

地域冷暖房の熱源設備

Energy Plant for District Heating and Cooling

近年、我が国での地域冷暖房は、都市の再開発計画と密接に関連しながら、着実に発展しつつある。地域冷暖房の経済性は、基本計画時点での熱源設備方式の選定によって決まる。したがって、地域冷暖房の熱源設備は、広範囲な容量制御特性、運転管理の省力化、高い信頼性などが要求される。

本稿では、筑波研究学園都市の通商産業省工業技術院筑波研究センターB、C地区地域冷暖房の熱源設備を例に、地域冷暖房の熱源設備の問題点とその対応について述べる。

1 緒言

地域冷暖房は、1箇所に集められた熱源設備から広範囲の地域に分散して存在する建物に、パイプラインを通して冷水、温水、蒸気などを供給して冷暖房、給湯などの生活用に使用するシステムである。地域冷暖房の計画は、多額の設備資金の投資が必要な上に、地域社会での電力、水、ガスなどの供給能力及び交通問題、流動人口など都市計画問題も関連するため、官公庁、公共団体あるいは民間大手デベロッパーなどによって実現される場合が多い。したがって、地域冷暖房システムは年間十数件という建設は望むべくもないが、都市開発計画に際しては、経済性、都市の美観、公害問題の解決などの観点から不可欠のシステムであり、今後着実な発展が期待されるシステムである。以下、本システムの問題点と、昭和52年3月に納入据付を完了した筑波研究学園都市の通商産業省工業技術院筑波研究センターB、C地区における地域冷暖房の熱源設備の対応例について述べ参考に供したい。

2 地域冷暖房の熱源設備の問題点

地域冷暖房の熱源設備の具備すべき条件は、基本的には一般空調用設備となんら異なるものではない。ただ地域冷暖房の場合、熱エネルギー源を包括した形で熱源設備の方式が選定され、選定の過程では、エネルギーコスト、設備費、人件費、修理費、運転費などの積算と各種熱源設備方式の比較検討がきめ細かく実施される。そのため、熱源設備の設計に際しては、基本計画時点の試算結果を満足する性能、あるいは運転管理方法を保証するための慎重な検討が必要となる。表1に、地域冷暖房の各種熱源方式のうち、ボイラを温熱源とした場合の主な冷熱源方式を示す。

2.1 運転の自動化

地域冷暖房の重要な経済的利点のひとつは、運転管理が集

表1 主な冷熱源方式 一般空調用設備となんら異なるものではない。

No.	方 式
1	モータ駆動ターボ冷凍機
2	蒸気タービン駆動ターボ冷凍機(復水タービン、背圧タービン)
3	吸収式冷凍機(一重効用、二重効用)
4	吸収式冷凍機+背圧タービン駆動ターボ冷凍機

石黒稔彦* Ishiguro Toshihiko
若狭慶和* Wakasa Yoshikazu
山川公一** Yamakawa Masakazu
山中郁生*** Yamanaka Ikuo

中され、末端の管理を省略できることである。一箇所の機械室に、大形機器が数台並ぶケースが多く、少数の運転管理者で数台の機械の運転管理及び保守管理を行なうためには、遠隔操作で、かつ全自動運転方式であることが望ましい。モータ駆動ターボ冷凍機の場合には、遠隔全自動方式を採用するに当たっての技術的障害は全くないが、地域冷暖房に多く用いられる(ボイラ+タービン+冷凍機)方式となると、技術的に必ずしも確立されているとはいえない。ボイラでは、従来からも運転中の自動化は一般化されているが、起動時と停止時は複雑な弁操作と運転管理者の状況判断を必要とするため、人手に頼るケースが多い。地域冷暖房でも、負荷の変動が緩慢で、一人の運転管理者が1台ずつ順次起動すれば、負荷に十分追従できる場合は完全に自動化されていなくても対応できるが、時間帯によって急に負荷が変動する場合などには、短時間のうちに数台の機械を起動する必要がある、起動時も含めて自動化することが望ましい。図1に単一オフィスビルの1日の冷房負荷曲線の一例を示す。

2.2 低負荷運転

地域冷暖房のトータル設備容量は、単一建物の最大負荷の総和ではなく、建物の最大負荷の時間的ずれなどを考慮して、最大負荷の総和よりも小さな値で計画される。この設備容量

