HITAC L-320への汎用マイクロプロセッサの応用

Application of Microprocessors to HITACHI Computer HITAC L-320 System

HITAC L-320システムは、Lシリーズの最下位機種として、上位Lシリーズ及びMシリーズ各機種と親和性をもち、分散処理形態に適合したインテリジェント端末として開発したものである。

HITAC L-320の主な特長としては、(1)インテリジェント端末あるいはオフィスコンピュータとして複合的に機能する。(2)幅広い業務分野に最適なシステムを提供できるよう、モデル2形から9形まで豊富なモデル群をもっている。などが挙げられる。

このシステムを支えるハードウェア技術としては、マルチ・マイクロプロセッサ 方式を導入することにより、小形、高性能及び高信頼性、更に汎用性を可能としている。

清水盾夫* Shimizu Tateo

山之内誠* Yamanouchi Makoto

伊藤紀彦* Itô Norihiko

黒川憲之* Kurokawa Noriyuki

□ 緒 言

HITAC L-320システム(以下, L-320と略す)は、分散処理コンピュータHITAC Lシリーズの最下位機種として開発された汎用インテリジェント端末で、昭和53年1月発売以来着実な伸びをみせ、好調な受注状況にある。このシステムは、ターミナルコンピュータあるいはオフィスコンピュータとして双方の機能をもち、データエントリ、伝票発行、集計処理、問い合わせなどの各業務を効率良く処理できる汎用インテリジェント端末である。

端末装置でも、最近はマイクロプロセッサを応用するのが 一般的な傾向となっているが、L-320の開発に当たっては、 従来の端末に比較して大幅なプログラマビリティの向上など、 高性能化と低価格化が要求された。これらの要求を満たすためには、従来のように演算処理部にだけマイクロプロセッサを利用した方式では、多種の入出力装置の同時制御など処理能力面に困難な問題があり、これを解決するためにL-320では複数個のマイクロコンピュータを有機的に結合したマルチ・マイクロプロセッサ方式を導入した。

