



RIETI Discussion Paper Series 11-J-062

# サービス産業のエネルギー効率性 —事業所データによる実証分析—

森川 正之  
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

## サービス産業のエネルギー効率性\*

—事業所データによる実証分析—

森川正之（経済産業研究所）

## 要 旨

経済成長と環境の両立、エネルギー消費量の抑制が重要な政策課題となっている。こうした中、製造業ではエネルギー効率の改善が進んできたのに対して、サービス産業を中心とした「業務部門」は、「家庭部門」とともにエネルギー消費量の増加が続いており、日本の最終エネルギー消費全体に占めるサービス産業のシェアは約2割になっている。本稿は、サービス事業所のエネルギー効率性について、密度の経済性に着目しつつ、「エネルギー消費統計」の事業所レベルのマイクロデータを用いて分析するものである。分析結果によれば、人口密度が高い地域ほどサービス事業所のエネルギー効率が高く、量的には、産業の違いをコントロールした上で、事業所の立地する市区町村人口密度が2倍だとエネルギー消費効率が12%程度高いという関係がある。サービス経済化が進展する中で都市の集積を阻害するような規制の緩和や都市中心部のインフラ整備、人口密度の低い地域におけるクリーン・エネルギー供給拡大が、環境と成長の両立に寄与する可能性を示唆している。

キーワード：サービス産業、エネルギー原単位、人口密度、生産性

JEL Classification：L80, Q41, R32

---

\* 本稿作成の過程で藤田昌久、児玉直美、鶴光太郎、植杉威一郎、吉田泰彦の各氏から、また、草稿に対して中馬宏之、堀雅博、川口大司、松田明広、長岡貞男、小滝一彦、小野五郎の各氏をはじめとする一橋大学産業・労働ワークショップ及びRIETIディスカッション・ペーパー検討会参加者から有益なコメントをいただいたことに感謝したい。本稿の分析に使用した「エネルギー消費統計」の個票データの利用に際しては若井一己氏（資源エネルギー庁総合政策課）の協力を得た。

## 1. 序論

近年、経済成長と環境の両立が重要な政策課題となっている。また、東日本大震災の結果、電力消費量の抑制が喫緊の課題となっている。本稿は、サービス産業のエネルギー消費の効率性について、「エネルギー消費統計」（経済産業省）の事業所レベルのマイクロデータ（2007, 2008 年）を用いて実証的に分析するものである。分析の焦点は、サービス産業のエネルギー効率と空間的な密度の関係である。

「地球温暖化防止行動計画」の策定（1990 年）、「気候変動枠組み条約」の発効（1994 年）以降、温室効果ガス排出量の削減のため、エネルギー消費効率の向上のための取り組みが進められてきている。

先進国に対して拘束力のある削減目標を設定した京都議定書の発効（2005 年）により、日本は 2008 年～2012 年の 5 年間で 1990 年に比べて▲6%の温室効果ガス削減義務を負っている。その後、北海道洞爺湖サミット（2008 年）では、世界全体の温室効果ガス排出量を 2050 年までに少なくとも 50%削減するとの長期的な目標で一致した。また、国連・気候変動首脳会合（2009 年）において、鳩山前総理大臣は、全ての主要国による公平かつ実効性ある国際的枠組みの構築及び意欲的な目標の合意を前提として、1990 年比で 2020 年までに温室効果ガスを▲25%削減することを表明した。<sup>1</sup>

一方、「新成長戦略」（2010 年 6 月閣議決定）は、グリーン・イノベーションにより、2020 年までに 50 兆円超の新規市場、140 万人の新規雇用を創出する等の目標を掲げた。そこでは、再生可能エネルギーの普及拡大、日本の経済社会の低炭素型への革新、革新的技術革新の前倒し、モーダルシフトの推進、省エネ家電の普及、日本型スマートグリッドの導入等の具体的な政策が提示されている。9 月には同戦略の推進・加速を目的として総理大臣を議長とする新成長戦略実現会議が設置された。また、エネルギー政策基本法（2002 年）に基づく「エネルギー基本計画」の改訂（2010 年）は、地球温暖化問題の解決に対する内外からの要請の高まりとともに、エネルギー・環境分野に対して経済成長の牽引役としての役割が強く求められようになったことを強調し、エネルギーの需給構造、社会システムやライフスタイルにまで踏み込んだ改革の

---

<sup>1</sup> ただし、東北地方太平洋沖地震に伴う福島第一原子力発電所事故を受け、環境省の南川事務次官は、原発の建設が想定通りに進まなければ、温室効果ガスを 25%削減するとの目標は見直しの対象になるという認識を示したと報道されている。

必要性を指摘するとともに、そのための様々な具体的政策を掲げている。特に、本稿に関係する「業務部門」については、オフィスのIT化や床面積の増加等により、1990年以降、エネルギー起源CO<sub>2</sub>が約40%増加していることを指摘した上で、「IT機器や照明の高効率化を実現する研究開発、建築物の省エネ基準の強化・適合義務化、省エネ機器や高効率空調設備の導入へのインセンティブ付与等により、ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の普及を推進し、エネルギー起源CO<sub>2</sub>の大幅な削減を目指す」としている。また、エネルギー需要面の横断的対策として、「都市計画や地域開発と連携しつつ、地域冷暖房、工場・ビル等の未利用エネルギーの利用、再生可能エネルギーの活用、交通手段の低炭素化などの複合的な取組を進める」こととしている。さらに、新たなエネルギー社会実現のため、スマートグリッドの整備、スマートコミュニティの実現等を目指すこととされている。<sup>2</sup> その後、東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故による電力供給の大幅な低下のため、省エネルギーへの要請は一段と高まっている。

日本の温室効果ガス排出量は2008年度12億8,200万トンで基準年である1990年度に比べて+1.6%となっている（環境省資料）。世界経済危機に伴う年度後半の急激な景気後退により前年度比では▲6.4%となった。排出量のうちエネルギー起源のCO<sub>2</sub>が88.8%と大部分を占めている。これを部門別に見ると、製造業の工場等からなる産業部門は基準年比で▲13.2%と大きく減少しているが、運輸部門は+8.3%、業務部門+43.0%、家庭部門+34.2%となっており、サービス産業の事業所を中心とした業務部門と家庭部門の増加が著しい。<sup>3</sup> 本稿の分析対象であるサービス産業のエネルギー消費量に占めるシェアは、1990年度の13.5%から2008年度には18.8%へと増大している

---

2 「スマートコミュニティ」とは、「電気の有効利用に加え、熱や未利用エネルギーも含めたエネルギーの「面的利用」や、地域の交通システム、市民のライフスタイルの変革などを複合的に組み合わせたエリア単位での次世代のエネルギー・社会システム」である（経済産業省資料）。現在、横浜市、豊田市、けいはんな学研都市、北九州市の4市で実証事業が始められている。

3 エネルギー消費に関する統計において「産業部門」は、製造業、農林水産業、鉱業、建設業を、「業務部門」は、事務所・ビル、デパート、卸小売業、飲食店、学校、ホテル・旅館、病院、劇場・娯楽場、その他サービス業を意味する。このほか、運輸業は「運輸部門」に分類される。なお、2008年度の産業部門の数字は、世界経済危機の影響により年度後半の製造業の生産が急減した影響が大きく、2007年度比で▲10.4%減少となっているという特殊要因があることに注意が必要である。運輸部門の中では、自家用乗用車からのCO<sub>2</sub>排出量が基準年比+35.6%と大幅な増加となっている。

(図1参照)。<sup>4</sup> このような構成比の増加には、そもそもサービス産業の GDP シェアが増加していることと、サービス産業のエネルギー原単位が相対的に悪化していることの2つの要因が寄与している。製造業とサービス産業のエネルギー消費量の実質 GDP 原単位を比較すると、1990～2008年の間、製造業の原単位は▲14.2%の改善だが、サービス産業は+8.5%と逆に悪化している(図2参照)。<sup>5</sup>

