

# 福島県における住民の生活行動に伴う 直接・間接CO<sub>2</sub>排出量の推計

平野 勇二郎<sup>1\*</sup>・中村 省吾<sup>1</sup>・五味 馨<sup>1</sup>・戸川 卓哉<sup>1</sup>・辻 岳史<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国立環境研究所福島支部（〒963-7700 福島県田村郡三春町深作10-2 福島県環境創造センター研究棟）

\* E-mail: yhirano@nies.go.jp

地域におけるCO<sub>2</sub>排出量の削減は地方自治体にとってきわめて重要な課題である。とくに、これまでもCO<sub>2</sub>排出の人間行動要因については多くの研究が行われてきたが、その多くは消費者による直接エネルギー消費に着目したものであり、製品やサービスの消費による間接CO<sub>2</sub>排出は含んでいない。そこで本研究では生活行動に伴う直接・間接CO<sub>2</sub>排出量を推計した。このため、産業連関表や全国消費実態調査などのデータを用いて、全国のCO<sub>2</sub>排出量を算出し、既存の統計データと比較して妥当性を検証した。その上で、同様の手法を福島県のデータに適用し、県内の直接・間接CO<sub>2</sub>排出量を推計した。この結果から、福島県は全国平均と比較すると直接CO<sub>2</sub>排出がとくに大きく、寒冷地の特徴が明確に生じた。

**Key Words :** *lifestyle, CO<sub>2</sub> emission, household consumption, low carbon society, life-cycle CO<sub>2</sub>*

## 1. はじめに

地球温暖化による種々の環境変化が顕在化しつつある現在、生活者のライフスタイルの改変に伴う温室効果ガス排出量の削減が重要課題である<sup>1)</sup>。とくに近年は、震災や原子力発電所事故に伴う電力ピーク負荷対策や災害時の電源確保、再生可能エネルギー固定価格買取制度、電力小売り自由化などの種々の状況変化に伴い、省エネルギーやCO<sub>2</sub>削減に対する国民の意識は変化しており、地方自治体においても詳細な対策が求められている。こうした中で、地域に根差した生活者の視点から、有効なCO<sub>2</sub>削減策について今後さらにきめ細かい検討が必要である。また、既往研究では都市における街区や建築スケールのシミュレーション評価の事例は多いが、都市部から離れた中山間地などにおいて人口減少や高齢化が深刻化しており、今後は都市以外の地域における様々な地域条件において調査事例を蓄積することが必要である。

従来から、生活行動に伴うCO<sub>2</sub>排出の推計や低炭素型ライフスタイルの提案の研究事例は多い<sup>2-4)</sup>。ただし、その多くは例えば冷房や給湯消費の対策、交通の対策などが中心であり、多くの場合に生活者による直接的なエネルギー消費のみに着目している。

実際には民生部門、運輸部門と比較して産業部門のCO<sub>2</sub>排出量は大きい<sup>5)</sup>ため、工業製品やサービスの消費により誘発される間接CO<sub>2</sub>排出も生活者のライフスタイル改変により削減する余地が大きいことが予想される。しかしながら、直接エネルギー消費の削減を目的とした膨大な既存の研究事例と比較すれば、地域住民の生活行動と結びつけて間接CO<sub>2</sub>排出を評価した事例は必ずしも多いとは言えない。したがって今後は直接・間接CO<sub>2</sub>排出を総合したCO<sub>2</sub>排出の人間行動要因や低炭素型ライフスタイルの知見を蓄積し、現実的なCO<sub>2</sub>削減に向けた方策を提案することが必要である。

こうした背景から、本研究では地域住民の生活とCO<sub>2</sub>排出について検討するための基礎研究として、地域の生活行動に伴うCO<sub>2</sub>排出量を推計した。とくに、生活に伴う直接的なエネルギー消費によるCO<sub>2</sub>排出量と、工業製品やサービスの消費による間接CO<sub>2</sub>排出量の両方を推計した。対象地域は福島県を選択した。福島県は東日本大震災に伴う原子力発電所の事故の影響で現在も除染と復興が進められており、今後の復興を考慮すれば重要地域である。このため、現状および今後の復興プロセスを踏まえた評価が今後必要となることが予想されるが、本研究ではデータの制約から震災前の推計のみを行った。

