

オンライン システムの動向と評価

Trends and Performance Evaluation of Online System

オンライン システムは、コンピュータ構成の大形複雑化のほかにインテリジェント端末の台頭により、システムは分散化の傾向にある。日立製作所は、これまでMARS座席予約システム、銀行為替・預金システム及び市況情報システムなどの比較的広域オンラインシステムから各種の企業内オンライン システムを率先開発し、多数の実績を誇るに至っている。

これらの経験をもとにオンライン システムの現状とその問題点、及び今後の方向について述べる。更に最近、特に重要性が認識されているオンライン システムの性能評価の方法を実例とともに報告すると同時に、最後にオンライン システムを効率よく実現するために、日立製作所がサポートするソフトウェア パッケージの例を併せて述べる。

平子 叔男* *Yoshio Hirako*
 吉澤 康文* *Yasufumi Yoshizawa*
 植田利一郎* *Riichirô Ueda*
 益田 隆司* *Takashi Masuda*

1 緒 言

オンライン システムが実用化されてから15年余りが過ぎ、その間稼動システムの数が増加するとともにその規模も拡大してきている。その変遷の特徴は、量的大形化よりもむしろ質的な変化、例えばオンラインの目的、オンライン対象業務内容の多様化にある。現在、ユーザーに導入されているコンピュータ システムのうち、中規模以上のシステムの大部分はオンライン システムであり、日常業務処理との密着性及び、即応性がシステム必須の具備条件となってきた。一方、このようにオンライン システムが一般的なものとなると、経済性、信頼性、性能効率の維持、リスクを避けるための事前評価などのため、評価手法の確立が重要不可欠となり、またシステム建設及び保全などのために標準化された技法の保有が極めて重要視される。

2 オンライン システムの動向

2.1 オンライン システムの発展とその背景

オンライン システムはこの十有余年に急激な発展を遂げてきたが、この背景には多様なユーザー ニーズとそれを支える数多くの技術革新とが相まって発展してきたことである。しかも、目的、原因が結果を呼び、再び原因となるような複雑な絡みの中で、特に顕著な事柄として次のようなものがまず挙げられよう。

2.1.1 単純業務から多様化への傾向

初期のオンライン システムは、鉄道及び航空の座席予約システム、銀行の為替及び預金システムなどで代表されるように、専門のシステムとして導入され顧客サービス上にも、また業務処理上にも非常によく適合した分野で急速な発展をみえてきた。

しかし、最近では更にいっそうの顧客サービスの向上と、いっそうの業務の機械化率・合理化率の拡大を目指しているために、対象とする業務の増加及びその内容の多岐・複雑化によって複合システムへと進展している。定型的業務では量的にはいかに多くても、それぞれの処理内容は比較的に単一的であるが、複合システム化してくると、量的にこそ少ないが処理内容が多岐に関係をもち、より高度の判断をその中で必

要としてくるし、また加工処理も従来よりもいっそう高度な技法を適用するといった質的变化をもたらしてきている。

2.1.2 TSSの普及とリモート バッチ指向

多数共同加入を対象としたTSS(Time Sharing System)サービスの普及傾向が目立つ。技法的には会話モードを中心としていたものに対し、サービス種類が増加するにつれて、しだいにリモート バッチ的な処理の比重が増している。最近ではリモート バッチ比重のほうが大きくなり、今後ますますその傾向は強くなるものと予想される。しかも、TSS、リモート バッチでのサポート ソフトウェアの発達は大規模情報処理サービス、センター的システムに限らず、今後、一般のオンライン システムにも、会話処理、リモート バッチ処理の導入を促し、さきの業務の多様化傾向と結びついて、一つの新しいオンライン システムの利用形態になろうとしている。

2.1.3 小形機の発展

最近のコンパクトな小規模オンライン システムの増加は目覚ましいものがある。現在のミニコンピュータや小形機と呼ばれるものの機能性能は、初期のオンライン システムの中央装置に匹敵するものであり、これは急速なコンピュータ技術面の発達のためのものである。ハードウェア基礎技術の進歩と並んで通信管理ソフトウェア、ファイルなどの技術によるコンパクト化の努力も大きな要因となっている。また、インテリジェント端末の出現も技術的に軌を一にするもので、強力な機能、性能を端末レベルに持ち込めるまでに価格が下がってきており、業務ニーズに応じ得るような段階に至りつつあると言える。

2.1.4 回線開放と高速回線の導入

遅い回線の長時間保留に対し、高速(高伝送率)回線の短時間保留は、レスポンス時間の短縮のためと、また更に一般的に伝送量/価格のプライス パフォーマンスが良いために、高速回線の使用傾向は強まっている。もちろん、必要伝送量に見合った回線の使用が前提であるが、マルチ ドロップ(マルチ ポイント)方式、集線、時分割多重(TDM)などの手段を用いて、データの集密を図り、高速回線を使いこなしていく

*日立製作所システム開発研究所

傾向が強い。また、データ量が少ない場合や、ある時間帯だけ回線使用を行なう場合に従量料金制度の公衆網(交換回線)の利用が盛んである。このような背景のもとに、現在使用されている回線速度は1,200BPS, 2,400BPS が主で、更に4,800 BPS, 9,600BPS, 48K BPS, 240K BPS もしだいに使用され始めており、従来よく用いられた50BPS, 200BPSは頭打ちの傾向にある。このうち2,400BPS, 4,800BPS, 9,600BPS はいずれも1,200BPSと同じ4kc/sの音声帯域を、多少のS/N比などの劣化する犠牲を払ってもキャリアを多値変調することにより実効伝送能力を高める方式であり、基本的に1,200 BPSの料金体系に近いのでたいへん経済的であり、利用需要が強まっている。

2.1.5 技術の定着化と標準化

オンライン システムの数が多くなるに従って、当然システムを提供するメーカーは標準化の方向に進む。しかし、この10年の歩みで見ると本格的な標準化、すなわち先行きを見通しての計画的な標準化が進んだとは言にくい。むしろ、多少自然発生的な要素をも含め、一度用いた方法を再度繰り返し用いて、定着した手段が多くなったとみるのが正しいであろう。IBM 社がSNA (Systems Network Architecture) と呼ぶ思想の基に通信管理プログラム、SDLC (Synchronous Data Link Control) 通信制御手順、一連のSNA 端末群などを打ち出したのは、確かに本格的な標準化を指向したものであるが、これとても最近のものである。このうち、SDLC 方

