

# MH1 ボトムアップ型エネルギー需要モデルを用いた業務部門地球温暖化対策計画の進捗評価

Progress evaluation of the plan for global warming countermeasures for the Japanese commercial building sector using a bottom-up building stock energy model

指導教員 山口容平准教授・都市エネルギーシステム領域  
28H21019 大塚敦 (Atsushi OTSUKA)

## Abstract

This study evaluates the progress of the plan for global warming countermeasures for the Japanese commercial building sector using a building stock energy model. The model estimates the change in the Japanese commercial building stock composition and its energy demand and resultant CO<sub>2</sub> emissions. This paper evaluated the accuracy of the estimation result using the Japanese energy statistics, which quantifies electricity, fuels consumptions for sectors classified using the Japan Standard Industrial Classification. Based on the data, we quantified those of the commercial building sectors and compared with the model's result. The comparison revealed that our model overestimates electricity demand and underestimates fuels demand. We also estimated the change in the total CO<sub>2</sub> emission from the year 2013 to 2019. The result revealed that the model overestimated the contribution of the improvement in electricity CO<sub>2</sub> emission intensity and the government's quantification on the effect of specific countermeasures may overestimate their reduction effects.

**Key words:** Commercial building sector, Global warming countermeasures, Energy demand, Building stock energy model

## 1. 背景・目的

2021年に閣議決定された地球温暖化対策計画<sup>1)</sup>は2030年度の温室効果ガス排出削減目標を2013年度比46%とし、2050年までにカーボンニュートラルを実現することを目標としている。本研究が対象とする業務他部門は同計画の2030年度二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出削減目標を2013年度比51%としている。同計画では、2030年までに生じうる技術変化を挙げそれによってもたらされる削減量の試算を行っているが、この試算<sup>2)</sup>では対策技術の効果が業務施設のどの施設においても同様として扱っていることを想定しているなど、簡易的な推計がおこなわれており、推計された削減量に誤差が含まれている可能性がある。

以上の背景から、対策技術の考慮など詳細な設定が可能な推計モデルを用いて地球温暖化対策の進捗を評価することを目的とする。

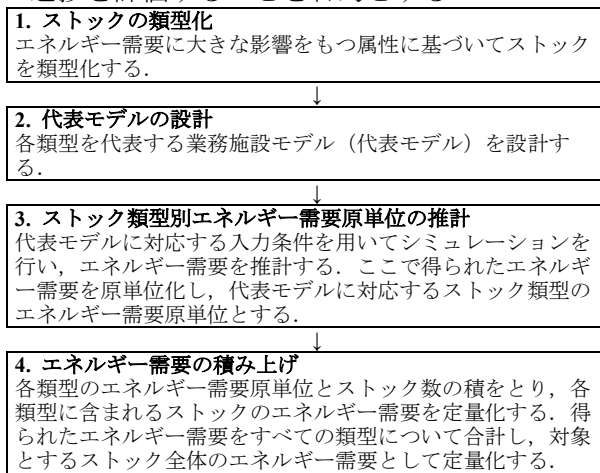


図1 エネルギー需要推計モデル開発手順

## 2. 業務部門エネルギー需要推計モデルの開発

業務部門エネルギー需要推計モデルの開発手法を図1に示す。業務施設ストックを建物用途や規模・業態、立地や設備種別など建物のエネルギー需要に大きな影響を及ぼす因子によって建築物ストックを類型化し、各類型を代表する建物モデルを作成し、それを入力条件とするエネルギー

需要シミュレーションを行う。得られた結果を延床面積当たりエネルギー需要原単位とし、延床面積との積和によりストック全体のエネルギー消費量を定量化する。代表モデルによるシミュレーションにより業態別の特徴や採用技術の差異、類型化と積み上げプロセスによりストック構成を考慮してエネルギー消費量を定量化する。