## 2. 推計手法

本研究において、生活行動に伴う直接・間接CO<sub>2</sub>排出量の推計手法は井原ほか<sup>6)</sup>が提案した手法に基づき推計した。ただし、推計に用いる3EID<sup>7)</sup>は現段階で利用可能な最新データは2005年のデータであるため、これを用いて更新した。これに合わせて産業連関表<sup>8)</sup>および家計調査<sup>9)</sup>は2005年、全国消費実態調査<sup>10)</sup>は最も近い調査年である2004のデータを用いた。推計手法を図-1に示す。

まず、家計調査<sup>9)</sup>と全国実態消費調査<sup>10)</sup>の項目を対応させた。全国消費実態調査はサンプル数が多いため値の信頼性が高く、二人以上世帯では都道府県別の集計値も公開されている。ただし、項目数は家計調査の方が多く、産業連関表の項目と対応させた場合により詳細な対応が可能であることから、両者を統合した。各調査の項目数は、全国消費実態調査は320項目、家計調査は504項目である。これらの項目の対応関係は明確であり、大半は一対一対応または多対一対応であった。そこで全国消費実態調査の方が項目が粗い場合に、家計調査の支出額により全国消費実態調査の支出額を按分した。「筆記・絵画用具」および「オーディオ・ビデオディスク」は全国消費実態調査と家計調査の対応が多対多であったため、家計調査の項目間の合計額の比と、全国消費実態調査の項目間の支出額の比が等しくなるように家計調査を全国消費実態調査の項目に分配し、分配された家計調査の支出額で全国消費実態調査の支出額を按分した。なお、本研究では全国消費実態調査と家計調査を統合した最も詳細な項目で計算を行ったが、CO<sub>2</sub>排出量の推計結果を示す際に、全国消費実態調査の大項目別に集計して図化した。

産業連関表<sup>8)</sup>は、平成17年産業連関表の取引基本表（投入表）における基本分類表を用いた。ただし産業連関表における卸売および小売は産業部門のマージン（商業マージン）とし、全産出額を各産業部門の卸売・小売マージンに応じて配分した。また、産業連関表は行520部門、列407部門で構成されているが、3EIDに合わせて403部門に集約した。この結果得られた産業連関表から[I-(I-M)A]<sup>-1</sup>型の逆行列係数を算出し、3EIDによる直接CO<sub>2</sub>排出量原単位を乗じることにより、CO<sub>2</sub>排出原単位を得た。直接CO<sub>2</sub>排出原単位は3EIDから得た。これらのCO<sub>2</sub>排出原単位の項目と、前述した家計消費支出額から消費支出によるCO<sub>2</sub>排出量を算出した。

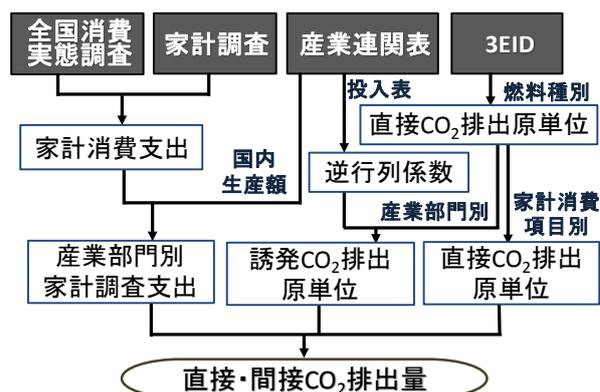


図-1 本研究における直接・間接CO<sub>2</sub>推計手法

## 3. CO<sub>2</sub>排出量算定結果の検証

前述の直接・間接CO<sub>2</sub>排出推計手法の妥当性を次の通りに検証した。

全国消費実態調査は都道府県別などの詳細な空間分解の情報を含んでいるが、細かい空間単位での検証データを得ることが困難であった。そこで、まず本研究の推計は、まず全国レベルでの直接・間接CO<sub>2</sub>排出推計を行い、妥当性を確認した上で、同様の手法を全国消費実態調査の都道府県別データに適用するという2段階の手順で行った。また、全国消費実態調査は単身世帯と二人以上世帯とを分けて集計されているため、本研究では各々についてCO<sub>2</sub>排出推計を行い、国勢調査による全国の世帯数および単身世帯数を用いて、全世帯の平均値を算出した。

