

我が国における全セクターを統合したCO₂排出量のマッピング：直接・間接排出量の推計と分析*

Integrated CO₂ Emission Mapping of All Sectors in Japan : Direct and Indirect Emission Estimation and their Analysis*

山形与志樹**・中道久美子***

By Yoshiki YAMAGATA**・Kumiko NAKAMICHI***

1. はじめに

日本の2007年度の排出量はCO₂換算で13億7400万トンであり、京都議定書の目標達成は依然として難しい情勢にある。一方、2009年のCOP15では2020年の中期目標が交渉される予定であり、長期的な2050年までに60-80%の排出削減を実現するため、本格的な温暖化対策の検討が喫緊の課題となっている。

CO₂排出量の算定は温暖化対策の基礎である。特に今後は、地域（県・市町村）レベルでの温暖化対策が重要であり、日本全体だけではなく、地域でのCO₂排出量の算定が不可欠である。本研究は、日本全体の各セクターの直接排出量と間接排出量がどのように空間分布しているかを把握・分析して、市区町村レベルでの今後の温暖化対策の検討に資することとする。

これまで、各セクターの地域レベルでの排出量推定の研究がなされてきた¹⁾。しかし、市町村単位での全セクターを総合してCO₂排出量を直接排出・間接排出の両面から推計し、その空間分布を比較する研究はほとんどなされていない。そこで本研究では、市町村レベルあるいは2次メッシュ単位で、各セクターのCO₂排出量を算定する研究成果を統合し、エネルギー利用にともなう間接および直接CO₂の排出量の推定を、全国2次メッシュ単位で実施した。ただし、直接排出量は、エネルギー転換や製造、運輸等に伴う排出量を、排出場所に割り付け、間接排出量は、エネルギーや製造物等を使用するユーザー（企業や家庭、交通利用者等）に、それぞれの消費量に応じて割り付けたものである。

2. 使用データと分析方法

（1）民生部門（家庭）について

a) 使用データ

まず、基礎指標として、平成17年国勢調査の市区町村別の戸建住宅延床面積、集合住宅延床面積を用いた。そして、エネルギー源別・用途別のエネルギー消費量については、電力は電気事業便覧から、都市ガスはガス事業統計年報から、LPGは家計調査年報及びプロパンガス消費実態調査から、灯油は家計調査年報及び灯油消費実態調査から地域別のデータを得た。ここで、用途については暖房、冷房、給湯、厨房、動力、照明で区分している。また、発熱量原単位については、総合エネルギー統計の値を用いた。

なお、エネルギー源の中でも電力については、直接排出量には含めず間接排出量にのみ含めることとする。また、分析対象年次は全部門ともに2005年としている。

b) 推計方法

本研究では各部門の研究成果の統合を目的としているため、推計方法の詳細の説明についてはそれぞれ引用する文献に譲り、ここでは概要について述べる。

都道府県別の戸建・集合住宅延床面積にエネルギー源別・用途別の消費量と発熱量原単位を乗じて算出した結果²⁾を利用し、平成17年国勢調査から得られた市区町村別の戸建・集合住宅世帯数割合に応じて配分した。

（2）民生部門（業務）について

a) 使用データ

まず、基礎指標としては、固定資産の価格等の概要調査、公共施設状況調、学校基本調査、財政金融統計月報・国有財産特集、医療施設静態調査、商業統計・業態別統計編及び大規模小売店舗統計編、事業所統計、建築統計・建物用途別・着工床面積の各種データを用い、建物用途別床面積を整理した。建物用途の区分については、事務所ビル、卸・小売業（区分：百貨店、スーパー[食品あり]、スーパー[食品なし]、コンビニエンスストア、その他小売業、卸売業）、飲食店、学校（保育園・幼稚園、小中学校、短大・大学、試験研究機関）、宿泊（ホ

*キーワード：地球環境問題、GIS、土地利用、CO₂排出量

**非会員、博士(学術)、独立行政法人国立環境研究所

(茨城県つくば市小野川16-2、

TEL:029-850-2545、E-mail:yamagata@nies.go.jp)

***正員、博士(環境学)、独立行政法人国立環境研究所

(茨城県つくば市小野川16-2、

TEL:029-850-2567、

E-mail:fujitsuka.kumiko@nies.go.jp)

