富士時報 Vol.57 No.3 1984

UDC 681.3.02

システム構成技術

*1神原 貞夫(かんばら さだお)　*2横山 常昭(よこやま つねあき)

1 まえがき

マイクロプロセッサ応用の機器・装置の拡大とユーザーニーズの多様化により計算機制御システムの構築は非常に複雑になってきており，最適なシステムを構築する技術がより一層重要になっている。特に分散と集中をどのように調和させるか，どのような階層構成にするか，各種伝送機能を利用してどのようなネットワークを構成するか，多重化システムとしてどのように構築するかなどが焦点となる。更に複雑さを加える要素となりつつあるのは，通常の機能だけではなく，メンテナンス時も考慮したシステム構成のウエイトが増大していることである。以下にシステム構成を計画する上での主要点について考えを紹介する。

2 システム構成方式

2.1 分散と集中

分散処理の時代といわれ，マイクロプロセッサを初めとする半導体の急激な進展によるマイクロコンピュータ応用装置の普及によって，計算機による集中処理からマイクロコンピュータによる分散処理に大きく移行しつつある。一方，企業における組織やプラントの運転システムが階層構成となっていることでは基本的には変わりがなく，制御の分散と情報の集中という考えがより明確に反映されつつあり，計算機システム全体としては階層構成となっているのが通常である。典型的な処理の階層構成を**表1**に示すが，階層を構成する上位の計算機から下位のコントローラまで用途に応じた機能をすべてそろえている。

これらの機種を選択して最適なシステム構成を構築するためには，次のような条件が満足されていることが特に重要である。

(1) 上位から下位まで機種間にギャップがなく，逆にややラップしていること。

(2) 機種を通してハードウェア，ソフトウェアの一貫性がとれていること。

(3) 機種間の結合が容易であること。

富士電機のシステムは，以下に示すようにこれらの条件を満たしている。したがって，制御の分散と情報の集中を理想的に行うことができるシステム構成の構築が容易である。

(1)に関しては，上位の汎用計算機Mシリーズと制御用計算機Uシリーズとの間に32ビットのスーパーミニコンピュータで汎用計算機との親和性を有する制御用計算機を用意しており，またUシリーズとコントローラとの間を埋めるものとしてMICREXの上位機種を用意している。したがって，ユーザーニーズに合わせてSシリーズ+Uシリーズ+MICREXシリーズ，Mシリーズ+Sシリーズ+MICREXシリーズなどのシステム構成も容易に可能である。

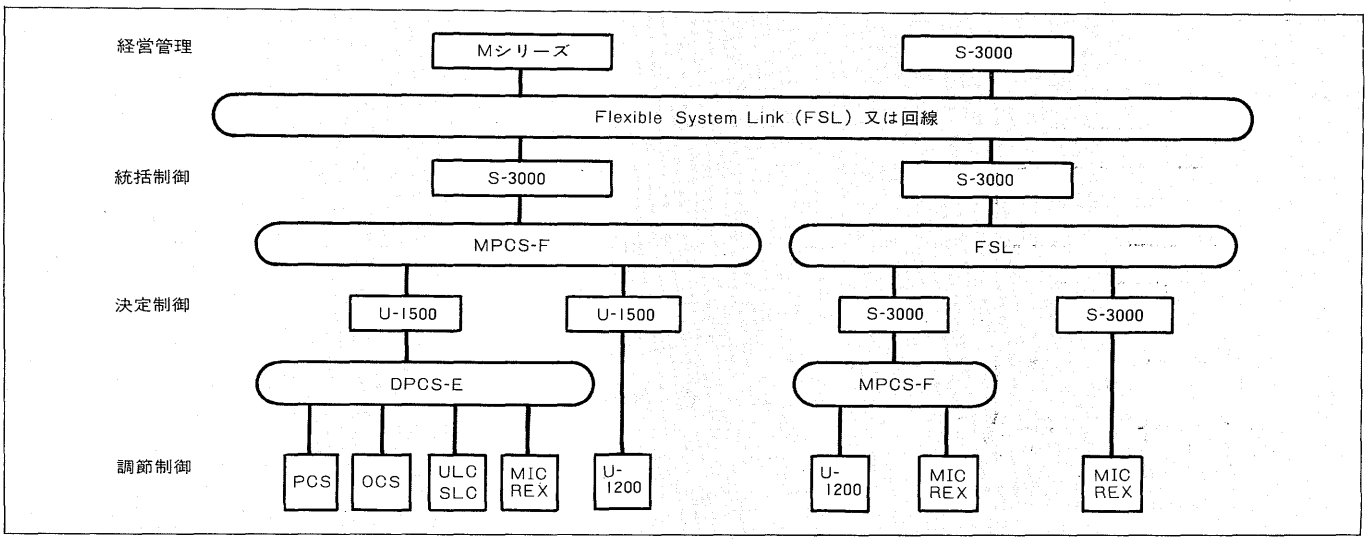
(2)に関しては，ハードウェア的には異なるアーキテクチャを言語仕様のサブセット化，パッケージインタフェースのサブセット化などを推し進めることにより，ややもすると整合のとり難い，汎用計算機・制御用計算機・マイクロコンピュータ応用装置の相互間の整合を図り，システム構成の構築を容易にしている。

