

ビル管理制御用計算機システム

Computer System for Building Control

日立制御用計算機HIDIC 80を用いたビル管理制御用計算機システムは、主として大規模なビル全体を総合管理して、省エネルギー及び自動化による省人化を目的としている。

システムの中心は電力設備、空調設備の監視、制御であり、多量の情報を収集し、適切な指令をいかにして迅速にサービスするかである。また、ビルの制御は電力量のピーク制限を行ない、平均的利用方法を見いだして、エネルギー設備の合理的な運用を図ることである。

この論文は、ループネットワークシステムを用いた分散型計算機システムによって多量の情報をいかに監視、制御するかを述べ、特に空調制御の概要と制御結果について記す。

1 緒言

ビル管理は従来、表示盤、操作卓などを用いて集中監視操作が行なわれていたが、近年超高層ビルの出現など、ビル規模の増大とともにビル設備は複雑多岐となり、管理すべき情報が増大している。更に、運転費低減がさげられており、省エネルギー、省人化の機能がシステムに要求されるようになった。

このような背景のもとに、集中監視制御に制御用計算機を用いて、ワンマンコントロール化、空調設備の最適制御による省エネルギー化などが実現できるようになった。以下、最近納入した分散型システムによるビル集中監視制御システムについて紹介する。

2 システム構成とソフトウェア

2.1 システム構成とその特長

図1にビル集中監視制御システムの基本概念を示す。ビル全体のプロセス情報は、各端末のリモートプロセス入出力装置(RPI/O)で収集し、ループネットワークシステムを介して中央に集める。中央の計算機は各プロセス情報を加工して、ビルの監視及び制御に必要な情報を作成する。更に、中央の計算機はオペレータ、又は制御モデルの制御指令をループネットワークシステムを介して各RPI/Oに出力し、各プロセスを制御する。システムの特長は次に述べるとおりである。

- (1) 端末RPI/Oはブロックごとに分散、独立させて、故障の局限化を図る。
- (2) プロセスの監視、操作はプロセスカラーディスプレイ装置(CRT)を用い、密度の高い、調和のとれたマンマシン性をもつ。
- (3) CRT表示は3段階表示方式(全体図、詳細図、トレンド)を採用し、記録は要求に応じて任意のフォーマットに出力可能であり、ユーザーの監視方法に応じて自由かつ容易に追従できる。
- (4) ソフトウェアは、プラントデータベース指向のストラクチャで標準化している。
- (5) 制御はシーケンス制御と設定値制御を基本にして、制御モデルが制御量の指示を行えば制御できるようになっており、高度なプロセス制御ができる。

2.2 ソフトウェア

図2にソフトウェア構成の概略を示す。

和田勲夫* Wada Isao
 横井 博** Yokoi Hiroshi
 松本邦顕*** Matsumoto Kuniaki

2.2.1 プロセス情報収集

ビル集中監視制御システムは、5,000点を超える多量のプロセス情報の収集、検定、蓄積及び出力を処理するので、計算機のハードウェア及びソフトウェア応答性が問題になる。