この論文では、L-320で採用したマルチ・マイクロプロセッサ方式について述べる。

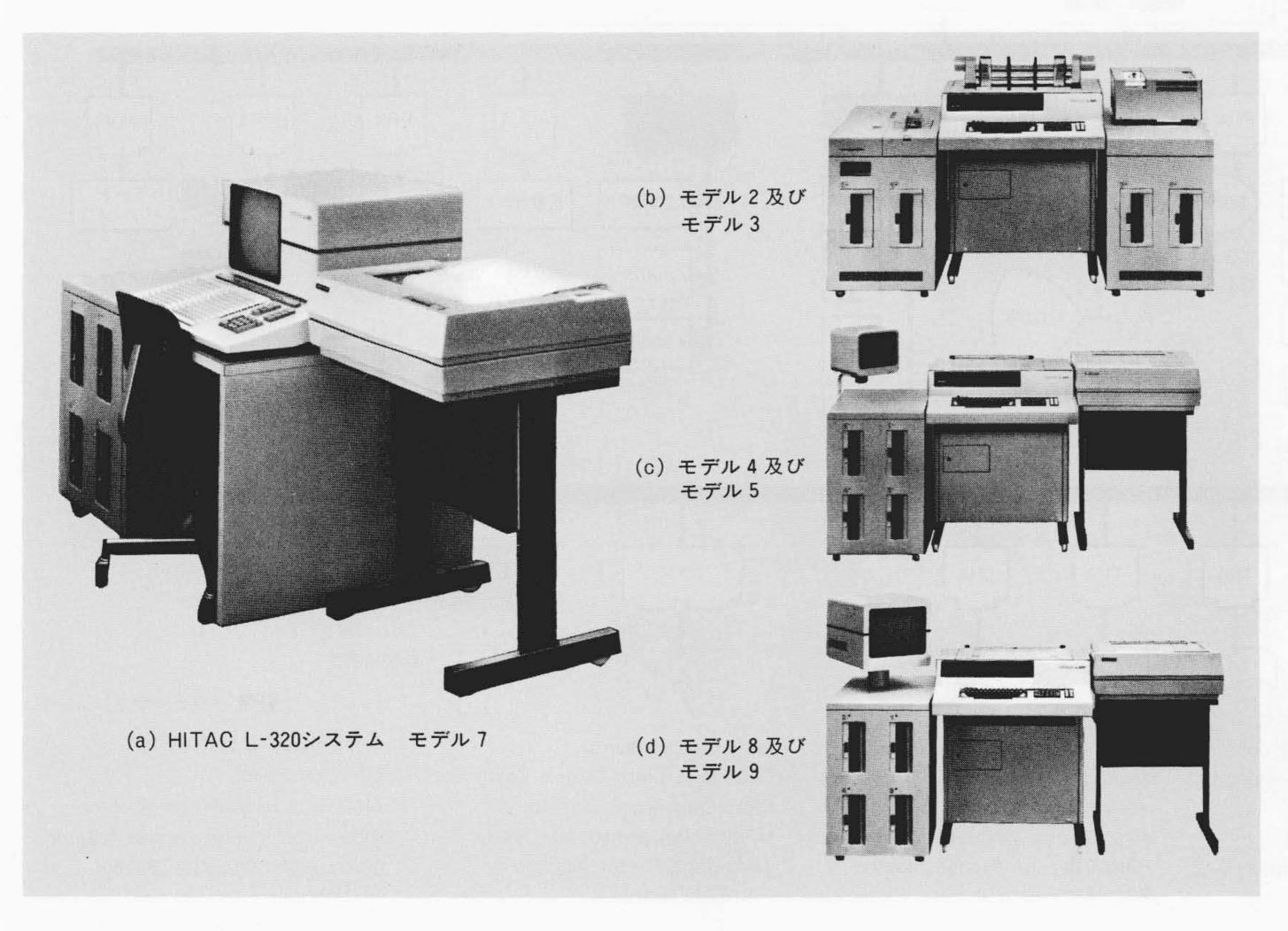


図 I HITAC L-320システム HITAC L-320システムのモデル構成例を示す(モデル 2, 4, 8は40cpsプリンタ,モデル 3, 5, 9は120cpsプリンタ)。

2 L-320システムの概要

分散処理システムの担い手として, このシステムの開発に 当たっては次の点に特に留意した。

- (1) オンラインシステムでは、汎用のインテリジェント端末として機能し、オフラインシステムでは、スタンドアロンタイプのオフィスコンピュータとして機能するという二面性をもち、幅広い業務分野に対応できること。
- (2) データ入出力時にオペレータを誘導し、初心者でも簡単に取り扱うことのできる操作性をもっていること。
- (3) プログラマブル端末システムとして、ユーザープログラム作成を容易とし、システム構築の向上を図ること。
- (4) トータルスループットの向上を図り、システム運用上の効率化を図ること。

以上述べたようにこのシステムでは、用途、目的に応じて最適なシステムで対応するため、モデル2形から9形まで8種のモデルを開発した。図1にこれらの構成例を示す。なお、図2には全モデルを包含したハードウェアの構成規模を示す。

■ L-320システムでのマイクロプロセッサの応用

3.1 マイクロプロセッサ応用の背景

従来は端末装置での回路方式としては、ハードワイヤード ためには、オペレーティングシステムの処理能力中に占めるロジックを使用していたが、1970年代の初めに、マイクロプ オーバヘッドが大きくなりがちであるが、それを極力防止し、ロセッサが発売されて以来、マイクロプロセッサの使用は一 ユーザープログラムに必要とされる処理能力をできるだけ大

般化し、このため多様な入出力装置の接続に対する制御が容易となり、更に小形化、信頼性の向上などが同時に図られてきた。このような背景のもとで、L-320の開発に当たっては特に次の点に配慮した。

(1) システム多様化への適応

豊富な入出力装置を提供するために、図2に示すようにハードウェアのモジュール化を行ない、ビデオ系からタイプライタ系までの各種システムの構築を容易にする。

(2) システム運用効率の向上

データエントリとファイル伝送など、2本のプログラムを並列処理するデュアルジョブ機能を実現し、トータルスループットの向上を図る。

(3) 操作性・信頼性の向上

プログラム実行前に自動的にハードウェアの機能チェックを行なう自動プログラムロード方式,プログラムのロード及び実行をワンタッチで開始するワンタッチロードアンドゴー機能などを実現する。