式は国際標準化機構 (ISO) でもHDLC (High Level DLC) として標準化されている。今後、オンライン システム技法はまさに標準化に向かう気運にあるが、ソフトウェア、通信バッファ、回線制御方式など、いずれも多岐にわたっており、しかも相互に関連しており、各種方式に対し総合集約化するためにはある程度のオーバーヘッドによる不経済を前提とし、これを補って余りあるだけの技術革新のサポート (具体的にはメモリ、ICなどのコスト パフォーマンスの飛躍的な改善など) が得られなければならない。また、建設済みのシステムの移行、共存なども今後の重要な問題となろう。

2.1.6 分散化と集中化

分散と集中、専門化、分業化と汎用化、総合化などは、オンライン システムの中にあっても常に対抗する要素であり、実際には明快な決め手のないままに共存することが多い。例えば、初期においてはすべて集中の傾向が強かったが、最近では処理の分散とファイルの集中が唱えられ、更にファイル分散の方向さえも出ている。データ、プログラム、機械装置の共用、いわゆるリソース シェアを標ぼうするコンピュータ間結合及びネットワーク化もこのような動きの例とみることができる。

前述の小形オンライン システムは、大形システムによる総合化に対する専用システムであることも多く、ネットワーク構成上の一つの要素とも考えるべきものである。更に、インテリジェント端末指向は分散化構想の具現でもある。

表1 日本国有鉄道 MARS システムの変遷 窓口の単独業務から、複雑な総合的業務を処理するようになった。

システム番号	年 次	対 象 範 囲	ハードウェア構成及びその特長		ソフトウェア構成及びその特長
MARS-I	1960.2 (昭35.2)	東海道線特急指定席 約2,000席/日×15日 1～4人/呼	専 用 機	DUAL方式	ソフトウェアなし。
MARS-I01**	1964.3 (昭39.3)	在来線特急指定席 約3万席/日×8日 1～4人/呼	HITAC 3030×2 各4K語	DUAL方式	簡単なスーパーバイザ及びユーザー プログラム
MARS-I02**	1965.10 (昭40.10)	新幹線を含む指定席 約10万席/日×8日 1～4人/呼	HITAC 3030×2 各12K語	DUAL方式	"
MARS-I03**	1968.10 (昭43.10)	同上 約20万席/日×8日 1～4人/呼	HITAC 8400×2 各131KB (キロバイト)	DUAL方式	MARS 専用 オペレーティング システム (OS) 及び TDOS ベースのユーザー プログラム
MARS-I04**	1970.1 (昭45.1)	同上 約20万席/日×8日 1～4人/呼	HITAC 8400×2 各196KB	DUAL方式	"
MARS-I05	1972.9 (昭47.9)	同上 約70万席/日×21日 1～14人/呼	HITAC 8700×3 各1MB (メガバイト)	マルチ プロセッサ方式 1式スタンバイ	オンライン専用 OS 及び DOS ベースのユーザー プログラム
MARS-I05* (CC-FC)	1974.10 (昭49.10)	同上 約100万席/日×2ヶ月 1～14人/呼 ビジネス ホテル 組合せ予約	HITAC 8700 (1)通信制御用(CC)、マルチ プロセッサ 2.5MB 1式スタンバイ (3式) (2)ファイル制御用(FC) 2台並列稼動 各1MB 1台スタンバイ		上記に加え DXC (Data Exchange Control) によるコンピューター間 総合処理
(電話予約) MARS-I50*	1975.3 (昭50.3)	プッシュホンによる座席予約 1～4人/呼	音声応答装置 HITAC 8400×2 262KB	スタンバイ方式 MARS-I05とDXC結合	オンライン専用 OS 及び DOS ベースのユーザー プログラム
(電話予約) MARS-201	1969.6 (昭44.6)	新幹線を含む指定席 複数行程の予約 約32万席/日×6ヶ月 4～980人/呼	HITAC 8400 262KB	シングル	TDOS
(団体予約) MARS-202*	1975.5 (昭50.5)	同上の他エック、セットの導入予定 約60万席/日×6ヶ月 4～980人/呼	HITAC 8450 786KB	シングル	オンライン専用 OS 及び DOS ベースのユーザー プログラム

注：*は現在並行稼動,**は当時並行稼動のシステムを示す。TDOS=Tape Disk Operating System DOS=Disk Operating System
MARS=Magnetic Electronic Automatic Reservation System

2.2 日立製作所のオンライン システム上での実例

以上、一般の傾向を採り上げたので、次にこれまで日立製作所が製造し提供した幾つかの実例について説明する。

2.2.1 システムの変遷

前記のような傾向は一つの具体的なシステムの成長過程にも見られる。まず表1は我が国の代表的オンライン システムの一つである。日本国有鉄道の座席予約システムMARSの変遷を示したものである。規模の拡大は当然のこととして、そのサービス向上と業務の複雑・多岐化に注目し、主なものを列記すると次のようになる。

- (a) 団体予約の導入と予約申込の早期受付け
 - (b) 電話予約(家庭からの予約)の導入
 - (c) レンタカー、ビジネスホテルなどとの組合せ予約
 - (d) 営業拡大、列車準備へのデータ提供とフィードバック
 - (e) 団体予約、電話予約の確定後のファイル転送
- といったように初期のシステムに比べ、その業務内容は年々複雑・多岐にわたってきている。

次に図1は都市銀行の業務機械化の歩みをイメージモデル化して描いたものである。

銀行は諸産業の中でも合理化機械化が最も進み、且つ歴史をもった業界の一つである。テラズマシン、記帳会計機、そしてパンチカードシステムの導入によるオフライン、個別業務の機械化後銀行の大衆化と顧客サービスの向上を技術面からサポートしたものがオンライン システムであった。

為替をはじめとした単科目オンラインを皮切りに、預金オンライン システムの導入→科目ベース結合オンライン→顧客情報ファイル(CIF)を中心とした総合オンラインへと業務範囲の拡大、業務内容の高度情報化へと展開し、今後もますます発展しようとしている。

2.2.2 各種オンライン システムの適用例

オンライン システムの代表である日本国有鉄道の座席予約

システム、及び銀行のオンライン システムのほかにもオンライン システムは多方面に適用されてきた。また今後いっそうその適用は拡大、発展していくであろう。表2はオンライン システムの適用分野の幾つかをまとめたものであるが、いずれをとってもオンライン システムのもつ業務との密着性、即応性の条件を生かしたアプリケーションである。そのオンライン化の内容は、今後発展し、いっそう複雑・多岐・広域化していく傾向をもっており、それに伴う技術の開発が重要である。

