

東京都心地区再生プランに基づく  
熱源ネットワークに関する研究

地域冷暖房、コージェネレーション、熱源ネットワーク

準会員○神原 伯典\*1 正会員 吉國 泰弘\*4  
正会員 山本 博之\*2 同 高橋 信之\*5  
同 柳沢 聡子\*3 同 尾島 俊雄\*6  
同 中島 裕輔\*3

1. はじめに

現在、東京駅周辺における都心地区では空間倍増計画に基づく地区計画が進められており、床面積の増加に伴いより大きなエネルギー需要が発生することが見込まれる。一方、海外の都市部では地域冷暖房(DHC)が拡大した広域熱供給網が都市インフラとして機能しており、高効率な運転が行われている。そこで、本研究では、都心地区(日本橋・八重洲・京橋・銀座)にネットワーク型地域冷暖房システムを提案し、省エネルギー性・環境保全性を評価する。

2. 東京都心地区再生プランによる増加後面積算定

2-1 敷地調査

図1に示すように対象街区(241街区)を指定容積率、基準容積率、地域特性および開発拠点の有無により5つに分類した。次に、表1に計画の概要及び計画容積率を示す。中央区の都税事務所における家屋課税台帳をもとに現状の用途別床面積(用途は住宅、業務、商業等8種)

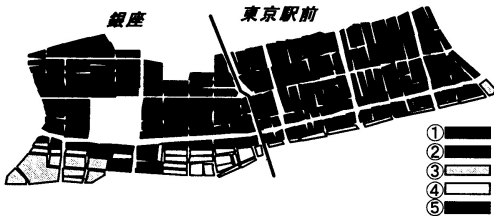


図1 街区の分類

を調査し、これと中央区の地区計画の手法から、計画に基づく建替後の容積率、用途別床面積割合を分類した街区別にそれぞれ設定した。

2-2 計画後面積の算定

図2に総敷地面積に対する建替え建物の敷地面積割合の想定経年変化を示す。まず、中央区の家屋課税台帳を基に、対象地区にある建物の建築年数・構造を調査した。次に、建替え年数を木造建築は30年、RC造・S造及びSRC造は50年と設定し、総敷地面積に対する建替え建物の敷地面積割合を算定した。これにより、2025年には75%の建物が建て替えられるものと想定された。図3に現

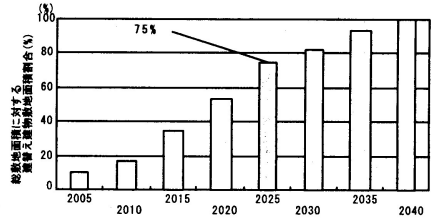


図2 建て替え建物経年変化

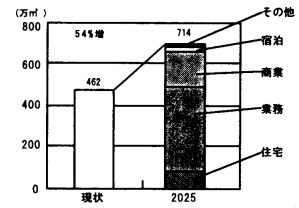


図3 延べ床面積

表1 計画概要

エリア		①		②		③		④		⑤											
断面図		●指定み開発型地区計画+高度利用地区 (容積率の倍増)		●指定み開発型地区計画+高度利用地区 (容積率の倍増)		●指定み開発型地区計画		●指定み開発型地区計画		●指定み開発型地区計画											
		①-銀		①-東		②-銀		②-東		③-銀		③-東		④-銀		④-東		⑤-銀		⑤-東	
街区の 選別	現状指定容積率(%)	800		700		700		600		600		600		600		600		約1360		1700	
	現状基準容積率(%)	800		700		480		480		360		360		360		360					
	計画後容積率和(%)	300		200		指定容積率まで利用可能		指定容積率まで利用可能		指定容積率まで利用可能		指定容積率まで利用可能		指定容積率まで利用可能		指定容積率まで利用可能					
	計画後容積率(%)	1,100		900		700		600		600		600		600		600		約1360		1700	
計画後 用途別容積率 設定方法	住宅	現状	現状	100	100	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2
	業務	残り	現+150	残り	現+残り/2	現状	現状	現状	現状	現状	現状	現状	現状	現状	現状	現状	現状	現状	現状	現状	現状
	商業	1100×1/2	現+150	1000×1/2	現+残り/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2	現+緩和/2
	その他	現状																			
計画 用途別容積率(%)	住宅	13	25	100	100	79	67	294	409	144											
	業務	519	812	282	597	359	467	217	814	900											
	商業	550	258	500	189	79	66	69	141	295											
	その他	18	5	18	13	83	0	20	0	361											

