

大型電子計算機 DIPS について*

関口良雅**

1. はじめに

わが国の電子計算機稼働台数も 8,000 台を越え、昭和 50 年末の総数は現在の約 4 倍、34,300 セット、設置金額にして 3 兆 5000 億円にもなろうということが予想されている。この額は昭和 50 年におけるわが国 GNP の 2% を占めるもので、いよいよ情報化の時代の到来を示すものと考えられる。

このような設置台数の増加とともに計算機の高性能化・大型化・低価格化に対する期待も著しいものがあり、さらに、これら高性能の電子計算機と全国的規模で拡張する通信網とを有機的に結合したオンラインシステムに対する要求も、一段と高まっていくことを予想しなければならない。

以下、このような情報化社会の要求を満たすためにたてられた DIPS 計画 (Dendenkosha Information Processing System) についてその概要を述べる。

2. DIPS 計画の背景

電算機保有の台数で世界第 2 位の地位を占めているわが国の現状を別の角度からながめてみると、昭和 42 年 9 月において、わが国の全電子計算機設備額の 35% にすぎなかった大型電子計算機の割合が 45 年 9 月には 52% と上昇していることがわかる。また、国産機と外国機との比率でみると、計算機全体としては台数で 74%、金額にして 53% と国産機が過半数を占めているが、大型機の方では台数で 37%、金額で 32% と外国機に追い越されている (昭和 45 年 3 月調べ)。

一方、電子計算機と通信回線とを直結してデータ処理を行なう、いわゆるデータ通信の分野についてみれば、昭和 39 年にわずか 5 システムであったのが昭和 46 年 6 月末現在 233 システムに及んでいる。このうちいちばん多いのは電々公社の通信回線を利用する自営のもので、システム数は 213 であり、その 62% が外国機を使ったシステムである。

電々公社の直営のデータ通信システムについてい

えば、昭和 43 年に全国地方銀行協会の為替交換オンラインシステムのサービスを実施して以来、特定の利用者を対象として運輸省、銀行など 7 システムのサービスを実施し、近くは不特定の利用者を対象とした科学技術計算・販売在庫管理などのサービスを開始し、46 年 9 月末現在 12 システムを稼働させている。これらは、いずれも国産の汎用計算機を使用したものである。

一方、米国における将来のオンライン化の傾向についての予測によれば、1970 年までに電子計算機の 75% はタイムシェアリングの機能を有し、近々コンピュータの 60% が通信網に結びつくだろうといっている。

このように、電子計算機の現状は、低価格・小型・簡易化したものを専有して使用しようとする一面と、高性能・大型の電子計算機の利用により、オンラインサービス、リアルタイムサービスなど良質なデータ通信サービスを経済的に享受しようとする別の要求が盛んになりつつある。

3. DIPS 計画のねらい

電々公社の提供するデータ通信サービスは、公社は公社の特質、民間は民間の特質を生かし、公社と民間とが協力して情報化社会に貢献することをねらうものである。したがって、DIPS 計画をたてるにあたっては、公共的・全国的・先導的なものを第 1 のねらいとし、以下のことを目標とした。

- (1) 標準化の実施
- (2) オンライン用大型電子計算機システムの実用化
- (3) 電子交換、新伝送方式などと能率よく経済的に結合しうる計算機システムの実用化
- (4) 信頼性の向上
- (5) 経済化

(1) の標準化では、全国的な広がりをもつ利用者に対し、電話サービスと同じように統一されたサービスを提供することをねらうものである。これにより、システム設計、施設設計、建設、保全、運転、要員訓練などの各種業務が標準化されるとともに、ソフトウェアの標準化によりプログラム作成の一元化が可能とな

* 第 12 回大会特別講演 (昭和 46 年 12 月 2 日)

** 武蔵野電気通信研究所データ通信研究部長

り、開発経費の節約が図れる。

(2) のオンライン用大型計算機システムの実用化は、2章で述べた電子計算機システムの動向、ならびに全国的規模の利用者に良質で経済的なサービスを与えるという公社の使命から考え、従来の市販の計算機よりも、よりオンライン、リアルタイムの機能を強化した大型の電子計算機の実用化をねらう。

(3) の電子交換、新伝送方式との関係では、従来の交換方式・伝送方式との適合性はもちろん、新しく採用される蓄積プログラム型の空間分割型電子交換機、あるいは時分割型電子交換機などとの結合、ならびに PCM を含む高速度の伝送方式などと結合して、処理機能の効率的な分担により、経済的で信頼度の高いデータ通信システムの構成をねらう。

