

ビル管理システム“BUILMAX”シリーズ

Building Supervisory and Control System “BUILMAX”

複雑なビル設備の集中管理，安全で快適な環境の維持及び省エネルギー・省力化の時代の要請に対し，ビル管理システムへの需要が高まっている。

日立分散形ビル管理システム“BUILMAX”は，ワンチップマイクロコンピュータを使用した伝送制御装置，インテリジェントコントローラをベースにしたコンパクトなシステムである。

このシステムは，ビルの規模別に，大，中，小の3種でシリーズ化し，ビルの規模と管理目的に応じ自由に選択できるようにしている。また，各システムはいずれもシステムを階層化し処理機能を各階層に分散したことにより，システム全体としての処理性，応答性及び信頼性が著しく向上している。

河合 春夫*
下山 和彦*
佐久間 智*
中原 正二*

Haruo Kawai
Kazuhiko Shimoyama
Satoshi Sakuma
Masaji Nakahara

1 緒 言

ビル管理システムは，ビル内に設置される受変電設備，空調設備，衛生給排水設備，防災設備，防犯設備などを中央監視室で集中監視制御するシステムであり，安全で快適なビル環境を維持し，同時に設備の効率の良い運転，最適制御，自動化などを行なうことにより，ビルでの省エネルギー，省力化及びビル全体の信頼度の向上を実現するものである。このようなビル管理システムは，昭和44年ごろからミニコンピュータを用い超高層ビルに導入され始めたが，現在では超高層ビルだけでなく，床面積1万m²程度の小規模ビルにまで広範囲に導入される傾向にある。このため，特に広範囲に適用される経済的なビル管理システムに対する需要が高まっている。

日立製作所では，このような需要に対応するため，ビル管

理システムの信頼性，処理性及び拡張性の向上並びに制御内容の充実を図り，「分散制御と集中管理」を基本理念とした日立分散形ビル管理システム“BUILMAX”(Building Management and Automation Complex)をシリーズ化した。

2 システム化へのアプローチ及び“BUILMAX”の特長と効果

ビルの管理，運営にとって重要な点は，経済性を確保しながら居住者に対し最適なサービスを提供することにあるが，更に，建物の大形化，高層化及び設備の複雑化という設備環境の変化，居住者の意識の多様化，あるいは省エネルギーなどの社会的要請という背景に対処する必要がある。これらの

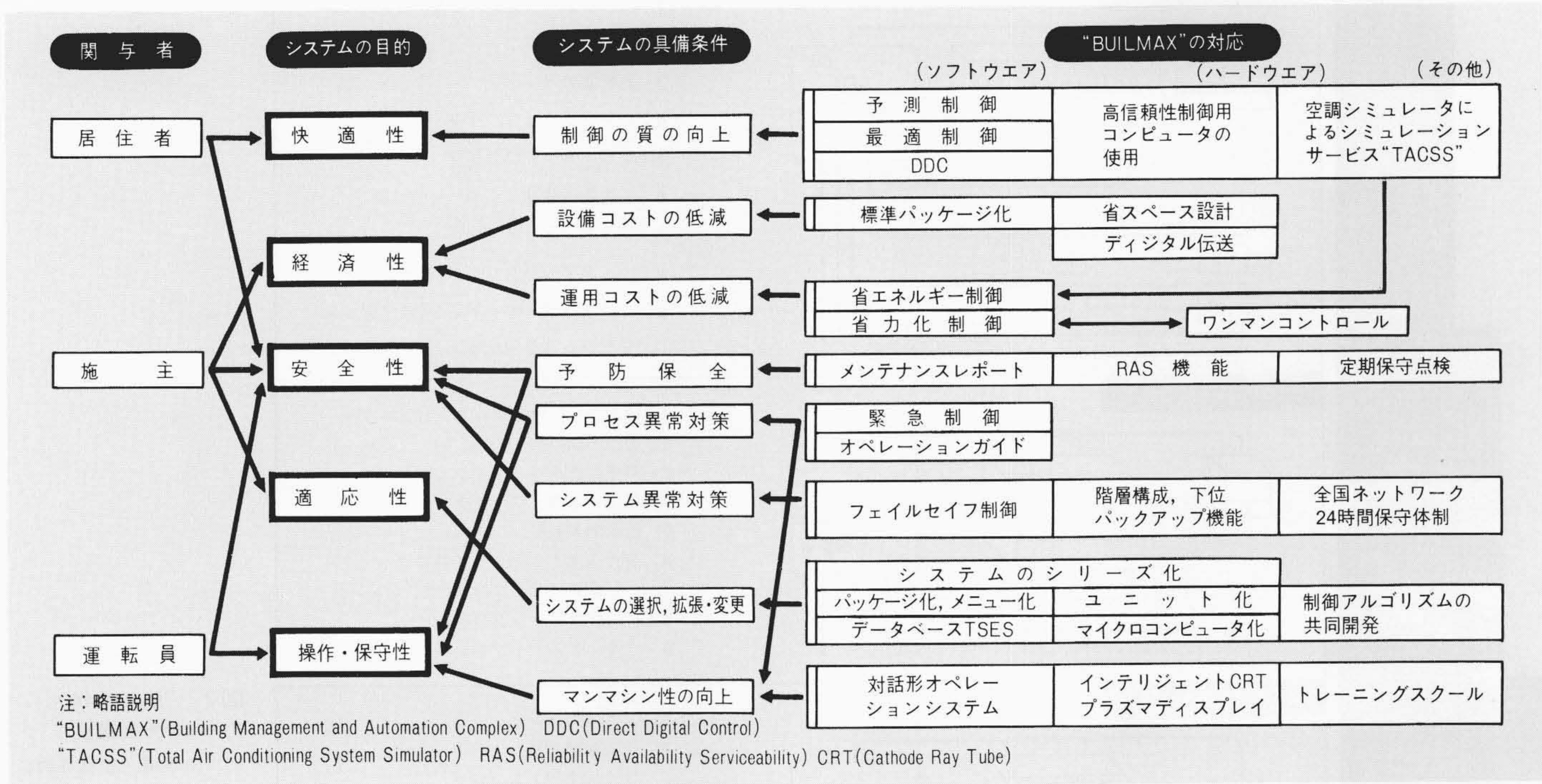


図1 “BUILMAX”のミッションアナリシス 設備環境の変化，意識の多様化及び社会的要請に対し，安全で快適なビル環境の維持，更には省力化，省エネルギー化と’80年代のビル管理へ向けすべての要求を満足している。

