



WINPEC Working Paper Series No. J1801
April 2018

表彰は温室効果ガスの排出削減努力を促すか
—都道府県の製造業部門集計データを用いた検証—

矢島 猶雅

現代政治経済研究所
(Waseda INstitute of Political EConomy)

早稲田大学

表彰は温室効果ガスの排出削減努力を促すか
-都道府県の製造業部門集計データを用いた検証-

矢島 猶雅[†]

2018 年, 4 月

本研究では、都道府県が実施している事業所の優秀な地球温暖化対策を表彰する制度が CO2 排出量削減に寄与しているかについて、都道府県別製造業部門業種レベル集計データを用いて実証分析した。分析の結果、都道府県レベルの表彰制度が導入された結果、各業種において約 10%程の削減効果があったことが分かった。また、表彰制度を導入すると 1 年当たり約 4%の CO2 削減効果が期待できることが分かった。表彰制度は低コストでの導入が期待でき、今後の地球温暖化対策において重要な役割を担いうる。

キーワード: 表彰制度、温暖化対策、都道府県、計量分析

[†] 早稲田大学大学院経済学研究科

1. はじめに

近年、地球温暖化問題への関心の高まりを受け、様々な先進諸国で温室効果ガス削減政策が導入されている。2015年に、平均気温の上昇を2℃未満に抑えることを目標としたパリ協定が採択されたことは記憶に新しい。この協定は、発展途上国を含む175か国が締結、197か国が署名する世界的な協定である（United Nations Climate Change, 2018）。2℃目標達成に向けて、多くの国が野心的な定量目標を約束草案として提出している。たとえば、中国は2030年までにGDPのCO₂集約度を60から65%削減を掲げている。日本では2030年度に2013年度比26%、2050年度に80%の温室効果ガス削減を目標としている。パリ協定では、これらの目標を達成する義務は課せられていないが、達成状況の報告と5年ごとの目標の更新が義務となっている（Parry, et al, 2016）。

これまでも、家計や企業を対象に、温室効果ガスの排出量自体を規制するものや、排出に税金をかけるもの、エネルギー消費量の少ない製品の普及促進など、様々な政策が取られてきた。しかし、パリ協定で掲げられた目標を達成するには、多くの国で更に強く温暖化対策を進めることが求められる。他方で、排出権取引（以下、ETS）のような排出総量を規制する政策は導入に長い時間がかかってきた歴史がある。実際、青木（2010）では、東京都でのETS導入が産業側の反対などを理由に一度頓挫していることが明らかにされている。それに対し、自主的な削減取組を促し、政府が補助するような政策の導入は相対的に容易だと考えられている¹。総量規制と並び、こうした自主的な取組を促す政策は温暖化対策において重要な位置を占めるものである。

そうした政策の中で近年増えているのが、事業所の温暖化対策の取組について優秀な事例を表彰するものである。事業所にとっては、温暖化対策を率先して行っていることや、先進的な温暖化対策の技術開発を行っていることを一般にアピールする機会となることが特徴である。たとえば、米国は1994年から2000年にかけて、Climate Wiseというプログラムを実施した。これは、企業が温室効果ガスの削減目標と具体的な方法を宣言する形で参加する、自主参加型の制度である。優秀な削減取組には、公的な評価が与えられる（Pizer, et al, 2011）。また、同じくアメリカの33/50プログラムや、日本の地球温暖化対策等に係る計画書制度（以下、計画書制度）なども挙げられる。これらは、自主的な取組を促すことを主眼としつつ、表彰を含んだ制度である（Khanna and Damon, 1999; 矢島・有村, 2017）。他方、イギリスのClimate Change Agreementには、表彰という形ではないが、温暖化対策目標達成のインセンティブとして減税を設定されている（Environment Agency, 2016）。

表彰制度の政策的に重要な点は、三つ挙げることができる。第一に、事業所の自主的な判断の元でのCO₂排出量の削減を促すため、経済活動を阻害しにくいと考えられる。第二に、計画書制度のような他の政策に容易に組み込みうるという点である。33/50プログラム

¹こうした指摘は、岩田他（2010）や有村・片山（2017）などでされている。

や計画書制度が、事例として挙げる事ができる。第三に、政策実施の費用が安価で済むと考えられることである。たとえば、日本の都道府県で実施されている表彰制度では、事業所の優秀な取り組みに対し、表彰という社会的な承認のみを与え、経済的な報酬は伴わない場合がほとんどである。このような制度が排出量削減を促す政策として有効であるならば、その柔軟性から地球温暖化対策として重要な位置を占めうる。しかし、表彰制度を扱った研究の数は多くなく、その効果は十分には実証されていない。本研究では、1990年代より様々な都道府県で実施されている表彰制度を対象に、事業所の温室効果ガス排出量の削減取組を促すかを定量的に分析することを目的とする。なお、本稿では温室効果ガスをエネルギー起源のCO₂に限定し、以降は特記しない限り排出量は「エネルギー起源CO₂排出量」を意味する。

本稿の構成は以下のようになる。まず、第2章では日本の表彰制度について詳細に説明する。続く第3章では、先行研究について触れる。第4章では分析のフレームワークを、第5章で計量分析の結果を示す。第6章で考察、結論とする。

2. 表彰制度

2.1. 表彰制度とは

近年、日本の都道府県において事業所や企業の温暖化対策に関する取り組みなどを表彰し、ホームページなどで社会的に公表するような制度が広く普及している。こうした制度は、2014年の段階で20都道府県が導入している。表1にまとめたように、ほとんどの都道府県が2000年代以降に制度を導入していることがわかる。なお、本研究では、主として温暖化対策としての表彰制度の効果に注目するため、排出量の削減や地球温暖化防止に関する取り組みを表彰対象として明記している都道府県に限定している。20都道府県のうち、特に温室効果ガス排出量削減にまで言及しているのは、神奈川県、静岡県、大阪府、熊本県、滋賀県、鳥取県のみである。また、表彰制度の対象は、事業所に限られず、個人や学校などが含まれることも少なくない。しかし、多くの場合、学校や事業所はそれぞれ別の部門として扱われ、部門別に表彰対象者は決定される。よって、産業部門に対する影響を見る上で、各都道府県における部門間の競合は考慮する必要はないと考えられる。

表彰のプロセスは、基本的には以下のようになる。まず、都道府県がホームページに優秀な取り組みに関する公募を出す（公募型）。その後、一定期間以内に事業所が自己の取組を申請し、都道府県側の審査委員会などが評価する。表彰の対象となった場合、知事などから表彰されたその旨が写真などと共に都道府県のホームページ上で紹介される。また、表彰された事実は、ホームページ上に残り基本的に削除されることはない。

上記の公募型に分類されないケースとして、表彰のみを目的とせず、制度の一部として表彰を内包しているものがある。具体的には、次の二つである。第一に、都道府県が温室効果ガス削減取組に関するプログラムを発表し、それに事業所が参加登録、その中での取り組みで優秀なものを表彰するタイプである（プログラム参加型）。参加登録は、事業所側

に意思があればできる場合（愛知県など）と、登録の段階で一定の審査がある場合（栃木県など）とがある。また、登録されるだけで事業所側に何らかの優遇措置があることもある。こちらに分類される都道府県のうち、埼玉県のエコアップ認証制度のみ表彰を明示的に設けていない。第二は、計画書制度の中に表彰する規定がある場合である。次節では、このケースについて、公募型やプログラム参加型制度との関係をも含めて詳述する。

2.2. 計画書制度との関係

計画書制度とは、基本的には「年間エネルギー消費量が原油換算 1500kl 以上の事業所」（矢島・有村，2017）を対象とし、温室効果ガス排出量削減に関する計画書とその実行結果を定期的に提出させる制度である。つまり、一定規模以上の事業所に対し、自主的な削減取組を促す制度と言える。まず、公募型の制度との関係を説明する。これは、主に二つに分かれる。第一に、公募型制度とは独立に計画書制度を導入している場合である。これは、滋賀県、大阪府、静岡県、神奈川県、熊本県、秋田県が該当する。当該自治体では、公募型制度の対象は、計画書制度対象かどうかは関係ないか、計画書制度対象事業所の枠とそれ以外の枠が別々に設けられている。計画書制度対象事業所の場合は、提出された計画書や実績に基づいて評価されることになる。第二に、計画書制度対象事業所のみを対象にした表彰が存在する場合である。このケースでは、一定規模未満の事業所はそもそも対象にならないことになる。これには、東京都、京都府、岡山県、宮崎県、鹿児島県が該当する。次に、プログラム参加型制度との関係についてである。計画書制度と併存しているケースは、埼玉県、石川県、愛知県の三つである。まず、埼玉県の制度の場合、プログラム参加型制度に登録申請できるのは計画書制度対象事業所のみとなっている。一方、石川県、愛知県の制度はそのような制約はなく、計画書対象内外を問わず登録申請ができる。このように、計画書制度が存在する場合、表彰やプログラム参加の対象が一定規模以上の事業所に限られるケースが生じる。

