ごみ焼却熱を活用した熱源ネットワークの構築に関する研究

— 東京副都心エリアにおけるケーススタディ —

RESEACH ON CONSTRUCTION OF ENERGY NETWORK
USED GARBAGE INCINERATION HEAT

藤木 洋徳*, 曹 鳴 鳳**, 尾島 俊雄***

Hironori FUJIKI, Mingfeng CAO and Toshio OJIMA

In this thesis, the current state of garbage incineration plants of 23 districts in Tokyo is studied. The use state of the garbage incineration heat was understood, 67% is generated, and the power generation efficiency of the turbogenerator is 18%. The domination of the heat supply was shown, the energy reduction effect is twice, and the CO₂ emission reduction effect is three times compared with the current state.

The heat supply piping network was assumed based on the result of existing research of each ministry, and the effects of energy reduction and CO₂ emission reduction were examined. All the generated steam of the garbage incineration plant cannot be used effectively for the existing DHC supply area, but it has been understood that the effects of both primary energy reduction and CO₂ emission reduction improve when the expansion of the supply area is assumed.

Keywords: Garbage incineration heat, District Heating and Cooling, Energy Network

ごみ焼却熱、地域冷暖房、熱源ネットワーク

1. はじめに

京都議定書の発効など地球環境への対応は喫緊の課題であり、エネルギー消費の多い都市部において早急な対応が求められている。この対応策として、「エコまちネットワーク整備事業」^{注1)}などを中心とした都市再生緊急整備地域において、都市開発と一体的に熱供給インフラを整備する等の環境負荷の削減対策を行うことで、都市環境改善の推進が図られている。

東京都では河川水・下水等の温度差エネルギーやごみ焼却熱などの未利用エネルギーが多く分布している。しかし、未利用エネルギー源の多くがエネルギー需要の高い建物高度集積地域とは離れた場所に立地しているために有効活用出来ていない。熱供給配管網を広域に整備することにより、未利用エネルギー源と熱需要発生地域との空間的な隔たりを解消することができ、未利用エネルギーの有効活用が可能となる¹⁾⁻³⁾。

これまで、清掃工場を熱源とする地域熱供給の可能性の検討^{4), 7)}が行われてきており、また、清掃工場排熱を利用した広域熱供給による有効性⁸⁾⁻¹²⁾が示されてきたが、ごみ焼却熱の発生特性、利用状況や清掃工場の発電効率について、

実績値に基づき詳細に検討されている研究報告例は少ない。

本研究では、まず東京都23区における近年のごみ焼却熱の特性、発電の現状についての実態調査を行った後に実績値を用いて、熱供給の優位性を明らかにする。その後、各省の研究成果¹³⁾⁻¹⁷⁾に基づき、ごみ焼却熱を活用した広域熱供給配管網（以降熱源ネットワーク）を仮定し、熱源ネットワークを整備することによるエネルギー削減効果、CO₂削減効果を検討する。尚、本研究における熱源ネットワークとは清掃工場から熱源プラントまでを直接繋ぐ導管と定義する。

2. 東京都23区における清掃工場の現状調査

東京二十三区清掃一部事務組合へヒアリングを行い、東京都23区における各清掃工場の詳細概要（建築概要、設備概要等）、ごみ焼却量、蒸気発生量、発電電力量、メンテナンススケジュール等のデータを入手した。

その実態の把握及びデータベースの作成、ごみ焼却熱を熱供給することの優位性の研究を行った。尚、今回入手したデータは全て2003年度の実績値である。

* 大阪ガス(株)

(当時、早稲田大学大学院修士課程)

** 早稲田大学大学院理工学研究科 博士課程

*** 早稲田大学理工学部建築学科 教授・工博

Osaka Gas Co., Ltd.

(Graduate School, Waseda Univ.)

Ph. D. Student, Graduate School of Science and Engineering, Waseda Univ.

Prof., Dept. of Architecture, Waseda University, Dr. Eng.