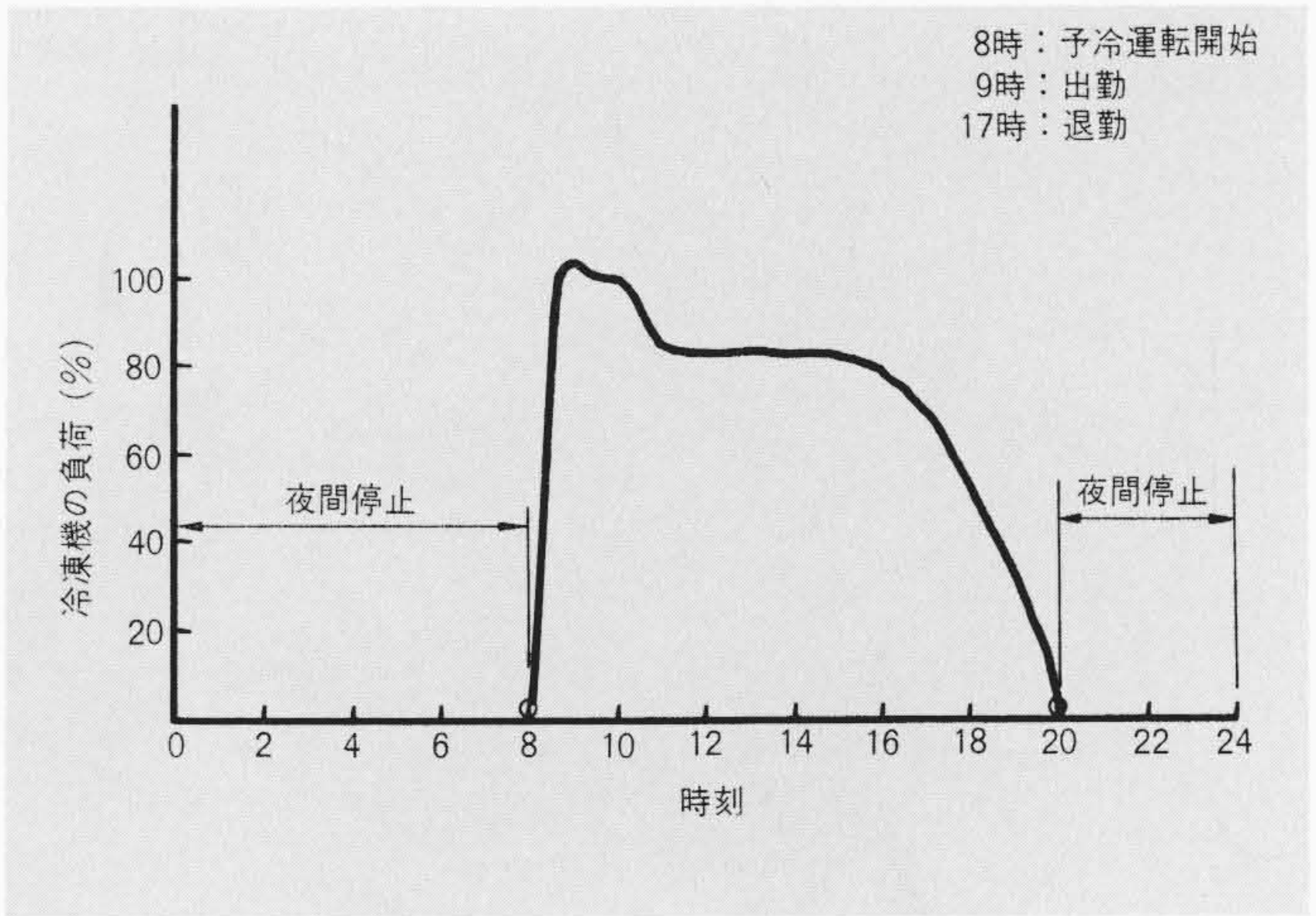


図1 1日の冷房負荷曲線 単一オフィスビルの場合で、出勤時に負荷が急増することが分かる。

* 日立製作所土浦工場 ** 日立製作所機電事業本部 *** パブコック日立株式会社横浜工場

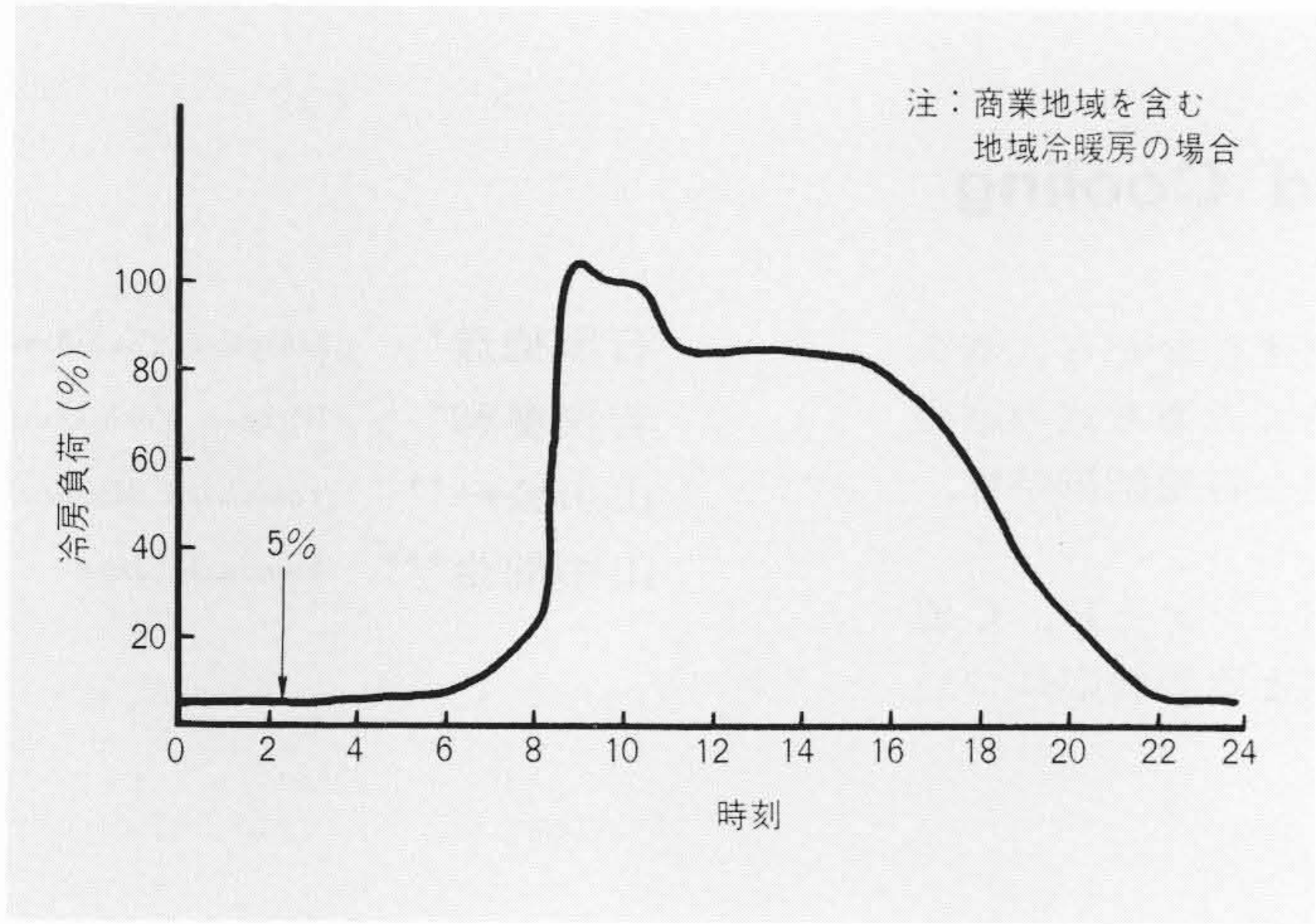
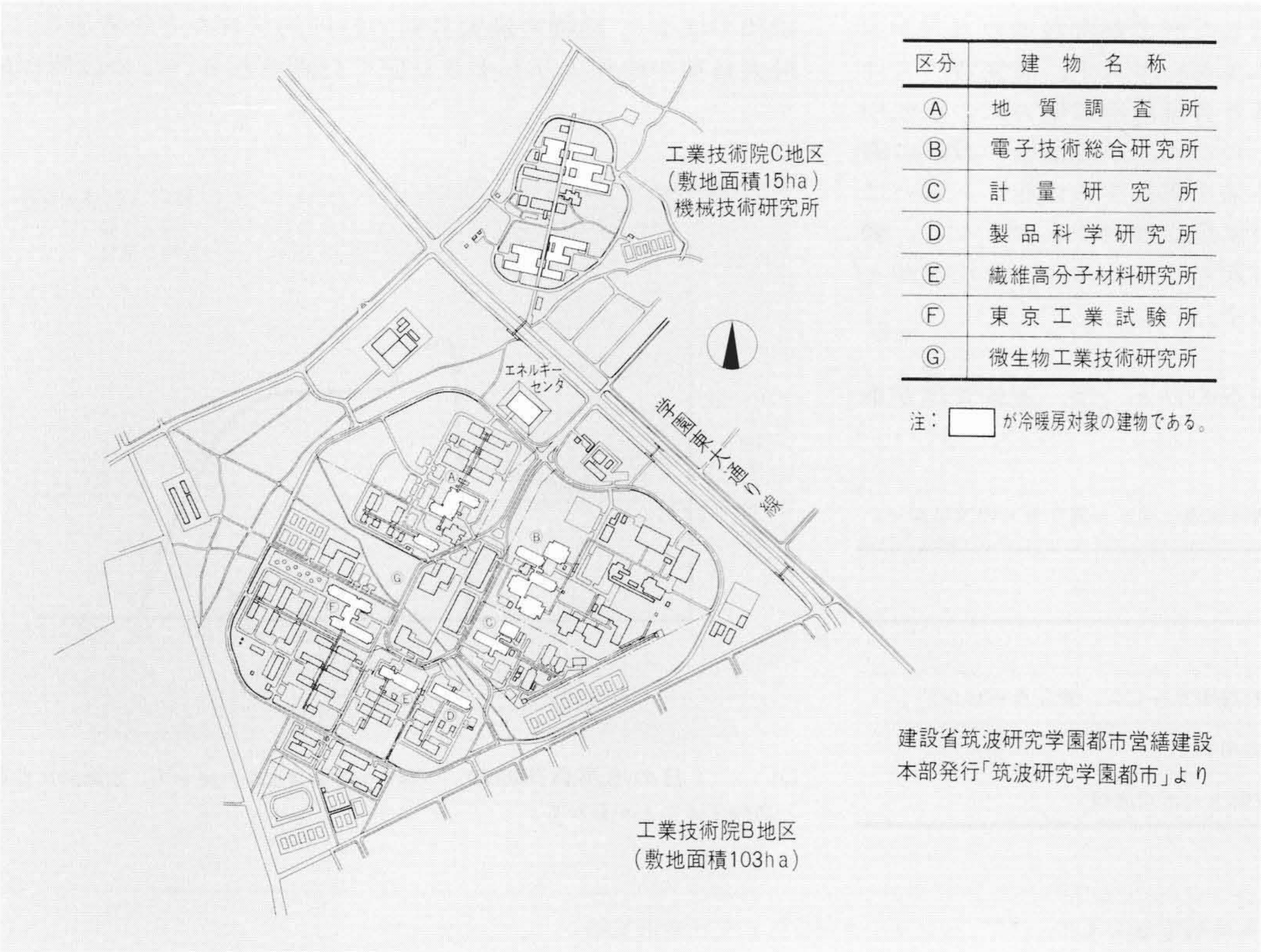


図2 1日の冷房負荷曲線 例え、100%=3,000RTとし、1,000RTの冷凍機3台で運転するとすれば、夜間は1台を15%容量で運転しなければならない。

と最大負荷の総和の比を同時使用率という。同時使用率は対象となる建物群の構成によって経験的な値が知られており、これに基づいて設備容量を必要最小限にして設備の有効活用を図っている。それでも実際には、年間の負荷の変動、1日の負荷の変動があるため、設備が高負荷で運転されている時間は短く、低負荷運転される時間のほうが長い。例えば、地域冷暖房の対象建物群の中に、病院とか住宅を含む場合は負荷の小さい夜間でも冷凍機、ボイラを運転して、冷房、給湯を行なう必要が生じ、設備容量の10～20%といった容量で運転を継続する必要がある。したがって、ボイラ、冷凍機共に、広範囲の容量制御特性が要求されることになる。図2に地域冷暖房の場合の冷房負荷の例を示す。