公募型、プログラム参加型、計画書制度の三つについては、以下のようにまとめることができる。まず、公募型は純粋な表彰の制度と言える。それに対して、プログラム参加型及び計画書制度に含まれた表彰は、他の枠組みに付加的に表彰が組み込まれたものと言えるだろう。プログラム参加型の場合、単純な表彰に対する応募ではなく、CO2 排出量削減の取組全般に対する意思表示である。計画書制度に至っては、計画の作成と報告自体は義務であり、その枠組みの中で表彰されることを目指すことになる。つまり、これらは同じ表彰と言っても制度としての質は異なると考えられる。

最後に、表彰された場合の特典について説明する。まず、全ての制度に共通する部分は、「表彰された」という事実が都道府県のホームページ上で、外的に公表されることである。一般に、事業所側が取り組みを申請したとしても、表彰の対象にならなかった場合は、公表されることはない。ただし、先に述べた、プログラム参加型の場合は、参加している事実が公表されるとともに、その中でも特に優秀な取り組みに対し、「表彰」が与えられる。

また、一部の自治体では、表彰に加えて経済的な優遇措置を与える場合もある。栃木県と福島県、石川県、福岡県がこれに該当する。これらの自治体では、主に事業所に対して金融サービスの利用時の低利子優遇措置を設定している。ただし、栃木県と福岡県の場合は、プログラムに参加登録するだけで受けることが可能であり、優秀な取り組みに対する報酬、という形にはなっていない。なお、表彰及び経済的な報酬について、一度受賞した事業所がもう一度応募、受賞できるかは、都道府県によって異なる。

表 1 表彰制度を導入している都道府県²

都道府県	制度名称	導入	経済的報酬	計画書制度
形態：公募型				
滋賀県	低炭素社会づくり賞	2013	×	○
三重県	みえ環境大賞	2012	×	×
高知県	高知県地球温暖化防止県民会議表彰等	2010	×	×
静岡県	静岡県地球温暖化防止活動知事褒賞	2008	×	○
富山県	とやまストップ温暖化アクト賞	2007	×	×
大阪府	大阪ストップ温暖化賞	2007	×	○
鳥取県	鳥取県環境立県推進功労者知事表彰制度	2007	×	×
山口県	山口県環境保全活動功労者表彰等	2007	×	×
秋田県	環境大賞	1998	×	○
神奈川県	かながわ地球環境賞	1993	×	○
熊本県	くまもとストップ温暖化賞	1991	×	○
形態：プログラム参加型				
岩手県	できることから ECO アクション！	2014	×	○
愛知県	あいち CO2 削減マニフェスト 2020	2012	×	○
栃木県	エコキーパー認定制度/マロニエ ECO 事業所表彰	2009	×	×
山形県	エコスタイルチャレンジ	2008	×	×
福島県	福島議定書	2008	○	×
埼玉県	エコアップ認証制度	2008	×	○
石川県	いしかわ事業者版環境 ISO 登録制度	2008	○	○
島根県	しまね地球温暖化防止活動大賞	2007	×	×
福岡県	エコ事業所表彰	2007	×	×
形態：計画書制度対象事業所のみ				
鹿児島県		2010	×	
京都府		2006	×	
宮崎県	計画書制度	2005	×	○
岡山県		2002	×	
東京都		2001	×	

出典：各都道府県の資料を基に筆者作成

² 埼玉県のみ、表彰は含んでいない。

3. 先行研究

表彰の効果については、金銭的な報酬と非金銭的な報酬が向社会的行動にどのような影響を及ぼすか、という文脈で多くの研究が行われている。向社会的行動とは、自発的に行われる人のためになるような行動である (Mussen and Eisenberg, 1977)。温暖化対策などといった行動は、この向社会的行動の一つとして考えられている。金銭的な報酬というのは、より優れた取り組みに対し、賞金などを与えるものである。一方、非金銭的な報酬は、表彰状など金銭を伴わない賞を与えるもので、本研究の対象とする表彰は基本的にはこちらに該当するものとなる。

金銭的、非金銭的な報酬の効果について、向社会的行動の理論的なモデルを構築して分析した研究に Bénabou and Tirole (2006)がある。当該研究によれば、金銭的報酬、非金銭的報酬はともに向社会的行動を促す可能性と阻害する可能性の両方を持っている。まず、金銭的報酬は、向社会的行動の直接的な利益を増加させることで促す一方、周りから報酬目当てであると見なされる恐れや、自身が報酬目当てで行動していると思いたくないといった感情から妨げうる。また、非金銭的報酬は、社会的なアピールの機会となることがインセンティブとなるのに対し、それがかえってイメージアップのためであると見なされることを恐れることで妨げとなる可能性を持っている。この Bénabou and Tirole (2006)の理論は個人を対象としており、必ずしも事業所の行動に適用できるとは限らない。事業所としては利益を求めるのが当然であるし、特に温暖化対策に限っては社会的なアピールの手段として受け入れられている³。金銭的報酬や非金銭的報酬の効果は、先見の事業所の取り組みを促す可能性が高いと考えられる。

他方で、温暖化対策に関連する文脈で報酬の効果进行分析している研究には、Pizer, et al (2011)や Eccles, et al (2012)がある。Pizer, et al (2011)は、アメリカの Climate Wise について、企業レベルのデータを用いて傾向スコア法による計量分析を行った。ただし、Climate Wise における公的な承認は、制度の一部であり、純粋な承認の効果ではなく、制度全体の効果を分析している。この研究では、制度の有意な削減効果は確認されていない。Eccles, et al (2012)は、スイスの企業について、企業内で CO2 排出量削減に関する金銭的な報酬、非金銭的な報酬を設定している場合、排出量が減少しているかを、2007年から2012年のデータを用いて計量分析した。その結果、金銭的な報酬には有意な削減効果は確認されず、非金銭的な報酬のみが排出量削減を促していることがわかり、Ariely, et al (2009)と類似した結果となった。他方で、温室効果ガス削減に関連する表彰制度を対象とした定量的研究は、日本では見られない。

表彰制度は、事業所の温暖化対策を促す可能性が高いと考えられるが、必ずしも明確ではない。スイスの企業に関して分析した Eccles, et al (2012)も、対象にした報酬は企業内の従業員に対するものであり、個人を対象にした Bénabou and Tirole (2006)のモデルと

³ 環境にやさしい行動と企業価値の関係については多くの研究があるが、たとえば西谷 (2014) では環境取り組みの開示が長期的に企業価値を高めることが示されている。

整合的なものである。本研究は、表彰制度が事業所に対する政策として有効かを検証することを目的とする。

4. モデルとデータ

4.1. モデル

表彰制度の有効性を検証するために、本研究では都道府県別業種別集計データを使用し、固定効果モデルによる差の差分析を行う⁴。また、日本標準産業分類における大分類「製造業」に着眼して分析する。日本において、家庭やサービス業、建設業、製造業などの内、最も CO2 排出量の割合が高い部門は製造業である。よって、当該部門に対する政策の有効性を議論することがより重要だと考えられる。

先に述べた通り、表彰には、公募型の他にプログラムもしくは計画書制度に内包されているケースの三種類がある。これを考慮し、本研究では二種類の定式化を行う。純粋な表彰制度に着眼した場合と、表彰制度が内包されている場合も考慮した場合である。前者の定式化を行うことで、表彰制度を単独で導入することの影響を捉えることができる他、表彰制度を導入することの内生性の可能性を分析することができる。内生性の可能性に関しては、後述する。一方、後者の定式化では、表彰の効果は制度を導入する効果ではなく、プログラムもしくは計画書制度に含まれた表彰の効果をも含んで平均した効果となる。さらに、これにより、他の制度が表彰を内包することによる効果の分析することが可能となる。

まず、公募型にのみ注目した分析モデルは、以下のようなになる。

$$\ln(Emission_{ijt}) = \beta X_{ijt} + \delta_1 Keikakusy0_{it} + \delta_2 Social_Reward1_{it} + \alpha_i + \gamma_j + \mu_{ij} + \varepsilon_{ijt} \dots (1)$$

i は都道府県、j は業種、t は時点を表している。本研究で使用するデータに含まれる業種は、「食品飲料製造業」、「繊維工業」、「木製品・家具他工業」、「パルプ・紙・紙加工品製造業」、「印刷・同関連業」、「窯業・土石製造業」の 6 業種である。また、データの期間は 1990 年から 2014 年である。よって、サンプルサイズは、47 都道府県×6 業種×25 年度=7050 である。詳細な業種の選定理由については、補論を参照されたい。