(4) の信頼性の向上では、一括処理の段階においてあまりきびしい追求を必要としなかった信頼性について、従来の電気通信サービスと同様のきびしいサービス基準を設定し、信頼度の高いサービスの提供をねらう。

(5) の経済化では、当然のことであるが、以上四つの項目を満足すると同時に、大型化・標準化の利得を極力発揮することにより、経済化されたシステムの実用化をねらう。

4. DIPS 計画の概要

DIPS 計画は、電々公社のデータ通信サービスの実施計画に歩調をあわせ、昭和 48 年度第 1 期完成を目標として大線表をたてた。

3章に述べた各種の目的を満足させ、しかも従来の電子計算機実用化にみないような短時日で完成させようとするのはきわめて困難であり、特に推定 150 万ステップにも及ぶ膨大なソフトウェアの実用化は容易でないと判断された。

これらの問題を解決するため、DIPS 計画においては、大型電子計算機の生産に実績のある製造会社 3 社との共同研究体制をとることとした。このような複数社との共同研究体制によるシステムの実用化は、昭和 39 年からスタートした電子交換の実用化においてもとられたものである。

ハードウェアについては、機械語や主要な方式構成を統一し標準化の基礎とした。

標準化の実施にあたっては、従来の電気通信システムのような細部にわたるまでの標準化は行なわず、その範囲をできる限り絞った。これは、標準化がある意

味で技術の進歩をとめる形をとるものであり、特に電子計算機技術が現在発展段階でありその進歩が著しいことを考えたからである。したがって、必要とする部分の標準化を除いて、製造会社のもつすぐれた技術を積極的に採用した。

また、昭和 41 年から通産省工業技術院によって推進されてきた“超高性能電子計算機”の大型プロジェクトで開発された、LSI 記憶装置、高速 CML 論理素子、I/O インタフェイスなどの技術を活用した。

ハードウェアの製造については、電々公社と各製造会社との共同によりシステムの設計要項ならびに各装置の設計を完了させ、以後各社 1 システムずつ製造にはいった。設計と製造は一部並行して行なわれたが、設計完了後約 1.5 年で製造・検査が完了した。

ソフトウェアの製造については規模がきわめて大きいために、ハードウェアの場合と異なり分担作成の方針をとり、まず、ソフトウェアモジュール間のインタフェイスの明確化を図った。すなわち、ソフトウェアの基本概念、開発計画をつくる BD 段階 (Basic Design) および機能仕様・構成仕様・製造計画をつくる FD 段階 (Functional Design) までは公社と、製造会社と共同で検討し、詳細仕様、ジェネラルフロー図、デテイルフロー図、マニュアルを作成する DD 段階 (Detail Design) 以降は公社と製造会社と分担して作成することとした。

また、これら膨大な量のプログラムを短期間に仕上げるため、オフラインによるプログラムデバッグをハードウェアシステムの製造と並行させることとし、市販計算機 2 システムをこれにあてるとともに、デバッグのため新しくシミュレーション用のプログラムを開発した。オンラインデバッグ用としては、設計要項において指定し、機械語、I/O インタフェイスが統一されたハードウェアシステム 3 システムならびに、同一機能の現場試験用の 2 システムを用いることとした。

5. DIPS-1 システム設計の前提条件

DIPS 計画のねらいについてはすでに 3 章で述べたが、システムを実用化するにあたっては、その使用目的・使用条件・使用時期などをより具体的に決めなくてはならない。

これらの条件は昭和 43 年 11 月から昭和 44 年 3 月までの間に検討が行なわれたが、需要、トラヒックの問題などを含め、条件が必ずしもその時点で明確化できなかった。この点については DIPS 計画のねらい、

および技術の動向などを考慮して極力実用化の方向を誤らないように努めた。

設計の前提とした主な条件は次のとおりである。

- (1) ハードウェアは 46 年春に完成し、ソフトウェアの整備を含め電々公社の第 5 次 5 年計画当初に使用できるようにする。
- (2) (1) 項の条件に従いハードウェアを構成する素子は 46 年春に十分な信頼性をもって実現するものの中から選ぶ。
- (3) サービスの種類としては、当面不特定多数を対象とするいわゆる公衆データ通信サービス、および特定加入者を対象とするいわゆる個別データ通信サービスとし、前者では科学技術計算サービスを第 1 のねらいとし、続いて販売在庫管理、汎用事務計算も対象サービスとした。また、サービスの処理形態としては図 5.1 のものを目標とする。