2.1 東京都23区における清掃工場の概要

2006年2月現在、東京都23区では22箇所の清掃工場が建設されており、19箇所の清掃工場が稼働中である。他の3箇所の内、2箇所（品川、葛飾）がプラント更新中、1箇所（世田谷）が建替中により運転を停止している。各清掃工場の概要を表1に示す^{18)・19)}。これら全ての清掃工場には発電設備が設けられており、ごみ焼却熱を利用した発電が行われている。また、現在稼働中である清掃工場19箇所中、15箇所において高温水、蒸気等を熱媒体とした熱供給がされており、その内、有明清掃工場、光が丘清掃工場では地域冷暖房への熱売却を行っている。

2.2 東京都の焼却排熱の利用方法

東京都のごみ焼却排熱²⁰⁾の利用方法を大きく分類すると次のようになる。

- ① ごみ発電
- ② 工場に隣接した地元還元施設への熱供給（無料で提供している）
- ③ 地域冷暖房（熱を有料で供給している）
- ④ 清掃工場内で使用する熱（冷暖房、給湯ほか）
- ⑤ 焼却に必要な熱源（燃焼用空気予熱器の熱源ほか）

2.3 清掃工場におけるごみ焼却の特性

(1) 年間・月別ごみ焼却量

各清掃工場の年間焼却量を図1に示す。各清掃工場間で

表1 東京都23区における清掃工場の概要

施 設		竣 工	規模 (炉基数)	発電機出力 (kW)	蒸気温度 (℃)	蒸気圧力 (Mpa)	焼却排熱の利用状況
稼 働	渋谷	2001年7月	200t/24h (200t×1)	4,200	400	4.10	場内温水 場内蒸気 場内発電 場外発電
	光が丘	1983年9月	300t/24h (150t×2)	4,000	280	2.21	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電 その他
	多摩川	2003年6月	300t/24h (150t×2)	6,400	400	4.39	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電 その他
	足立	2005年3月	700t/24h (350t×2)	8,750	400	4.08	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電 その他
	有明	1995年12月	400t/24h (200t×2)	5,600	300	2.75	場内温水 場内蒸気 場外温水 場外蒸気 場内発電 場外発電
	豊島	1999年6月	400t/24h (200t×2)	7,800	300	3.14	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電
	練馬	1992年9月	600t/24h (300t×2)	1,500	214	1.72	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電 その他
	杉並	1982年12月	900t/24h (300t×3)	6,000	290	2.28	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電 その他
	大田第一	1990年3月	600t/24h (200t×3)	12,000	300	2.75	場内温水 場内蒸気 場内発電 場外発電
	大田第二	1990年3月	600t/24h (200t×3)	15,000	300	2.65	場内温水 場内蒸気 場内発電 場外発電
	目黒	1991年3月	600t/24h (300t×2)	11,000	300	2.65	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電 その他
	千歳	1996年3月	600t/24h (600t×1)	12,000	300	3.04	場内温水 場外温水 場内発電 場外発電 その他
	江戸川	1997年1月	600t/24h (300t×2)	12,300	300	2.84	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電 その他
	墨田	1998年1月	600t/24h (600t×1)	13,000	300	2.65	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電
	北	1998年3月	600t/24h (600t×1)	11,500	280	2.75	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電
	港	1999年1月	900t/24h (300t×3)	22,000	300	2.79	場内温水 場内蒸気 場内発電 場外発電
	中央	2001年7月	600t/24h (300t×2)	15,000	400	3.95	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電
	板橋	2002年11月	600t/24h (300t×2)	13,200	400	3.89	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電 その他
	新江東	1998年9月	1800t/24h (600t×3)	50,000	300	2.75	場内温水 場内蒸気 場外温水 場内蒸気 場内発電 場外発電
更新	品川	2006年3月	600t/24h (200t×3)	15,000			場内温水 場内蒸気 場外温水 場内発電 場外発電 その他
	葛飾	2006年12月	500t/24h (250t×2)	13,500	216	2.06	場内温水 場内蒸気 場外温水 場外蒸気 場内発電 その他
建替	世田谷	2007年12月	300t/24h (150t×2)	15,000			場内温水 場内蒸気 場外蒸気 場内発電

年間ごみ焼却量が大きくばらついていることが分かる。また、各清掃工場の月別ごみ焼却量を図2、年間焼却量に対する月別焼却量の割合（月別ごみ焼却量パターン）を図3に示す。清掃工場の焼却量は各月で大きく変動しており、その変動パターンが各清掃工場で大きく異なっていることが分かる。これは、清掃工場で行われる毎年数十日間の焼却炉のメンテナンスによるものである。東京都23区全体のごみ処分能力が極端に低下しないよう、各清掃工場で異な

