

S-3 脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案
手法の確立に関する総合研究プロジェクト

3. 都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減策導入効果の評価

(5) 都市系バイオマスと未利用エネルギーの活用によるエネルギー削減効果

東京大学

大学院工学系研究科都市工学専攻 荒巻 俊也

<研究協力者> 東京大学 大学院工学系研究科都市工学専攻 石井 暁
先端科学技術研究センター 栗栖 (長谷川) 聖

[要旨] 清掃工場の排熱を利用した地域冷暖房システムについて、横浜市の清掃工場を対象として建物情報を用いた詳細な熱需要解析からCO₂削減ポテンシャルを推定するとともに、全国の清掃工場についても1kmメッシュ単位の地理情報を用いた同様の解析を行って、それぞれCO₂削減ポテンシャルを推計した。CO₂削減ポテンシャルの推計にあたっては、建設時に特にCO₂排出負荷が高いと考えられる配管敷設を考慮した。その結果、横浜市では排出削減ポテンシャルは6.4~15[万t-CO₂/yr]で、横浜市の全CO₂排出量の0.33~0.76%、全国ではCO₂削減ポテンシャルが49~280万[t-CO₂/yr]で、日本全体のCO₂排出量の0.04~0.22%を占めた。また、木質資源フローに関する政策によるCO₂削減効果を推計するためのフレームを構築した。

[キーワード] 清掃工場排熱、地域冷暖房、CO₂削減ポテンシャル、木質資源、物質フロー解析

1. はじめに

将来の脱温暖化社会におけるエネルギー源として、バイオマス資源の利用が期待されている。バイオマス資源には、厨芥や下水汚泥などの都市廃棄物系バイオマス、建設廃棄物や製材所廃棄物に含まれる木質バイオマス、エネルギー作物や早成樹などの栽培系バイオマスなどがあるが、それぞれに嫌気性発酵によるバイオガス生産、発酵などによる液体燃料化、焼却などによる発電・熱回収などの技術オプションが考えられる。さまざまな技術オプションの導入によりどの程度温室効果ガスの削減に貢献できるのか、それが将来の社会経済状態の変化に伴いどのように変わっていくのかについて統合的な解析が必要となっている。

また、都市の未利用熱の有効利用も温室効果ガス削減にむけた有効な対策と考えられている。清掃工場や変電所、地下鉄などの排熱、下水や河川水の熱エネルギーの利用などが未利用熱として考えられているが、どの程度の利用可能性があるかを正確に検討するためには、発生地点(供給)と需要の空間的な関係が特に熱利用を行う際には重要となる。

前年度までに、本研究グループでは都市廃棄物系バイオマスのメタンガス化についてそのポテンシャルと温室効果ガス削減効果の解析、バイオエタノールについて全国レベルでの建設発生木材や栽培系バイオマスによるバイオエタノール製造ポテンシャルの推定、東京都区部を対象として開発した下水流下と地域冷暖房プラントの運用モデルによる下水熱を用いた地域冷暖房システ

ムの導入効果の解析を行ってきた。

2. 研究目的

本年度は未利用バイオマスエネルギーの一つである清掃工場排熱を対象として、横浜市および全国の清掃工場において地域冷暖房システムにより利用した場合の CO₂ 排出削減ポテンシャルを推定した。また、昨年度の建設発生木材や栽培系バイオマスによるバイオエタノール生産ポテンシャルの成果をふまえて、木質資源フローに関わる政策による CO₂ 排出削減効果を評価するためのフレームを構築した。

3. 研究方法

清掃工場排熱利用の地域冷暖房の導入効果の解析にあたっては、まず焼却排熱の賦存量と、清掃工場周辺の焼却熱供給先として利用可能量の大きい業務および家庭部門の建物熱需要を推定した。また、熱供給に必要な配管の敷設による CO₂ 排出量 (LCCO₂) を考慮し、利用可能排熱量と周辺建物熱需要のバランスから地域冷暖房導入により削減される CO₂ 排出量を推定した。

具体的な解析は以下の二段階で行った。まず詳細な解析として大規模な清掃工場が集まる横浜市をケーススタディ都市として選定し、個々の建物情報を利用した解析を行った。現在稼働している 5ヶ所の清掃工場を対象とし、周辺の建物用途を考慮して地域冷暖房導入にともなう CO₂ 排出削減量を推定した。その後、得られた結果をもとに対象を全国の清掃工場に拡張し、日本全国におけるポテンシャルを推定した。