サービス産業には多様な業種が含まれているため、「エネルギー消費統計」(2008年度)の公表データから2ケタ産業分類でエネルギー原単位の大きい業種を見ると(表1参照)、洗濯・理容・美容・浴場業、宿泊業、飲食店、介護事業などがエネルギー集約度の高い業種となっている。サービス産業の中には平均的な製造業よりもエネルギー集約度が高い業種がかなり存在する。<sup>6</sup>

サービス経済化が進展する中、経済成長に対するサービス産業の重要性が高まっており、サービス産業の生産性向上が政策課題とされて久しい(森川, 2009 参照)。近年の経済理論では、企業による生産性の異質性が強調されており、実証的にも、同じ業種の中で企業・事業所によって生産性の分散が非常に大きいことが明らかにされている(Bloom and Van Reenen, 2010; Syverson, 2010 参照)。特に(狭義)サービス業は、企業レベルのマイクロデータを用いて生産性の分布を分析した森川(2007)が指摘した通り、製造業に比べて生産性の企業間格差が著しい。したがって、エネルギー効率の観点からも、サービス産業は事業所間での分散が大きい可能性が高い。

サービス産業の多くは「生産と消費の同時性」という製造業とは異なる特性を持っているため、空間的な需要密度が生産性に大きく影響を及ぼす。Morikawa (2011)によれば、立地する市区町村の人口密度が2倍だと対個人サービス業の全要素生産性(TFP)は10%以上、小売業でも数%高く、製造業に比べて顕著な需要密度の経済性が観察される。本稿は、エネルギー効率性という視点から、サービス産業における密度の経済性とその要因を実証的に分析するものである。

第2節で見るように、人口密度等の都市構造とエネルギー消費の関係については多くの先行研究があるが、運輸部門や家計部門を対象としたものが多く、サービス産業の事業所レベルでのエネルギー消費についてマイクロデータで分析したものは筆者の

---

4 2009年度・速報では18.1%といくぶん減少した。なお、電力・ガス等のエネルギー供給部門、「水道・廃棄物処理業」はここでのサービス産業には含めていない。

5 産業部門のエネルギー消費量減少には、各業種内での省エネによるエネルギー原単位の低下のほか、エネルギー多消費型業種のウエイト低下という産業構造変化要因が寄与している。

6 ここでの製造業平均の数字は、「エネルギー消費統計」対象事業所の平均値である。

知る限り存在しない。こうした中、経済産業省が2007年度から正式に開始した事業所ベースの統計である「エネルギー消費統計」は、サービス産業を網羅的にカバーしており、極めて有用なデータである。サービス産業のエネルギー消費が増大する中、本稿は、最近利用可能となった同統計のマイクロデータを用いることで、これまでの実証研究の空白を埋めることを意図している。

分析結果によれば、業種構成の違いをコントロールした上で、人口密度が高い地域ほどサービス事業所のエネルギー効率が高い。量的には、3ケタ分類の産業をコントロールした上で、立地する市区町村人口密度が2倍だとエネルギー原単位が▲12%前後低い（エネルギー消費効率が高い）という関係である。このうち、大きな部分が土地生産性や労働生産性の違い並びに気候条件の違いで説明される。特に、地価・賃料が高く土地（床面積）を非集約的に使用する傾向があることが、大都市でサービス産業の最終エネルギー消費における効率性の高さにつながっていると解釈できる。「エネルギー消費統計」はサービス産業を含めたエネルギー効率の分析にとって極めて有用なデータであり、今後、同統計自体の精度向上とともに、これを利用した研究の充実が期待される。

本稿の構成は以下の通りである。第2節では、経済的な密度とエネルギー効率やCO<sub>2</sub>排出量の関係を扱った先行研究を簡潔にサーベイする。第3節では、本稿の分析方法及び使用するデータについて説明する。第4節で推計結果を報告し、第5章で結論と政策的含意を述べる。

## 2. 先行研究

人口密度をはじめとする都市構造とエネルギー消費の関係については、Newman and Kenworthy (1989)を嚆矢として多数の実証研究が存在する。先行研究として頻繁に引用されるNewman and Kenworthy (1989)は、世界32都市のデータ（1980年）を使用したクロスセクション分析により、都市密度とガソリン消費の間に負の関係があることを指摘した。Bento et al. (2005)も自動車利用に着目した研究であり、米国114大都市のデータ（1990年）を使用し、都市形態及び公共交通が、通勤形態の選択及び家計の自動車走行距離（VMTs）に及ぼす効果を分析したものである。その結果によると、人口の中心地集中度が高いほど、鉄道網が高いほど、道路密度が低いほど、自動車通勤の確

率が低い。また、人口の中心地集中度、勤務地と居住地との関係等が、自動車走行距離に影響することを示している。Brownstone and Golob (2009)も、住宅密度、自家用車の利用、燃料消費の間の関係についての実証分析である。米国カリフォルニア州のデータ（2001年）を使用し、住宅密度が1平方マイル当たり1,000住宅少ない（サンプル平均よりも40%低い）と、年間自家用車走行距離が1,200マイル（4.8%）長く、世帯当たり燃料消費量は65ガロン（5.5%）多いとの定量的な結果を報告している。住宅密度と家計の自動車走行距離を同時推計することにより、居住地選択の内生性を考慮した分析である。Karathodorou et al. (2010)は、経済活動の空間的集中と輸送における燃料効率の関係について、世界84都市のクロスセクション・データを用いて都市密度に対する自動車燃料消費の弾性値を推計したものである。また、1人当たり燃料需要の要因を、人口当たり自動車ストック、1キロ当たり燃料消費量、1年当たり自動車走行距離に要因分解している。分析結果によれば、自動車ストックの人口密度に対する弾性値は▲0.12、自動車当たり走行距離の都市密度に対する弾性値は▲0.24、全体として都市密度に対する燃料消費の弾性値は約▲0.35という数字である。このほか、Su (2011)は、米国都市の家計レベルのクロスセクション・データを使用し、高速道路密度、渋滞の影響をコントロールした上で、人口密度に対する家計のガソリン消費量の弾性値は▲0.064と推計している。自動車の燃料消費が都市の空間的な構造と関係を持つことは直観的にも容易に理解できるが、これらの研究はそれを実証的に確認するものである。<sup>7</sup>

Glaeser and Kahn (2010)は、自動車だけでなく家庭（住宅）を含めて米国都市の空間的構造とCO<sub>2</sub>排出量の関係を実証分析したものである。具体的には、自家用車、公共交通、家庭冷暖房、住宅電力使用のCO<sub>2</sub>排出を対象としている。都市中心部は郊外よりもCO<sub>2</sub>排出量が少ないこと、CO<sub>2</sub>排出量と土地利用規制の間には強い負の関係があること等を明らかにしている。新規建設への規制の結果、CO<sub>2</sub>排出量の少ない地域は、新しい建設を排出量の多い地域に押し出す傾向があり、現在の規制は、気候変動対策とは逆の効果を持っていると論じている。Kahn (2010)も、米国における経済活動の地理的分布とCO<sub>2</sub>排出の関係についての実証分析である。家計の自動車利用、公共交通機関の利用、住宅の電力消費のデータを使用し、都市中心部の居住と自動車走行距離、CO<sub>2</sub>

---

<sup>7</sup> 日本では、環境省 (2006)が、1999年のクロスセクション・データを使用し、都市の人口集中地区 (DID) 人口密度が低い都市ほど運輸旅客部門の住民1人当たりの二酸化炭素排出量が高いことを示している。

排出量の間には負の関係があることを示している。その上で、都市中心部の生活の質を高め地域的な公共財を提供すること（犯罪抑止政策、公立学校の改善等）は、低炭素化とも整合的だと論じている。

以上を総括すれば、都市密度が高いほどエネルギー消費量は小さく、温室効果ガス排出量が少ない。ただし、これまでの分析対象は自動車のガソリン消費量や家計部門のCO<sub>2</sub>排出に限られており、商業・サービス業といった業務部門を対象とした分析は少ない。