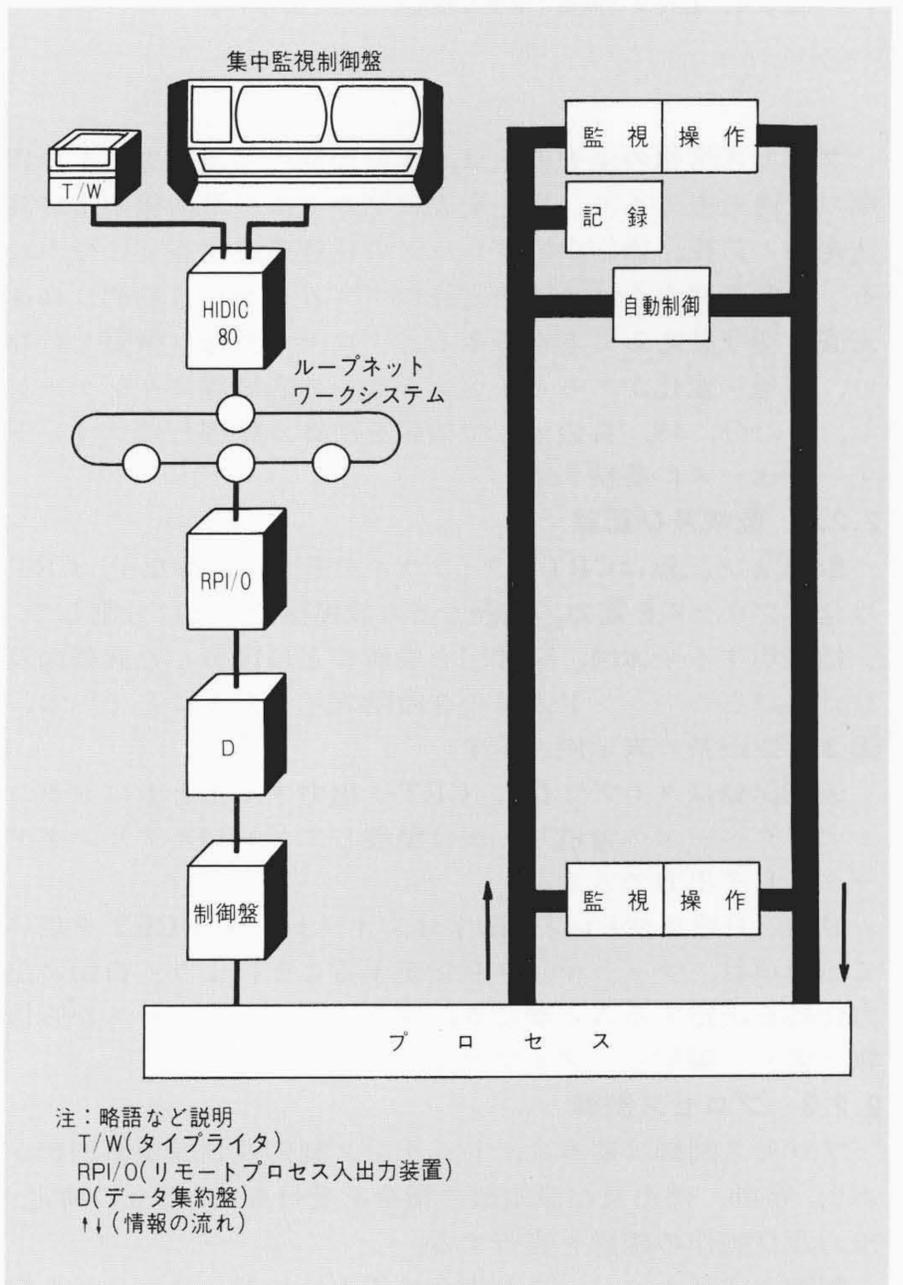


図1 システム基本概念図 中央から端末までのシステム構成を、ハードウェア機器と監視制御の機能を対比して示す。

* 日立製作所大みか工場 ** 日立製作所システム事業部 *** 日立製作所システム開発研究所

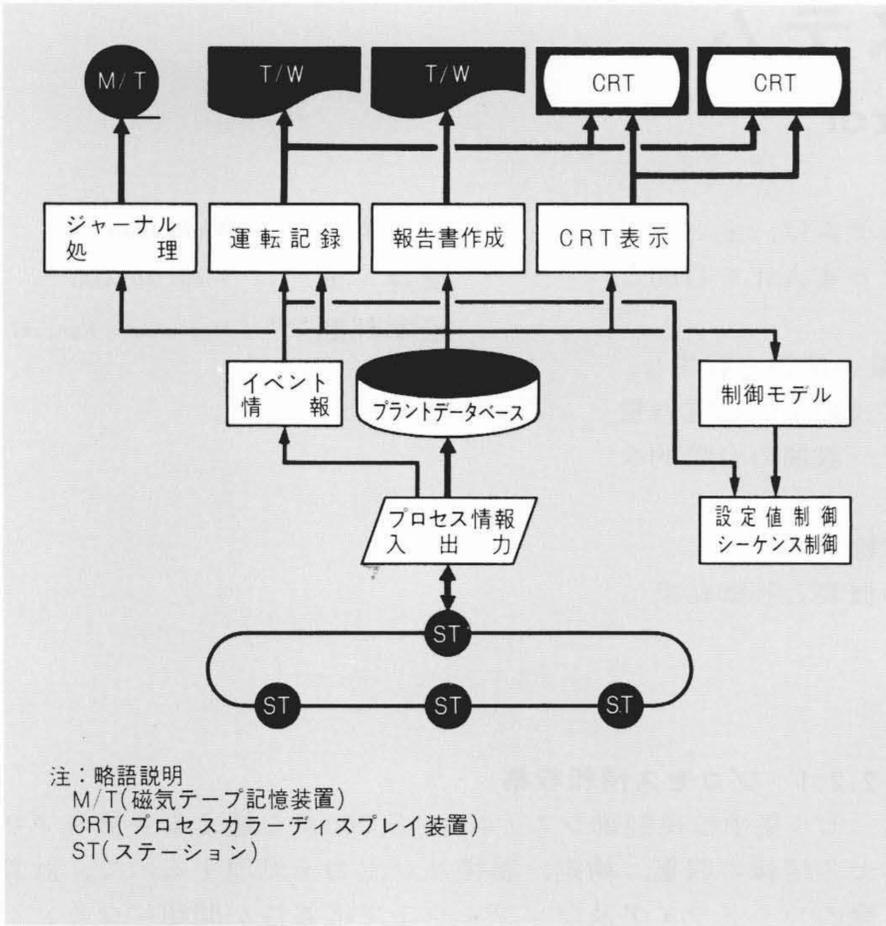


図2 ビル集中監視制御システムのソフトウェア構成図 計算機は端末のプロセス情報を収集して、プラントデータベースに格納、及びイベントを発生させ、監視及び制御に必要な機能の処理を実行する。