(1) 横浜市を対象とした解析

横浜市の人口は約 360 万人¹⁾ (2006 年現在) であり、全国の市町村で最大の都市である。家庭系ごみと事業系ごみの総量は 106 万トンである (2005 年度)。2007 年 1 月現在、運転を行っている焼却施設は、都筑工場、鶴見工場、旭工場、保土ヶ谷工場、金沢工場の 5 箇所である。

本研究では、ごみ焼却工場からの焼却排熱を利用した地域冷暖房によって周辺地域に冷房、暖房、給湯の 3 種類の熱を配るシステムを想定した。清掃工場で発生した蒸気は地域冷暖房プラントに送られる。蒸気は温熱利用にはそのまま使われ、冷熱利用の場合は吸収式冷凍機に送られ、冷熱がつけられる。ごみ焼却熱利用時の機器 COP は冷房と給湯を 0.85、暖房を 1.00 とした²⁾。地域冷暖房プラントにはガス式ボイラーを設置し、供給不足分に対してはガス式ボイラーおよび吸収式冷凍機で補う。ガス式ボイラーについては効率を 80.2[%]、吸収式冷凍機については COP を 1.23 とした³⁾。ただし、補機電力は考慮しないこととする。

利用可能熱量の推定には、焼却ごみ発熱量を用いた。清掃工場内利用熱は焼却熱量の 15%⁴⁾、ボイラー効率 80%⁴⁾ として利用供給可能熱量を求めた。利用可能熱量を月別で算出するため、横浜市全体のごみ焼却量の月別データを用いた。焼却場における発熱量は焼却量のみ依存すると仮定し、月別焼却量割合 [%] を年間発熱量に乗じることで月別の利用可能熱量を得た。

ここでは地域冷暖房による民生部門への熱供給を想定しているため、供給対象とするのは、集合住宅、業務施設、商業施設、文教施設 (学校、公共施設など)、宿泊施設、医療施設の 6 分類に相当する建物である。戸建て住宅や工場などは供給先として扱わないこととした。この分類は地域冷暖房計画時に一般的に用いられるものに従った。扱う熱需要用途は、冷房、暖房、給湯の 3

種類とした。延床面積のデータとして横浜市都市計画基礎調査（平成15年）を用いた。横浜市の建物用途情報は53の分類がなされていたが、これらを上記の6用途に再分類し直した。GISを用い、横浜市都市計画基礎調査から各清掃工場の周辺の建物用途ごと（6分類）の延床面積を求めた。各清掃工場を中心に半径1km、2km、3km内の3段階の熱供給範囲における延床面積を表1に示す。

表1 清掃工場周辺用途別延床面積[km²]

[km ²]	保土ヶ谷			都筑			鶴見			金沢			旭		
	1km	2km	3km	1km	2km	3km	1km	2km	3km	1km	2km	3km	1km	2km	3km
集合住宅	0.7	2.7	5.7	0.5	1.8	4.1	0.0	0.0	1.4	0.2	0.9	1.7	0.4	1.7	3.6
業務	0.0	0.1	0.9	0.1	0.5	1.1	0.0	0.9	1.3	0.3	0.6	0.8	0.0	0.1	0.4
商業	0.0	0.1	0.7	0.1	0.3	0.7	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2	0.4
文教	0.1	0.5	1.4	0.1	0.4	0.8	0.0	0.2	0.4	0.0	0.2	0.5	0.1	0.4	0.9
宿泊	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
医療	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
その他	0.7	2.8	5.6	0.3	1.6	4.5	0.8	3.9	6.8	0.5	1.5	3.4	0.7	2.5	5.1
合計	1.6	6.3	14.4	1.1	4.6	11.2	0.8	5.0	10.2	1.0	3.3	6.6	1.3	4.9	10.4

各建物利用用途における年間熱需要原単位（冷房、暖房、給湯）を表2に示す。文教施設以外の原単位は天然ガスコージェネレーションシステム計画・設計マニュアル2000⁵⁾、文教施設は東京都環境保全局の指導要綱⁶⁾のデータを引用した。建物用途別延床面積と年間熱需要原単位の積から年間熱需要を得た。さらに、各建物利用用途における熱需要の月別パターン⁵⁾を考慮することで、清掃工場周辺用途別月別熱需要を算出した。

表2 建物用途別年間熱需要原単位

MJ/m ² /yr	冷房	暖房	給湯
集合住宅	33	84	126
業務	552	247	8
商業	523	146	96
文教	63	107	107
宿泊	419	335	335
医療	335	310	335

