

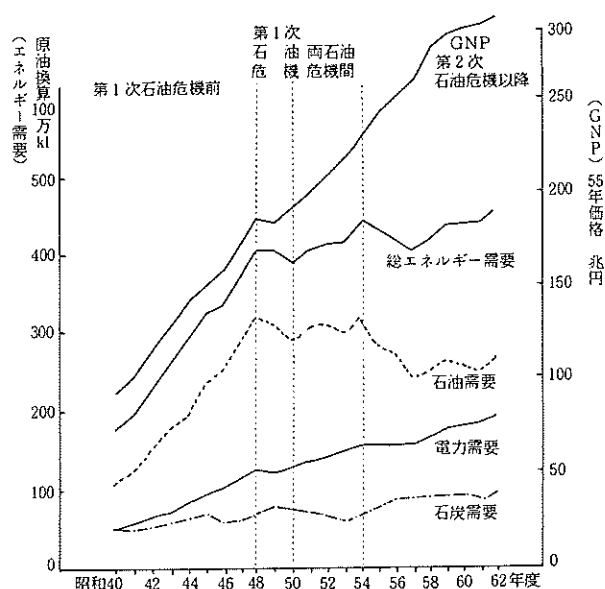
都市開発とエネルギーシステム

— 地域冷暖房 —

1. 都市エネルギーの需要動向

1973年の第1次オイルショック以降、日本のエネルギー需要は横ばい若しくは低下傾向にあった。それはオイルショックを契機とした省エネルギー施策の積極的な推進と国民意識への浸透が大きく効を奏した為と思われる。しかし1987年からエネルギー需要は再び増勢に転じ、エネルギー需要のGNP弾性値*はオイルショック以降初めて1.0を上まわることとなった。これは、円高によるエネルギー価格の低下と相俟った日本の内需主導型の景気回復を反映したものと考えられ、日本の経済構造に根ざす

図-1 エネルギー需要の変化



(出所) 昭和63年度版「省エネルギー便覧」

新たなエネルギー多消費傾向と見ることも出来る。このエネルギー需要の伸びは部門別に見ると、産業用及び民生用の伸びが大きい。民生部門に於いては国民生活のアメニティ指向による都市部での冷暖房を中心としたエネルギー消費が大きいものと考えられる。今後は第1次オイルショック以降の『我慢、節約』の省エネルギーから『合理的、経済的』な新しい省エネルギー構造を目指さねばならない。このような状況の中で地域冷暖房は、今後の都市エネルギーを有効に供給していく新しい都市エネルギーシステムとして重要な意味を持つと思われる。

表-1 エネルギー需要のGNP弾性値の変化

項目	年度 (昭和)					
	40~48	48~50	50~54	54~57	57~61	62
経済成長率	9.1%	1.7%	5.1%	3.5%	3.9%	4.2%
エネルギー需要年平均伸び率	11.1%	▲ 2.0%	3.4%	▲ 3.8%	2.4%	4.8%
エネルギー需要のGNP弾性値	1.2	▲ 1.2	0.7	▲ 1.1	0.6	1.1