状及び計画後の延べ床面積を示す。これは建物が全て計画に基づき75%の敷地で建替えが行われるものとして、計画後の床面積を算定した。その結果、計画後の延べ床面積が現状より54%増加することが分かった。以降はこの値を計画後延べ床面積の設定値とした。

### 3. エネルギー需要量の算定

#### 3-1 熱供給エリアの設定

図4に示すように、対象地区を5つのゾーンに分割しそれぞれDHCが行われると設定した。ゾーン1、ゾーン3、ゾーン5は既存DHC地区を拡大したゾーンと設定した。ゾーン2は再開発拠点とその周辺地区、ゾーン4は銀座の商業地区と設定した。ただし、熱源のネットワークを蒸気による高温熱源ネットワークと設定するため、現在温水による熱供給が行われている銀座2・3丁目、銀座5・6丁目の一部の街区は除外した。敷地面積及び延べ床面積を表2に示す。延べ床面積の最も大きなゾーン1は、現在大手町にあるDHCプラントの供給床面積178万㎡と同規模である。プラント位置はゾーン1、ゾーン3、ゾーン5は既存のDHCプラントと同位置とし、ゾーン2は拠点開発地区の一角とし、ゾーン4はエリアの中心部となる街区に設定した。

#### 3-2 需要量の算定

各ゾーンの計画後用途別床面積から電力・熱需要量を算定した。冷熱、温熱、電力のピーク時需要量を表2に示す。ここで、温熱需要量に関しては第4章でDHCによる熱供給を吸収冷凍機、熱交換器を用いると設定するため、それらの機器効率を考慮した蒸気の需要量とした。その結果、温熱需要量に関しては、各ゾーンの用途構成の違いから、ゾーン1、ゾーン2では業務の需要量が多い2月、ゾーン3、ゾーン4では商業・業務の需要量が多い8月、ゾーン5では業務・住宅・宿泊の需要量が多い2月にそれぞれ需要量のピークがあることが分かった。このように、ピーク時間が異なることから、ネットワークを用いることで、他のゾーンのDHCプラント余剰能力を利用できることが考えられる。

### 4. 熱源ネットワーク型地域冷暖房システムの検討

#### 4-1 ネットワークルートの設定

DHC施設を結ぶ際、各DHC配管の末端同士を結ぶ方法と各DHCプラントを直接結ぶ方法が考えられる。本研究では、既存の研究<sup>2)</sup>より、各DHCプラントを直接結ぶ方法に設定した。そこで、DHCプラント間のネットワークルートは、プラントの位置から表3のように南北に伸びる道路別に4つのルートを想定した。その中で、地下鉄等の既存の地下利用が少なく、総延長が2.5kmと最も短い並木・柳通りルートを設定した。

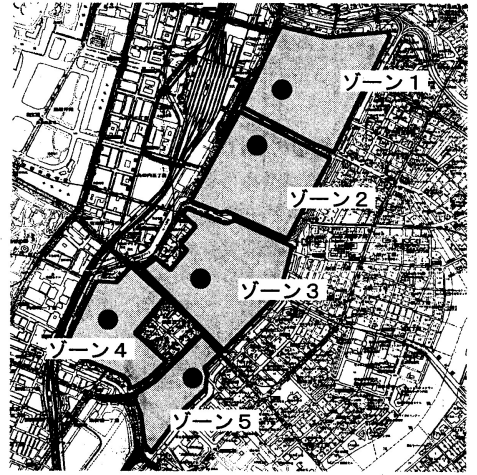


図4 熱供給エリアの設定

表2 各ゾーン面積及び需要量

	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	ゾーン4	ゾーン5
敷地面積 (万㎡)	20.3	17.3	19.4	14.7	9.1
延べ床面積 (万㎡)	183.9	165.0	171.4	125.2	68.8
ピーク時冷熱需要 (GJ/h)	381	352	341	268	125
ピーク時温熱需要 (GJ/h)	393	364	306	243	144
ピーク時電力需要 (MWh)	86.7	77.1	84.5	71.8	28.3
温熱需要ピーク時刻	2月 9時	2月 8時	8月 16時	8月 11時	2月 8時