推定された清掃工場周辺の熱需要と熱供給量の過不足の比較を月別に行った。推定した周辺熱需要を満たすのに必要な熱量の1km圏内、2km圏内、3km圏内の各値と利用可能排熱量を月別で比較した。図1に都筑における結果を示す。必要熱量には各月で大きなばらつきがあるが、供給熱量はほぼ一定である。供給熱量は、CO₂削減効果が高くなるよう暖房、給湯、冷房の順に配ることとした。必要熱量が供給熱量を上回る月は、ガス式地域冷暖房によって不足分を供給する。

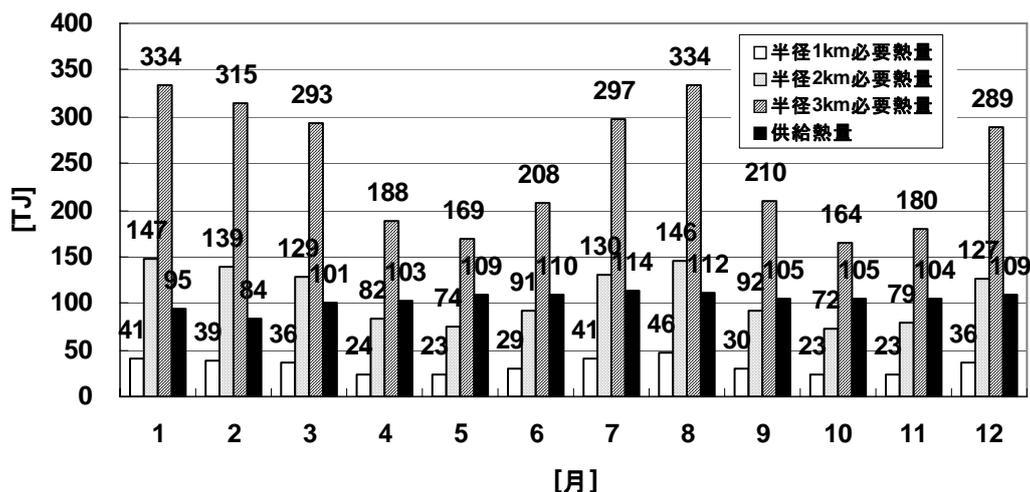


図1 熱需要と熱供給の月別比較 (都筑)

配管敷設によるCO₂排出量については、配管長と配管敷設時CO₂排出原単位により推定した。配管長算出にあたり、3種類の供給面積あたり配管長原単位[m/m²]を用いた。焼却排熱利用地域冷暖房実プラントデータとして、東京練馬・光が丘⁷⁾(0.01050[m/m²])、臨海副都心⁷⁾(0.0018[m/m²])、および全国の地域冷暖房導入例15ヶ所⁷⁾について供給エリアと配管長をプロットして得られた1次近似式

$$y = 0.0037x + 840$$

x: 供給エリア[m²]、y: 配管長[m]

から算出した値を用いた。本研究では、3種類の配管長原単位を値が小さいものから低密、全国平均、高密と呼ぶこととした。配管敷設CO₂排出原単位は、3,936[kg-CO₂/m] (開削工法、4管式、断面積6.12[m²])を用いた⁸⁾。

焼却排熱利用地域冷暖房によるCO₂排出量の推定については、ガス式地域冷暖房によって不足分を供給する際のCO₂排出量+配管敷設によるCO₂排出量を算出した。結果を表3に示す。

表3 排熱利用地域冷暖房によるCO₂排出量[千t-CO₂/yr]

保土ヶ谷				金沢			
	1km	2km	3km		1km	2km	3km
低密	1	28	145	低密	1	3	15
全国平均	2	31	152	全国平均	2	6	23
高密	4	42	177	高密	4	17	48
都筑				旭			
	1km	2km	3km		1km	2km	3km
低密	1	12	85	低密	1	11	63
全国平均	2	15	92	全国平均	2	14	71
高密	4	26	117	高密	4	25	96
鶴見							
	1km	2km	3km		1km	2km	3km
低密	1	14	61				
全国平均	2	17	68				
高密	4	28	94				