操作性を向上したり、プログラム作成効率を向上するためには、システム側(メーカーが供給するプログラム側)の支援する機能範囲を拡大することにより、ユーザープログラム作成でのコーディング量の削減を図ることが必要である。そのためには、オペレーティングシステムの処理能力中に占めるオーバヘッドが大きくなりがちであるが、それを極力防止し、ユーザープログラムに必要とされる処理能力をできるだけオ

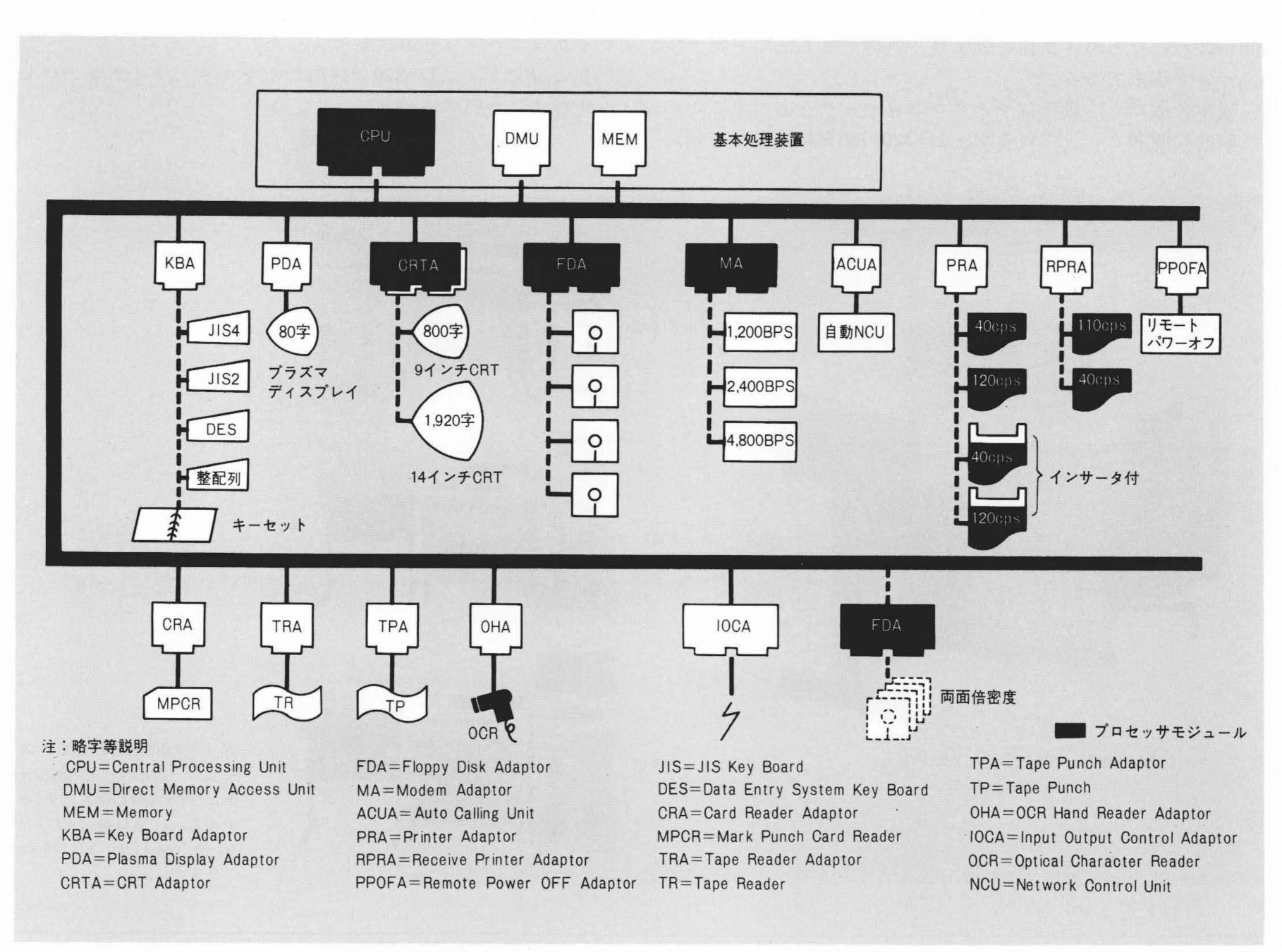


図 2 ハードウェアの構成規模 L-320全モデルを包含した構成規模を示す。

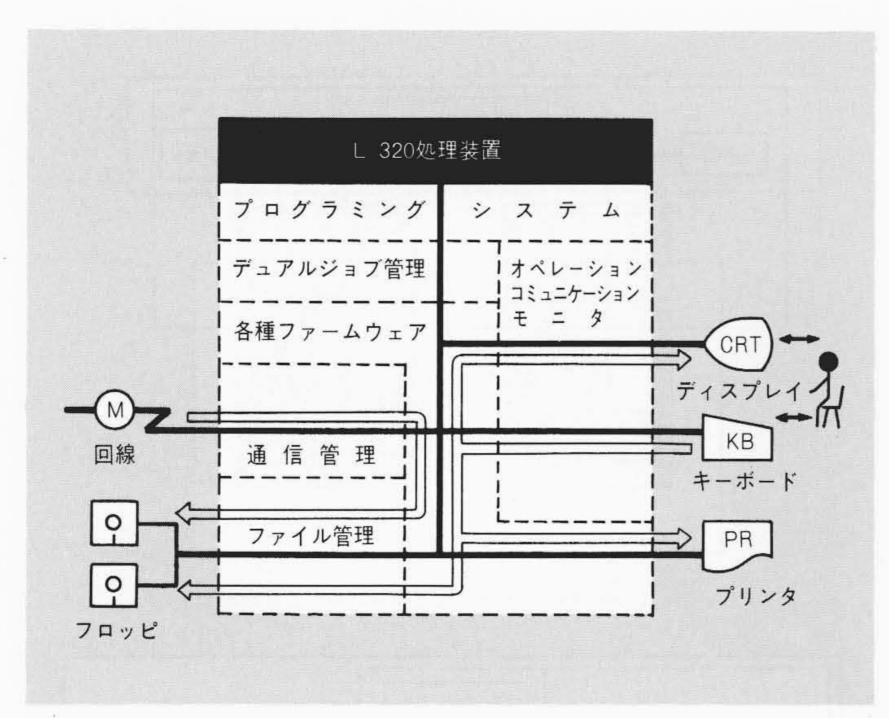


図3 デュアルジョブ処理の流れ 回線によるファイル作成とキーボ ードからのインプットによるファイル作成の例を示す。

きく残す形で、システムを開発することが必要である。

また、豊富な入出力装置を提供するためには、共通バスで の競合を避けるため基本処理装置内のマイクロプロセッサが, 入出力装置制御用に介入する頻度を極力少なくし、ユーザー プログラム用に十分な余力をもたせることが必要である。

