム酷使型から、用途に応じた多様なプロセサの使い分けに進む。	・エンドユーザの本格的取りくみを促すための HMI の開発が進んでいる。
	マルチメディア化 (より自然に)	・超並列処理 ・人工知能 ・入出力 ・光通信	・ワークステーション ・HMI ・大量処理 ・広帯域通信	・高速マルチメディア通信により、分散処理でのデータ共用問題が解決する。		

(注) HMI: Human Machine Interface

17) 物質は、一定のエネルギーレベルに達すると、突然固体から液体、液体から気体へと姿を変える。この状態変化を物理用語で相変化と呼んでいる。

Ⅱ. 報告論文

において、同時にホスト機能の分解が進み、メインフレームの仕事の一部は、他の専用プロセッサに任されることになる。その場合、従来であれば各プロセッサ間、およびそれらとワークステーションとの間でのデータベースの共用が大問題となるが、これは、B-ISDN による LAN-WAN 接続と高速マルチメディア通信により解決される筈である。

その結果、メインフレームに代わって、ネットワークそのものがシステムの中心を占めるネットワーク型システムが一般化する。第6図にその概念を示す。

ロ. インテリジェント・システム化

ワークステーションが普及し、エンドユーザ利用が拡大するとともに、情報処理の内容が高度化し、データ処理から情報処

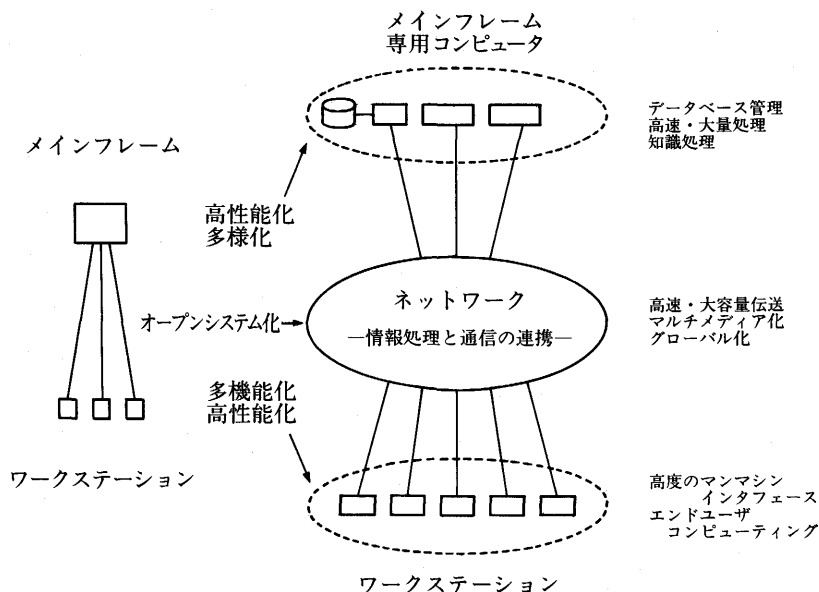
理、知識処理へのシフトが促進される。

また、これに対応してホスト側においても、メインフレーム一辺倒からの脱却が進み、用途に応じた多様なプロセッサの使い分けが進む。そして、これら2つの趨勢の中で、コンピュータ・システムが作業のみを行う機械から判断力をもって仕事をする機械（インテリジェント・システム）に変身するだろう。

ハ. パーソナル・システム化

ハードウェアのダウンサイジングは、とどまるところを知らず、大はワークステーションから小はノートブック型パソコンまで、個人用機器の多様化が進んでいる。また、ソフトウェアの分野では、GUI（グラフィカル・ユーザ・インタフェース）や MMUI（マルチメディア・ユーザ・インタ

第6図 分散処理アーキテクチャ化の進展



フェース) など、より自然な操作法の開発が進んで、将来は利用者の個性に適応して動作する進化型の HMI (ヒューマン・マシン・インタフェース) の登場も予想されている。この過程で、コンピュータ・システムは、組織の共有設備であるというよりも、利用者個人のツール、つまりパーソナル・システム¹⁸⁾として利用されるようになるだろう。

3. 金融業における情報技術の応用

2. で展望した情報技術の一般的趨勢は、次のように要約される。

すなわち、

- ① 上流の要素技術分野における量的進歩の持続と質的進歩の活発化
 - ② その下流への波及過程として顕在化しつつある構成技術および応用技術分野の2つの趨勢——ハードの分散アーキテクチャー化とソフトの知識集約化
 - ③ これらのインパクトによる応用システムの3つの趨勢——ネットワーク化、インテリジェント化およびパーソナル化である。
- そこで、本章では、金融業において実際にこれら3つの趨勢が、どのように進展しているかを、いくつかの切口から見ていくことにする。

(1) 適用技術から見た金融業務の特性分類 ——3つの趨勢を捉える切口

金融業務の分類方法としては、勘定科目に

よる古典的方法から、第3次オンラインにおけるサブシステム分割(勘定系、情報系など)まで、いろいろ考えられる。しかし、ここでは、上述の3つの趨勢をより明確に捉えるための工夫として、以下の3つの切口からアプローチする。

イ. 集中型業務と分散型業務

これは、応用システムのネットワーク化と金融業務の関わりを見るための切口である。集中型業務には、スタッフ業務(経営管理)およびCIO業務¹⁹⁾(情報戦略管理)が属し、分散型業務には、ライン業務(業務遂行)が属する。

ロ. 労働集約型業務と知識集約型業務

応用システムのインテリジェント化と金融業の関わりを見るための切口である。労働集約型業務には、ラインの定型業務処理、CIO管轄のデータベース維持業務などが属する。知識集約型業務には、ラインの計画・判断業務およびスタッフ業務一般が属する。