表3 ネットワークルートの設定

並木・柳通り	総延長約2.5km
中央通り	地下鉄有り
昭和通り	地下鉄有り
昭和通り裏道	総延長約3.2km

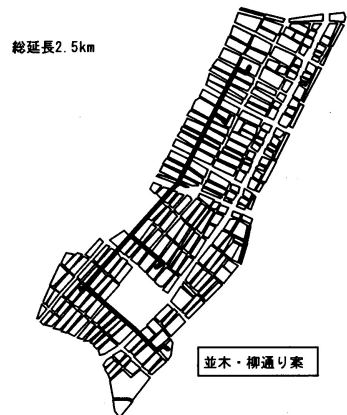


図5 ネットワークルートの設定

表4 熱供給システムの設定

	現状	typeA	typeB	typeC-1	typeC-2	typeC-3
CGS容量(MWh)	なし	なし	なし	77.1	60.5	77.1
補助ボイラ(GJ/h)	なし	なし	なし	233	233	205.6
CGS運転方法	なし	なし	なし	電主	最適運転	電主
DHC能力 (GJ/h)	冷却	125.9	157.8	1,467	1,115	1,115
	加熱	162.6	150.0	1,450	1,086	977

4-2 熱源ネットワーク型地域冷暖房システムの提案

表4に設定した熱供給システムを示す。まず、typeAは既存DHCエリアをDHCによる熱供給、その他を個別供給と設定した。typeBは分割した各ゾーンにそれぞれDHCを導入すると設定した。また、typeCは各ゾーンにDHCを導入し、さらにゾーン2のDHCプラントにコージェネレーションシステム(CGS)を導入し、ゾーン2をCGSの電力供給エリアと設定した。typeCはCGSを電主で運転するtypeC-1、CGSを最適運転するtypeC-2、ネットワークを利用しCGSを電主運転するtypeC-3の3つに設定した。その際、typeC-3のネットワークは蒸気による高温熱源ネットワークとし、ネットワークを利用することにより、電主で運転させたCGSの余剰排熱を他のゾーンで利用できるように設定した。さらに、需要量ピーク時には他のゾーンにある機器の余剰能力から熱を受け取ることができ、機器容量を下げることで設定した。また、typeC-2は余剰熱・余剰電力が出ない運転である。これは現在の特定電気事業法に基づくと実際には運転することができない方法であるが、CGSの運転方法として最適であると考え設定した。

エネルギー供給方式については図6に示す。ネットワーク型熱供給では、DHCのボイラ排熱、CGS排熱をそ

れぞれ他のゾーンで利用できるものと設定した。

機器容量は非ネットワーク型のtypeA、typeB、typeC-1、typeC-2では各DHC地区のピーク時の需要量と設定した。一方、typeC-3ではネットワークの利用により削減可能な機器容量を各ゾーンの非ネットワーク型の機器容量から均等に削減し、熱搬送ロスを考慮したものと設定した。

4-3 システムの評価

まず、図7から図10でネットワーク型システムの有効性を明らかにする。

図7、図8にtypeC-3におけるCGS排熱利用状況を示す。図7ではCGS電力供給エリアであるゾーン2の排熱利用量及び余剰排熱量を示している。この図から、電主でCGSを運転した場合、CGS排熱の約半分が余剰排熱となり効率が悪いことが分かる。一方、図8ではゾーン

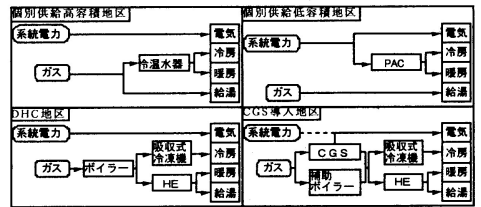


図6 エネルギー供給方式

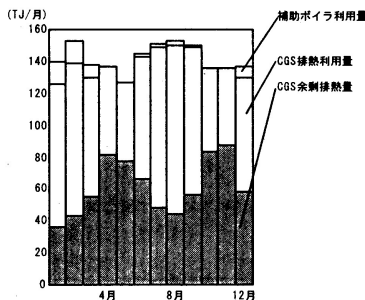


図7 CGS地区熱収支

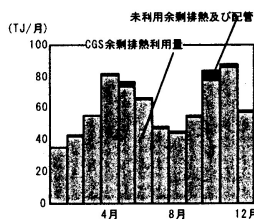


図8 DHC地区におけるCGS余剰排熱利用

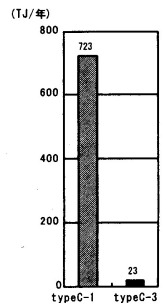


図9 CGS余剰排熱量

2で発生した余剰排熱がネットワークを通じて他のゾーンで利用される量を示している。ただし、余剰排熱は搬送ロスのある小さいゾーン1、ゾーン3、ゾーン4、ゾーン5の順に利用するものとした。この図から、余剰排熱の大部分が利用されることが分かる。以上のように、ネットワークをすることによって図9に示されるように年間では余剰排熱のうち98%が利用できることが分かった。