2.3 今後の方向と検討課題

以上に述べたように、オンライン システムの問題点は、量的、規模的なことよりは内容の多様性、複雑性にあり、その検討課題は多岐にわたる。

2.3.1 RAS(信頼性、可用性、安全性)技術の向上

業務の機械化率が上がり、ほとんどのシステムがオンライン化されると、システムやオペレーション上でのトラブルがひとり企業内にとどまらず社会的混乱による影響を招くおそれがあり、それだけにRAS技術の向上が重要になる。個別部品の信頼性はもちろんのこと、予備・代替ルート、障害の局部化などのシステム的手法でのRAS技術の向上、階層別機能配備の明確化と部分ごとの独立性維持ができるようなシステム及びハード・ソフト体系が必要である。

2.3.2 標準化

複雑なシステムを早く、経済的に建設するために、ブロックレベル、モジュールレベル及びユニットレベルでの徹底的、しかも計画的な標準化が必要で、特に通信路をまたいで階層別プロトコル(交信規約)の確立と、各階層ごとの機能の独立性維持などが今後有効な手段となろう。また、標準化、統合化に伴うオーバーヘッドの不経済性は、技術革新によってのみ解決されるとみられるので、その進展歩調に見合った標準化計画が肝要である。またこのことは、拡張性、新機種交

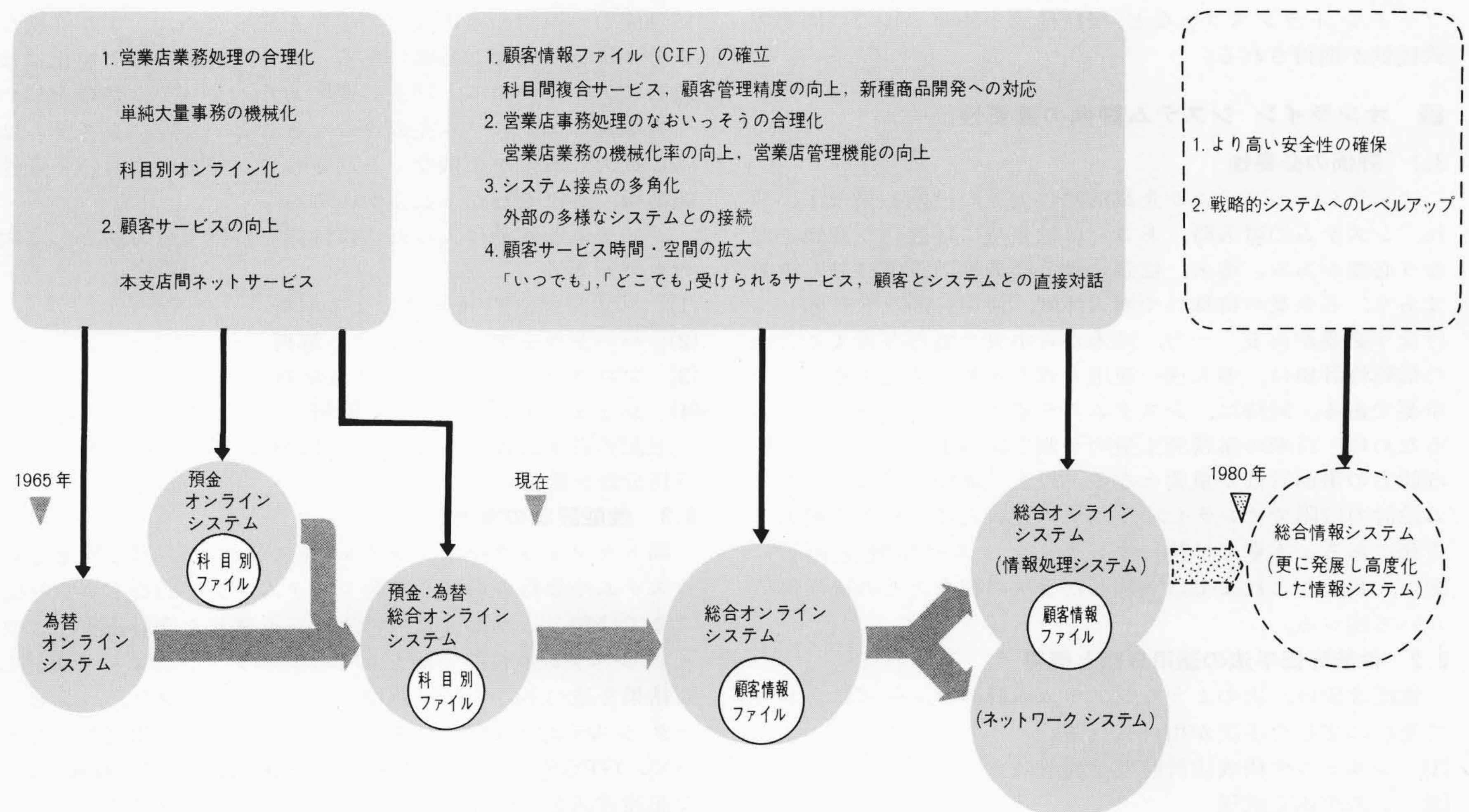


図1 都市銀行の業務機械化のイメージモデル
で処理できるようになった。

為替業務、預金業務の単独業務から、総合業務ま

表2 オンライン システムの各種実例 リアルタイムからバッチ処理システムまで、大規模システムから小規模システムまで、適用広範が広いことを示す。

適 用 分 野	オ ン ラ イ ン シ ス テ ム 適 用 業 務
生産管理システム	1. 統合化された生産計画ファイルによる生産指令，工程情報のオンライン 収集システム 2. 部品在庫ファイルを中心とした在庫管理及び照合問合せ 3. 組立ラインのオンライン コントロール 4. プロセス制御，オンライン モニタリング 5. 納入業者とのオンライン データ処理
流通管理システム	1. 卸売業，販売部門における受注・出荷指令のオンライン自動化，小売業におけるPOSによる販売情報のオンライン収集 2. 全国に散在する営業所からの販売情報の収集・流通在庫の集中管理 3. 各種蓄積ファイルへの照合問合せ 注：POS=Point of Sales
輸・配送管理システム	1. 全国店所からの発送原票の関係営業所への自動伝達オンライン システム 2. 配送情報ファイルへの問合せ
環境データの収集・予報システム	1. 気象データ，各種公害データの測定解析の自動化と予報オンライン システム
行政情報システム	1. 年金など大容量データの蓄積とそれに対する各種照合問合せ
技術データ処理・検索システム	1. 土地物件，設計情報に対する会話形画像検索システム 2. 実験データのオンライン解析 3. 製図測定 of オンライン自動化
そ の 他	1. 市況情報サービス システム 2. 病歴診断オンライン システム 3. 観光情報サービス・予約システム 4. CAI 教育プログラム システム 注：CAI=Computer-assisted Instruction

