

3. 温暖化対策による CO₂ 排出削減量 推計ツールの開発

松本 貴志¹・岩崎 慶太²・松本 美紀³・木場 和義⁴

¹ 非会員 (一社) 地球温暖化防止全国ネット (〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 1-12-3-4F)

E-mail:t.matsumoto@jccca.org

² E-mail:iwasaki@jccca.org

³ 正会員 (一社) 地球温暖化防止全国ネット (〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 1-12-3-4F)

E-mail:m.matsumoto@jccca.org

⁴ E-mail:koba@jccca.org

市民の行動変容を促すための温暖化対策において、CO₂ 排出量を効果的に削減することは重要である。そのため、温暖化対策事業の計画段階から、実施により想定される CO₂ 排出削減効果を簡易に推定することは、その事業の重要性を示すことになる。本研究では、温暖化対策事業の事業評価ツールとして、事業実施により想定される CO₂ 排出削減効果を推計するツールを開発した。開発したツールは温暖化対策事業を担う自治体、民間団体、NPO 等が使用することを想定し、環境省の「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査 全国試験調査」をもとにモデル世帯の CO₂ 排出量と、対策として機器の使用改善と買い換えによる効果を、汎用性の高いマイクロソフト Office の Excel で作成している。また、事業展開対象の属性、対象地域等の条件を加えることで、事業を実施する場所でのより詳細な事業効果を推定できるよう工夫した。

Key Words: the estimation tool, reducing CO₂ emissions, environmental project, project evaluation

1. はじめに

2015 年に採択されたパリ協定を受けて、日本は 2030 年度に 2013 年度比で温室効果ガス排出量を 26%削減、2050 年までには 80%削減する目標を掲げた¹⁾。環境省は、2030 年に 26%削減を実現するためには、家庭部門と業務部門でそれぞれ約 40%、マイカー、社用車、宅配便などを含む運輸部門で約 30%の温室効果ガスの大幅削減が必要であり、家庭・業務部門の 40%削減のうち、電力の低炭素化により達成される約 25%相当分を除く、家庭部門の約 14%、業務部門の約 15%相当分は、国民の省エネ努力や省エネ製品への買い替え等により削減する必要があるとしている²⁾。

このような状況下において、市民の行動変容を促す温暖化対策事業を計画・実施する際は、CO₂ 排出削減量に効果的に寄与するという観点を持つことが重要である。そのためには、CO₂ 排出の要因を明らかにする必要があるが、地域におけるエネルギー起源の CO₂ 排出量を推計する方法は、全国や都道府県の炭素排出量を部門別活動量で按分する方法が標準的手法³⁾とされているが、当該

手法では CO₂ 排出に係る直接的な要因分析が困難であるため、実態に即した CO₂ 排出削減量に効果的な温暖化対策を提案することは容易ではない。

そこで、(一社) 地球温暖化防止全国ネットは、環境省委託事業の一環として、地域の CO₂ 排出実態に即した温暖化対策の計画・実施の一助となる「温暖化対策による CO₂ 排出削減量推計ツール」(以下、推計ツール)の開発に取り組み、「自治体等に対する温暖化対策の提案」や「地域住民への温暖化対策の理解促進」等のコミュニケーションツールとして活用され、地域の温暖化対策が促進することを目指した。

なお、推計ツールにおける温暖化対策とは、後述する家電・機器等の使用改善及び買い替えと定義した。

2. 推計ツール開発の概要

開発初年度の 2017 年度は、「CO₂ 排出に係る要因分析を可能とすべく、地域のエネルギー需要構造(住宅構造・築年数、居住世帯属性、保有機器・稼働時間等)から地域の CO₂ 排出量を推計するものであること」、

「Excel で構築し、広く一般に受け入れられるものであること」、「利用する地域に応じたカスタマイズを可能とすること」の基本的な考え方を整理し、川崎市をモデルに、ボトムアップ的な観点で開発に取り組んだ。

具体的には、住宅・土地統計調査⁹⁾を参照し、地域の世帯構成について、ある程度のカテゴリーで分類を行い、有識者等へのヒアリングや各種公開情報から、住宅属性（間取り、建て方等）、家電・機器等の保有状況・稼働時間等について、分類した世帯構成に応じて設定した。こうして仮定した地域の世帯属性別世帯（以下、モデル世帯）に基づき、地域における CO₂排出量を推計する推計ツール（以下、2017 版推計ツール）を構築した。このようなボトムアップ的な推計方法を用いることにより、CO₂排出量に係る要因分析が可能となり、「テレビのこまめな消灯」や「冷蔵庫を高効率機器に買い替え」といった、温暖化対策の提案に具体性を持たせることが可能となると考えた。