プロセス情報の走査方法は、4秒周期の高速走査と1分周期の低速走査があり、高速走査はプロセス異常情報の常時高速走査と監視、操作中のブロックの任意高速走査とに分かれる。任意高速走査は、低速走査のブロックから自動的に高速走査に切り替えることができる。プロセス情報は検定を行ない、情報に変化があるとイベントとして各処理にリンケージし、また分、時、日の単位で情報を演算、整理してプラントデータベースに蓄積する。

2.2.2 監視及び記録

監視及び記録はCRTとタイプライタを用いて行なう。CRTは全体プロセスを電力、空調などの設備機能ごとに分割して、一括表示する全体図、全体図を場所ごとに区分した詳細図及び計装ごとのトレンド表示の3段階表示を基本にしている。図3に空調系の表示例を示す。

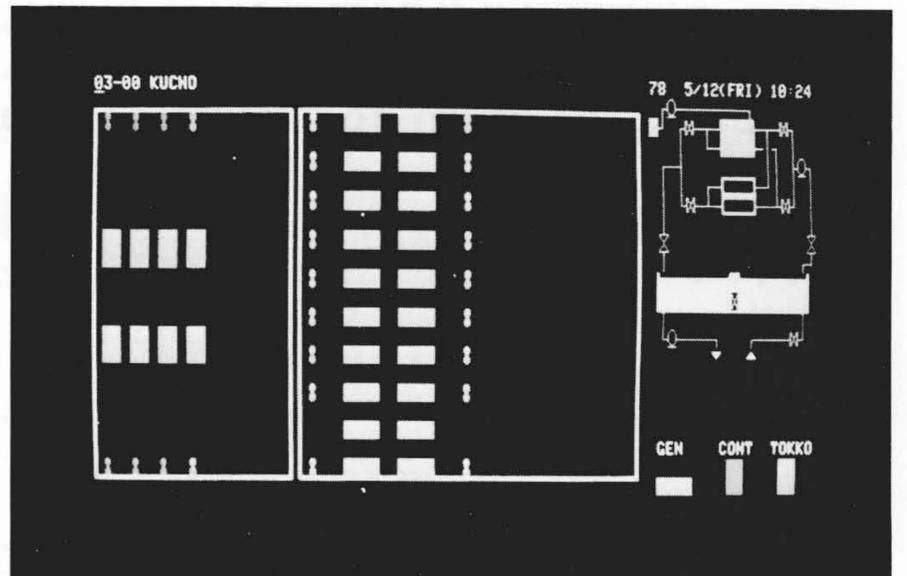
運転記録はタイプライタ、CRTへ出力するとともにプラントデータベースへ蓄積し、後日整理してエンジニアリングデータとして出力できる。

日報、月報及びトレンド印字は、オペレータがCRTを用いて出力項目、フォーマットを指定することにより、自由に出力仕様を決定することができ、プラントデータベースから情報を索引、編集してタイプライタへ出力する。

