

# 直接及び間接排出量に着目した全国市区町村別全部門CO<sub>2</sub>の分布特性・要因把握の基礎分析\*

## Distribution and Attribution Analysis of All Sector CO<sub>2</sub> Emission of each Municipality Focused on Direct and Indirect Emission \*

山形与志樹\*\*・中道久美子\*\*\*

By Yoshiki YAMAGATA\*\*・Kumiko NAKAMICHI\*\*\*

### 1. はじめに

日本の2008年度の排出量はCO<sub>2</sub>換算で約12億8,600万トンであり、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、気候変動枠組条約第15回締約国会議

(COP15)では、拘束力のある政治的合意はなされていないものの、我が国が提案した25%削減を始めとして、世界的な低炭素社会の実現に向けた、本格的な温暖化対策の検討が喫緊の課題となっている。

CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出量の算定が不可欠である。本研究では、各部門のCO<sub>2</sub>排出量を推計した研究成果を統合し、日本全体で直接排出量と間接排出量の両面から分布特性を把握し、その要因について基礎的な分析を行うことを目的とする。

これまで、各部門の地域レベルでの排出量推定の研究がなされてきた<sup>1)</sup>。しかし、市町村単位での全部門を総合してCO<sub>2</sub>排出量を直接排出・間接排出の両面から推計し、その分布特性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、市区町村レベルあるいはメッシュ単位で、民生部門(家庭・業務)、産業部門、運輸部門という各部門のCO<sub>2</sub>排出量を算定する研究成果をGISを用いて統合し、エネルギー利用にともなう間接及び直接CO<sub>2</sub>の排出量を全国市区町村単位で推計した。

ただし、本研究における「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た値を、「間接排出量」は、エネルギーや製造物等使用するユーザー(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値と定義している。

\*キーワード: 地球環境問題、土地利用、CO<sub>2</sub>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:nakamichi.kumiko@nies.go.jp)

### 2. 使用データとCO<sub>2</sub>排出量の推計方法

#### (1) 民生部門(家庭)

まず、民生部門(家庭)のCO<sub>2</sub>排出量推計における基礎データは総務省家計調査であり、その月報及び四半期報から得られた地域別光熱費支出額と世帯属性別光熱費支出額を用い、さらに住宅のエネルギー消費実態調査や小売物価統計等の各種統計を組み合わせてエネルギー源別・用途別のエネルギー消費量推計のためのデータを得ている。ここで、用途については暖房、冷房、給湯、厨房、照明等で区分している。そして、世帯人員の多い世帯の方がエネルギー消費効率が高いため1人当たりで見ると単身世帯ではCO<sub>2</sub>排出量の値が大きくなる等、世帯属性によって原単位が異なることを考慮し、高齢単身、若中年単身、高齢夫婦、若中年夫婦、片親と未婚子供、夫婦と未婚子供、その他で区分した家族構成によって分類した。また、分析対象エネルギー源は、電力、都市ガス、LPG、灯油とし、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した。なお、分析対象年次は全部門ともに2005年としている。

推計方法に関しては、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。家計調査の複数の集計表をより合理的に説明する地域別属性別光熱費支出額の集合を、ベイズ推定及び遺伝的アルゴリズムにより推計した後、エネルギー源別消費量と用途別エネルギー消費量を推定する田中らの方法<sup>2)</sup>を用いて、都道府県及び7都市別に用途別家族構成別CO<sub>2</sub>排出量原単位を推定した。そして、推定された原単位を市区町村別家族構成別世帯数に乗じることで、市区町村別CO<sub>2</sub>排出量を算出した。

#### (2) 民生部門(業務)

民生部門(業務)の推計方法に関しては先行研究<sup>3)</sup>で示したため、ここでは詳細は省略する。まず、各種統計から建物用途別床面積を整理し、主にエネルギー経済研究所のデータから建物用途別・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

エネルギー種類区分は電力、都市ガス、LPG、灯油、A重油とし、電力については、民生部門（家庭）の場合と同様に、間接排出量にのみ含めることとする。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<sup>4)</sup>を利用し、2004年事業所・企業統計による市区町村別・業種別の従業者数比に応じて配分を行った。