変数の説明をしよう。まず、 $\ln(Emission_{ijt})$ は、各都道府県における各製造業部門に属する業種の年度別 CO2 排出量の対数である。

X_{ijt} は、コントロール変数ベクトルである。まず、業種別の変数として、付加価値額、従業員数の対数を投入している。次に、都道府県別変数として、冷房度日、暖房度日及び電力価格の対数を投入した。冷房度日とは、一日の平均気温が 24℃より高い日について、「平均気温-22」の値を年度ごとに積算したものである。一方、暖房度日は一日の平均気温が 14℃

⁴ 固定効果モデルによって差の差分析を行う手法は、Bertrand, et al (2004)に従っている。

より低い日について、「14-平均気温」の値を年度ごとに積算したものである。これらは、気温の変動による影響を捉える変数として、電力需要関数を推定する際などに用いられている。電力価格は、各電力会社管内について、電力販売額を電力需要量で割ったものである（円/kWh）⁵。本研究のモデルは都道府県別業種レベルであるため、各都道府県の県庁所在地の値を代表値として用いている。また、付加価値額と電力価格は消費者物価指数で実質化している。その他のコントロール変数に、年度ダミーを投入している。また、近年の都道府県レベル政策として、特に重要なものとして、東京都の排出量取引制度がある。当該制度は2010年度より、一定規模以上の事業所に対し排出量の削減を義務づけている。よって、東京都ETSダミー変数として投入し、影響を除く。*Keikakusyo_{it}*は、計画書制度が導入されている場合に1を取る変数であり、矢島・有村（2017）を参考に作成している。 α_i は都道府県固定効果、 γ_j は業種固定効果、 μ_{ij} は都道府県別業種固定効果であり、 ε_{ijt} は時間で変動する誤差項である。

次に、注目する変数である*Social_Reward1_{it}*を説明する。これは、各都道府県において、公募型の表彰制度が導入された年度から1を取るダミー変数である。表彰制度が導入されたことによる、平均的なCO2排出量の変化を捉えることが期待される。また、公募型の表彰において、何らかの経済的な報酬を設定している都道府県は現状いない。よって、ここでの表彰の効果は非金銭的な報酬の効果ということになる。*Social_Reward1_{it}*の作成において、計画書制度及びプログラムがある都道府県は0としている。ただし、これらの制度が存在する都道府県自体は分析に含まれていることに注意されたい。表彰を内包した制度における表彰の効果も分析対象とした定式化は以下ようになる。

$$\ln(Emission_{ijt}) = \beta X_{ijt} + \delta_1 Keikakusyo_{it} + \delta_2 Register_{it} + \delta_3 Social_Reward2_{it} + \delta_4 Keikakusyo_{it} * Social_Reward_{it} + \delta_5 Register_{it} * Social_Reward_{it} + \delta_6 Register_{it} * Keikakusyo_{it} + \delta_7 Economic_Reward_{it} + \alpha_i + \gamma_j + \mu_{ij} + \varepsilon_{ijt} \quad \dots (2)$$

式(1)との差異は、*Register_{it}*、*Social_Reward2_{it}*、*Register_{it}*と*Social_Reward2_{it}*の交差項、*Register_{it}*と*Keikakusyo_{it}*の交差項、*Keikakusyo_{it}*と*Social_Reward2_{it}*の交差項、*Economic_Reward_{it}*が新たに投入された点である。

*Register_{it}*は、プログラム参加型の制度が導入されている場合に1を取るダミー変数、*Economic_Reward_{it}*は経済的な報酬が設定されている場合に1を取る変数である。なお、経済的な報酬はプログラム参加型の制度にしか含まれていない。その中でも、第二章で述べた参加登録するだけで経済的優遇措置を受けることができる栃木県及び福岡県は除いている。また、*Social_Reward2_{it}*は、公募型に加え、プログラム及び計画書制度に表彰含まれている場合にも1を取るダミー変数である。つまり、*Social_Reward2_{it}*は公募型とプログラム、

⁵ 電力会社と各都道府県の対応は、大塚（2015）を参照されたい。

計画書制度における表彰の平均的な効果を抽出するものであり、純粋な制度としての表彰を導入した場合の効果とは異なる。ここでは、区別のために $Social_Reward1_{it}$ を表彰制度ダミー、 $Social_Reward2_{it}$ を表彰ダミーと呼称する。次に、 $Register_{it}$ はプログラム参加型制度の効果、 $Register_{it}$ と $Social_Reward2_{it}$ の交差項はプログラム参加型制度に表彰が含まれている場合の相乗効果を捉えるものである。 $Register_{it}$ と $Keikakusyo_{it}$ の交差項は、計画書制度があり、かつ計画書制度と重複してプログラムに参加可能な場合の効果を捉える。 $Keikakusyo_{it}$ と $Social_Reward2_{it}$ の交差項は、計画書制度と表彰制度が同時に存在する場合の相乗効果を捉えるものである。

加えて、モデルの頑健性を確かめるために、両式について年度ダミーと業種別ダミーの交差項、都道府県ダミーとタイムトレンドの交差項を投入する。こうした変数は、各業種、都道府県固有のタイムトレンドを捉え、時間で変動する観測できない要因の影響を緩和することが目的である⁶。

⁶ 各交差項を個別に投入した場合の結果は本論で示した結果と大きく変化しなかったため、補論で示している。また、都道府県ダミーとの交差項にタイムトレンドを用いているのは、年度ダミーでは多重共線性が大きくなってしまうためである。

表 2 変数の定義

変数名		変数の定義
$Emission_{ijt}$	C02 排出量	各都道府県の業種の年度別合計 C02 排出量 (10^3tCO_2)
X_{ijt}	実質付加価値額	各都道府県の業種の年度別合計実質付加価値額 (100 万円)
	従業員数	各都道府県の業種の年度別合計従業員数 (人)
	冷房度日	各都道府県の県庁所在地の、平均気温が 24℃より高い日について「平均気温-22」の値を年度ごとに足したもの
	暖房度日	各都道府県の県庁所在地の、平均気温が 14℃未満の日について「14-平均気温」の値を年度ごとに足したもの
	実質電力価格 (円/kWh)	各都道府県が所属する電力会社について、各年の電灯電力料を販売電力合計で割ったもの (円/kWh)
	東京都 ETS ダミー	東京都で、ETS が導入された年 (2010 年) から 1
$Keikakusyo_{it}$	計画書制度ダミー	各都道府県で、計画書制度が導入された年から 1
$Social_Reward1_{it}$	表彰制度ダミー	各都道府県で、公募型の表彰制度が導入されているならば 1
$Social_Reward2_{it}$	表彰ダミー	各都道府県で、公募型の表彰制度が導入されている、もしくは表彰を内包するプログラム、計画書制度が導入されているならば 1
$Economic_Reward_{it}$	経済的報酬ダミー	各都道府県で、経済的報酬が設定されているならば 1
$Register_{it}$	プログラム参加型制度ダミー	各都道府県で、プログラム参加型制度が導入された年から 1

表 3 基本統計量 (実数)

	観測数	平均	標準偏差	最小値	最大値
C02 排出量 (10^3tCO_2)	7050	129	245	0	2964
実質付加価値額 (100 万円)	7050	102852	175444	70	2931387
従業員数 (人)	7050	11063	14594	307	184617
冷房度日	7050	374	172	0	1186
暖房度日	7050	1111	463	0	2769
実質電力価格 (円/kWh)	7050	17.6	1.8	14.1	23.7
計画書制度ダミー	7050	0.004	0.07	0	1
東京都 ETS ダミー	7050	0.22	0.41	0	1
表彰制度ダミー	7050	0.10	0.29	0	1
表彰ダミー	7050	0.14	0.35	0	1
経済的報酬ダミー	7050	0.04	0.20	0	1
プログラム参加型制度ダミー	7050	0.01	0.11	0	1

4.2. データ

次に、本研究で主として用いるデータの解説を行う。まず、被説明変数である CO2 排出量は「都道府県別エネルギー消費統計」から収集した。次に、製造業部門の付加価値額及び従業員数を「工業統計調査」より収集した。これは、日本標準産業分類の大分類「製造業」に属する従業者 4 人以上の事業所を調査した統計資料である。また、冷暖房度日については、気象庁のホームページより各都道府県の県庁所在地における平均気温を収集して作成した。電力価格は、電気事業連合会の電力統計情報より「販売電力合計」及び「電灯電力料」を収集し、電灯電力料を販売電力合計で割って作成した。消費者物価指数は、総務省のホームページより、2010 年基準のものを用いている。さらに、表彰制度に関する情報は、各都道府県のホームページや関連資料から収集している。