(出所) 昭和63年度版「省エネルギー便覧」

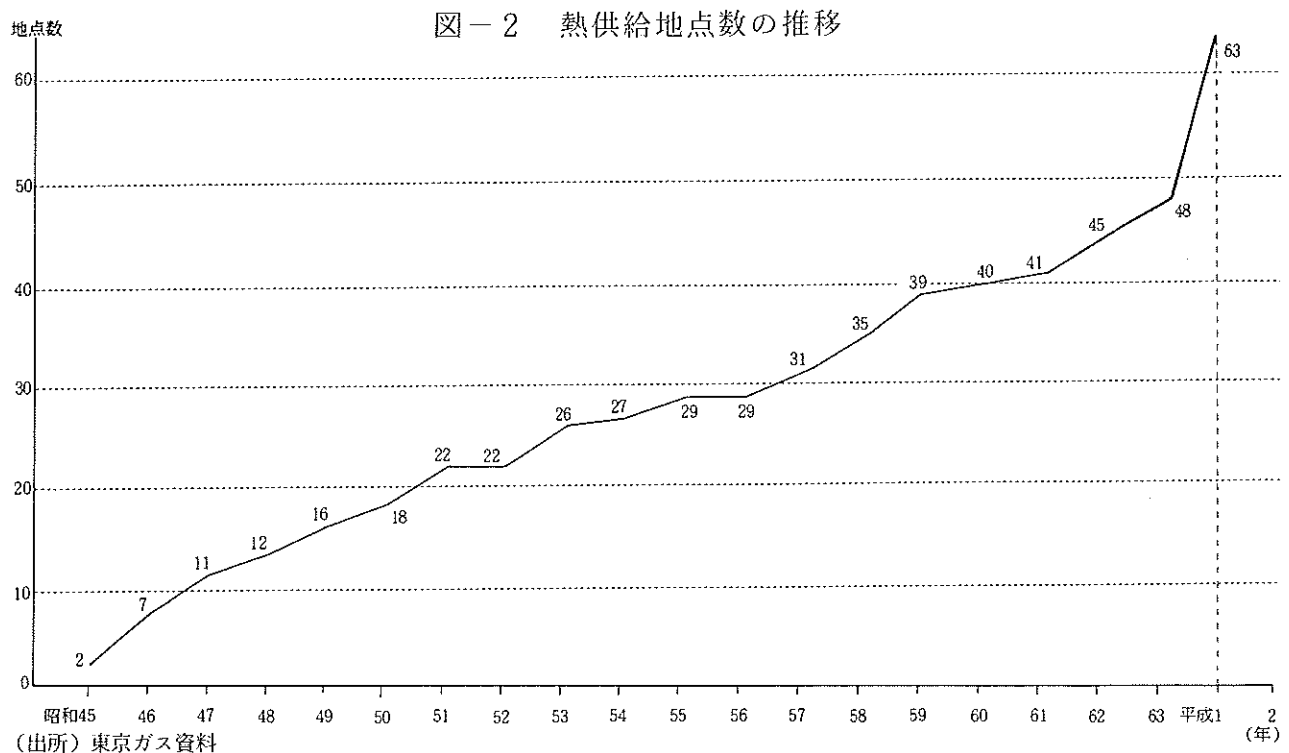
* エネルギー需要のGNP弾性値が1.0を越すということは、エネルギー需要の年平均伸び率が経済成長率を上回ったことを意味する。

2. 都市開発と地域冷暖房

(1) 地域冷暖房の歴史

地域冷暖房は、熱供給プラントより一定の地域内の建物に対し冷暖房又は給湯の為に冷水、温水、蒸気等を供給するシステムである。海外ではその歴史は古く、1875年にドイツのハンブルグで世界初の地域暖房が始まった。北欧の寒冷地に於いては、暖房設備は日常生活にとって不可欠であり、地域暖房は早くから都市基盤として整備されていったものと思われる。又、北欧の熱供給事業者には自治体が多く、都市部での普及率は50%以上にも達している。一方アメリカに於いても1877年ニューヨーク州ロックポートで蒸気供給が始まったが、冷房用に冷水供給を開始したのは1962年コネチカット州ハートフォードが初めてであり、ここで考える近代的な都市型地域冷暖房システムとしての歴史は約四半世紀になる。

日本に於ける地域冷暖房は1970年に大阪の万国博覧会および千里ニュータウンで開始された。又、東京都に於いては同年東京都公害防止条例が改正され、大気汚染防止を目的として地域冷暖房の規定が生まれ、翌1971年には新宿副都心に於いて熱供給が始まった。そして1972年に第3の公益事業として熱供給事業法が制定されたが、翌年の第1次オイルショックを契機にして停滞を余儀なくされた。1977年には東京都の「地域暖冷房計画推進に関する指導標準及び区域指定要綱」が制定され、制度上の整備も進んでいった。日本に於ける熱供給地点は平成元年現在63ヶ所であり、うち27ヶ所が東京都である。

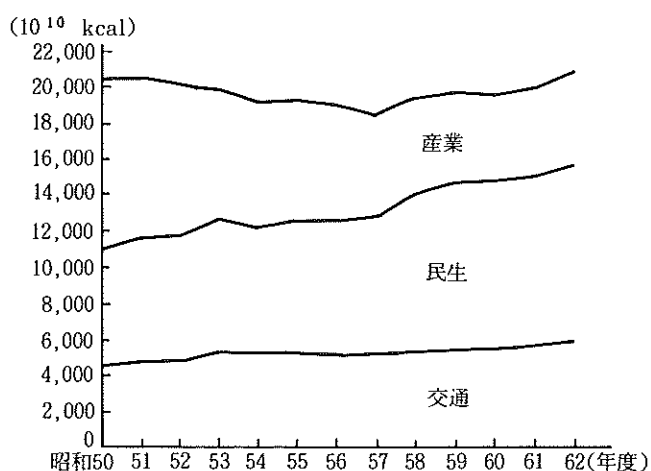


(2) 何故、今地域冷暖房なのか

熱供給地点数の推移を見ると1970年の地域冷暖房の開始以来毎年数件のペースで増加してきたが、昨年から急激な増加傾向にある。この地域冷暖房ブームともいえる現象は1985年以来の日本の内需拡大策による都市再開発、新市街地開発の活性化によるものと思われる。この社会経済環境の変化は、ビルの大型化やエネルギーの多消費構造をもたらした。又、国際化・複合化・都市化の波は空調の24時間化の傾向を一層強め、国民生活のアメニティ指向がより質の高い空調を要求するという状況の中で、都市に於ける熱需要は増大傾向を示しているのである。