### (3) 産業部門

産業部門に関しても、推計方法の詳細は先行研究<sup>3)</sup>に譲ることとする。産業セクターの区分は、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、廃棄物焼却であり、このうち電気業、熱供給業、都市ガス製造業については、直接排出量にのみ含めることとした。推計方法としては、NO<sub>x</sub>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市区町村単位で空間配分を行った<sup>5)</sup>。そして、日本ではNO<sub>x</sub>排出量とCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出量<sup>6)</sup>をNO<sub>x</sub>排出量の空間分布に応じて配分した。

### (4) 運輸部門

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。また、間接排出量として鉄道も考慮することとし、鉄道輸送統計と駅別乗降客数データ、鉄道用エネルギーCO<sub>2</sub>排出量原単位データを使用した。

推計方法としては、CO<sub>2</sub>排出量を市区町村別・車種別に推計しており、移動距離にCO<sub>2</sub>排出係数を乗じることで走行時排出量を推計している。このような方法で推計したCO<sub>2</sub>排出量を、移動地域別に3次メッシュ単位で集計したもの<sup>7)</sup>を直接排出量とした。また、OD調査オーナーマスターデータから車種別走行台キロを登録地となる市区町村別に集計し、車種別排出係数を乗じてCO<sub>2</sub>排出量を推計したもの<sup>8)</sup>を、間接排出量として算出した。さらに、鉄道に関しては、事業者別の旅客鉄道CO<sub>2</sub>排出量を路線別輸送量と駅別乗降客数を用いて市区町村へ分担する手法<sup>9)</sup>を用いて推定を行った。

## 3. 分析結果と考察

図-1及び図-2に、GISを用いて全部門を統合した直接排出量及び間接排出量の結果を示す。これを見ると、直接排出量については火力発電所等の発電所が立地している市区町村で産業部門のCO<sub>2</sub>排出量が大きい傾向が顕著に現れており、局所的に大きな値を示していることが分かる。それに対し、間接排出量については、それらの

市区町村で発電された電気が三大都市圏や県庁所在地等の大都市で使用されCO<sub>2</sub>が排出されている様子が見取れる。この結果からランクサイズグラフを作成した結果を図-3及び図-4に、人口と所得額について示した結果を図-5、図-6に示す。これを見ると、直接排出量や所得額ではいくつかの市区町村で卓越した値を示しており、間接排出量や人口ではランクが上位の市区町村が並存していることが分かる。

これらの結果からは各市区町村の特徴が把握しづらいため、要因の1つと考えられる指標として人口密度を横軸にとり、1人当たりCO<sub>2</sub>排出量によって各市区町村をプロットした結果を図-7及び図-8に示す。直接排出量に関しては1人当たりCO<sub>2</sub>排出量の値が多い市区町村ではいずれも人口密度が小さくなっていることが分かる。間接排出量に関しても大半の市区町村では同様の傾向が見られる一方、東京都千代田区、港区等の大都市圏の区では他の市区町村と比較して人口密度が小さい市区町村ほど1人当たりCO<sub>2</sub>排出量が少ないという関係が緩やか