テル・旅館）、医療（病院、診療所）、その他（区分：文化施設、スポーツ施設、娯楽施設、福祉施設）として
いる。

次に、主にエネルギー経済研究所による調査結果から、建物用途別・エネルギー種類別・熱用途別のエネルギー消費量及び構成比を得た。ここで、エネルギー種類区分については、電力、都市ガス、LPG、灯油、A重油とし、熱用途区分については、暖房、冷房、冷蔵冷凍、給湯、厨房、動力、照明とした。

なお、エネルギー種類の中でも電力については、民生部門（家庭）の場合と同様に、直接排出量には含めず間接排出量にのみ含めることとする。

b) 推計方法

推計方法としては、建物用途別床面積にエネルギー種類別・熱用途別消費量と構成比を乗じて算出した都道府県別の推計結果³⁾を利用し、2004年事業所・企業統計から得られた市区町村別・業種別の従業者数比に応じて配分を行った。

（3）産業部門について

a) 使用データ

まず、基礎データとして、物質、領域・年次、発生源に関するデータと、エネルギー消費量、植生データ、土地利用データ等の活動量データを独自に得ている。また、排出係数だけでなく、空間配分係数・ジオメトリ変換、時間配分係数、高さ配分係数等も考慮している。ここで、セクターの区分としては、電気業、熱供給業、都市ガス製造業、農林業、水産業、鉱業、建設業、製造業、機械、廃棄物焼却を採用している。

なお、セクターのうち電気業、熱供給業、都市ガス製造業については、間接排出量には含めず直接排出量にのみ含めることとする。

b) 推計方法

推計には、排出量の部門別管理、環境動態モデルおよび対策評価モデルへの基盤データ提供を目的としたシステムであるG-BEAMS（Georeference-Based Emission Activity Modeling System）⁴⁾を利用している。

まず、NO_x排出量を推計した後、人口、生産額、従業員数、土地利用形態等の空間代替データを用いて2次メッシュ単位で空間配分を行った。そして、日本ではNO_x排出量とCO₂排出量の相関関係があることを考慮し、日本全体の産業セクター別CO₂排出量⁵⁾をNO_x排出量の空間分布に応じて配分した。

（4）交通部門について

a) 使用データ

まず、本研究では、交通部門の中でも排出量が多くその削減が懸念されている自動車のみを考慮することと

する。使用データとしては、道路交通センサス及び自動車輸送統計年報から得られた交通量、走行量・平均速度、保有台数、車種・年式構成とともに、排出係数、補正係数を用いている。このうち排出係数については、環境庁排出原単位とJCAPデータ⁶⁾を参考にして設定を行った。

b) 推計方法

排出量推計モデル（発生過程別推計）を利用し、CO₂排出量を市区町村別・車種別に推計しており、移動距離にCO₂排出係数を乗じることで走行時排出量を推計している。ここでは、走行時の排出量に加えて、始動時や暖機時における排出量の増加分も考慮しており、CO₂排出量には直接的には関係しないが、燃料タンク等からの蒸発ガスも推計済みである。このような方法で推計したCO₂排出量を、移動地域別に2次メッシュ単位で集計したもの⁶⁾を直接排出量、車両登録地別に市区町村単位で集計したもの⁷⁾を間接排出量として算出した。

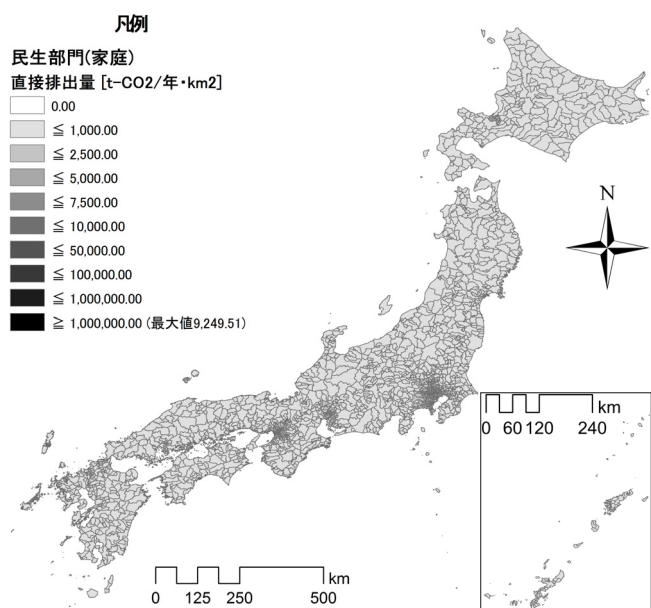
3. 分析結果と考察

分析結果として、民生部門及び産業部門について直接排出量で推計した結果をそれぞれ図－1～図－3に、交通部門については直接排出量と間接排出量の両方の結果についてそれぞれ図－4と図－5に示す。そして、各部門で推計単位が異なることを考慮し、GISを用いて面積按分により2次メッシュ単位に統一し、全部門合計値を算出した結果を、図－6及び図－7に示す。これらの結果は、いずれも比較のため1km²当たりの値で算出している。