* 日立製作所大みか工場

背景ないし要請に対処しアプローチする手段が、すなわちビルの総合監視システムである。図1に“BUILMAX”のミッションアナリシスを示す。

システムの目標(快適性、経済性、安全性、適応性及び操作性)に対し、“BUILMAX”は次に述べるような特長、効果をもっている。

- (1) 経済運転による省エネルギー化と快適な周囲環境の確保
負荷を効率の良い効果的な後述する各種の省エネルギー運転を行なうことにより運転経費を節約し、また同時に最適制御を行ない、快適な周囲環境の確保とエネルギーコストのミニマム化を図る。本号別掲の論文で詳述する「空調システムダイナミックシミュレータ“TACSS”」を用いることにより、事前に各制御方式の妥当性、その効果の事前評価及び各種の制御パラメータの事前検討が可能である。これら各種の制御方式の改善により、約10%の省エネルギーの実現と現地調整時間の短縮化が可能となった。
- (2) 少人数による自動運転
日常の監視、操作、記録及び非常時の操作の自動化を行ない、またカラーCRT (Cathode Ray Tube), プラズマディスプレイの導入などを図りマンマシンコミュニケーションの向上を実現した。これにより、約30%弱の省力化が期待できる。
- (3) 安全性、信頼性の確保
後述するようにホスト、フロント及びフロントエンドの3種の階層構造による分散制御方式を用いることにより、管理システム自体の信頼性を著しく向上させ、また停電、火災などの非常時に対する各種の制御を総合的に遅滞なく実行する。そのために、建物全体の安全性と信頼性の確保が可能となった。

- (4) 最適規模システムの選択
ハードウェア、ソフトウェアのユニット化、パッケージ化の推進により、ビルディングブロック式に小規模から中大規模までのシステムのシリーズ化が可能となり、ビルの規模、管理目的に応じて最適のシステムと制御内容の選定が可能となった。また、変更や増設に対する拡張性も大幅に向上した。
- (5) 配線工事費の低減
デジタル伝送方式(2心ツイストペア線伝送)と分散形プロセス入出力装置の採用により、従来に比べて配線工事費の大幅な低減(約60%)が可能となった。また特に信頼性を重視する場合は、伝送路の二重化を行ないいっそうの高信頼度化が可能である。
- (6) スペース効率の向上
集積度の高いエレクトロニクス、マイクロコンピュータなどの全面的な採用により大幅なコンパクト化を実現し、またリモートステーションなどには前面保守構造を用いることにより、中央監視室と現場のリモートステーション設置場所のスペースは、従来システムに比較して、約60%の削減が可能となった。

3 構 成

3.1 システム構成

- “BUILMAX”は、ビルの規模、管理目的により下記3種のシリーズ化を行なっている。
- (1) 大規模ビル用システム：“BUILMAX-80”
 - (2) 中規模ビル用システム：“BUILMAX-08”
 - (3) 小規模ビル用システム：“BUILMAX-μ”
- 各システムのシステム構成図を図2に、その仕様を表1に