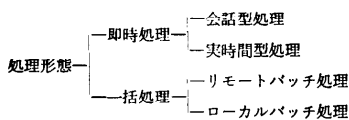


図 5.1 サービスの処理形態

- (4) システムの規模ならびに機種数の設定については必要とするデータが十分にそろっていなかったが、一応需要量と通信網価格ならびに処理システムの価格を想定し、規模としては、1,000 ないし 3,000 加入を対象とし、サービス基準としては平均応答時間を 2 秒とする。
 - (5) 信頼性については、従来公社が行ってきたサービスに対する基本姿勢から、フェイルソフトなシステム構成をとることにより、10 年間のうち、全システムダウンを 1 時間に押える。また、フェイルソフトな系において、一部装置が障害を起こし、サービス能力、品質が低下しているいわゆるフォールバック状態をサービス時間 100 時間に対し 1 時間を許す。
- 以上のような前提条件のもとに技術的限界を予測して方式諸元を決定したが、さらに、
- (i) 情報量は時とともに飛躍的に増大する
 - (ii) サービス内容が高級化するほど最適規模は大となる
 - (iii) 加入密度が大となるほど最適規模は大となるなどの傾向、グロシュの法則、計算機業界などの動向を考慮し、大型機種をまず第 1 目標とすることにした。

6. ハードウェアシステム

6.1 論理装置の構成

第 5 章で述べたごとくデータ通信局規模として加入者数 1,000 ないし 3,000 を第 1 の対象として選び、システムの平均命令実行時間の目標値を定めた。すなわち、システムとして、すべて即時処理で科学技術計算サービスを行なうものとし、最大同時接続数 1,000、平均応答時間を 2 秒と定め、さらに、

- (i) インタラクション時間、平均 40 秒
- (ii) インタラクション当りの処理量はオーバヘッドを含め 15 万ステップ
- (iii) 論理装置の使用率 80%

とし、必要とするシステムの平均命令実行時間（ギブソンミックス）を約 210 ns に選んだ。

このような高速度の処理装置を実現するための技術として、

- (i) 高度の先行制御を行なう方式
- (ii) ローカルメモリ方式

が考えられたが (i) の方式は、実用化時期の点からも技術的にも採用することがきわめて困難なことが予想された。(ii) のローカルメモリ方式は、すでに IBM 360/85 で採用されたもので、バッチ方式での有効性が示されている。すなわちこの方式の採用により論理装置とメモリ間の伝送遅延時間の問題が解決されるとし、バッチ用システムの場合、データがローカルメモリに発見されない確率が 2 ないし 3% と報告している。ここで問題になったのは、DIPS-1 のようにオンラインプログラムの場合には多数の使用者がローカルメモリを共用することによる影響である。この点についてシミュレーションにより検討した結果、データがローカルメモリ上にない確率が 6% 程度まで増大することが判明した。

また、ローカルメモリ方式の採用により、たとえばサイクル時間 80 ns 程度のローカルメモリを論理装置の内部に設ける場合は、実装状態でのゲート当りの伝播遅延時間を 5 ns 程度に押えることにより、処理装置のギブソンミックスを 500 ns に押えることができる。

実装状態でのゲート当りの伝播遅延時間を 5 ns 程度にすることは DIPS-1 実用化の時点で実現可能であるが、この遅延時間をさらにきりつめることは技術的に困難であると判断された。

さらに、このローカルメモリ方式の導入により、次

の項で述べるような経済的なメモリ方式が採用できるという利点も見いだされた。

このように、ローカルメモリ方式が実用上オンラインシステムにおいても支障がないという見通し、および、本方式の採用により高速な処理装置・記憶装置が経済的に実現しうる可能性があること、さらに本方式が将来の技術につながる面も多い点を考慮し、DIPS-1 ではローカルメモリ方式を採用することとした。

このようにして、ギブソンミックス 500 ns 程度の処理装置の実現が可能であるとの見通しが得られたので、DIPS-1 システムとしては、処理能力と信頼性を確保するためにマルチプロセッサ構成方式をとり、最大 4 台の処理装置を接続し互いに主記憶領域を共用するようにした。

さらに、DIPS-1 システムにおいては、必要時期、需要に対して応じよう、まず構成が簡明であり、ソフトウェアの製造が比較的容易なデュプレックスシステムを実現し引き続いてマルチプロセッサシステムを実現化できるようなハードウェアの構成をとっている。