まず、直接エネルギー消費によるCO<sub>2</sub>排出量は、民生家庭部門のCO<sub>2</sub>排出量と概ね一致するので、種々の既存資料から検証が可能である。そこで、ここでは日本国温室効果ガスインベントリ<sup>5)</sup>およびEDMCエネルギー経済統計要覧<sup>11)</sup>を比較対象資料として選択した。

日本国温室効果ガスインベントリ<sup>5)</sup>は、気候変動枠組条約に基づく日本のオフィシャルなCO<sub>2</sub>排出量の公表値であり、本研究の成果を国内の温暖化対策に活用する上で、整合性を確認しておくことが重要である。このため、ここでは比較対象資料として選択した。

また、日本国温室効果ガスインベントリ<sup>5)</sup>は総合エネルギー統計や石油等消費動態統計に基づくマクロ推計であるため、他の種々の個別調査などの資料との整合性を確認することも必要である。この点について、著者らはすでに民生家庭部門エネルギー消費量の主要な資料について資料間比較を行い、種々

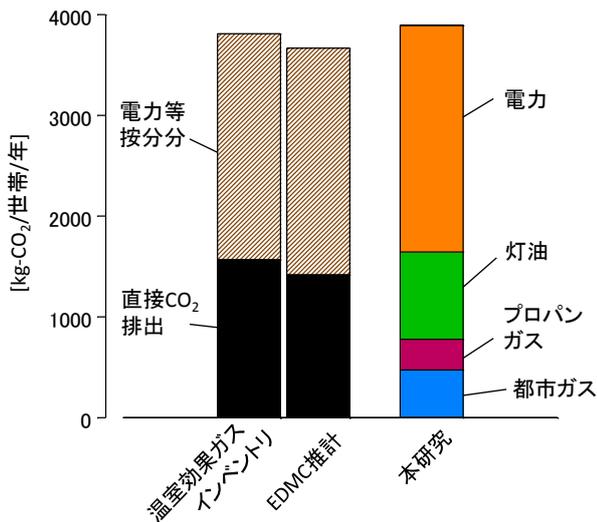


図-2 直接CO<sub>2</sub>排出に関する既存資料との比較

の個別調査資料の妥当性や整合性を確認している<sup>12)</sup>。ただし、この資料間比較ではエネルギー消費原単位のみを対象としており、CO<sub>2</sub>排出原単位が異なる燃料を含む場合に単純にCO<sub>2</sub>排出量に換算して比較することができない。このため、ここでは資料間比較<sup>12)</sup>の結果から他の種々の資料との整合性が確認されており、またエネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量の両方が掲載された資料として、EDMCエネルギー経済統計要覧<sup>11)</sup>を代表例として選択した。

なお、日本国温室効果ガスインベントリ<sup>5)</sup>とEDMCエネルギー経済統計要覧<sup>11)</sup>は、部門別化石燃料起源CO<sub>2</sub>排出量として家庭部門の直接CO<sub>2</sub>排出量が示されており、さらに電力起源CO<sub>2</sub>排出を各部門に按分した値が示されている。また、これらの資料はいずれも運輸部門の中で家用車のみを示す値がないため、ガソリン消費によるCO<sub>2</sub>排出は比較対象とはしなかった。このため、前述した本研究の手法によるCO<sub>2</sub>排出量の推計値との比較を可能にするため、燃料種別の直接CO<sub>2</sub>排出からガソリンを除外し、また電力消費による間接CO<sub>2</sub>排出を加えた。