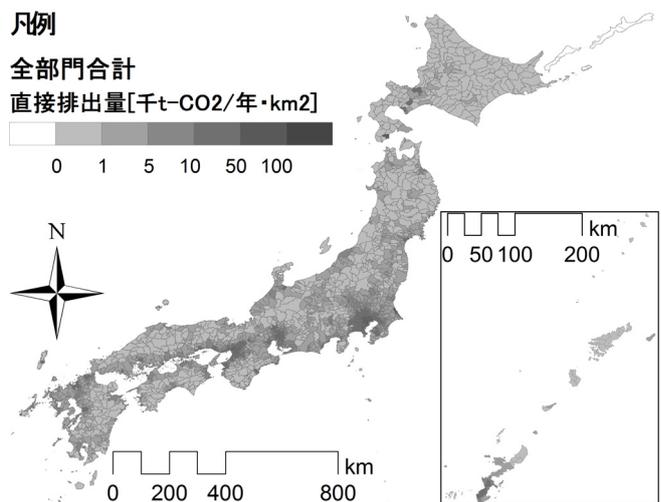


図-1 全部門を統合した直接排出量の分布

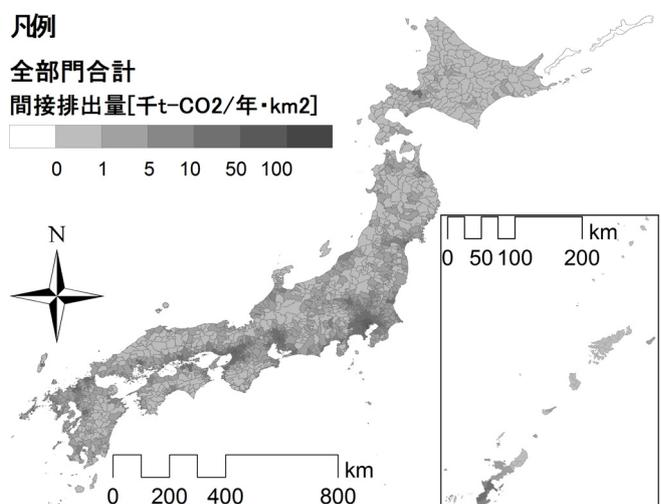


図-2 全部門を統合した間接排出量の分布

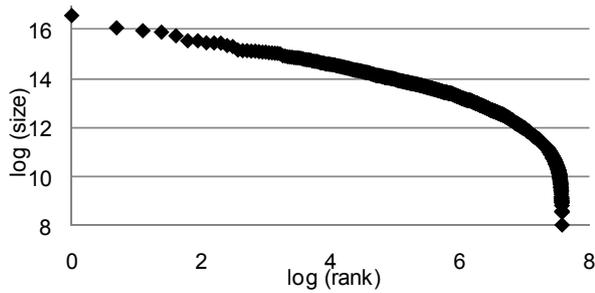


図-3 直接排出量のランクサイズグラフ

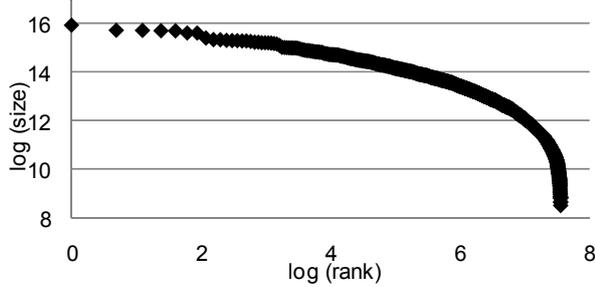


図-4 間接排出量のランクサイズグラフ

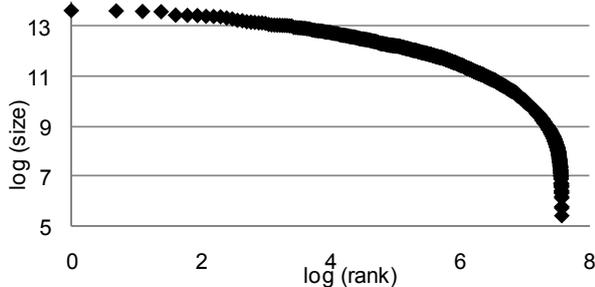


図-5 2005年国勢調査人口のランクサイズグラフ

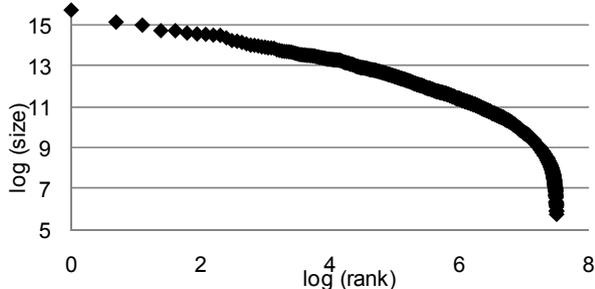


図-6 課税対象所得額のランクサイズグラフ

であることが読み取れる。

さらに、経済指標として総務省自治税務局の市町村税課税状況等の調を元に算出した所得額を取り上げ、1人当たり所得額を横軸にとって同様にプロットした結果を図-9及び図-10に示す。直接排出量については発電所が立地している市区町村が左上に分布し、東京都の都心部の区では右下に分布しているのに対して、間接排出量については離島や山間部の市区町村が左上に分布し、東京都千代田区で1人当たりCO<sub>2</sub>排出量の値が大きいことが目立つ等、分布に違いが見られた。この結果からは明確な相関関係は見られないが、図-11及び図-12のよ