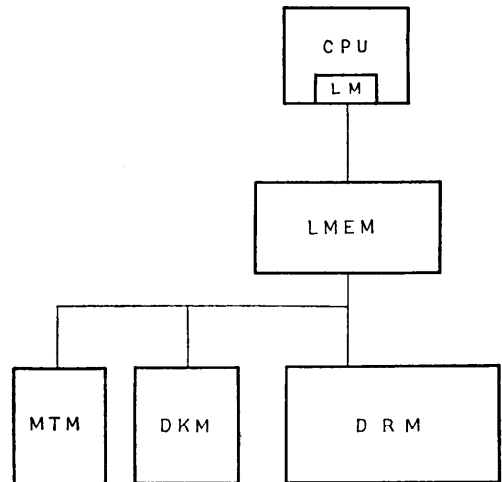
6.2 メモリシステムの構成

高速の論理装置の能力を発揮するためには高速の主記憶装置が必要となる。一方、DIPS-1 のように多数の利用者に能率よくサービスするには主記憶装置の容量が大きくなければならない。たとえば、科学技術計算サービスにおいて得られた例によれば、利用者のプログラムは平均 64 KB であるとされている。この値によれば、1,000 人の加入者に同時にサービスを提供するため加入者プログラムを常に主記憶装置に入れるとすれば 64 MB の主記憶装置が必要になる。

これらを技術的に経済的にうまく解決するため、高価格の高速記憶装置を小容量使用し、低価格で大容量の低速記憶装置とで階層構成をとる方式、いわゆるメモリハイアラキ方式を採用した。

すなわち、論理装置内にサイクルタイム 100 ns 以下の高速のローカルメモリを設け、論理装置外に設けたサイクルタイム $2 \mu\text{s}$ 以下の比較的低速の大容量記憶装置と組み合わせている。図 6.1 に記憶装置の階層構造を示す。

主記憶装置を能率よく使用するため、主記憶装置を 4 KB の大きさに分割して管理を行なういわゆるページ方式を採用している。また、ファイル記憶装置と主記憶装置との間のプログラム転送については、使用者のプログラム実行に際し、必要なページを 1 ページずつ必要のつど転送するいわゆるページ要求方式をとら



LM: ローカルメモリ (高速バッファ記憶)
(速度: 100 ns/8B, 容量: 8 KB, 16 KB)
LMEM: 大容量磁心記憶装置 (主記憶)
(速度: $2 \mu\text{s}/64\text{B}$, 容量: 最大 16 MB)
DRM: 磁気ドラム記憶装置
速度: 10.3 ms (アクセスタイム)
 $2.2 \times 10^6 \text{ B/S}$ (転送速度)
容量: 4.06 MB/台
DKM, MTM: 表 6.1 参照

図 6.1 記憶装置の階層構造

ず、転送に伴うオーバーヘッドを減少させるため、使用者の全ページを実行開始時にまとめて転送する方式をとった。

6.3 入出力システム

オンライン即時処理システムでは、一括処理システムに比し、応答時間の短縮、大容量ファイルの処理が重要である。特にファイル記憶装置と主記憶装置間の転送能力がシステム全体の能力に大きく影響する。この点を考慮し、最大実装で 96 本のチャンネルを設置可能とし、そのうち 24 本は転送能力 2 MB/S 以上の高速セレクトチャネルとすることができるようにした。

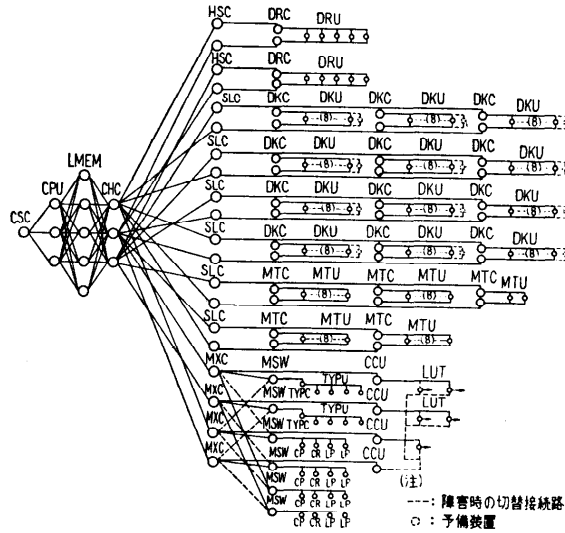
6.4 通信回線、端末との接続

全国的規模の通信回線と接続しオンラインシステムとしての利点を発揮させるため、50 ビット/秒から 48 キロビット/秒までの通信回線ならびに各種宅内装置などと接続できる通信制御装置を準備している。