以上から得られた、比較対象資料と本研究の推計値を図-2に示した。この結果、本研究の推計手法では都市ガス、プロパンガス、灯油消費による直接CO<sub>2</sub>排出は約1600[kg-CO<sub>2</sub>/世帯/年]、電力消費による間接CO<sub>2</sub>排出を含んだ場合は約4000[kg-CO<sub>2</sub>/世帯/年]となった。一方、比較対象資料において民生家庭部門における化石燃料消費起源のCO<sub>2</sub>排出は1400～1600[kg-CO<sub>2</sub>/世帯/年]程度、電力等を配分した場合は3800～3900[kg-CO<sub>2</sub>/世帯/年]程度であり、概ね一致していることが確認された。

次に、間接CO<sub>2</sub>排出量を含んだ値についても検討

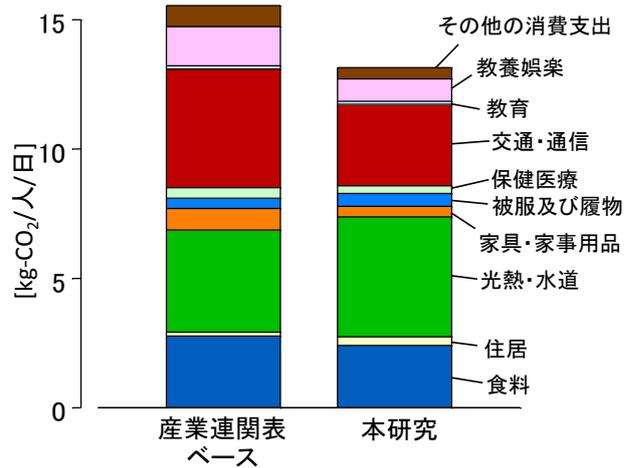


図-3 本研究の手法と産業連関表による推計の比較

を行った。ただし、間接CO<sub>2</sub>排出量は直接CO<sub>2</sub>排出量と比較して調査事例が乏しく、他資料との比較による検証が困難である。このため、ここでは図-2から推計に用いた燃料種別CO<sub>2</sub>排出原単位は信頼性があると判断し、主要な誤差要因であることが推察される家計消費支出データと産業連関表の項目の不一致に着目した。そこで、産業連関表「912100家計消費支出」から推計したCO<sub>2</sub>排出量と、本研究において全国消費実態調査および家計調査に基づいて推計した結果との比較を行った(図-3)。この結果から、CO<sub>2</sub>排出量が多い項目で両者を比較すると、生活行動と直接・間接CO<sub>2</sub>の関係を評価する上で重要な「食料」と「光熱・水道」は比較的近い値となっている分かる。一方、「交通・通信」と「教養・娯楽」では本研究の手法による値は若干小さく、この点は今後さらなる高精度化が必要である。

#### 4. 福島県におけるCO<sub>2</sub>排出推計

全国消費実態調査は、二人以上世帯のデータでは都道府県別の集計値が公開されている。そこで、福島県の二人以上世帯について世帯あたりの直接・間接CO<sub>2</sub>排出量を算出した(図-4)。この結果を消費行動別に全国平均と福島県の推計値を比較したところ、福島県は全国平均より若干大きいという結果となった(図-4a)。とくに「光熱・水道」の項目において差が大きく、暖房、給湯などの温熱需要の影響が大きい寒冷地の傾向が顕著に読み取れる。また、「交通・通信」の項目も全国平均と比較して若干大きい。これは大都市圏を含むエリアでは公共交通の発達や密集化による移動距離の短縮などから交通起源のCO<sub>2</sub>排出量が削減されるため、福島県の地域条