清掃工場排熱利用地域冷暖房によるCO₂排出削減量を算出する際の比較対照として、ガスや電気を利用した地域冷暖房システムが選択される場合が多いが、本研究では地域冷暖房が導入されていない場合の個別の熱供給によるCO₂排出量を比較対照とした。個別の熱供給による熱利用量は推定した熱需要と等しいとの仮定を置き、冷房、暖房、給湯にそれぞれのエネルギー源を用いるかを表す用途別エネルギー源別消費割合(表4)および各種機器COP(表5)を考慮することで、冷房、暖房、給湯に必要なエネルギー源別のエネルギー量を求めた。用途別エネルギー源別消費割合は家庭、業務の2パターンが得られたので、集合住宅には家庭の値を、その他用途には業務の値を用いた。最後にエネルギー源別のCO₂排出量原単位(表6)を掛け、個別の熱供給によるCO₂排出量とした。太陽熱利用によるCO₂排出量は0とした。結果を表7に示す。

表4 用途別エネルギー源別消費割合(家庭・業務)⁹⁾

家庭		エネルギー源別割合 [%]				
	電力	都市ガス	LPG	灯油	太陽熱	
冷房	100	0	0	0	0	
暖房	9.7	18.7	6.7	64.8	0	
給湯	5.5	35.1	31.8	22.7	4.4	

業務		エネルギー源別割合 [%]				
	電力	ガス	石油	石炭	太陽熱	
冷房	57.5	28.3	0	14.2	0	
暖房	7.7	10.6	80	1.7	0	
給湯	0	34	53.4	6.2	6.4	

表5 熱利用用途別燃料別COP(家庭・業務)²⁾

家庭	電力	都市ガス	LPG	灯油	太陽熱
冷房	3.00	-	-	-	-
暖房	3.50	0.90	0.90	0.90	-
給湯	0.85	0.85	0.85	0.85	-

業務	電力	ガス	石油	石炭	太陽熱
冷房	3.00	1.23	1.23	-	-
暖房	3.50	0.90	0.90	0.90	-
給湯	0.85	0.85	0.85	0.85	-

表6 エネルギー源別CO₂排出量原単位^{10),11)}

灯油	68.5	g-CO ₂ /MJ
液化石油ガス(LPガス)	58.6	g-CO ₂ /MJ
都市ガス(天然ガス)	51.3	g-CO ₂ /MJ
電力(東京電力2005年度)	0.368	kg-CO ₂ /kWh
輸入一般炭	90.4	g-CO ₂ /MJ

表7 個別の熱供給によるCO₂排出量[千t-CO₂/yr]

	保土ヶ谷	都筑	鶴見	金沢	旭
1km	13	14	0	12	9
2km	51	51	29	35	37
3km	146	115	67	60	84

(2) 全国の清掃工場を対象とした解析

平成17年度現在、全国には615ヶ所の24時間運転を行う全連続式の清掃工場がある。それらから、536カ所を最終的な解析対象とした。これらに対して、工場ごとの年間焼却量[t/年度]および低位発熱量[kcal/kg]¹²⁾を用いて年間利用可能排熱量を推定した。月別の焼却量データは、清掃工場ごとの値を入手することが困難であり、月別焼却量に地域差は影響しないと考えられるため、横浜市の値を全国一律に適用することとした。

熱需要の推定は、家庭部門と業務部門に分けて行い、結果を合計することで求めた。家庭部門については、平成12年国勢調査に関する地域メッシュ統計(その1 人口、世帯、産業)の住宅関連データから、メッシュごとの集合住宅面積を求め、熱需要原単位との積から家庭部門の熱需要を推定した。家庭部門熱需要推定のフローを図2に示す。

