

エネルギーとIB

Energy and Intelligent Building

瀬島 康雄*

Yasuo Sejima

1. はじめに

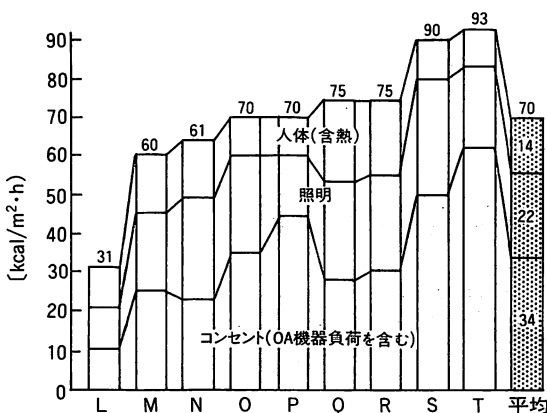
1.1 インテリジェントビルとエネルギー供給

今後、産業・経済・国民生活全ての面にわたって効率化、合理化、高度化をトータルに進めた都市インフラストラクチャーが進展するものと考えられる。

そのなかで建築物については、これらのニーズに適した人間性豊かな環境と生産性向上に寄与する共用の情報通信設備を備えたインテリジェントビル化が促進されるであろう。

インテリジェントビル化にともないOA機器、照明、内部発熱量が増加する。この増加値の、設計者予測として図-1に示す様に平均70kcal/m²・h程度が推定されている。

このような背景にたつてエネルギー（電力）供給を行なう場合、従来の個々の建物への電力供給検討のみならず、都市インフラ全体の機能をサポートするエネルギー（電力）供給を行なう必要がある。



出典：空気調和・衛生工学第60巻第11号

図-1 OA機器負荷がピークになる時点の推定
内部発熱負荷（9人のアンケートによる）

エネルギー（電力）供給側として、都市インフラ全体の機能が満足するためには、高密度化した24時間都市への高効率、高信頼度供給が必要となる。

一方、エネルギー源の動向は将来の都市エネルギーの在り方を左右する大きな要因である。

これについては、後述のようにエネルギー資源、地球環境問題等の多くの問題が複雑に交錯しており今後地球規模で解決していかなければならない。

但し、方向性として、全体エネルギーの中で電気エネルギー供給割合は増加するものと考えられ、都市インフラでの生活環境保全、省エネルギー化（熱回収、未利用エネルギー活用等）、高信頼度化の推進とあいまって電気エネルギーによる地域への電気、熱供給が進展するものと考えられる。

2. エネルギー

2.1 将来見通し

経済の発展や国民生活の向上を実現するためには常にエネルギーが必要である。

化石燃料を主体とする世界のエネルギー資源は、全体としてみれば21世紀に入っても潤渾するといった事態は生じないと考えられるが、発展途上国における需要増などにより、石油等の需要が逼迫化し、価格も徐々に上昇の過程に乗ってくるかもしれない。

また、地球規模の環境問題、とくにCO₂による地球温暖化問題がここ2年ぐらいの間、世界的に非常に活発に論議がなされており化石燃料消費の抑制をもとめる議論が高まることもあろう。

一次エネルギー資源を海外に依存する我国は、エネルギー資源安定確保のため、非潤渥型エネルギーとしての原子力や核融合などによるエネルギー供給体制の構築に向けて努力を続ける必要がある。

そのなかで、電力は、制御性、クリーン性、安全性といった点で優れており、最終エネルギー需要に占める電力の割合は今後とも上昇するものとみられる。

* 関西電力株式会社市場開発部長

〒550 大阪市西区土佐堀1丁目4-11

2.2 電気エネルギーの安定供給

最近の景気の好調な状況に引っ張られた面もあるが、エネルギー需要がここ3年間、毎年前年度比5%前後の大幅な増大傾向を示している。今後とも国民生活において、ゆとりと豊さを求めるトレンドがますます強まってくるので、とくに家庭・業務といった民主部門を中心に顕著な需要の伸びが見込まれるだろう。そのなかで、電気エネルギーの供給は当社の使命であり、今後の需要の伸びにもよりますが、年率3%程度と見て供給責任を果すため重要課題として特に電源立地の推進を行なっている。とりわけ、原子力については、エネルギー資源に乏しい我国にとっては必要不可欠な準国産エネルギーであり、またコスト面や後述する環境面の有利性からも強力にその推進を図っている。

2.3 地球環境問題への対応

現在クローズアップされている温室効果等の環境問題は地球規模で考えられるようになってきており、当社にしてもエネルギー産業の一員として企業の姿勢がとわれている。

電気は原子力や水力などの非化石エネルギーが約半分（夜間に限れば大半）を占めていることや、高効率利用ができることから考えれば、電気の形でエネルギーを使って頂くことがトータルで見たCO₂排出量抑制に繋がると言える。