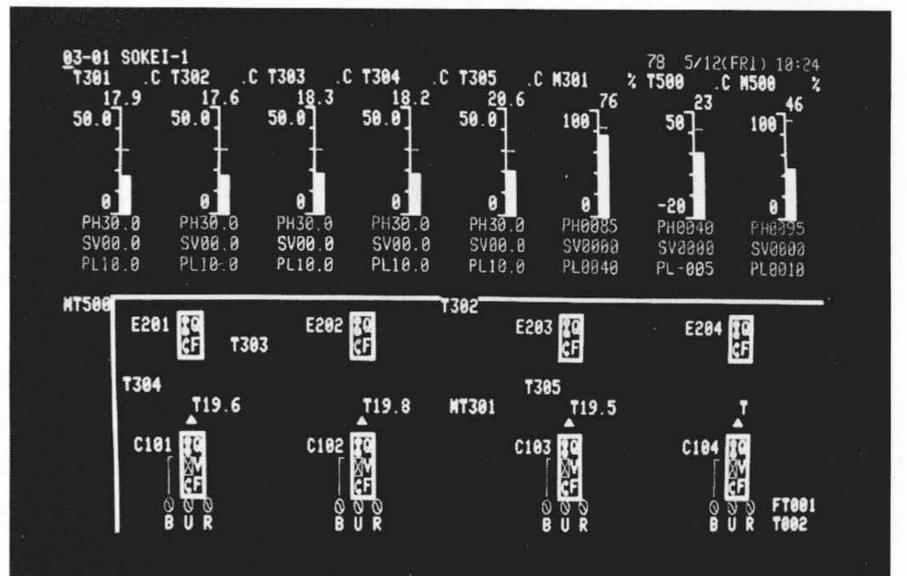
2.2.3 プロセス制御

プロセス制御は基本に、シーケンス制御及び設定値制御があり、稼動、停止及び設定値の指令を受けると、指令の検定、出力及び動作の確認を実行する。

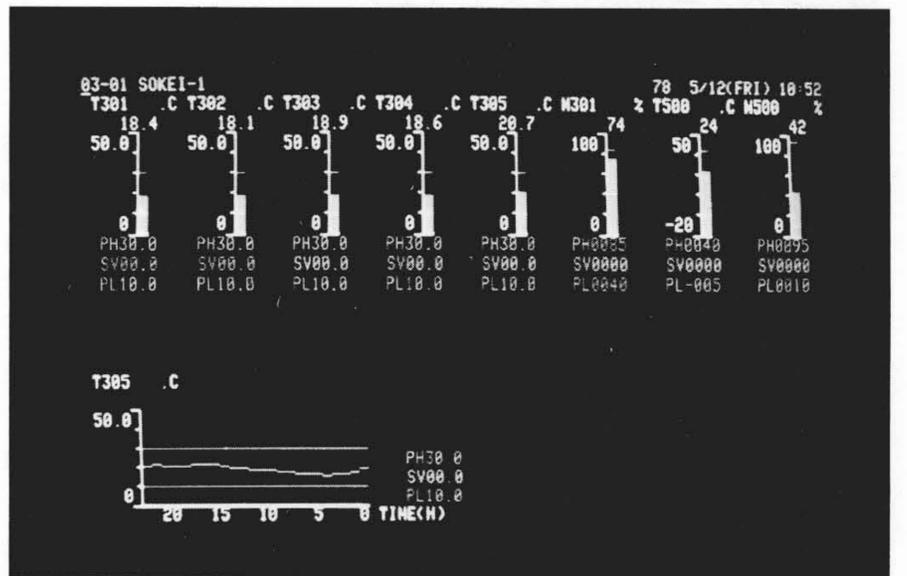
制御方式はオペレータが指令する手動制御、運転計画を定め、計算機が日単位に運転計画に基づいて指令するスケジュール制御と負荷予測に基づき計画スケジュールをたて、実績値で修正しながらプロセスを稼動する最適制御とに区分する。スケジュール制御と最適制御は、いずれか一方を選択して稼動するが、手動制御はいつでも介入できるようにしてある。