日本のエネルギー需要構造の特徴の1つとして、民生用エネルギーのうち国民1人当りのエネルギー消費量が欧米諸外国と比べかなり低いということが挙げられる。これは欧米諸外国との気候的条件の違いによると共に、生活に対する快適性指向の差とも考えられる。国民生活が高度化する中で、シビルミニマムとしての都市施設がアメニティミニマムとして位置づけられつつあり、今後一層都市部でのエネルギー需要を増大させるであろうことは想像に難くない。

図-3 東京都のエネルギー消費量



(出所) 平成元年版 環境白書

ここで地域冷暖房の持つ一般的メリットを整理すると下記のようなになる。

1. エネルギーの有効利用
2. 環境保全
3. スペースの有効利用
4. 都市美観の向上
5. 安全性、防災性の向上
6. 開発計画の高付加価値化

このように多くのメリットを有する地域冷暖房だが、今後は安定した都市エネルギーシステムとして如何にエネルギー効率を高め、信頼性の高い熱供給力を確保するかが重要な課題である。

(3) 地域冷暖房を考える4つの視点

ここでは地域冷暖房の持つ種々のメリットをエネルギー政策、環境保全政策、都市政策、民間企業の4つの視点から考えてみたい。

1. エネルギー政策の視点

1.で見た通りエネルギーの需要は再び増加傾向にあり、新しい省エネルギー推進策としての効率的エネルギー需給構造への転換が図られねばならない。特に日本の1次エネルギーベースから最終エネルギーベースへの変換効率は諸外国と比較すると低い。その意味からも、マクロ的に見た1次エネルギーベースでのエネルギー消費量の低減を図らねばならない。例えば発電効率1つをとってみても、我々が電気という極めて高品質のエネルギーを手にする為に60~70%のエネルギーをロスしている訳である。

表-2 エネルギー変換効率の国際比較 (1986年)

単位：石油換算百万トン

	日 本	アメリカ	西ドイツ	イギリス	フランス
一次エネルギーベース	375.1	1,801.6	270.7	205.5	200.8
最終消費ベース	252.7	1,278.6	200.0	144.3	136.6
エネルギー変換効率	67.4%	71.0%	73.9%	70.1%	68.0%

日本の全エネルギーの海外依存度は80%を超えており、相変わらず脆弱な構造を呈している。国内でのエネルギー源の需要構造は昼夜間格差、季節間格差が大きく、エネルギー供給施設の稼働効率を高める手法を検討しなければならない。

電力では夏季の冷房需要が大きい季節には昼夜間比が40%程度であり、ガスに於いては暖房需要が大きい冬と中間期では季節比が50%程度になっている。これらの日格差、季節格差を縮小する為のエネルギー源のベストミックス策が必要であり、地域冷暖房のシステムを検討する上でも重要である。

図-4 電力の昼夜間格差の推移

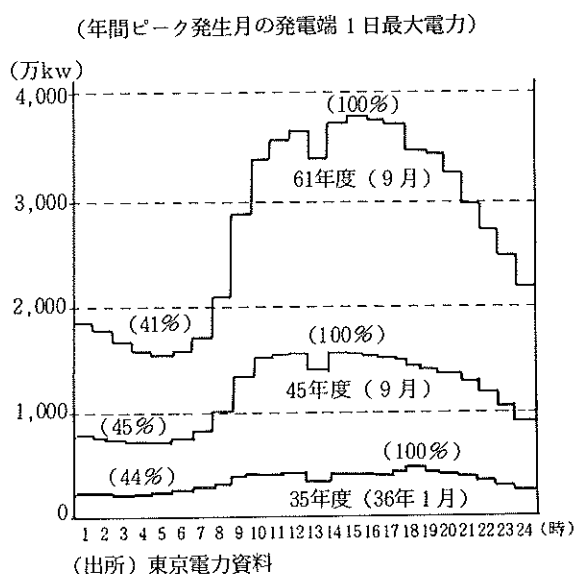
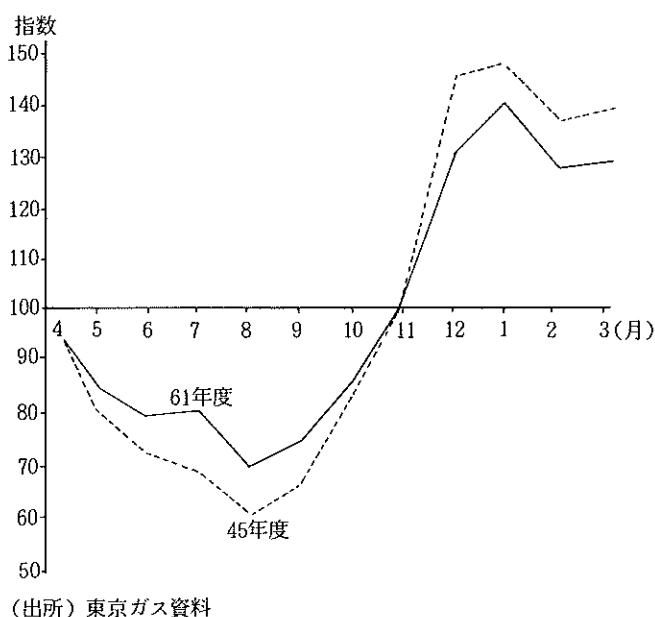