表1 処理の階層化

階層	システムの処理分類	処理項目	処理対象	適用システム
経営管理	最適配分計画	生産計画 資材計画 資源計画 その他	企業	Mシリーズ
統括制御	最適運転計画	製造計画 工場保全計画/管理 在庫管理 入出荷計画/管理 その他	工場	S-3000シリーズ
決定制御	運転条件設定・変更	運転計画 設備計画 保全計画 最適化計算 (シミュレーションモデリング)	プラント	U-1000シリーズ
	プロセス運転実行 (アドバンスト制御)			
調節制御	同上 (フィードバック，シーケンス制御，多変数制御)	プロセス制御 プロセス監視 プロセス異常処理 プロセス緊急処理 その他	プロセス	MICREXシリーズ (コントローラ)

*1富士ファコム制御(株)第一ソフトウェア技術部　*2富士ファコム制御(株)第二システム部

図1　階層システム構成



(3)に関しては，システムコンポーネントに示すとおり用途に応じた各種の結合装置を用意しており，そのいずれもが接続可能となっている。

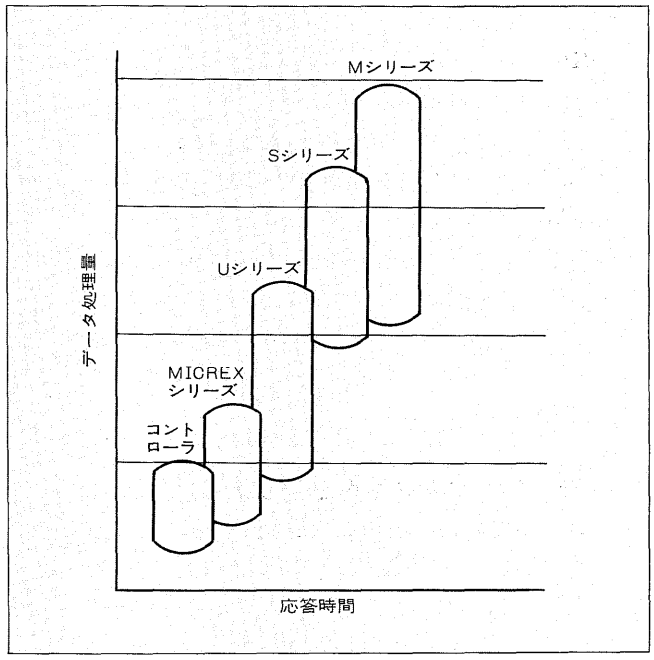
図1 に典型的な階層構成システムの例を示す。

2.2　リアルタイム性とデータ処理性

計算機制御システムにおいて，リアルタイム性の重要な指標であるレスポンスタイムは非常に重要なファクタであり，これを満足できない場合はシステム構成を根本から構築し直す必要がある。一方，制御用計算機システムにおいてもデータ処理のウエイトが増大しており，この二つを満足させなければならない。レスポンスタイムはデータ管理方法と密接な関連を持っており，通常，互いに相反する傾向を持っており，両者を併せて検討する必要がある。**表2** に各階層における一般的なレスポンスタイム及びデータ管理の組合せを示す。