日本では、戒能 (2006)が、「都道府県別エネルギー消費統計」のプールデータ (1990～2003年) に基づき産業部門、業務部門、家庭部門別に各種都道府県特性とエネルギー消費量の関係について簡潔な分析を行っている。人口規模、人口密度、所得水準、気候条件等がエネルギー消費量に影響を及ぼすことを示し、特に人口密度については業務部門（主としてサービス産業）及び家庭部門のエネルギー消費量と正の関係、産業部門及び家庭乗用車部門と負の関係を持っているという結果を報告している。このほか、建築物に係る省エネ基準を費用便益分析の枠組みに基づいて実証的に評価した戒能 (2007)をユニークな研究例として挙げておきたい。同論文は、事務所・店舗・ホテル・学校等の建築物の新設・改修に対する省エネ法に基づく設備基準が累次にわたり強化されてきた経緯を踏まえ、建築着工統計、総合エネルギー統計等の公表データを用いて、いくつかの仮定の下で規制の費用対効果を推計したものである。ベースラインにおいて規制に伴う建築費の上昇等の費用はエネルギー費用節約による便益を上回るが、将来のエネルギー価格の想定等に対してセンシティブであるとの結果である。本稿の関心である密度とエネルギー効率の関係を扱ったものではないが、業務部門のエネルギー効率に着目した示唆に富む分析である。

### 3. データ・分析方法

本稿では、経済産業省「エネルギー消費統計」の2007年度及び2008年度の事業所レベルのクロスセクション・データを用いて、市区町村人口密度とサービス産業のエネルギー効率性の関係を計測する。

「エネルギー消費統計」は、我が国の産業部門・業務部門におけるエネルギー消費の実態を明らかにし、エネルギー・環境政策の基礎資料を得ることを目的として2007

年度から正式に開始された新しい統計調査である。2007年度以降毎年実施されており、本稿の執筆時点で利用可能なのは2007年度及び2008年度のデータである。エネルギー消費量の大きい製造業9業種（鉄鋼、化学、紙・パルプ等）の大規模工場は従来から基幹統計調査である「特定業種石油等消費統計」でエネルギー消費量が把握されていたが、「業務部門」であるサービス産業は同統計の対象外だった。温室効果ガス排出抑制に対する内外の要請が高まる中、従来十分な調査が行われてこなかった業務部門を含めて事業所レベルでのエネルギー消費を包括的に把握することを意図したものである。その対象事業所は、「特定業種石油等消費統計」ではカバーされていない①製造業9業種の中小事業所、②9業種以外の製造業、③農林水産業・鉱業・建設業、④商業・サービス業等（＝業務部門）である。サンプルは、総務省「事業所・企業統計調査」名簿等をもとに無作為抽出した約20万事業所となっている。調査事項は、1年間の電力消費量、燃料（都市ガス、灯油、重油、ガソリン等）消費量、自家発電量、熱源（蒸気、温水等）消費量、従業者数、延べ床面積、売上高等である。

本稿で分析対象とする事業所は、電力・ガス・熱供給業、運輸業を除く第三次産業である。結果としてサンプル事業所数は、2007年約66,000事業所、2008年約58,000事業所である。<sup>8</sup> ただし、分析に必要な売上高、床面積等のデータが欠損値となっているサンプルが少なくないため、分析に使用可能なサンプルはこれよりも少なくなる。分析に使用する事項は、エネルギー消費量（合計）、従業者数、床面積、売上高、業種（2ケタ）、市区町村番号である。総務省統計の市区町村毎の人口総数、昼間人口、可住地面積（林野、湖沼を含まない）のデータをリンクさせて分析に使用する。<sup>9</sup> 2007年度及び2008年度のデータが利用可能なので、原則として2年間をプールして推計を行う。

本稿の関心は、人口密度とサービス事業所のエネルギー効率性の関係であり、エネルギー効率性の指標として、エネルギー原単位すなわち売上高当たりエネルギー消費量（GJ/万円）の対数（ $\ln energy\_sale$ ）を使用し、事業所が立地する市区町村の対数人口密度（ $\ln popdens$ ）で説明する単純なクロスセクションの回帰分析（OLS）である。

---

<sup>8</sup> 本稿の分析は、個票利用の許可を得て資源エネルギー庁から提供いただいたデータセットを使用している。同データセットは、ビル内事業所間のエネルギーの配賦、異常値除去、熱量換算等について一定の前処理を行って整理されたデータとなっている。したがって、本稿では、それら前処理自体については与件として扱っている。

<sup>9</sup> 総務省統計局「統計でみる市区町村のすがた 2010」の市区町村別データを使用した。人口総数、昼間人口、就業者数は「国勢調査」の2005年の数字、可住地面積は、国土交通省国土地理院測図部「全国都道府県市区町村別面積調」の2008年の数字である。

各サービス事業所のエネルギー消費量は、最終需要家段階でのエネルギー消費量であり一次エネルギー消費量とは異なる。エネルギー効率の指標としては従業者1人当たり、床面積当たりといった指標もありうるが、本稿の問題意識は環境と経済成長の両立にあるため、売上高当たりエネルギー消費量を用いることとした。<sup>10</sup> 人口密度は対数表示なので、推計された係数は弾性値を意味する。人口密度を計算する際の分母は総面積ではなく可住地面積を使用する。総面積に含まれる林野・湖沼は経済活動とはあまり関係がないと考えられることがその理由である。このほか、分子に昼間人口を用いた場合、就業者数を用いた場合（前者は `lnpopdens_day`、後者は `lnworkdens` と表記する）についても同様の計測を行い、結果を比較する。地域の経済活動の密度という意味では単純な人口密度よりも、昼間人口密度や就業者密度の方が望ましい可能性があることが理由である。

追加的な説明変数としては、3ケタ業種ダミー、年ダミー (`yeardum`)、売上高当たり床面積 ( $\text{m}^2/\text{万円}$ ) の対数 (`lnfloor_sale`)、売上高当たり従業者数 (人/万円) の対数 (`lnemp_sale`)、暖房度日 (`hdd`)、冷房度日 (`cdd`) を使用する。「エネルギー消費統計」における3ケタ産業分類は、「経済センサス産業分類」と同じであり、ほぼ日本標準産業分類の3ケタに対応している。床面積、従業者数はエネルギー以外の生産要素を代表する変数であり、被説明変数が売上高を分母とするエネルギー原単位なので、平仄を合わせるために売上高で除して標準化している。これらは、床面積当たり売上高、従業者当たり売上高の逆数なので、この係数推計値が正である場合には土地生産性や労働生産性が高いほどエネルギー生産性も高いという関係を示すものと解釈することができる。これらのほか、気候条件の違いがエネルギー効率に及ぼす影響をコントロールするため、都道府県別の暖房度日 (`heating degree days`) 及び冷房度日 (`cooling degree days`) を追加的な説明変数として用いることとした。例えば、気候条件が良い地域ほど人口が集中するという関係がありうるため、この影響を把握することが目的である。暖房度日は、1年間の中で平均気温が14度を下回る日の14度と平均気温の差を累計した値、冷房度日は平均気温が24度を上回る日の平均気温と22度の差を累計した値である。これらの指標は家庭部門のエネルギー消費量と関係があることが指摘されている。気象庁のウェブサイトを利用可能な都道府県庁所在地の日次

---

10 「エネルギー消費統計」では付加価値額は得られないため、売上高を用いる。同統計に限らず、サービス産業の事業所レベルでの付加価値額データは一般に存在しない。

データを使用し、2007年度と2008年度についての値を計算した。<sup>11</sup> 暖房度日が最も高いのは北海道、最も低いのは沖縄県であり、冷房度日は逆に沖縄県が最も高く北海道が最も低い。

これら変数を全て含む推計式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} \lnenergy\_sale = & \beta_0 + \beta_1 \lnpopdens + \beta_2 \lnfloor\_sale + \beta_3 \lnemp\_sale \\ & + \beta_4 hdd + \beta_5 cdd + \beta_6 yeardum + \beta_d \sum \text{industry dummies} + u_i \end{aligned}$$

