

都道府県別 CO₂ 排出量の推計に関する検討

山村 充

社会システム環境学大講座

The study on estimation of CO₂ emissions in Japanese prefectures.

Mitsuru YAMAMURA

Laboratory of Environment for Social System,

School of Human Science and Environment, University of Hyogo

1-1-12 Schinzaike-honcho, Himeji, 670-0092 Japan

Abstract

The mandatory reporting system on greenhouse gas (GHG) emissions due to “Law Concerning the Promotion of the Measures to Cope with Global Warming” has just started. This study was intended to analyze the reported data in comparison with the data from Japanese GHGs Inventory and others. The results indicated that the mandatory reporting system on GHG emissions covered almost the main CO₂ emission sources of the industrial sector, and the prefectural CO₂ emission rates of the industrial sector exhibited a good correlation with the other prefectural CO₂ emission data calculated from the Energy Consumption Statistics, METI, but there were found a few exceptions like Tokyo.

Keywords: mandatory reporting system on GHG emissions, Law Concerning the Promotion of the Measures to Cope with Global Warming, CO₂ emission

1. はじめに

地球温暖化防止のために、国の施策はもちろん重要であるが、同時に地域の地方公共団体における取組が重要であることはいうまでもない。このため、地球温暖化対策推進法(以下、温対法という)では、都道府県や市町村の行政機関が自ら率先して地球温暖化防止に取り組むための「実行計画」の策定(第21条)や地域の自然的社会的条件に応じた温室効果ガスの排出の抑制等のための総合的かつ計画的な施策である「地域推進計画」の策定(20条)を規定している。

特に「地域推進計画」の策定にあたっては、地域における温室効果ガス排出実態の把握とそれに基づいた対策の立案が柱となっている。しかし、日本のエネルギー消費量を都道府県別・製造業種別に調査・集計してきた「石油等消費構造統計」が2001年度で廃止となり、それまで都道府県が地域の製造業のCO₂排出量を把握するのに用いてきた手段が使えなくなった。また一方で、エネルギーを比較的

大量に消費する事業所(工場、事務所等)に対して温室効果ガスの排出量を報告させ、その結果を国が公表する制度(温対法第21条の2)が平成18年度から始まった。さらに、エネルギー消費量の多い9業種を対象とするエネルギー消費量の統計調査「石油等消費動態統計」を拡充・補完するために、「エネルギー消費統計」も開始された(平成18年度は予備調査)。

環境省の「温室効果ガス総排出量算定ガイドライン(第3版)」では、エネルギー起源の都道府県CO₂排出量を推計する方法として、「エネルギー消費統計」、条例に基づくCO₂排出量算定・報告制度、温対法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告制度または事業者に対するアンケート調査を用いる方法の4つを挙げているだけで、その具体的な利用の判断は都道府県に委ねている。⁽¹⁾しかし、温対法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告制度の結果報告はデータを単純集計しただけで、地域の温室効果ガス排出量を把握する上でどの程度データが有効

性かについては分析が行われていない。^[2]そこで、本研究は温室効果ガス排出量算定・報告制度の個別データを用いて再集計するとともに、特に我が国の温室効果ガス排出量や、「エネルギー消費統計」から推計される都道府県別 CO₂ 排出量と比較分析し、都道府県別排出量の把握の面から温室効果ガス排出量算定・報告制度のデータの検証を行うものである。

2. 分析方法

温対法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告制度では、同法第 21 条の 6 に基づきファイル記録事項の開示請求ができる。これにより平成 18 年度のファイル記録を入手し、業種や所在地（都道府県）により再集計して分析に用いた。

また、「平成 18 年度エネルギー消費統計（予備調査）報告書」^[3]に基づき、業種ごとにエネルギー消費量当たりの CO₂ 排出原単位を求めた。なお、エネルギー（燃料、電力、蒸気）の直接的または間接的な消費により発生する CO₂ 排出量の算定は、温室効果ガス排出量算定・報告制度のマニュアル^[4]に従った。また、電力の CO₂ 排出係数は地域の電気事業者ごとに違うことから、本研究では業種別 CO₂ 排出量の算定にあたって全国平均排出係数を使うこととした。この全国平均排出係数は、各電気事業者（電力 10 社）の排出係数とそれらの電力供給量から加重平均して求めた。電力 10 社以外からの電力の購入（特定電力）は比較的少なく、かつ供給量等に関する詳細なデータがないことから、本