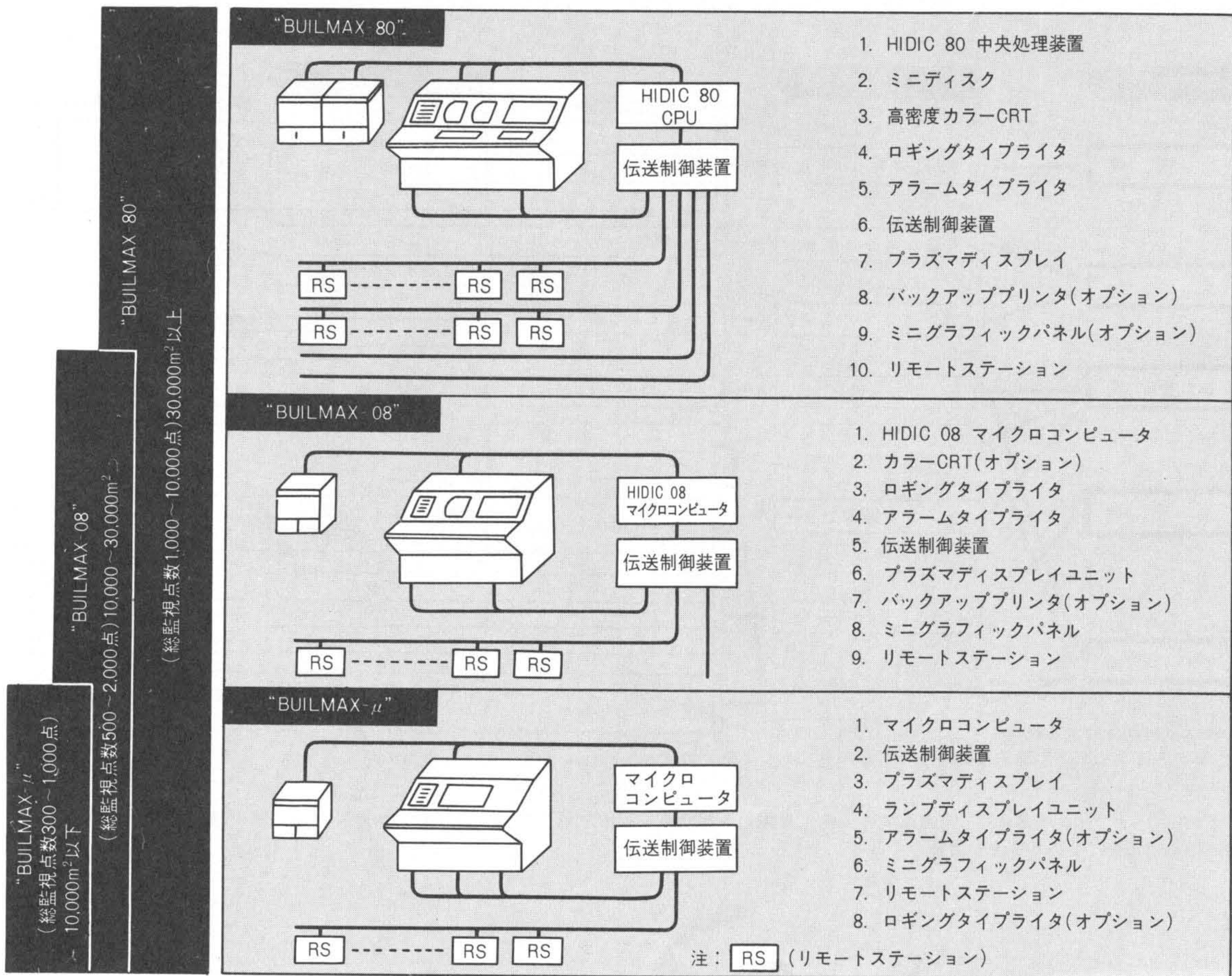


図2 “BUILMAX”のシステム構成
ビルの規模、管理目的に応じ(1)小規模用“BUILMAX-μ,”(2)中規模用“BUILMAX-08,”(3)大規模用“BUILMAX-80”と三つのシリーズ化を行なっており、最適システムの導入が図れる。

表 I “BUILMAX”仕様一覧 “BUILMAX-μ”から“BUILMAX-80”に至るまで、各シリーズの基本的な適用と仕様を示す。

項目		システム名	“BUILMAX-μ”	“BUILMAX-08”	“BUILMAX-80”
対 管 象 理	ビルの規模		小規模ビル	中規模ビル	大規模ビル
	総入出力点数		300～1,000点	500～2,000点	1,000～10,000点
	床面積例		10,000m ² 以下	10,000～30,000m ²	30,000m ² 以上
ホ ス ト	主記憶素子		コア（マイクロコンピュータ）	コア（HIDIC 08 ES）	コア（HIDIC 80） IC（HIDIC 80E）
	主記憶容量		12k語	32～64k語	48～128k語（Max. 512k語）
	アクセスタイム		1.32μs	1.2μs	0.65μs又は0.48μs
	補助記憶装置		不付	ディスク（オプション）	ディスク（標準）
	補助記憶容量		—	256k語	1,024～2,048k語
	タイプライタ		1台（オプション）	1台	2台
	プロセスディスプレイ		—	1台（960/1,920文字 カラー）	1～2台（960/1,920/4,032文字 カラー）
	カードリーダー		—	—	1台
	ラインプリンタ		—	—	1台 } 大形システムの場合
	磁気テープ		—	—	1台
フ ロ ン ト エ ン ド	停電対策		コアメモリで現状維持		CVCF（定電圧定周波）電源装置設置
	系 統 図		1系統	1～2系統	1～10系統
	リモートステーション数		1～4箇所	5～16箇所	8～80箇所
	ユニット数/ステーション		2（基本ユニット+拡張ユニット）/ステーション		
	カード（PI）枚数		14枚/ユニット（基本ユニット）、12～16枚/ユニット（拡張ユニット）		
	入出力点数		AI：8点/枚、AO：4点/枚、PI：8点/枚、DI：16点/枚、DO：16点/枚		
	インテリジェント		オートスキャン（高速/低速）（標準）、シーケンス制御（オプション）、定値制御（オプション）		
	伝送方式		半二重直列		
	伝送速度		250k bps		
	伝送距離		2 km		
	伝送線		1対ツイストペア線（ケーブル二重化はオプション）		
	スキャン方式		ローカルスキャン方式（全点スキャン 1秒以内）		
ア バ ッ ク	レスポンス速度		1秒前後		
	プラズマディスプレイ		1窓	2窓	2～4窓
	ミニグラフィックパネル		1面	1面	1面
	集約表示灯		1面	1面	1面
	ミニプリンタ		1台（オプション）	1台（オプション）	1台（オプション）

示す。

本システムは、その構成を(1) ホスト(コンピュータシステム)、(2) フロント(伝送制御系)、(3) フロントエンド(リモートステーション)と3フェーズの階層構造とし、各層ごとにインテリジェンス機能をもたせている。

図3にシステムの階層を示す。

3.2 ハードウェア構成

システムの階層化に従い、ハードウェアも階層化し、更には機能ごとのユニット構成としている。図4に一例として中

規模システムである“BUILMAX-08”の構成を示す。

(1) ホスト

日立制御用コンピュータHIDIC 80、又はHIDIC 08を中核として、各設備の運転表示とマンマシン用CRT、オペレータズコンソール、動作故障記録タイプライタ及び日報作成用タイプライタにより構成される。

(2) フロント

ホスト、フロント及びフロントエンドをデジタル信号で有機的に結合する信号伝送装置、装置全体の監視・操作を行なう中央監視操作卓及び複数のマイクロコンピュータによるインテリジェンスにより構成される。中央監視操作卓は、(a) 電力、空調、衛生、防災、搬送など諸設備の運転状態、故障をLED（発光ダイオード）で表示するミニグラフィックパネルと、(b) 操作計測時の表示、故障表示、時刻表示及び各種表示を集約的行なうプラズマディスプレイパネル、並びにオペレータズコンソールにより構成される。更に前述のCRT、CRTオペレータズコンソールが装備される。図5にプラズマディスプレイの例を示し、上部に故障表示を、下部に選択計測表示を示す。