そこで、システム内での仕事を複数のプロセッサで分担処 理させることが考えられる。具体例として、図3にファイル 作成時のデュアルジョブ機能の処理方法の例を示す。この例 での基本的な機能としては,

- (1) ホストコンピュータからのデータ受信とフロッピディス クへのデータ出力
- (2) キー入力されたデータのディスプレイへのモニタ表示
- (3) プリンタへの帳票印字とトランザクションデータのフロ ッピディスクへの出力

などが必要であり、これらの機能を効率よく動作させるため には,回線,フロッピディスク,ディスプレイ,プリンタな どを同時に動作させなければならない。これらの周辺装置を 同時制御するためには, 人間工学上の時間感覚に比較して十 分に高速なプロセッサをもてば可能である。しかし、周辺装 置制御にはエラー発生時のリトライ処理など、周辺装置固有 の処理も必要であり、現在の8ビットマイクロプロセッサ1 個の処理能力では,同時処理は困難である。

このため,システム内部処理用と各入出力処理用に,個別 にマイクロプロセッサをもたせ, 内部処理と入出力処理とを 同時に処理し、装置全体の処理能力を向上することを目的と してマルチ・マイクロプロセッサ方式を導入した。同時にハ ードウェアのプログラム化を実現することにより, アダプタ 内のICの数を少なくすることが可能となっている。