(a) 全体図



(b) 詳細図



(c) トレンド表示

図3 CRT表示 空調の監視制御用CRT表示例で、全体図、詳細図及びトレンド表示の3段階表示である。

3 最適制御

3.1 ビル空調の最適制御項目

ビル空調の最適制御は、図4に示すように次の項目がある。

(1) 室内温湿度の最適化

快適な体感温度の保持、ヒートショックの防止、結露の防止及び設定温湿度の省エネルギー的変更。

(2) 空調機の最適始動

予冷、予熱の効率化(ビルの営業開始時刻に快適環境になるようにする)。

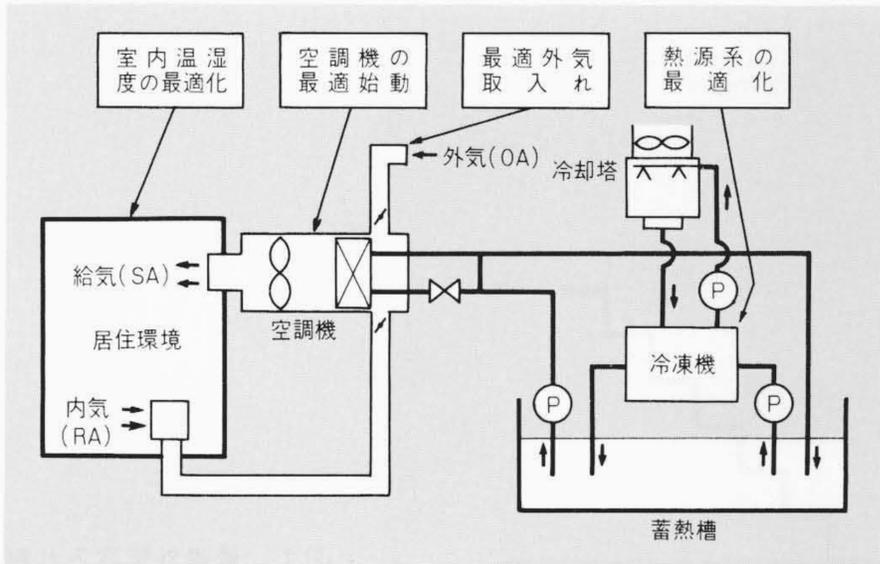


図4 空調プロセスと最適制御項目の関係 空調プロセスの流れと最適制御がどのような機器に対応しているかについて示す。

(3) 最適外気取入れ

外気の有効利用(外気と室内のエンタルピを比較し、外気冷房が可能ならば外気を利用する。)、排熱、内気の有効利用。

(4) 熱源系の最適化

冷凍機及びボイラの効率運転、蓄熱槽の有効利用。

以下に各最適制御モデルについて述べる。

3.2 室内温湿度の最適化モデル

このモデルは、図5に示すように(1)室内外の温度差に応じてビルに出入りする人間が、ヒートショックを感じないように室内設定温度を変更する機能、(2)窓ガラス、壁などに結露しない室内設定湿度に変更する機能、(3)快適環境領域の中で外気冷房を積極的に利用するため、室内設定温湿度を変更する機能から構成される。

3.3 空調機の最適始動モデル

空調機の最適始動時刻決定は、ビルの営業時間中の快適性を損うことなく、省エネルギー化を図ることができる。図6に示すように空調機の始動時刻は室内の冷暖房特性(空調した場合の室内のエンタルピの変動特性)をあらかじめ求め、当日朝空調前の室内のエンタルピが特性線と交さる点の時刻とする。特性線は日々の実績値を用いて更新するが、休日明けと平日では大幅に特性が異なる。

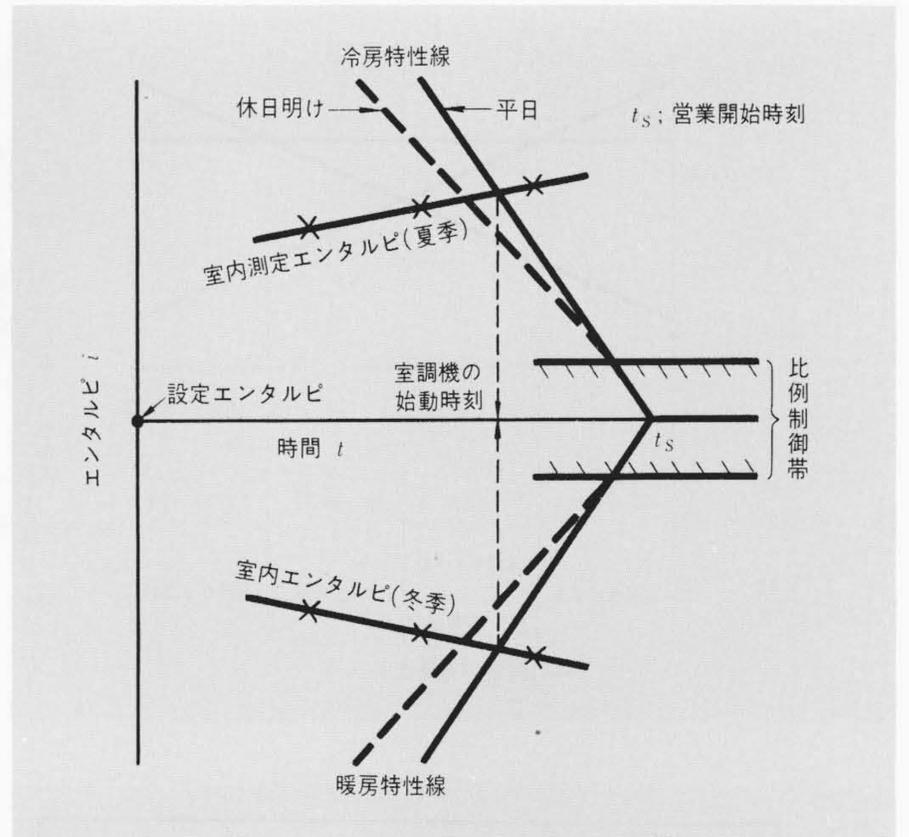


図6 空調機の始動時刻の決定方法 冷暖房特性線は前日までの実績値により作成し、室内測定エンタルピは、その日の朝の測定値により予測する。

3.4 最適外気取入モデル

外気エネルギーの積極的利用は、大きな省エネルギーにつながる。このモデルは、図7に示すように二つの機能から構成される。(1)外気(OA)、内気(RA)、給気(SA)のエンタルピ(i)を測定し、それらの大小比較により、外気冷房の要否を判断し、外気ダンパの開度を指示する。(2)外気エンタルピが内気エンタルピよりも大きいときは、室内のCO₂濃度を検知して外気ダンパを開閉して外気負荷の軽減を図る。

3.5 熱源系の最適化モデル

このモデルは熱負荷予測を行ない、予測値に基づいて熱源機器の最適運転計画をたてる。熱負荷予測は、空調負荷を内部発生熱(基礎負荷)と外界の侵入熱(気象依存負荷)とに分離し、それぞれ独立に予測する。熱源機器の最適運転計画は、図8に示すように負荷予測値の累計値と蓄熱槽の蓄熱容量から運転計画の実行可能領域を求め、この実行可能領域内で熱