しかし、2017 版推計ツールの構造では、ボトムアップ的な推計方法のため、情報収集等の作業負荷が大きく、各地域を対象とした推計ツールの開発、普及が困難となる可能性を指摘された。これを受け、2018 年度は、2017 版推計ツールの考え方を残しつつ、情報収集に係る作業負荷の軽減のため、以下に記す「モデル世帯設定の簡略化」及び「温暖化対策による CO₂排出削減量推計の簡略化」に取り組んだ。

3. 推計ツールの作業負荷軽減に係る取組

(1) モデル世帯設定の簡略化

モデル世帯設定の簡略化にあたって、利用者が自ら情報収集を行う必要があった部分を、統計データを参照することにより、ほぼ自動的に設定されるように再構築を行った。

具体的には、家庭部門からの CO₂排出量やエネルギー消費量の実態を把握するために、全国の世帯を対象に政府の一般統計調査として実施されている「家庭部門の CO₂排出実態統計調査⁹⁾」（以下、家庭 CO₂統計）を参照し、以下の仕組みを構築した。

まず、地域の世帯構成は、家庭 CO₂統計で示されている「世帯人数（1 人／2 人／3 人／4 人以上）」「住居形態（戸建／集合住宅）」「世帯主年齢（29 歳以下／30～39 歳／40～49 歳／50～59 歳／60 歳以上）」の 3 つの属性を組み合わせにより設定した。

次に、地域の世帯構成に応じた CO₂排出量を、家庭 CO₂統計で示されている「燃料種別平均エネルギー消費量」を用いて推計した。自動車からの CO₂排出量も、家庭 CO₂統計に示されているガソリン及び軽油の消費量を参照して推計した。

これらにより、CO₂排出量の情報が付加された地域の世帯構成を、推計ツールにおけるモデル世帯と設定した。このモデル世帯に世帯構成に応じた世帯数を乗じることにより、地域の家庭部門からの CO₂排出量を推計した。

なお、推計ツールでは、運輸部門とされる自動車からの CO₂排出量と家庭部門からの CO₂排出量を合わせたものを、家庭部門からの CO₂排出量と定義した。また、家庭 CO₂統計は、地域別（北海道、東北、関東甲信、北陸、東海、近畿、中国、四国、九州、沖縄）にデータが整理されているため、都道府県や市区町村へのダウンスケールは、当該地域の人口比で按分することにより求めることとした。

(2) 温暖化対策による CO₂排出削減量推計の簡略化

2017 版推計ツールでは、各家電・機器等の選定や、それに応じた温暖化対策について、利用者の裁量で決定することとしていたが、対象とする家電・機器等及び CO₂排出削減対策を絞り込み、あらかじめ全国一律に設定することとした。

具体的には、対象とする家電・機器等は、全国的に普及率が高く、日常的な使用が想定される「テレビ」「冷蔵庫」「エアコン」「電子レンジ」「電気炊飯器」「温水洗浄便座」「電気掃除機」「洗濯機」「照明器具」「自動車」の 10 種類を選定することとし、モデル世帯に応じた家電・機器等の保有台数は、家庭 CO₂統計を参照して設定した。

ただし、「電気掃除機」と「照明器具」は、家庭 CO₂統計ではモデル世帯に応じた保有台数が明らかではないため、次の方法を用いて設定した。電気掃除機は、全国消費実態調査⁹⁾によると、全国の普及率が 95.9%であるため、各世帯が 1 台保有しているとみなした。照明器具は、家庭 CO₂統計で整理されている世帯属性・場所別の照明種割合と、世帯属性別の居室数を参照し、世帯全体の照明種別割合を推計した。

上記により設定した家電・機器等について、1 台あたりの使用改善や買い替えによるエネルギー消費削減量を調査・推計し、それにモデル世帯ごとの保有台数等を考慮することでモデル世帯ごとのエネルギー消費削減量を推計することとした。また、エネルギー消費削減量に応じた CO₂排出削減量については、推計対象とする地域が属する旧一般電気事業者のエリアや都市ガス・LPG の供給有無を考慮して推計することとした。