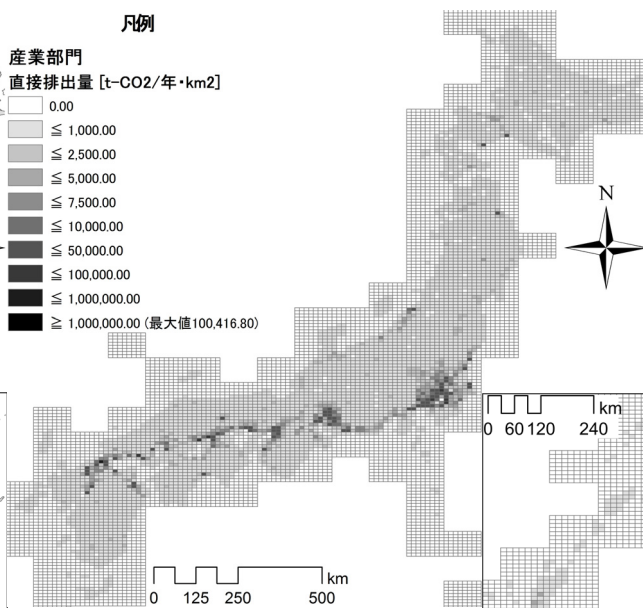
この結果を見ると、民生部門に関しては人口が集積している三大都市圏を中心に分布していることが分かる。また、交通部門の間接排出量については、三大都市圏だけでなく、それ以外の地域でも人口集積度の高い県庁所在地を中心に分布が見られ、地方部で自動車依存度が高いことを反映していると考えられる。

それに対し、交通部門の直接排出量については、国内の各都市を結ぶ主要幹線道路沿いに分布する傾向が見られる。そして産業部門についても、交通部門の直接排出量と同様に太平洋ベルトを中心とした国内の各都市を結ぶ主要幹線道路沿いに分布していることが分かる。双方とも、北海道や東北、南九州、四国の太平洋側等では面積当たりで比較するといくつかのメッシュを跨ぐような線的な分布は見られず、その他の地域の政令指定都市や三大都市圏を結ぶ幹線道路沿いに多く分布しているという結果が得られた。

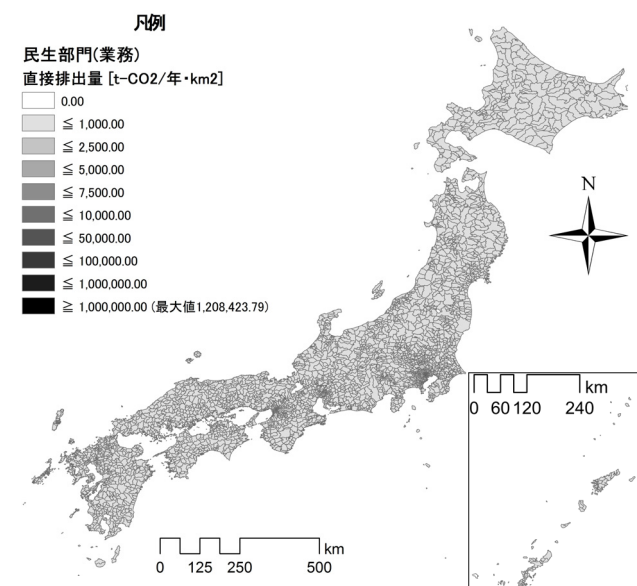
さらに、それら各部門の傾向を反映し、全部門の合計値で見ると、間接排出量で見ると三大都市圏や西日本の大都市を中心に分布している一方、直接排出量で見ると国内に分散して分布しているという結果が得られ、直