ハ. 共通ルール型業務と創意工夫型業務

応用システムのパーソナル化と金融業務の関わりを見るための切口である。共通ルール型業務には、ラインの業務処理、スタッフの予算・実績管理、およびCIOのデータベース管理などが属する。創意工夫型業務には、ラインの意思決定、およびスタッフの戦略策定などが属する。

ニ. 業務特性と技術感応度

以上の分類基準を組合わせると、金融業

18) GUIを高度に駆使して、利用者に仮想の仕事環境を提供するハイパーメディア技術の進歩が急速に進んでいる。数年後には、コンピュータの中に利用者個人の仕事を代行する仮想の人物(代理人モデル)を登場させる技術の実用化も予想されている。

19) Chief Information Officer ——通常、情報担当役員と訳されているが、企業における情報技術および情報資源管理の最高責任者を指す。

II. 報告論文

務全体が、次の5つの領域に区分される。

		集中	分散	労働集約	知識集約	共通ルール	創意工夫
金融業務	ライン (業務遂行)		○		○		○
	— 事務処理		○	○		○	
	CIO (情報戦略)	○		○	○	○	○
	— 情報資源管理				○	○	
	— 予算・実績管理	○			○	○	
	スタッフ (経営管理)	○			○		○
	— 経営計画策定				○		

このような区分方法の意義は、これによってそれぞれの業務領域の技術トレンドに対する感応度が見易いということである。たとえば、ラインの業務処理は分散／労働集約／共通ルール型であるが、これはネットワーク化およびパーソナル化の進展によって大きく改善される可能性がある反面、インテリジェント化によってはさほど大きな効果を期待できないということを意味している。第4表は、このような考え方で、3つの変化を促す新技術がどの分野の

業務に役立つかを整理したものであるが、この表からつぎのような傾向を読みとることができよう。

- ① ネットワーク・システム化は、ほとんどすべての業務に役立つが、特にラインの業務処理に貢献する。
- ② インテリジェント・システム化は、ラインおよびスタッフの戦略的計画策定業務に役立つ。
- ③ パーソナル・システム化は、定型・非定型にかかわらず、ラインのすべての業務に役立つ。
- ④ 個別技術では、データベース・サーバ、ワークステーション、マルチメディア通信、エキスパート・システムが広範な業務に貢献する。
- ⑤ 以上の考察から、ネットワーク化、インテリジェント化、およびパーソナル化は金融業務においても進展すると思われる

第4表 金融機関の業務分類と適用技術

適用業務の分類 適用技術		ライン (業務遂行)		CIO (情報戦略管理)	スタッフ (経営管理)	
		行動計画、判断、選択 (知識・経験)	業務処理 (手続)	情報資源管理 (データベース)	予・実管理 (計数基準)	目標達成シ ナリオ策定 (アルゴリズム)
		顧客分析 渉外活動、F P 投資運用 業協議	勘定処理 現物処理 文書処理	アーキバーク機能 地域情報 顧客情報 商品情報 事務量情報	業績評価 採算管理 営業店管理	経営計画 統合ALM マーケティング 企業審査 金利予測 商品開発
ネット システム 化	メイン フレーム	○	○	○	○	○
	データベースサーバ	○	○	○	○	○
	端末	○	○	○	○	○
	ワークステーション	○	○	○	○	○
インテ リジェ ント 化	マルチメディア通信	○	○	○	○	○
	エキスパートシステム	○	○	○	○	○
	スーパーコンピュータ	○	○	○	○	○
	ニューロコンピュータ	○	○	○	○	○
パー ソナル 化	ファジーコンピュータ	○	○	○	○	○
	ワークステーション	○	○	○	○	○
	携帯パソコン	○	○	○	○	○
	移動体通信	○	○	○	○	○
HMI(注)		○	○	○	○	○

(注) Human Machine Interface

る。と言うよりも、むしろ情報技術をそのような方向で応用することによってこそ、従来、システム化が困難だった業務領域（ラインおよびスタッフの戦略策定業務やCIOによる全行的情報資源管理など）への効果的な対応が可能になると考える。

(2) 応用形態の変遷と今後の可能性

——構造転換へのプロセス

前項では、金融業務においても、情報システムの一般的趨勢（ネットワーク化、インテリジェント化、パーソナル化）が成立しうることを見た。そこで、ここでは、それぞれが金融業界において、実際どんな要因により、どのように進展しているかを整理する。

イ. ネットワーク化の現状と動向

ネットワーク中心のシステムへの転換を

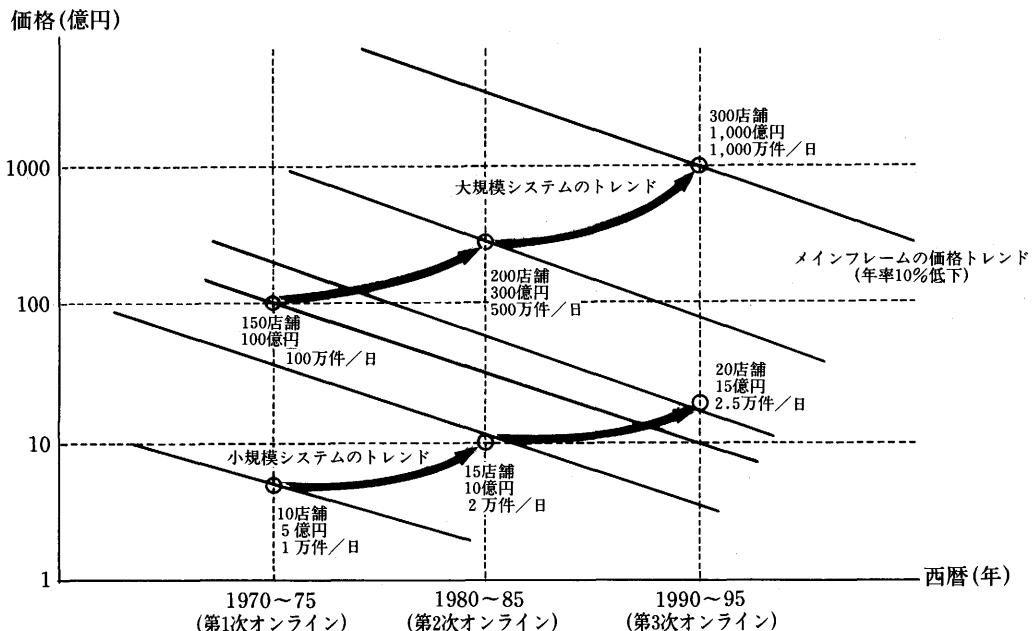
促している要因は、ダウンサイジング（小型化）、オープン化（外部接続）、およびサブシステム分割の3つである。