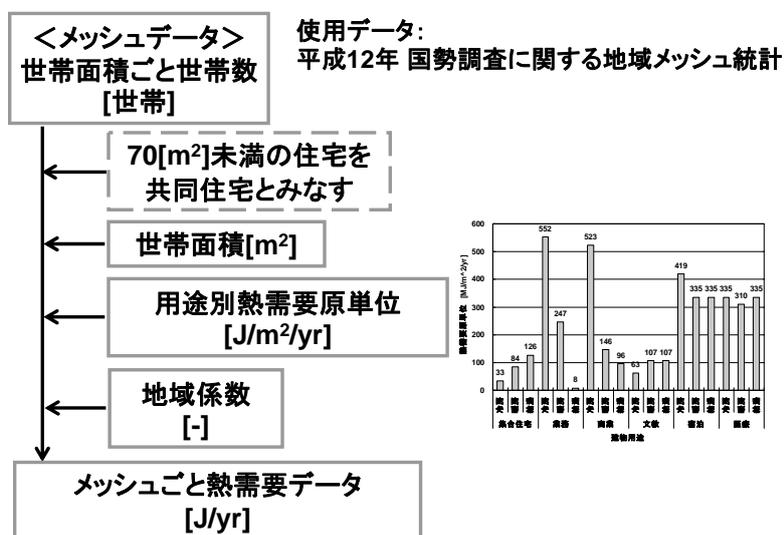


図2 家庭部門熱需要推定のフロー

業務部門の熱需要については、メッシュデータとして全国のが揃うデータが平成13年 事業所・企業統計調査 地域メッシュ統計を業務部門の熱需要推定に用いた。その内、業種別従業員数のデータを使用した。業種別従業員数のデータからメッシュごとの熱需要を推定するために、まず業種別従業員数と延べ床面積の関係を算出して従業員一人当たり延床面積を表す原単位[m²/人]を作成した。その原単位と従業員数の積で延床面積を算出し、さらに延床面積と用途別熱需要原単位との積によって業務部門の熱需要を求めた。ここで、全国で熱需要を算出する際には気候によって熱需要が異なることを考慮するため、地域係数を用いた。業務部門熱需要推定のフローを図3に示す。

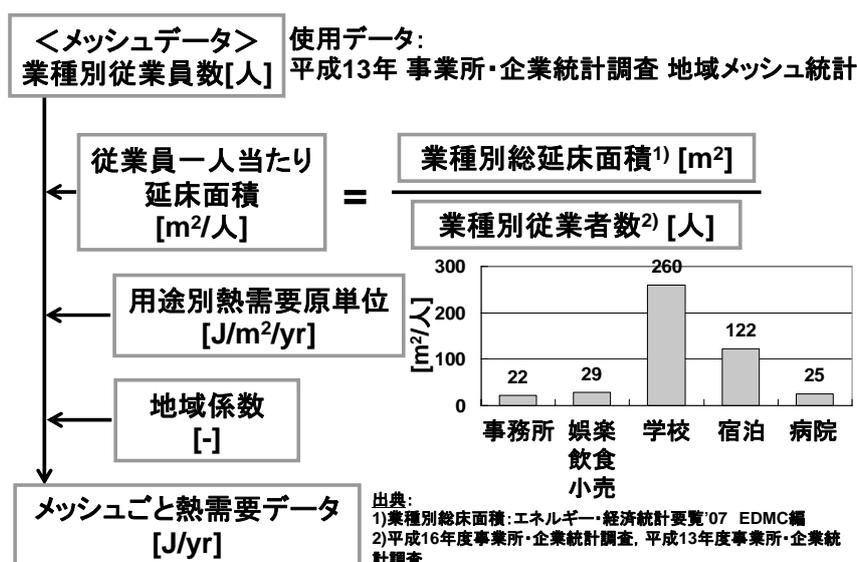


図3 業務部門熱需要推定のフロー

(3) 木質資源フローにかかわる政策によるCO₂削減ポテンシャルの評価

ここで検討している木質資源フローに関わる政策シナリオ評価フレームの概要を図4に示した。この評価フレームは、木質資源の主な利用先である住宅部門、製紙部門および木質エネルギー部門の3部門で構成されている。将来の日本社会の変化と複数の政策シナリオに基づいて、住宅部門では、世帯数、住宅ストック戸数、新築住宅戸数、解体住宅戸数の推計から住宅用（製材用・合板用）木材需要量および住宅廃木材発生量を予測する。また、製紙部門では、人口推計、古紙利用率等から製紙用（パルプ用・チップ用）木材需要量を予測する。一方、木質エネルギー部門では、上記の住宅用・製紙用木材需要量予測から、国内の森林における住宅用・製紙用国産木材の生産面積を推定した上で、利用可能となる森林におけるエネルギー用木材生産量を推計する。このエネルギー用木材生産量および住宅廃木材発生量からエネルギー利用量を予測する。さらに、各部門に関わるライフサイクル的なCO₂排出量を算定し、各種政策シナリオによる木質資源フロー全体でのCO₂排出削減効果を評価する。

日本の社会変化シナリオについては本プロジェクトで用いられている2050年までの都道府県別人口および世帯数推定値を用いる。住宅部門における政策シナリオでは、集合住宅の増加（木造住宅の減少）、戸建住宅の増加（木造住宅の増加）および住宅耐用年数の延長を推進するという3つの政策シナリオを想定する。製紙部門における政策シナリオでは、古紙の利用を促進する政策シナリオを想定する。木質エネルギー部門における政策シナリオでは、ガソリンの代替燃料として注目されている液体燃料バイオエタノールに着目し、木質資源からバイオエタノールを製造し、ガソリン燃料と代替利用する政策シナリオを想定する。バイオエタノールの原料は、昨年度検討した住宅の新築時や解体時に発生する住宅廃木材および国内の森林から生産されるエネルギー用木材（早生樹木）を対象とする。なお、本評価フレームを用いた解析は現在継続しているところであり、結果については次年度報告する。