以下に、使用改善及び買い替えを実施した場合の CO₂排出削減量推計の詳細を示す。

- a) 家電・機器別の使用改善によるエネルギー消費削減量推計
家電・機器等の使用改善によるエネルギー消費削減量

は、「家庭の省エネ徹底ガイド 春夏秋冬」(以下「省エネガイド」という。)を参照して設定した。

自動車を除く 9 種類の家電・機器等は、消費するエネルギー種が電力に限られるため、省エネガイドに示されている省エネルギー量をそのまま採用した。一方、自動車は、家庭 CO₂統計ではガソリンと軽油の 2 種類のエネルギー種について消費量が示されているが、省エネガイドではガソリンの省エネルギー量のみが示されている。そこで、省エネガイドに示されたガソリンの省エネルギー量と推計の前提を基に、使用改善による年間のエネルギー消費削減割合を求め、これを自動車の使用により消費されるガソリン・軽油の双方に適用することとした。

b) 家電・機器別の買い替えによるエネルギー消費削減量推計

自動車を除く家電・機器等の買い替えによるエネルギー消費削減量は、原則として「省エネ性能カタログ(2011 年夏版)⁸⁾」(以下、2011 年夏版)と「省エネ性能カタログ(2018 年冬版)⁹⁾」(以下、2018 年冬版)を参照して設定した。

2011 年夏版及び 2018 年冬版は、選定した家電・機器等のうち、「テレビ」「冷蔵庫」「エアコン」「電子レンジ」「電気炊飯器」「温水洗浄便座」について、年間の平均消費電力が機能やサイズ別に整理されているため、同等の機能やサイズで年間の消費電力量を比較し、エネルギー消費削減量を求めた。

ただし、冷蔵庫については 2015 年に JIS 規格が改定されているため、新たな規格によるカタログのうち最も古い「省エネ性能カタログ(2016 年夏版)¹⁰⁾」(以下、2016 年夏版)を参照した。

なお、「電子レンジ」は、過去の製品と最新の製品の比較によるエネルギー消費量の削減が確認できないこと、「洗濯機」と「電気掃除機」は、過去の製品と最新の製品とで網羅的に消費電力を比較可能なデータの入手が困難であったため、買い替えの施策対象から除外した。

自動車の買い替えによる燃料消費の削減割合は、「自動車燃費一覧¹¹⁾」と「自動車燃料消費量統計年報¹²⁾」を参照して設定した。消費動向調査¹³⁾によると 2018 年における自動車の平均使用年数は 9.3 年であることから、最新の自動車燃費一覧(平成 30 年)と、9 年前に公表された自動車燃費一覧(平成 21 年)から、最も一般的なガソリン乗用車(普通/小型自動車)の JC08 モードによる燃費を参照し、平成 30 年における該当車種の平均燃費と平成 21 年における該当車種の平均燃費を求めた。

なお、「原動機」の「型式」で「電動機」と表記があるものをハイブリッド車、それ以外をガソリン車と区別し、それぞれの平均燃費を算出している。

次に、自動車燃料消費量統計年報の「業態別・目的別原単位及び稼働率」から、自家用車のうち「主にマイカー」の 1 日 1 台あたり走行キロを参照し、1 車あたり年間走行距離を算出した(18.63km/日×365 日≒6,800km)。この年間走行距離について、平成 21 年時点の燃費と平成 30 年時点での燃費でそれぞれ必要な燃料消費量を算出し、その差分を買い替えによるエネルギー消費削減量とした。

なお、買い替えは CO₂ 削減が期待できる「ガソリン車からガソリン車に買い替え」「ガソリン車からディーゼル車に買い替え」「ガソリン車からハイブリッド車に買い替え」「ディーゼル車からハイブリッド車に買い替え」の 4 通りとした。

c) エネルギー消費量から CO₂排出量への換算

電力消費(削減)量(kWh)から CO₂排出量(t-CO₂)への換算は、地域ごとの旧一般電気事業者の排出係数を用いて行うこととした(表-1)。

ガス消費(削減)量(m³)から CO₂排出量(t-CO₂)への換算は、推計対象とする地域が都市ガス供給エリアかプロパンガス供給エリアかによって適用する排出係数が異なる(表-2)。エネルギー消費削減量は、全て都市ガス換算で整理されているため、プロパンガス供給エリアの場合は、同等のエネルギー量をプロパンガスで供給する場合のプロパンガス量を求め、それに応じた CO₂排出量を算出した。

表-1 旧一般電気事業者の排出係数

会社名	排出係数 (t-CO ₂ /kWh)
北海道電力	0.000632
東北電力	0.000545
東京電力	0.000486
中部電力	0.000485
北陸電力	0.00064
関西電力	0.000509
中国電力	0.000691
四国電力	0.00051
九州電力	0.000462
沖縄電力	0.000799