（オンライン・システムのダウンサイジング）

第1次から第3次までの銀行オンラインシステムについて、各々のシステム性能と価格の推移を見ると、第7図に示すように、大規模システム（都銀上位行レベル）で価格比が1：3：10、性能比が1：5：10程度となっている。つまり、価格／システム性能比はほぼ横這いということになる。同じ比較を小規模システム（中堅信用金庫レベル）について見ると、価格比で1：2：3、また性能比で1：2：2.5程度となっており、価格／システム性能比はやはりほぼ横這いとなっている。

ここで、2つの疑問が生じよう。1つは、前にも見た通り、メインフレームの価格／

第7図 銀行オンラインシステムの価格・性能



Ⅱ. 報告論文

性能比は年率10%以上低下しているのに、なぜ価格／システム性能比が下がらないのかということであり、もう1つは、大規模システムの価格／システム性能比がつねに小規模システムのそれを大幅に上回っていることをどう評価するかということである。

そこで、第7図のデータを使って、大規模システムと小規模システムの価格比および性能比の関係を求めた結果が第8図である。

この図から言えるのは、次のようなことである。

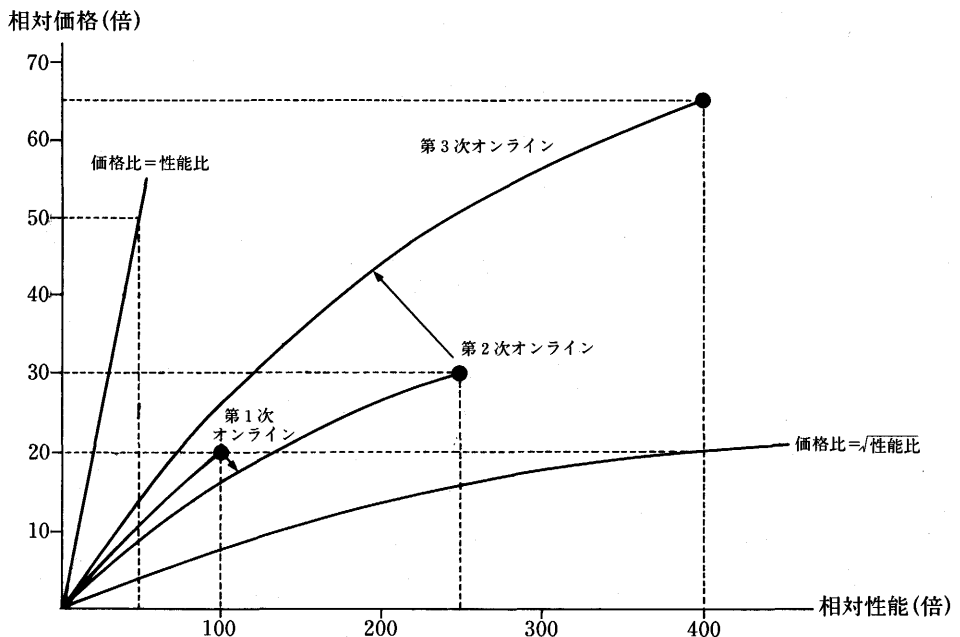
- ① 第1次から第3次まで、すべてのケースで“価格比＝性能比”線の下方にある。つまり、規模の経済性が存在する。
- ② しかし、つねにメインフレームの傾向線として知られる“価格比＝ $\sqrt{\text{性能比}}$ ”

曲線の上方にある。つまり、規模の経済性はメインフレーム単体のそれを下回っている。

これらの事実から、先にあげた疑問に対する回答は、次のようになるだろう。

- ④ 小規模システムで1次→2次→3次と絶対額が上昇しているのは、価格低下を上回る機能の向上を追及したからである。因みに、銀行オンライン・システムの機能水準の指標の一つである1顧客あたりの元帳サイズを見ると、1次＝4KB、2次＝8KB、3次＝15KB程度となっている。
- ⑤ 絶対額でのダウンサイジングは見られないが、小規模システムと大規模システムの性能の比率は、1次＝1：100、2次＝1：250、3次＝1：400とコンスタントに拡大している。

第8図 銀行オンラインシステムの価格/性能比



以上を総括すると、1次から3次に至る銀行オンライン・システムにおいて、規模の経済性はつねに存在しているが、相対的なダウンサイジングは持続しており、金融機関は価格低下の利益の一部を機能の増強に充当してきたということになろう。

(オンライン・システムのオープン・ネットワーク化)

銀行オンライン・システムのネットワークの拡大については、すでに大方の周知するところであるが、特に付言するとすれば、現在、個別金融機関による顧客囲い込み網の様相を呈しているファーム・バンキング等の外部ネットワークが、いずれよりオープンな形で EDI²⁰⁾と融合していくだろうという点である。