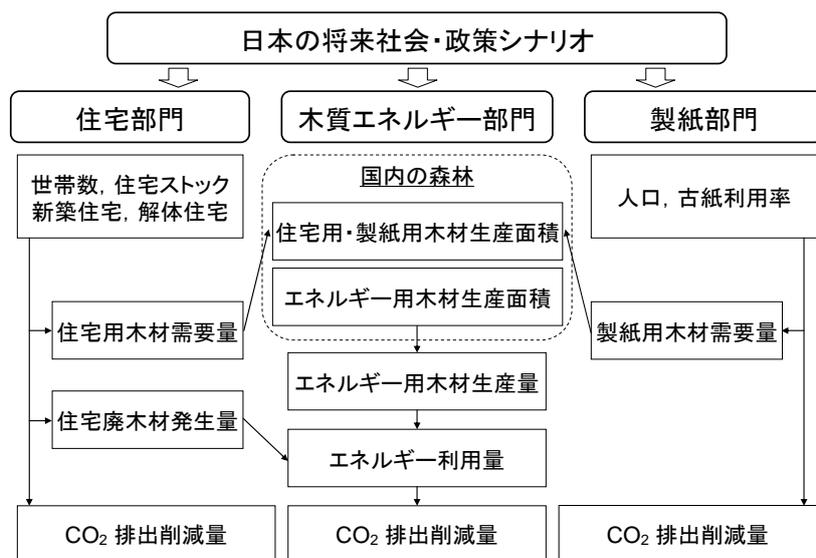


図4 木質資源フローに関わる政策シナリオ評価フレームの概要

4. 結果・考察

(1) 横浜市を対象とした解析

個別の熱供給によるCO₂排出量に対する、排熱利用地域冷暖房のCO₂削減量を算出した。結果を表8に示す。2km圏内への熱供給でCO₂削減量が最大化するという結果が、ほぼすべてのケースで得られた。異なる結果となったのは、保土ヶ谷の配管長原単位が高密度のケース(1km圏内で最大化)と、金沢の配管長原単位が低密および全国平均のケース(3km圏内で最大化)であった。2km圏内から3km圏内へと熱供給範囲を拡大すると、金沢での低密と全国平均を除くすべてのケースでCO₂削減量が減少に転ずる結果となった。供給エリアが広がるにつれ、配管原単位の影響が大きくなるため、原単位の扱いには注意を要する。横浜市全体では、保土ヶ谷は半径2kmまで、その他の焼却場は3kmまで排熱利用地域冷暖房を導入したケースのCO₂削減量が最大となる。配管原単位ごとの結果を表9、図5に示す。

2005年度における横浜市全体のCO₂排出量は1,937万[t-CO₂]である。ここで得られた解析結果は6.4~15[万 t-CO₂]であったので、全CO₂排出量の0.33~0.76%を占めるということがわかる。

(2) 全国の清掃工場を対象とした解析

隣接する清掃工場との距離が短く、熱供給範囲の競合が起こるプラントと、周囲に他のプラントがなく競合が起こらないプラントで分けて解析を行った。競合が起こっている清掃工場については、1つの熱供給範囲内に複数の清掃工場を含むと考え、3kmメッシュおよび5kmメッシュが重なる場合はそのメッシュも同じ熱供給範囲内とみなしていく。1つの熱供給範囲が拡大していき、隣接する清掃工場と5kmメッシュが重ならなかったところまでとする。競合が起こらなかった清掃工場401ヶ所分のCO₂削減量と熱供給エリアが競合する清掃工場135ヶ所分のCO₂排出削減量をそれぞれ表10と図6に示す。配管長原単位が最も小さい低密を想定した場合のCO₂排出削減量が最大となり、その削減量は280万[t-CO₂/yr]であった。

表8 個別熱供給に対するCO₂削減量 [千t-CO₂/yr]

保土ヶ谷				金沢			
	1km	2km	3km		1km	2km	3km
低密	13	23	1	低密	11	33	44
全国平均	12	20	-6	全国平均	10	29	37
高密	9	9	-31	高密	7	18	12

都筑				旭			
	1km	2km	3km		1km	2km	3km
低密	14	39	30	低密	9	26	21
全国平均	13	35	23	全国平均	8	23	13
高密	10	24	-3	高密	5	11	-12