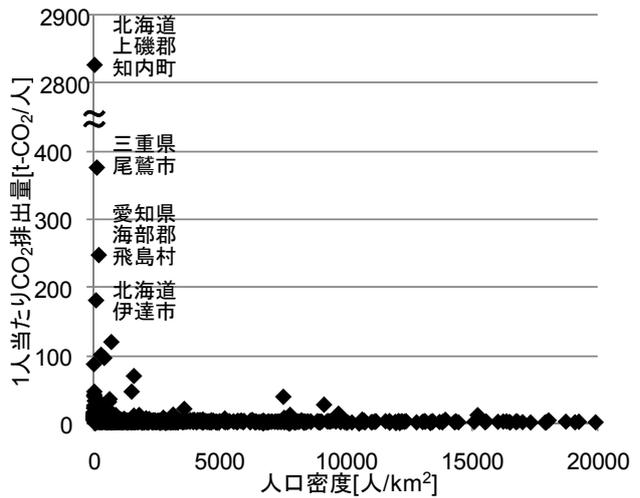


図-7 人口密度と1人当たり直接排出量の関係

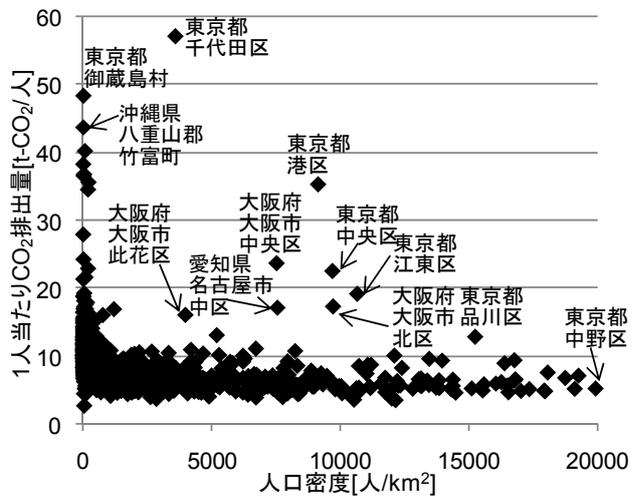


図-8 人口密度と1人当たり間接排出量の関係

うに横軸に所得額当たりCO<sub>2</sub>排出量をとると、正の相関関係が見られた。特に間接排出量については、一部の離島や山間部の市区町村では経済と関係なくエネルギーを使用している様子が読み取れる。

#### 4. おわりに

本研究では、全部門を統合し、直接排出量と間接排出量の両面から、分布特性とその要因について基礎的な分析を行った。この結果、直接排出量と間接排出量では分布特性が大きく異なっており、その要因として人口密度や経済指標が関係していることを示すことができた。特に排出責任という意味では間接排出量に着目し、さらに都市形態や世帯構成等の他の観点からも分布特性や要因を分析することで、エネルギーの消費者の責任や対策の視点から議論していくことが重要であるといえる。また、本研究では考慮しなかった財の消費活動に伴う排出量の推計も重要であり、今後は、特に間接排出量の推計手法を改良して分析を進めていく予定である。