建設省筑波研究学園都市営繕建設本部発行「筑波研究学園都市」より

3 通商産業省工業技術院筑波研究センターB、C地区の地域冷暖房例

筑波研究学園都市の建設は、昭和38年閣議で決定され、国立の試験研究機関、大学など47機関を集約した、諸外国にも例を見ない国際的な頭脳都市の建設を目指した国家的事業である。その研究学園都市の一部に、通商産業省工業技術院B地区(敷地面積103ha)C地区(敷地面積15ha)があり、この両地区内に設置される9機関の研究本館、実験棟、共同利用施設に対し冷暖房及び給湯を行なう目的で、地域冷暖房システムが導入された。この地域冷暖房システムは、建設省、通商産業省工業技術院の企画に基づき、株式会社日本設計事務所が計画、設計及び監理を担当したものである。日立製作所と、バブコック日立株式会社は、日立バブ建設共同企業体を組織して、第一期工事分のボイラ設備、冷凍機設備などを受注し、昭和52年3月に納入据付を完了した。図3に研究機関の配置を示す。冷熱源方式は、灯油専焼ボイラで発生した蒸気で復水タービンを駆動し、ターボ冷凍機を運転する方式である。ターボ冷凍機で冷却した冷水を地域に供給し、冷房に用いる。温熱源は、ボイラ蒸気で加熱した温水を供給する方式である。表2に熱源設備の主要機器を、図4、5に設備の配置と概略フローシートを示す。

表2 熱源設備の主要機器 熱源設備主要機器の仕様を示す。

名 称	仕 様	台数	備 考
ボ イ ラ	水管式ボイラ：30t/h×41kg/cm ² G×410℃	2	第二期工事で30 t/h ボイラと5,000RTターボ冷凍機が増設される予定である。
タービン	復水式：2,130kW	2	
冷 凍 機	タービン駆動ターボ冷凍機：2,500RT, 12～4℃ フロン 22使用	2	

図3 通商産業省工業技術院筑波研究センターB、C地区地域図 熱源設備は、エネルギーセンターに設置されている。

3.1 運転の自動化

本ボイラ設備では、起動時・停止時の複雑な弁操作をタイムスケジュール化し、各行程のチェックポイントをチェックしながらシーケンシャルに起動していく方式を採っている。操作弁に自動弁を採用し、チェックポイントはインターロックとして、各行程での所要時間が決められた時間より多くかかった場合には行程渋滞表示を出し、運転管理者が状況チェックした後に次の行程に進むように構成されている。したがって、運転管理者が起動ボタンを押せば、ボイラの起動、昇圧、主蒸気配管メタルマッチング、タービンへの蒸気供給までが全自動で運転可能である。図6にボイラの主な自動弁の取付構成を、図7にボイラの制御盤を示す。