3.2 マルチ・マイクロプロセッサ方式の導入

マルチ・マイクロプロセッサ方式を導入し、システムとし て効率の良い処理能力をもたせるために, 次に示す点を特に 配慮してある。

- (1) 多種の入出力装置で、どの入出力装置にマイクロプロセ ッサを採用すると効果的か。
- (2) システムとして処理する仕事のうち、内部処理用プロセ ッサ〔以下、メインプロセッサ(MCPU)と略す〕と、入出力 装置用プロセッサ〔以下, ローカルプロセッサ(LPU)と略す〕

間の仕事の配分をどうするか。

(3) MCPUとLPU間のデータ授受と相互の同期を、どのよう なハードウェア構成で実現するか。

上記について,以下それぞれ述べる。

3.2.1 LPUの採用条件

入出力装置にLPUを採用する条件としては、下記条件を満 足する必要がある。

- (1) MCPUが、その入出力装置に対するデータサービスをす ると、主な仕事に対する処理能力が大幅に低下する可能性の あるもの。
- (2) ハードワイヤードロジックを用いた場合と、それをマイ クロプログラム化したロジックとの比較で, 部品点数の削減 という面で、その効果が顕著に現われると見込まれるもの。
- (3) エラーリトライ, データチェック, コマンドチェックな ど、ソフトウェア的なテクニックの介入が多く必要なもの。
- (4) 回線アダプタのSYN(Synchronous Idle) 同期方式,調歩 同期方式, ハイレベルデータリンク方式などのように, 同一 ハードウェアでマイクロプログラムの変更などにより、容易 に汎用性をもたせることができるもの。

これらの点を考慮して、L-320ではフロッピディスク,回 線、CRTディスプレイ(以下、CRTと略す)、プリンタなどの 制御にLPUを採用しており、今後もこの傾向は強まるものと 思われる。

3.2.2 MCPUとLPU間の仕事の分担

システムとして最も効果的に処理能力を発揮するためには, LPU側に極力仕事を分担させ、MCPUは処理能力向上のため 余力を十分にもたせる必要がある。

この主旨に従って、L-320では表1に示す仕事の配分とな っている。表1のうちCRTディスプレイについては、もしそ の画面フォーマットの管理をMCPUが行なうとすれば、CRT デバイスが高速であるため相当の負荷となるが、LPUが介在 しているため、ホストコンピュータから受信されたフィジカ ルなデータは、なんら編集を加えることなくDMA(Direct

表 1 プロセッサの負荷分担 L-320システムでのメインプロセッサと ローカルプロセッサの負荷分担を示す。

| | メインプロセッサの仕事 | | |
|-----------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | ユーザープログラム | ファームウェア | ローカルプロセッサの仕事 |
| フロッピディスク | メモリ内では, ロジ カルレコードを扱う。 | 1.データセットラベル解析 2.ブロッキング、デブロッキ ング 3.ファイル・ボリューム管理 4.デリートセクタ管理 5.エラーリカバリ、エラーメ ッセージ 6.割込解析など | 1.電源投入、システムクリア時のイニシャライズ 2.カレント・トラック、セクタ管理 3.リード・アフタ・ライト チェック 4.CRC制御 5.マルチ・セクタ・リード ライト 6.フォーマット・ライトなど |
| 回線 | メモリ内では, ロジ カルレコードを扱う。 | 1.スペース圧縮, 拡張 2.伝送制御手順のサポート 3.回復不能エラー発生時に, ディスプレイにエラーメッ セージを表示し, ユーザー プログラムに知らせる。 4.割込解析など | I.STATION ADDRESS解析2.伝送制御キャラクタの挿入・削除3.タイム・アウト監視4.CRCチェックなど |
| CRTディスプレイ | メモリ内では, ロジ カルレコードもフィ ジカルレコードをも 扱う。 | 1.ユーザープログラムからの DEVICE CONTROL BLOCK をCRTアダプタに与える。 2.割込解析など | 1.L-320が定める画面データ 形式で、データ画面を表示。 2.罫線表示、ブリンク、保護・非保護、プリント・フィールド、ベリファイ・フィールド、転送フィールドなどの管理。 3.スクロール管理 4.カーソル管理 |