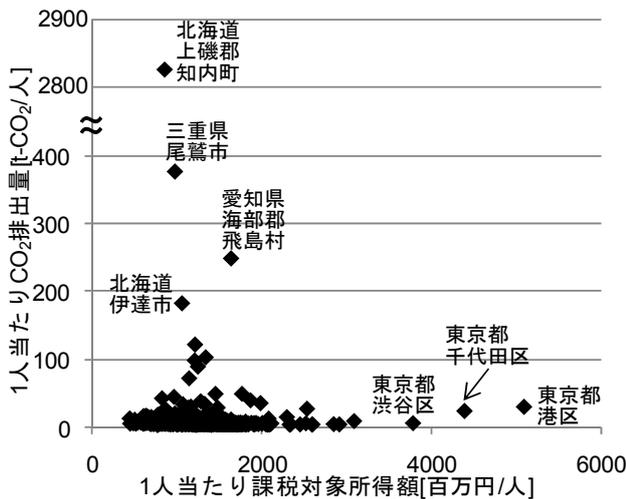


図-9 1人当たり所得額と1人当たり直接排出量の関係

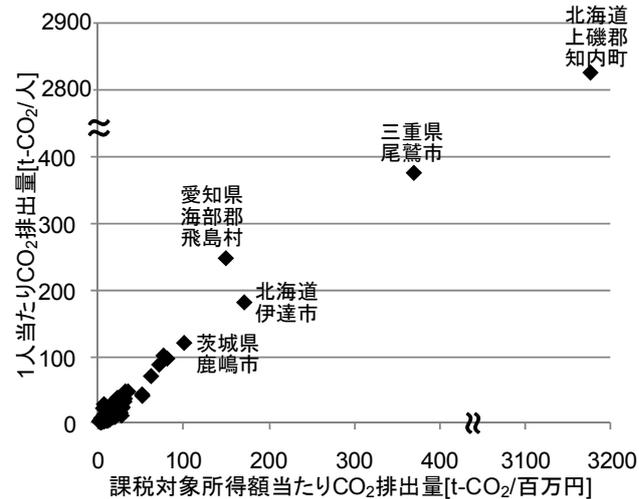


図-11 所得額当たり直接排出量と1人当たり直接排出量の関係

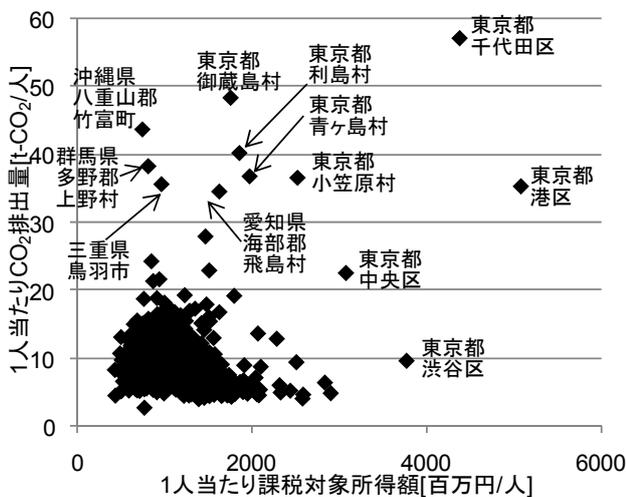


図-10 1人当たり所得額と1人当たり間接排出量の関係

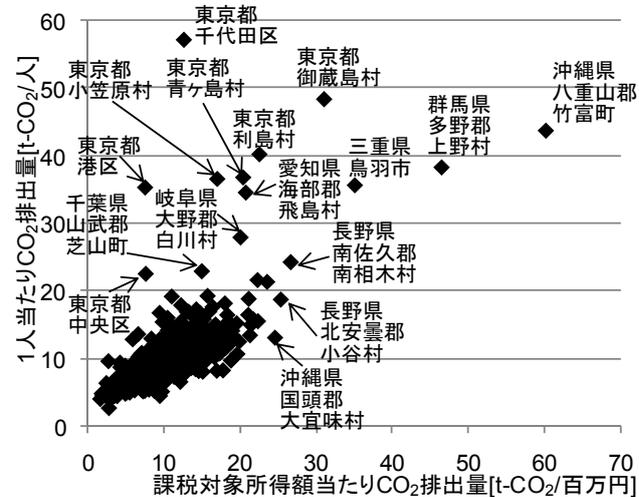


図-12 所得額当たり間接排出量と1人当たり間接排出量の関係

謝辞

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：東京大学住明正教授）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CO<sub>2</sub>排出量推計，環境自治体白書2007年版，生活社，2007。
- 2) 田中昭雄・久保隆太郎・中上英俊・石原修：世帯属性を考慮した住宅用エネルギー消費原単位の推定と将来予測，日本建築学会環境系論文集，73(628)，pp.823-830，2008。
- 3) 山形与志樹・中道久美子：我が国における全セクターを統合したCO<sub>2</sub>排出量のマッピング：直接・間接排出量の推計と分析，土木計画学研究・講演集，Vol.40，CD-Rom，2009。
- 4) 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CO<sub>2</sub>排出削減シナリオ，CGER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。

- 5) Nansai, K., Suzuki, N., Tanabe, K., Kobayashi, S. and Moriguchi, Y.: 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.
- 6) 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>。
- 7) Kannari, A., Tonooka, Y., Baba, T. and murano, K.: Development of multiple-species 1 km × 1 km resolution hourly basis emissions inventory for Japan, Atmospheric Environment, Vol.41, pp.3428-3439, 2007.
- 8) 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CO<sub>2</sub>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>。
- 9) 工藤祐揮・松橋啓介・上岡直見・森口祐一：市区町村の運輸部門CO<sub>2</sub>排出量の推計，第33回環境システム研究論文発表会講演集，pp.263-268, 2005。