研究では考慮しなかった。

3. 分析結果

(1) 温室効果ガス排出量算定・報告制度

本制度のデータが排出実態をどの程度反映しているかを検証するため、まず我が国の温室効果ガス排出量インベントリ^[5]のデータとガス・分野別に比較を行った。温室効果ガス排出量インベントリ（以下、単にインベントリという）は経済産業省の総合エネルギー統計に基づいて推計されており、温室効果ガス排出量算定・報告制度で使われている日本標準産業分類の業種区分に基づいた調査とは方法が異なる。そこで、両者の比較が可能になるように温室効果ガス排出量算定・報告制度の結果を再集計したものが表 1 である。主な修正点は、「業務のその他部門」から「電気・ガス・熱供給」、また「製造業」から「石油精製業」と「コークス製造業」を抜き出し、「エネルギー転換部門」として別掲したこと、またこれに伴い「業務のその他部門」は「業務部門」と名称を変更したこと、さらに CO₂ 排出量の欄に非エネルギー起源の項目を並べたこと、HFC、PFC 及び SF₆ の 3 ガスをまとめて表示したことである。

産業部門からのエネルギー（燃料）起源の CO₂ 排出量は 428 百万 t-CO₂（製造業 426 百万 t-CO₂、非製造業 1 百万 t-CO₂）で、インベントリにおける同部門の排出量 460 百万 t-CO₂ の 93%にあたる。特に、製造業だけに限れば 99%にも及ぶ。また、エネルギー転換部門の CO₂ 排出量は 58 百万 t

表 1. 温室効果ガス排出量算定・報告制度のデータ（単位：百万 t-CO₂ 換算）

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	その他3ガス
エネルギー転換部門	58 (77)	0.02	0.9	0.01
産業部門	428 (460)	0.28	3.4	12.2
非製造業	1 (27)	0.05		
製造業	427 (433)	0.23	3.4	12.2
業務部門	33 (229)	0.07		0.06
運輸部門	38 (250)			
非エネルギー起源(廃棄物を含む)	67 (88)			
合計	624 (1,274)	0.37 (23.6)	4.5 (25.6)	12.3 (17.3)

(注1) 斜字体の数字は、権利利益保護請求が認められた数字を含むため、その値を除いた数値となっている。

(注2) 括弧内の数字は、温室効果ガス排出インベントリの値。なお、合計欄の括弧内は各ガスの総排出量。

-CO₂で、インベントリの同部門の77百万t-CO₂(75%)にあたる。このようにインベントリに対する各部門のCO₂排出割合のことを以下でカバー率と呼ぶことにするが、エネルギー転換部門のカバー率が75%にとどまる理由として、インベントリではエネルギー転換部門に鉄鋼業や化学工業のコークス製造も含むのに対し、温室効果ガス排出量算定・報告制度ではコークス製造がそれぞれの業種の中に含まれていて単独で切り分けることが容易でないこと、特に鉄鋼業におけるエネルギーや物質の収支が複雑であることからすべてのコークス製造工程が含まれていないことによるものと考えられた。なお、石油等消費動態統計の鉄鋼業等のデータと比較分析することで、エネルギー転換部門(鉄鋼業・化学工業のコークス製造を除く)は発生量の90%程度を把握できているものと推測された。一方、業務部門のCO₂排出量は33百万t-CO₂と、インベントリに対するカバー率は14%に過ぎない。同様に、運輸部門は38百万t-CO₂で、そのカバー率は15%と低かった。

次に、非エネルギー起源のCO₂排出量についてみると、工業プロセス及び廃棄物を合わせた排出量は67百万t-CO₂で、そのインベントリに対するカバー率は76%となっている。このうち製造部門の48百万t-CO₂は工業プロセスからの排出

(例：セメント製造では原料の生石灰(CaCO₃)を加熱する工程でCO₂が発生する)と考えられ、これをインベントリの工業プロセス(52百万t-CO₂)と対比すれば、92%に相当する。また、非エネルギー起源のCO₂排出量のうち残りが廃棄物(化石燃料由来のプラスチック類)の燃焼によるものと考えられ、これから推定されるカバー率は50%程度にとどまった。

以上のことから、地球温暖化対策推進法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告制度は、製造部門のエネルギー起源及び非エネルギー起源のCO₂排出量のほとんど(90%以上)を把握できていること、またエネルギー転換部門も発生量のかなりの部分が把握できていることがわかった。一方、温室効果ガス排出量算定・報告制度の調査対象事業者がエネルギーを比較的多く使う大規模な事務所であることから、業務部門ではこの規模要件に達しない事業者の方が多く、このことが業務部門の低いカバー率に繋がっていると推測された。また、運輸部門も業務部門と同様に温室効果ガス排出量算定・報告制度の規模要件に達しない事業者が多いこと、さらに自家用自動車の排出分が含まれていないことが、運輸部門のカバー率が低い理由と思われる。