なお、コージェネレーションについても、都市環境へのNOx増加等の影響が懸念され、徐々に厳しい環

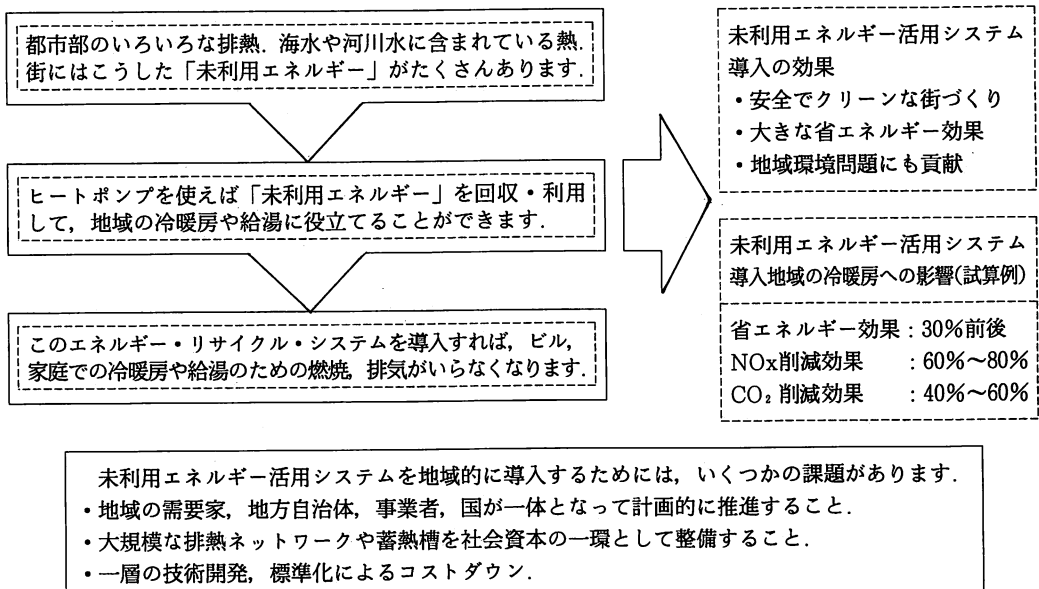
境規制が課せられるようになってきているが、電力会社の発電設備は各地域の公害防止協定により、それにも増して厳しい環境規制が設定され集中的かつ最も効果的に対策を講じている。

例えば、昭和40年代の公害問題にたいしては、脱硫、脱硝技術の開発、昭和40年代末～50年代にかけての石油ショックに対しては、脱石油のため原子力やLNGの利用を高め石油依存体質の改善を図った。

昨今の地球環境問題への対応については、社内的に体制整備をおこない、資源・エネルギーの効率利用の促進、地球環境保全のための技術フロンティアに積極的に挑戦等に取り組んでいく。そして排煙から炭素分を除去する『脱炭技術』の研究開発にもすでに着手している。

エネルギー政策は、省エネであれ代エネ導入であれ、非常にリードタイムが長い。省エネルギーに再度チャレンジするとともに、化石燃料を低減することがエネルギー・セキュリティにも、地球環境問題にも役立つという観点から、引続き石油依存度の低減を図っていくことと、原子力、新エネルギーなど、いわゆる非化石エネルギーのシェアを可能な限り高めていく、また未利用エネルギー活用についても推進すべきと考えている。

原子力開発には慎重な態度をとるべきだという意見がある一方で、CO₂問題等からはCO₂を排出しない非常に効果的な電源として原子力は位置づけられている。



出典 通商産業省資源エネルギー庁資料

図-2 未利用エネルギーの活用

2.4 未利用・新エネルギー活用

都市部においては、人口の集中、産業活動等により大量に排熱が存在している。近年、エネルギー需要の増加に対する資源・エネルギーの有効利用の観点、さらに、環境問題への対応といった観点からこの排熱を利用する検討が進んでいる。

特に通産省としては、来年度新政策の主要検討事項として図-2に示すようにこの未利用エネルギーの活用を位置づけている。

一未利用エネルギーの種類一

- ・河川水、海水の利用
- ・下水処理水の利用
- ・変圧器排熱利用
- ・超高圧電力ケーブル排熱利用
- ・地下鉄排熱利用等

当社としても、同様趣旨により推進を図っている。

例えば、花博の大温室の冷暖房システムは熱源として万博会場近くにある守口市の下水処理場の処理水を利用しさらに効率アップしたヒートポンプを採用している。

こうした、未利用エネルギーの活用は今後とも出来るだけおこないたい。

新エネルギー、新電源についても当社はいろいろな分野で進めてきた。中でも燃料電池については排熱利用により高効率を期待され分散型の事業用電源として実用化を進めている。また、ソーラーについても六甲アイランドや山崎実験センター等で実証研究を進めている。

3. 当社のエネルギー・サービス

3.1 信頼性ニーズの多様化

電力は、安全、健康、アメニティなど人間的な充足に不可欠なエネルギーとして、あらゆる側面でコミュニティライフを支えている。そして今後とも、人々の自己実現の欲求やライフサイクルの段階に応じた多様な選択が可能な、ゆとりと潤いに満ちた快適な空間への要望が高まるであろう。