鶴見			
	1km	2km	3km
低密	-0	15	6
全国平均	-1	12	-1
高密	-4	1	-26

表9 横浜市全体の最大CO₂削減量[万t-CO₂/yr]

配管原長単位	CO ₂ 削減量[万t-CO ₂ /yr]
低密	15
全国平均	13
高密	6.4

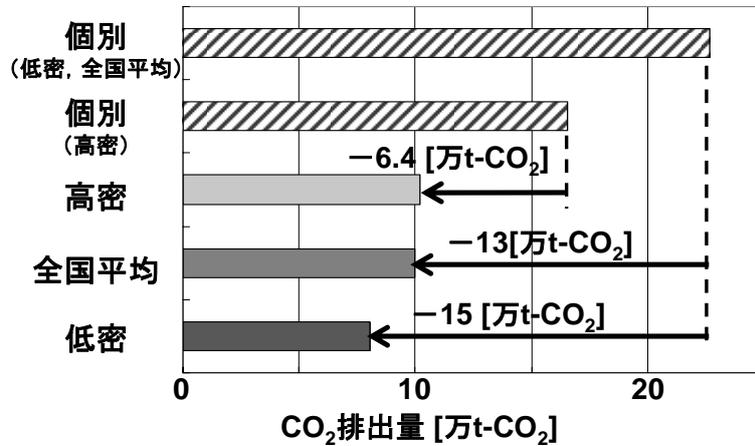


図5 横浜市全体の最大CO₂削減量 [t-CO₂/yr]

表10 日本全体の最大CO₂排出削減量[t-CO₂/yr]

配管原長単位	最大CO ₂ 削減量 [万t-CO ₂ /yr]		
	競合しない	競合する	全国合計
低密	155	125	280
全国平均	75	80	155
高密	21	28	49

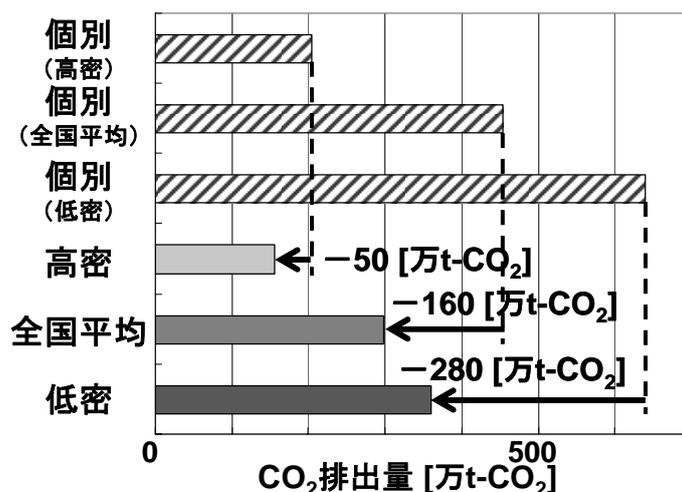


図6 日本全体の最大CO₂削減量 [t-CO₂/yr]

全国を対象としたCO₂削減量推定結果を、現実に日本全体から排出されるCO₂と比較し、日本全体からみた削減効果を考察した。日本全体から排出されるCO₂排出量は、環境省が毎年我が国の温室効果ガス排出量¹⁴⁾として公表している。表16に示したのは、2005年度のCO₂排出量確定値である。2005年度の日本におけるCO₂排出量は12億9300万[t-CO₂]である。ここで得られた日本全体のCO₂削減量は最大で280万[t-CO₂/yr]であったので、日本全体のCO₂排出量の0.22%を占める。また、本研究において削減の対象として考える民生部門に対するCO₂削減量の比率については、家庭部門と業務その他部門を合わせた民生部門の2005年度におけるCO₂排出量は4億1200万[t-CO₂]であるので、ここで得られた解析結果は民生部門からのCO₂排出量の0.68%を占めるといふ結果を得た。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

清掃工場排熱を地域冷暖房に利用するポテンシャルについては、個々の清掃工場については詳細に解析した事例はあったが、全国の工場を対象として周辺熱需要を考慮してそのポテンシャルを解析した事例は本研究が初めてである。既存の地理情報を効率よく利用しながら全国を対象とした推計を行っており、同様のアプローチは他の未利用エネルギーに拡張しうるものと考えられる。また、木質資源フローに関する政策によりCO₂削減効果の評価は、これまでもいろいろな側面から研究が行われてきたが、さまざまな木質の利用用途について一斉に解析するという試みは新しいものと言える。

