

名古屋圏を対象としたエネルギー消費の推計と 街区群設計に関する検討

杉本 賢二¹・谷川 寛樹²・成瀬 一郎³・加藤 丈佳⁴・小林 敬幸⁵

¹正会員 名古屋大学研究員 環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)
E-mail:k.sugimoto@urban.env.nagoya-u.ac.jp

²正会員 名古屋大学教授 環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

³非会員 名古屋大学教授 工学研究科機械理工学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

⁴非会員 名古屋大学准教授 工学研究科電子情報システム専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

⁵非会員 名古屋大学准教授 工学研究科化学・生物工学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

低炭素社会の実現のためには戸別での技術導入だけでなく、工場からの排熱エネルギーの利用といった地域間連携についても検討を行う必要がある。本研究では、名古屋圏の街区群を対象として、世帯数とエネルギー消費原単位を用いて家庭部門でのエネルギー消費量と二酸化炭素排出量の推定を行った。次に未利用エネルギーの面的利用として、家庭における工場からの未利用エネルギーの利用について検討を行ったところ、配給可能距離が2kmの場合、約2.5%の省エネ・二酸化炭素削減効果を得られることが明らかとなった。

Key Words : energy consumption, heat supply plant, district energy supply

1. はじめに

IPCCの第4次報告書では、20世紀半ば以降の温暖化は人間活動による化石燃料の燃焼など、人為的な温室効果ガスの増加が原因である可能性が非常に高いとされている。加えて、温室効果ガスが今後も抑制なく排出された場合には温暖化が進み、地球全体で気候変動による影響が大きくなることから、現時点での温室効果ガス排出量の削減が不可欠であると述べている。また、政府では、温室効果ガスの排出を2050年に1990年比で80%削減することを目標とした中長期ロードマップを策定し、実現に向けた省エネルギー技術やエネルギー供給システムの検討が行われている¹⁾。

こうした高い目標となる低炭素社会を実現には、電気自動車や太陽光発電システムなど、建物レベルなど戸別要素技術の導入だけではなく、より広い範囲で適用される、地域間での低炭素技術の検討も必要である。なかでも、工場からの排熱利用や河川水などの温度差エネルギー利用など、これまで多くが活用されていなかった未利用エネルギーが注目されている。こうした排熱、河川、未利用エネルギーは民生部門でのエネルギー消費量に匹敵する賦存量があるといわれており²⁾、未利用エネルギーの活用を検討することは、現状の都市構造を大きく変化させることがない、省エネルギー対策として有

効であると考えられる。

本稿では名古屋圏を対象として、工場における未利用エネルギーを家庭において活用することで、既存の街区群のもとでの省エネ・二酸化炭素削減効果について検討・分析を行うことを目的としている。

本稿の構成は以下の通りである。まず、名古屋圏を対象に家庭部門におけるエネルギー消費量と二酸化炭素排出量の推計を行う。それぞれの算出には世帯数に原単位を乗ずる原単位法を用いる。次に、工場において利用されていないエネルギーを家庭で活用することを検討するために、製造業者のうち未利用エネルギーが活用できると考えられる事業者を想定し、家庭へのエネルギー融通した場合のエネルギー消費量と二酸化炭素排出量の削減効果について分析を行う。

2. 名古屋圏の現状分析

(1) 対象範囲

本稿では、分析の対象とする名古屋圏について、名古屋駅から概ね20km圏内に含まれる、26地区町村とする。解像度については、街区群としてある程度まとまりがある、500メートルメッシュ単位とする。対象となるメッシュ数は5,382個である。また、エネルギー消費量については工場と住宅との地域連携を検討するために、家庭

部門のみを対象とする。

(2) エネルギー消費量・二酸化炭素排出量の推計

各メッシュにおける家庭部門におけるエネルギー消費量の推計には、メッシュに含まれる世帯数に世帯あたりの年間エネルギー消費量 (MJ/世帯・年) を用いて算出する原単位法³⁾を用いた。世帯数については平成17年国勢調査結果による。本推計では、データの制約により世帯の構成人員数による区分を用いているが、過密な人口密度を有する都市に住む世帯と、郊外での一戸建てに住む世帯とはエネルギー消費傾向が異なる可能性があるが、この点については今後の課題としたい。

原単位法により、メッシュ*i*における家庭部門のエネルギー消費量 E_i (MJ/メッシュ・年) は、

$$E_i = \sum_{j=1}^J (Hs_i \times Fs_j + Hg_i \times Fg_j) \quad (1)$$

によって求められる。ここで、 Hs ：単身世帯数、 Hg ：単身世帯を除く一般世帯数、 Fs ：単身世帯におけるエネルギー種別消費原単位、 Fg ：一般世帯におけるエネルギー種別原単位であり、添字の*j*はエネルギー種類 (電気、都市ガス、LPG、灯油) を表している。