表-2 ガス消費に伴う CO₂排出量換算表

ガス種別	m ³	GJ	t-C	t-CO ₂
都市ガス	1	0.00448	0.0006	0.0022
プロパンガス	0.40	0.00448	0.0007	0.0026

出所：地球温暖化対策の推進に関する法律施行令¹⁴⁾、

日本 LP ガス協会ホームページ¹⁵⁾

d) 削減量推計ツールの構築

推計ツールの入力様式（表-3）は、利用者がニーズに応じて使い分けられるように、入力項目を簡素化した「簡易入力シート」及び詳細な条件設定ができる「詳細入力シート」の2種類を用意するとともに、推計結果を図表で示す出力シート（表-4）を用意し、推計結果をわかりやすく確認できる工夫を施した。

前述のとおり、推計ツールは、地域の世帯構成や家電・機器等の保有状況及び使用状況から平均的なモデル世帯を設定し、温暖化対策実施前（以下、対策前）の地域におけるエネルギー消費量・CO₂排出量を推計し、各世帯が家電・機器等の使用改善及び買い替えを実施した場合の削減量を推計し、温暖化対策後のエネルギー消費量・CO₂排出削減量を示すものである。このため、エネルギー消費量・CO₂排出量の推計精度は、主にモデル世帯の精度に寄るところが大きい。

簡易入力シートを用いる場合は、推計対象地域が属する地方全体のモデル世帯の構成によって世帯総数を按分することになる。そのため、地方全体のモデル世帯の構成と当該地域のモデル世帯の構成が大きく異なる場合は、実際の地域のエネルギー消費量・CO₂排出量と、推計によるエネルギー消費量・CO₂排出量に差異が生じる可能性が高い。この場合は、詳細入力シートを用いて、モデル世帯の世帯数を地域の実態に応じて入力することで推計の精度を高めることが可能である。

また、前述のとおり、温暖化対策による削減量については、使用改善及び買い替えとも、平均的な家電・機器等の使用状況における削減量をベースとしている。使用改善については、すでに使用改善が定着している地域の場合、推計結果よりも実際の温暖化対策による削減量が小さくなる可能性がある。買い替えについては、買い替え前の機器の年式について2009年以降と比較的新しいものを想定しているが、実際にはより年式の古い機器が買い替え対象となることも考えられ、その場合は、推計ツールによる削減量よりも実際の取組みによる削減量が大きくなる可能性がある。

表-3 各入力シートの概要

種類	概要
簡易入力シート	推計地域の世帯属性別世帯数や世帯属性別の使用改善取組世帯割合について詳細に設定せず、世帯数で按分することで簡易に推計を行うもの。詳細入力シートと比較して推計精度は低くなる。
詳細入力シート	推計地域の世帯属性別世帯数や世帯属性別の使用改善取組世帯割合を詳細に設定して推計を行うもの。簡易入力シートと比較して推計精度は高くなる。

表-4 出力シートの概要

項目	概要
地域における世帯属性別世帯数内訳	簡易入力シートを使用した場合 入力した世帯総数を基に属性別の世帯数を家庭CO ₂ 統計における地域の世帯構成から推計した世帯数が表示される。 詳細入力シートを使用した場合 入力値に応じた世帯数が表示される。なお、「取組内容別の取組世帯率入力方法」で「個別属性ごとに入力」以外を選択した場合、入力値を基に属性別の世帯数を家庭CO ₂ 統計における地域の世帯構成から推計した世帯数が表示される。
機器・規格別買い替え台数・エネルギー消費削減量	機器・規格別の買い替え台数とそれによるエネルギー消費削減量・CO ₂ 排出削減量が表示される。
使用改善による世帯属性ごとのCO ₂ 排出量の変化（t-CO ₂ ）	世帯属性別の機器使用改善によるCO ₂ 排出量の変化が表示される。

4. おわりに

現在、推計ツールは、全国地球温暖化防止活動推進センターのウェブサイトのダウンロードコンテンツ（https://www.jccca.org/home_section/suiketool.html）とし公開している。ダウンロードページには、利用者の所属や利用目的等を把握するため、利用者に任意のアンケートを実施している。2019年7月19日時点における集計結果（n=42）を以下に紹介する。

利用者の所属は、地域地球温暖化防止活動推進センター（47%）が最も多く、次いで非営利団体（21%）、官公庁（13%）となった（図-1）。利用目的は、「市民・住民へ普及啓発を行うため」（67%）が最も多く、次いで「地域の温暖化対策を計画するため」（19%）、「特に目的はないが興味があるため」（14%）となった（図-2）。推計対象地域は、関東甲信（72%）が最も多く、次いで北陸（7%）、東海（5%）、中国（5%）となった（図-3）。