4.3. 内生性の可能性

表彰制度は、都道府県が主導となって独自に導入しているものである。都道府県レベルの政策においては、排出量が高い都道府県が優先的に政策を実施する、政策の導入の過程で多く排出する業界からの圧力がかかる、といった内生性が考えられる。まず後者については、東京都 ETS を対象にした青木 (2010) などいくつかの研究で指摘されている。しかし、本研究が対象とする表彰制度は、産業側の経済活動を規制するものではなく、その導入に圧力がかかるといったことは考えにくい。他方で、前者に関しては注意が必要だと考えられる。本制度について、何らかの内生性が生じている可能性は、積極的に無いとは言えないだろう。よって、本研究では、式 (1) を用いてプラシーボテストによる内生性の検証を実行する。当該手法は、Dube, et al (2013) などパネルデータを用いて計量分析を行った研究で広く用いられているものである。具体的には、内生性の疑いがある政策変数を $t+g$ 期ずらした変数（リード項）を投入する。リード項は政策が導入される前のトレンドについて、コントロール群に対し有意な差異があるかを判定するものである。政策導入前に有意な差異が認められた場合、政策導入には何らかの内生性がある可能性や、オブザベーションが政策の導入を予期して行動している可能性がある。つまり、差の差分析における平行トレンドの仮定が満たされているかをチェックするためのものである。また、上述したようなダミー変数と年度ダミーやタイムトレンドの交差項を投入する手法も、多くの論文でプラシーボテストと併用されている。

5. 推定結果

まず、基本のモデルである式 (1) に関連する推定結果について説明する。表 4 に、定式化別に分析結果をまとめた。上述したコントロール変数は全て投入されており、注目する変数以外の違いは、各種ダミー変数と、年度ダミーもしくはタイムトレンドとの交差項が投入されているかどうかである。また、集計データを用いていることから、系列相関の可能性があるため、全てのモデルについて都道府県別業種でクラスター化した頑健標準誤差

を用いている。なお、注目する変数である表彰制度ダミー以外は省略した。これらの推定結果は、補論を参照されたい。

モデル(1)の結果を見ると、まず、計画書制度ダミーには頑健な効果は確認できない。これは矢島・有村(2017)とは異なる結果であるが、分析の単位が異なること、用いている変数がやや異なることなどが要因かもしれない。他方、表彰制度ダミーの係数は-0.10で、5%水準で有意である。表彰制度が導入されたことで、製造業部門に所属する業種のCO2排出量が平均的に約10%削減されたことになる。この推定値の解釈には、注意が必要である。この結果は、制度導入後の変化を平均した値である。つまり、表彰制度を導入した場合に、毎年度10%の削減が実現する、という解釈には必ずしもならない。導入しない場合と比べ、本研究の最新年度である2014年度までの削減効果を平均すると、ある都道府県の1業種1年当たり約10%ということになる。

この分析結果は、表彰制度を導入した後、どれくらいのCO2が何年間で削減されるかを知るには不十分である。そこで、表彰制度ダミーとタイムトレンドの交差項を投入し、時系列での政策効果を分析する。表彰制度の効果は、その地域の事業所がどれだけ流動的かにも依存するが、一般的には逡減すると考えられる。よって、二乗項まで投入する。この分析の結果を、モデル(2)に示した。タイムトレンドと表彰制度ダミーとの交差項は1%水準で有意であり、係数は-0.04であった。二乗項との交差項もまた1%水準で有意であり、符号は正であることから、表彰制度の効果は逡減することになる。しかし、二乗項の係数は非常に小さく、逡減の程度は無視しうると考えられる。分析結果を解釈すると、表彰制度を導入した場合、製造業部門の業種では一年当たり約4%のCO2排出量が削減されるということになる。これは、表彰し社会的に公表する制度を導入することで、3年間で導入する前と比べ10%前後の削減が実現することを意味し、政策の効果としては過大だと考えられる。

次に、表彰制度の内生性を検証した結果をモデル(3)に示している。プラシーボテストを実行している研究において、リード項の数の根拠を明確に示しているものは多くない。本研究でも、表彰制度導入のプロセスが明らかではないことから、具体的な根拠を示すことは困難である。そこで、多くの研究で2から4までのリード項が投入されていることを考慮し、3期まで投入したモデルを推定した。推定の結果を見ると、いずれのリード項も有意ではないことから、積極的な内生性は確認されないとと言える。また、全てのリード項の係数を同時にゼロとする帰無仮説も棄却されない。

ここからは、式(2)に関する分析結果を説明する。主要な結果を、表5に示している。まず、表彰ダミーは1%水準で有意となった。表彰ダミーの係数は-0.13であり、式(1)の結果と類似している。やはり、表彰に関する推定結果は過大になっている可能性があるが、表彰の効果は頑健に確認できる。他方で、プログラム参加型制度ダミー、経済的報酬ダミー、各種交差項について有意な効果は検出されなかった。計画書制度ダミーのみ10%水準で有意となったが、矢島・有村(2017)の結果と比べ低い係数であった。

表彰自体には有意に削減努力を促す効果が確認された一方、プログラムを設定し、事業

所に参加を促すような制度には、排出量削減に関する有効性は確認できない。表彰を包含した場合も削減効果は見られなかった。さらに、計画書制度に関しても同様である。経済的報酬にも有意な効果は確認されず、Ariely, et al (2009)とEccles, et al (2012)の結果と類似したものとなった。事業所においても、少なくとも低利子融資などといった経済的報酬は、努力を促す効果より妨げる効果の方が大きいのかもしれない。ただし、経済的報酬を設定している都道府県は、本研究の分析対象となっているのは石川県と福島県のみである。推定に十分なサンプルサイズが確保できていない可能性もある。それでも、上記分析を通して、非金銭的な表彰の効果は十分に確認できたと言えるだろう。

表 4 式 (1)に関する推定結果 (固定効果モデル)

説明変数/モデル	固定効果モデル		
	(1)	(2)	(3)
表彰制度ダミー	-0.10** (0.05)		-0.09** (0.04)
表彰制度ダミー*タイムトレンド		-0.04*** (0.01)	
表彰制度ダミー*タイムトレンド ²		0.00180*** (0.00065)	
表彰制度ダミー (t+1)			-0.02 (0.02)
表彰制度ダミー (t+2)			-0.03 (0.03)
表彰制度ダミー (t+3)			0.02 (0.03)
計画書制度ダミー	-0.03 (0.02)	-0.04* (0.02)	-0.03 (0.02)
観測数	7,044	7,044	6,198
決定係数	0.36	0.36	0.36
説明変数	あり	あり	あり
年度ダミー	あり	あり	あり
業種ダミー×年度ダミー	あり	あり	あり
都道府県ダミー×タイムトレンド	あり	あり	あり
F検定			0.413

※括弧内は、都道府県ごとの業種でクラスター化した頑健標準誤差である。

※モデル (1)、(2) で観測数が 6 減っているのは、北海道に一年冷房度日が 0 の年があるためである (1 年×6 業種)。

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 5 式 (2)に関する推定結果 (固定効果モデル)

被説明変数：CO2 排出量 (対数)	
説明変数/モデル	固定効果モデル (4)
表彰ダミー	-0.13*** (0.05)
経済的報酬ダミー	0.06 (0.13)
プログラム参加型制度ダミー	0.03 (0.09)
計画書制度ダミー	-0.04** (0.02)
プログラム参加型制度ダミー*表彰ダミー	0.02 (0.12)
計画書制度ダミー*表彰ダミー	0.06 (0.05)
計画書制度ダミー*プログラム参加型制度ダミー	0.03 (0.10)
観測数	7,044
決定係数	0.36
説明変数	あり
年度ダミー	あり
業種ダミー×年度ダミー	あり
都道府県ダミー×タイムトレンド	あり

※括弧内は、都道府県ごとの業種でクラスター化した頑健標準誤差である。

※観測数が6減っているのは、北海道に一年冷房度日が0の年があるためである(1年×6業種)。

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

6. 結論と今後の展望

本研究は、都道府県が導入している事業所の排出量削減取組などを表彰し公表する制度について、実際に努力を促し排出量の削減をもたらしているのかを分析した。表彰を伴う制度は、広く事業所の取組を公募する公募型と、都道府県がプログラムを公開し、それに参加した事業所の取組の中で、特に優秀なものを表彰するプログラム参加型とがある。この二種類の制度がCO₂排出量にもたらす効果について、1990年度から2014年度の製造業の都道府県別業種レベル集計データを用いて計量分析した。具体的には、本研究では公募型の表彰制度にのみ注目したものと、プログラム参加型制度を加えた二種類の定式化を行った。さらに、前者の定式化を用いて、表彰制度の時間を追った削減効果の分析、及び制度の内生性の可能性を検証した。