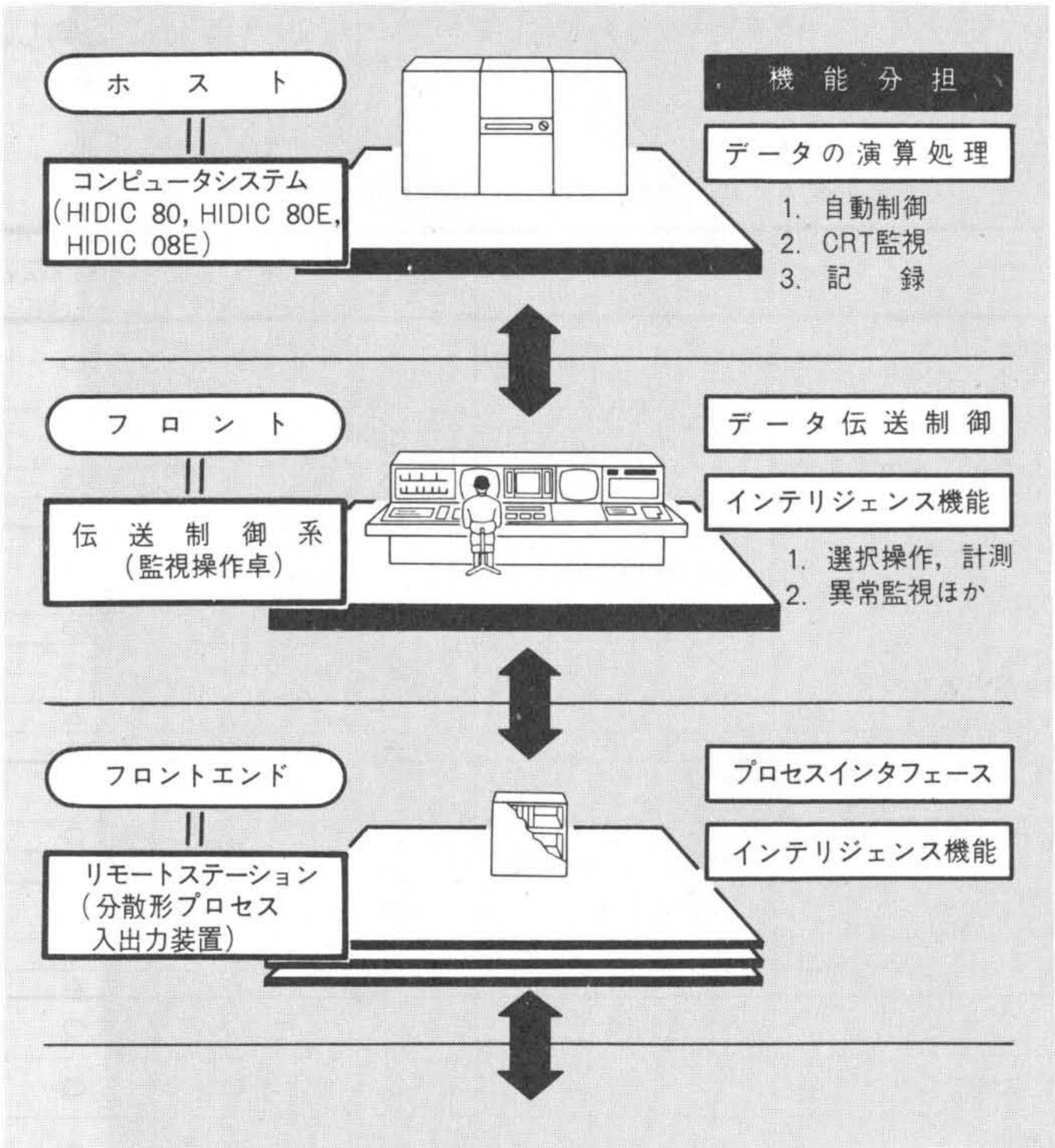


図3 システムの階層 ホスト、フロント及びフロントエンドと三つの階層化を行ない、安全性、処理性、更には拡張性の向上を図っている。



図4 “BUILMAX-08”構成機器 “BUILMAX-08”の中央監視操作卓、中央処理装置、動作故障記録タイプライタ及び 日報作成用タイプライタを示す。

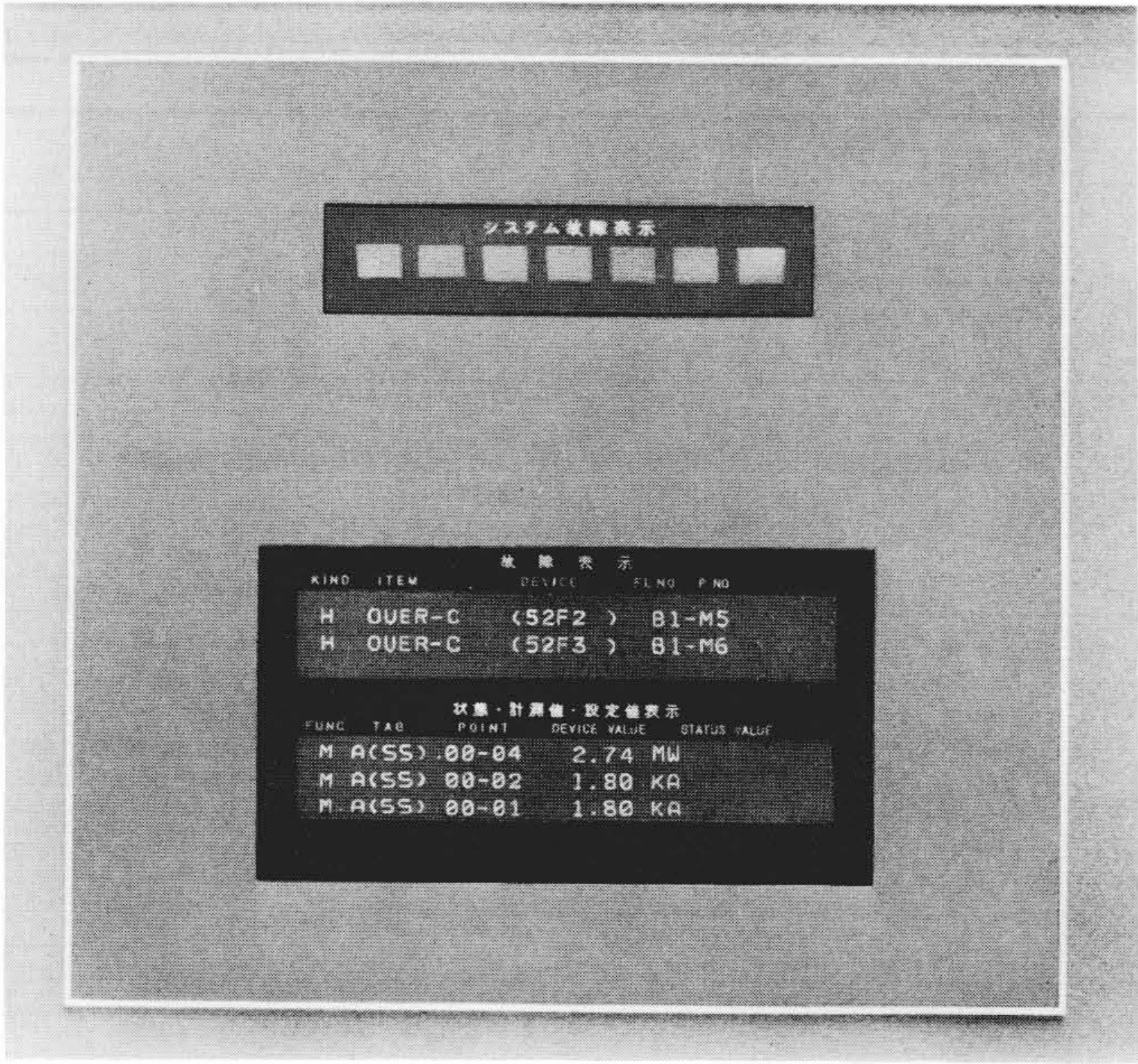


図5 プラズマディスプレイ表示 プラズマディスプレイに、2点の故障表示、3点の計測表示例を示す。

(3) フロントエンド

ローカル側各階、又は各設備の近くに設置され、各設備との入出力を行なう。

このような階層化と機能分散の結果、上位の階層が機能を停止した場合でも、下位の階層は機能の存続ができるバックアップ機能を自動的にもち、従来のように特別なバックアップシステムをもたずにシステム全体の信頼性向上を図ることができる。またデータの処理は、各階層が分担して行なうため、ホストの主コンピュータの負担が軽減され、マンマシンコミュニケーションが円滑に行なわれるなど処理性が向上している。また、システムの拡張、変更も階層別に行なうことができるので、ビル管理内容の増加、変更に対して拡張性をもっ

ている。

4 機能

4.1 機能概要

“BUILMAX”によりビル内の受変電設備、空気調和設備、衛生給排水設備、防災設備、防犯設備などを集中監視制御する機能は、(1) 各種の自動制御や手動操作、手動設定を主体とする制御、操作機能、(2) 設備の状態、故障及び計測値を個別、総合的に監視する監視機能、(3) 各種の計測値や使用量を記録し、日報、月報の作成及び機器の動作や故障の記録を行なう記録機能の3種の基本機能から構成される。各機能の内容を表2に示す。これらの機能を果たすためのフロントエンド、フロント、ホストの各階層間のデータの流れを図6のブロック図に示す。

表2に示す各機能をソフトウェアパッケージ化してビルの規模や用途、ユーザーの希望の機能により任意に必要な機能を選択し、各ビルに最適な制御、操作機能、監視機能及び記録機能を実行できる。

4.2 空調関係制御機能

一般的なビルでは、エネルギーの40%が空調用として消費されている。またエネルギー単価は、最近の情勢により高騰する一方であるため、空調関係の省エネルギー化に関する制御機能は非常に重要である。空調設備の制御対象は熱源系、搬送系及び空調系に分けられる。各系、各系相互間の制御の内容を図7に示す。それぞれの機能は制御モデル化され、これらモデルを同図に示すように組み合わせ、外部から与えられる環境因子(パラメータ)によって次に述べるビル固有の省エネルギー関係の制御を行なう。なお、ビル空調でのソフトウェアについては、本号別掲論文「省エネルギーのためのビル空調制御ソフトウェア」に論述してあるのでここでは概略だけについて述べる。