図1 各清掃工場の年間ごみ焼却量

図2 各清掃工場の月別ごみ焼却量

図3 各清掃工場の月別焼却量パターン

図4 全焼却炉のメンテナンス延べ時間の内訳

るメンテナンススケジュールが組まれているため、各清掃工場の変動パターンが大きく異なっている。

(2) 焼却炉のメンテナンス

各清掃工場における全焼却炉のメンテナンス延べ時間の内訳を図4に示す。各焼却炉は毎年オーバーホールが行われ、定期的な中間点検や予備炉が設置されている。凡例に表示している調整期間とは、ごみ不足による調整期間を意味している。内訳を見てみると、オーバーホール、中間点検、予備炉調整がメンテナンス期間の大部分を占めている。次いで故障による休炉期間が多く、想定外のトラブルにより年間数日の休炉期間が発生している。ごみ焼却熱を活用した地域熱供給を行う際に、このような予想外のトラブルが発生すると熱供給事業に大きな支障となる。1箇所清掃工場ではなく、複数の清掃工場を組み込んだ熱供給システムを構築することが、リスクの回避策として有効である。

また、炉数別運転日数^(注2)を図5に示す。各清掃工場では安定したごみ処理を行うため、全炉停止期間を少なくする必要がある。そのため各焼却炉のメンテナンス期間がずれるように設定されており、図5のように全炉停止期間は短くなっている。その中、DHCへ熱供給している清掃工場では、熱供給事業への支障を極力避けるため、中間期に集中してメンテナンス期間が設けられている。

2.4 清掃工場における蒸気発生量及び発電量の現状

(1) 清掃工場における蒸気発生量

各清掃工場の蒸気発生量、タービン投入蒸気量、発電電力量の実績値を表2に示す。全発生蒸気量のうち、平均67%がタービンへ投入され、発電し、その効率は平均18%である。発生蒸気全体の利用率^(注3)は12.6%にすぎない。

(2) 清掃工場における発電量

現在稼働中の東京都23区の清掃工場が全て発電設備を有しており、所内利用分電力および売電分電力を発電している。また、現在プラント更新中および建替中の清掃工場に関しても、リニューアル後に発電設備を導入することが決定している。

表3は各清掃工場の年間電力利用状況を示す。発電した電力を所内で消費しきれず、一般電気事業者への売電を

図5 全焼却炉年間炉数別運転日数^(注2)

表2 各清掃工場における年間発生蒸気利用状況

清掃工場	全蒸気発生量 (t/年)	タービン投入蒸気量 (t/年)	発電電力量 (kWh/年)	タービン発電効率 (%)	全発生蒸気利用率 ^(注3) (%)
渋谷	171,412	116,003	23,213,600	22%	13.1%
光が丘	240,535	139,057	18,491,930	16%	9.5%
多摩川	189,221	129,629	26,182,840	23%	13.6%
足立	289,479	196,197	33,954,920	20%	16.3%
有明	388,746	287,801	16,025,210	7%	4.9%
豊島	342,843	264,809	36,067,730	16%	12.4%
練馬	312,818	175,398	11,871,680	9%	4.4%
杉並	356,595	178,849	26,978,400	18%	8.5%
大田第一	489,812	104,833	15,259,922	17%	13.0%
大田第二	423,903	425,693	69,226,900	20%	12.0%
目黒	468,523	282,294	42,381,002	18%	11.5%
千歳	545,143	384,116	61,932,370	19%	14.5%
江戸川	484,667	314,552	55,916,674	21%	15.3%
墨田	596,710	404,142	67,826,930	20%	16.3%
北	539,320	325,313	52,178,430	19%	13.1%
港	698,987	480,831	79,991,700	20%	15.3%
中央	562,195	400,326	77,632,110	22%	16.1%
板橋	532,574	340,340	69,536,160	23%	15.0%
新江東	1,702,361	1,290,923	204,480,168	19%	15.5%
合計(平均)	9,335,844	6,241,106	989,148,676	18%	12.6%