分析の結果、まず公募型の表彰制度にのみ注目して分析した場合、製造業に属する業種のCO₂排出量は、集計すると約10%削減されたことが分かった。これは、本研究で分析対象としている公募型の制度に経済的報酬を設定している都道府県がないため、純粋な社会的表彰が設定された効果といえることができる。また、表彰制度ダミーとタイムトレンドの交差項を二乗項まで投入した結果、平均的に一年当たり約4%の有意な排出量削減効果があることがわかった。また、二乗項の係数は正であり、表彰の効果は逡減していくことが確認されたが、逡減の程度は十分に小さい。さらに、プラシーボテストを実行し、表彰制度導入に関する内生性を検証した結果、積極的な内生性は確認されなかった。

次に、表彰を内包している制度についても考慮し、平均的な表彰の効果とともにプログラム参加型制度、及び計画書制度と併存している効果を分析した。その結果、頑健な効果が確認されたのは表彰の効果のみであった。経済的報酬に関しても削減効果が見られず、Ariely, et al (2009)及びEccles, et al (2012)と類似した結果となった。少なくとも、低利子融資という経済的優遇措置は、事業所の削減努力を十分に促さないと考えられる。しかし、当該報酬を設定している都道府県は石川県と福島県のみであり、効果の抽出に十分なサンプルサイズが確保されていなかったからである可能性もある。

本稿の分析結果から、いくつかの政策的示唆を与えることができる。第一に、社会的表彰は製造業部門のCO₂排出量削減の取り組みを促すインセンティブとして有効である。また、この枠組みは、基本的には公募をホームページ上に出し、応募された取り組みを審査、表彰対象を決定して知事などが表彰し、その旨をホームページ上で公表するのみである。よって、政策の費用は大きくなく、新たに導入することも容易であり、CO₂排出量削減政策において重要な役割を果たしうると考えられる。第二に、表彰制度を設定する上で、経済的な報酬は、少なくとも低利子融資という形式では付加すべきではない可能性がある。第三に、何らかのプログラムを設定し、事業所の参加と自主的な取り組みを促す制度は、CO₂排出量削減政策として有効ではない可能性がある。これは、当該制度に表彰を加えた場合でも同様である。ただし、これらは各都道府県の制度を同質とみなして分析した結果であること、経済的報酬を設定している都道府県がほとんどないことに注意が必要である。

最後に、本研究の分析の課題を述べる。本来表彰制度の効果は、表彰される前と後で異なるはずである。なぜなら、表彰されるまでは、表彰を受けようという努力を促すことが主な効果である一方、表彰された後はもう一度表彰を受けようとする効果があると同時に、「表彰された」という事実もまた行動に影響する可能性があるからである。前者の場合、表彰後にさらなる努力を重ねようとするかは、再度受賞することが可能かに依存するとともに、可能であってももう一度同じ報酬を得るために努力しようとするかに依存する。一方、後者の場合は、再度受賞が可能かに関係なく、表彰を受けた事業所にとってそれが自負となる、もしくは表彰され公表されているという事実が社会的な圧力となってさらなる努力を促す可能性である。本研究では、これらの点は区別していない。

表彰制度は、近年増加している自主的取組を促す政策の中でも、非常に興味深いものである。パリ協定の目標はどの国も非常に野心的であり、経済活動と両立して温暖化対策を進めるには様々な政策が必要となると考えられる。表彰制度は、他の政策と容易に組み合わせうる柔軟性の高い政策として、今後さらに普及していくことが期待される。

謝辞

本研究は、(独)環境再生保全機構の「環境研究総合推進費」(2-1707)の成果の一部である。また、分析・執筆にあたり、有村俊秀氏、野口晴子氏、尾沼広基氏、功刀祐之氏、定行泰甫氏より貴重なコメントを頂いた。ここに謝意を記す。

参考文献

1. 青木一益 (2010) . 「東京都『CO2 総量削減義務・排出量取引制度』に見る政策波及の可能性：自治体政策過程における合意形成作用を手掛かりに」『環境科学会誌』第 23 卷 (4), pp. 321 -331.
2. 有村俊秀・片山東 (2017) . 「企業の自主的な取り組みの実証分析」有村俊秀・片山東・松本茂 編著『環境経済学の新フロンティア』日本評論社, pp. 19-44.
3. 岩田和之・有村俊秀・日引聡 (2010) . 「ISO14001 認証取得の決定要因とトルエン排出量削減効果に関する実証研究」『日本経済研究』第 62 卷, pp. 16-38.
4. 大塚章弘 (2015) 「『都道府県別エネルギー消費統計』を活用した地域別産業用・業務用電力需要の分析」『電力中央研究所報告 Y14150』
5. 経済産業省 (1990 年度から 2014 年度). 「市区町村編」『工業統計調査』, <http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-2.html>, 最終閲覧日 2018 年 2 月 19 日
6. 経済産業省資源エネルギー庁(1990 年度から 2014 年度). 『都道府県別エネルギー消費統計』, http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy_consumption/ec002/results.html#headline2, 最終閲覧日 2018 年 2 月 19 日
7. 国土交通省気象庁, 過去の気象データ検索, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>, 最終閲覧日 2018 年 2 月 19 日
8. 総務省統計局, 平成 22 年基準消費者物価指数, <http://www.stat.go.jp/data/cpi/1.htm>, 最終閲覧日 2018 年 2 月 19 日
9. 電気事業連合会 (1990 年度から 2014 年度). 電力統計情報, <<http://www.fepc.or.jp/library/data/tokei/>>, 最終閲覧日 2018 年 2 月 19 日
10. 西谷公孝 (2014) . 「企業の環境への取り組みやその情報開示が株主価値に与える影響」『環境経済・政策研究』第 7 卷 (1) , pp. 10-22.
11. 矢島猶雅・有村俊秀 (2017) . 「都道府県による温室効果ガス排出削減計画書制度の計量分析：製造業部門の定量評価」『環境科学会誌』第 30 卷 (2) , pp. 121-130.
12. Ariely, D., Bracha, A., and Stephan., M. (2009). “Doing Good or Doing Well? Image Motivation and Monetary Incentives in Behaving Prosocially.” *American Economic Review*, 99 (1) , pp. 544-555.
13. Bénabou, R. and Tirole, J. (2006). “Incentives and Prosocial Behavior” , *The American Economic Review*, 96 (5), pp. 1652-1678.
14. Bertrand, M., Duo, E., and Mullainathan, S. (2004). “How Much Should We Trust Differences-In-Differences Estimates?” *The Quarterly Journal of Economics*, 119(1), pp. 249-275.

15. Dube, A., Dube, O., and Garcia-Ponce, O. (2013). “Cross-border spillover: US gun laws and violence in Mexico” , *American Political Science Review*, 107 (3), pp.397-417.
 16. Eccles, R. G., Ioannou, I, Li, S. X., and Serafeim, G. (2012). “Pay for Environmental Performance: The Effect of Incentive Provision on Carbon Emissions.” , Harvard Business School Working Paper, No. 13-043, November 2012.
 17. Environment Agency. (2016). “Climate Change Agreements Operations Manual” , GOV.UK, Retrieved March 20, 2018, from <https://www.gov.uk/government/publications/climate-change-agreements-operations-manual--2>
 18. Khanna, M., and Damon, L. A. (1999). “EPA’s voluntary 33/50 program: Impact on toxic releases and economic performance of firms.” *Journal of environmental economics and management*, 37(1), pp.1-25.
 19. Mussen, P., and Eisenberg-Berg, N. (1977) . “*Roots of caring, sharing, and helping: The development of prosocial behavior in children.*” WH Freeman.
 20. Parry, I., Shang, B., Wingender, P., Vernon, Nate., and Narasimhan, T. (2016). “Climate Mitigation in China: Which Policies Are Most Effective?” , IMF Working Paper, Washington: International Monetary Fund
 21. Pizer, W. A., Morgenstern, R., and Shih, J. S. (2011). “The performance of industrial sector voluntary climate programs: Climate Wise and 1605 (b)” , *Energy policy*, 39(12), pp.7907-7916.
 22. United Nations Climate Change. (2018). Paris Agreement - Status of Ratification, Retrieved April 13, 2018, from <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>
- 都道府県に関する各種資料は、筆者に請求すれば示すことができる。