図－１ 民生部門(家庭)からの直接排出量の分布



図－３ 産業部門からの直接排出量の分布



図－２ 民生部門(業務)からの直接排出量の分布

接排出量と間接排出量の分布状況が大きく異なることが明らかとなった。

4. おわりに

本研究では、民生部門、産業部門、交通部門、さらに全部門合計値について、直接排出量及び間接排出量の分布を比較・考察することができた。

分析の結果、交通部門の間接消費量や民生部門に関しては主に三大都市圏のような人口集積度の高い地域に集中して分布している一方、交通部門の直接排出量や産業部門については国内の主要都市を結ぶ主要幹線道路沿いに分布している等、空間分布の傾向が大きく異なるこ

とが明らかになった。

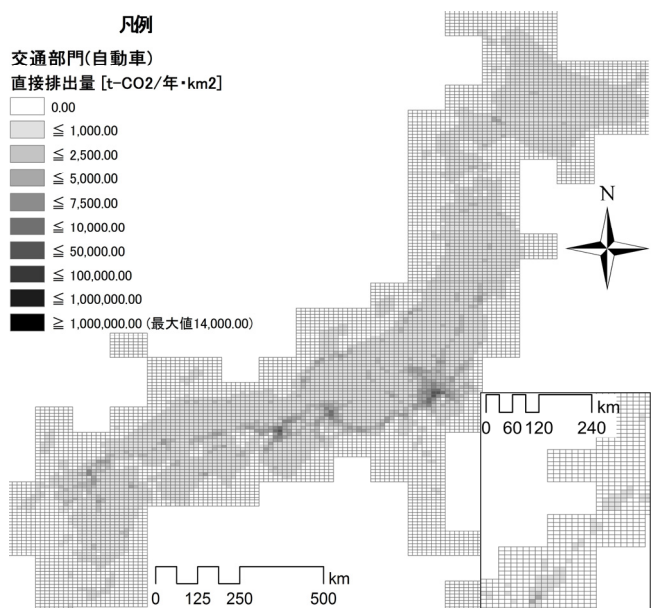
国レベルでの目標設定との対応を容易にするという点からは、エネルギーの生産者に排出を割り付ける直接排出量が便利である。しかし、排出責任の視点からは間接排出量でエネルギーの消費者の責任や対策を議論するアプローチも重要である。

本研究では、さらに民生部門（家庭）に関して世帯属性を考慮した推計方法を確立し、推計精度の向上を図る予定である。また、直接排出量と間接排出量との空間分布の違いを定量的に解析し、さらにその変化要因を分析することにより、地域レベルにおける温暖化対策への政策貢献を図る必要がある。

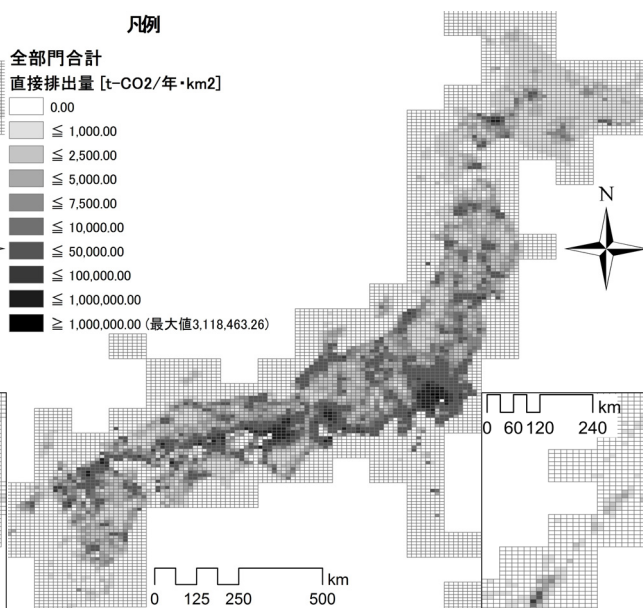
最後になったが、本研究の実施において、民生部門については埼玉大学経済学部外岡豊教授に推計結果の提供をいただくとともに、他部門についても有益なご指導をいただいた。そして、交通部門の直接排出量及び産業部門の推計にあたっては国立環境研究所の小林伸治氏に、交通部門の間接排出量の推計にあたっては国立環境研究所の松橋啓介氏、米澤健一氏にご協力をいただいた。また、本研究は、環境省による地球環境研究総合推進費課題「S-5 地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究」（代表：住明正）の支援により実施された。記して謝意を表する。