そのなかで電力エネルギーへの依存も高まり、最終エネルギー需要に占める電力の割合は近い将来50%を超えることも想定される。

それに伴い、電力へは、経済社会の変容に対応した多様で高品質なニーズが高まると思われる。

特にビル・オフィス用需要ニーズとしては、空調セキュリティシステムのための監視制御系はもとより、

各種OA機器・コンピューターといった情報処理系の機器がLANによって統合化されたシステム形態が一般化する。このようにIB化されたビル・オフィスでは、空間・照明など環境コンディショニングのための需要が増大すると同時に多様な機器が普及し、一つのビル内で必要とされる電力の信頼性が多様化していよう。

3.2 高度な電力供給システム

当社の電力供給システムは、遠隔地大容量電源と需要地立地型の中小容量電源の組み合わせにより、高効率、高信頼度のフレキシブルなシステムを実現している。

都市部、住宅地などでは2万V地中配電が主流となり、低圧引込電圧も400/200Vが普及してくる。また、情報ネットワークは、電力系統ネットワークと一体となって形成され、当社の供給システムはもとより、多面的な情報サービスに活用されるであろう。

3.3 多彩な営業サービス

当社は、電気の販売に付帯して、熱供給を含めたトータルエネルギーサービスなど、ニーズの多様化に応じた各種のサービスを実施していき、豊かなコミュニティライフの創造に貢献していきたい。

4. 地域冷暖房

4.1 地域冷暖房とは

一定地域内にあるビルや住宅などに、一カ所または数カ所の熱供給プラントから、冷水・温水・蒸気などの熱媒を、配管を通じて供給して冷・暖房や給湯を行なうシステムであり、不特定多数のお客さまに熱媒を供給し、5 Gcal/時（1 Gcal=10⁶kcal）以上の加熱能力を持つ施設による地域冷暖房は、電気やガスと同様に公益事業として「熱供給事業法」の適用を受け、供給区域内での事業独占権が与えられるとともに利用者への安定供給が義務づけられることとなっている。

そのルーツは、1875年ハンブルグ。市民意識の高い欧米諸国では、地域冷暖房の広大なネットワークが一世以上も稼働している。わが国では、大阪で開催された日本万博博覧会会場で採用されたのが最初であり、その歴史は20年余りにすぎない。しかし、石油危機後、エネルギー源の多様化や都市排熱利用というわが国のエネルギー政策の観点、あるいは環境問題への対応という観点から急速に認識されるにいたり、平成元年11月1日わが国の熱供給事業許可地点は74地点にまでなっている。

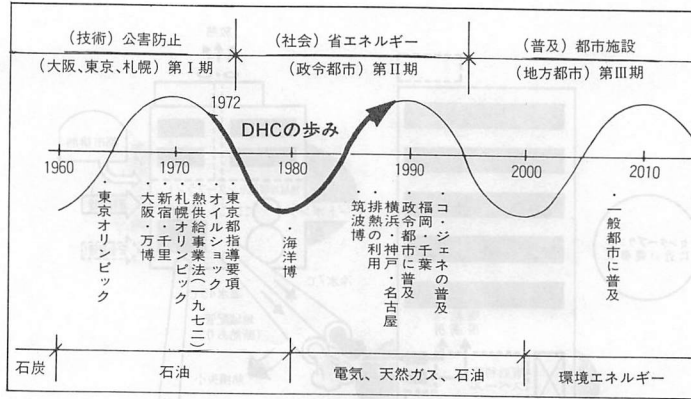


図-3 日本の地域冷暖房の概念の変化

図-3に、わが国の地域冷暖房の概念の変化を示す。

4.2 当社の地域冷暖房進出のねらい

当社では、一昨年「関西電力2030年」というビジョンを策定しており、今後の当社の事業多角化の方向性を描いている。そして、とりわけ地域の発展に寄与する都市インフラとして、電気、熱、情報通信という3つの事業の展開が唱われており、熱供給すなわち地域冷暖房を重要な柱として位置づけている。

また、電気による地域冷暖房はさらに電気事業にとっても負荷平準化という大きな意義がある。

電気事業においては、図-4に示すとおり昼夜間の間に大きな電力負荷の変動を生じており、この電力の負荷の平準化を図ることができれば、電力施設を有効に利用することができる。そして電源開発の抑制、設備形成・運用の効率化などのコスト低減につながることになる。

こうした観点から現在、当社をはじめとする電力会

社では蓄熱調整契約等を活用し、極めて安価である夜間電力を利用できかつ機器容量の縮小と契約電力の低減が可能となり図-5に示すとおり経済性にすぐれた蓄熱式ヒートポンプの採用を利用者に推奨しております。電気による地域冷暖房もこの蓄熱式ヒートポンプを用いることから、電力負荷の平準化に多大な貢献をすることになる。