今後、利用者に対して、実際の活用方法、推計精度及び使用感等に関する事後調査を行い、使い勝手や推計精度の向上に資する改善を加えたいと考える。

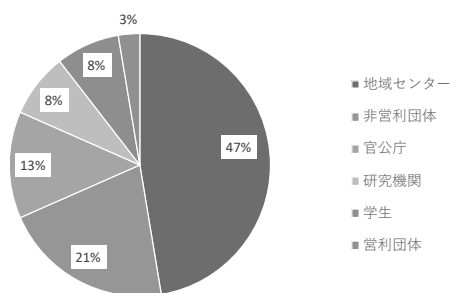


図-1 推計ツール利用者の所属 (n=42)

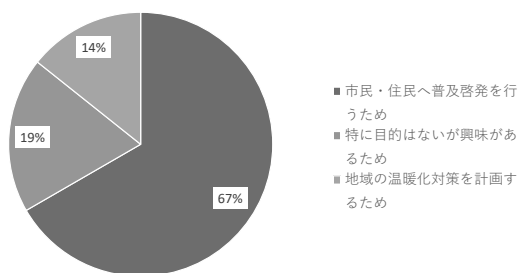


図-2 推計ツールの利用目的 (n=42)

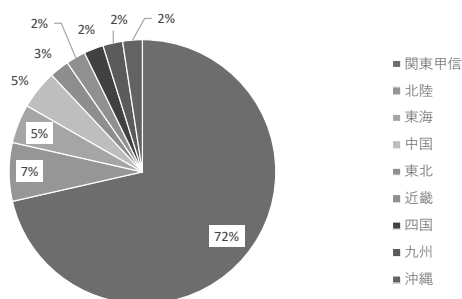


図-3 推計対象地域 (n=42)

謝辞：推計ツールの開発は、環境省委託事業「全国地球温暖化防止活動推進センター調査・情報収集等委託業務」の一環として取り組んだものである。また、開発に

あたって、国立環境研究所 増井利彦 氏に助言・指導を、株式会社イー・コンサルに作業協力をいただいた。ここに関係者の皆様に謝意を表する。

参考文献

- 1) 環境省：地球温暖化対策計画（平成 28 年 5 月 13 日閣議決定），URL：<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/keikaku/taisaku.html>（2019.7 参照）
- 2) 環境省：地球温暖化対策のための国民運動実施計画，pp.1，URL：https://www.env.go.jp/seisaku/list/ondanka/plan_h2808v.pdf（2019.7 参照）
- 3) 環境省：地方公共団体実行計画（区域施策編）策定・実施マニュアル（本編），pp.57，2017.
- 4) 総務省：平成 25 年住宅・土地統計調査，2013.
- 5) 環境省：家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査全国試験調査，2016
- 6) 総務省：全国消費実態調査，2016.
- 7) 資源エネルギー庁：家庭の省エネ徹底ガイド 春夏秋冬，2017.
- 8) 資源エネルギー庁：省エネ性能カタログ（2011 年夏版），2011.
- 9) 資源エネルギー庁：省エネ性能カタログ（2018 年冬版），2018.
- 10) 資源エネルギー庁：省エネ性能カタログ（2016 年夏版），2016.
- 11) 国土交通省：自動車燃費一覧，URL：http://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_mn10_000002.html（2019.2 参照）
- 12) 国土交通省：自動車燃料消費量統計年報，2018.
- 13) 内閣府：消費動向調査（平成 30 年 3 月調査），2018.
- 14) 地球温暖化対策の推進に関する法律施行令（施行日：平成 28 年 5 月 27 日）
- 15) 日本 LP ガス協会ホームページ，URL：<http://www.j-lpgas.gr.jp/nenten/co2.html>（2019.2 参照）

DEVELOPMENT OF TOOL TO ESTIMATE CO₂ EMISSIONS REDUCTION BY HOUSEHOLD ACTIONS

Takashi MATSUMOTO, Keita IWASAKI, Miki MATSUMOTO and Kazuyoshi KOBAYASHI

The objective of this study is to develop the tool to estimate CO₂ emissions reduction by various countermeasures in household sector in Japan. This type of tool is useful at the planning stage of local climate change mitigation projects. In this study, we developed the software program by using Microsoft EXCEL for public use. In this program, users can select the published regional data and the specific local resident data. And then, the program can estimate the amount of CO₂ emission reduction due to improvement of equipment use and replacement by equipment purchase as climate mitigation countermeasures in the target area.