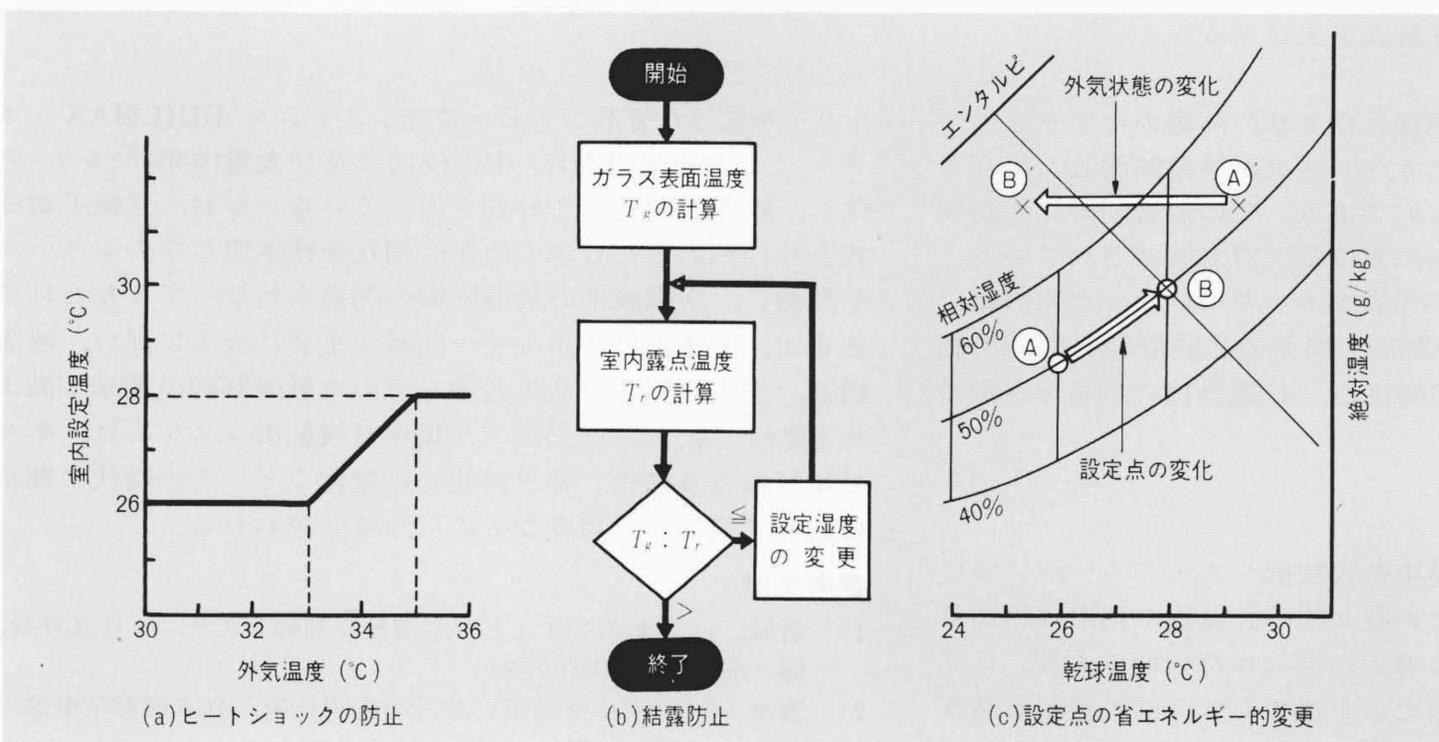


図5 室内温湿度の最適化 図中(c)は、外気状態がA'からB'へ変化したとき、室内の設定温湿度をAからBへ変更できることを示している。

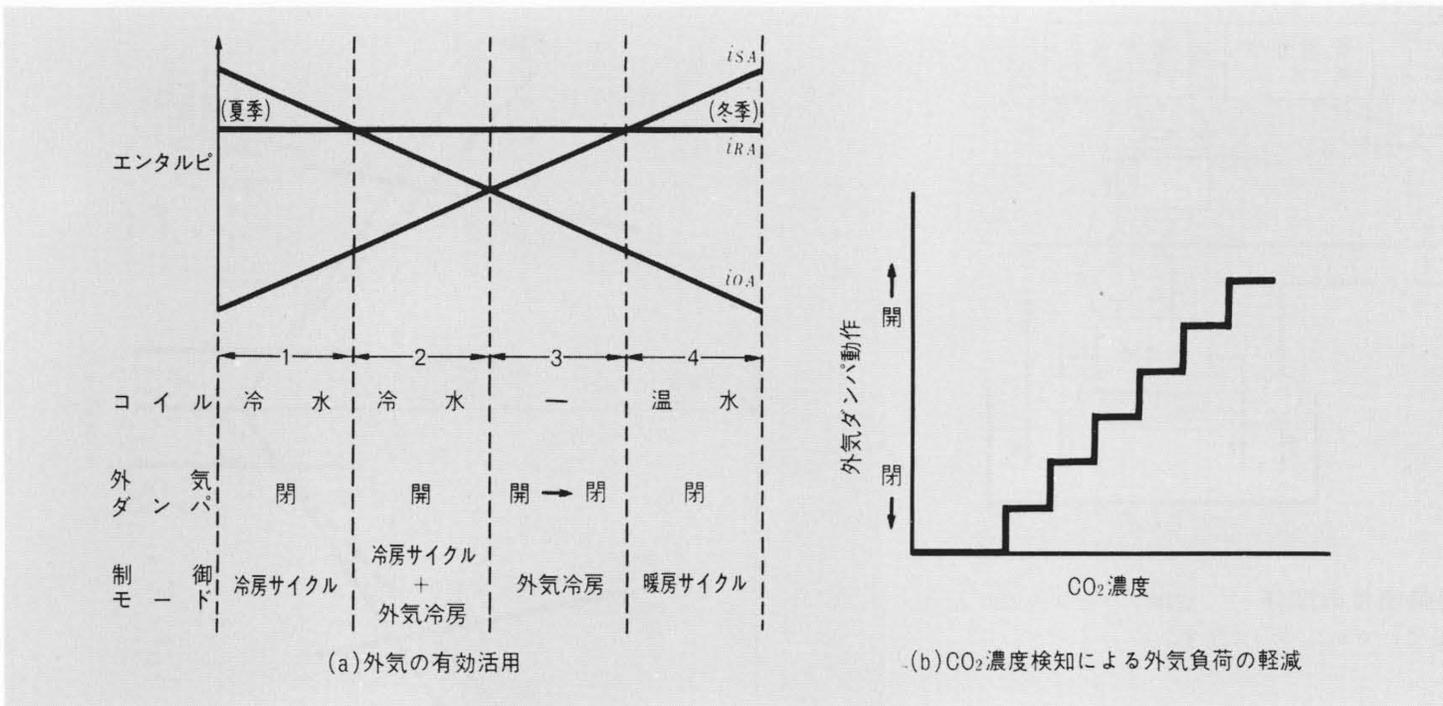


図7 最適外気取入れ制御 外気を有効に利用するための1年間の制御モードの変化と、CO₂制御を示している。

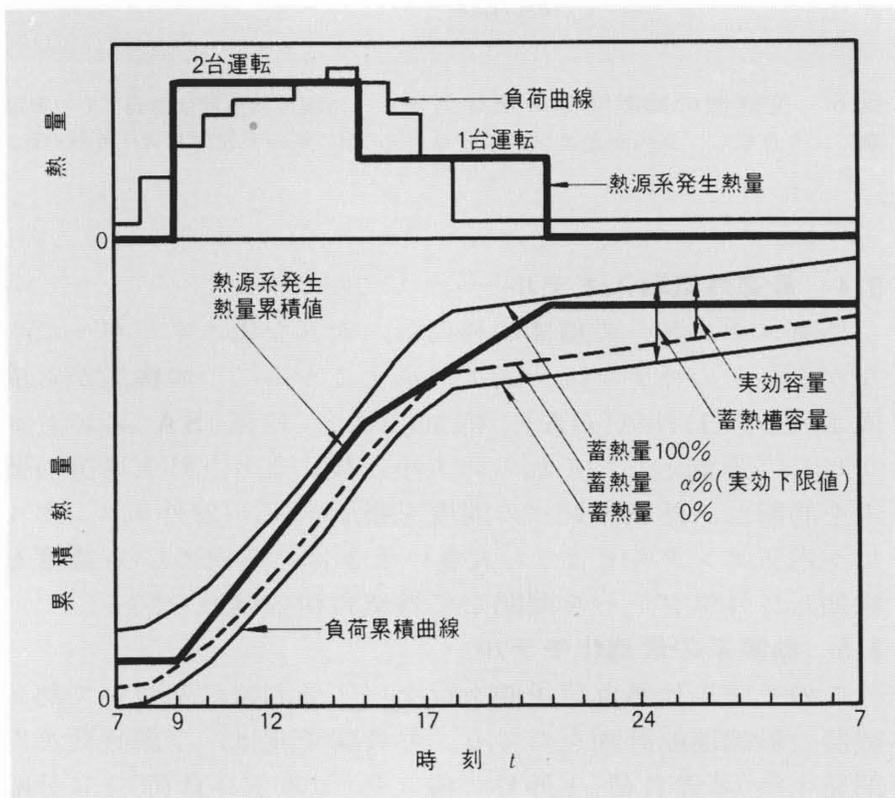


図8 熱源機器の運転計画 蓄熱槽を利用することにより、熱源機器の平滑運転負荷のピークカットが可能で、余裕のある対応ができる。

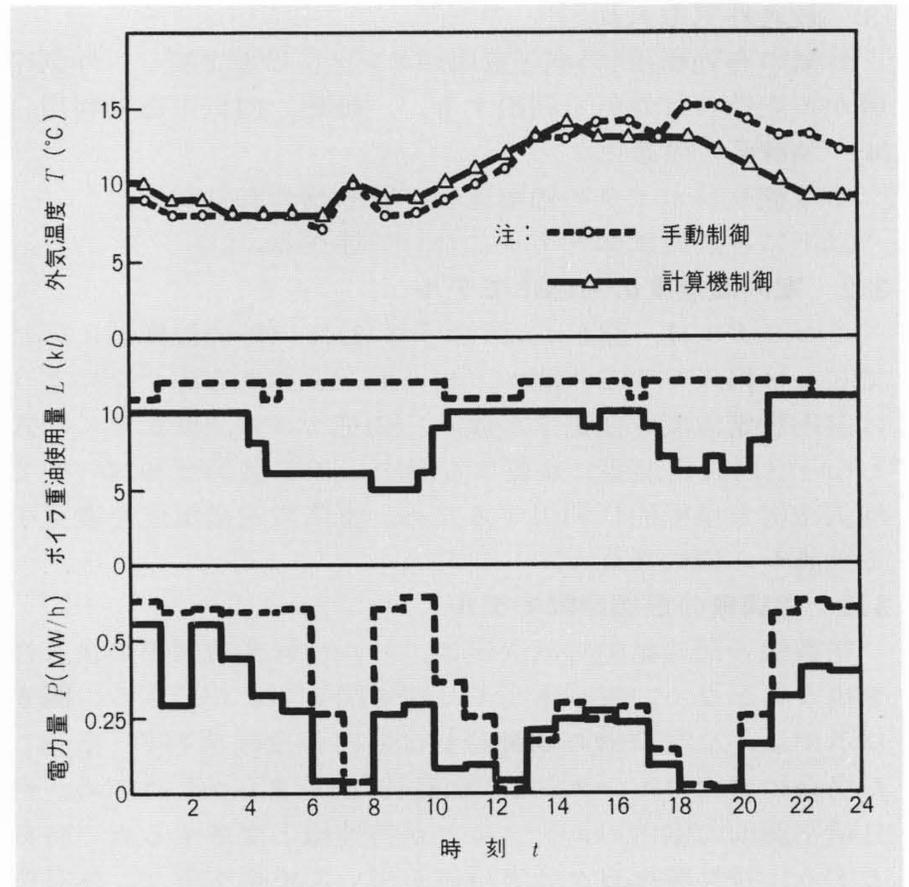


図9 空調設備の制御結果例 機械工場の空調制御の結果で、冬季の空調機器を手動制御と計算機制御を行なった場合の供給エネルギー量を比較して示したものである。