サービス産業全体を対象とした分析のほか、比較的サンプル数が多い代表的なサービス業種として、①百貨店・スーパーマーケット、②食料品小売業、③ホテル・旅館、④病院・診療所、⑤介護事業を取り上げ、業種別の推計も行う。「百貨店・スーパーマーケット」は産業分類561、「食料品小売業」は581（各種食料品小売業）～586及び58A, 58B（他に分類されない飲食良品小売業）、「ホテル・旅館」は751、「病院・診療所」は831（病院）及び832（診療所）、「介護事業」は85C（特別養護老人ホーム）～85J（その他の老人福祉・介護事業）の事業所をサンプルとして使用する。この場合には業種ダミーは説明変数に含めない。主な変数の要約統計量は表2に示す通りである。<sup>12</sup>

#### 4. 推計結果

回帰分析に先立ち、サービス事業所のエネルギー効率性の分布を観察しておきたい

---

11 全国には157の測候所があり、また、全国に約1,300存在するアメダスのうち約850地点について平均気温データが利用可能だが、これらが存在しない市区町村との対応付けが恣意的になるのを避けるため、都道府県庁所在地別のデータを使用した。

12 前述の通り、本稿で使用したデータセットは資源エネルギー庁において異常値除去等の前処理が行われたものであるが、2008年のデータセットにはエネルギー消費量が極端に大きい事業所が1つ存在し、これが平均値に大きな影響を及ぼすため、この事業所をサンプルから除去して計算を行った。「エネルギー消費統計」の調査票はかなり複雑であり、また、統計が発足して年数が浅いことから誤記等に伴う計測誤差が混入している可能性がある。このため、産業（2ケタ）毎にエネルギー原単位（対数）が平均値±3標準偏差を超えるサンプルを異常値とみなして除去した上で人口密度に対する弾性値を推計してみたところ量的に大きな違いは観察されなかった（2007年は異常値除去前▲0.395, 除去後▲0.385, 2008年はそれぞれ▲0.393, ▲0.381）ため、以下の分析は上記1事業所を除くサンプルを使用している。

(表3参照)。この表の数字は対数表示ではない。サンプル事業所全体でのエネルギー原単位 (GJ/万円) は、10 パーセンタイル値 (p10) 0.0015、90 パーセンタイル値 (p90) 0.2140 と極めて大きなばらつきがある。ただし、ここには様々な業種の事業所が含まれているため、細分化した業種別に見ると、百貨店・スーパーマーケットでは p10 が 0.0221、p90 が 0.0929、食料品小売業では p10 が 0.0075、p90 が 0.0693、ホテル・旅館では p10 が 0.0941、p90 が 0.4712 などとなっており、3ケタ分類の同一業種内でも4～5倍ないしそれ以上のエネルギー原単位格差が存在する。事業所間格差が大きいということは、逆に言えば、エネルギー効率に優れた慣行の普及や事業所の新陳代謝等を通じて集計レベルでのエネルギー効率を高める余地が大きい。

図3は、サービス事業所を人口密度が高い大都市（政令指定都市）と他の市区町村にサンプル分割し、事業所レベルのエネルギー原単位の分布を示したものである。業種構成の違いによる影響を除去するため、エネルギー原単位（対数）を3ケタ業種ダミーで回帰した残差を用いて作図している。これを見ると、全体として大都市に立地する事業所は、エネルギー効率が高い（原単位が低い）方に分布している傾向があることを確認できる。

エネルギー原単位を人口密度 (lnpopdens) で説明する回帰式の推計結果は表4に示す通りである。<sup>13</sup> 説明変数として人口密度と年ダミーのみを用いた回帰ではエネルギー原単位の人口密度に対する弾性値は約▲0.39 とかなり大きな数字だが、3ケタ業種ダミーをコントロールすると▲0.19 程度に縮小する。人口密度の低い地域に比較的エネルギー集約度の高いサービス業種が比例的以上に分布していることを示している。しかし、業種構成の違いをコントロールした上でも弾性値▲0.19 という数字は、サービス事業所が立地する市区町村の人口密度が2倍だとエネルギー原単位が約▲12%低くなるという関係であり、かなり大きなマグニチュードである。

しかし人口密度の低い地域は、地価・賃料が大都市に比べて安価なため、相対的に土地集約的な（建物の床面積を多く使用する）インプットのミックスを採ることが合理的であり、結果として冷暖房・照明等に係るエネルギー消費量が多くなると考えられる。また、従業者数が多いほどエネルギー使用量が多くなる可能性も存在する。そ

---

13 サービス産業の中でエネルギー消費量が特に大きい廃棄物処理業を除く推計も行ってみたが、結果にほとんど違いは見られなかったため、以下、この業種を含む推計結果を報告する。また、自家発電を行っている事業所をサンプルから除いた推計も行ったが、結果に大きな違いは観察されなかった。

ここで、前節で述べた通り、床面積（売上高当たり、対数）、従業者数（同）を説明変数に追加すると（表4(3)参照）、床面積の係数（エネルギー原単位の床面積に対する弾性値）は約0.54とかなり大きな数字であり、事業所の床面積が大きいほどエネルギー原単位が大きくなる傾向がある。また、従業者数に対する弾性値は約0.35である。これらの変数を考慮しても人口密度の係数は高い有意水準の負値だが、その大きさは約▲0.04と大幅に縮小する。量的には、業種、床面積、従業者数をコントロールした上で、市区町村人口密度が2倍だとエネルギー効率は約3%高いという比較的小さな関係である。さらに、気候条件の違いは直接に冷暖房のためのエネルギー消費に影響する可能性が高く、仮に大都市ほど気候条件が良好だとすれば、これが人口密度の係数を大きくしているかも知れない。暖房日度、冷房日度を説明変数に追加した表4(4)によれば、冷房日度の係数は有意ではないが、暖房日度の係数は高い有意水準の正值であり、他の条件にして等しければ、気候の冷涼な地域に立地している事業所ほどエネルギー効率が低い。これらを全てコントロールしても人口密度の係数は有意な負値だが、その大きさは▲0.016とさらに小さくなる。

表5は、2年間のプールデータではなく、2007年度と2008年度とに分けて推計した結果だが、定性的にも定量的にもプール推計結果と同様である。

プール推計の結果に基づいて、政令指定都市と他の市区町村の間でのエネルギー原単位の平均値の差に対する各要因の寄与度を計算すると、床面積要因が約37%、従業者数要因が約12%、気候（冷暖房）要因が約12%の寄与度であり、純粹の人口密度要因は約3%である（図4参照）。<sup>14</sup>

主要業種別に推計した結果が表6である。人口密度のみで説明する回帰式ではエネルギー原単位の人口密度弾性値は▲0.09～▲0.17であり、全て1%水準で有意である。しかし、床面積、従業者数等を考慮すると、人口密度の係数はずっと小さくなり、かつ、10%水準で統計的に有意ではない業種もある。すなわち、業種別に見ても、人口密度が高い地域ほどサービス事業所のエネルギー効率が低い傾向があるが、事業所の床面積の違い等で大部分が説明される。

以上の推計では市区町村人口を可住地面積で割った人口密度を用いたが、これに代

---

14 コントロール後になお観察される人口密度の比較的小さな効果は、事業用建物の構造（木造／非木造の比率、省エネ法の対象となる大規模建築物の割合等）が関わっている可能性がある。国土交通省「建築物ストック統計」の非住宅延べ床面積（木造／非木造）の都道府県別データ（2002年）により人口密度と木造建築物比率の関係を見ると、人口密度が1%高いと木造比率が▲0.37%低いという統計的に有意な関係が確認される。

えて分子に昼間人口、就業者数を用いた昼間人口密度（lnpopdens\_day）、就業者密度（lnworkdens）を説明変数として推計を行った。その結果に基づいて計測された弾性値を表示したのが表7である。単純な（夜間）人口密度を用いた場合に比べてわずかに係数は大きくなるが本質的な違いはなく、産業のみコントロールした場合（表7（2））、市区町村人口密度が2倍のときのエネルギー効率は12～13%程度高いという関係だが、床面積、気候条件等を全てコントロールすると1～2%となる。業種別に推計した結果もおおむね同様であり（表8参照）、床面積をコントロールした後では人口密度の係数は有意性を失う業種もある。