表3 各清掃工場における年間電力利用状況

清掃工場	自家消費電力量(発電分) (kWh/年)	売電電力量(発電分) (kWh/年)	受電電力量 (kWh/年)
渋谷	13,772,320	9,441,280	1,272,400
光が丘	16,038,950	2,452,980	1,771,200
多摩川	22,231,540	3,951,300	3,759,820
足立	15,604,520	18,350,400	3,247,880
有明	15,559,850	465,360	10,649,680
豊島	25,984,778	10,082,952	1,513,440
練馬	10,232,408	1,639,272	438,168
杉並	18,467,760	8,510,640	3,481,560
大田第一・二	83,936,622	550,200	15,989,600
目黒	22,396,202	19,984,800	777,840
千歳	16,835,410	45,096,960	1,729,200
江戸川	24,423,394	31,493,280	1,036,800
墨田	22,376,130	45,450,800	2,214,800
北	28,324,430	23,854,000	3,071,600
港	37,338,012	42,653,688	1,014,900
中央	29,348,270	48,283,840	496,800
板橋	66,033,160	3,503,000	15,590,800
新江東	79,143,768	125,336,400	2,536,800
合計	548,047,524	441,101,152	70,593,288

行っている。所内利用電力量は平均で約55%、売電電力量は平均で約45%である。

2.5 発生蒸気を熱供給することの優位性

清掃工場における発電量、蒸気発生量、蒸気エンタルピーなどのデータを用いて発生蒸気を熱供給することの優位性を示す。尚、本研究では、代替発電所として、エネルギー削減効果の算出の際には火力発電所、CO₂削減効果の算出の際には全電源及び火力発電所を想定している^{注4)}。

各清掃工場における蒸気タービン入り口での蒸気のエンタルピーは、稼働中の清掃工場（2006年2月）、蒸気1kgあたり675kcal～770kcalで平均727kcal、殆ど一定である。

発生蒸気を発電に利用した場合、清掃工場のボイラにより製造される蒸気1tを清掃工場のタービンへ投入することで、東京都区部清掃工場の平均で、156kWhの電力が発電できる。仮に156kWhの電力を一般電気事業者の保有する火力発電所で発電したと想定すると、その際に必要な一次エネルギーはHHV基準で1.54GJとなり、発電に伴い排出されるCO₂は108kg-CO₂、全電源平均で59kg-CO₂となる。すなわち、現状の清掃工場にて発生する蒸気1tあたりの投入一次エネルギー削減量は1.54GJであり、蒸気1tあたりのCO₂削減量は、火力と比較した場合108kg-CO₂、全電源と比較した場合59kg-CO₂とみなすことが出来る。

清掃工場から発電せずにDHCプラントへ熱を供給した場合を想定する。蒸気1tによりDHCプラント^{注5)}は冷熱を2.21GJ、温熱を1.12GJ供給することが可能となる。そこで、仮にこの冷熱、温熱をDHCプラントで製造した場合、必要な投入一次エネルギー（都市ガス）はHHV基準で3.87GJであり、それに伴い排出されるCO₂は198kg-CO₂である。清掃工場にて発生する蒸気1tあたりの投入一次エネルギー削減量を3.87GJ、蒸気1tあたりのCO₂削減量を198kg-CO₂とみなすことが出来る。

以上のことから、熱供給として活用した場合、発電に比して約2.5倍の投入一次エネルギー削減効果があり、火力平均CO₂排出係数を用いた場合約1.8倍、全電源平均CO₂排出係数を用いた場合約3.4倍のCO₂削減効果がある。

各清掃工場に対して、発生蒸気をタービンへ投入し発電を行ったケース（現状）とその蒸気分全てを熱供給したケース（提案）を想定し、両ケースにおける投入一次エネルギー削減量とCO₂削減量を示したのが図6、図7である。試算した結果、投入一次エネルギー削減効果は、現状と比較して、熱供給した方が2.0倍の効果を示す結果となった（全清掃工場平均）。また、CO₂削減効果は、火力平均CO₂排出原単位を用いると現状の1.5倍の削減効果があり、全電源平均CO₂排出原単位を用いると現状の3.0倍の効果を示す（全清掃工場平均）。発電効率の違いなどにより各清掃工場ではばらつきはあるものの、全ての清掃工場において、発生蒸気を発電に利用するよりも熱供給に利用できれば一次エネルギー削減量、CO₂削減量ともに向上することが分かった。