(2) 地球環境政策への貢献

清掃工場排熱利用ポテンシャルについては、これまで粗い推定しかなかったものに対して新しい知見を提供するものであり、今後清掃工場排熱がどの程度貢献しうるかを評価するための有用な知見である。また、既存の地理情報を利用しながら推定した今回のアプローチは他の未利用エネルギーの推定にも有効であると考えられる。

6. 引用文献

- (1) 横浜市統計ポータルサイト：<http://www.city.yokohama.jp/me/stat/>
- (2) 斉藤晃太郎・嵐紀夫・玄地裕・稲葉敦・匂坂正幸：「民生用エネルギーシステムの最適組合せにおけるCO₂削減ポテンシャル評価」, エネルギー・資源学会第19回研究発表会 講演論文集, 297-302, 2000
- (3) 下田吉之・内海巖・水野稔・横林直規：「環境保全型地域熱供給システムの総合評価に関する研究」, 空気調和・衛生工学会論文集, 70, 59-71, 1998
- (4) 下田吉之・柳邦治・水野稔：「熱需要の変動を考慮した清掃工場排熱活用熱電併給システムに関する研究」, 空気調和・衛生工学会論文集, 80, 27-35, 2001
- (5) 日本エネルギー学会：「天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル2000」, 37-40, 2000
- (6) 東京都環境保全局：「地域冷暖房推進に関する指導要綱」, 1991
- (7) 都市環境エネルギー協会, 地域冷暖房, 77, 2004
- (8) 林英明, 高橋章, 松木直子, 横尾昇剛, 岡建雄：「地域配管の建設によるエネルギー消費量と二酸化炭素排出量」, 日本建築学会計画系論文集, 521, 81-87, 1999
- (9) 財団法人 省エネルギーセンター 財団法人 日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット：「改訂版 図解 エネルギー・経済データの読み方入門」, 2004
- (10) NEDO：「エネルギー源別CO₂排出量原単位」,
<http://www.nedo.go.jp/nedata/14fy/14/h/0014h001.htm>
- (11) 独立行政法人 経済産業研究所：「総合エネルギー統計の解説 2004年度版, 6. エネルギー起源炭素表, 表2-2-4-1. エネルギー量当炭素排出係数表(2005年改訂炭素排出係数)」,
<http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/download/index.html>
- (12) 環境省：「施設整備状況 焼却場 平成17年度調査結果(環境省廃棄物処理技術情報)」, 2007
- (13) 環境省(地球環境・国際環境協力 地球温暖化国内対策HP)：「我が国の温室効果ガス排出量」, <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/>

7. 国際共同研究等の状況

該当なし

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) 荒巻俊也、石井暁、園田隼也、加用千裕、花木啓祐：「廃棄物バイオマスの利用ポテンシャルの将来予測と温室効果ガス排出削減効果の解析～都市湿系バイオマスと建設発生木材を対象として」, 地球環境, 12(2), 201-207, 2007

(2) 口頭発表(学会)

- 1) S. Ishii, and K. Hanaki, “Potential Energy Recovery and CO₂ Reduction from Organic Food Waste in Yokohama: Centralised and De-Centralized Biogas System Options”, The 4th

International Conference of the International Society of Industrial Ecology, 2007

- 2) 加用千裕、園田隼也、荒巻俊也、石井暁、花木啓祐：「住宅由来の建設発生木材によるバイオエタノール製造ポテンシャルの将来推定」，土木学会第62回年次学術講演会，2007
- 3) 加用千裕、園田隼也、荒巻俊也、石井暁、花木啓祐：「栽培系バイオマス由来のバイオエタノール活用による二酸化炭素排出削減ポテンシャルの推計」，第35回環境システム研究論文発表会，2007
- 4) 池上貴志、荒巻俊也、花木啓祐：「下水熱利用地域冷暖房システムの二酸化炭素排出削減ポテンシャルの評価～東京都区部を対象として～」，電気学会メタボリズム社会・環境システム研究会，MES-07-5，2007
- 5) 河上裕美、花木啓祐、荒巻俊也：「地理情報を利用した清掃工場排熱利用の地域冷暖房導入によるCO₂削減ポテンシャルの推定」，第24回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス，2008

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

なし

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

(6) その他

<受賞>石井暁（研究協力者）

土木学会環境システム論文奨励賞：2007年10月

受賞論文：「川崎市下水処理場における有機性食品廃棄物を利用したエネルギー回収および二酸化炭素削減ポテンシャルの推定」