6.5 信頼性・保守性

保守性の向上のため、従来のバッチを主体としたシステムに比べ、装置点検・障害診断などのため、ハードウェア、ソフトウェア両面からの考慮を特にはらっている。

また信頼性についてはマルチプロセッサ構成の場合システムダウン率を 2×10^{-5} 以下、デュプレックス構



装置略号					
装置名	略号	装置名	略号	装置名	略号
論理装置	CPU	磁気テープ制御装置	MTC	印刷装置	LP
転送制御装置	CHC	磁気ドラム装置	DRU	タイプライタ制御装置	TYP C
高速セレクトチャンネル	HSC	磁気ディスク装置	DKU	タイプライタ本体装置	TYP U
セレクトチャンネル	SLC	磁気テープ装置	MTU	回線制御装置	CCU
マルチプレクサチャンネル	MXC	磁気ディスク制御装置	DKC	回線接続装置	LUT
大容量記憶装置	LMEM	紙カード読取装置	CR	集中監視制御装置	CSC
磁気ドラム制御装置	DRC	紙カードせん孔装置	CP	チャンネル切替スイッチ	MSW

図 6.2 マルチプロセッサ構成例 (同時接続数: 約 500, ただし DKU 等一部省略)

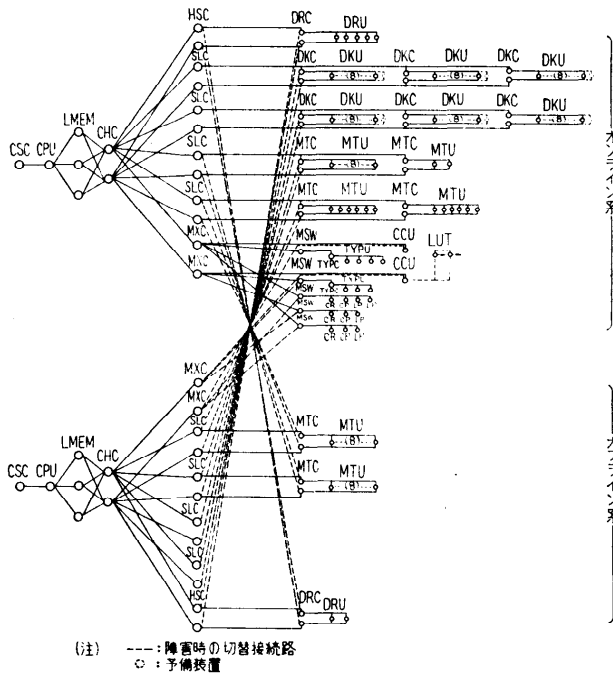


図 6.3 デュプレックス構成例 (同時接続数: 約 200, ただし DKU 等一部省略)

成ではシステム切り替えの平均間隔を 250 時間以上を目標としている。

6.6 標準化

標準化についてはプログラム上からみて機械語レベルまでの統一を図ることはすでに述べたが、さらに、装置条件・環境条件・操作法の統一を図った。装置間のインタフェースについては装置間の主要インタフェースを統一し、特に周辺系の各制御装置とチャンネル間のインタフェースには、標準 I/O インタフェース 69' を採用した。このインタフェースは、DIPS 計画と通産省大型プロジェクトの遂行において協同で開発した

もので、国内の標準入出力インタフェースを意図し、44 年 6 月 ISO/TC-97/SC-6/WG-4 に提出された。

6.7 システムの構成

このように、ハードウェアシステムについて、DIPS-1 のねらいを満足させるため、各種のくふうを行なったが、全国的な導入を予測し、処理量の広範囲の変化に対し経済的なシステムの構成が可能となるよう、いわゆる拡張性についてハードウェア、ソフトウェアについて考慮をはらった。