図-5 都市ガス需要における季節間格差



2. 環境保全政策の視点

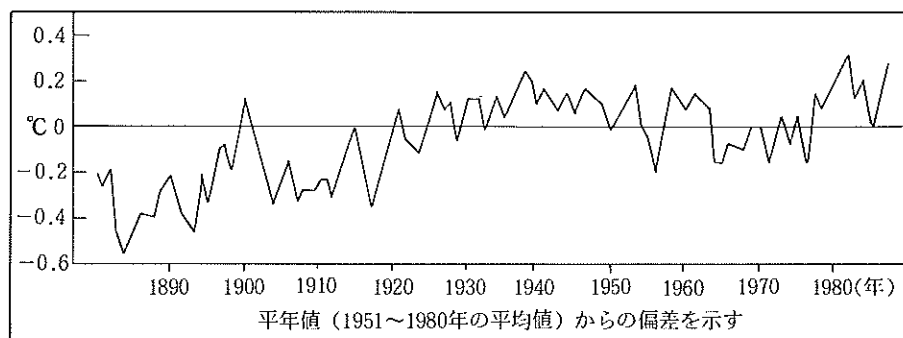
東京都に於ける地域冷暖房は、もともとビルの暖房用ボイラー等のばい煙による大気汚染防止を目的として出発した。しかし現在では、より一層深刻な地球環境問題が課せられている。それは地球温暖化の防止とオゾン層破壊の防止である。

地球温暖化は、温室効果と呼ばれる大気中の炭酸ガスが地表や海面から宇宙へ放射した熱を大気中に閉じ込める現象によると考えられ、図-6に示す通り全地球の平均気温は確実に上昇している。この温室効果の主犯である炭酸ガスは、主に化石燃料の燃焼時に発生し、現在の水準で燃やし続けると2030年には地球の気温が1.5~3.5度上昇し、海水面が1メートルも上昇するという予測もある。この炭酸ガスの排出量を削減する為には代替エネルギーの開発が必要であるが、それ迄に少しでも炭酸ガスの発生を抑制する為の一次エネルギーの消費量を減らす工夫が必要である。従って都市部に集積する熱需要を効率的に供給する都市施設として地域冷暖房が期待される訳である。

一方オゾン層の破壊は地上で放出されるフロンガス*が成層圏に達し、太陽光で塩素原子を切り離してその塩素がオゾンを分解すると言われている。オゾン層の破壊によって出来たオゾンホールは太陽の有害な紫外線が地表に達するのを阻止できずに、地上では皮膚ガンの発生など深刻な問題を引き起こす。この主犯たるフロンガスは極めて安定した性状を持っており、一旦大気中に放射されると何十年も消滅しないという。このフロンガスは半導体の洗浄や発泡材としてよく用いられているが、空調用の冷媒としても多用されている。空調用の場合は基本的には密閉系での使用であるので大気への放出の危険性は極めて少ないが、より嚴重な取扱いが必要である。大型冷凍機等でフロンガスを使用する場合も多く、地域冷暖房システムのように高度な管理体制のもとで使われることが望ましいということは言うまでもない。

*フロンガスはその分子構造によりオゾン層への影響度が大きく異なる。現在規制対象となっているのは、フロン11、12、113、114、115である。ターボ冷凍機や冷蔵庫に使われるフロンは11や12である。