また、二酸化炭素排出量については、式(1)によるエネルギー種別ごとの消費量に、二酸化炭素排出係数 (kg-CO₂/MJ) を乗ずることにより算出する。すなわち、メッシュ*i*における二酸化炭素排出量 C_i (kg-CO₂/メッシュ・年) は、

$$C_i = \sum_{j=1}^J [(Hs_i \times Fs_j + Hg_i \times Fg_j) \times Fc_j] \quad (2)$$

による。ここで、 Fc はエネルギー種類*j*ごとの二酸化炭素排出係数である。

表-1にエネルギー消費量・二酸化炭素排出量の推計に

表-1 エネルギー種別消費原単位と二酸化炭素排出係数 (参考文献4,5 より)

	エネルギー種別消費原単位		二酸化炭素排出係数
	単身世帯	一般世帯	
	[MJ/世帯・年]		[kg-CO ₂ /MJ]
電気	8,827	19,468	0.0478
都市ガス	5,605	9,476	0.0506
LPG	3,200	7,763	0.0598
灯油	4,524	7,318	0.0678

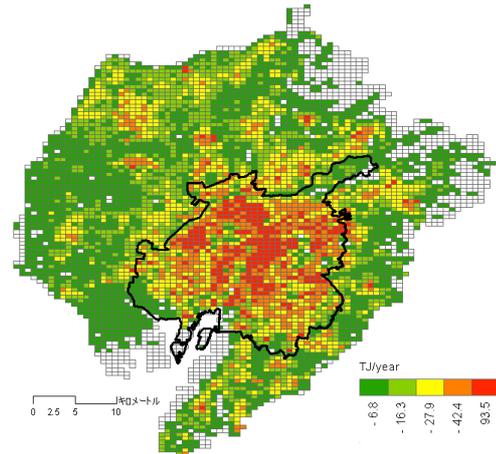


図-1 家庭部門におけるエネルギー消費量の推計値

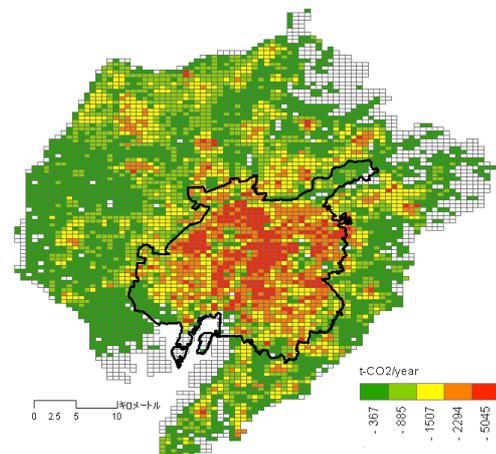


図-2 家庭部門における二酸化炭素排出量の推計値

用いたエネルギー種別消費原単位と二酸化炭素排出係数について示す。単身世帯 (全国平均) ・一般世帯 (東海地方) ごとのエネルギー種別消費原単位は、文献⁴⁾に掲載されている数値について、最新の5年間 (2003-2007年) の平均値を用いることにより、年による気象条件の違いを加味した。また、二酸化炭素排出係数について、電力以外については文献⁴⁾の数値を用い、電力については、文献⁵⁾による電気事業者ごとの実排出係数について、中部電力の6年間 (平成17-22年) の平均値を用いた。

(3) 推計結果

図-1に名古屋圏における家庭部門でのエネルギー消費量の推計結果について、図-2に二酸化炭素の排出量の推計結果について示す。図中で太線で示している名古屋市域では世帯数が多いためにエネルギー消費量が多く、郊外においても市町村の役所があるメッシュを中心として

高い値となっている，なお，二酸化炭素排出量については，式(2)にあるように，エネルギー消費量に排出係数を乗じたものであるために，概ね図-1と同様の傾向である．名古屋圏全体では，家庭部門におけるエネルギー消費量は67.4479 [10⁶ MJ/year]，二酸化炭素排出量は364万トンと推定された．

3. 未利用エネルギーの地域間利用に関する検討

(1) エネルギー供給側の設定

経済産業省によれば²⁾，未利用エネルギーの種類として，大きく分けて，(a)海水・下水・地下水などの温度差エネルギー，(b)工場排熱などの排熱エネルギー，(c)ごみ焼却などの廃棄物エネルギー，として種類分けがなされている．今回の未利用エネルギーの活用では，(b)工場からの排熱エネルギーの利用について検討する．

名古屋圏における工場データは，愛知県による主要製造業の空間情報データ⁹⁾を用いた．この製造業データにはそれぞれの業者の名前や住所の他に事業の内容についての属性データが含まれている．それを参考にして，大きな排熱が生じていると考えられる，鉄鋼と石油化学を事業の内容としている32の工場を供給側として設定した．図-3に未利用エネルギーの供給企業の立地についてドットを用いて示した．

(2) 省エネ・二酸化炭素削減効果

前節で設定した未利用エネルギー供給源の工場から，近隣の家庭へのエネルギー融通による省エネ効果について検討を行う．各世帯における省エネ効果については，距離によるエネルギー量の逓減は考慮せず，供給源からの距離にかかわらず，経済産業省の実態調査により得られた20%の省エネ効果が，対象となるメッシュで一律に得られると仮定した．また，供給源からの配給可能距離を，(1) 0.5km，(2) 1km，(3) 2kmの3つのケースを想定した．仮定した．