図10に非ネットワーク時とネットワーク時のピーク時の需要量を示す。ネットワーク時の需要量は各ゾーンの需要量からCGS余剰排熱利用量を引いた量であり、合計値がピークとなる2月の値を示したものである。この図から、ネットワークを利用することにより、負荷の平準化が可能であるといえる。このピークの需要量とネットワークによる搬送ロスからtypeC-3の機器容量を設定した。そしてこの値と非ネットワーク型のピーク需要量の合計であるtypeC-1の機器容量を比較すると10.3%機器容量を削減できることが分かった。

続いて、各システムを比較する。図11に投入一次エネルギー量を示す。その結果、typeC-3はtypeAと比較して11.3%投入一次エネルギーを削減でき、最も効果が大きい。

図12に環境負荷物質であるCO<sub>2</sub>・NO<sub>x</sub>・SO<sub>x</sub>の排出量割合を示す。typeC-3はtypeAと比較してそれぞれ69.4%・73.4%・61.2%排出量を削減できることが分かる。また、現状の排出量と比較しても、全ての環境負荷物質を削減できることが分かった。

このように、DHCにCGSを導入して熱源をネットワークすることにより、省エネルギー性、環境保全性およびDHC機器容量のいずれにおいても、最も効果が大きくなることが分かった。

## 5. まとめ

以上のように、東京駅前で地区計画に基づく床面積の増加に対し熱供給を行う場合、ネットワーク型の熱供給システムを導入することが最適であるという結果になった。これは、DHC熱源をネットワークすることにより余剰排熱及び余剰能力を最大限利用することが可能になるためである。また、環境負荷物質に関しては、現在の排出量と比較しても削減できることが分かったが、地球サミットで定められた、環境負荷物質削減に対しても大きく貢献できることが分かった。

今後の展望としては、未利用都市排熱やピーク時間の異なる熱供給エリアなどにネットワークを拡大することで、より高効率なシステムを計画し、同時に導入の促進を図ることが望まれる。

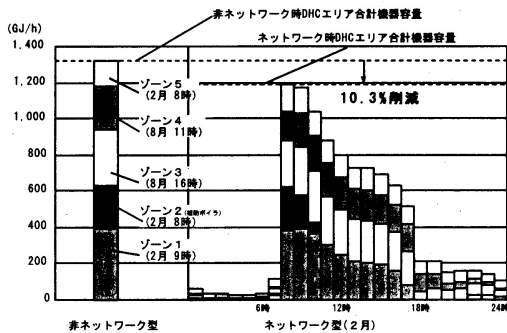


図10 ピーク需要量比較

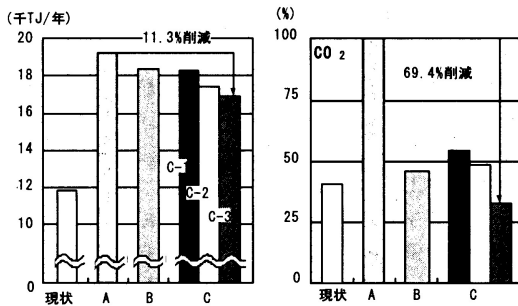


図11 投入一次エネルギー量 図12-1 CO<sub>2</sub>排出量割合

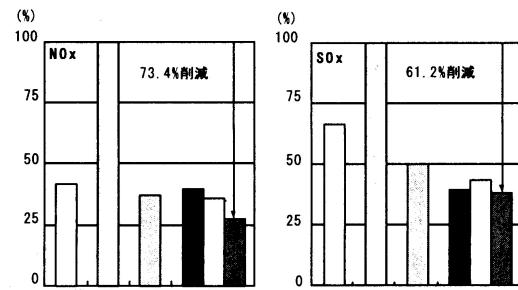


図12-2 NO<sub>x</sub>排出量割合 図12-3 SO<sub>x</sub>排出量割合

## 参考文献

- 1) 中央区「中央区家屋課税台帳」1989
- 2) ㈱JESプロジェクトルーム  
「東京都における広域冷暖房ネットワークのあり方に関する基本構想」1991
- 3) 社団法人空調調和・衛生工学  
「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画と評価」1994

\*1 早稲田大学

\*2 早稲田大学大学院修士課程

\*3 早稲田大学大学院博士課程・工修

\*4 早稲田大学個人助手

\*5 早稲田大学理工学総合研究センター助教・工博

\*6 早稲田大学教授・工博