表2 に示すとおり富士電機の計算機システムはSシリーズ，Uシリーズ，MICREXシリーズともにプロセスデータベースと汎用データベースを有しており，そのウエイトが少しずつ異なっており，Sシリーズは汎用データベースのウエイトが高く，MICREXシリーズはプロセスデータベースのウエイトが非常に高い。また，Uシリーズはオペレーティングシステムとして UAS と UAS II の二つがあり，UAS はSシリーズに近く，UAS II は MICREX シリーズに近いデータベースの構造を持っている。

図2　リアルタイム性とデータ処理との関係

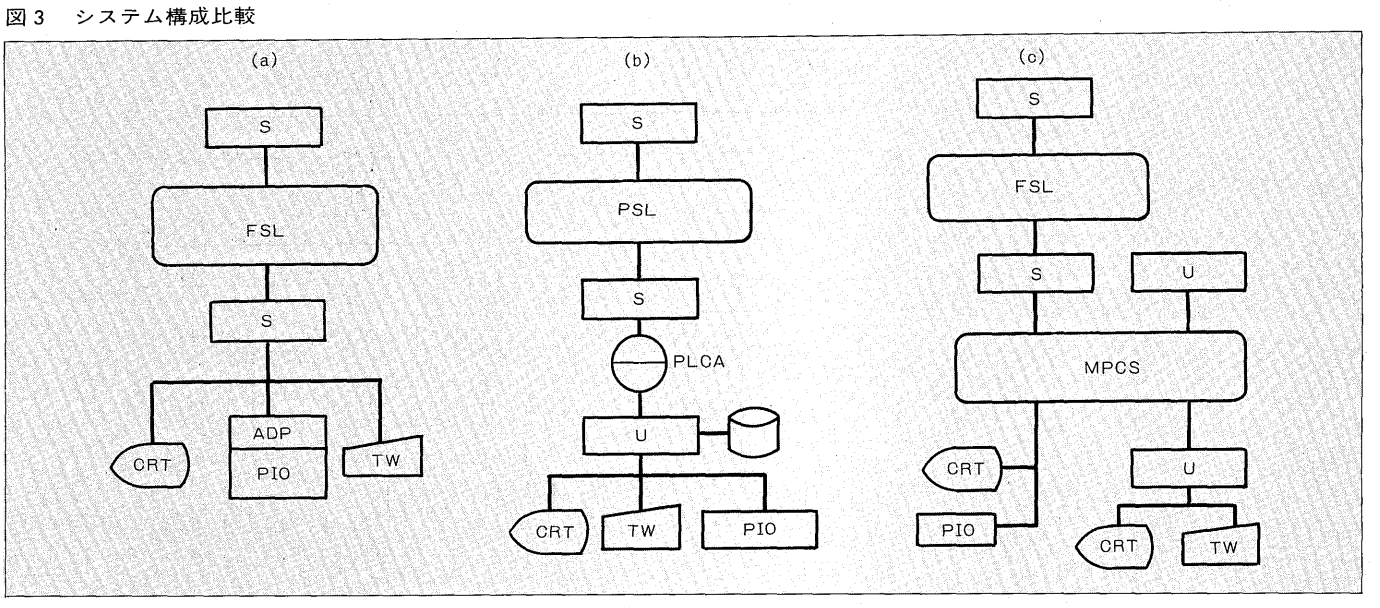


上記のような各機種の特長を生かして，大規模なシステムから小規模なシステム，あるいは階層システムから水平分散システムまでユーザーの多様なニーズに対応して，最適なシステム構成を選択することが容易となっている。例えば，小規模なシステムではリアルタイム的な業務とデー

