

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02312

研究課題名（和文）民生部門脱炭素化シナリオ検討のためのエネルギー需要モデル開発

研究課題名（英文）Development of energy demand model for decarbonizing the residential and commercial sectors

研究代表者

山口 容平（Yamaguchi, Yohei）

大阪大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：40448098

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は日本の民生家庭・業務部門における脱炭素化検討に用いるエネルギー需要モデルを開発した。開発モデルは多様な技術的対策、ストック管理に関する社会的対策を考慮するため、住宅・建築物、地域を需要推計の単位として日本全国のエネルギー需要を定量化する階層構造を持つ。また、日本全国民を国勢調査データから生成し、計算対象年における生活行動シミュレーションによりエネルギー需要を日々の生活に伴う機器・設備、自動車等の利用に関連付けて定量化する。このような仕様により、脱炭素化のために取りうる対策を網羅したうえで、長期的に削減可能な二酸化炭素排出量を推計することが可能である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は住宅・建築物ストックのエネルギー需要を定量化するモデリング技術を確立したことにある。具体的には、生活行動のモデリングによる需要の時系列挙動の模擬を可能としたこと、需要推計における空間解像度と広域での推計を両立する方法論を確立したこと、日本の家庭部門、業務部門における二酸化炭素排出量削減策を評価したことが貢献としてあげられる。これらの達成により、日本における気候変動対策や電力システム管理における検討が可能なモデルが完成した。モデルの運用により日本の気候変動対策に貢献可能である。

研究成果の概要（英文）：This study developed energy demand models of the residential and non-residential building stock in Japan to analyze the potential for reducing carbon dioxide emissions. The models use synthetic population and building stock as a simplified representation of the actual population and building stock in the form of microdata artificially generated by combining the distributions of different attributes obtained from available data sources. Energy demand of a synthetic household and a building is quantified in a bottom-up manner that stochastically simulates the occupancy, activities, and actions of building users and quantifies energy demand for major end-uses accordingly. This structure allows for 1) quantification of energy demand at the national level considering various mitigation options and future scenarios, and 2) disaggregation of energy demand into districts/cities and end-uses.

研究分野：建築設備、エネルギー需要モデリング、エネルギー需要管理

キーワード：脱炭素化 民生家庭・業務部門 エネルギー需要モデル 技術選択

1 . 研究開始当初の背景

IPCC が 2018 年に発表した 1.5 特別報告書 (IPCC, 2018) では、地球大気の大気温度上昇を産業革命以前の水準から 1.5 未満で安定させるためには、早急に大幅な二酸化炭素 (CO₂) 排出量削減を実現することが必要と述べられている。今後の日本の温暖化対策を設計するにあたり、CO₂ 排出量削減をもたらす具体的な対策群の特定、削減可能な CO₂ 排出量の定量化、今後社会的に意思決定されるであろう CO₂ 排出量の削減水準・時期に対応する選択肢の明確化は重要な課題である。

民生家庭部門、業務部門における CO₂ 排出量の削減検討においては、これまで比較的近い将来や比較的小さい CO₂ 排出量の削減を想定した評価が多く、IPCC で検討されている長期で大幅な削減を検討したものは少ない。また、部門全体を対象とする評価では比較的簡易な方法が用いられており、推計誤差が大きく、分析機能が限定的である。これに対して近年では、日本、EU、米国を中心として、建物単位のエネジーシミュレーションと建築物ストック構成のモデリングを組み合わせた Building Stock Energy Modelling (BSEM) と呼ばれる手法群が開発され、国単位の検討に用いられ始めている。本方法は建築物を計算単位とすることから、気象条件、建築・設備の構成・仕様・運用、他の導入手法等の影響を考慮して、ストック構成の変化によりもたらされる効果を定量化する分析能力を持つ。さらに家庭部門では、人の生活行動を確率的にシミュレートする技術が開発され、人行動と関連付けて全用途、全設備・機器のエネジー消費を時系列で推計することが可能となった。