図6 熱供給した場合と発電した場合の一次エネルギー削減量

図7 熱供給した場合と発電した場合のCO₂削減量

図8 東京都区部における清掃工場・DHCの分布

3. 熱源ネットワークの検討

清掃工場の排熱を直接DHCに利用できれば、省エネルギー、CO₂削減に大きく寄与することが分かったので、その可能性を以下に検討する。

3.1 熱源ネットワークの仮定

図8に東京都区部における清掃工場と既存DHCプラントの

図9 仮定した熱源ネットワーク

分布を示す。ネットワーク導管敷設費用や導管内の熱損失²¹⁾を考慮し、既存DHCプラントに隣接している清掃工場を選定する。ネットワーク導管のルートは、エコまちネットワーク整備事業及び各省研究会^{13) - 17)}の研究成果に基づき仮定する(図9)。熱源ネットワークの対象とする清掃工場は、豊島、渋谷、日黒、港、品川清掃工場の5箇所である。

3.2 供給熱媒体

図9に仮定したネットワーク周辺の既存DHCプラント16箇所(図中番号1~16)を表示している。そのうち、蒸気を媒体として温熱供給が行われているプラントが12箇所、温水を媒体として温熱供給が行われているプラントが4箇所、温水と蒸気の2つを媒体として温熱供給が行われているプラントが4箇所存在する。この周辺地区におけるDHCの年間温水販売量の合計が161(TJ/年)であり、年間蒸気販売量の合計が、1,548(TJ/年)^{22), 23)}である。つまり、このエリアにおけるDHCの内90%以上が蒸気供給方式である。

3.3 供給先蒸気需要量と清掃工場蒸気発生量

供給先である既存DHCプラントの蒸気需要量を把握するため、各DHCプラントへアンケート及びヒアリング調査を行い、取得したデータ(2004年度の実績値)を表4に示す。

既存DHCプラントを熱源ネットワークの供給先として、仮に清掃工場の発生蒸気を熱供給する場合、図10のように、DHCの蒸気需要量に対する清掃工場の発生蒸気を多く、ごみ焼却熱を有効に使いきることができない。そこで清掃工場の発生蒸気を有効に使うためには供給先を増やし、熱負荷を増大させる必要がある。

熱源ネットワークは計画段階から運用段階に至るまで、1、2年という短い期間ではなく、10年以上の長期を有す

表4 各DHCプラントの取得データ概要

No.	設備概要	製造熱量				燃料使用量				備考
		年間	月別	日別	時刻別	年間	月別	日別	時刻別	
1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは季節別の特定期間のみ
2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは8760時間分
3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは季節別の特定期間のみ
4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは季節別の特定期間のみ
6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは8760時間分
7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは季節別の特定期間のみ
8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは季節別の特定期間のみ
9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは季節別の特定期間のみ
10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
11	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは季節別の特定期間のみ
12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは季節別の特定期間のみ
13	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは8760時間分
14	○	○	○	○	○	○	○	○	○	時刻別データは8760時間分
15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
16	○	○	○	○	○	○	○	○	○

図10 既存DHC蒸気需要量と清掃工場全蒸気発生量

表5 将来DHC供給エリアの延床面積(仮定)

ネットワーク導管からの範囲	用途別延床面積(m ²)					
	事務所建築物	専用商業施設	教育文化施設	厚生医療施設	宿泊・遊興施設	住宅施設
200m	2,885,973	1,229,022	251,492	47,967	291,493	2,015,900

図11 DHC供給エリア蒸気需要量と清掃工場発生蒸気

る。そこで近い将来新設されるであろうDHCプラントも考慮に入れた上で熱源ネットワークを想定する。将来DHCの供給エリアとして、地域冷暖房推進地域を選定する。

地域冷暖房推進地域に該当する地域として、法定容積率が400%以上の近隣商業地域、商業地域及び準工業地域、都市計画法により再開発促進地区²⁴⁾と定められた地域が挙げられる²⁵⁾。

将来DHCの供給エリアは、仮にネットワーク導管(池袋~品川)から200mの範囲に当たる地域冷暖房推進地域(既存DHC供給エリアを除く)を想定する。そのエリア内の建物データを抽出し、地区内の建物全てに冷温熱を供給する

ことを想定し、新設DHCの蒸気需要量を算出する。

将来DHCの供給エリアの延床面積は表5に示す。供給エリア内の建物全てに対して冷房・暖房・給湯のための地域熱供給を行うものとし、各建物の延床面積に熱負荷原単位²⁵⁾を乗じてエリア内における年間熱需要量を算出した。図11にDHC供給エリア（既存DHCと将来DHC）の蒸気需要の累積負荷曲線を示す。供給先を増やすことによって、清掃工場発生蒸気を有効活用できることがわかる。