これらの結果を総合的に解釈すると以下の通りである。

- ① 人口稠密な都市ほどサービス事業所のエネルギー効率は高く、産業をコントロールした上で、立地する市区町村の人口密度が2倍だとエネルギー原単位は▲12%程度低い。
- ② そのうちかなりの部分は床面積（土地）集約度をはじめ生産要素の生産性の相対的な違いで説明される。
- ③ 人口密度の稠密な大都市は気候が温暖なために暖房用エネルギー消費量が少ないこともサービス事業所のエネルギー効率性の高さに一定の寄与をしている。

## 5. 結論

経済成長と環境の両立が重要な政策課題となっていることを踏まえ、本稿は、サービス産業のエネルギー効率性について、都市密度の経済性に着目しつつ、最近利用可能になった「エネルギー消費統計」の事業所レベルのマイクロデータを用いて分析したものである。

製造業では様々な省エネ努力を通じてエネルギー原単位の改善が進んでいるが、サービス産業を中心とした「業務部門」は、「家庭部門」とともにエネルギー消費量の増加が続いている。すなわち、オフィスのIT化や床面積の増加等により、業務部門のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量は1990年以降約40%増加し、エネルギー最終消費に占めるシェアは20%近くになっている。米国ではいくつかの研究が、人口が稠密な都市ほど自動車や家庭からのCO<sub>2</sub>排出量が小さいことを示しているが、サービス事業所を対象とした先行研究はほとんど見当たらない。東京電力福島第一原子力発電所事故を受

けて、原子力発電が従来の想定通りの役割を担うことは難しくなっており、短期的にも中長期的にも省エネルギーへの要請は一段と高くなった。

分析結果によれば、人口密度が高い地域（市区町村）ほどサービス産業のエネルギー消費効率が高いという有意な関係が確認された。人口密度の指標として昼間人口密度や従業者密度を用いても結果はほとんど変わらない。量的には、産業構成の違いをコントロールした上で、市区町村人口密度が2倍だとエネルギー原単位が▲12%程度低い（エネルギー消費効率が高い）という関係であるが、かなりの部分は床面積（土地）当たり生産性の違いで説明される。また、労働生産性や気候条件も一定の寄与をしている。すなわち、大都市でサービス産業のエネルギー効率が高いのは、主として、地価・賃料が相対的に高いため土地（床面積）を非集約的に使用する傾向があることなど要素生産性が高いことによると解釈できる。

以上の分析結果は、サービス経済化が進む中、都市の集積を阻害するような制約の緩和、都市中心部のインフラ整備が、環境と成長の両立に寄与する可能性、また、コンパクトシティやスマートコミュニティの普及がCO<sub>2</sub>排出抑制のために有効な政策である可能性を示唆している。<sup>15</sup> 逆に、人口や事業所の地理的な分布を所与とした場合、日本全体のエネルギー効率改善のためには大都市よりも人口密度が低い地域のサービス事業所のエネルギー効率性を向上させることが重要であること、CO<sub>2</sub>排出量抑制という意味ではそうした地域において太陽光・風力をはじめとするクリーン・エネルギー供給の拡大が有用なことを示唆している。もちろん、個々の企業・事業所は、エネルギー、土地、賃金等の要素相対価格や収益性を前提に立地選択を行っているのであって、人口密度の低い地域の事業所のエネルギー効率が低いことが直ちに社会的に望ましくないといった規範的な評価を意味するわけではない。

なお、本稿の分析はクロスセクション・データでの分析であり、事業所立地の内生性（同じ業種内でもエネルギーを集約的に使用するタイプの事業所ほど人口の希薄な地域に立地する可能性）はコントロールされていないことを留保しておきたい。また、本稿におけるエネルギー消費は最終需要家段階での事業所レベルでのエネルギー消費であり、発送電に係るエネルギー損失等を考慮した一次エネルギー消費量とは異なる。日本経済全体としてのエネルギー効率の観点からは、例えば、事業所における

---

<sup>15</sup> ただし、大都市における土地利用規制や容積率の緩和は、経済活動の集積を通じてエネルギー効率を高める効果を持つ一方、売上高当たり床面積の拡大をもたらす可能性もあるため、ネットでの効果は両者の大小関係に依存する。

電力消費ウエイトが高い場合には、一次エネルギー消費量が最終エネルギー消費量に比べて大きくなる可能性があることに注意する必要がある。最後に、本稿の分析は事業所の総エネルギー消費量を用いており、電力、石油、ガスといったエネルギー源毎の分析ではない。したがって、例えば人口密度が希薄な地域のサービス事業所において、太陽光・風力といったクリーン・エネルギーの利用度を高めることができれば、最終エネルギー消費で見たエネルギー原単位に比べて CO<sub>2</sub> 排出量を抑制する余地があることを排除するものではない。<sup>16</sup>

環境・エネルギーの経済分析にとって「エネルギー消費統計」は極めて有用なデータである。本稿はこれを利用した分析の第一歩に過ぎず、今後、同統計自体の精度向上とともに、これを利用した研究の発展が期待される。

---

<sup>16</sup> 太陽光発電、風力発電といったクリーン・エネルギーに係る技術進歩は、CO<sub>2</sub> 排出という点では人口密度の低い地域の劣位性を改善する効果を持つ可能性がある。

[参照文献]

(英文)

- Bento, Antonio M., Maureen L. Cropper, Ahmed Mushfiq, and Katja Vinha (2005), "The Effects of Urban Spatial Structure on Travel Demand in the United States," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 87, No. 3, pp. 466-478.
- Bloom, Nicholas, Christos Genakos, Ralf Martin, and Raffaella Sadun (2010), "Modern Management: Good for the Environment or Just Hot Air?" *Economic Journal*, Vol. 120, May, pp. 551-572.
- Bloom, Nicholas, and John Van Reenen (2010), "Why Do Management Practices Differ across Firms and Countries?" *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 24, No. 1, pp. 203-224.
- Brownstone, David and Thomas F. Golob (2009), "The Impact of Residential Density on Vehicle Usage and Energy Consumption," *Journal of Urban Economics*, Vol. 65, No. 1, pp. 91-98.
- Glaeser, Edward L. and Matthew E. Kahn (2010), "The Greenness of Cities: Carbon Dioxide Emission and Urban Development," *Journal of Urban Economics*, Vol. 67, No. 3, pp. 404-418.
- Kahn, Matthew E. (2010), "Urban Policy Effects on Carbon Mitigation," NBER Working Paper, No. 16131.
- Karathodorou, Niovi, Daniel J. Graham, and Robert B. Noland (2010), "Estimating the Effect of Urban Density on Fuel Demand," *Energy Economics*, Vol. 32, No. 1, pp. 86-92.
- Morikawa, Masayuki (2011), "Economies of Density and Productivity in Service Industries: An Analysis of Personal-Service Industries Based on Establishment-Level Data," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 93, No. 1, pp. 179-192.
- Newman, Peter W. G. and Jeffrey R. Kenworthy (1989), "Gasoline Consumption and Cities," *Journal of the American Planning Association*, Vol. 55, No. 1, pp. 24-37.
- Su, Qing (2011), "The Effect of Population Density, Road Network Density, and Congestion on Household Gasoline Consumption in U.S. Urban Areas," *Energy Economics*, Vol. 33, No. 3, pp. 445-452.
- Syverson, Chad (2010), "What Determines Productivity?" NBER Working Paper, No. 15712.

(邦文)

戒能一成 (2006), 「都道府県別エネルギー消費統計の試算結果の分析 I (2006 年度版)」

(<http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/energy/pdf/X0515cha1.pdf>) .

戒能一成 (2007), 「省エネルギー法に基づく業務等部門建築物の省エネルギー判断基準

規制の費用便益分析と定量的政策評価について」, RIETI Discussion Paper, 07-J-042.

環境省 (2006), 『環境白書 (平成 18 年版) 』.