源機器の起動損失、運転損失及び蓄熱槽の放熱損失の損失エネルギーが最小となる運転計画を決定する。

3.6 空調設備の制御結果

図9は、機械工場の空調機及び冬季の熱源のボイラをこの最適制御で稼動した場合とオペレータが手動制御した場合との制御結果の一例を示すものである。この最適制御は手動制御に比べて、電力量で37%、重油量で27%低減されている。最適制御が手動制御に比べて省エネルギーになった原因は、(1)計算機によるきめ細かい制御、換気の必要量最小化、(3)制御不要時間帯の空調機の強制停止、(4)蓄熱槽の最適保存量の確保などである。

4 結 言

以上、現在の大型ビル集中監視制御システムの一部について紹介したが、この分野での我が国の計算機の利用は約10年前からスタートし、急速に導入が図られた分野である。日立製作所は昭和54年4月、新たに上述のシステムの実績を踏まえ更に小規模から大規模ビルにも適用できるシステムレパー

トリーを広げた分散型のビル管理システムを「BUILMAXシステム」として小規模向け、中規模向け及び大規模向けとシリーズ化し、販売を開始して好評を博している。なお、三機工業株式会社に納入した日本生命保険相互会社本店ビルのシステムを契機に、空調設備の最適制御の開発を行なってきたわけであるが、今後更にエネルギー問題が重要になるに従い、建築構造、空調設備及び他の設備を含めた最適制御の要求が高まると思われる。このようにビル集中監視制御システムは、年々ビル設備の多様化、要求機能の複雑化など、その時代の要請に応じて発展し、高度なものになると思われる。

参考文献

- 1) 岩城、ほか4名：日立上下水道監視制御システム、日立評論、59、667～672 (昭52-8)
- 2) 清水：省エネルギー問題と最近の空調技術、日本機械学会誌、77、183～193 (昭49-2)