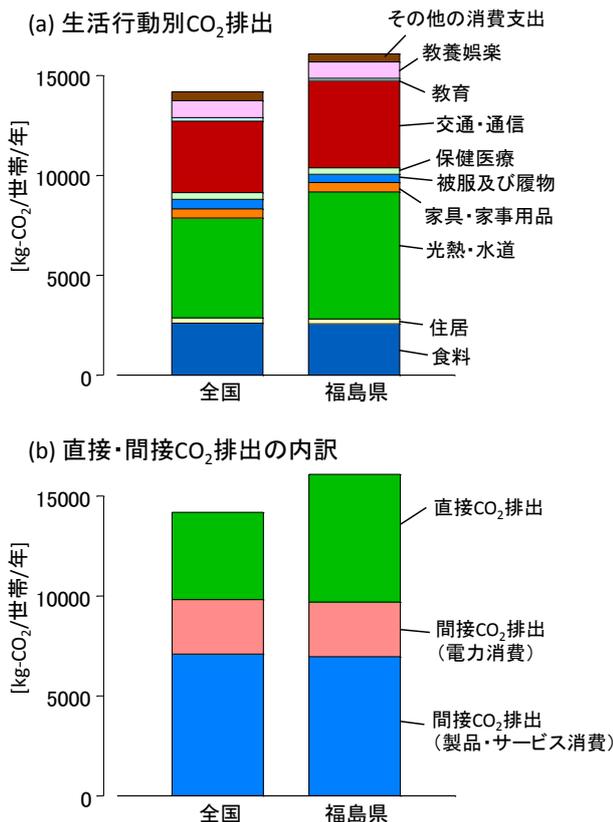


図-4 福島県における推計値と全国平均との比較 (二人以上世帯)

件では全国平均と比較し相対的に大きく生じたことが推察される。

次に二人以上世帯の推計値の直接・間接CO<sub>2</sub>排出量の内訳を算出した(図-4b)。この結果から、間接CO<sub>2</sub>排出量はエネルギー消費による直接CO<sub>2</sub>排出量よりも多いことが分かる。また、福島県と全国平均とを比較すると、電力消費起源の間接CO<sub>2</sub>排出および他の製品・サービス消費起源の間接CO<sub>2</sub>排出は、福島県と全国平均とでほぼ同程度であることが分かる。電力は一般に気候条件の影響を受けるが、温熱利用はガス・灯油と比較し電力利用の割合は低く、また夏季の冷房利用の影響と相殺される効果も含まれることから、気候条件の影響が顕著に生じなかったことが推察される。一方、直接CO<sub>2</sub>排出は福島県と全国平均とで明確な差異が生じており、前述した暖房、給湯などの温熱需要に伴うガス・灯油などの燃料消費と、自動車交通に伴うガソリン消費の両方の影響を含んでいる。

これらの結果を用いて、次に福島県全域を対象として生活行動に伴う直接・間接CO<sub>2</sub>排出量を推計した。ただし現状の全国消費実態調査では、単身世帯では都道府県別の集計値が得られない。このため、ここでは近似的に項目ごとに単身世帯と二人以上世

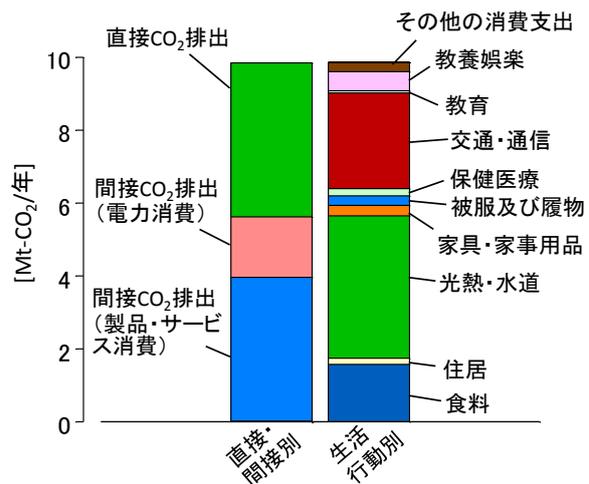


図-5 福島県における直接・間接CO<sub>2</sub>推計結果

帯の世帯あたりCO<sub>2</sub>排出量の比を全国値に基づいて算出し、この比を固定したまま福島県の単身世帯における世帯あたり直接・間接CO<sub>2</sub>排出量を推定した。その上で、単身世帯と二人以上世帯の各々について世帯あたり直接・間接CO<sub>2</sub>排出量に各世帯数を乗じ、両者から全世帯のCO<sub>2</sub>排出量を算出した。この結果、福島県全体では消費行動に伴う直接・間接CO<sub>2</sub>排出量は約10[Mt-CO<sub>2</sub>/年]となった。今後、この値を検証すると同時に、さらに詳細な地域条件を踏まえた推計や、対策導入効果の評価を進める予定である。