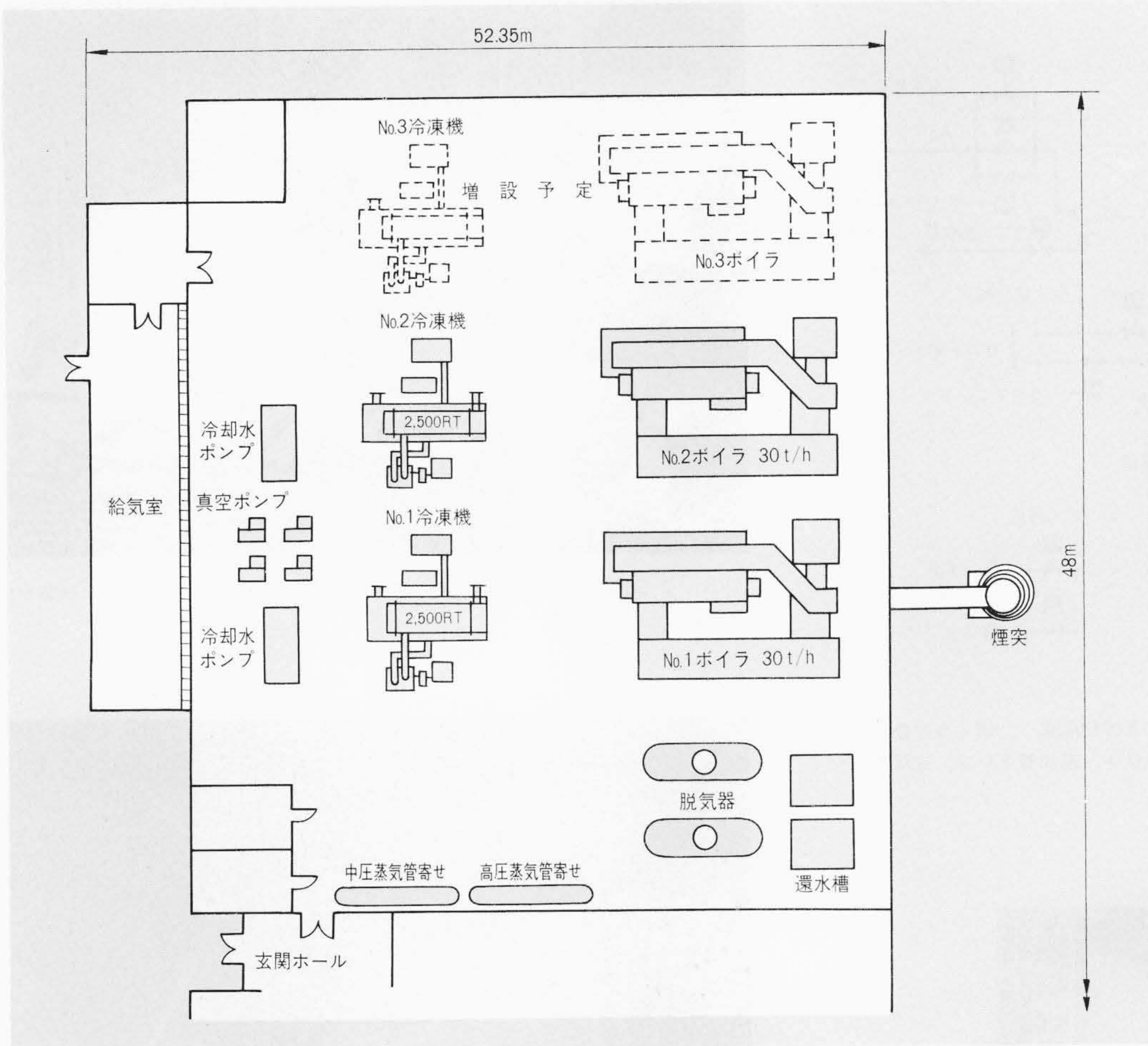


図4 エネルギーセンター機械室1階平面配置図 機械室1階にボイラ及び冷凍機がそれぞれ配置されている。

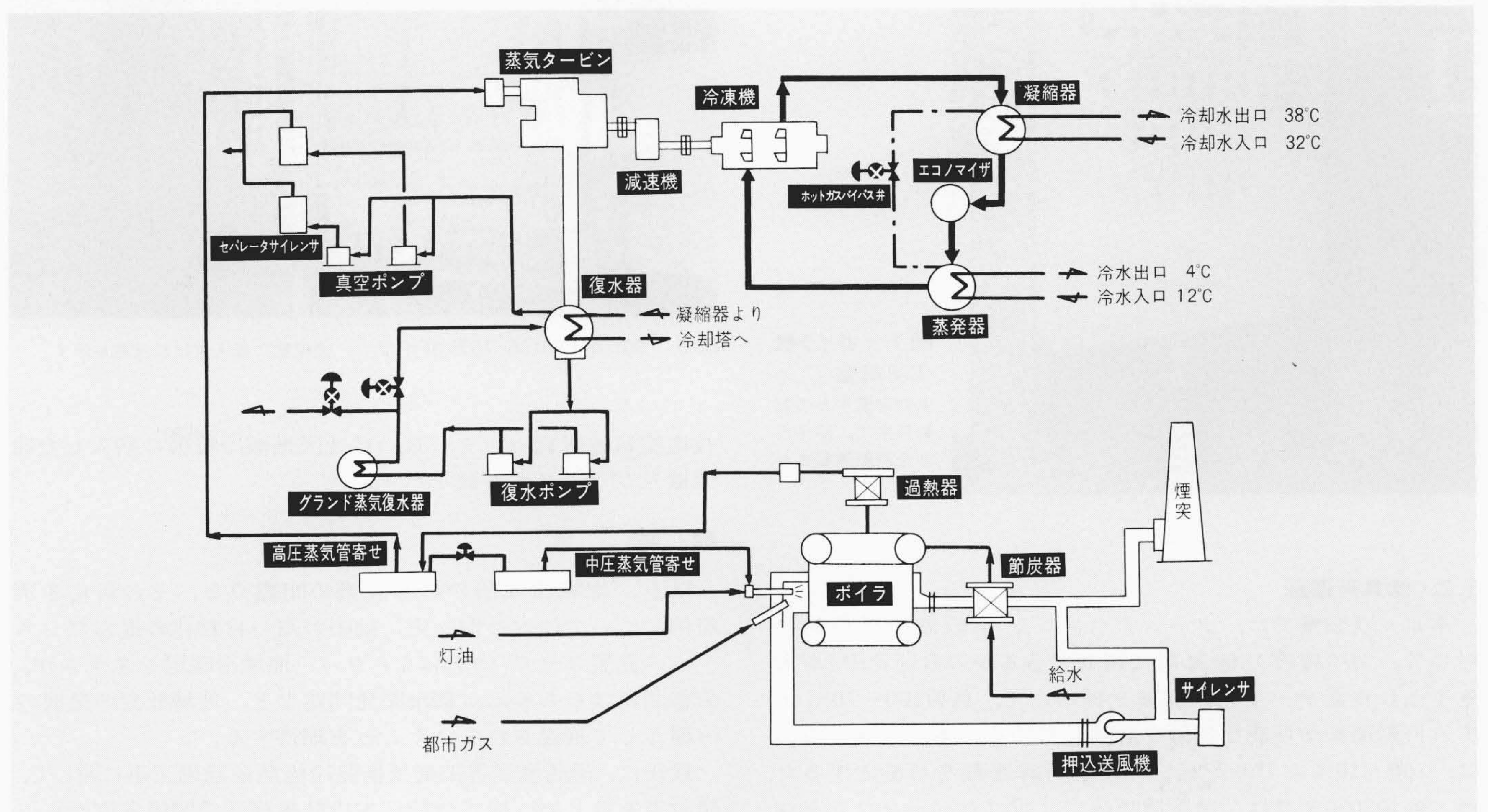