表2　各処理レベルのリアルタイム性

処理内容		レスポンスタイム	一度のデータ処理量	データバンク量	データ管理機能	機種
管理レベル 生産管理	生産計画 操業計画 在庫管理 トラザクション処理（予測推計）	2秒 〜 数十秒	数kビット 〜 数百kビット	数十Mビット 〜 数百Mビット	一般データ管理 汎用データベース	S-3000
制御レベル 工程管理	データ収集・整理疑適化・解析 マンマシン処理制御・監視（SCC）	数十ミリ秒 〜 数秒	数十ビット 〜 数kビット	数百kビット 〜 数十Mビット		U-1000
制御レベル 製造	制御・監視（DDC） データ収集（PIOベース）	数ミリ秒 〜 数十ミリ秒	1ビット 〜 数百ビット	数kビット 〜 数百kビット	プロセスデータベース	MICREX

図3 システム構成比較



タ処理的な業務とウエイトに応じてSシリーズ，Uシリーズ，MICREXシリーズのいずれか1台でまかなうことができる。大規模で階層的なシステムではSシリーズ，Uシリーズ，MICREXシリーズを階層構成とし，リアルタイム的な業務とデータ処理的な業務を3階層間で適当なバランスで分散処理することが可能である。

当然のことながら上記のリアルタイム性とデータ処理性を満足させるために，適切なオペレーティングシステム，パッケージソフトウェア，言語などはもちろんのこと，演算速度，バス速度，高性能のディスク装置などのハードウェアが整備されている。

2.3 S-3000シリーズを中心としたシステム構成

昭和58年に発表したS-3000シリーズは産業用計算機として十分な機能・性能を有しながら，汎用計算機に近い機能・性能をも併せ持っている（本誌別稿「FACOM S-3000シリーズシステム」を参照）。したがって，システム構成を工夫することによって，より柔軟なシステムの構築が可能となる。その一例を**図3**に示す。

(a)はインテリジェントなPI/Oを用いることによって決定制御あるいは調節制御のレベルへ適用するものである。(b)はUシリーズと結合してデータ処理を中心として統括制御，決定制御に適用する。(c)はデータウェイに接続して他の計算機と連携をとりながら，統括制御あるいは決定制御を担当するものである。

3 システム構成上のポイント

3.1 システム結合方式

同一地区あるいは同一組織内に置かれた計算機システムが増大し，かつまた計算機システム間での情報交換の必要性が増大しており，システム間の結合の重要性が増している。これらにこたえるため富士電機は**表3**に示すようなシステム結合方式を用意しており，用途によって選択できるようになっている。選択時のポイントとしては、伝送する情報の特性（データ量，伝送速度，伝送頻度，優先度など）を明確にして，システムとしての構築を意識すべきである。

DPCS-Eについては富士時報1983年No.12「マイクロデータウェイDPCS-E」を参照されたい。

表3 システム結合方式

項目	FSL	MPCS-F	DPCS-E	LWS
用途	計算機の多量情報の高速伝送	プロセス情報の高速伝送	マイクロコントローラ群内の情報伝送	プロセス入出力デバイスとの情報伝送
伝送速度	10Mビット/秒	13.3Mビット/秒	1.5Mビット/秒	1.5Mビット/秒
伝送距離	ステーション間：最大500m 又は3km（オプション） 総延長：最大192km	ステーション間：最大3km 総延長：最大96km	ステーション間：最大1km 総延長：最大16km	最大4km
RAS機能	伝送路二重化 自動バイパス 自動ループバック	伝送路二重化 自動ループバック 故障ステーション自動バイパス 待機切換，縮退運転	伝送路二重化 故障ステーション自動バイパス オンライン/テストモード	伝送路の二重化 自動バイパス 自動ループバック
ソフトウェアサポート	システム間通信機能	CPU間データ転送機能 CRT，TWなどのI/Oアクセス DI，DOなどのPI/Oアクセス ステーション制御機能 その他	メモリ，ファイル転送機能 ビット，データ転送機能 ステーション制御機能 稼動，状態変化の監視 その他	PIO出力機能