このように方法論上の進展があるものの、温暖化対策検討で求められる CO₂ 排出量や時系列のエネジー需要を国家スケールで推計する機能を有するモデルは日本 (応募者の研究グループ)、イギリス (CREST モデル) 等で確立されているにとどまり、方法論の開発と一般化が必要であった。また、上記下線部の検討を行うためには、次に示す進展が必要であった。

A) 脱炭素化技術・対策群の網羅 既存の CO₂ 排出量削減検討では、断熱性能向上、高効率照明採用など比較的簡易に導入効果を定量化できる手法のみが考慮されることが多く、CO₂ 排出量の削減水準は限定的であった。長期的な大幅削減検討のためには、住宅・建築物熱性能の向上、設備・システム性能の効率化、運用・制御の高度化、再生可能エネジーの利用など多様な技術的対策を網羅する必要がある。加えて、人口構造変化に合わせた業務施設総床面積の削減、住宅・業務施設空間配置の変更、ライフスタイル・就業形態の変更など、社会的対策を考慮することが求められる。

B) エネジー需要総体のモデル化 これまで民生家庭・業務部門、旅客交通部門は別々に扱われることが多かったが、対策実施検討、CO₂ 排出量定量化の観点から、各部門を統合した分析が必要である。これには全国民の生活に伴って生じるエネジー需要を総体として扱うアプローチが有効であると考えられ、その実現により、電気自動車の普及、冷暖房給湯の電化、再生可能エネジー導入等を考慮して、電力システムをはじめとするエネジー供給システムを含め、長期のエネジー需給分析や CO₂ 排出量削減検討を実施することができる。

C) モデルにおける時空間表現の高度化 民生部門の CO₂ 排出量削減検討では、特定の時間断面間の変化がパラメトリックに記述され、また、気象条件以外の建築物、設備・機器ストックの空間的な分布が無視されることが多かった。この結果、社会のいかなる変化によって削減がもたらされるのか検討することは困難であった。モデルの時空間表現を高度化することにより、対策の導入の水準と時期、導入対象 (立地・用途等) の選択肢をより現実的に考慮し、長期的な CO₂ 排出量の変化を評価することが可能となる。また、削減に求められる社会的変化や変化に対する障壁を分析することが可能となる。

2 . 研究の目的

以上の背景から本研究課題が設定した核心的問いは「いかなるモデル化手法により A) ~ C) の機能を実現するか？」である。本研究は上記 A) から C) の機能を有するエネジー需要モデルの開発を本研究の目的とした。

3 . 研究の方法

本研究が開発したエネジー需要モデルには次に説明する二つの特徴がある。一つ目の特徴は、合成人口・建築ストックモデルを用いることである。合成人口・住宅建築物ストックモデルとは、個人、世帯、住宅、業務施設の単位で実存する対象を模擬する人口、住宅建築物ストックのモデルである。様々なデータソースを組み合わせるため「合成 (Synthetic) 」という言葉が使われている。家庭部門については、国勢調査データ (住所の町丁目の単位で利用可能) に基づいて、全国民を居住地、年齢、性別、就業・就学状況など具体的な属性を有する個人 (エージェント) として再現し、世帯をその組み合わせで表現する。各個人、世帯、住宅はそれぞれ個性を有しており、エネジー需要決定要因について特定の条件を持つ。条件の設定は国レベルの調査データに基づいて開発された統計モデル等によって特徴づけており、地域の合成人口・住宅ストックは実存の人口・住宅ストックの構成、多様性、長期変化を反映したものとすることが

できる。業務部門についても同様の構成の合成建築物ストックモデルを開発した。

二つ目の特徴は、合成人口で表現される各エージェントの日々の生活行動を確率的に模擬し、それに基づいて合成住宅・建築物のエネルギー需要を定量化することである。具体的には、合成人口モデルから住宅居住者、建築物利用者が決定づけられることから、それらの属性に基づいて住宅・建築物の滞在状況、滞在時の行動、機器・設備の操作を模擬し、その結果として生じるエネルギー需要を定量化する。これら二つの特徴を組み合わせることにより、次のように上記 A) から C)の機能を実現した。