CO₂以外の温室効果ガスのカバー率についてもみると、メタン(CH₄)が2%、一酸化二窒素(N₂O)

表2. 都道府県別エネルギー消費統計に基づいたCO₂排出量(単位:百万t-CO₂)

	非製造業	製造業	業務部門		非製造業	製造業	業務部門
北海道	1.5	18.5	10.7	滋賀県	0.2	4.6	1.7
青森県	0.3	3.5	2.3	京都府	0.2	2.8	3.6
岩手県	0.4	2.6	2.4	大阪府	0.4	16.7	12.5
宮城県	0.5	5.7	3.8	兵庫県	0.4	25.1	6.4
秋田県	0.2	1.9	2.0	奈良県	0.1	1.0	1.3
山形県	0.3	1.8	2.1	和歌山	0.1	13.0	1.2
福島県	0.4	4.2	3.4	鳥取県	0.1	1.6	1.3
茨城県	0.4	29.5	4.0	島根県	0.2	1.3	1.6
栃木県	0.2	4.7	2.4	岡山県	0.3	40.8	5.1
群馬県	0.2	3.5	2.6	広島県	0.4	34.2	4.5
埼玉県	0.3	7.8	6.3	山口県	0.3	23.1	3.1
千葉県	0.3	54.7	5.8	徳島県	0.1	1.7	1.0
東京都	0.9	5.2	22.7	香川県	0.1	7.0	1.3
神奈川県	0.3	39.1	9.3	愛媛県	0.2	9.3	1.8
新潟県	0.7	5.8	3.8	高知県	0.1	2.9	1.1
富山県	0.2	4.2	1.7	福岡県	0.4	22.3	6.3
石川県	0.3	1.7	2.0	佐賀県	0.1	1.4	1.0
福井県	0.1	2.4	1.4	長崎県	0.4	0.9	1.9
山梨県	0.1	1.0	1.2	熊本県	0.2	3.2	2.3
長野県	0.2	3.9	4.0	大分県	0.2	26.8	1.6
岐阜県	0.3	5.9	3.1	宮崎県	0.3	2.1	1.4
静岡県	0.7	13.6	5.8	鹿児島県	0.5	1.8	2.2
愛知県	0.8	36.4	15.7	沖縄県	0.2	0.8	2.5
三重県	0.3	16.7	2.6	全国	29 (27)	513 (433)	187 (229)

(注)全国括弧内は、温室効果ガス排出インベントリの値。

が25%と低い、代替フロン等3ガスは71%とかなりの発生源施設を把握できていると考えられる。

(2) エネルギー消費統計による排出量の推計

エネルギー消費統計は、エネルギーを比較的大量に消費する9業種(石油等消費動態統計の対象)以外の産業部門(農業を除く)と業務部門の事業所(石油等消費動態統計の対象にならない小規模の事業所も含む)に対する抽出調査の回答をもとに業種・規模ごとの原単位を求めて拡大推計する手法を用いている。^[7] その調査結果は、石油等消費動態統計のデータも含めて業種別燃料、電力、蒸気の消費状況として集計されている。この業種別のエネルギー消費データと、参考表として掲載されている都道府県別エネルギー消費を活用することで、都道府県別のCO₂排出量が推計できる。ここでは比較対照のため非製造業、製造業、業務部門の3分類で、都道府県別のCO₂排出量を推計した(表2)。なお、エネルギー消費統計では、農業について調査が行われておらず、農林水産省の統計調査に基づいて業種全体としての推計値が載せられているだけである。このため、表2の全国欄の数値は都道府県の値の単純合計ではなく、非製造業、製造業、業務部門のエネルギー消費の合計から算定したものと、非製造業の欄の数値は農業も含むものとした。また、平成18年度のエネルギー消費統計は予備調査で、平成19年度から本格的な統計調査が始まる予定である。平成19年度からの本統計調査では集計・公表の方法が一部変わる可能性も考えられるが、大枠は変わらないことを前提として、以下の結果の分析を行った。