補論1 全ての説明変数に関する推定結果

表 1 式 (1) に関する推定結果 1

説明変数/モデル	固定効果モデル				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
被説明変数：CO2排出量（対数）					
表彰制度ダミー	-0.13** (0.06)	-0.11* (0.06)	-0.11* (0.06)	-0.10** (0.05)	-0.11** (0.05)
実質付加価値額（対数）	0.07 (0.07)	0.04 (0.07)	0.04 (0.06)	0.01 (0.07)	0.08** (0.04)
従業員数（対数）	-0.36*** (0.10)	0.00 (0.13)	-0.36*** (0.09)	0.01 (0.13)	0.31*** (0.09)
冷房度日（対数）	0.05** (0.02)	0.05*** (0.02)	0.00 (0.01)	0.00 (0.00)	0.05*** (0.01)
暖房度日（対数）	0.03*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.02 (0.01)
実質電力価格（対数）	-0.58** (0.27)	-0.73*** (0.27)	0.16 (0.20)	0.18 (0.17)	-0.19** (0.08)
東京都ETSダミー	-0.31 (0.28)	-0.22 (0.23)	0.07 (0.22)	0.07 (0.17)	0.08 (0.22)
計画書制度ダミー	-0.04 (0.04)	-0.04 (0.04)	-0.03 (0.03)	-0.03 (0.02)	-0.04* (0.02)
観測数	7,044	7,044	7,044	7,044	7,044
決定係数	0.08	0.27	0.18	0.36	0.56
年度ダミー	あり	あり	あり	あり	あり
業種ダミー×年度ダミー	なし	あり	なし	あり	なし
都道府県ダミー×タイムトレンド	なし	なし	あり	あり	なし
都道府県別業種ダミー×タイムトレンド	なし	なし	なし	なし	あり

※括弧内は、都道府県ごとの業種でクラスター化した頑健標準誤差である。

※観測数が6減っているのは、北海道に一年冷房度日が0の年があるためである（1年×6業種）。

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2 式 (1) に関する推定結果 2

被説明変数：CO2排出量（対数）					
説明変数/モデル	固定効果モデル				
	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
表彰制度ダミー*タイムトレンド	-0.04** (0.02)	-0.03** (0.01)	-0.04** (0.02)	-0.04*** (0.01)	-0.04*** (0.01)
表彰制度ダミー*タイムトレンド ²	0.00201*** (0.00059)	0.00188*** (0.00063)	0.00193** (0.00087)	0.00180*** (0.00065)	0.00164* (0.00084)
実質付加価値額（対数）	0.07 (0.07)	0.04 (0.07)	0.05 (0.06)	0.01 (0.07)	0.09** (0.04)
従業員数（対数）	-0.36*** (0.10)	0.00 (0.13)	-0.36*** (0.09)	-0.00 (0.13)	0.29*** (0.09)
冷房度日（対数）	0.05** (0.02)	0.05*** (0.02)	0.00 (0.01)	0.00 (0.00)	0.05*** (0.01)
暖房度日（対数）	0.03*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.02 (0.01)
実質電力価格（対数）	-0.58** (0.27)	-0.73*** (0.27)	0.04 (0.21)	0.07 (0.18)	-0.19** (0.08)
東京都ETSダミー	-0.30 (0.28)	-0.20 (0.23)	0.07 (0.22)	0.07 (0.17)	0.08 (0.22)
計画書制度ダミー	-0.05 (0.04)	-0.05 (0.04)	-0.04 (0.03)	-0.05** (0.02)	-0.05** (0.02)
観測数	7,044	7,044	7,044	7,044	7,044
決定係数	0.09	0.27	0.18	0.36	0.57
年度ダミー	あり	あり	あり	あり	あり
業種ダミー×年度ダミー	なし	あり	なし	あり	なし
都道府県ダミー×タイムトレンド	なし	なし	あり	あり	なし
都道府県別業種ダミー×タイムトレンド	なし	なし	なし	なし	あり

※括弧内は、都道府県ごとの業種でクラスター化した頑健標準誤差である。

※観測数が6減っているのは、北海道に一年冷房度日が0の年があるためである（1年×6業種）。

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 3 式 (1) に関する推定結果 3

被説明変数：CO2排出量（対数）					
説明変数/モデル	固定効果モデル				
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
表彰制度ダミー	-0.06 (0.05)	-0.06 (0.04)	-0.09** (0.05)	-0.09** (0.04)	-0.09* (0.05)
表彰制度ダミー (t+1)	-0.01 (0.03)	-0.01 (0.03)	-0.02 (0.02)	-0.02 (0.02)	-0.04* (0.02)
表彰制度ダミー (t+2)	-0.04 (0.03)	-0.04 (0.03)	-0.03 (0.03)	-0.03 (0.03)	0.01 (0.03)
表彰制度ダミー (t+3)	0.00 (0.03)	0.01 (0.03)	0.02 (0.03)	0.02 (0.03)	-0.01 (0.03)
実質付加価値額（対数）	0.06 (0.06)	0.07 (0.06)	0.02 (0.05)	0.04 (0.06)	0.09** (0.04)
従業員数（対数）	-0.26*** (0.09)	-0.03 (0.12)	-0.24*** (0.08)	-0.02 (0.12)	0.27*** (0.09)
冷房度日（対数）	0.03** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.00 (0.01)	0.00 (0.00)	0.04*** (0.01)
暖房度日（対数）	0.03** (0.01)	0.03 (0.02)	0.02** (0.01)	0.01 (0.01)	-0.01 (0.01)
実質電力価格（対数）	-0.73** (0.33)	-0.86** (0.34)	-0.19 (0.32)	-0.18 (0.29)	-0.11 (0.21)
東京都ETSダミー	-0.21 (0.31)	-0.16 (0.24)	0.12 (0.26)	0.12 (0.19)	0.11 (0.26)
計画書制度ダミー	-0.07* (0.04)	-0.07** (0.03)	-0.03 (0.03)	-0.03 (0.02)	-0.05* (0.02)
観測数	6,198	6,198	6,198	6,198	6,198
決定係数	0.08	0.27	0.17	0.36	0.51
年度ダミー	あり	あり	あり	あり	あり
業種ダミー×年度ダミー	なし	あり	なし	あり	なし
都道府県ダミー×タイムトレンド	なし	なし	あり	あり	なし
都道府県別業種ダミー×タイムトレンド	なし	なし	なし	なし	あり
F検定	0.506	0.457	0.348	0.413	0.224

※括弧内は、都道府県ごとの業種でクラスター化した頑健標準誤差である。

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 4 式 (2) に関する推定結果

被説明変数：CO2排出量（対数）					
説明変数/モデル	固定効果モデル				
	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
表彰ダミー	-0.16*** (0.06)	-0.15** (0.06)	-0.13** (0.06)	-0.13*** (0.05)	-0.13** (0.05)
経済的報酬ダミー	0.28 (0.19)	0.28* (0.17)	0.06 (0.18)	0.06 (0.13)	0.07 (0.18)
計画書制度ダミー	-0.05 (0.04)	-0.05 (0.04)	-0.04 (0.03)	-0.04** (0.02)	-0.05** (0.02)
プログラム参加型制度ダミー	0.09 (0.12)	0.08 (0.10)	0.01 (0.12)	0.03 (0.09)	0.02 (0.12)
プログラム参加型制度ダミー*表彰ダミー	0.38 (0.32)	0.39 (0.28)	0.02 (0.17)	0.02 (0.12)	-0.02 (0.14)
計画書制度ダミー*表彰ダミー	0.08 (0.07)	0.08 (0.07)	0.06 (0.07)	0.06 (0.05)	0.05 (0.06)
計画書制度ダミー*プログラム参加型制度ダミー	-0.08 (0.15)	-0.09 (0.13)	0.05 (0.14)	0.03 (0.10)	0.02 (0.14)
実質付加価値額（対数）	0.07 (0.06)	0.04 (0.07)	0.04 (0.06)	0.01 (0.07)	0.08* (0.04)
従業員数（対数）	-0.35*** (0.10)	0.01 (0.13)	-0.36*** (0.09)	0.01 (0.13)	0.30*** (0.09)
冷房度日（対数）	0.05** (0.02)	0.05*** (0.02)	0.00 (0.01)	0.00 (0.00)	0.05*** (0.01)
暖房度日（対数）	0.03*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.04*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.02 (0.01)
実質電力価格（対数）	-0.61** (0.28)	-0.77*** (0.28)	0.12 (0.19)	0.14 (0.16)	-0.17** (0.08)
東京都ETSダミー	-0.22 (0.28)	-0.14 (0.23)	0.13 (0.22)	0.13 (0.18)	0.16 (0.22)
観測数	7,044	7,044	7,044	7,044	7,044
決定係数	0.09	0.28	0.18	0.36	0.57
年度ダミー	あり	あり	あり	あり	あり
業種ダミー×年度ダミー	なし	あり	なし	あり	なし
都道府県ダミー×タイムトレンド	なし	なし	あり	あり	なし
都道府県別業種ダミー×タイムトレンド	なし	なし	なし	なし	あり