3.2 ディジタル制御機器・装置(マンマシン装置を含む)

計算機制御システムを構築する上で，マイクロプロセッサ応用のディジタル制御機器・装置の重要さは更に増しており，これらとの最適な組合せがシステム構成上の大きな鍵となる。

高レスポンスを要求されるもの，ローカルで処理できるもの，機能が小さいものなどは計算機よりもマイクロプロセッサ応用のディジタル制御機器・装置で処理するシステムを推奨してきたが，今後もこの考え方を継続する計画である。

ここではそれらの機器装置の一覧を**表4**に示すが，詳細は富士時報1983年 No.12を参照頂きたい。

3.3 サポートソフトウェア

分散と集中の実現にあたっては，ソフトウェアの開発，保守の容易化が一層要求されるが，富士電機では**表5**に示すようなサポートソフトウェアを用意している。

分散形システムでは，構成要素間の伝送が重要であるが，伝送路の違いを超越した PIPE 形の伝送方式により統一性を実現している。

機器のインテリジェント化に伴い CRT，PIO などについては，変換処理等のルーチンワークを制御装置側で行い，計算機側は最終データの授受と機器の管理に専念できる方式となっている。

データファイルについては，主記憶形・仮想記憶形・補助記憶形・分散形と階層形のファイル構成を実現し，柔軟なソフトウェア構成が可能なように考慮してある。

表4 ディジタル制御機器・装置（マンマシン装置を含む）

項　　目	機　種	概　　要
マンマシン インタフェース装置	OCS PCS	分散形ディジタル制御システム用 CRT コンソール
プロセス入出力装置	RTC-300	インテリジェント化 プロセス入出力装置
シーケンス コントローラ	MICREX-E MICREX-HDC	分散形ディジタル制御システム
ループコントローラ	New MICREX	コンパクト形ディジタル制御システム
テレメータ・テレコン	SAS NCV	インテリジェント化遠隔監視制御装置