(業務単位のサブシステム分割)

第2次オンラインまでは、業務別にメインフレームを割当てるといったことは、まずありえなかった。とにかく、すべての新商品、新サービスは1つのシステムに統合されるべきだと考えられていた。したがって、第2次オンラインまでにおいてサブシステムを作るとすれば、それはシステム能力の限界、つまりシステム・リミットが原則であった。しかし第3次オンラインになると、証券・国際系システムなどでは、システムの限界を吟味することなく、まず無条件に、独立サブシステムとして開発されるようになる。つまり、サブシステム分割の基準が業務リミットになった訳である。

これは、要するにエンド・ユーザ・コン

ピューティングへの第一歩だったと言える。それ以後、今日に至るまで、投資運用システム、ファイナンシャル・プランニング・システムなど、業務の論理で分割されていくサブシステムが後を絶たない状況を呈している。

以上の3つの動き、すなわち、オンライン・システムのダウンサイジング、オンライン・システムのオープン・ネットワーク化、および業務単位のサブシステム分割の趨勢は、いずれワークステーション単位に到達し、ネットワーク中心のシステムへの構造転換を促していくものと推測される。

ロ. インテリジェント化の現状と動向

システムのインテリジェント化を促しているのは、情報処理技術の進歩、システム利用者の変化、そして情報処理ニーズの変化である。

(情報処理技術の進歩)

金融業システムのインテリジェント化を促している技術革新としては、第1に80年代初めの日本語化があり、これによってATMなど機械による顧客サービス(EB)の基盤が確立された。

第2に80年代後半のエキスパート・システムの登場がある。これによって、相談業務の高度化が模索されている。さらに最近ではニューロコンピュータの実用化が予想外に早まる機運にあり、コンピュータの取り扱い得る仕事の範囲が急速に拡大している。

(システム利用者の変化)

情報処理技術が進歩し、取り扱い得る情

20) Electronic Data Interchange の略。企業間の取引を電子的なデータ交換で完結させること。国連を中心に、ビジネス・プロトコルの標準化が進められている。

Ⅱ. 報告論文

報の範囲が、英数字→日本語→知識と拡がるにつれて、利用者も事務部門から営業・管理部門、さらに企画部門へと拡大している。その結果、いわゆるエンドユーザ・フレンドリーなマンマシン・インターフェースへの要求が高まり、ディスプレイ技術の進歩とあいまって、コンピュータ・システムの情報表現力を急速に向上させている。3次元画像による投資運用分析や地図情報をセットしたエリア・マーケティングなどは、その好応用例である。

(情報処理ニーズの変化)

情報処理技術の進歩によるコンピュータ能力の高度化と利用者の拡大による対象業務の多様化の中で、情報処理の対象も、業務処理から、問題解決へとシフトし始めている。第3次オンラインでは、巨大な顧客データベースや計数データベースを完成させたものの、それらが活用しきれていないといわれている。すでに情報システムの課題は、取引処理や情報収集の段階から、商品設計や提案活動などにどう活用するかという、問題解決型応用へシフトし始めているといえよう。

以上のように、現在は、コンピュータがデータ処理機械から急速に知的機械に変身し始めた時期にあり、一方、金融業のシステム開発も、いわゆるインフラづくりを越え、その活用が問われる段階に達している。

これらのことから、ポスト第3次オンラインにおいては知的情報システムの構築が1つの柱になるものと考ええる。

ハ. パーソナル化の現状と動向

システム利用形態のパーソナル化は、3段階で進行している。第1段階はハードおよびソフトの進歩、第2段階は標準化、そして第3段階はシステムの個性化である。

(ハードの小型化とソフトの高度化)

デスクトップ(机上)型からラップトップ(ひざ乗せ)型と小型化してきたパーソナル・コンピュータは、遂にノートブック型やパームトップ(手帳)型にまで降りてきた。しかも、機能面も、素子技術の進歩をストレートに反映して年々向上し、最近では移動体通信端末を指向する状況にある。

一方、ソフトウェアの機能も、金融機関のユーザ部門にすでに定着した観のある表計算から、マルチ・ウインドウ環境へとシフトしつつあり、最近では、オブジェクト指向やマルチメディアを包括するハイパーメディア²¹⁾の実用化が新たなターゲットになりつつある。

(処理の標準化からインターフェースの標準化へ)

かつての銀行オンラインの歴史は、業務構造不変の前提のもとで、処理手続の細部に至る統一と標準化をめざすものであった。

第2次オンラインで確立された“科目連動”の仕組みは、まさにそういった職人芸の粋のようなものである。

しかし、第3次オンラインにおいては、前述のように、“業務リミット”でのサブ

21) Human Machine Interface (HMI) の一種で、画面上の多様な図形・画像・記号等を用いて、操作者との間に現実感のある仮想の作業環境を創出する技法。

システム分割が登場する。これは、要するに、サブシステム内部のことはお互いに干渉しないということと同義である。つまり、ここにおいて、業務処理の細部に至る統一と標準化は放棄され、それに代わって、“システム間連動”のためのインターフェースの統一と標準化が重視されるようになった。

ところが、最近のように、ネットワークが国内外に拡がり始めると、自社内あるいは特定機種内でのローカルなインターフェースでは対応できず、公開された第3のインターフェースを採用する方向に進まざるをえなくなっている。

このようなプロセスの中で起こっている本質的な変化は、“処理手続の独立性とメッセージによるコミュニケーション”へのシフトである。しかし、この現象は、外向きだけでなく、内向きにも起こっているのである。つまり、同一システム内は勿論、同一ジョブ内、さらに同一プログラム内の隣り合うルーチンの間でも、お互いに内部干渉はやめて、メッセージの交換でコミュニケーションをやるのではないかというのがオブジェクト指向言語の思想である。その究極のアナロジーは、ニューロチップ同士のコミュニケーションということになるだろう。これは、複雑なシステムが有機的かつ弾力的に機能する場合に共通する、本質的な何かを示唆しているのかも知れない。