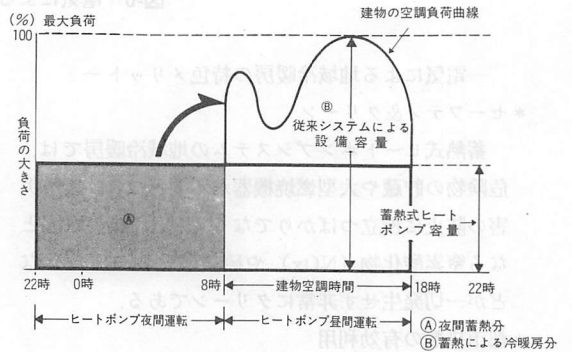


図-5 夜間蓄熱による冷暖房運転例

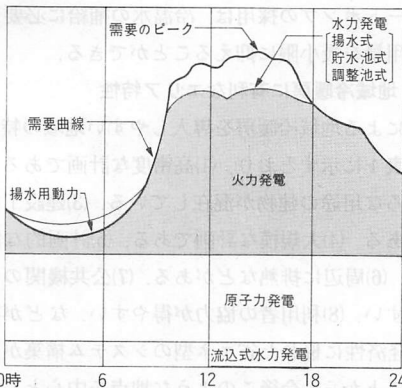


図-4 電力の需要と供給の関係

4.3 電気による地域冷暖房導入のメリット

電気による地域冷暖房では、効率の高いヒートポンプと蓄熱槽を組合わせた蓄熱式ヒートポンプ式を用いることから、極めて安価である夜間電力の使用や、設備の集中管理が可能となり、経済性にすぐれたシステムを実現することができる。

また、設備の利用効率の向上が図れることや都市排熱など多様なエネルギーをムダなく利用できることも大きなメリットとなる。そのうえ、大気汚染・騒音など公害のないクリーン、安全かつ経済的で信頼性の高い熱供給を実現できることから、まさに21世紀へ向けての都市づくりに貢献することができる。

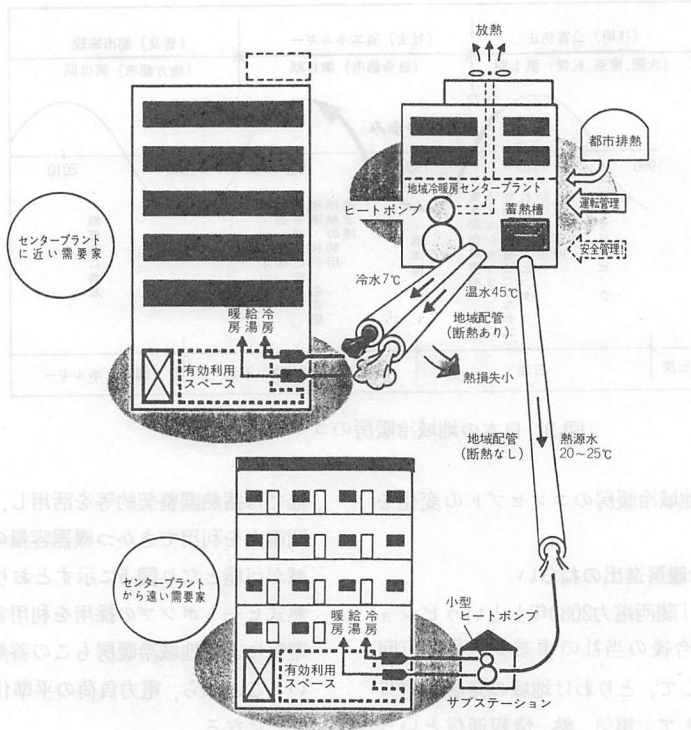


図-6 電気による地域冷暖房配管概要

—電気による地域冷暖房の特色メリット—

* セーフティ&クリーン

蓄熱式ヒートポンプシステムの地域冷暖房では、危険物の貯蔵や大型燃焼機器が不要となり、都市災害の防止に役立つばかりでなく、大気汚染の原因となる窒素酸化物 (NO_x) や硫酸酸化物 (SO_x) などが一切発生せず非常にクリーンである。

* 都市排熱の有効利用

都市にさまざまな排熱がある。量的には莫大ですが温度的には比較的低く、従来利用されていなかった都市排熱も、熱回収型ヒートポンプシステムの採用で新しいエネルギーとして脚光を浴している。さらに、蓄熱槽を設備することにより一層の利用が図られる。

* すぐれた経済性

蓄熱槽で熱を蓄える蓄熱式ヒートポンプシステムは、機器容量の縮小が可能、契約電力も大幅に低減できる。

また、低コストの夜間電力の活用とさまざまな都市排熱の有効利用が可能。地域冷暖房にすぐれた経済性を実現している。

* 容易な運転管理

電気による地域冷暖房は、言うまでもなく全電気方式であり、運転管理の高度化が図れ、高精度な自動運転が可能メンテナンスの容易さも魅力である。

* 配管の熱損失軽減

約5～60度という比較的低温で送られる冷・温水の損失はわずかである。建物がセンタープラントから遠い場合には、約20～25度という地中温度に近い熱源水を送り、サブステーションのヒートポンプで冷暖房に必要な冷・温水をつくる。(図-6)