(1) 蓄熱運転の最適化制御

この制御は、蓄熱槽を用いて蓄熱運転を行なう場合、熱源機器を有効に運転するために負荷の変化状態を事前に予測し、

表2 “BUILMAX”機能一覧表 ビル内の諸設備(電力、空調、衛生、防災及びその他)に対する制御、操作、監視及び記録の各機能を示す。

基本機能		受変電設備	空調衛生設備	防災・防犯設備	その他の設備	シリーズ機能		
						“BUILMAX-μ”	“BUILMAX-08”	“BUILMAX-80”
制御操作	個別選択制御	しゃ断器、開閉器などの入切	遠隔温湿度設定 空調機などの発停 バルブ、ダンパの開閉	排煙ダンパ開、 消火ポンプ入操作など	—	○	○	○
	スケジュール制御	電灯負荷のスケジュール投入	動力スケジュール運転	—	—	○	○	○
	省エネルギー制御	無効電力制御	ファンポンプ台数制御	—	—	○	○	○
		窓側照明制御	熱源台数最適化制御	—	—	△	○	○
	緊急(安全)制御	—	最適外気取入れ制御 室内温・湿度最適化制御 動力最適始動制御	—	駐車場換気制御	—	△	○
		電力デマンド監視制御	火災による空調機の連動停止	排煙、給気ファン連動制御	—	○	○	○
		停復電制御	—	非常放送連動制御	—	△	○	○
	予防保全制御	自家発負荷制御	—	—	—	—	—	△
監視	マイナ制御	運転時間監視制御	運転時間監視制御	—	—	△	△	△
	状態監視	しゃ断器、開閉器	動力、バルブ、ダンパ	施設監視、ITV(工業用テレビジョン)監視	エレベーター、エスカレーターなど	○	○	○
	故障異常監視	同上	同上	自火報、煙感知器など	同上	○	○	○
	アナログ上下限監視	アナログ計測データ	アナログ計測データ	—	駐車場空気汚染監視	△	○	○
	アナログ計測	電圧、電流、電力、力率、周波数	温・湿度	—	同上	○	○	○
	パルス積算	電力量	水、ガスなどの流量	—	—	○	○	○
記録	その他	運転時間計測	—	—	—	—	△	△
	日報、月報など	アナログ計測データ、パルス積算データの毎正時値、最小値、平均値	—	—	—	△	○	○
	故障、操作記録	異常発生時、正常復帰時の自動記録、運転操作の自動記録	動作記録	—	—	△	○	○
	その他	トレンドログ、集中検針記録、メンテナンスメッセージ	巡回記録	—	—	—	—	△
共通	マンマシンコミュニケーション	スケジュールの設定、変更、最適制御のパラメータのチューニング、その他	—	—	—	○	○	○