以上に述べた3つの趨勢——ハードウェアのパーソナル化、ソフトウェアの

HMI化、そして独立エンティティ間のメッセージによるコミュニケーションは、すべて、コンピュータ・システムが一人一人の利用者に固有のもの、言い換えれば、属人的なシステム²²⁾になる方向をめざしていることを示唆するものである。

4. 金融インフラストラクチャーの変化とその影響

2.で情報技術それ自体の自己運動の方向を見て3.では、それが金融業へも波及しつつあると考えるに足る状況証拠を確認できたのではないかと考えている。

そこで若干、報告論文の趣旨から外れることを承知のうえで、“情報工学的金融論のすすめ”を試みたい。

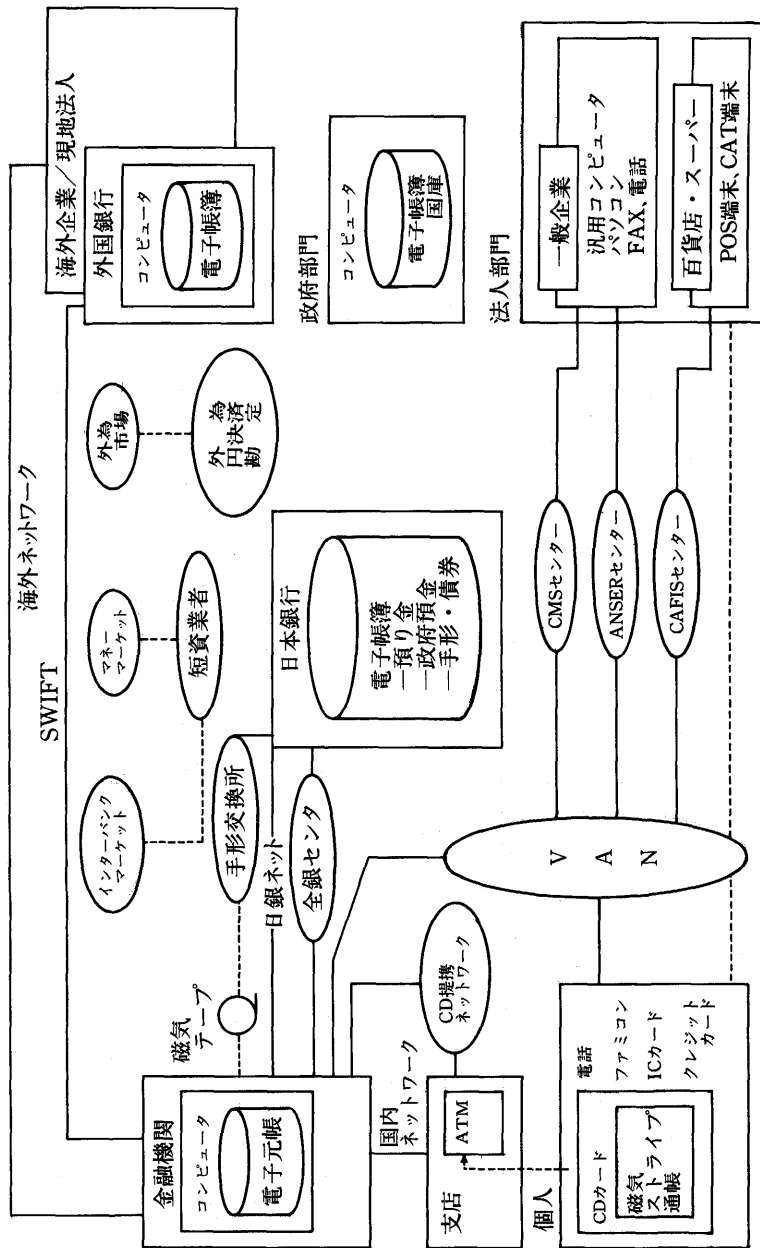
ここで、敢えてこの問題を取りあげる意図は、誰もが金融と情報の近縁性を認めているにも関わらず、それに正面から取り組んだ報告が見当たらないからである。

この問題に関する私の問題意識は、「マネーをとりまくインフラストラクチャーの自己運動的な情報システム化により、規制当局の意図しない事実上のインフラストラクチャー（ハイパーインフラ）が形成され、それが铸型となって、マネーが事後的に改铸されてしまう（ハイパーマネー化）という現象が起こっているのではないか」という点にある。別の表現をすると、金融インフラストラクチャーが、第9図に示すように、電子帳簿を情報ネットワークで連結した一種の情報コンビナート化しているのではないかということである。

私自身は、この問題の経済学的あるいは貨

22) HMIの分野では、使用者によって操作環境を切り替えるマルチモーダル技術や、使用者の癖を覚えて気を利かせる進化的HMIなどが研究されている。

第9図 金融インフラストラクチャの情報コンビナート化



幣論的含意を厳密に論考する資格を欠いているが、少なくともマネーに対する情報システムのインパクトについて、単なる形容詞でしかない「エレクトロニック・マネー」よりは、意味のある説明をしたいと考えている。