4. ごみ焼却熱を活用した熱源ネットワークの評価

DHC側では、清掃工場の排熱を活用した場合、排熱分の蒸気を製造する必要がなくなるため、投入一次エネルギー、及びその際発生するCO₂を削減することが予測できる。

（1）蒸気有効利用率

DHCでは、清掃工場の発生蒸気を優先的に利用するものとする。8760時間分の有効利用可能な清掃工場蒸気量を合計した結果を表6に示す。有効利用率が増加することが分かった。

（2）熱供給した場合の一次エネルギーとCO₂削減効果

清掃工場側での発電した場合の投入一次エネルギー削減効果（代替火力発電所）、CO₂削減効果（代替全電源及び火力発電所）との差を仮定した熱源ネットワークの省エネ及び省CO₂効果と見なす（表6）。供給先を増やすことによって投入一次エネルギー及びCO₂の削減効果が向上することが分かった。

5. まとめ

本研究では、東京都区部の清掃工場の現状調査を行い、蒸気発生量、タービン投入蒸気量、発電電力量、蒸気エンタルピー、メンテナンススケジュール、メンテナンス時間の内訳等の実績データを分析することによって、以下の知見を得られた。

- 東京都区部における全ての清掃工場には発電設備が設けられており、ごみ焼却熱を利用した発電が行われている。清掃工場全体年間全蒸気発生量のうち、67%がタービンへ投入され、年間全発電量のうち、55%が自家用、45%が一般電気事業者への売電を行っていることが分かった。
- 現状調査より得られた実績値を用いて、東京都区部清掃工場のタービン発電効率は平均18%となる。但し、発生蒸気全体の利用率は12.6%に過ぎない。
- 発生蒸気を熱供給することによる投入一次エネルギー及びCO₂削減効果は大きいことが分かった。発電に比して、約2.0倍の投入一次エネルギー削減効果がある（全清掃工場平均）。CO₂削減効果は、火力平均CO₂排出原単位を用いると現状の1.5倍があり、全電源平均CO₂排出原単位を用いると現状の3.0倍の効果を示す結果となった（全清掃工場平均）。
- 各省研究成果に基づき、東京副都心部（池袋～品川）において熱源ネットワークを仮定し、清掃工場の発生

表6 供給エリア拡張時の清掃工場蒸気有効利用率（仮想値）

供給エリア範囲	0m	200m
	（既存DHC）	（既存DHC+将来DHC）
蒸気有効利用量(TJ/年)	2,412	3,486
蒸気有効利用率(%)	55%	80%
エネルギー削減量(TJ/年)	1,004	2,101
CO ₂ 削減量(火力平均)(t-CO ₂ /年)	5,411	61,438
CO ₂ 削減量(全電源平均)(t-CO ₂ /年)	83,829	139,855

蒸気を熱供給した場合の投入一次エネルギーとCO₂削減効果を検討した。既存DHC供給エリアに対して清掃工場の全発生蒸気を有効利用しきれないが、仮に200mまで供給エリアの拡張を想定した場合、投入一次エネルギー及びCO₂削減効果ともに向上することが分かった。

注

- 注1) エコまちネットワーク整備事業：都市再生緊急整備地域内において、熱導管等の整備計画及びCO₂削減量などの整備効果を明示する都市環境負荷削減プログラムを策定・公表する場合に、以下の施設整備等に要する費用について補助する。
 ①都市環境負荷削減プログラム策定に要する費用
 ②都市環境負荷削減プログラムに位置付けられた施設の整備費用・複数の熱供給プラントを連携するための熱導管、熱交換器及び付帯施設
 ・都市排熱を処理するための熱導管、熱交換器及び付帯施設
- 注2) 多摩川は平成15年7月1日からのデータである。
- 注3) 場内の蒸気使用量及び場外への熱供給量が少ないため、ここでは発電電力量からみた発生蒸気の利用効率である。
- 注4) 各種係数

火力発電所発電効率(%)	36.6	改正省エネ法(経済産業省令第101号)、2004年10月6日)
都市ガス発熱量(MJ/Nm ³)	46.046	東京ガス株式会社ホームページ(2006年2月現在)
CO ₂ 排出係数	全電源(kg-CO ₂ /kWh)	0.378 「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」、2002年12月
	火力(kg-CO ₂ /kWh)	0.69 「中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会中間取りまとめ」、2001年7月
	都市ガス(kg-CO ₂ /m ³)	2.36 東京ガス株式会社ホームページ(2006年2月現在)