図-6 全地球の平均気温の変化（年平均値）



(出所) 気象庁「異常気象レポート'89」

3. 都市政策の視点

地域冷暖房は都市計画法で「その他の供給施設」に位置づけられているが、欧米のような広域的なネットワークが形成されていない為に、日本では都市基盤としての認識は余り高くない。しかし、熱供給区域を指定する時には都市計画決定をする場合が多く、特に地域導管が公道上に埋設される為に、電気、水道、ガス、下水、電話等の他の都市施設との調整が必要とされる。今後は都市の安全性や防災性、景観の向上等の観点から、より一層良好な都市形成の手段として地域冷暖房が認識されるものと思われる。地域冷暖房導入推進の為に開発計画の初期段階に於て導入の検討が可能な都市計画上のルール作りや、プラントスペース、地域導管スペースの確保、熱需要家加入の為に仕組み作りが必要である。

4. 民間企業の視点

エネルギー政策、環境保全政策、都市政策という行政ニーズを受けて民間企業が地域冷暖房に積極的に取り組んでいく上でのインセンティブは整えられつつあるが、ここでは民間から見た地域冷暖房導入のメリットを整理してみる。

①開発主体者、ビル所有者として熱供給プラントを提供した場合

- 容積率アップによる有効賃貸面積が増加する。

*総合設計制度による容積率の緩和があり、東京都総合設計許可要項（昭和63年7月13日付）によると、公益施設等による割増容積率の限度は $(V_0/50+50)$ %である。 V_0 = 基準容積率

- プラントスペース賃貸により賃料が増加する。
- 空調熱源が無い為、熱源機器のインシヤルコスト、保守管理費、設備更新費が不要である。
- 空調熱源が無い為、契約電力の低減が図れる。

②熱需要家として熱供給地域に指定された場合

- 熱源スペースが不要で、スペースの有効利用が図れる。
- 空調熱源が無い為、熱源機器のインシヤルコスト、使守管理費、設備更新費が不要である。
- 空調熱源が無い為、契約電力の低減が図れる。

これらのメリットと共に下記の項目について検討を要する。

- プラントスペース提供分の建設コストが増加する。
- 建築プランニング上の制約、ビル改修時の制約となる場合がある。
- 既存ビルで熱供給を受ける場合、空調設備の改修費の負担や改修の時期が問題になる。
- 熱単価の経済性評価が各熱供給地点毎に異なり難しい。

3. 地域冷暖房の事業化（熱供給事業）

(1) 熱供給事業とは

熱供給事業は、1972年（昭和47年）に熱供給事業法が制定されてスタートし、その公益的性格から規模や事業内容等を細かく規定されている。一般的に地域冷暖房と言う場合、小規模の熱供給（5 Gcal/h未満）や大学構内等の特定需要家に対する熱供給も含むが、それらは熱供給事業には該当せず地点熱供給と称されている。地域冷暖房に関する諸法規としては下記の通りである。

1. 熱供給事業
2. 建築基準法
3. 都市計画法
4. 道路法
5. 東京都公害防止条例*

*東京都公害防止条例では暖房主体であるというその成立経緯から、地域冷暖房ではなく、地域暖冷房と表現されている。

(2) 熱供給事業の成立要件と事業特性

地域冷暖房を有利に事業展開する為には、熱供給計画地域が下記のような有利な地域条件に合うかどうか検討する必要がある。

1. 熱需要密度が高い。
2. 複合的用途の建物群の地域構成である。
3. スケールメリットの得られる規模である。

以上のような条件を具体化したものとして、東京都では昭和52年に「地域暖冷房計画推進に関する指導標準及び区域指定要綱」を制定している。その主な内容は

1. 計画床面積が30,000㎡以上では、地域暖冷房事業計画の立案とプラントスペースの確保が求められる。
2. 地域暖冷房計画の適正規模は、加熱能力が15Gcal/h以上（熱供給事業法では5 Gcal/h以上が対象）、又は供給床面積が20万㎡以上である。
3. 供給区域が容積率500%以上の商業地域を含むこと。

事業特性としては下記の点があげられる。

1. 公益事業として熱単価は認可制である。
2. 事業主体は経営の安定性を強く求められる。
3. 事業収支は単年度黒字3年、累積黒字5年程度で計画する。
4. 将来の需要家拡大計画の予測が難しい。

(3) 経済的な地域冷暖房計画手法

地域冷暖房の経済性評価を高める為には、年間所要経費の削減及び年間熱需要量の拡大が図られねばならない。

1. 年間所要経費の削減

①固定費…熱源設備容量の低減

地域配管の短縮化（地域配管は最大でも設備費の25～30％程度）

②変動費…ランニングコストの低減（排熱利用）

ピーク負荷を減らし、設備稼働率を高める

③優遇税制、低金利の融資の利用

2. 年間熱需要量の拡大

熱需要ピークの異なる建物を複合化して組み合わせることにより、プラントの稼働率を上げ熱回収を行う。

(4) 熱供給事業に対する導入促進助成策

1. 税 制

①法人税…経済社会エネルギー基盤強化投資促進税制

S. 63. 4. 1～S. 65. 3. 31に対象設備を取得し、取得後1年以内に事業の用に供する場合、取得価額の30/100の特別償却又は、取得価額の7/100の特別税額控除のいずれかを選択できる。対象設備は熱供給設備と熱供給受入設備（需要家へのインセンティブ）で製造設備は対象外である。