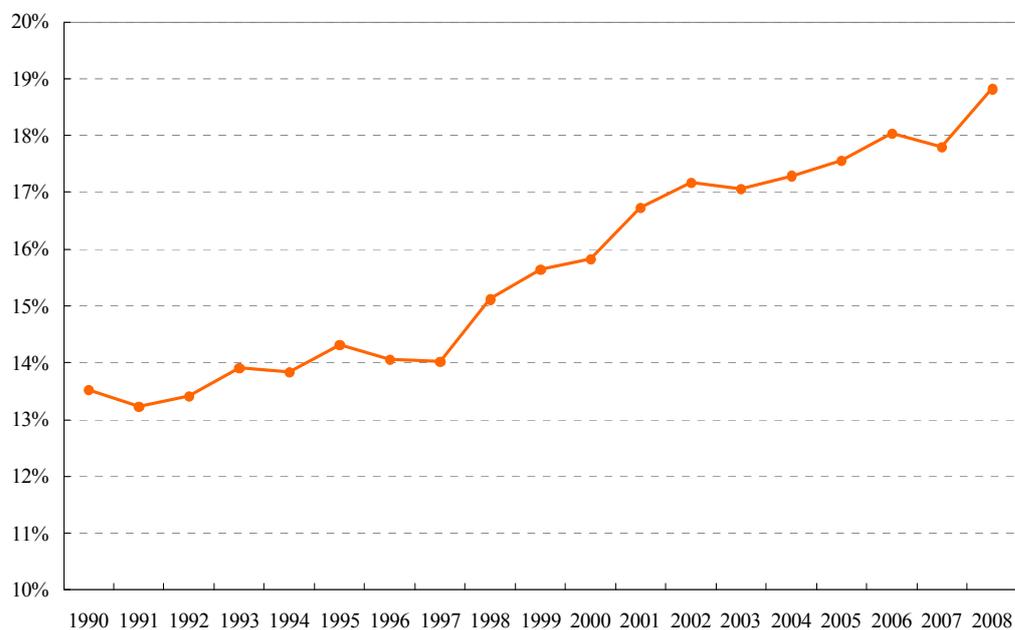
森川正之 (2007), 「サービス産業の生産性は低いのか? 企業データによる生産性の分布

・動態の分析」, RIETI Discussion Paper, 07-J-048.

森川正之 (2009), 「サービス産業の生産性分析: 政策的視点からのサーベイ」, 日本銀行

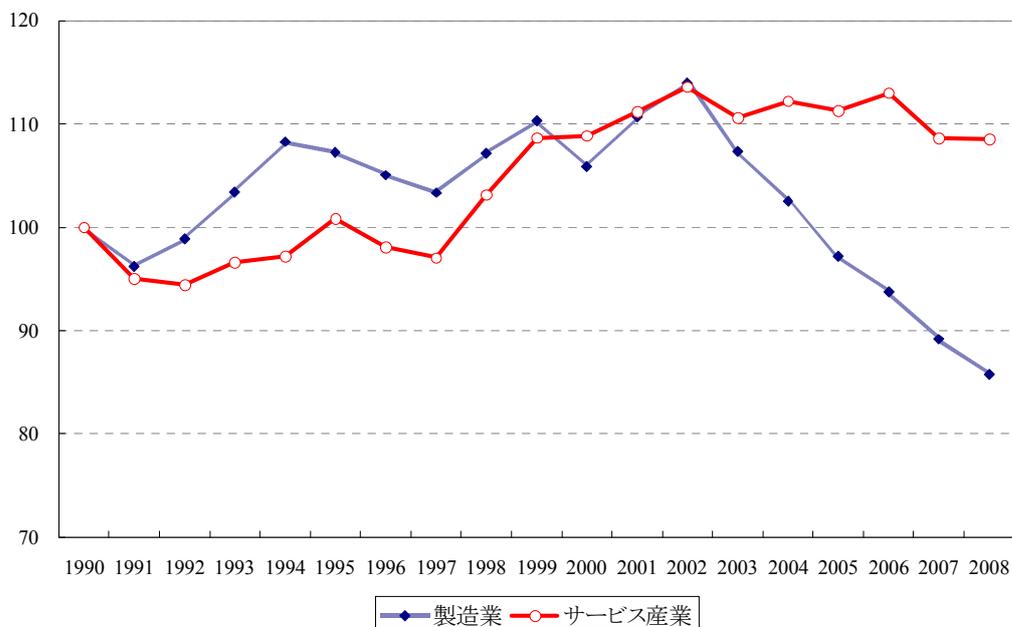
ワーキング・ペーパー, 09-J-12.

図1 エネルギー最終消費に占めるサービス産業の構成比の推移



(注) 「総合エネルギー統計」より作成。

図2 製造業とサービス産業のエネルギー原単位の推移 (1990年=100)



(注) 「総合エネルギー統計」、「国民経済計算」より作成。「サービス産業」は電力・ガス、運輸業を含まない。

表1 エネルギー原単位の大きいサービス業種

| 業種             | 原単位(GJ/百万円) |
|----------------|-------------|
| 廃棄物処理業         | 31.74       |
| 洗濯・理容・美容・浴場業   | 27.45       |
| 宿泊業            | 23.45       |
| その他のサービス業      | 22.05       |
| その他の教育, 学習支援業  | 18.06       |
| 持ち帰り・配達飲食サービス業 | 15.07       |
| 飲食店            | 10.99       |
| 社会保険・社会福祉・介護事業 | 9.27        |
| 医療業            | 4.62        |
| 学校教育           | 4.39        |
| (参考) 製造業平均     | 5.73        |

(注) 「エネルギー消費統計」(2008年)より作成。原単位の分母は売上高。

表2 要約統計量

| Variable      |                      | Obs    | Mean   | Std. Dev. | Min     | Max       |
|---------------|----------------------|--------|--------|-----------|---------|-----------|
| energy        | (TJ)                 | 52,107 | 84     | 11,970    | 0.00002 | 2,699,257 |
| emp           | (人)                  | 51,911 | 122    | 483       | 1       | 67,525    |
| floor         | (m <sup>2</sup> )    | 50,210 | 7,022  | 35,016    | 2       | 2,564,080 |
| sale          |                      | 52,107 | 6,534  | 64,416    | 1       | 5,625,481 |
| lnenergy_sale | (GJ/万円)              | 52,107 | 5.426  | 2.048     | -6.300  | 17.879    |
| lnfloor_sale  | (m <sup>2</sup> /万円) | 50,210 | 5.379  | 1.759     | -4.983  | 15.025    |
| lnemp_sale    | (人/万円)               | 51,911 | 1.909  | 1.355     | -7.157  | 10.069    |
| lnpopdens     |                      | 49,816 | 7.821  | 1.194     | 2.996   | 9.900     |
| lnpopdens_day |                      | 49,816 | 7.931  | 1.391     | 3.014   | 11.203    |
| lnworkdens    |                      | 49,816 | 7.085  | 1.174     | 2.388   | 9.107     |
| hdd           |                      | 52,107 | 1023.4 | 453.2     | 2.1     | 2528.9    |
| cdd           |                      | 52,107 | 384.1  | 160.7     | 16.3    | 1021.1    |