DIPS-1 システムのマルチプロセッサ構成ならびにデュプレックス構成のそれぞれの例を図 6.2、図 6.3

表 6.1 DIPS-1 の主要装置の性能

装置名	主要性能	装置名	主要性能		
論理装置 (CPU)	<ul style="list-style-type: none"> 最大 4 台/システムによるマルチプロセッサ構成可能 ローカルメモリ 8KB または 16 KB 高速乗算器 (HSM) 付加可能 平均命令実行時間 (Gibson ミックス相当) <ul style="list-style-type: none"> HSM あり 630 ns HSM なし 700 ns 	紙カードせん孔装置 (CP)	<ul style="list-style-type: none"> 80 欄カード使用 せん孔速度 250 枚/分 ホッパ容量 1,000 枚 スタッカ容量 800 枚 		
		紙カード読取装置 (CR)	<ul style="list-style-type: none"> 80 欄カード使用 読取速度 1,400 枚/分 ホッパ容量 1,800 枚 スタッカ容量 1,800 枚 		
大容量記憶装置 (LMEM)	<ul style="list-style-type: none"> 最大 16 装置/システム接続可能 ハミング符号による単一誤り自動訂正機能 容量 1MB/装置 サイクルタイム 2 μs (読み書き幅 32B 2重インタリーブ) 	印刷装置 (LP)	<ul style="list-style-type: none"> 印刷速度 カナ文字なし 1000 行/分、カナ文字あり 500 行/分 1 行印字数 132 活字種類 カナ文字なし 63、カナ文字あり 126 		
転送制御装置 (CHC)	<ul style="list-style-type: none"> 最大 6 台/システム接続可能 最大 16 チャンネル/CHC 最大転送能力 12 MB/S 	タイプライタ装置 (TYP)	<ul style="list-style-type: none"> 打けん速度 800 字/分 印字速度 1,200 字/分 1 行印字数 120 活字種類 127 		
	高速セレクトチャンネル (HSC)	<ul style="list-style-type: none"> 転送幅 4B 並列 最大 4 台/CHC 接続可能 データ転送くり返し 最大 0.8 MHz 	XYプロッタ装置 (XYP)	<ul style="list-style-type: none"> プロッタ速度 <ul style="list-style-type: none"> X軸 400 ステップ/秒 (0.1 mm/ステップ) Y軸 400 ステップ/秒 (") 記録用紙幅 306 mm 	
	セレクトチャンネル (SLC)	<ul style="list-style-type: none"> 転送幅 1B 並列 最大 12 台/CHC 接続可能 データ転送くり返し 最大 0.8 MHz 		通信制御装置 (CCE)	<ul style="list-style-type: none"> L-LUT、P-LUT 制御 処理能力 200 ビット/秒、半二重換算 256 回線
	マルチチャンネル (MXC)	<ul style="list-style-type: none"> 転送幅 1B 並列 6 台/CHC 接続可能 サブチャンネル数 256 データ転送くり返し マルチプレクスモード 最大 0.1 MHz、バーストモード " 0.5 MHz 			<ul style="list-style-type: none"> 低速回線接続装置 (L-LUT) 収容回線 50~1200 ビット/秒回線、自動呼出装置回線 収容回線数 最大 128 回線
磁気ドラム記憶装置 (DRM)	<ul style="list-style-type: none"> 容量 4.06 MB/装置 平均アクセス時間 10.3 ms 情報転送速度 2.2 MB/S 	並列回線接続装置 (P-LUT)	<ul style="list-style-type: none"> 収容回線 多周波並列回線、音声応答装置回線 収容回線数 多周波並列回線 最大 128 回線 		
磁気ディスク記憶装置 (DKM)	<ul style="list-style-type: none"> 容量 2.3×10⁸ B/装置 平均アクセス時間 87.5 ms 情報転送速度 0.3 MB/S 	高速回線制御装置 (H-CCU)	<ul style="list-style-type: none"> H-LUT 制御 処理能力 1,200~4,800 ビット/秒、半二重 64 回線、または 48 ビット/秒、半二重単向 2 回線 		
磁気テープ記憶装置 (MTM)	<ul style="list-style-type: none"> 9 トラック 記憶密度 1600 RPI または 800 RPI テープ速度 2.9 m/S 情報転送速度 1600 RPI: 180 KB/S、800 RPI: 90 KB/S 	高速回線接続装置 (H-LUT)	<ul style="list-style-type: none"> 収容回線 1,200~4,800 ビット/秒回線 収容回線数 最大 64 回線 		

注) B=8 ビット, KB=1024 B, MB=1024 KB

に示す。

システムを構成する各種装置の性能の一覧を表 6.1 に示したが、以下多少説明を付加する。

(1) 論理装置

ローカルメモリ方式を採用した論理装置はデュプレックス構成はもちろん、最大 4 台までのマルチプロセッサ構成を可能にしている。

プログラムの能力とシステムの融通性を高めるため、プログラマーが使用できる演算レジスタおよび制御レジスタを数多く備えるようにした。

命令体系としては、固定長データ、可変長データに対する各種命令をはじめ、プログラムの高効率化を図るためのマイクロ命令、分岐命令をもっており、各種の制御命令を含め命令の種類・個数は IBM 360 システムの場合より増加している。

プログラムの破壊を防止するための、リング保護機能、アクセス制御機能をもたせたり、割り込み機能の整備により、ハードウェア障害等に対する処理、デバッグ処理等のために融通性のある手段を提供している。

また、内部コードとしては JIS コードを使用しており、高速演算機構 (HSM) については付与について指定できるよう考慮をはらっている。

(2) 大容量記憶装置

同時接続加入数を大とするため、1 装置 1 MB の容量で 1 システムに最大 16 MB まで接続できるようにし、システムプログラム、加入者プログラム、データ等を収容する。

(3) 転送制御装置

論理装置・大容量記憶装置と各チャンネルの間で情報転送を行なうもので、1 システムに最大 6 台まで接続可能であり、1 台で 12 MB/S の最大転送能力をもつから、システムとしては最大 72 MB/S の転送能力をもつことになる。