注：○(標準)、△(オプション)、自家発(自家発電設備)、自火報(自動火災報知機)

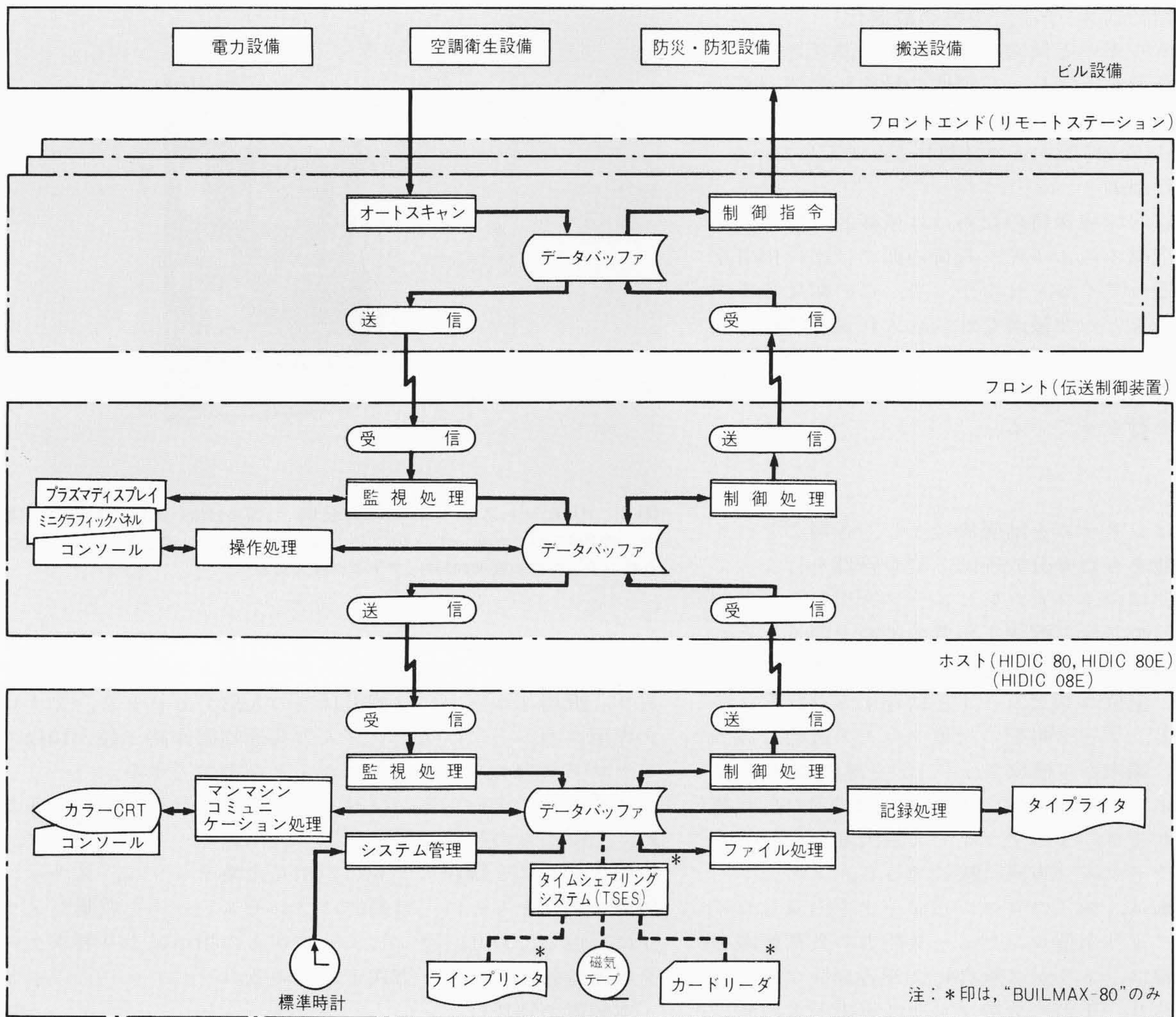


図6 “BUILMAX”機能ブロック図
階層化と処理及びデータの流れを示す。フロント、フロントエンドはマイクロコンピュータによりその機能を実現し、分散処理を行っている。