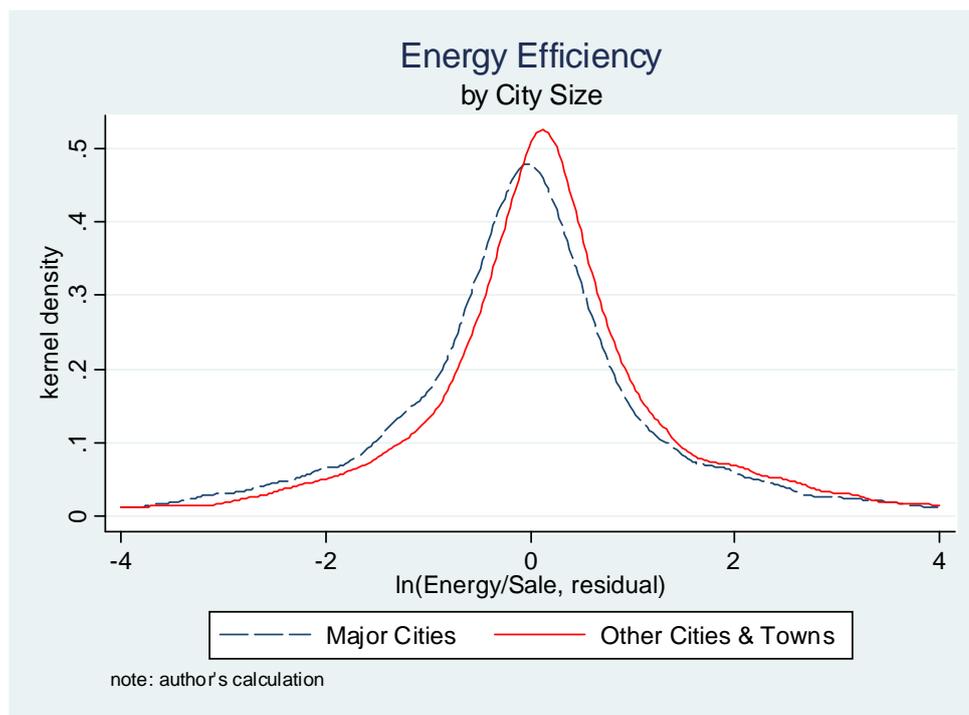
(注) 2007年度、2008年度プールデータ。エネルギー消費、売上高が欠損値であるなどのためエネルギー原単位のデータが得られないサンプルを除いて計算。

表3 エネルギー原単位の分布

|          | N      | mean   | sd      | p10    | p50    | p90    | p90/p10 |
|----------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|
| サンプル計    | 52,107 | 0.5211 | 34.0473 | 0.0015 | 0.0320 | 0.2140 | 143.7   |
| 百貨店・スーパー | 872    | 0.0873 | 0.5239  | 0.0221 | 0.0459 | 0.0929 | 4.2     |
| 食料品小売業   | 4,718  | 0.1033 | 2.4773  | 0.0075 | 0.0367 | 0.0693 | 9.3     |
| ホテル・旅館   | 1,866  | 0.8468 | 12.1079 | 0.0941 | 0.2031 | 0.4712 | 5.0     |
| 病院・診療所   | 5,870  | 1.8271 | 89.7033 | 0.0243 | 0.0546 | 0.1257 | 5.2     |
| 介護事業     | 4,551  | 0.7146 | 13.2422 | 0.0234 | 0.1120 | 0.2501 | 10.7    |

(注) 2007年度、2008年度プールデータ。エネルギー消費、従業者数、床面積、売上高が欠損値又はゼロのサンプルは除いて計算。

図3 事業所のエネルギー原単位の分布（政令指定都市とその他の市町村）



(注) 3ケタ業種、年ダミーコントロール後のエネルギー効率性指標。"Major cities"は政令指定都市。

表4 人口密度とエネルギー効率（2007年, 2008年プールデータによる回帰結果）

|                         | (1)                     | (2)                     | (3)                    | (4)                    |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Inpopdens               | -0.3933 ***<br>(-52.48) | -0.1886 ***<br>(-30.67) | -0.0423 ***<br>(-9.22) | -0.0157 ***<br>(-3.18) |
| Infloor_sale            |                         |                         | 0.5431 ***<br>(111.50) | 0.5419 ***<br>(111.43) |
| Inemp_sale              |                         |                         | 0.3531 ***<br>(58.74)  | 0.3554 ***<br>(59.24)  |
| hdd                     |                         |                         |                        | 0.0002 ***<br>(7.78)   |
| cdd                     |                         |                         |                        | 0.0000<br>(0.58)       |
| cons.                   | 8.5365 ***<br>(142.54)  | 6.9351 ***<br>(141.70)  | 2.2005 ***<br>(49.17)  | 1.7814 ***<br>(24.51)  |
| Industry dummies        | no                      | yes                     | yes                    | yes                    |
| year dummy (2008)       | yes                     | yes                     | yes                    | yes                    |
| Number of obs.          | 49,816                  | 49,816                  | 47,846                 | 47,846                 |
| Adjusted R <sup>2</sup> | 0.0527                  | 0.4574                  | 0.7170                 | 0.7182                 |

(注) OLS推計。カッコ内はt値。\*, \*\*, \*\*\*は10%, 5%, 1%の有意水準。

表5 人口密度とエネルギー効率（単年度の回帰結果）

(1) 2007年度

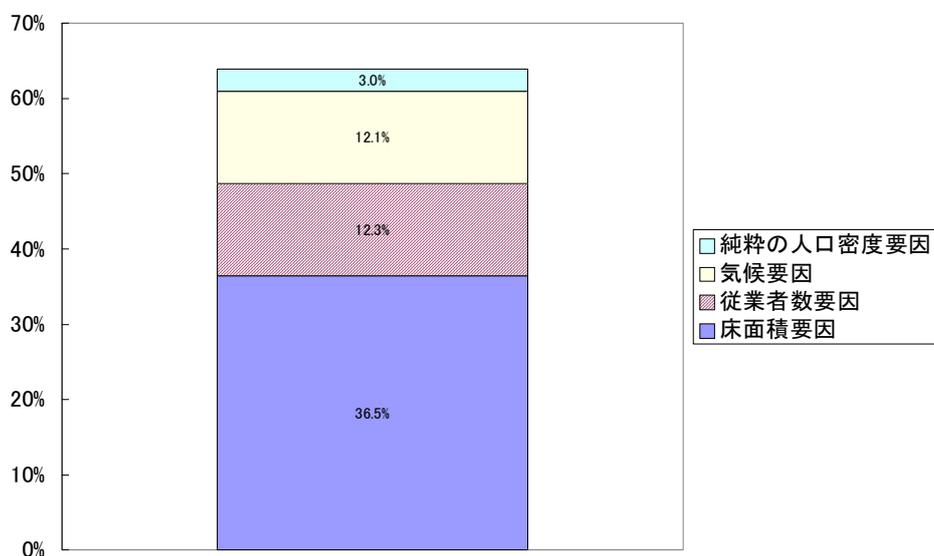
|                         | (1)                     | (2)                     | (3)                    | (4)                   |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| Inpopdens               | -0.3937 ***<br>(-36.21) | -0.1893 ***<br>(-20.82) | -0.0409 ***<br>(-5.86) | -0.0126 *<br>(-1.68)  |
| Infloor_sale            |                         |                         | 0.5094 ***<br>(68.35)  | 0.5088 ***<br>(68.41) |
| Inemp_sale              |                         |                         | 0.3944 ***<br>(42.58)  | 0.3972 ***<br>(42.97) |
| hdd                     |                         |                         |                        | 0.0002 ***<br>(4.73)  |
| cdd                     |                         |                         |                        | -0.0001<br>(-0.70)    |
| cons.                   | 8.5396 ***<br>(99.47)   | 6.9443 ***<br>(96.88)   | 2.2920 ***<br>(33.86)  | 1.9196 ***<br>(17.80) |
| Industry dummies        | no                      | yes                     | yes                    | yes                   |
| Number of obs.          | 24,207                  | 24,207                  | 23,231                 | 23,231                |
| Adjusted R <sup>2</sup> | 0.0513                  | 0.443                   | 0.6932                 | 0.6947                |

(2) 2008 年度

|                         | (1)                     | (2)                     | (3)                    | (4)                    |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Inpopdens               | -0.3929 ***<br>(-38.00) | -0.1881 ***<br>(-22.54) | -0.0444 ***<br>(-7.36) | -0.0194 ***<br>(-2.97) |
| lnfloor_sale            |                         |                         | 0.5718 ***<br>(89.70)  | 0.5700 ***<br>(89.53)  |
| lnemp_sale              |                         |                         | 0.3207 ***<br>(41.00)  | 0.3228 ***<br>(41.33)  |
| hdd                     |                         |                         |                        | 0.0002 ***<br>(6.36)   |
| cdd                     |                         |                         |                        | 0.0001 *<br>(1.71)     |
| cons.                   | 8.4660 ***<br>(103.33)  | 6.8618 ***<br>(103.91)  | 2.0598 ***<br>(35.13)  | 1.6135 ***<br>(17.28)  |
| Industry dummies        | no                      | yes                     | yes                    | yes                    |
| Number of obs.          | 25,609                  | 25,609                  | 24,615                 | 24,615                 |
| Adjusted R <sup>2</sup> | 0.0534                  | 0.4737                  | 0.7427                 | 0.7437                 |