表-2に配給可能距離と省エネ効果について示す．当然ではあるが，配給可能距離が長くなると省エネ効果を得られるメッシュ数が多くなるために，削減率が高くなる．

表-2 配給可能距離と省エネ効果

配給可能 距離	削減量		削減率 [%]
	エネルギー [10 ⁶ MJ]	CO2 [千トン]	
0.5km	208	1,123	0.30
1km	569	3,070	0.84
2km	1,738	9,381	2.58

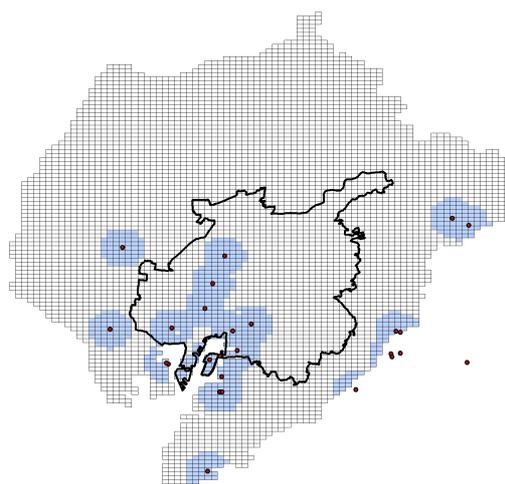


図-3 未利用エネルギー供給企業の立地と配給可能距離 2kmの対メッシュ

具体的にみると，配給距離が0.5km，1kmの場合にはそれぞれ，0.30%，0.84%のエネルギー削減効果であり，それほど大きな省エネ効果とはならないが，2kmまで配給を可能とした場合には2.58%と大きな削減効果が期待できる．図-3に示した水色の地域が配給距離が2kmのメッシュであるが，エネルギー消費量が多い名古屋市中心部よりやや西に位置していることがわかる．

(3) 名古屋圏での地域エネルギー融通の検討

名古屋圏では，工場からの未利用エネルギーを想定した場合，工場が沿岸部地域や世帯がそれほど多くない地域に立地しているため，家庭での活用が少なくなり，大きな省エネ効果を得ようとすれば長距離のエネルギーインフラを整備する必要がある．したがって，現状の都市構造、あるいは立地では，工場排熱による地域エネルギー融通を想定すると限られた地域においてでしか効果が期待できないが，今後の都市計画において，工場をある程度まで住宅地域の近くに立地させることにより，地域間でのエネルギー融通が容易になると考えられる．

4. まとめ

本稿では，名古屋圏を対象として工場から家庭への未利用エネルギーの面的利用について，現状分析からその検討を行った．名古屋圏の家庭部門におけるエネルギー消費量と二酸化炭素排出量を世帯数と原単位により推計したところエネルギー消費量は67.4479 [10⁶ MJ/year]と推計され，二酸化炭素排出量は354万トンと推定された．また，工業排熱を近隣住宅地に供給することにより，省エネ効果を分析したところ，圏内における工場排熱を2kmの地域まで活用できるケースでは2.5%の省エネ効果

が得られることが示された。

今後の課題としては、配給可能距離とエネルギーインフラ整備についての検討、将来の立地変更を含めた分析、などが挙げられる。加えて、地域間での熱融通にはヒートアイランド対策や電力負荷平準化などの省エネとそれに伴う二酸化炭素削減以外の効果が期待されており、複合的な削減効果を算出する必要がある。

謝辞：本研究は、環境省・環境総合推進費(E-1105)の支援により実施された。ここに記して謝意を表す。

参考文献

1) 環境省：中長期の温室効果ガス削減目標を実現するための対策・施策の具体的な姿（中長期ロードマ

ップ）（中間整理），2010。

- 2) 経済産業省資源エネルギー庁：未利用エネルギー面的活用熱供給の実態と次世代に向けた方向性，2008。
- 3) 谷川寛樹，大西暁生，高平洋祐，橋本征二，東修，白川博章，井村秀文：“ストック型”かつ“低炭素型”社会へ向けた都市構造物の物質・エネルギー消費の4Dマッピング：名古屋市の建築物を対象としたケーススタディ，日本LCA学会誌，Vol.6, No.2, pp.92-101, 2010。
- 4) 住環境計画研究所（編）：2009年版家庭用エネルギーハンドブック，2009。
- 5) 環境省：電気排出係数関連ページ，<http://www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/material/denkihaishutu.html>（アクセス日 2012/3/10），2012。
- 6) 愛知県：マップあいち，<http://maps.pref.aichi.jp/>，（アクセス日 2012/3/21），2012。

ESTIMATION OF ENERGY CONSUMPTION AND RE-ENGINEERING OF CITY BLOCKS IN THE URBAN NAGOYA AREA

Kenji SUGIMOTO, Hiroki TANIKAWA, Ichiro NARUSE,
Takeyoshi KATO and Noriyuki KOBAYASHI