本論文では、金融インフラストラクチャーの情報システム化が金融に与える影響を

- ・マネー機能へのインパクト
- ・マネーに関わる商品・サービスへのインパクト
- ・マネーに関わる事業へのインパクト

の3つの切口で考えてみたい。

(1) マネーの変化

——情報システムによるマネーの鑄直し

マネーが機能する場（金融インフラストラクチャー）が情報システム化することによるマネーへのインパクトを、2.、3.でみてきた情報システムの3つのトレンドを切口とし

て考えてみる。

（電子帳簿化）

マネーの歴史を振り返ると、まず形態面では貴金属から紙幣へ、そして帳簿へと変遷してきた。現在は、事実上電子帳簿に変化していると考えてよいだろう。また、その過程で、マネーの固有機能である交換（決済）機能や価値（保蔵）機能も変化しつ

（ネットワークマネー化）

交換（決済）機能面では、第5表に示すように、金融システムがオンライン化し、オープン・ネットワーク化していく過程で、手渡しや郵送により移動する“オフライン・マネー”から通信回線を移動する“オンライン・マネー”へと変化し、さらにネットワーク固有の機能と融合して、新たな付加価値を生ずる“ネットワーク・マネー”に変化しつ

第5表 マネー機能の変化（I）

——ネットワークマネー化——

形態の変化 交換機能の変化	現 物	帳 簿	電 子 帳 簿
	情報化	電子情報化	
相 対 決 済 ⇓ ネットワーク化	現 金 プリペイドカード	相 殺 オフラインマネー	
交 換 決 済 ⇓ オープンネットワーク化	小切手 手 形	振 替 為 替	全銀システム、MICS 総合口座、中国ファンド ファームバンキング ホームバンキング ホームトレード 銀行
付加価値決済		クレジットカード ノンバンク	オンラインマネー 金融VAN 銀行POS CMS EDI ネットワークマネー

Ⅱ．報告論文

第6表 マネー機能の変化（Ⅱ）

—インテリジェントマネー化—

形態の変化 価値機能の変化	現 物	帳 簿	電子帳簿
価値保存 ↓ 金融商品化	現金	預貯金	
価値増殖 ↓ 複合資産化		有価証券	MMF 派生商品
価値管理		先渡し 保険	インデックスファンド FE応用商品

情報化
電子情報化

シンボルマネー

アルゴリズムマネー

リスク回避

リターン追求

FP

インテリジェントマネー

第7表 マネー機能の変化（Ⅲ）

—パーソナルマネー化—

マネー機能の 変化 マネー 機能の分類	伝統的マネーの機能	ネットワーク化に 伴う変化	インテリジェント マネー化に伴う変化	ネットワーク化とインテ リジェント化の相乗効果 によって2次的に派生す る変化
交換機能 (支払手段)	債権、債務関係の解 消 (決 済)	ネットワークの固有 機能との結合 (Bundling) による 利便性の獲得	最適決済手段の選択 が容易になる	パーソナルマネー ・ オーダーメイドの キャッシュマネジメ ント ・ オーダーメイドのア セットマネジメント
価値機能 (保蔵手段)	価値の表示	資産転換の迅速化	リスク、リターン、 現在価値のモニタリ ングに基づく最適資 産形態の選択が容易 になる	
価値尺度 (計算単位)	平 価	市場レート	キャッシュフロー関 数	

（インテリジェント・マネー化）

価値（保蔵）機能の側面では、第6表に示したように、マネーが金融商品化し、さらに資産ポートフォリオ化していく過程で、名目価値を表示する“シンボル”としてのマネーから、関数化されたキャッシュフローと結合した“アルゴリズム・マネー”へ、さらに、市場環境に適応してリターンの追求やリスクの回避をはかるため、みずから最適な資産に転換しようとする意思を

持ったマネーという意味での“インテリジェント・マネー”に変化していると考えるのが実際的ではないかと思う。

（パーソナル・マネー化）

ネットワーク・マネー化の指向するところは、資金移動形態の多様化であり、一方、インテリジェント・マネー化の指向するところは、資産管理形態の多様化である。

そこで第7表のように、“パーソナル・マネー”を「資金移動および資産管理の2

つの側面でオーダメイドのサービスが付与されたマネー」と考えると、他の2つのトレンドの帰結として位置づけることができる。

以上が、私の考える“マネーの鋳直し”であり、情報技術革新のインパクトは、マネーそのものの機能にまで反映されてきているのではないかというのが本論の問題提起である。

(2) 金融商品の変化

——科目連動からマネーエンジニアリングへ

マネー自体が、オフライン・マネーからオンライン・マネーへ、またシンボル・マネーからインテリジェント・マネーへと変化する

過程で、マネーを原料とする商品やサービスも、おのずと変化せざるを得ないと考えられる。もちろん、これは鶏と卵の関係であるが、本論文では、あくまでも“鋳直し”されたマネー（ハイパー・マネー）を実体のある存在と見立てたとき、どんなシステムが見えてくるかをシミュレートすることに意味があると考えている。

その観点から、マネー機能の変化と商品およびサービスの変遷がどう対応しているかをみたのが第8表である。これまでのところ、マネーのオンライン化とアルゴリズム化の段階で、共通商品から差別化商品へのシフトが進展し、さらにネットワーク化とインテリジェント化に進む過程で、カスタム商品へのシフトが始まりつつあるように思われる。

第8表 マネー機能の変化と金融サービスの変遷

価値機能の変化 交換機能の変化	シンボルマネー	アルゴリズムマネー	インテリジェントマネー
	金融商品化	複合資産化	
オフラインマネー	預金 貸出 為替	有価証券、信託	
↓ ネットワーク化	共通商品		
オンラインマネー	全銀データ通信システム MICS サンデーバンキング ファームバンキング ホームバンキング	中国ファンド ホームトレード	派生商品 インデックスファンド ファイナンシャル プランニング ファイナンシャル エンジニアリング 証券 生保 信託
↓ オープンネットワーク化	差別化商品		
ネットワークマネー	金融VAN 銀行POS	キャッシュマネジメントサービス 金融コンビニエンスストア ノンバンク	カスタム商品