②固定資産税…課税標準の特例措置があり、課税標準額を当初5年間は1/3、次の5年間は2/3の額とする。

2. 融 資

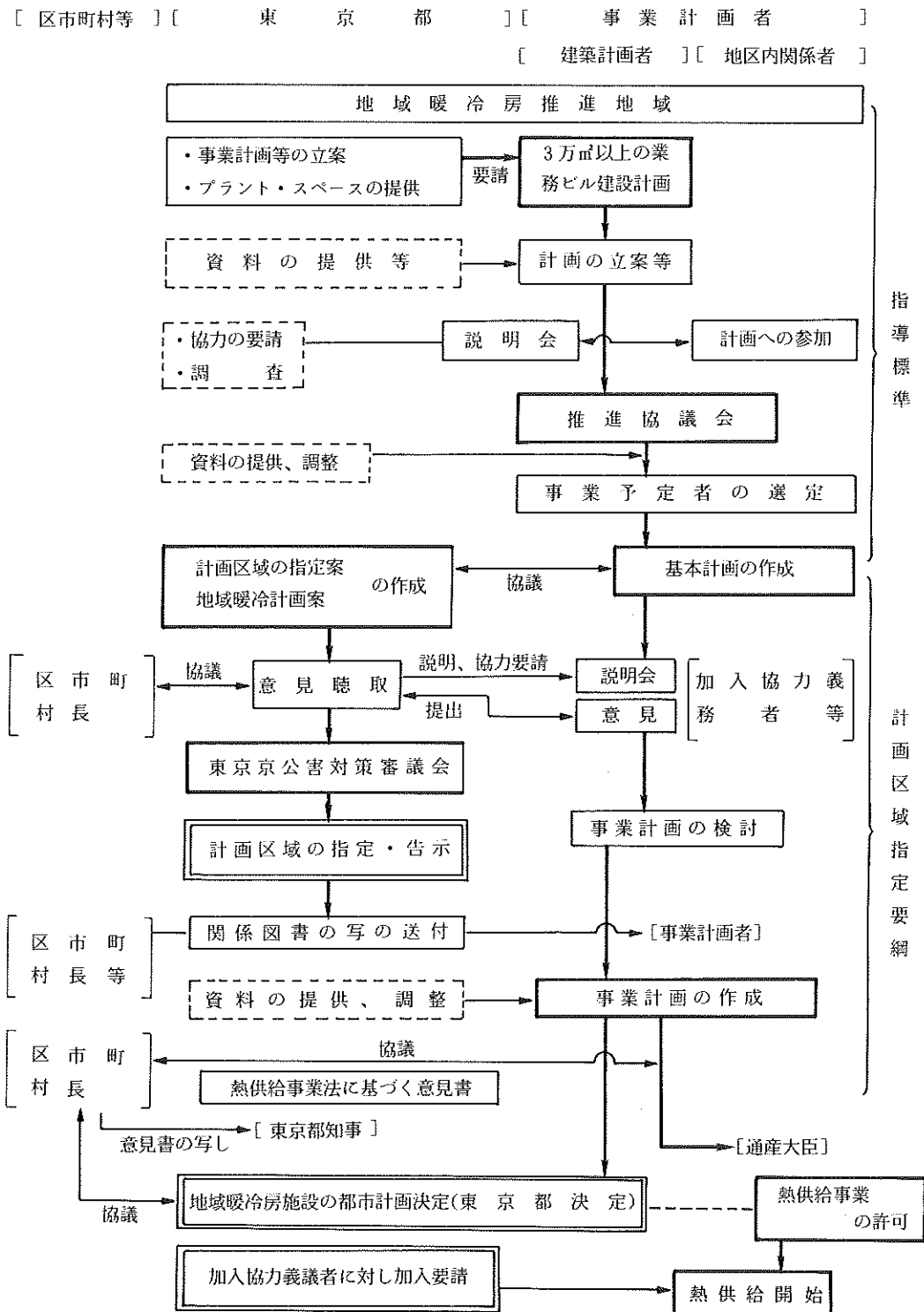
日本開発銀行、北海道東北開発公庫から工事費の40%に対し、特利3（平成1年4月現在で5.35%）で融資を受けられる。又、都市排熱を利用した熱供給事業に対しては、新エネルギー財団より長期プライムレートに0.5%を加えた利率から3%の利子補給を受けられる。