図4 高信頼システム

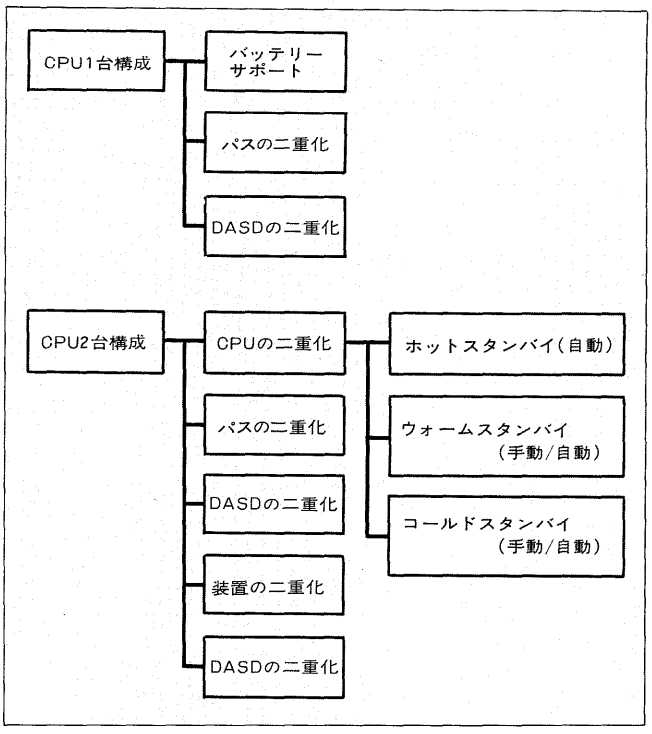


表5 サポートソフトウェア

	設　計	製　作	運　用	保　守
S シリーズ	ソフトウェア総合開発技法（SPS）			
		開発支援システム 対話形プログラム開発 ライブラリー管理支援 言語/エディタ デバッグツール，その他	生産管理支援 統計・予測 シミュレーション言語 図形処理 構造解析 リレーションデータベース プロセス入出力パッケージ ネットワーク支援	解析支援 性能評価支援
		クロスサポートシステム Uサポート マイクロコンピュータサポート		
U シリーズ	ソフトウェア総合開発技法（SPS）			
		開発支援システム 対話形プログラム開発 言語/エディタ デバッグツール ライブラリー管理支援，その他	プロセス入出力処理パッケージ 図形処理 データ管理支援システム ネットワーク支援システム	性能評価支援

更にオンラインでの運用・保守のサポート機能として，ソフトウェアの追跡情報収集機能，分散機器の管理保守機能，サブシステムごとの段階的立上げ/立下げ機能などの充実を図っている。

このようなサポートソフトウェアを有機的に組み合わせて使用することにより，応答性・信頼性に優れ，使いやすく保守性のよいシステムを容易に構築できるようにしている。

3.4 高信頼システム

システム全体の中で計算機制御システムの重要性が増大するにつれ，高信頼度のシステム構築が要求されるケースが増加している。これらのユーザーの要望にこたえるべく各種のバリエーションを準備しているが，方式選択の基準となるのは，次の主要項目が考えられる。

(1) 信頼性の程度
(2) システム停止許容時間（切換許容時間）
(3) 運用形態
(4) システムの費用

上記の項目の総合的判断のもとに**図4**のような各種方式の中から最適の方式を選択することになる。なお**図4**には記載していないが，CPU 3台以上のシステム構成の例もあり，2台の常用システムに対し1台の予備システムを設けるようなシステムの構成も可能である。

4 あとがき

以上，富士電機のシステム構成の基本的な考えを述べたが，更に多くのバリエーションがあり，ユーザーのニーズにこたえることができるものと思っている。今後とも，効率，セキュリティ，インテグリティなどを考慮し，分散と統括の調和を図ったシステムの最適化の実現に向けて努力する所存である。ユーザー各位の御指導・御鞭韃をお願いする次第である。

最近公告になった富士出願

〔実用新案〕

公告番号	名称	考案者
実公昭59- 579	電動操作機の操作量指示装置	石垣　佶 玉村　哲夫 安藤信治郎 太田　成昭 山野　健治
実公昭59- 682	電磁継電器	柴田　勝美
実公昭59- 684	回路しゃ断器の操作機構	高松　巌 藤掛　章雄 伊藤　昭雄 中井　郁穂 針谷　圭一
実公昭59- 685	厚膜ヒューズ	滝川　智博 牛尾　元春
実公昭59- 736	電磁コイル	内田　一海
実公昭59- 760	半導体板の接着用治具	矢島　維豊 山口今朝光
実公昭59- 1138	空気調和機	山口　香
実公昭59- 1309	回路しゃ断器	高松　巌 藤掛　章雄 針谷　圭一
実公昭59- 2615	自動販売機の商品ラック	中村　繁光 村田　信行 長崎　辰利
実公昭59- 2622	自動販売機のサーペンタイン式商品棚	杉本　信義 田中　経康 冨永　博 高島　英二
実公昭59- 2623	自動販売機のサーペンタイン式商品棚	高島　英二 田中　経康 杉本　信義 冨永　博
実公昭59- 2846	電気集塵器	高橋　武男 内田　円
実公昭59- 3194	内燃機関の点火制御装置	石川　弘之 小宮　優二 木下　博文
実公昭59- 3474	熱動形過負荷継電器	日向　正光
実公昭59- 3475	熱動形過負荷継電器	日向　正光 星野　定雄 五十嵐邦雄 伊藤　昭雄 霜田　典良 町田　信隆
実公昭59- 3476	熱動形過負荷継電器の動作電流調整機構	日向　正光
実公昭59- 3477	熱動形過負荷継電器の操作機構	日向　正光

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。