Ⅱ. 報告論文

これによれば、“次”の新金融商品は、オープン・ネットワークを移動する機能サービスと、自らのリスクとリターンを自己最適化する知的サービスを組合せるところから創出される可能性が高いということになる。

(3) 金融サービス業の変化

——水平分業から垂直分業へ

第8表では、マネーの二方向への進化に追隨して、金融商品の差別化、さらにカスタム商品化が進展する可能性を示した。

そこで、このような商品とそれに対応する生産・流通システムの形態の組合せで、技術革新論の切口からみた新業態の成立が予想される。

第9表では、金融業の生産・流通システムの進歩を、第1次オンライン（科目別勘定処理システム）、第2次オンライン（多科目連動システム）、第3次オンライン（ソーシャル・ネットワーク・連動システム）と位置づけて、商品の進化との対応を見たものである。この表から読みとれる1つの方向性は、金融業の業態革命は、商品メニューによる水平分業（ユニバーサル化、専門銀行化）を過渡的形態として、経営機能による垂直分業へ“ばらけて”いく可能性があるということである。

もしそうだとすれば、これは範囲の経済性が取扱い商品については成立しても、経営機能については必ずしも成立せず、他の経済原則、つまり規模の経済性や専門の経済性、あ

第9表 マネー機能の変化と金融業態の変遷

インテリジェントマネー化と金融商品の質的变化		シンボルマネー	⇒	アルゴリズムマネー	⇒	インテリジェントマネー
ネットワークマネー化と金融業システムの質的变化		共通商品	⇒	差別化商品	⇒	カスタム商品
オフラインマネー ⇓ オンラインマネー ⇓ ネットワークマネー	科目別勘定システム (第1次オンライン) (新業務サブシステム)	省力化 ・元帳の集中 ・全店オンライン (規模の追求)		多角化 ・証券業務 ・国際業務 (市場追随)		
	⇓ 多科目連動システム (第2次オンライン) (～第3次オンライン)	機能サービスの拡大 ・総合口座 ・自動振替 (顧客囲い込み)		ユニバーサル化 ・フルメニュー ・複合商品・サービス (ワンストップショッピング)		専門銀行化 ・インベストメントバンク ・プライベートバンク (ブランドセールス)
	⇓ ソーシャルネットワーク連動システム (ポスト第3次オンライン)	外部ネットワークとの接続 ・MICS ・信用情報センター (公共サービス化)		異業態間提携によるネットワーク分業 (クロスセリング)	⇒	銀行機能の分解による社会的分業化 ・システムベンダー ・情報ベンダー ・金融商品製造・卸売会社 ・金融商品アセンブリ会社 ・フランチャイズシステム (カテゴリキラー)

るいはネットワークの経済性が優位に立つことを意味することになる。

5. 今後の課題

本論文では、すべての問題を、一貫して、情報技術革新の最終的なインパクトは、応用システム段階におけるネットワーク化、インテリジェント化、およびパーソナル化である、との認識に立って考察してきた。

そして、情報技術の進歩による社会的副作用への対処も、同じく上記3つのトレンドへの対応として捉える必要があると考えている。

(1) 故障の波及をどう防ぐか

——ネットワークシステム化への対応

コンピュータ・システムの信頼性設計についての理論と技術は確立されており、したがって、問題はそのシステムの目的とそれがダウンした際の影響の性質を見極め、その対策のためのコストについてコンセンサスを形成することにつきる。

第10表は、装置単体から社会システムに至るシステムの性格とそれに適用されるべき技術の対応を整理したものである。ここから読み取れることは、システムが複雑になればな

第10表 情報通信システムの故障対策

故障発生単位 故障対策		素子・部品 (IC パッケージ、 キーボード)	機器・装置 (コンピュータ 端末機)	企業システム (バンキングシステム)	社会システム (金融ネットワーク)
コンポーネントの 品質向上		製造技術	製造技術 保守技術	ハードウェア：保守技術 ソフトウェア：開発技術	ネットワーク保守技術 (コモンキャリア) (VAN業者)
高 信 頼 シ ス テ ム 設 計	冗 長 化	2重化 N+1 (予備)	同 左	ホスト：N+1 ファイル： N+1→2重化 端 末：N (大) + 0	ナショナルセンター： 2重化等 ネットワーク参加者： N (大) + 0
	局 所 化	—	機能モジュール化	ホスト：疎結合 ファイル： データベース分割 業務ソフト： プログラム分割 +汚染ファイル凍結 制御ソフト： 未解決 (再始動)	ナショナルセンター： 2重化等 ネットワーク参加者： N (大) + 0 汚染 (波及) 対策： 未解決
	代 替 手 段	—	入出力媒体等	ホスト故障： ローカルオンライン 営業店事故：MICS 利用 回線故障：衛星利用	故障通報：範囲、誘導 代替手段確保：緊急時 相互利用制度など

Ⅱ. 報告論文

るほど、故障対策の中心が、波及の遮断に置かれるべきだということである。そして、そのための基本的対策は、個々の構成要素の相互独立の確保である。

金融インフラストラクチャーにおけるシステムリスク対策について言えば、3.(2)ハ.で述べたように、社会システムを1つの垂直統合されたシステムと考えるのではなく、無数の自立したシステム間の秩序ある会話ネットワークとしてデザインすることが本質的な対応策と考える。これは、システム全体の信頼性を最終的にネットワークそのものの信頼性に帰着させ、それをネットワークそのものの本質である多重性や迂回路形成力に委ねるという発想である。