※括弧内は、都道府県ごとの業種でクラスター化した頑健標準誤差である。

※観測数が6減っているのは、北海道に一年冷房度日が0の年があるためである（1年×6業種）。

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

補論2 業種の選定理由と問題点/追加分析

本研究で用いた都道府県別エネルギー消費統計では、一部の業種が集計されている。たとえば、日本標準産業分類における「食料品製造業」と「飲料・たばこ・飼料製造業」が集計されて「食品飲料製造業」という分類になっている。これらの業種の具体的な内訳は、以下の表5に示している。次に、「工業統計調査」では、各都道府県における各業種の事業所数が極めて少なく、事業所個別の情報が特定されてしまう可能性がある場合には、事業所数を除く情報が秘匿される。秘匿されるかされないかは、各都道府県にどの程度事業所が立地しているかに依存し、明らかにランダムではない。また、実際の情報を知ることにも困難である。よって、本研究では、1都道府県でも秘匿されている箇所がある業種は、基本の分析から除外した。除外後の工業統計調査のデータを、都道府県別エネルギー消費統計の集計データとマッチングすると、「食品飲料製造業」、「繊維工業」、「木製品・家具他工業」、「パルプ・紙・紙加工品製造業」、「印刷・同関連業」、「窯業、土石製造業」の6業種が残る。また、各集計単位の、1990年から2014年にかけての平均排出量を表6に示した。この図を見ると、最もCO2排出量が多い集計単位は、「鉄鋼・非鉄・金属製品製造業」、2番目に多いのは「化学工業」であり、これらはいずれも分析に含まれない。他方で、分析対象における最も多く排出しているのは、「窯業・土石製品製造業」となっており、これは4番目に多い集計単位である。つまり、最も重要な業種が分析に含まれないことになる。

ここでは、上述した秘匿されているオブザベーションのみを集計時に除外し、全ての集計単位を用いた分析を追加的に行うものとする。経済的情報が秘匿されているケースは、いずれも合計事業所数が多くても6程であることから、無視することはそこまで大きな問題にはならないと考えられる。しかし、「他製造業」のみ注意が必要である。当該分類では、秘匿されているケースの事業所数は少なくとも54、多くて363になる。本研究で用いる集計単位における事業所数は、平均的に約200から400程であることから、「他製造業」の経済規模は無視できない可能性がある。よって、この追加分析では、「他製造業」のみを分析から除外する。分析の結果は、以下の表7から10に示した。

全体として、有意な変数と符号に大きな変化はない傾向にある。しかし、表7を見ると、表彰制度ダミーの結果が頑健なものではなくなっている。また、表10を見ても、表彰ダミーはモデル(36)と(37)でのみ5%水準で有意である。他方で、表8に示したように、タイムトレンドと表彰制度ダミーの交差項はいずれのモデルでも1%水準で有意であった。本追加分析と業種を限定している分析との差異は、「化学工業」、「プラスチック・ゴム・皮革製品製造業」、「鉄鋼・非鉄・金属製品製造業」、「機械製造業」が含まれていることである。業種を限定した場合と比べ係数がわずかに小さくなっていること、頑健性が低くなっていることについては、次の可能性が考えられる。表彰制度がインセンティブとしてもたらす効果は業種によって異なり、それらの要因を本分析では十分にコントロールできていない可能性である。

集計レベルのデータは、幅広い期間をカバーし、大きなサンプルサイズを確保できる。

一方で、いくつかの業種を集計して均質と見なしていることなどから、各業種の差異をコントロールすることには限界がある。表6を見ればわかるように、追加された業種は集計単位の中でも特に内訳の業種が多いものでもある。こうした問題に可能な限り対処するため、様々な交差項を投入しているが、よりマイクロなデータを用いた厳密なコントロールが必要なのかもしれない。

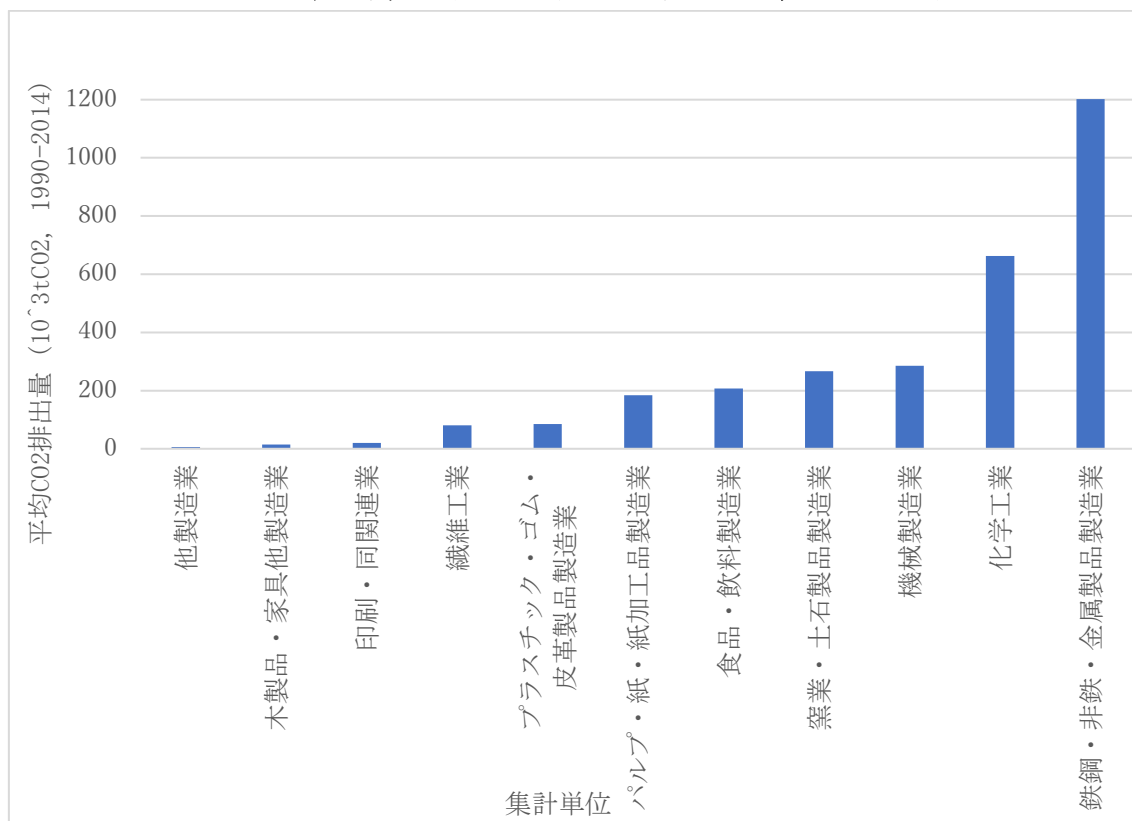
表5 都道府県別エネルギー消費統計における集計単位

都道府県別エネルギー消費統計における集計単位	内訳
食品飲料製造業	09食料品製造業、10飲料・たばこ・飼料製造業
繊維工業	11繊維工業
木製品・家具他工業	12木材・木製品製造業、13家具・装備品製造業
パルプ・紙・紙加工品製造業	14パルプ・紙・紙加工品製造業
印刷・同関連業	15印刷・同関連業
化学工業	16化学工業、17石油製品・石炭製品製造業
プラスチック・ゴム・皮革製品製造業	18プラスチック製品製造業、19ゴム製品製造業、 20なめし革・同製品・毛皮製造業
窯業・土石製品製造業	21窯業・土石製品製造業
鉄鋼・非鉄・金属製品製造業	22鉄鋼業、23非鉄金属製造業、24金属製品製造業
機械製造業	25はん用機械器具製造業、26生産用機械器具製造業、 27業務用機械器具製造業、28電子部品・デバイス・電 子回路製造業、29電気機械器具製造業、30情報通信機 械器具製造業、31輸送用機械器具製造業
他製造業	32その他の製造業

出典：都道府県別エネルギー消費統計を参考に筆者作成

※番号は日本標準産業分類中分類番号を示している。

表 6 各集計単位の平均 CO2 排出量 (10³tCO₂, 1990-2014)