## 5. まとめ

本研究では、福島県を対象として生活行動に伴うCO<sub>2</sub>排出量を推計した。とくに、本研究では直接エネルギー消費によるCO<sub>2</sub>排出量のみではなく、製品やサービスの消費により誘発される間接的なCO<sub>2</sub>排出も含めて推計した。この結果、間接CO<sub>2</sub>排出量は直接CO<sub>2</sub>排出量よりも多く、ライフスタイル改善の対策により削減するポテンシャルがあることを示唆する知見を得た。ただし、福島県の値を全国平均と比較すると、顕著に大きいのは直接CO<sub>2</sub>排出であった。また、福島県は項目別に比較すると「光熱・水道」の項目や「交通・通信」の項目では全国地と比較しCO<sub>2</sub>排出量が大きく、気候条件や地域条件の影響が明確に生じた。今後、消費行動の代替性を踏まえて適切なCO<sub>2</sub>削減方策について健闘する予定である。

謝辞：本研究を進めるにあたり東京大学の井原智彦氏、国立環境研究所の藤田壮氏、大阪大学の吉田友

紀子氏にご指導，ご協力を頂きました．ここに記して感謝の意を表します．

## 参考文献

- 1) 国立環境研究所: 2050 低炭素社会シナリオ, [http://2050.nies.go.jp/LCS/index\\_j.html](http://2050.nies.go.jp/LCS/index_j.html).
- 2) Shimoda Y., T. Fujii, T. Morikawa and M. Mizuno: Residential end-use energy simulation at city scale. *Building and Environment*, 39, 959-967, 2004.
- 3) 湯浅和博, 劉 正 賢, 吉野 博, 長谷川兼一: 低負荷型ライフスタイルによる住宅のエネルギー消費量削減の可能性. *日本建築学会環境系論文集*, 642, 1019-1024, 2009.
- 4) 森田紘圭, 金岡芳美, 加藤博和, 柴原尚希, 林良嗣: 個人の生活スケジュールを考慮した低炭素技術導入による CO<sub>2</sub> 排出量への影響分析. *土木学会論文集 G(環境)*, 69 (5), pp.I\_33-I\_43, 2013.
- 5) 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス: 温室効果ガスインベントリ, <http://www-gio.nies.go.jp/index-j.html>.
- 6) 井原智彦, 本瀬良子, 工藤祐揮: 産業連関表を用いた家計消費支出に伴う CO<sub>2</sub> 排出解析の考察. *環境システム研究論文発表会講演集*, 37, 267-273, 2009.
- 7) 独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センター: 産業連関表による環境負荷原単位データブック (3EID), <http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/index-j.html>.
- 8) 総務省: 産業連関表, [http://www.soumu.go.jp/toukei\\_toukatsu/data/io/index.htm](http://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/index.htm).
- 9) 総務省統計局: 家計調査, <http://www.stat.go.jp/data/kakei/>.
- 10) 総務省統計局: 平成 16 年全国消費実態調査, <http://www.stat.go.jp/data/zensho/2004/index.htm>.
- 11) 日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編: EDMC/エネルギー・経済統計要覧, 省エネルギーセンター.
- 12) 平野勇二郎, 亀卦川幸浩, 玄地 裕, 近藤裕昭: 事務所および住宅における空調・給湯用エネルギー消費量の気温感応度算定に関する各種手法の相互比較. *エネルギー・資源*, 27 (3), 218-224, 2006.