- 注5) ここでのDHCプラントの熱源システムとしては、COP0.85のボイラとCOP1.2の吸収冷凍機によるシステムを想定し、熱需要家としては、全て業務用施設を想定している。また、凝縮水還り温度を80℃としている。（参照原単位：コンパクトエネルギーシステムの開発）
- 注6) 東京都地域冷暖房推進に関する指導要綱：東京都地域冷暖房推進に関する指導要綱 第3条

参考文献

- 内田鉄平他：主要都市における未利用エネルギー活用可能性の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1分冊、pp. 553～556、1998
- 経済産業省資源エネルギー庁：総合資源エネルギー調査会第7回新エネルギー部会報告書、2001.6
- 建設省都市局：都市熱源ネットワーク、建設省都市局、1997.3
- 東京都都市計画局：都市熱源ネットワーク整備基本計画調査、1998.3
- 社団法人日本地域冷暖房協会：欧州熱源ネットワーク事情調査報告書、1999.4
- 垂水弘夫、早川一也、藤井修二：清掃工場における利用可能排熱量の推定(その1)都市排熱の地域冷暖房への導入に関する研究、日本建築学会計画系論文報告集第347号、pp. 11～20、1985.1
- 垂水弘夫、藤井修二、久保猛志、早川一也：清掃工場を熱源とする地域熱供給問題の検討(その2)都市排熱の地域冷暖房への導入に関する研究、日本建築学会計画系論文報告集第378号、pp. 28～37、1987.8
- 財団法人エンジニアリング振興協会：高温水広域ネットワークシステムの具体化に関する調査研究、2000.3
- 財団法人エンジニアリング振興協会：高温水広域ネットワークシステムの具体化に関する調査研究、2001.3
- 西口智也、三浦昌生：ごみ焼却排熱からみた埼玉県における地域冷暖房導入の可能性、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 667～668、1997.9
- 稲葉剛一、佐土原聡、吉田聡：東京湾岸地域における広域熱供給ネットワークの導入効果に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 719～720、2000.9
- 小松渚、吉田聡、佐土原聡：品川区における街区特性を考慮した未

- 利用エネルギーの有効活用システムの検討に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 721~722, 2000. 9
- 13) 財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター: 広域エネルギー利用ネットワークシステム開発エネルギーシステム設計技術の研究『エコ・エネ都市のシステム化研究』平成12年度成果報告書, 2001. 3
- 14) 財団法人省エネルギーセンター: 東京地区におけるトータルネットワークシステムの評価研究, 2001. 3
- 15) 新エネルギー・産業技術総合開発機構: 広域エネルギー利用ネットワークシステム (エコ・エネルギー都市プロジェクト), 2002. 3
- 16) 日本環境技研株式会社: 東京・名古屋地区における広域熱供給ネットワークケーススタディ, 2002. 3
- 17) 国土交通省都市・地域整備局: 既成市街地における面的整備事業に係るエネルギーの有効利用方策検討調査, 2006. 3
- 18) 東京都二十三区清掃協議会: 23区清掃とリサイクル2005, 東京都二十三区清掃協議会, 2005. 9
- 19) 財団法人廃棄物研究財団: ごみ焼却施設電子台帳及びデータベース平成15年版, 2005. 4
- 20) 石川禎昭: ごみ焼却排熱のおもしろ科学, 理工図書, 1997. 6
- 21) 岡田旭郎: 地中埋設管の損失熱量と温度降下の概略計算法, 1972. 5
- 22) 社団法人日本地域冷暖房協会: 地域冷暖房技術手引書, 社団法人日本地域冷暖房協会, 改訂新版, 2002. 11
- 23) 社団法人日本熱供給事業協会: 平成16年度版熱供給事業便覧, 社団法人日本熱供給事業協会, 2005. 12
- 24) 東京都都市整備局: 東京都における市街地再開発事業の概要, 東京都都市整備局, 2005. 11
- 25) 尾島俊雄研究室: 建築の光熱水原単位, 早稲田大学出版部, 1995. 6

(2006年10月10日原稿受理, 2007年5月25日採用決定)