参考文献

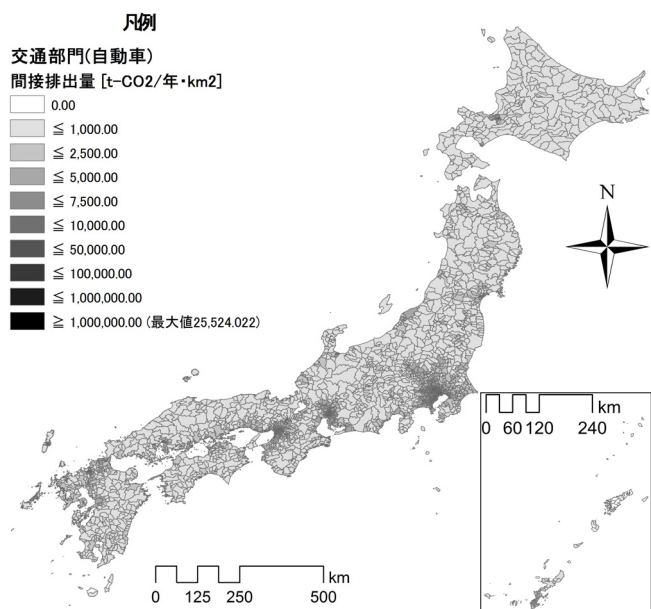
- 1) 例えば、環境自治体会議・環境自治体会議環境政策研究所：特別資料 全国市区町村の90・00・03年CO₂排出量推計，環境自治体白書2007年版，生活社，2007.
- 2) 外岡豊，深澤大樹，村橋喜満，三浦秀一：都道府県



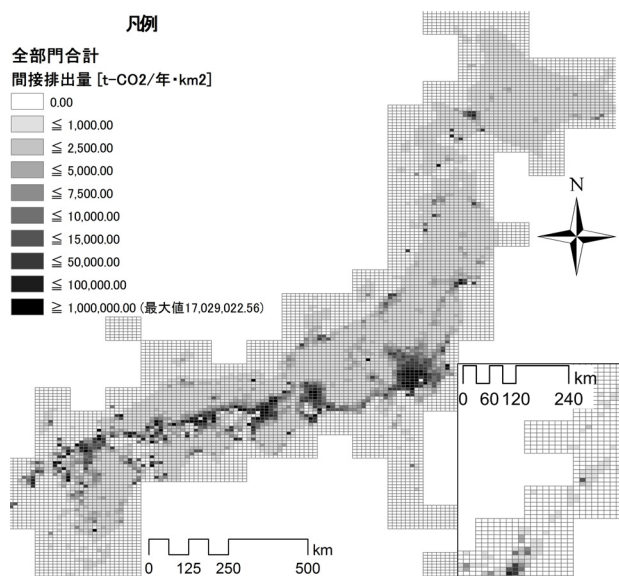
図－４ 交通部門からの直接排出量の分布



図－６ 全部門からの直接排出量の分布



図－５ 交通部門からの間接排出量の分布



図－７ 全部門からの間接排出量の分布

別・建て方別住宅エネルギー消費量とCO₂排出実態の詳細推計, 日本建築学会環境系論文集, 592, pp.89-96, 2006.

- 3) 外岡豊, 深澤大樹, 中口毅博, 馬場毅, 石田武志, 金本圭一朗: わが国民生部門のCO₂排出削減シナリオ, C GERレポートI079-2008家庭・業務部門の温暖化対策, pp.91-133, 独立行政法人国立環境研究所, 2008.
- 4) Keisuke Nansai, Noriyuki Suzuki, Kiyoshi Tanabe, Shiji Kobayashi and Yuichi Moriguchi: Design of Georeference-Based Emission Activity Modeling System (G-BEAMS) for Japanese Emission Inventory Management, Online proceeding of 13th International Emission Inventory Conference, pp.1-11, June, Florida, USA, 2004.

- 5) 温室効果ガスインベントリオフィス: 温室効果ガス排出量・吸収量データベース 日本の温室効果ガス排出量データ (1990～2007年度), <http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>, 2009.
- 6) 財団法人石油産業活性化センター(Japan Petroleum Energy Center: JPEC): Japan Clean Air Program (JCAP), http://www.pecj.or.jp/japanese/jcap/index_j.asp, 1997-2006.
- 7) 米澤健一, 松橋啓介: 平成11年および平成17年の市区町村別自動車CO₂排出量, 社会領域ディスカッションペーパー, No. 2009-01, NIES <http://www.nies.go.jp/social/discussion%20paper/pdf/09-0001.pdf>, 独立行政法人国立環境研究所, 2009.