代時の移行性とも絡むので，併せて計画的な配慮が必要である。

2.3.3 分散，集中など

分散，集中などは現在より更に激しく追求されるものとみるべきであり，このための準備，すなわち端末機のインテリジェント化とローカル ファイルの保有，小形専門システムとの連結及び他システムとの結合，更にはネットワーク構成，ファイル トランスファなど，接続構成手法レベルでの標準方式提供が期待される。

3 オンライン システム評価の重要性

3.1 評価の必要性

オンライン システムが企業活動に大きな役割を果たすにつれ，システムの導入時，あるいは拡張時には適切な評価を行なう必要がある。導入，拡張に伴う経済性の評価は最も重要であり，各企業の特殊性や導入体制，使用目的などに応じて行なう必要がある。一方，端末から中央の処理装置まで含めた信頼性評価は，導入後の運用方式や体制を決定するうえで重要である。同時に，システムのライフ サイクルを見きわめるために，将来の業務発生量の予測と建設中のシステムの処理能力の事前評価が重要となる。以上の評価項目は，システム設計の段階でオンライン システム建設者にとって不可欠の責務である。本章では特にオンライン システムの性能解析に関し，我々がこれまでに実施した手法の紹介とその適用例について述べる。

3.2 性能評価手法の適用分類と概要

性能評価は，次のようなシステム設計のフェーズに合わせてそれに応じた手法が用いられる。

- (1) システムの構成設計時及び建設時点
- (2) システム完成後
- (3) システムの拡張計画時点

企業の発展に伴って，一度導入したシステムは必ず拡張，

あるいは機能追加を行ない新システムへ移行するのが常であり，前記の(1)から(3)のサイクルは繰り返される。

システムの概念設計及び機能設計が完了すると，初めてコンピュータ システムを意識した構成設計が行なわれる。この時点では概略的な性能評価を行ない，マクロなモデルによる解析的な評価で十分である。設計が進み処理方式が決定されると，処理能力の確認や処理能力の限界を知るために，より詳細なモデルによる評価が必要になる。通常，詳細なモデル化には過去のデータの積み上げが必要であり，システム建設が初めての場合にはシステム完成後になることが多い。システムは常に拡大，拡張を余儀なくされるので，稼動後においても性能解析，評価を行なう必要がある。

システムが稼動に入った後に性能を解析する方法として次のものがある。

- (1) ソフトウェア モニタによる解析
- (2) ハードウェア モニタによる解析
- (3) プログラム トレースによる解析
- (4) シミュレーションによる解析

上記の各手法は各特徴をもっており，その長所，短所及び適用分野を表3に示した。

3.3 性能評価の実例

高トラフィックなオンライン システムとしては，座席予約システムや銀行の為替や預金システムが典型的なものである。ここでは預金，為替，貸付の銀行三大業務を含む銀行オンライン システムの性能予測をシミュレーションによって実施した結果を述べる。ここで使用したシミュレータは，コンピュータ システムを専用にシミュレートするために開発されたもので，GPSS (General Purpose Simulation System) に似た記述言語をもつイベント駆動形シミュレータである。

3.3.1 対象システムのモデリング

解析の対象としたハードウェア構成を図2に示す。40台の

表 3 性能評価の手法 性能評価の手法の長所、短所及び応用分野について、表にまとめて示した。

手 法	プログラム トレース による解析	ソフトウェア モニタ による解析	ハードウェア モニタ による解析	シミュレーションに よる解析
長 所	1. メモリ参照パターンの解析が可能である。 2. 非常にミクロな解析が行なえる。	1. 稼動時にデータが収集できる。 2. 適応分野が広い。	1 他への影響を全く与えず、データを収集できる。 2. 同時に起こる事象の感知が可能である。	1. システム全体の把握ができる。 2. 設計フェーズに合わせた評価が可能である。
短 所	1. 長時間の解析が不可能 2. 処理に多くの時間を要する。	1. ユーザー プログラムに依存する部分が多い。 2. モニタの影響がある。	1. モニタを組み込むのにめんどうである。 2. データの意味付けが行ないにくい場合がある。	1. 精度に限度がある。 2. コンピュータをシミュレートするので時間がかかる。
適 応 分 野	ハードウェアの設計に有効である。	システムの改良に有効である。	オンライン システムの稼動を把握するのに有効である。	事前評価が行なえるので、設計に有効である。

ディスク装置は、元帳関係のファイル及び為替保留ファイルとして使用され、磁気テープは回復用ジャーナル取得に用いられる。

ソフトウェアのモデルは、OS部とオンラインコントロール部及び処理プログラム(ユーザー開発)部より成る。既存システムにおいて各種のトランザクションを発生させ、そのプログラムトレースを利用し正確なダイナミックステップ数の把握を行ない、OS部及びオンラインコントロール部のモデルに反映した。