表1 本モデル対象建物用途と産業分類の対応

施設用途	対応する産業分類
事務所	E 製造業の管理部門, G 情報通信業 (37 通信業を除く 38~41), J 金融業, 保険業, K 不動産業, 物品賃貸業, L 学術研究, 専門・技術サービス業, O 教育, 学習支援業 (82 その他の教育, 学習支援業) Q 複合サービス事業, R 他サービス業 (91 職業紹介・労働者派遣業, 93 政治・経済・文化団体) S 公務
宿泊施設	M 宿泊業, 飲食サービス業における 75 宿泊業
商業施設	I 卸・小売業 (小売業 56~61) N 生活関連サービス業・娯楽業(78 洗濯・理容・美容・浴場業(浴場除く))
学校施設	O 教育, 学習支援業における 81 学校教育
医療施設	P 医療, 福祉業
飲食施設	M 宿泊業, 飲食サービス業 (76 飲食店, 77 持ち帰り・配達飲食サービス業)
通信施設	G37 通信業
倉庫卸	H47 倉庫業, I 卸・小売業 (卸売業 50~55)
娯楽施設	N 生活関連サービス業・娯楽業
未考慮	R 他サービス業 (92 その他の事業サービス業, 94 宗教, 95 その他のサービス業)
業務以外	F 電気・ガス・熱供給・水道業, H 運輸業, 郵便業 (47 倉庫業を除く 42~46, 48~49) R 他サービス業 (88 廃棄物処理業, 89 自動車整備業, 90 機械等修理業)

## 3. 業務部門エネルギー需要推計モデル精度評価

### 3.1 業務部門エネルギー消費の実態把握

総合エネルギー統計<sup>3)</sup>は、日本標準産業分類に基づく産業分類別のエネルギー消費量を推計されているが、業務施設以外で使用されるエネルギーも含まれているため、本研究が対象とする業務部門に相当するエネルギー消費量は総合エネルギー統計では正確に把握できない。そこで、表1のように日本標準産業分類と業務施設用途を対応付け、業務部門に対応する産業分類を抽出し、本研究が対象とする業務施設用途にわりつけ、業務施設用途別のエネルギー消費量を推計した。

### 3.2 モデルの精度評価

開発したモデルと総合エネルギー統計のエネルギー消費量を比較し、開発モデルの推計精度を確認する。本推計で対象とした9つの業務施設用途の2013年度から2019年度までの年間一次エネルギー消費量を図2に示す。図中のモデルに本モデルの推計結果、総エネ統計に3節に示した業務施設用途別エネルギー消費量を示している。

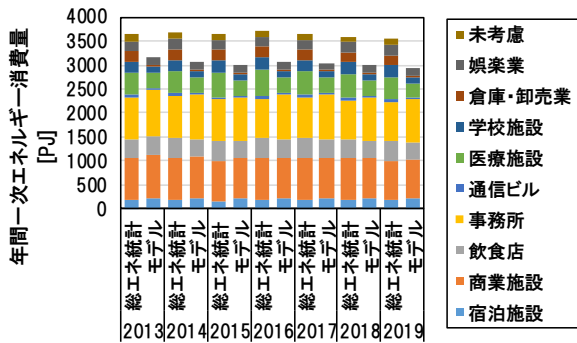


図2 総エネ統計と一次エネルギー消費量の比較  
 モデルのカバー率は業務その他部門74%、業務部門87%と高い精度を確認できた。特に商業、飲食、事務所は誤差範囲10%以内の結果が得られた。燃料種別で比較をすると事務所、商業施設、宿泊施設、医療施設、飲食施設、娯楽業の電力一次エネルギー消費量は誤差20%以内だが、学校施設、通信施設、倉庫・卸売業は過小推計となっている。一方、燃料一次エネルギー消費量で見ると、宿泊施設は誤差20%以内だが、事務所、商業施設、医療施設、学校施設、飲食施設では過小推計である。事務所では空室率の未考慮、商業施設では専門店として考慮した娯楽業などの燃料需要が大きくモデルの電力需要が小さく推計されている可能性など用途別に誤差要因が考えられる。次に、CO<sub>2</sub>排出量の比較結果を図3に示す。電力、燃料の排出係数は地球温暖化対策推進本部による地球温暖化対策進捗状況評価<sup>2)</sup>に示されている電力、燃料のCO<sub>2</sub>排出係数を用いた。本研究対象9用途のCO<sub>2</sub>排出量の総量は総合エネルギー統計と比較して誤差が15%以内となっている。