農業を含めた非製造業全体のエネルギー起源のCO₂排出量は29百万t-CO₂で、これはインベントリの同分類の排出量(27百万t-CO₂)とほぼ一致している。一方、製造業のCO₂排出量は513百万t-CO₂で、うち石油消費動態調査の対象施設からの排出が76%を占めている。このことは、エネルギー消費統計が製造業について残りの24%を推計したことを示している。また、エネルギー消費統計による製造業のCO₂排出量はインベントリの値より79百万t大きめに推計されている。一方で、エネルギー消費統計による業務部門のCO₂排出量は187百万t-CO₂で、インベントリに対して42百万t少なくなっている。このようにエネルギー消費統計によるCO₂排出量の推計結果は、部門によりインベントリとの違いがみられた。なお、製造部門からのCO₂排出量の算定にあたっては、管理部門のみの事業所も含めたデータを用いたが、このCO₂排出量の寄与分は11百万t(2%)に過ぎず、したがって管理部門のみの事業所は製造部門からのCO₂排出量の推計を大きくした一つの要因にしか過ぎない。また、電力の排出係数の影響でもないことから、推計方法の違いによる誤差としてしか説明が不可能であった。

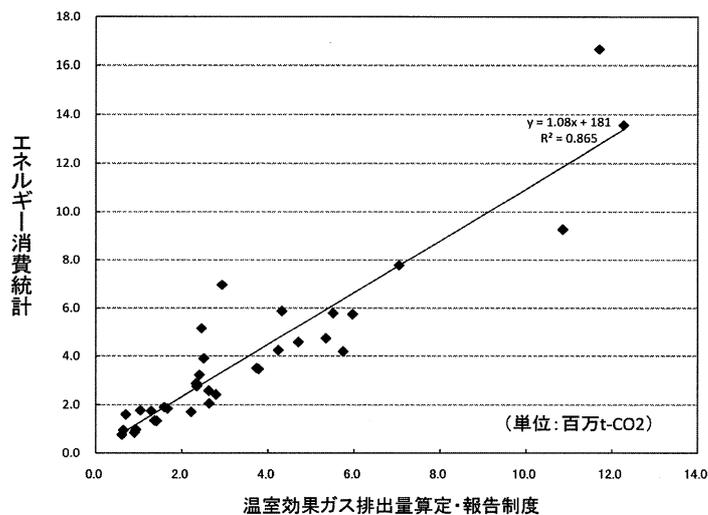
(3) 製造業のデータの比較検討

温対法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告制度の結果のうち、カバー率の高かった製造業について都道府県ごとのCO₂排出量の合計値を求め、エネルギー消費統計から求めた製造業のCO₂排出量のデータを比べたのが表3である。

表3. 製造業に係るCO₂排出量のデータ(単位:百万t-CO₂)

都道府県	温室効果ガス 排出量算定・ 報告制度	エネルギー消 費統計	都道府県	温室効果ガス 排出量算定・ 報告制度	エネルギー消 費統計	都道府県	温室効果ガス 排出量算定・ 報告制度	エネルギー消 費統計
北海道	12.8	18.5	石川県	1.3	1.7	岡山県	16.5	40.8
青森県	3.7	3.5	福井県	2.8	2.4	広島県	6.6	34.2
岩手県	2.6	2.6	山梨県	0.9	1.0	山口県	21.6	23.1
宮城県	6.0	5.7	長野県	2.5	3.9	徳島県	2.2	1.7
秋田県	1.6	1.9	岐阜県	4.3	5.9	香川県	2.9	7.0
山形県	1.7	1.8	静岡県	12.3	13.6	愛媛県	10.9	9.3
福島県	5.7	4.2	愛知県	22.0	36.4	高知県	2.3	2.9
茨城県	12.9	29.5	三重県	11.7	16.7	福岡県	9.6	22.3
栃木県	5.3	4.7	滋賀県	4.7	4.6	佐賀県	1.4	1.4
群馬県	3.8	3.5	京都府	2.3	2.8	長崎県	0.9	0.9
埼玉県	7.0	7.8	大阪府	10.4	16.7	熊本県	2.4	3.2
千葉県	16.6	54.7	兵庫県	15.4	25.1	大分県	7.2	26.8
東京都	2.5	5.2	奈良県	0.6	1.0	宮崎県	2.6	2.1
神奈川県	17.3	39.1	和歌山県	2.6	13.0	鹿児島県	1.0	1.8
新潟県	5.5	5.8	鳥取県	0.7	1.6	沖縄県	0.6	0.8
富山県	4.2	4.2	島根県	1.4	1.3			