入・出力装置の特性、割込みの機能、メッセージ発生などは本シミュレータに内蔵されているため、ソフトウェア動作の記述を行なうだけでモデル化は十分である。

3.3.2 シミュレーション結果と検討

トランザクションは預金、為替、貸付の3種類で、それぞれ入力業務の比率として、預金85%、為替10%、貸付5%とした。

シミュレーションにより得たデータは次のとおりである。

(1) 中央処理装置(以下、CPUと略す)負荷の分類

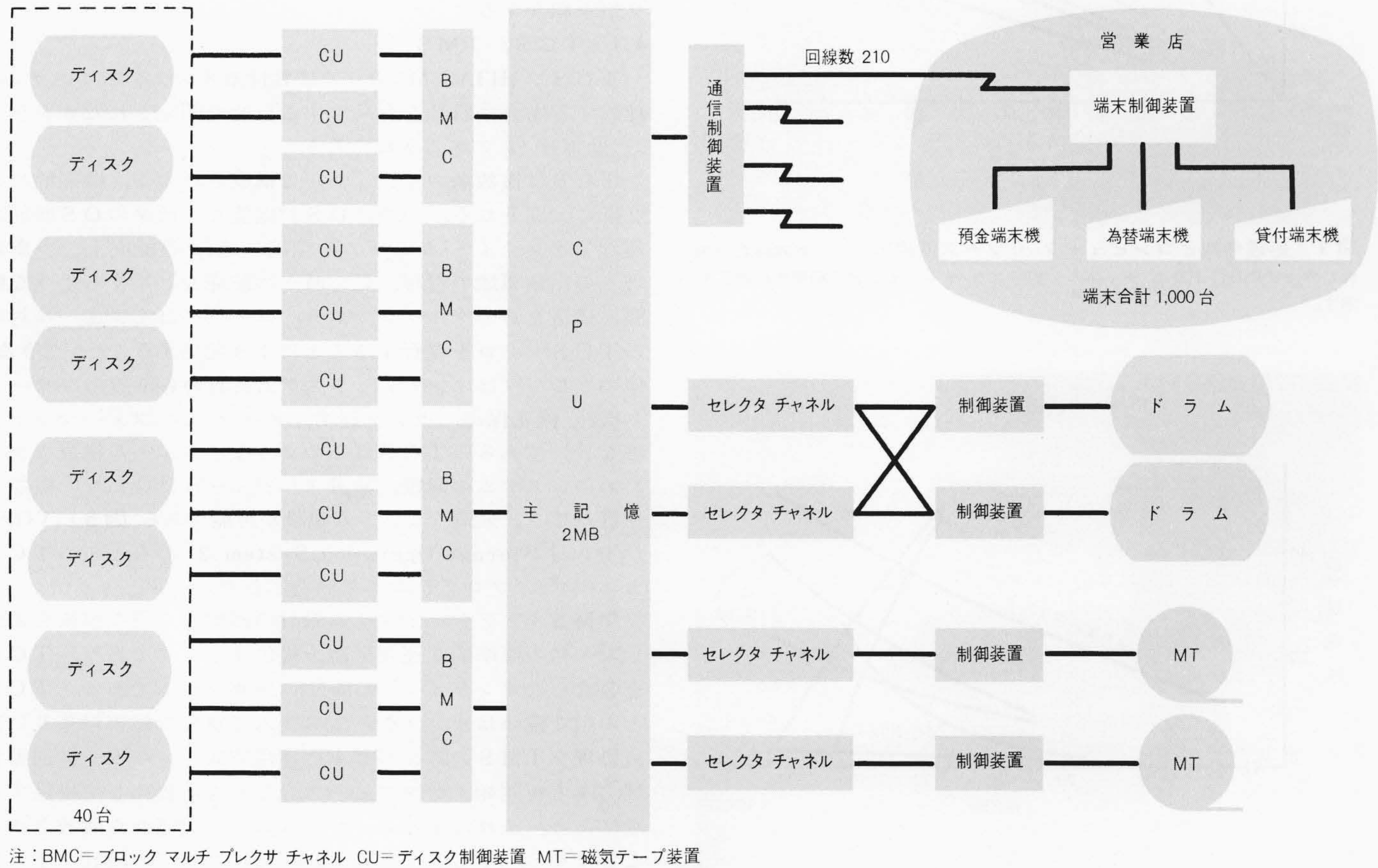


図 2 モデル化したハードウェア構成 シミュレーションのためにモデル化されたハードウェアの構成を示す。

- (2) チャネル、デバイス、回線などの利用率
- (3) 業務別レスポンスタイムの分布
- (4) 各種待ち要因とその時間の分布
- (5) サブタスクの使用状況

以上の出力情報から、入力トラフィック量とCPU、チャネル及び為替保留ファイルの利用率の推移を図3に示した。待ち要因の分析に有効なタスク状態の推移を図4に示す。図3からはCPUの負荷が他のリソース負荷以上に急激な増加率となっており、処理能力の限界はCPUで決まる。

図4にはA、Bの表示があるが、Bは従来の処理方式におけるタスク状態の変化である。従来の処理方式では、回復用ジャーナル取得のために磁気テープの確保を行なうENQ (ENQueue resource) マクロ発行タスクが他のタスクと競合を起し、約9万件/時あたりから待ち状態に入る割合が高くなる。その原因は、磁気テープへ出力が完了するとタスクはCPU割当待ちに入るためDEQ (DEQueue resource) マクロの発行が遅れるためである。