(2) 情報教育をどう進めるか

——インテリジェントシステム化への対応

情報産業界および所管官庁、さらに最近は文部省や学校関係者の間でも、情報技術者の不足と情報（技術）教育の重要性が叫ばれているが、私の認識では、ほとんどの論議がソフトウェア生産者としての“情報技術者”教育論に終始しているように思われる。

しかし、今後ますます重要になってくるのは、第11表に示すように、一般教育課程における将来のユーザ層のための情報リテラシー教育ではないだろうか。なぜなら、くり返し述べたように、90年代はコンピュータ・システムが知的機械になる時代であり、現在不足

第11表 情報処理教育の目的と手段

教育対象 教 程	システム技術者	システム利用者
上 級	〔目的〕 SE人口増大 ・システムコンサルティング ・システムデザイン ・システムインテグレーション 〔手段〕 専門技術者養成教育 ・大学（情報系学科） ・専修学校（上級コース） ・企業	〔目的〕 CIO、企画スタッフの裾野拡大 ・情報戦略立案 ・情報資源管理 ・情報化投資のシビリアンコントロール 〔手段〕 教養としての情報処理教育 ・大学（教養過程、社会人コース、等） ・企業
初・中級	〔目的〕 プログラマ人口増大 ・アプリケーションの開発 ・メンテナンス ・情報システムの運用管理 〔手段〕 技能者養成教育 ・専修学校（初中級コース） ・中学・高校（職業コース） ・企業	〔目的〕 情報リテラシーの向上 ・エンドユーザランゲージの操作 ・情報資源の活用 〔手段〕 実技としての情報処理教育 ・中学・高校（普通コース） ・企業

が叫ばれているようなソフトウェア製造工程は、おそらく知的 SI 支援ツールの中に吸収されてしまうと予想されるからである。

そのとき本当に必要になるのは、問題分析等の上流工程を担当するエンドユーザと、CIO 予備軍の情報リテラシーだろうと考える。

(3) 技術進歩と標準化の関係をどう考えるか ——パーソナルシステム化への対応

標準化問題については、ベンダーとユーザでは出発点が異なり、さらに公的機関の立場も異なる。

ベンダーは基本的にまず競争ありきでスタートし、優れたものが市場標準となるという論理である。

一方、ユーザは互換性を問題にする。ただし、生産財であれば上位互換であり、消費財であれば水平互換である。

また、公的機関は機会均等の原則であるから、標準以前に公開（オープン・インター

フェース）を重視する。

第12表にこれらの関係を整理した。しかし、情報技術のトレンドとの関連で言えば、情報システムのパーソナル化が示唆するところは、生産財の論理よりも、公共財、消費財の論理が重視される方向にシフトするだろうということである。つまり、公開と水平互換である。

(4) 金融インフラストラクチャーの変化にどう対応するか

——大量計算問題のアナロジー

情報工学的金融論のモデルを前提にすると、改鑄されたマネー（ハイパーマネー）のコントロールは、理論的な手段のみでなく、工学的な手段によっても補強される必要があるのではないだろうか。

それは、金融インフラストラクチャーの故障対策が多数の自由な構成員の存在そのものによって支えられるということと軌を一にする。つまり、そのように自由に振舞う無数の

第12表 情報技術革新と標準化のプロセス

ベンダーの観点 ユーザの観点	競 争 ⇨ 市場標準 (de facto Standard) ⇨ 公 開 (Public Domain) ⇨ 公的標準			
	競 争	市場標準 (de facto Standard)	公 開 (Public Domain)	公的標準
機能性 経済性 (ハードウェア重視) ⇩	新製品 (ニューロシステム)			
上位互換性 (ソフトウェア重視) ⇩		標準製品 (勘定システム)	(マルチベンダーシステム)	
水平互換性 (ネットワーク重視)		(対外接続システム) ⇨	全銀プロトコル (公共的システム) ⇨	OSI ^(注)

(注) Open System Interconnection

Ⅱ. 報告論文

“マネー・ディーラー”によって操作される異質なマネーをコントロールするには、現在の通貨当局の持つ手段に加え、さらにダイナミックなツールの確保を検討する余地はないかということである。

私が想定するのは、気象観測システムのようなモニターシステムと貨幣数量説を超える計算物理学²³⁾のような理論体系である。たとえば、地球をとりまく大気が必ずしも一様でなく、それぞれ独立して行動する気団や気流を形成するように、マネーも中央銀行から発行された瞬間から一様ではなくなり、性質の異なる無数のストックやフローを形成しているのであるから、この振舞いを見極めるには、定点観測網と強力なシミュレータが必要だという発想である。

6. おわりに

情報技術をそれ自体として論ずることはそれほど難しいことではない。また、“金融業”のシステムを論ずるのも私の実務の延長にある。

しかし、本論文のように、トータルとしての情報技術とトータルとしての金融との関係を学際的に論ずるのはまことに難しいということを感じた。

はたして、金融関係者にとって何らかのインパクトのある報告になったかどうか、甚だ心もとない次第である。関係者の批判・教示を待ちたい。

以 上

[富士通システム総研取締役]

【参考文献】

- (財)金融情報システムセンター、「金融情報白書」、1991年
- 通商産業省、「新情報技術調査研究委員会報告書」、1990年
- (社)日本情報処理開発協会、「情報化白書」、1990年
- (社)日本電子工業振興協会、「電子工業の長期展望」、1990年
- 富士通ジャーナル Vol.16, No.1、「情報システムを支える情報技術の体系と進歩」、1990年
- 山田文道・関口益照、「ポスト第3次オンと銀行 SIS」、1989年

23) Computation Physics の訳語——素粒子や流体などの不均一な運動をコンピュータシミュレーションと3次元カラーグラフィックスを駆使して分析・研究する新しい学問領域。計算化学 (Computation Chemistry) などとともに計算科学 (Computation Science) と総称されている。