出典：都道府県別エネルギー消費統計に基づき筆者算定。

表 7 全業種（他製造業を除く）を用いた分析結果 1

被説明変数：CO2排出量（対数）					
説明変数/モデル	固定効果モデル				
	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
表彰制度ダミー	-0.09*	-0.08*	-0.04	-0.04	-0.04
	(0.05)	(0.04)	(0.04)	(0.04)	(0.04)
実質付加価値額（対数）	0.11***	0.07	0.10***	0.06	0.09***
	(0.04)	(0.04)	(0.04)	(0.04)	(0.03)
従業員数（対数）	-0.22***	0.05	-0.23***	0.02	0.23***
	(0.08)	(0.10)	(0.07)	(0.09)	(0.07)
冷房度日（対数）	0.04***	0.04***	-0.00	0.00	0.04***
	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.00)
暖房度日（対数）	0.03**	0.03**	0.03*	0.03**	0.01
	(0.02)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
実質電力価格（対数）	-0.83***	-0.89***	0.04	0.04	-0.17***
	(0.22)	(0.21)	(0.16)	(0.14)	(0.07)
東京都ETSダミー	-0.47**	-0.39**	-0.10	-0.10	-0.10
	(0.21)	(0.17)	(0.16)	(0.13)	(0.16)
計画書制度ダミー	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03*	-0.04**
	(0.03)	(0.03)	(0.02)	(0.02)	(0.02)
観測数	11,737	11,737	11,737	11,737	11,737
決定係数	0.07	0.24	0.14	0.31	0.55
年度ダミー	あり	あり	あり	あり	あり
業種ダミー×年度ダミー	なし	あり	なし	あり	なし
都道府県ダミー×タイムトレンド	なし	なし	あり	あり	なし
都道府県別業種ダミー×タイムトレンド	なし	なし	なし	なし	あり

※括弧内は、都道府県ごとの業種でクラスター化した頑健標準誤差である。

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 8 全業種（他製造業を除く）を用いた推定結果 2

被説明変数：CO2排出量（対数）					
説明変数/モデル	固定効果モデル				
	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)
表彰制度ダミー*タイムトレンド	-0.03*** (0.01)	-0.03*** (0.01)	-0.03** (0.01)	-0.03** (0.01)	-0.03** (0.01)
表彰制度ダミー*タイムトレンド ²	0.0015*** (0.00044)	0.0014*** (0.00044)	0.0011* (0.00059)	0.0010** (0.00047)	0.0010* (0.00058)
実質付加価値額（対数）	0.11*** (0.04)	0.07 (0.04)	0.10*** (0.04)	0.06 (0.04)	0.10*** (0.03)
従業員数（対数）	-0.22*** (0.08)	0.04 (0.10)	-0.23*** (0.07)	0.02 (0.09)	0.23*** (0.07)
冷房度日（対数）	0.04*** (0.01)	0.04*** (0.01)	-0.00 (0.01)	-0.00 (0.00)	0.04*** (0.00)
暖房度日（対数）	0.03** (0.02)	0.03** (0.01)	0.03** (0.01)	0.03** (0.01)	0.01 (0.01)
実質電力価格（対数）	-0.84*** (0.22)	-0.90*** (0.21)	-0.05 (0.17)	-0.04 (0.15)	-0.16** (0.07)
東京都ETSダミー	-0.46** (0.21)	-0.39** (0.17)	-0.10 (0.16)	-0.10 (0.13)	-0.10 (0.16)
計画書制度ダミー	-0.02 (0.03)	-0.02 (0.03)	-0.04** (0.02)	-0.04** (0.02)	-0.05** (0.02)
観測数	11,737	11,737	11,737	11,737	11,737
決定係数	0.07	0.24	0.14	0.31	0.55
年度ダミー	あり	あり	あり	あり	あり
業種ダミー×年度ダミー	なし	あり	なし	あり	なし
都道府県ダミー×タイムトレンド	なし	なし	あり	あり	なし
都道府県別業種ダミー×タイムトレンド	なし	なし	なし	なし	あり

※括弧内は、都道府県ごとの業種でクラスター化した頑健標準誤差である。

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 9 全業種（他製造業を除く）を用いた推定結果 3

被説明変数：CO2排出量（対数）					
説明変数/モデル	固定効果モデル				
	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)
表彰制度ダミー	-0.04 (0.04)	-0.04 (0.03)	-0.04 (0.04)	-0.04 (0.03)	-0.05 (0.04)
表彰制度ダミー (t+1)	-0.00 (0.02)	0.00 (0.02)	0.00 (0.02)	0.00 (0.02)	-0.01 (0.02)
表彰制度ダミー (t+2)	-0.03 (0.02)	-0.03* (0.02)	-0.02 (0.02)	-0.02 (0.02)	0.01 (0.02)
表彰制度ダミー (t+3)	0.01 (0.03)	0.01 (0.03)	0.04* (0.02)	0.04* (0.02)	0.02 (0.02)
実質付加価値額（対数）	0.09*** (0.03)	0.07* (0.04)	0.09*** (0.03)	0.06* (0.03)	0.10*** (0.03)
従業員数（対数）	-0.15** (0.07)	0.05 (0.08)	-0.17*** (0.07)	-0.01 (0.08)	0.18*** (0.07)
冷房度日（対数）	0.02*** (0.01)	0.02*** (0.01)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.04*** (0.00)
暖房度日（対数）	-0.03 (0.03)	-0.04 (0.03)	-0.02 (0.02)	-0.02 (0.02)	-0.04** (0.02)
実質電力価格（対数）	-0.94*** (0.27)	-1.00*** (0.28)	-0.29 (0.23)	-0.29 (0.22)	-0.25 (0.15)
東京都ETSダミー	-0.37* (0.22)	-0.32* (0.17)	-0.03 (0.18)	-0.03 (0.14)	-0.05 (0.18)
計画書制度ダミー	-0.05* (0.03)	-0.04* (0.02)	-0.03 (0.02)	-0.03* (0.02)	-0.04** (0.02)
観測数	10,328	10,328	10,328	10,328	10,328
決定係数	0.07	0.24	0.14	0.31	0.50
年度ダミー	あり	あり	あり	あり	あり
業種ダミー×年度ダミー	なし	あり	なし	あり	なし
都道府県ダミー×タイムトレンド	なし	なし	あり	あり	なし
都道府県別業種ダミー×タイムトレンド	なし	なし	なし	なし	あり
F検定	0.449	0.370	0.159	0.195	0.587

※括弧内は、都道府県ごとの業種でクラスター化した頑健標準誤差である。

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 10 全業種（他製造業を除く）を用いた推定結果 4

被説明変数：CO2 排出量（対数）					
説明変数/モデル	固定効果モデル				
	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)
表彰ダミー	-0.10** (0.04)	-0.10** (0.04)	-0.05 (0.04)	-0.05 (0.04)	-0.05 (0.04)
経済的報酬ダミー	0.19 (0.13)	0.18 (0.11)	0.01 (0.11)	0.01 (0.08)	0.01 (0.11)
プログラム参加型制度ダミー	0.05 (0.08)	0.05 (0.07)	-0.01 (0.08)	-0.00 (0.07)	-0.02 (0.08)
計画書制度ダミー	-0.02 (0.03)	-0.02 (0.03)	-0.04* (0.02)	-0.04** (0.02)	-0.04** (0.02)
プログラム参加型制度ダミー*表彰ダミー	0.26 (0.21)	0.25 (0.18)	-0.01 (0.10)	-0.01 (0.08)	-0.01 (0.09)
計画書制度ダミー*表彰ダミー	0.03 (0.05)	0.04 (0.05)	0.01 (0.05)	0.01 (0.04)	0.01 (0.05)
計画書制度ダミー*プログラム参加型制度ダミー	-0.06 (0.10)	-0.07 (0.09)	0.03 (0.09)	0.02 (0.07)	0.02 (0.09)
実質付加価値額（対数）	0.11*** (0.04)	0.07 (0.04)	0.10*** (0.04)	0.05 (0.04)	0.09*** (0.03)
従業員数（対数）	-0.22*** (0.08)	0.05 (0.10)	-0.23*** (0.07)	0.02 (0.09)	0.23*** (0.07)
冷房度日（対数）	0.04** (0.01)	0.04*** (0.01)	-0.00 (0.01)	0.00 (0.00)	0.04*** (0.00)
暖房度日（対数）	0.03** (0.02)	0.03** (0.01)	0.03* (0.01)	0.03** (0.01)	0.01 (0.01)
実質電力価格（対数）	-0.86*** (0.22)	-0.91*** (0.22)	0.03 (0.16)	0.03 (0.14)	-0.15** (0.07)
東京都 ETS ダミー	-0.39* (0.22)	-0.33* (0.18)	-0.07 (0.17)	-0.07 (0.14)	-0.06 (0.17)
観測数	11,737	11,737	11,737	11,737	11,737
決定係数	0.07	0.24	0.14	0.31	0.55
年度ダミー	あり	あり	あり	あり	あり
業種ダミー×年度ダミー	なし	あり	なし	あり	なし
都道府県ダミー×タイムトレンド	なし	なし	あり	あり	なし
都道府県別業種ダミー×タイムトレンド	なし	なし	なし	なし	あり

※括弧内は、都道府県ごとの業種でクラスター化した頑健標準誤差である。

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$