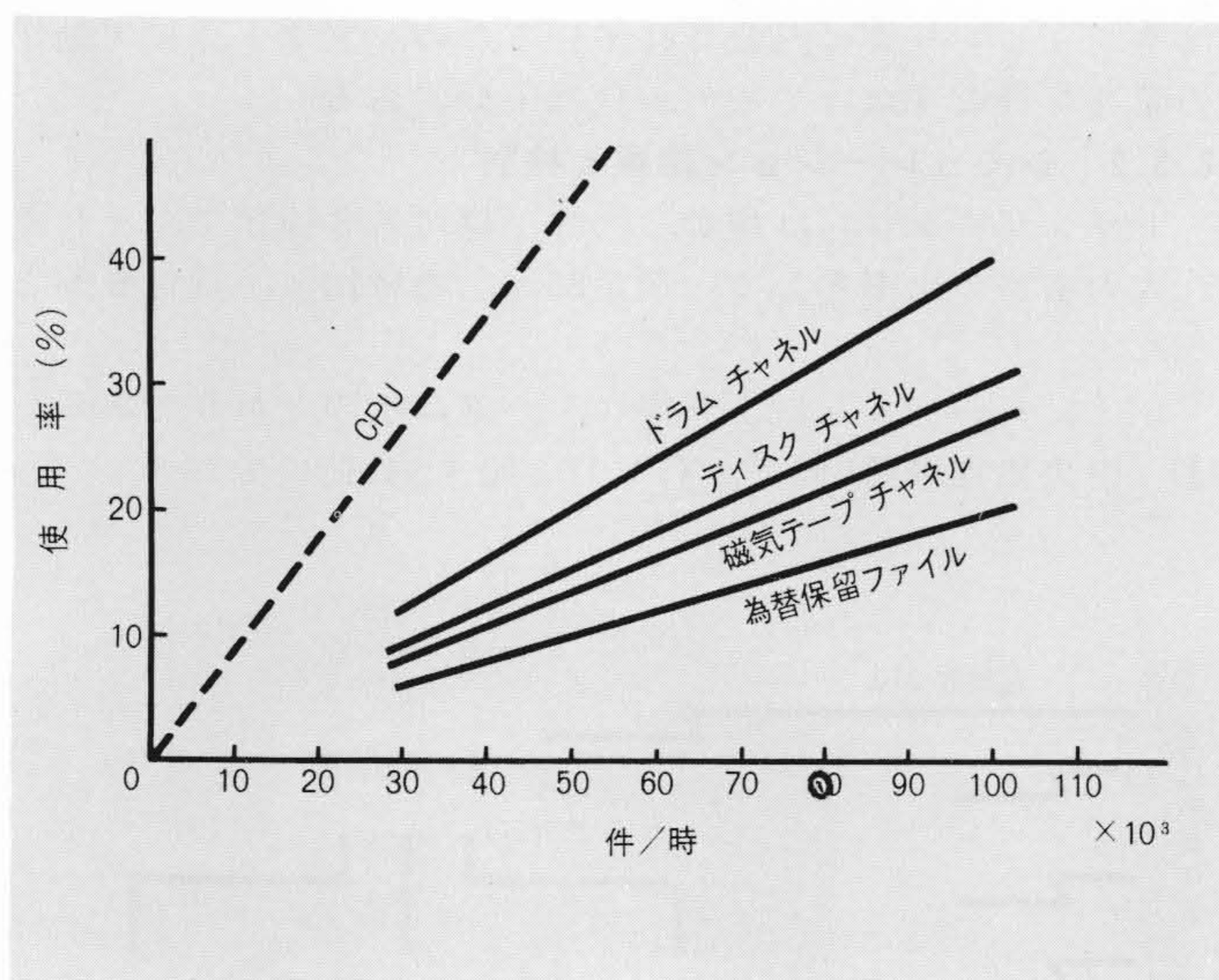


図3 処理件数とコンピュータリソース使用率 処理件数の増大に伴うCPU、ドラムチャネル、ディスクチャネルなどの利用率の推移を示す。

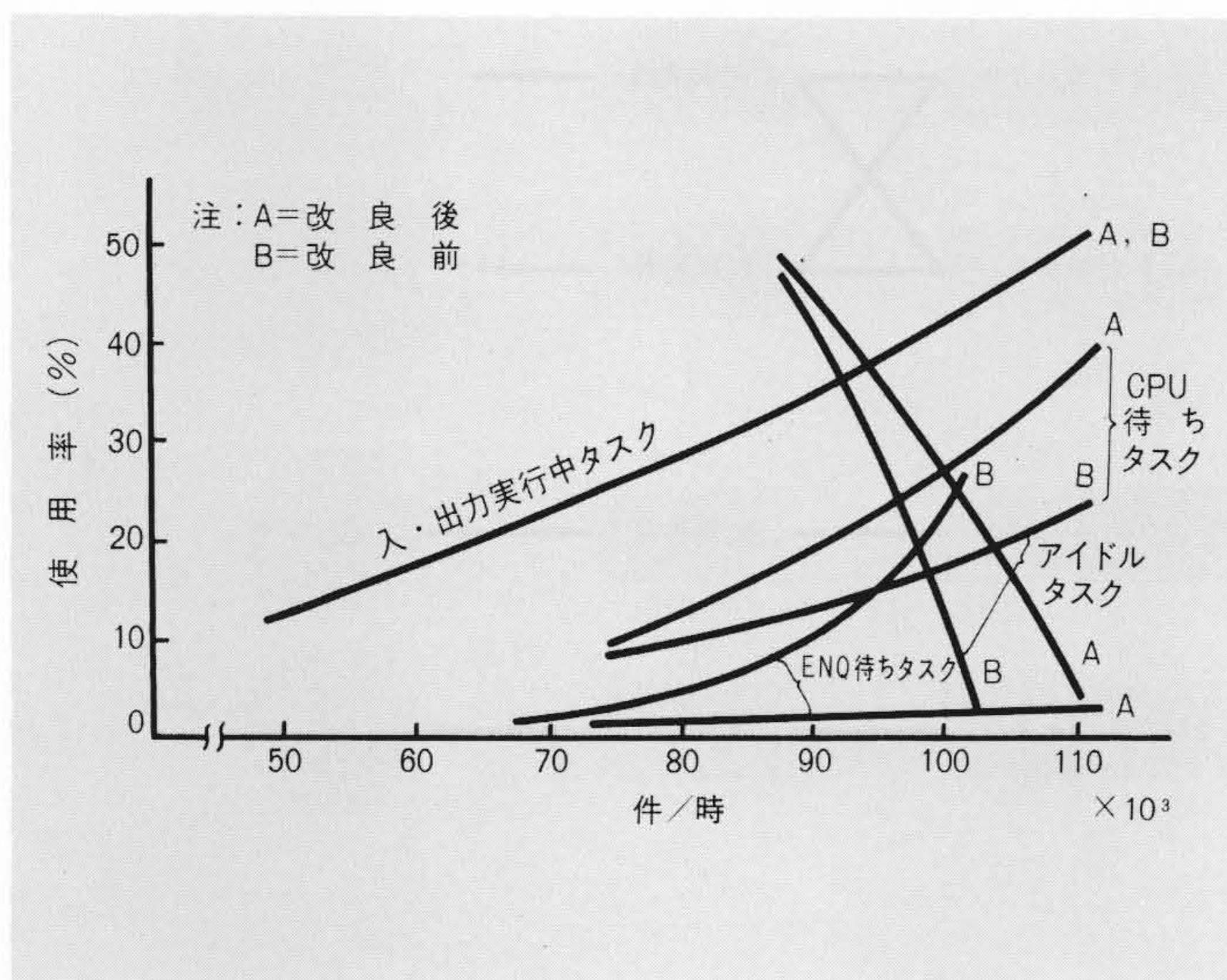


図4 処理件数とタスク状態の推移 タスクの待ち状態が、処理件数とどのように推移していくかを示した。

従来方式には上記の欠点がありシステムボトルネックとなることが判明したため、DEQマクロをCPU待ちなく発行できるようにし、再度シミュレーションを行ない効果の確認を行なった。この結果、図4に示すAを得、効果としては全トランザクションの95%が1秒以内のレスポンス時間で処理可能とする評価基準を設けると、約10%の処理能力が向上することが分かり、設計に対してフィードバックが行なわれた。

本シミュレーションでは、業務比率の変動に対する性能上の問題として、タスク構成に問題があることも指摘し、最適なタスク構成を求めている。本システムは預金、為替、貸付の三業務が混在しており、レスポンスタイム、スループットなどの要求が各異なること、更に業務によりかなり処理形態が異なるため、タスクの構成方式に上記の配慮が必要となっている。今後のオンラインシステムでは、機能が更に多様化してくるため、コンピュータ内部の処理方式の検討でこのようなシミュレーションによる評価が強力な設計のツールとなろう。

4 オンラインシステムを支えるソフトパッケージ

今後のオンラインシステムは、機能の多様化とトラフィック量の拡大が予想される。このニーズにこたえるシステム建設には、ハードウェア及びソフトウェアの十分な機能の完備と性能の保障が要求される。先に述べた性能評価はオンラインシステムを構成するハードウェアの選択、ソフトウェアの機能及び処理方式の事前評価という意味で重要なものである。オンラインシステムを構築するうえでハードウェア装置は重要な位置を占めるが、ここではオンラインシステムの建設を容易にするために開発されたソフトウェアパッケージの2例を紹介する。