図5 熱源設備概略フローシート ボイラで発生した蒸気で復水タービンを駆動し、冷凍機を運転する方式である。

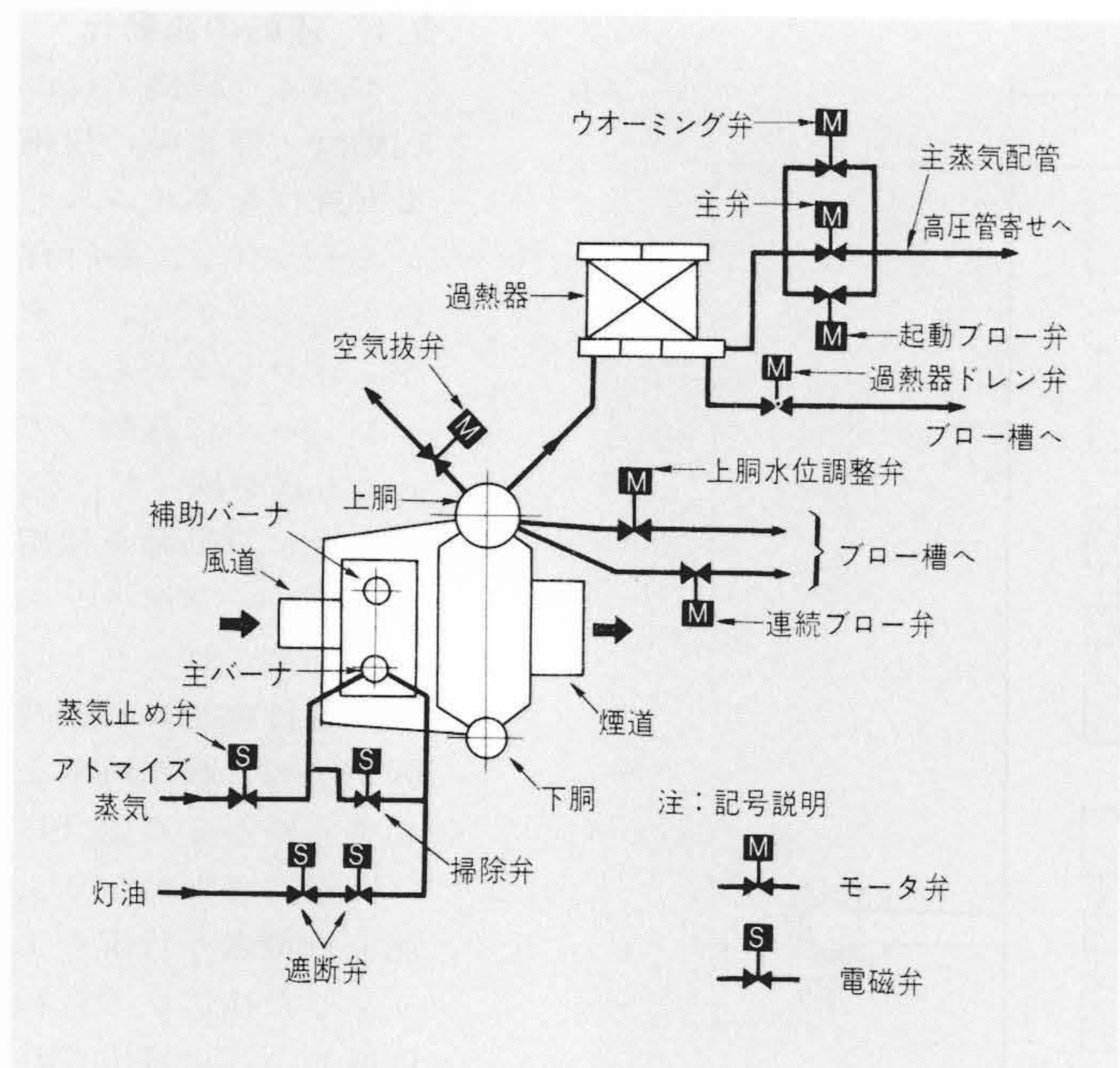


図6 全自動ボイラの主な自動弁の取付構成 ボイラ起動からタービン送気までを全自動で行なうため、空気抜き、過熱器ドレン、主蒸気弁パイパスなどに自動弁を取り付けている。