注:略語説明 CRC=Cyclic Redundancy Check

Memory Access)方式によりLPUに渡される。編集作業は、 もっぱらLPUが、勝手にメモリ内からデータを拾ってCRTディ スプレイに表示するため、MCPUには全く負担がかからない。 回線アダプタ内のLPUについては、主メモリからDMA方式 によりデータを回線アダプタ内へ転送したり, 逆に回線から 得たデータを主メモリに転送するのはLPUの仕事である。し かも, 回線側に向かってSYN, STX(Start of Text), ETB (End of Transmission Block), ETX(End of Text)など の伝送制御キャラクタを付加したり、CRC(Cyclic Redundancy Check)によるデータチェックの仕事もLPUに受け持たせ ている。また、受信データから伝送制御キャラクタを削除す る仕事もLPUが行なっている。したがって、MCPUの負担は バッファ割当とテキスト及びACK(Acknowledge), NAK(Negative Acknowledge)などの伝送制御文の送受信開始時のLPU への起動と、終了時の割込処理だけであり、負荷が大幅に軽 減されている。

フロッピディスク・アダプタでも、コマンドチェック、リード・アフタ・ライト、決められた回数のリトライ作業、タイマチェックなどをLPUが実行し、MCPUへ余力を残している。

このように、LPUがMCPUの介入なしに一連の仕事を実行するためには、その仕事の内容を正しく記述した仕様書DCB (Device Control Block)が必要である。あらかじめ定められた約束に従って主メモリ上にセットされたDCBの場所をMCPUがLPUに伝えることにより、LPUは必要情報を主メモリから読み取り、MCPUの介入なしに仕事を実行する。

また、電源投入時及びゼネラルリセットキー打けん時には、セルフチェック機能をもつLPUがMCPUに対して、テストが正常に完了したかどうかの報告をするだけであり、MCPUへは負荷をかけずにハードウェアの予防・保守点検を行ない、信頼性の向上を図っている。

3.3 マルチ・マイクロプロセッサ方式の導入による効果

L-320システムへマルチ・マイクロプロセッサ方式を導入したことにより、主として次の効果が得られた。

- (1) LPUに極力負荷を移管することにより、MCPUの余力を 増し、システム全体の性能向上を図ることができた。
- (2) 部品点数の低減,低価格化を実現した。
- (3) 仕様変更, 追加などに容易に対処することのできるシステムを確立した。
- (4) CPUインタフェース回路部などは、各入出力装置制御部で共通化することができたため、更に引き続く入出力制御装置の開発に際し、開発期間の短縮ができた。

4 今後の動向

L-320システムでのマルチ・マイクロプロセッサ方式は、 図4(a)に示す形態をとり、主にシステム制御フェーズと実行フェーズの2段階に分類できる。システム制御フェーズでは、MCPUはCLM(Communication and Local Memory)中に次の実行フェーズで行なう仕事のスタートアドレス、コマンドなどを格納し、LPUを起動する。次に実行フェーズでは、MCPUの動作と並列に、各LPUがコマンド内容に基づくマイクロプログラムなどによる処理を実行し、LPUからの終了割込によりMCPUは段込処理を行なう。この方式では、主メモリのアクセスに対しバス競合やメモリ競合に限度があり、多台数の入出力装置の接続には限度がある。