4.1 TCS, TMS

TCSはHITAC Mシリーズにおけるオンラインシステムを建設する場合に設計を容易にする目的で開発されたオンラインサポートプログラムである。

TCSは複数個のモジュールで構成されるが、機能的には2群に大別される。一つはOS的機能で、標準のOS機能に対してオンラインシステムの環境に適合(性能向上、多重処理下の作業領域の管理、異常時への配慮など)するような機能、構造をもつグループであり、ユーザーはモジュール対応のTCSマクロを発行することにより使用することができる。他のグループはオンラインシステム特有の各種豊富なサービス機能(機密保護、センタ運用、メッセージフォーマット管理など)である。TCSはこのようなモジュール構成であるためにシステムの規模、建設スケジュールに合わせた機能の選択ができ、最適なシステム建設が可能である。図5にVOS2 (Virtual Storage Operating System 2) のもとでのTCSとユーザープログラムの関係を示した。

TMSオンラインシステム設計の経験から得た技術を蓄積した一つの標準的な運用形態を提供するものであり、TCSを包含したオンラインサポートプログラムである。TCSとの主な違いはオンラインシステムで重要な障害対策及び回復処理をTMSの考える端末の運用方式(メッセージ通番管理、端末再開始インタフェースなど)を前提にして提供する点にある。これによりユーザーは以上の問題から解放されることになる。TCSでは障害、回復についての設計をTCSのモジュールを使用してユーザー独自に行なう必要があるが、逆にそのシステム特有な運用方式を組み込むことが可能である。

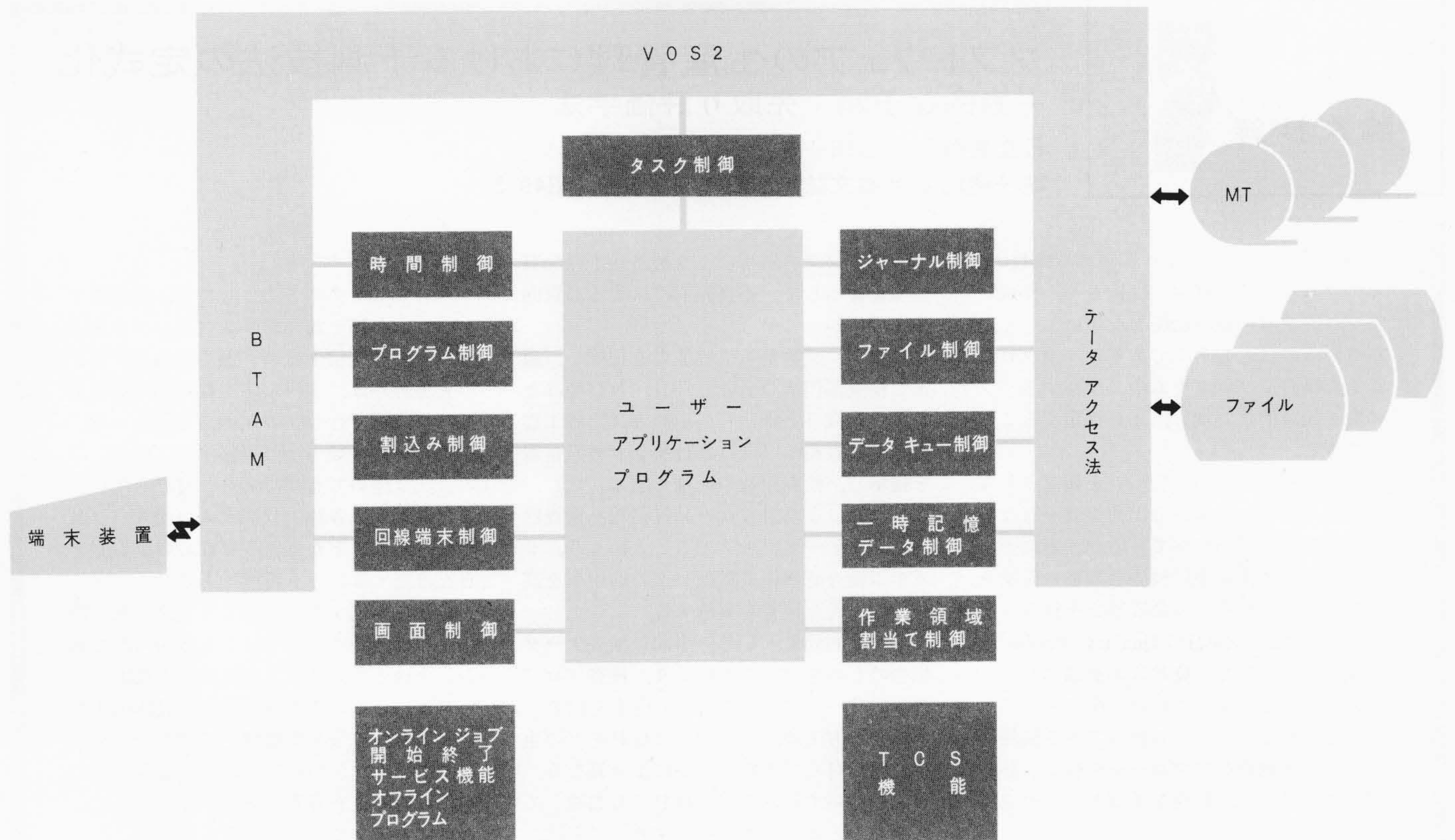


図5 TCSとユーザー アプリケーション プログラム ユーザー プログラムとTCS, VOS2との構造上の関係を示した。

4.2 HMTS (Hitachi Module Test System)

オンライン システムの建設には非常に長い期間を必要とする。その中でプログラム デバッグ及び検査が占める割合は大きく、今後システムの機能が多様化するに従いプログラムの生産性向上は、コンピュータ メーカー及びユーザーの共通の悩みである。プログラム デバッグ、検査における問題は次のように要約できる。

- (1)プログラム デバッグ時間が不当に長く、システムの納期管理が難しくなる。
- (2)オンライン システム稼動後に発生するプログラム バグのため、システムが安定稼動するまでに時間がかかる。

HMTSはプログラム バグから派生する上記の問題を解決するために次の代表的な機能を提供する。

(a) 個別モジュールのテスト機能

入力パラメータ領域にデータを入れ、被テスト プログラムを実行させ出力データのダンプを行なう。

(b) マルチ テスト機能

個別モジュールのテスト機能を一般的にしたもので、1回のテスト ランで同一モジュールに対し種々の入力データを入れ、出力を検証する。あるいは、複数モジュールのテストを同時に行なう。

(c) ループ チェック機能

プログラム バグによるダイナミック ループの検出を行なう。

(d) モジュール シミュレーション機能

システム建設時には未定義なモジュールとのリンクがあるため、テストが不可能な場合があるが、この機能により未定義なモジュールのシミュレートを行ない、モジュール テ

ストを可能とする。

(e) プログラム チェック機能

モジュール テスト中に発生するプログラム チェックを処理の中断を行なうことなく、その時点の必要情報の出力を行ない、処理を続行させる。場合によっては自動修復も行なう。