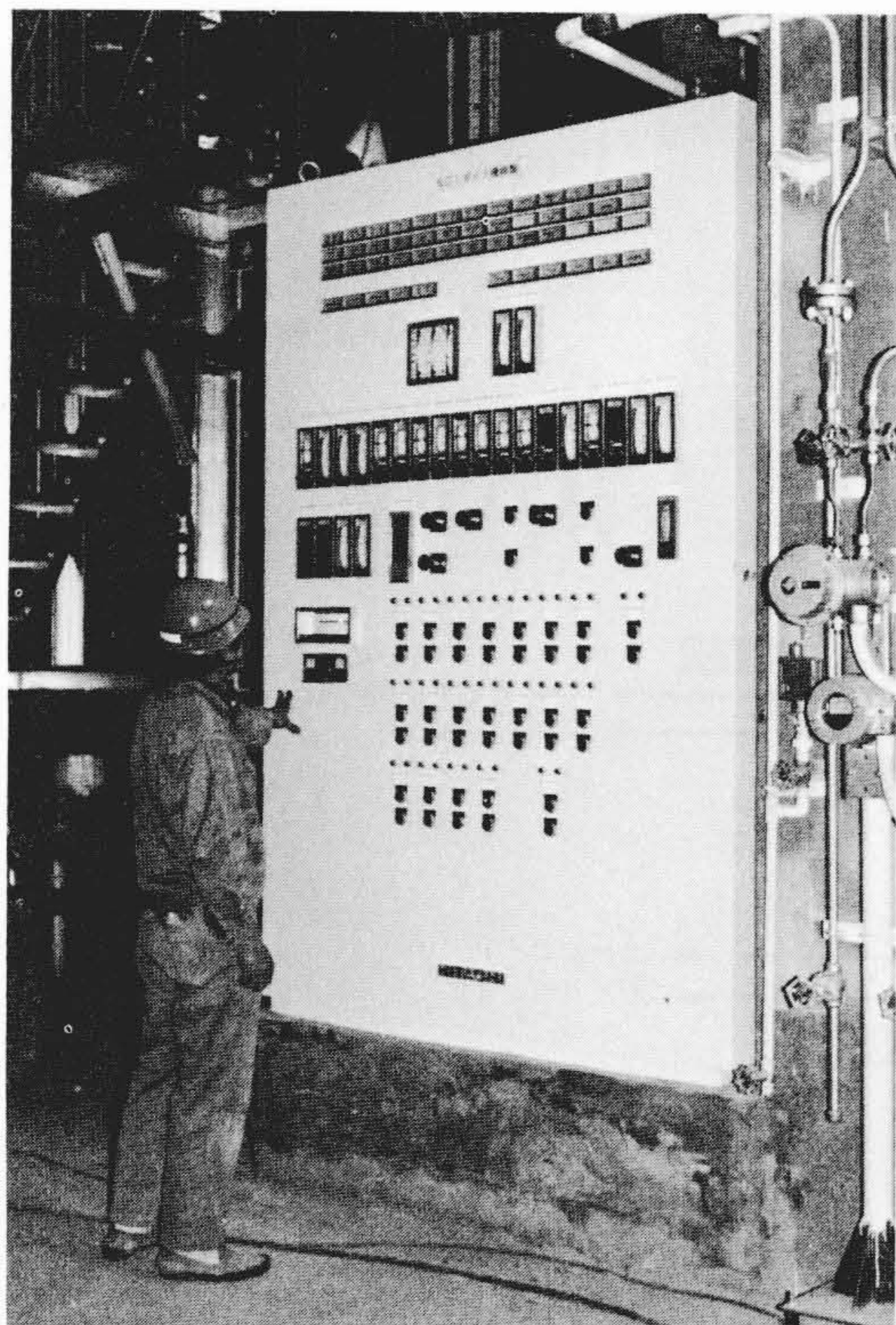


図7 ボイラ機側制御盤 中央制御室からの起動指令で、ボイラは全自動運転される。

3.2 低負荷運転

本ボイラ設備では、ターンダウンレシオ(設備仕様負荷に対して、どの程度の低負荷で運転できるかの負荷比率)が大きくとれる電子—空気式制御を採用して、負荷100~10%までの自動運転が可能な制御を計画している。本冷凍機設備では、100~10%までの安定した容量制御運転を可能とするため、容量30%までは、冷凍機吸込口に設けたペーンコントロール装置で制御し、30~10%の間はホットガスバイパス制御としている。最後に、図8、9にそれぞれ、通商産業省工業