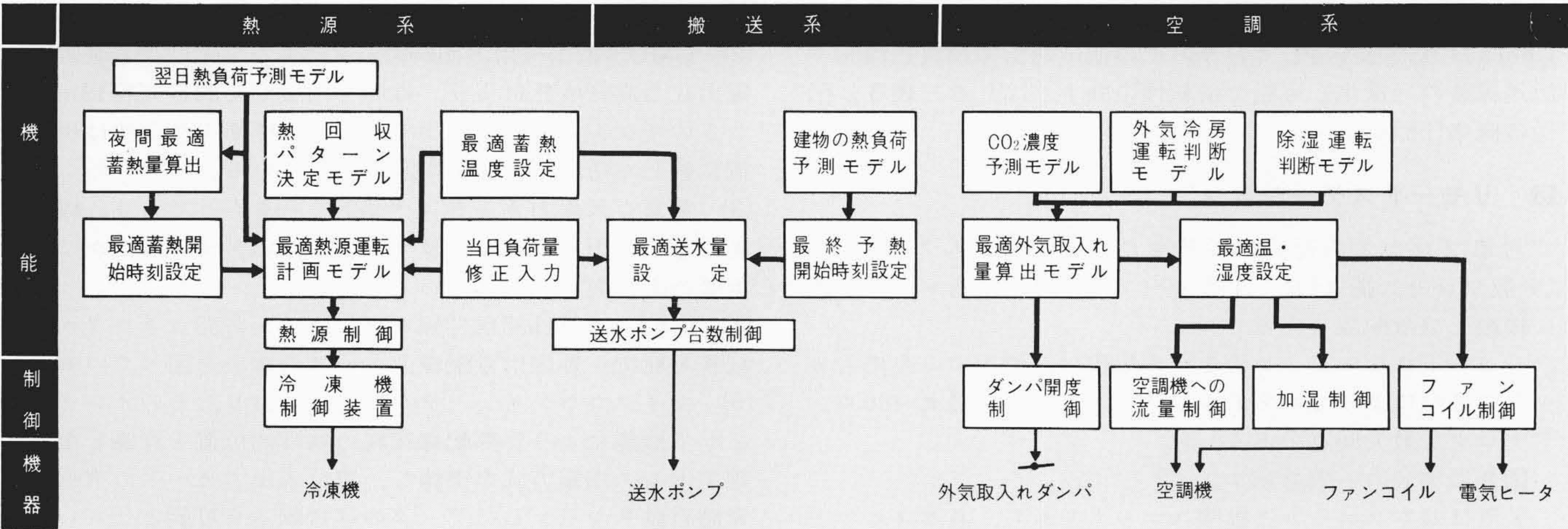


図7 空調関連機能構成図 予測演算制御機能の中核である空調系統(熱源系、搬送系及び空調系)の機能構成を示す。この制御モデルにより最適化を行ない、快適な環境、省エネルギー及び省力化を図る。

冷凍機やボイラなど熱源機器の最適な運転計画を立てるもので、具体的には日条件(曜日、祝祭日及び平日)や天気、最高気温などの予測をもとに一日の負荷量の予測計算を行なっている。

(2) 空調シーズン決定と室内環境設定制御

空調シーズンの決定は、暦により空調シーズンを年間、夏季、中間季及び冬季に区別し、基準室内温度設定値を用途別並びにインテリア部及びペリメータ部に分けて決定する。具体的には、月日を入力することにより季節に応じた快適環境

の温・湿度を決定している。

(3) 室内温・湿度の最適化制御

この制御はビル居住者の快適環境の確保を目的とし、その制限内で省エネルギーを図るべく室内温・湿度の設定値を制御している。具体的には、室内設定値に対し外気温・湿度の外的変動を考慮して室内温度の再設定を行ない、ヒートショック現象を防止する。また、中間季では可能な範囲での外気冷房領域の拡大を行ない、エネルギーの節減を図っている。

(4) 空調機の最適始動制御(予冷、予熱の最適化)

この制御は省エネルギーと快適環境の両面を満足させるため早朝のビルの熱負荷を予測し、空調機の最適始動時刻を決定するもので、具体的には室内エンタルピーを一定時間間隔で測定し、空調冷房(暖房)能力との計算により決定している。

(5) 最適外気取入れ制御

外気取入れは、室内環境保持のためには積極的に取り入れたほうがよいが、空調のエネルギー負荷の面では逆に相当な負荷となつてはね返ってくる。したがって、この相反する二つの要因のバランスをとった最適な外気取入れ量を的確に判断することが重要であるが、この制御では室内環境状態をCO₂濃度の測定値により判断し、濃度レベルにより8段階の外気ダンパの開度制御を行なっている。

5 伝送方式

“BUILMAX”はシステムを階層構造とし、各層ごとにインテリジェンス機能をもたせ分散制御と集中管理を行なっているが、これらの間はマイクロコンピュータを用いた伝送制御システムを採用しており、配線工事費の削減を図るとともに規模に応じて適用できる装置の拡張性をもたせている。この伝送システムは、上位コンピュータと結合するコンピュータインタフェースと、データ集配の対象プロセス近傍に設置される分散プロセス端末から構成される。伝送速度250k bps、伝送距離Max. 2km(1ペアラインの総延長)の高速及び長距離伝送を行なうことができ、1ペアラインで最大8台の分散プロセス端末をマルチドロップ方式に接続できる。

分散プロセス端末は、マイクロコンピュータを内蔵したインテリジェント化により上位コンピュータ能力の負荷軽減を図っている。伝送線は、トランス結合により各分散プロセス端末で絶縁されており、1台の分散プロセス端末が電源断により他の分散プロセス端末に影響しないように構成されている。

伝送データのチェックは、CRC(Cyclic Redundancy Check)方式を採用しており、その他伝送信号の再送機能や伝送線路の二重化も可能で信頼性の向上が図れる。表3に伝送の概略仕様を示す。

6 リモートステーション

対象プロセスの近傍に設置されるリモートステーション(分散プロセス端末)は、1本のペア線上にマルチドロップ式に接続し分散配置される。

リモートステーションの1台の規模は、使用する入出力カードの種類によっても変わるが、デジタルで最大400点、アナログで最大80点である。

図8に実装の一例を示す。

装置は基本ユニットと拡張ユニットをもち、基本ユニットは電源、伝送部回路、マイクロコンピュータ及びメモリを内蔵し、その他最大14枚の入出力カードを実装できる。拡張ユ

表3 “BUILMAX”の伝送仕様 伝送制御装置の仕様を示す。ホストとフロント、フロントとフロントエンドの伝送に採用している。

項 目	仕 様
接 続 台 数	Max. 8 リモートステーション/ポート
伝 送 距 離	Max. 2 km (延べ配線長)
伝 送 速 度	250k bps
伝 送 方 式	半二重ポーリング方式
同 期 方 式	フレーム同期
誤 り 制 御	CRC方式
時 間 監 視	応答監視タイマ
転 送 語 数	1 回当たりMax. 110語

注：1語=16ビット、CRC(Cyclic Redundancy Check)