(f) データ操作機能

入力データの記述機能をもつ。

(g) 入力チェック、スプーリング、実行時間の測定、予想出力との比較などの諸機能

HMTSは上記の機能を任意の組合せにより、効果的なデバッグが行なえる。

5 結 言

以上、最近のオンライン システムの動向、及びシステムの評価について、特に日本国有鉄道の座席予約システム及び銀行オンライン システムを事例にして取り上げたが、従来の企業内オンライン システムから対象及び機能が広域的に拡大され、これまでのシステムの経済性のほかに、高信頼、安全性が強く要求されている。特に、ホスト コンピュータの大形化に対し、端末側のインテリジェンス化が行なわれ、ファイルの分散化、回線制御の効率化、更にこれに伴いトラフィック量を含むシステムの量的・質的評価が重要になろう。このほか、オンライン システムの構築に当たって、機能の複雑性及びプログラムの増大性が見込まれ、システムの生産性向上のための各種ソフトウェア ツール、支援パッケージなどの開発が期待される。

終わりに、本稿執筆に際し資料提供などに御協力をいただいた関係各位に対し、深謝の意を表わす次第である。

ソフトウェアの生産管理における予測技法の定式化
—動的な予測：先取り評価手法—

日立製作所 坂田一志

電子通信学会論文誌 57D-5, 284 (昭49-5)

あるプログラムに含まれるバグの個数は、そのプログラムの理論の複雑さや、作成したプログラムの技術的能力などによって左右されるのはもちろんであるが、マクロに考えた場合、プログラム中に潜在するバグの数を統計的に処理し、また推定することができる。

ソフトウェア(プログラム)を製品として出荷する際に、従来から出荷検査を行ない品質の保証に努めてきているが、更に一步を進めて製造作業中に検査と類似の作業を実施し、その時点での品質推定を行なうことを先取り評価手法(QP: Quality Probe)と呼称して実施した。QPは半製品に対する品質テストであり、これは生産の過程で生ずる受動的なデータから摂取できる情報の範囲内で予測的なアプローチを行なう静的な予測に対して、動的な予測としての立場のものである。

QPの目的としては、

(1) 測定バグの解析により製造途上の品質情報を提示して、不良先取りによる品質向上を図る。

(2) 推定バグ数から工程能力を把握し、適正な検査部門への引渡し期日、及び製品としての完成日を推測し、定められた各工程の期限許容範囲以内に維持するための情報を提示し、検査回数の低減を図る。

(3) QPにより得られた品質情報を検査内容にもフィードバックすることにより、システム検査時の検査指摘バグの的中率を高め、的を得た検査を実施する。

(4) 副次的効果として、事前に検査データ相当のものを流すことにより、検査プログラムのデバッグや検査効率の向上を図る。

QPの方法は、具体的にはQPをどの生産工程に対して適用するかにより異なる。しかし、いずれの工程のQPでも共通して必要なことは、適切なサンプリング方法、QPの時期、及び品質評価方法を設定する

ことである。

サンプリングの方法としては、総検査プログラムの15~20%をサンプリングするように計画し運用するのが順当であり、QPの実施時期は、デバッグ工程が60%程度進捗した段階で行なうのが適当と思われる。

次にQPの幾つかの実施例によれば、この手法は極めて有効であり、QPを用いることにより、各種プログラムの潜在バグ数を推定することができ、これらの製造完了日を推定することも可能である。

QPを実施することにより不良の未然防止と原価低減に結びつくことは明らかである。今後とも、こうした実際的な技術については、いろいろな面で現実に具体的事例に適用して十分の実用性を確認し、日常のソフトウェア(プログラム)生産管理業務の中において存在意義を立証するとともに、大いに強調してゆかねばならない。

ソフトウェアの生産管理における予測技法の定式化
—静的な予測及び故障率推移モデル—

日立製作所 坂田一志

電子通信学会論文誌 57D-5, 277 (昭49-5)

電子計算機のメインフレーム メーカーにおいては、製品としてのソフトウェアに関する生産管理活動は重要であり、これを推進するに際しては、製品品質の早期把握と、それによる多角的なフィードバック活動が必須である。こういった品質の早期把握は生産過程のいろいろな段階で行なわねばならないが、各段階での最適な方策は、共通的な手法のほか、それぞれに特有の手法があることは当然である。ここでは、このようないろいろな品質把握推定手法を総合的に考察し、関連する周辺的な事項を含めて、ソフトウェア品質の予測技術としての若干の定式化を試みる。

ソフトウェアの生産の過程で生ずる各種のデータを受けとめて、その受動的なデータから摂取できる情報の範囲内で予測的なアプローチを行なうことを考え、それを静的な予測と呼称する。更に、この静的なものにつき、時間軸的に考えて、品質全般の様相に対する横方向的(horizontal)なものと、

現時点から以後の品質進展の様相に関係した縦方向的(longitudinal)なものを取りあげることができる。ここで横方向というのは、対象としているソフトウェアについて、その詳細な流れ図が作成された段階で、それまでのドキュメントをベースとして、以後システムデバッグを行なった場合における総バグ数を予測する、という意味のものである。次に縦方向の予測について述べる。ソフトウェア(プログラム)のコーディングが終了し、デバッグの進行過程でのバグの検出経過は時系列(Time-series)としてのバグ発生連続的曲線として、大体において同じ傾向をたどることが多い。このように時系列としてのバグ発生経過を推定することをもって、ここでは縦方向の予測と称する。時系列としてのバグ発生経過を示す曲線は、成長曲線(Logistic Curveあるいは、Gompertz Curve)とみなし得るような様相を示すのが普通である。このような成長曲線的経過を是認すると、プログ

ラムについてある程度デバッグが進んだ段階で、それ以後のバグの発生経過を推定するためには、成長曲線のパラメータを推算すればよいことになる。本来この横方向と縦方向の両者は、相互に代替的、あるいは相補的なものではなく、縦方向の予測を重点的なものとして、現実的に両々相まって活用を図るべきのものである。

次に、実例として、オンラインシステム用に組み上げられたプログラムが現実のシステムにおいて使用された場合、どのような傾向をたどりながら収束してゆくものであるかについて検討を加えた。

以上、従来ややもすれば経験的、且つ試行錯誤的なアプローチがなされていたことの多い問題について、幾つかのモデル的な取扱いを行ない、ソフトウェアの生産管理における予測技法の定式化に際しての実際的な試みを提示した。