1 台の転送制御装置は最大 4 台の高速セクタチャンネル、最大 12 台のセクタチャンネル、最大 6 台のマルチプレクサチャンネルを接続できる (ただし、全体の合計は制御装置当り 16 台以下の制限がある)。

(4) 各種チャンネル

(i) 高速セクタチャンネル: 制御装置と磁気ドラム制御装置の間で、主として高速なプログラムスワップを行なう。

(ii) セクタチャンネル制御装置と磁気ディスクを結合する。

(iii) マルチプレクサチャンネル: 制御装置と各種の中低速入出力機器・通信制御装置等を結合する。

これら各種の装置を試験するに当っては検査用のプログラム約 200 K ステップを作成したが、これは装置の保守にも使用するので保守試験プログラムと呼んでおり、共通部とテストモジュールと呼ぶ試験機能部からなっている。

7. ソフトウェアシステム

7.1 ソフトウェアの設計目標

DIPS-1 のソフトウェアの設計に当っては、下記の諸項目を設計目標として選んだ。

(1) 汎用性

ハードウェアにしる、ソフトウェアにしる、汎用に作るか、専用にするか問題のあるところである。汎用性の利点は量産による経済性をねらうものであり、専用の利点は目的範囲が絞れることであり、それに基づきむだをなくしようという経済性であろう。

大規模なソフトウェアの実用化には膨大な要員と時間が必要であるから、サービス対応に一つずつ専用ソフトを作成することはきわめて困難である。DIPS 計画においては次に述べるような理由で各種サービスに共通に使用できるよう汎用ソフトウェアを作成することを目標とした。

(i) 長期的にみて工数の節減、信頼性の向上が図れる。

(ii) ソフトウェアの標準化が容易。ソフトウェアの標準化により、機能の統一および保守・運用・訓練等の統一が図れる。

(iii) 開発計画を決める時点では、具体的な適用サービスが決まっていないのが普通である。したがって汎用的に物を考えざるをえない。

(iv) ソフトウェアをモジュール化することにより、設計思想を大幅に変えることなく専用システムにも対処できる。

どの程度までの汎用性をねらうかはきわめて困難なところで、過大な汎用性のものはおそらく専用として使用不能なものとなってしまおう。

(2) 信頼性

公衆の共同利用を目的とする DIPS-1 では、サービスの中断や利用者ファイルの破壊は、重大な影響を社会に与える。したがって、従来の電子計算機システムで考えていた以上に、信頼性に対する配慮が必要である。

障害を可能な限り早期に検出し、その影響を局限することによってサービス中断時間の短縮、ファイル内容の保護、機密保持等を十分に考慮し、良質なサービスを提供できるように、システムとして高い信頼性を確保することを目標とする。

(3) 能率性

DIPS-1 のねらいは多数の利用者に良質なサービスを経済的に提供しようとするものであるから、システムの能率は極めて重要である。同一のハードウェアシステムにおいてもソフトウェアシステムの作り方によりその能率を一段と高めることができるとしばしばいわれている。このため汎用性をねらって種々の機能を付加したことによる能率の低下もモジュラリティの徹底により、適切なシステムジェネレーションを目的ごとに行ない、能率の維持を図りうることを目標とする。

(4) 拡張性

激しく変動する情報化社会の要求に応ずることができるよう、サービスの拡張性のみならず、ソフトウェアシステム自体の拡張性にも十分に考慮をはらうことを目標とする。

(5) サービス性

DIPS-1 システムで提供しようとするサービスはきわめて多彩で処理形態も種々のものを予測しており、単にデータ処理サービスだけでなく、メッセージ通信、システム間通信なども考慮する。また、使いやすいコマンド言語、プログラム言語、応用プログラムなどを用意するとともに、オペレータのセンタ運転にも十分配慮し使いやすいサービスを容易に実現でき、かつすで行なっているサービスはもちろん包含しうることを目標とする。