* 水資源の有効利用

ヒートポンプの採用は、冷温水の補給に必要な水の使用量を最小限に抑えることができる。

4.4 地域冷暖房に有利なエリア特性

電気による地域冷暖房を導入しやすい地域の特性としては表1に示すとおり、(1)高密度な計画である。(2)いろいろな用途の建物が混在している。(3)建設工程が明確である。(4)大規模な計画である。(5)計画的な開発である。(6)周辺に排熱などがある。(7)公共機関の協力が得やすい。(8)利用者の協力が得やすい。などが挙げられ、経済性に優れた省エネ型のシステム構築が可能であることから、今後このような地点を中心として地域冷暖房が積極的に推進されていくことになると考え

表1 電気による地域冷暖房を導入しやすい条件

(地域条件)	(地域冷暖房に有利な条件)
高密度な計画である	熱需要密度が高い 開発地区の単位面積あたりの熱負荷が高いほど、地域冷暖房は経済的となります
いろいろな用途の建物が混在している	1日の熱需要量が平準化される 熱の使用時間が異なる建物がプラントを共有することによって、機器の稼働率を高めることができます
建設工程が明確である	投資計画が明確となる 地域冷暖房は先行投資の大きい事業ですが、計画的に資金調達を行うことが可能となります
大規模な計画である	規模の集約化によるスケールメリットが得られる プラントが大規模になると経済的になります
計画的開発である	プラントスペース・配管スペースが確保できる 適切な位置にプラントスペースや配管スペースを設けることが可能となります
周辺に排熱などがある	省エネルギー型の地域冷暖房が可能となる ごみ焼却場などの排熱を活用することによって、極めて高い省エネルギーが期待できます
公共機関の協力が得やすい	計画の推進が円滑になる 計画から事業開始までの諸手続きや関連諸機関との調整が、円滑に進みます
利用者の協力が得やすい	熱販売計画が明確となる 計画的に熱販売量が予測でき、事業運営の見通しが明確となります

られる。

5. 都市排熱利用および当社の地域冷暖房計画 (事例)

近年の都市部での熱密度の増大によるヒートアイランド化と、NOx, CO2の発生量が増える傾向の中で都市排熱利用および地域冷暖房は将来のエネルギー、環境問題から見てその意義は大きく今後の一つの方向性をもつものである。以下に各々のモデルケースとして設備概要を紹介する。

5.1 都市排熱利用

(1)花の万博“咲くやこの花館”

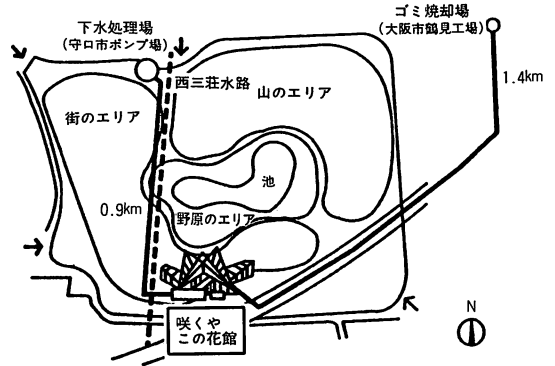


図-7 花の万博“咲くやこの花館”位置図

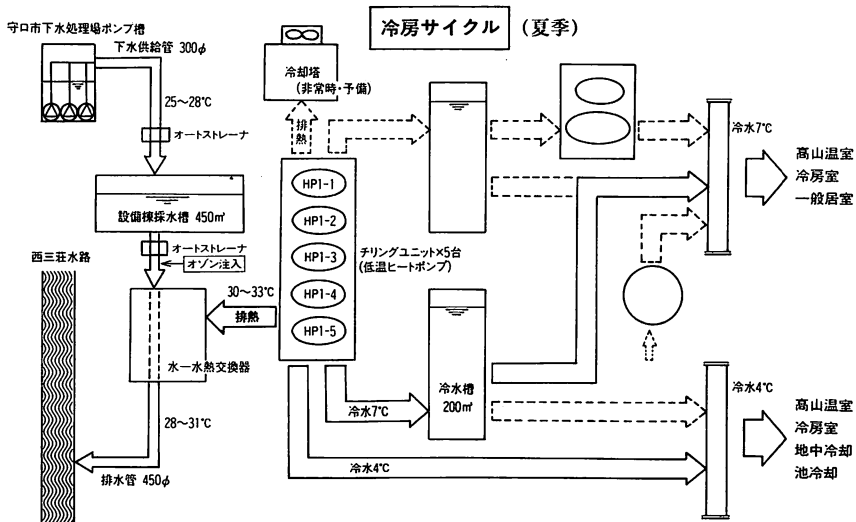
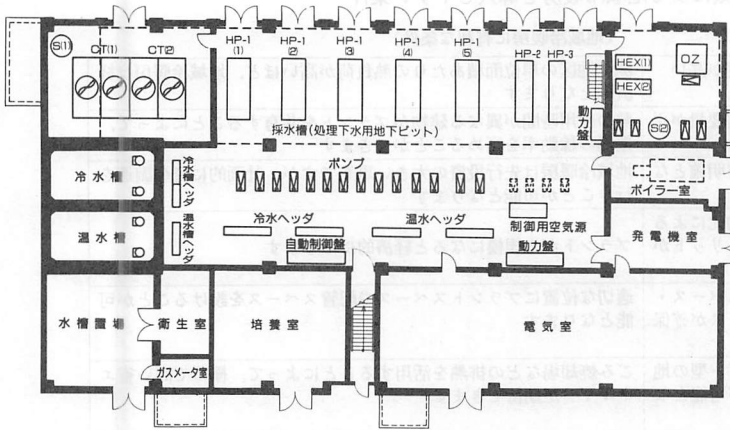