(5) 熱供給事業者

東京に於ける熱供給専門事業者は、主として当該開発の主体者やビル所有者である。近年ではエネルギー原価が安定しており、熱供給事業自体が比較的安定した経営環境

にあるので、ビル所有者自らが開発計画の付加価値を高める為にも、熱供給事業に資本参加すると思われる。公益事業としての性格から大幅な利益率確保は困難であるが、安定した事業として直接資本参加による関連事業展開も可能である。

図-7 東京都地域冷暖房計画推進フロー図



(出所) 日本地域冷暖房協会DHCパンフレット

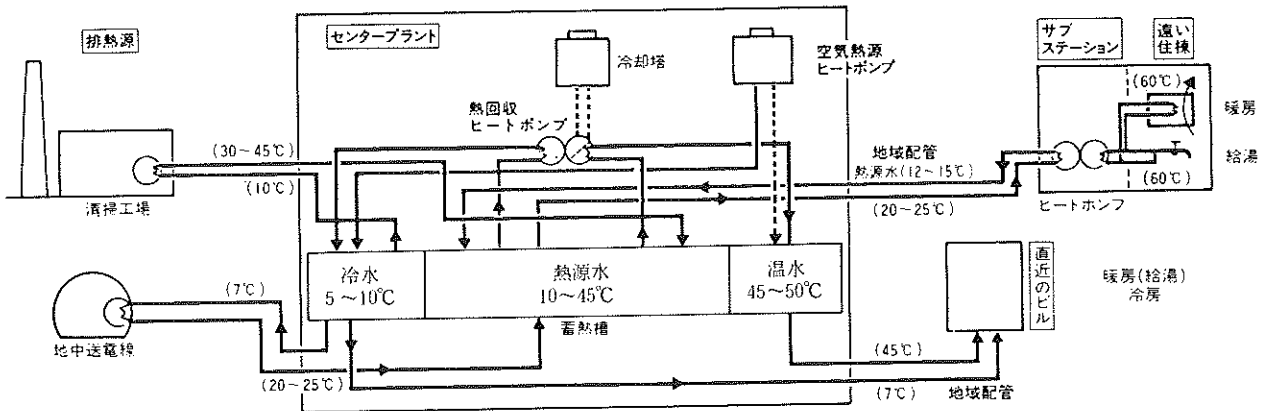
4. 地域冷暖房の実施例

地域冷暖房の分類には種々あるが、まずはその熱供給地域の特性によって都市型と住宅団地型に分類される。住宅団地型は寒冷地等で暖房主体の地域冷暖房である。ここでは都市型の地域冷暖房を電気、ガスという熱源エネルギー別に分類してそれぞれの概要と特徴をまとめてみよう。昭和63年現在の首都圏の熱供給地点37地点の内訳は電気方式10件、ガス方式25件、併用方式2件である。

(1) 電気方式

電気による地域冷暖房は、蓄熱式ヒートポンプ方式と言って夜間（22：00～翌8：00）に冷水、温水を製造して蓄熱槽に貯蔵し、昼間にそれを汲み上げて冷暖房に使うという方式である。電力会社にとっては昼間の電力需要のピークカットや負荷の平準化が図れるし、需要家にとっては安価な深夜料金で冷暖房が出来るというメリットを持っている。システムの特徴としては都市の中の排熱、例えば変電所、地中高圧ケーブル、地下鉄、下水、河川水等から熱回収が出来る点が大い。また燃焼機関がないのでクリーンで安全でもある。

図一 8 電気による地域冷暖房システムの例

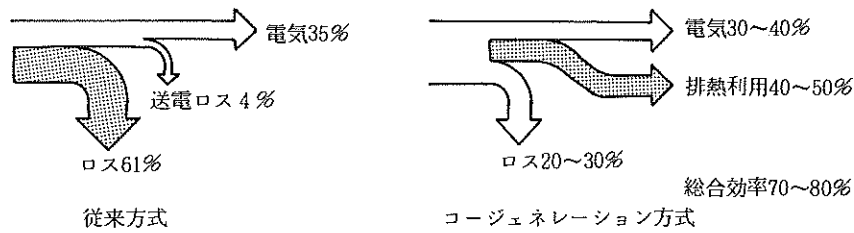


(出所) 東京電力資料

(2) ガス方式

ガスによる地域冷暖房は、ガスボイラーと吸収式冷凍機という組合せが一般的であり、冷水、温水または蒸気を熱媒とする。ガス需要は夏冬の季節格差が大きい為に、夏季の冷房用ガス料金は安く設定されている。最近の建物の負荷特性は冷房が大きく暖房が小さい為に、電気方式と比べると熱単価のフラットレートは高くなるが、暖房主体のような地域特性の地域冷暖房ではメリットがある。又、最近話題のコ・ジェネレーションという熱電併給システムでは、エネルギー効率が極めて高く電力需要と熱負荷のバランスがうまくとれれば、非常に経済的なシステムになると思われる。