さらに、オペレーティングシステム (OS) の構成上の基本方針として、DIPS-1 システムに要求される外部条件を勘案し、

- (1) システムバラン
- (2) システムの簡明化
- (3) OS 機能の階層化
- (4) OS 構造のモジュール化

を選定した。

7.2 ソフトウェアの体系

DIPS-1 のソフトウェアシステムは、制御プログラムと処理プログラムに大別される。

処理プログラムはあらゆるハードウェアの資源の管理をはじめ、入出力装置およびファイル等の制御を行

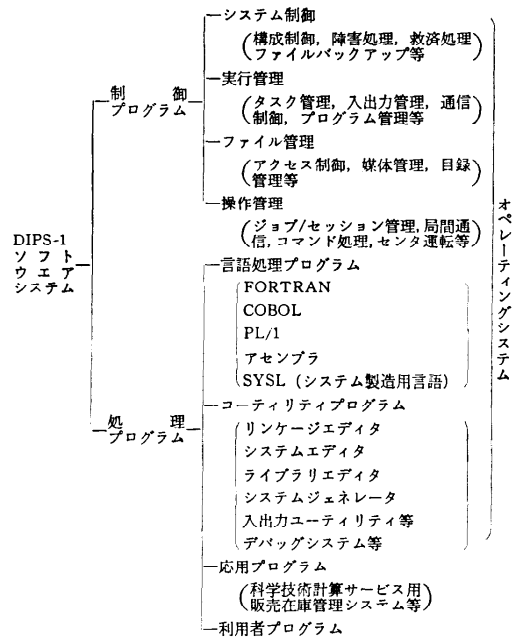


図 7.1 DIPS-1 ソフトウェアシステムの構成

なってジョブの円滑な進行を管理するものであり、処理プログラムは、利用者からの各種データ処理の要求を実際に遂行するプログラムである。これらプログラムの構成ならびに関係を図 7.1 に示す。

オペレーティングシステムは会話処理、リアルタイム処理、一括処理およびこれらの混合処理を目標とした汎用の OS で、デュプレックス用の OS、マルチプロセッサ用の OS とを計画している。

プログラミング言語としては FORTRAN, COBOL, PL/I, SYSL などを用意し、応用プログラムとしては科学技術計算ライブラリ、販売在庫管理用プログラムをはじめとして、豊富な応用プログラムを用意しようとしている。

また、利用者およびオペレータは、OS の外部機能であるコマンド、ジョブ制御機能を用いて OS に処理を依頼するようにした。

7.3 ソフトウェアの開発手法について

大規模なソフトウェアを能率よく作成するため種々の考慮をはらった。

(1) プログラム製造支援システムの採用

ハードウェア完成以前に既存の計算機を用いてプログラムをデバッグするためにプログラム製造支援システム (PDS: Program Development System) と呼ぶソフトウェアシステムを作成した。このシステムは、

ファイルユーティリティ、アセンブラ、ポストエディタ、リンケージエディタなどからなり合計約 150 K ステップに及んでいる。また、ソフトウェアシステムを早期に作成するため、書きやすく、デバッグしやすく、読みやすいシステム製造用言語の実用化が必要と考えられた。このため、プログラム製造用言語 SYSL (System Description Language) の言語仕様を作成した。この仕様は PL/I を参考にしたものであるが、その能率は静的ステップと所要メモリをアセンブラとの比の平均値で表わした場合、ステップ数比で 1.12、所要メモリ量比で 1.07 という結果が得られており、現在 DIPS-1 のソフト作成におおいに貢献している。

(2) プログラム作成工程の標準化と管理

DIPS-1 システムは数百人の人の協同作成によるため、従来方法では良質のものを得ることがきわめて困難なことが予想された。このため、作成工程の標準化・体系化に最大の努力をはらった。

- (i) 工程の標準化: プログラムの仕様の作成、設計からコーディング、単体デバッグ、統合、検査に至るまでの工程を細分化し、各工程におけるドキュメンテーション、プログラムなどの生産物・内容を規定し、各工程の作業標準を定めた。
- (ii) レビューの徹底: 主要工程終了ごとのレビューの実施、生産物のグループごとの見直しによるチェック、グループ相互間の見直しを徹底的に行

なった。

- (iii) 独立グループによる検査: 独立した検査グループを設け、各工程における生産物の検査を行なうようにした。

このような管理方法により前述の PDS を開発したが、予想以上に好成績を得ることができ、デバッグ期間の計算機使用時間も少なく、運用時のバグ発生も少ないという結果を得ている。

これらの結果を拡張標準化して、DIPS-1 の OS の開発に現在使用している。

8. む す び

以上、DIPS-1 計画のあらましならびにシステムのハードウェア、ソフトウェアの概要について述べた。ハードウェアについては、すでに最初の 3 システムがソフトウェアの製造のために全面的に稼動しているが、ソフトウェアについては、デュプレックス用 OS の総合デバッグ、応用プログラムのつなぎ込みなど今後多くの仕事をかたづけたいかねばならない。

機械語の統一、I/O インタフェイスの統一など大きな目標を掲げて製造業者との共同により開発する DIPS 計画は、このようにしてその第一歩をふみだしたわけである。

この計画に参画される多くの方々に深い感謝をささげこの稿を終わりたい。

(昭和 47 年 1 月 10 日受付)