図-8 熱源システム概要図



熱源機器構成

HP-1	ヒートポンプチラー（レゾロ式 冷水水同時取出）	5基
	加熱能力 422,000kcal/H	
	冷却能力 390,000kcal/H	
HP-2	高温ヒートポンプ（ターボ式 80℃取出）	1基
	加熱能力 1,200,000kcal/H	
HP-3	高温ヒートポンプ（ターボ式 80℃取出）	1基
	加熱能力 800,000kcal/H	
OZ	オゾン発生装置	1基
	オゾン発生量 16.5g/H	
S	オートスターナ	2基
	処理能力 492m ³ /H	
HEX	水・水交換器	2基
	プレート式 材質チタン	
	熱交換量 730,000kcal/H	
CT	冷却塔（下水処理水停止時、バック・アップ用）	2基
	容量308トン	
採水槽	（処理下水用）	1槽
	設備棟 地下ピット、コンクリート水槽450m ³	
冷水槽・温水槽		各1槽
	冷水（4℃ 7℃）、温水（50℃）貯水用	
	設備棟内、温度成層形コンクリート水槽	
	容量 冷水槽 200m ³ 温水槽 200m ³	

図-9 熱源機器構成，配置図

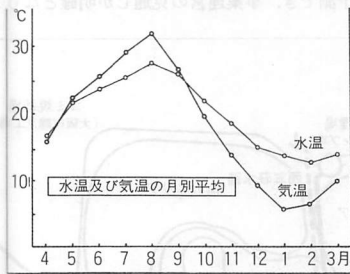
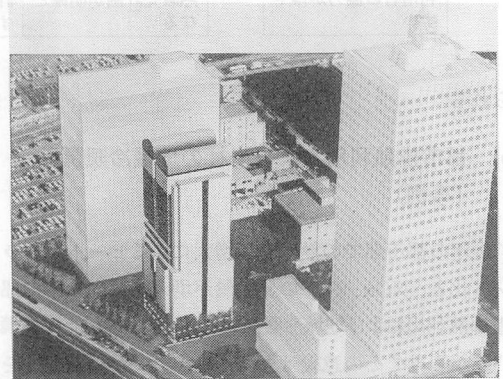


図-10 水温及び気温の月別平均



竹中工務店ビル 中之島プラザビル 中之島センタービル

図-12 地域冷暖房対象予定ビル

花の万博“咲くやこの花館”は、大阪市が事業主体となり建設された大温室であります。

本大温室の熱源設備の特徴は、その立地条件を生かし、隣接する守口市下水処理場の下水処理水を熱源としたヒートポンプシステムにより、都市排熱の有効利用を図っている。

＊地区概要

花の万博“咲くやこの花館”は、図-7に示すとおり大阪市鶴見区の鶴見緑地に位置し、花の万博開催期間中は会場の中核設備であった。

博覧会後も大阪市の恒久施設である。本施設の北側には守口市下水処理場が隣接している。

＊プラント概要

プラント概要は、図-8、図-9のとおりである。鶴見緑地の北側に、隣接する、守口市下水処理場の下水処理水を、約900m離れた設備棟まで、300mmの地中管路で導き、設備棟内水槽に貯水される。その

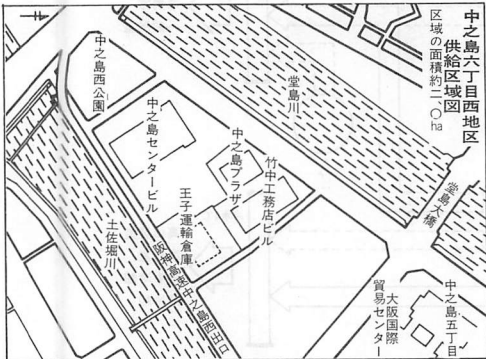
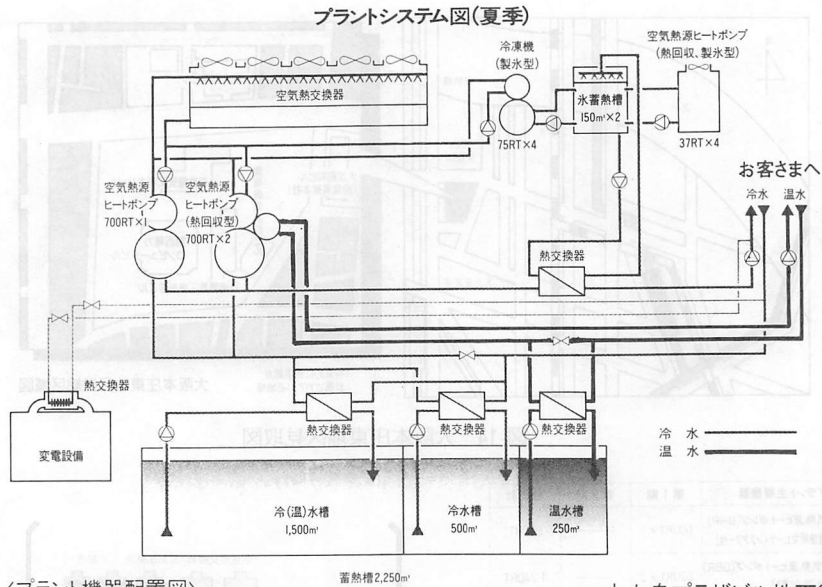