図-9 エネルギー利用効率の比較



(出所) 熱供給事業に関する調査検討委員会報告書(昭和63年4月)

5. 今後の課題

地域冷暖房は、エネルギーの有効利用、地球規模の環境保全、良質な都市形成という今日的な重要課題に答える現代の申し子とも言える。都市開発が活性化の中で、都市開発と地域冷暖房は不可分の関係にあり、導入の為にインセンティブは徐々に整えられつつある。ここでは地域冷暖房の今後の展望及び政策的課題と技術的課題について考えてみたい。

(1) 政策的課題

日本に於ける地域冷暖房は熱負荷密度が高い都市部の拠点から導入されている。一方欧米の地域冷暖房は文字通り地域的、面的な広がりを見せている。今後、日本の地域冷暖房は都市への熱集積が進み、やがては面的地域冷暖房へと発展することが確実と思われる。従ってその場合の地域配管のネットワーク化、供給熱媒の整合性が重要な課題である。

地域冷暖房の導入推進の為に制度作りとしては、開発の初期段階に於て導入の可否を容易に検討できるようなガイドラインの作成や、プラントスペース、地域導管のスペース確保を容易にする都市計画上の配慮、低利融資、優遇税制の適用範囲の拡大、熱需要家の地域冷暖房加入の仕組み作りなどが必要である。

次にネットワーク化に関連して都市基盤としての認識も高まると思われるが、ネットワーク化が進めば進む程他の都市施設との調整が必要になる。防災的都市づくりの観点からもライフラインと同様に安全で信頼性の高い供給ルートの確保、その為の共同溝化や大深度地下を利用したローカルエネルギーシステム等も検討されねばならない。また、真の意味でのエネルギー有効利用の為に熱源のベストミックス化及び都市に豊富に存在すると思われる清掃工場、変電所、河川水、下水等の都市排熱の有効利用が重要である。そして今後開発計画の高付加価値化に伴い熱供給事業主体の多様化が予想されるが、都市施設としての認識が深まれば深まる程、公益事業としての経営の安定性や、熱供給の信頼性が求められると思われる。

(2) 技術的課題

政策的課題で挙げた地域配管のネットワーク化、都市排熱の利用技術、熱源エネルギーのベストミックス化等は全て技術的課題を包含している。

熱源システム側の技術的課題としては、コ・ジェネレーション技術の開発がある。熱電併給のオンサイト型エネルギー給供システムは熱と電気のバランスがとれれば極めて効率性の高いシステムであるが、現在のところ特定供給の範囲や系統連係、商用電源並の信頼性確保、環境への影響等の問題もあり、真に経済合理性に適うかどうかという検証が必要である。また、燃料電池という新技術は熱負荷と電力負荷のバランス上、より優れたコ・ジェネレーションシステムであるが、今後は小型軽量化とコストが課題であろう。

又、熱源プラントが大型化し、空調時間が24時間化する中でプラントの管理は一層高度化、長時間化するであろう。そして熱供給地点の増加と相俟ってプラントの群管理システムの開発が必要になろう。

一方、熱需要家の2次側システムの検討も重要である。今のところ地域冷暖房では熱需要家に対して需要家側でのシステム迄規定していないが、システム全体の効率性、信頼性を向上させる上で2次側の制御方式、熱供給条件等の検討を加える必要があり、2次側蓄熱システムも有効と思われる。

以上多くの課題を有する地域冷暖房であるが、今後の都市開発に於いてその重要性が増すことは確実であり、エネルギーの有効利用、地球規模の環境保全、良質な都市形成というその本来の重大な目標を達成する為には関係諸官庁、民間各社の協力が不可欠である。本レポート作成の為に調査を通じ今その方向への気運が極めて高まっていることを実感した。最後に、本レポート作成の為に資料提供及びヒアリングに応じて下さった下記の機関の皆様に感謝の意を表します。

建設省、通産省、環境庁、東京都
日本熱事業協会、日本地域冷暖房協会
日本開発銀行、新エネルギー財団
東京熱エネルギー、東電不動産管理、札幌エネルギー供給公社
東京電力、東京ガス、関西電力、大阪ガス
住宅・都市整備公団、竹中工務店、日本生命

(都市開発部：土堤内 昭雄)