今後のマルチ・マイクロプロセッサ・システムとしては, 効率的な処理を実現するため,バス競合とメモリ共有を効果

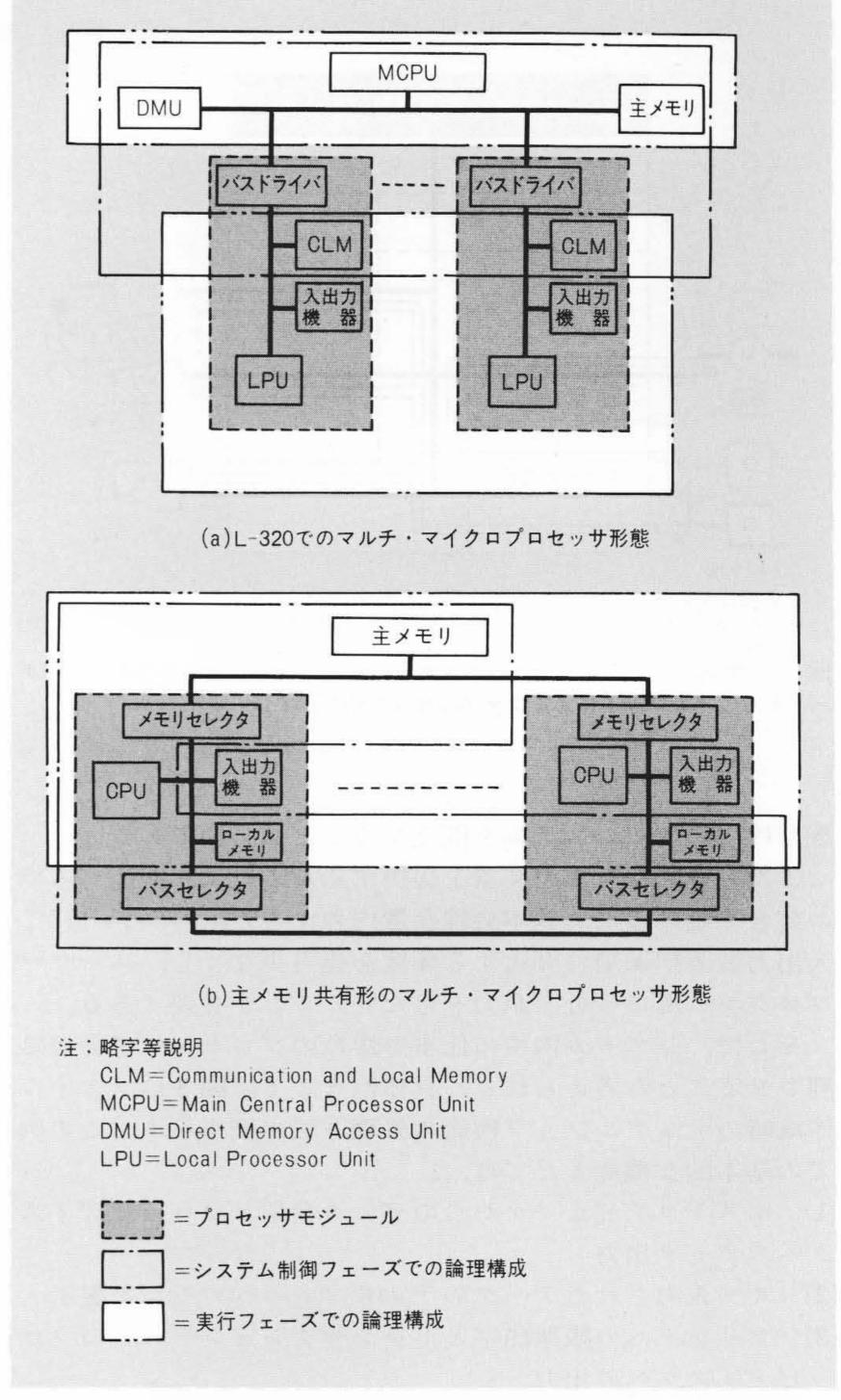


図 4 マルチ・マイクロプロセッサ形態 L-320での形態と主メモリ 共有形の例を示す。

的に制御できる図4(b)に示す主メモリ共有形態のマルチ・マイクロプロセッサ・システムが必要となるであろう。すなわち,バス競合を効率良く制御するため、モニタの役割を兼ねたプロセッサモジュール群と、主メモリを共有したプロセッサモジュール群が合致した形態である。

特に、並列処理に分割しやすい応用分野のシステムに対しては、それぞれの目的に対応して種々の形態をとりながら、ますますマルチ・マイクロプロセッサ化の方向へ歩むものと考えられる。複数のマイクロプロセッサを用いるという概念は、マイクロプロセッサが登場したことにより、ますます底辺の装置にまで適用が拡大されてゆくものと思われる。

5 結 言

L-320システムを支えるハードウェア技術として、マルチ・マイクロプロセッサ方式を導入し、小形化、高性能化及び高信頼性、更に汎用性をもたせることを実現した。今後ますます分散処理化が進むに伴い、いっそう強力なエンハンスメントの推進を行なうべく、より効果的なマルチ・マイクロプロセッサ方式の開発を進めてゆく予定である。