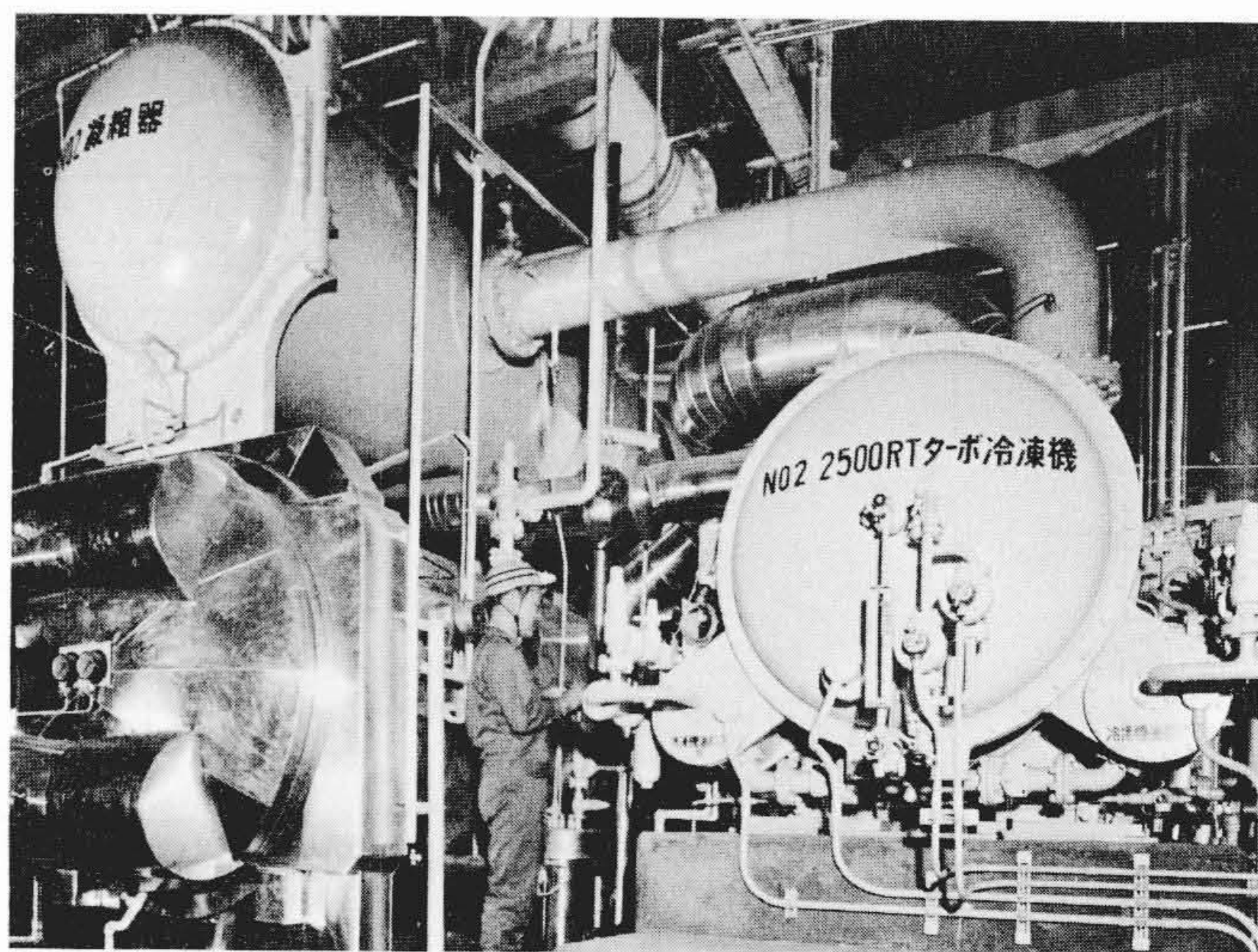


図8 2,500RT HM-22形ターボ冷凍機 機械室に据え付けた状態を示す。

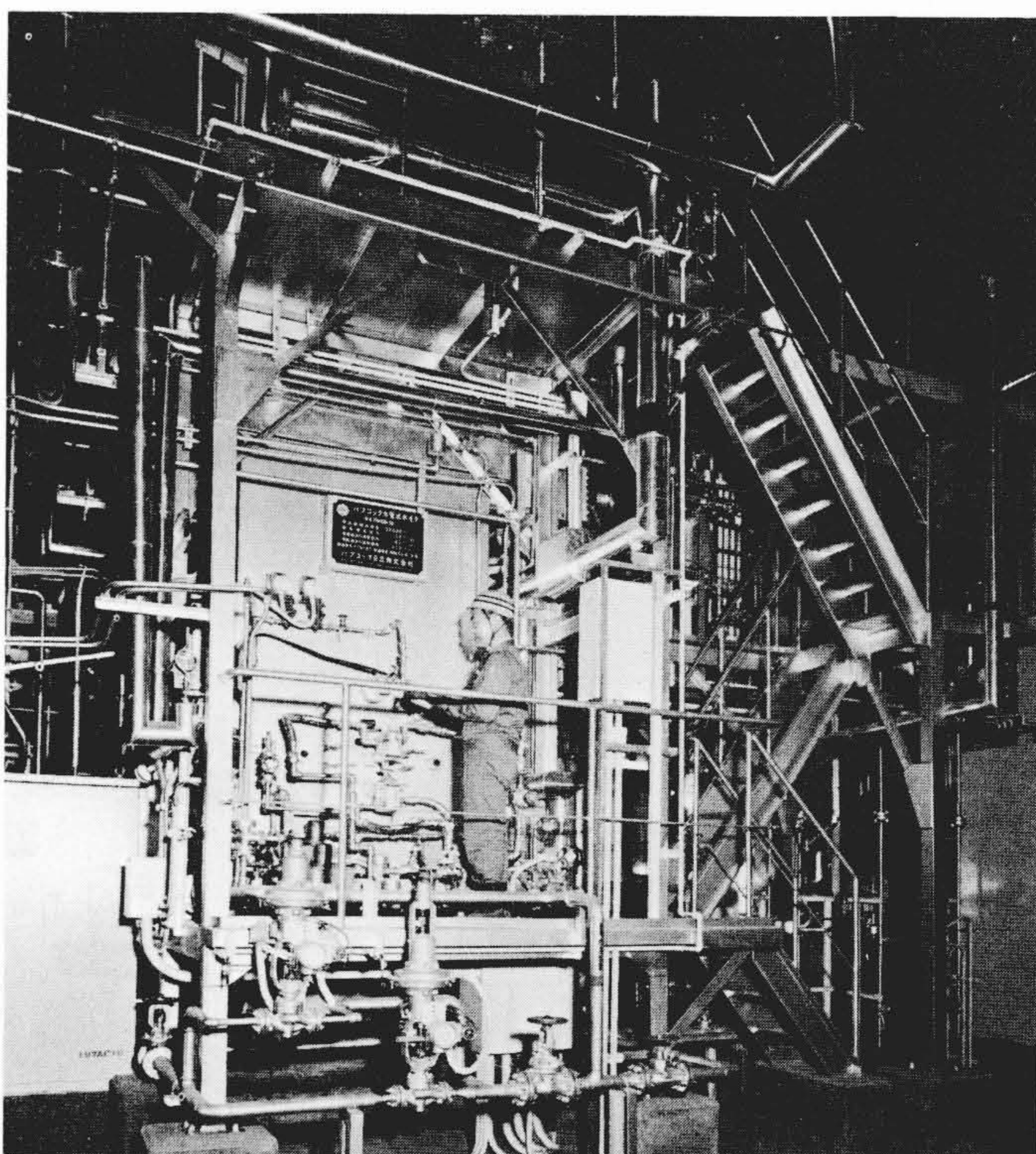


図9 30t/h FMI06-70形ボイラ 機械室に据え付けた状態を示す。

技術院筑波研究センターB、C地区地域冷暖房に納入した冷凍機及びボイラの外観を示す。

4 結 言

以上、地域冷暖房の熱源設備の問題点と、その対応を実例について述べたが、更に効率の高い自動化の進んだシステムへ発展させていかねばならない。地域冷暖房システムが、公害問題はもちろん、都市開発問題など、地域社会の発展の一環として推進されていくことを期待する。

最後に、通商産業省工業技術院冷温熱源設備工事に関して、建設省をはじめ、株式会社日本設計事務所の関係各位から、種々有益な御助言をいただいた。ここに深謝の意を表わす次第である。