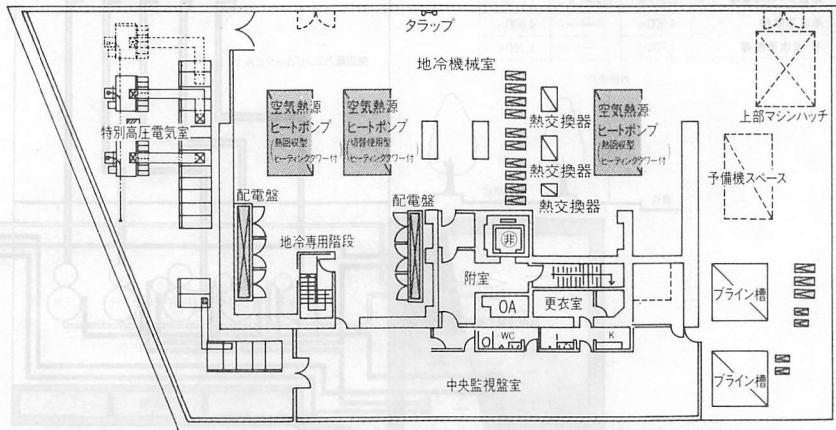
図-11 中之島西部地区見取図



〈プラント機器配置図〉

蓄熱槽2,250m³

●中之島プラザビル地下2階



プラント主要機器		当初	増設	最終
熱源設備	空気熱源ヒートポンプ	700RT x 1	—	700RT
	空気熱源ヒートポンプ (熱回収型)	700RT x 1	700RT x 1	1400RT
	空気熱源ヒートポンプ (熱回収、製氷型)	37RT x 2	37RT x 2	148RT
	冷凍機 (製氷型)	75RT x 2	75RT x 2	300RT
蓄熱槽	冷 温 水	1,500m³	—	1,500m³
	冷 水	500m³	—	500m³
	温 水	250m³	—	250m³
	水	150m³ x 1	150m³ x 1	300m³

図-13 プラントシステム概要

処理水は熱源機ヒートポンプの夏は冷却水として、また、冬は熱源水として熱利用されたのち、下水放流水路に排出される。

下水処理水は図-10の様に、外気温度に比べて夏は冷たく冬は暖かい特徴があると同時に井戸水のように濁水の心配もなく、ヒートポンプ熱源として、

安定した有利な熱源であります。

5.2 当社の地域冷暖房計画

前述のような電気による地域冷暖房の意義に基づき当社は、大阪市北区中之島六丁目西地区および同本庄東地区に地域冷暖房を計画し、それぞれ通産大臣から熱供給事業法に基づく事業認可を受けた。

(1)中之島六丁目西地区

* 地区概要

中之島西部地区は、図-11に示すとおり「21世紀の大阪」を担うシンボルアイランドにふさわしいインフラ整備として電気、熱、情報通信を一体とした、中之島西部全体の構想を提案中であるがその足がかりとして西端部の中之島六丁目西地区を対象に、図-12に示すとおり地域冷暖房を行うことにしたものである。

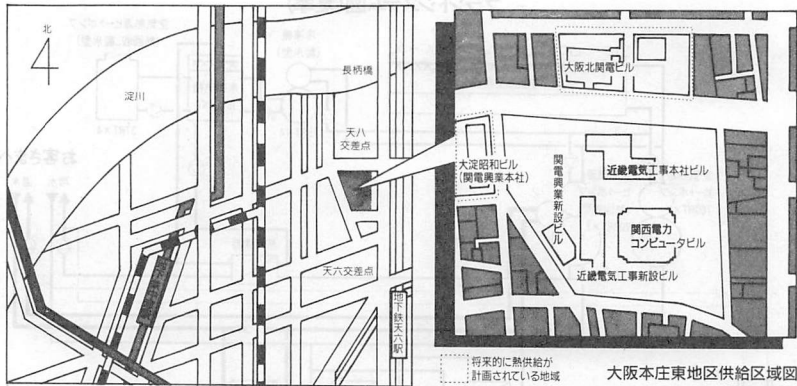


図-14 大阪本庄東地区見取図

プラント主要機器	第1期	第2期	合計
熱源機器			
空気熱源ヒートポンプ(BHP) 〔切替使用型ヒートポンプ付〕	600RT × 1	—	600RT
空気熱源ヒートポンプ(DBR) 〔熱回収型〕	620RT × 2	—	1,240RT
電動ターボ冷凍機 (TR)	600RT × 1	600RT × 1	1,200RT
蓄熱槽			
冷水蓄熱槽	4,600m ³	—	4,600m ³
冷・温水蓄熱槽	1,700m ³	—	1,700m ³