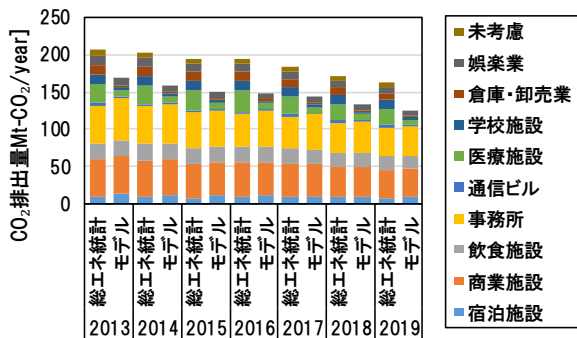


図3 総合エネルギー統計とのCO<sub>2</sub>排出量の比較  
 環境省は温室効果ガス排出・吸収量算出結果<sup>4)</sup>においてエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量の増減要因分析を行っている。ここでは、茅恒等式により排

出を変化させた要因に排出量変化を割り当てており、この増減要因分析による推計結果と本モデルの推計結果を比較した結果を図4に示す。図中の需要削減はエネルギー性能向上による省エネルギー効果を表す。他業種における効果と加算すると2019年度の業務部門需要削減によるCO<sub>2</sub>削減量は13.6Mt-CO<sub>2</sub>となった。要因分析では「全業種消費原単位」と「全業種床面積」との合計9Mt-CO<sub>2</sub>が相当する。床面積のずれは多少あるが、需要削減によるCO<sub>2</sub>削減量は整合し、モデルの推計により有効に分析できることがわかった。

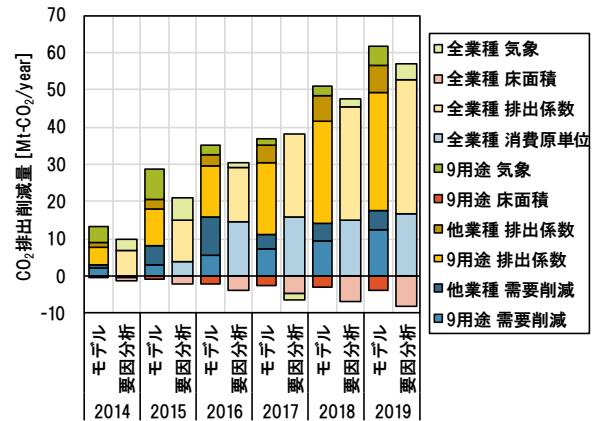


図4 削減要因別CO<sub>2</sub>排出削減量の比較

#### 4. 地球温暖化対策の評価

図5に地球温暖化対策計画の進捗評価とモデルにより推計された2014年～2019年のCO<sub>2</sub>排出削減量の比較を示す。この削減量は2013年度を基準として技術項目別に削減を定量化したものであり、気象条件の差異の影響を取り除くため、2013年度の気象データを用いて算出した。また、電力のCO<sub>2</sub>排出係数は進捗管理と同様に各年度の排出係数<sup>4)</sup>を用いた。この結果を地球温暖化対策計画と比較した結果、モデルによるエネルギー効率改善による削減効果は進捗管理の推計値よりも大幅に小さく、進捗管理では技術項目別の削減を過大に推計している可能性がわかった。

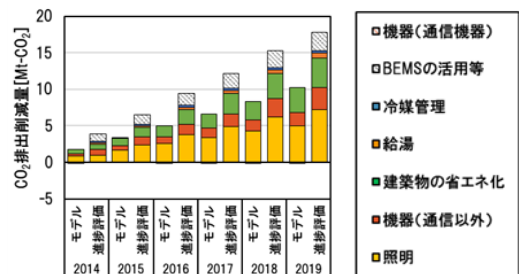


図5 進捗評価対策別CO<sub>2</sub>排出削減量との比較

#### 参考文献

- 1) 内閣官房；地球温暖化対策計画，2021年10月22日閣議決定，<https://www.env.go.jp/earth/211022/mat01.pdf>
- 2) 環境省；地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠，2022年10月22日，<https://www.env.go.jp/content/000051887.pdf>
- 3) 資源エネルギー庁；総合エネルギー統計，(2013～2019)
- 4) 環境省；温室効果ガス排出・吸収量算定結果，<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/mrv/emissions/index.html>