(注) OLS推計。カッコ内はt値。\*, \*\*, \*\*\*は10%, 5%, 1%の有意水準。

図4 政令指定都市と他の市町村とのエネルギー効率格差への各要因の寄与度



(注) 2007年, 2008年プール推計結果に基づき計算。

表6 業種別推計結果 (2007年, 2008年プールデータによる推計結果)

①百貨店・スーパー

|                         | (1)                    | (2)                   | (3)                   |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| lnpopdens               | -0.1659 ***<br>(-6.61) | -0.0092<br>(-0.54)    | -0.0113<br>(-0.57)    |
| lnfloor_sale            |                        | 0.5627 ***<br>(19.27) | 0.5637 ***<br>(19.26) |
| lnemp_sale              |                        | 0.2990 ***<br>(8.53)  | 0.3004 ***<br>(8.55)  |
| hdd                     |                        |                       | -0.0001<br>(-0.53)    |
| cdd                     |                        |                       | -0.0002<br>(-0.72)    |
| cons.                   | 7.3624 ***<br>(38.25)  | 2.5132 ***<br>(12.00) | 2.6570 ***<br>(7.82)  |
| year dummy              | yes                    | yes                   | yes                   |
| Number of obs.          | 852                    | 816                   | 816                   |
| Adjusted R <sup>2</sup> | 0.047                  | 0.6136                | 0.6129                |

②食料品小売業

|                         | (1)                    | (2)                    | (3)                   |
|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| lnpopdens               | -0.0954 ***<br>(-6.24) | -0.0297 ***<br>(-2.67) | -0.0268 **<br>(-2.17) |
| lnfloor_sale            |                        | 0.6318 ***<br>(40.87)  | 0.6336 ***<br>(40.97) |
| lnemp_sale              |                        | 0.3576 ***<br>(21.74)  | 0.3588 ***<br>(21.65) |
| hdd                     |                        |                        | 0.0002 **<br>(2.52)   |
| cdd                     |                        |                        | 0.0005 ***<br>(2.82)  |
| cons.                   | 6.4155 ***<br>(52.93)  | 2.3389 ***<br>(20.02)  | 1.9601 ***<br>(10.30) |
| year dummy              | yes                    | yes                    | yes                   |
| Number of obs.          | 4,487                  | 4,396                  | 4,396                 |
| Adjusted R <sup>2</sup> | 0.0086                 | 0.4822                 | 0.4829                |

③ホテル・旅館

|                         | (1)                    | (2)                    | (3)                   |
|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| lnpopdens               | -0.1272 ***<br>(-6.26) | -0.0613 ***<br>(-3.79) | -0.0420 **<br>(-2.50) |
| lnfloor_sale            |                        | 0.3294 ***<br>(11.71)  | 0.3139 ***<br>(11.11) |
| lnemp_sale              |                        | 0.4953 ***<br>(14.89)  | 0.5084 ***<br>(15.29) |
| hdd                     |                        |                        | 0.0001<br>(0.81)      |
| cdd                     |                        |                        | -0.0003<br>(-1.20)    |
| cons.                   | 8.4656 ***<br>(57.83)  | 4.5518 ***<br>(21.93)  | 4.5193 ***<br>(16.09) |
| year dummy              | yes                    | yes                    | yes                   |
| Number of obs.          | 1,813                  | 1,752                  | 1,752                 |
| Adjusted R <sup>2</sup> | 0.0214                 | 0.3789                 | 0.385                 |

④病院・診療所

|                         | (1)                    | (2)                   | (3)                   |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Inpopdens               | -0.0917 ***<br>(-7.54) | -0.0114<br>(-1.18)    | 0.0160<br>(1.62)      |
| Infloor_sale            |                        | 0.5582 ***<br>(26.41) | 0.5460 ***<br>(26.04) |
| Inemp_sale              |                        | 0.3158 ***<br>(12.89) | 0.3343 ***<br>(13.76) |
| hdd                     |                        |                       | 0.0003 ***<br>(5.72)  |
| cdd                     |                        |                       | 0.0001<br>(0.83)      |
| cons.                   | 7.0648 ***<br>(74.70)  | 2.2559 ***<br>(17.64) | 1.7246 ***<br>(10.17) |
| year dummy              | yes                    | yes                   | yes                   |
| Number of obs.          | 5,658                  | 5,588                 | 5,588                 |
| Adjusted R <sup>2</sup> | 0.0112                 | 0.4190                | 0.431                 |

⑤介護事業

|                         | (1)                    | (2)                   | (3)                   |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Inpopdens               | -0.1563 ***<br>(-9.00) | -0.0167<br>(-1.47)    | 0.0079<br>(0.64)      |
| Infloor_sale            |                        | 0.8101 ***<br>(53.55) | 0.8105 ***<br>(53.67) |
| Inemp_sale              |                        | 0.1391 ***<br>(7.34)  | 0.1391 ***<br>(7.36)  |
| hdd                     |                        |                       | 0.0002 ***<br>(2.66)  |
| cdd                     |                        |                       | 0.0000<br>(0.20)      |
| cons.                   | 8.1119 ***<br>(60.81)  | 1.2252 ***<br>(9.82)  | 0.8330 ***<br>(4.08)  |
| year dummy              | yes                    | yes                   | yes                   |
| Number of obs.          | 4,367                  | 4,292                 | 4,292                 |
| Adjusted R <sup>2</sup> | 0.02                   | 0.6018                | 0.604                 |

(注) OLS推計。カッコ内はt値。\*, \*\*, \*\*\*は10%, 5%, 1%の有意水準。

表7 昼間人口密度・就業者密度を用いた推計結果

|         | コントロール |          |        |
|---------|--------|----------|--------|
|         | (1) なし | (2) 産業のみ | (3) あり |
| ①人口密度   | -0.393 | -0.189   | -0.016 |
| ②昼間人口密度 | -0.419 | -0.204   | -0.022 |
| ③就業者密度  | -0.402 | -0.192   | -0.016 |

(注) 2007年, 2008年プールデータによる推計結果。数字は対数人口密度の係数。

表8 昼間人口密度・就業者密度を用いた業種別の推計結果

| 百貨店・スーパー | コントロール |        |
|----------|--------|--------|
|          | (1) なし | (2) あり |
| ①人口密度    | -0.166 | -0.011 |
| ②昼間人口密度  | -0.176 | -0.020 |
| ③就業者密度   | -0.168 | -0.013 |
| 食料品小売業   | コントロール |        |
|          | (1) なし | (2) あり |
| ①人口密度    | -0.095 | -0.027 |
| ②昼間人口密度  | -0.110 | -0.030 |
| ③就業者密度   | -0.096 | -0.027 |
| ホテル・旅館   | コントロール |        |
|          | (1) なし | (2) あり |
| ①人口密度    | -0.127 | -0.042 |
| ②昼間人口密度  | -0.119 | -0.037 |
| ③就業者密度   | -0.130 | -0.042 |
| 病院・診療所   | コントロール |        |
|          | (1) なし | (2) あり |
| ①人口密度    | -0.092 | 0.016  |
| ②昼間人口密度  | -0.081 | 0.022  |
| ③就業者密度   | -0.095 | 0.015  |
| 介護事業     | コントロール |        |
|          | (1) なし | (2) あり |
| ①人口密度    | -0.156 | 0.008  |
| ②昼間人口密度  | -0.164 | 0.005  |
| ③就業者密度   | -0.159 | 0.009  |

(注) 2007年、2008年プールデータによる推計結果。数字は対数人口密度の係数。イタリ

ックは10%水準で非有意。