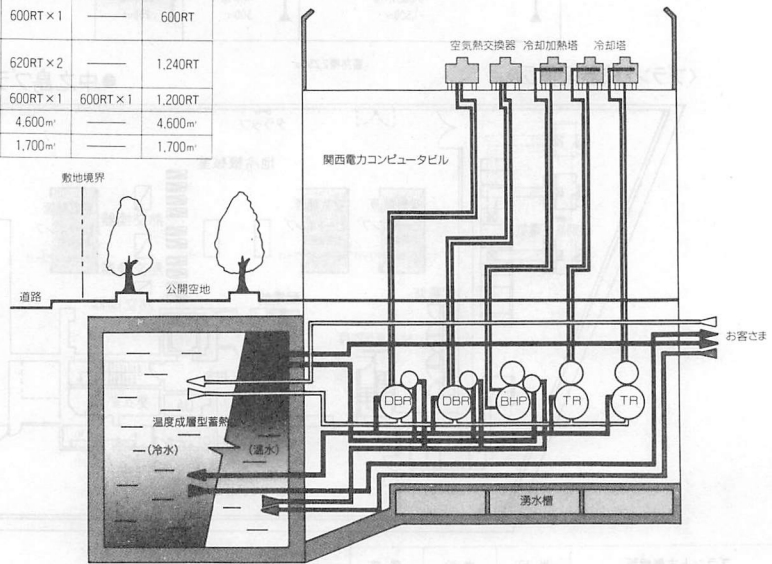


図-15 熱源機器構成、配置図

表 2 今後の技術、制度等の課題

技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> ・高効率ヒートポンプの開発 ・高温出力ヒートポンプの開発 ・高効率蓄熱技術の開発 (大容量水蓄熱, ケミカル蓄熱等) ・プラント運転の自動化と自己診断機能の確立 ・ヒートポンプの次媒 (フロン) 規制対策 ・その他コスト低減対策
制度上の課題	<ul style="list-style-type: none"> ・公的融資・補助金と税制等の優遇措置の拡大 (特に未利用エネルギー利用設備および地域導管設備など) ・地域導管の道路占用許可の簡素化 (電気・水道・ガスに準じる取扱) ・行政による地域冷暖房区域の指定 (大阪府以外の地域)

* プラント概要

プラント概要は、図-13のとおりである。心臓部に効率の高いヒートポンプと蓄熱槽を用いているほか、限られたスペースを活かすため氷の状態での夜間電力により熱を蓄える氷蓄熱システムを併用している。

特に中之島プラザの場合、プラントには流動性に富み微細なシャーベット状の氷 (大きさは100ミクロン程度) を製造して蓄える方法を採用している。

また、変電設備などの排熱を回収し有効に利用するシステムを形成しているが、今後さらに、中之島西部地区全体の地域冷暖房を行う時には変電所の排熱利用のほか、街の両側を流れる堂島川、土佐堀川

の河川水利用等さらに効率のよい地域冷暖房を実現したいと考えている。

(2)大阪本庄東地区

*地区概要

本庄東地区は、図-14に示すとおり大阪市の中心地である北区に位置しこの地区に、当社は、新ビル「関電コンピュータービル」を建設する。また、きんでん、関電興業においても隣接して新ビルを建設する計画が進み、この地区においても全電気方式の地域冷暖房を行うこととなった。

最終的には、周辺の概設ビル、再開発ビルにも供給を行う計画である。

*プラント概要

プラント概要は、図-15のとおりである。コンピューターセンターという中枢機能への熱供給を行うためその信頼度を確保することが重要なことから、バックアップ用の冷凍機を設置するなどのシステムの二重を図っているほか、コンピューター室ならびに受変電室の排熱を効率良く回収することにより、全ての温熱負荷をまかなうシステムを形成している。

また、公開空地の下部には槽構造が単純で温度分布が安定し、効率の高い温度成層型蓄熱槽を設置することとしている。

6. 今後の課題

技術課題としては、表2に示すとおり高効率ヒートポンプの開発、高効率蓄熱技術の開発などが挙げられる。また、制度等の課題としては、熱供給導管の道路占有や河川水利用などのスムーズな実施、街づくりとの一体化、公的融資や補助金、税制等優遇措置のより一層の拡大などが挙げられ、その充実が強く望まれる。

7. むすび

当社の熱供給事業等多彩な営業サービスは、まだ緒についたばかりである。しかし、今後ノウハウを蓄積し、より一層の技術開発等に努め、電気、熱、情報通信という都市インフラを中心とした複合的なサービスをもって、良好な環境を有する新しい都市づくりに積極的に貢献していく所存である。