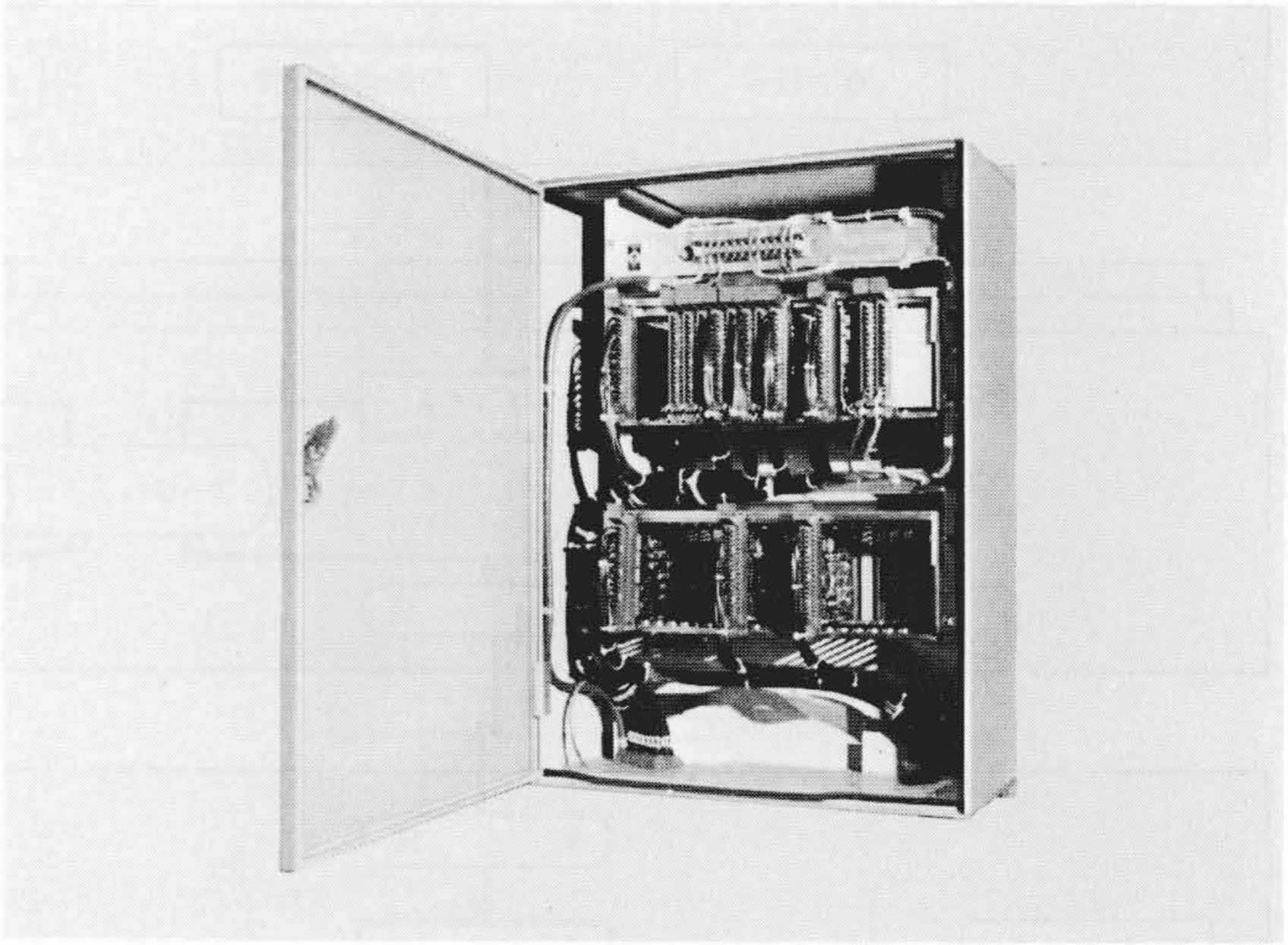


図8 リモートステーション実装例 現場設置に適した防塵形密閉壁掛、前面保守構造となっている[寸法：幅600×奥行300×高さ800(mm)、入出力点数：デジタル最大400点、アナログ最大80点]。

ニットは、汎用ユニットとアナログ専用ユニットの2種類があり、汎用ユニットには最大16枚の入出力カードを、アナログ専用ユニットにはアナログ入力共通制御回路と最大10枚のアナログ入力マルチプレクサカードを実装できる。

リモートステーションはシリアル伝送を効率よく行なうため、上位からの初期設定データ(入出力カードパラメータ、論理アドレスと物理アドレスの相互変換テーブル、スキャン周期など)をもとに、自動的にプロセスデータを収集しメモリに記憶しており、コンピュータからの指示により要求データの連続転送を行なう方式としている。

本装置の特長は、

- (1) 伝送距離Max. 2km(1ペアラインの総延長)、伝送速度250k bpsと高速、長距離シリアル伝送により分散配置できる。
- (2) CMOS素子採用と回路のハイブリッド化による装置の低電力化と高密度化により、電源を内蔵したJIS規格19inユニットのモジュール構造にまとめられ、標準実装筐体は現場設置に適した防塵形密閉壁掛筐体としている。
- (3) 豊富な入出力カードレパートリーをもっており、機能の異なる入出力カードを任意スロットに実装することができ、実装効率の向上を図っている。
- (4) 0.5~2mm²外部信号線をプラグイン背面コネクタへ直接接続可能で、外部信号配線スペースの縮小を図っている。
- (5) マイクロコンピュータを内蔵しており、そのインテリジェント機能により外部配線接続の物理的位置を意識しない論理アドレス指定方式を実施し、更に入出力カードのデータを常時自動スキャンしてデータの連続転送を可能としている。

7 結 言

以上、日立分散形ビル管理システム“BUILMAX”のシリーズ構成、システム構成、機能、伝送方式及びリモートステーションについて概略的に記述した。

今後はソフトウェアのいっそうの充実、リモートステーションの機能向上及び多様化する市場の需要とニーズに容易に対応できることが必要である。また、「空調システムダイナミックシミュレータ“TACSS”」を有効に活用し、より経済的な空調システムとその制御方式を確立し、省エネルギー、省力の効果を具体的な数値として確立することが必要であり、この方面の研究を鋭意に進めたいと考える。