(注)斜字体の数値は、権利利益保護請求が認められた数値を含むため、その値を除いた数値。

図. 製造業に係る CO₂ 排出量データの分散分析

温室効果ガス排出量算定・報告制度では個別データの保護請求（非開示）をする制度があり、平成18年度については36件の非開示が認められている。こうしたことから表3の千葉県、岡山県、神奈川県などでは両データに大きな違いが生じてしまっている。このため、特にCO₂排出量の多い高炉による製鉄業で非開示データがあるケース、またそれ以外の業種であっても複数の非開示データのあるケースを除いた35都府県のデータについて、分散分析をしたのが図である。この図から、温室効果ガス排出量算定・報告制度とエネルギー消費統計の両値が比較的良好に一致していることがわかる。しかし、東京都や香川県のようにエネルギー消費統計からの推計値が温室効果ガス排出量算定・報告制度の合計値の2倍とかけ離れているものなど幾つかの例外もみられた。

石油等消費動態統計とエネルギー消費統計（製造業）の都道府県別エネルギー消費を比較すると、香川県については石油等消費動態統計の調査対象となるエネルギー集約型の事業所のエネルギー消費が96%を占めるのに対し、東京都は18%に過ぎない。このことから、香川県はエネルギーを比較的大量に使う業種の割合が高く、かつエネルギー消費統計から化学工業の占める割合が非常に大きいことがわかる（県製造業全体の82%）。一方、温室効果ガス排出量算定・報告制度の香川県データを抽出して分析すると、県内化学工業からのCO₂排出量が県内製造業全体に対して占める割合は11%に過ぎず、両者には極端な違いがみられる。このことから、温室効果ガス排出量算定・報告制度における香川県

の事業所（業種：化学工業）のデータについて重大な齟齬があることが疑われた。一方、東京都は、エネルギー消費統計と石油等消費動態統計の都道府県別エネルギー消費量を比較すると、石油等消費動態統計の対象業種・事業所の割合が非常に低く（エネルギー消費量の比率で18%）、この場合にはエネルギー消費統計の利用が有望であると考えられた。

4. 考察

温対法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告制度は、製造業及びエネルギー転換部門（鉄鋼業・化学工業のコークス製造を除く）からのエネルギー起源CO₂排出量を概ね把握できていると考えられた。また、その製造業の都道府県別CO₂排出量（エネルギー起源）がエネルギー消費統計による推計値と概ねよく一致することからも、都道府県が地域行動計画を策定する上で温室効果ガス排出量算定・報告制度のデータが十分活用できるものと考えられた。さらに、温室効果ガス排出量算定・報告制度は、従来のアンケート調査方式では把握しにくい非エネルギー起源（工業プロセス）からのCO₂排出量やその他3ガスの排出量に関する貴重な情報を提供してくれるという長所もあるので、有効な活用が期待できる。なお、温室効果ガス排出量算定・報告制度の対象規模未満の事業所が多い、または権利利益保護で重要なデータが入手できない都道府県については、エネルギー消費統計が製造業のCO₂排出量に関して有用な情報を提供してくれる。また、温室効果ガス排出量算定・報告制度、都道府県別エネルギー消費統計ともに、まだはじまったばかりの新

しい制度であり、事業所からのデータ報告などに問題もみられることから、当面の間は、正確な報告の徹底が図られるとともに、その利用に当たってはデータの精査・検証が必要と考えられる。なお、18年度の温室効果ガス排出量算定・報告制度では鉄鋼業関係の事業所が権利利益保護規定に基づきデータを非開示としていたが、19年度以降はデータを原則として開示することに方針を変更したといわれている。^{〔8〕}それが実行されると、温室効果ガス排出量算定・報告制度のデータは地球温暖化対策においてより有用なものとなるはずである。

参考文献

〔1〕環境省地球環境局地球温暖化対策課「地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン(第3版)」(2007) pp.17-19

http://www.env.go.jp/earth/ondanka/suishin_g/3rd_edition/full.pdf

〔2〕環境省地球環境局地球温暖化対策課、経済産業省産業技術環境局環境経済室「地球温暖化対策推進法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度による平成18年度温室効果ガス排出量の集計結果」(2008)

<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/index.html>

〔3〕経済産業省資源エネルギー庁「平成18年度エネルギー消費統計調査(仮称)予備調査」

<http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/energy/result-2.htm>

〔4〕環境省、経済産業省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル Ver. 2.3」(2008)

<http://www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/manual/00hajimeni.pdf>

〔5〕温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)編「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2008)

<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>

〔6〕参考文献〔4〕のpp.2-4

〔7〕戒能一成「都道府県別エネルギー消費統計の解説2007年度版 - 総合エネルギー統計を基礎とした都道府県別エネルギー・炭素排出量推計について-」(2007)

<http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/energy/pdf/X0424chk4.pdf>

〔8〕(株)神戸製鋼所加古川製鉄所へのヒアリングによる。

(平成20年9月26日受付)