A) **脱炭素化技術・対策群の網羅** 住宅・業務施設ともに、エネルギー需要は物理シミュレーションにより推計される。そのため、外皮熱性能の向上、設備の代替、建築・設備に関する省エネルギー技術の導入効果を定量的に評価することができる。加えて、人の行動シミュレーションに基づいてエネルギー需要を推計していることから、ライフスタイル・就業形態の変更の対策の導入効果を定量化可能である。また、合成人口・建築物ストックモデルを用いていることから、人口構造変化に合わせた業務施設総床面積の削減、住宅・業務施設空間配置の変更を考慮することができる。さらに、再生可能エネルギーの発電量を高い時空間解像度で推計するモデルを開発した。以上から、住宅・建築物熱性能の向上、設備・システム性能の効率化、運用・制御の高度化、行動変容など社会的対策、再生可能エネルギーの利用など多様な気候変動緩和策を網羅することができる。

B) **エネルギー需要総体のモデル化** 人の行動シミュレーションに基づいてエネルギー需要を定量化しており、住宅を起点とする自動車利用によるエネルギー需要を定量化するモジュールを開発した。これにより、住宅のエネルギー需要と自家用車での移動のためのエネルギー需要をシームレスに扱うことができる。これにより、電気自動車の普及、電池充電パターン変更による電力需要の変化を定量化できるようになった。研究期間では、各種省エネルギー技術の普及、冷暖房給湯の電化、再生可能エネルギー導入等の普及シナリオを考慮して、住宅、業務施設ストック、電気自動車のエネルギー需要を推計した。特に、時系列の電力需要の長期的な変化を推計し、電力供給、エネルギー供給へ及ぼす影響を評価した。

C) **モデルにおける時空間表現の高度化** エネルギー需要や対策導入効果の推計にはモデル化に適した空間スケールが存在する。本研究は合成人口・建築物ストックモデルを用いることにより、国土、小地域、住宅・建築物の3つの空間階層を考慮し、適切な空間スケールでエネルギー需要をモデル化できるようにした。加えて、技術採用状況や人の行動を決定づける計算パラメータについて、空間分布、長期的変化を考慮する手法を開発し、合成人口・建築物ストックモデルの特徴づけに用いた。これにより、対策の導入の水準と時期、導入対象(立地・用途等)の選択肢をより現実的に考慮し、長期的なCO₂排出量の変化を評価することが可能となった。

4. 研究成果

本節では研究成果の概要を説明する。なお、引用文献は研究発表欄の論文である。

4.1 家庭部門

家庭部門は大阪大学が開発している Total Residential End-use Energy Simulation (TREES) モデルを拡張して実施した。TREES モデルの合成人口・建築物ストックモデルでは表1に示す基本属性を世帯・個人に付与する。これらの基本属性に基づいて対象とする世帯の住宅、設備、行動特性など、エネルギー需要に大きな影響をもたらす因子を付与する。この過程では住宅の物理的な特性を表す代表モデルや、行動特性などを表す確率パラメータを与える回帰モデルなどを組み合わせて用い、エネルギー需要決定要因と多様性や地域分布を考慮する手法を開発した。具体的な対象についてエネルギー需要を推計する場合、生成した全世帯を計算対象とする、代表世帯をランダムにサンプリングする二つの方法が利用できる。世帯生成の後、世帯別にエネルギー需要を5分タイムステップで推計し、その結果の積み上げとして対象地域のエネルギー需要を定量化する。本成果は Yamaguchi ら (2023) にまとめている。

研究期間における主な成果は次のとおりである。

- 住宅居住者の生活行為は住宅エネルギー需要を決定づける重要な因子である。また、BSEM において居住者の生活行為を乱数生成し、その結果に基づいてエネルギー需要を推計する需要モデルが構築されている。既存の生活行為生成モデルの多くは時間の使い方に関する調査である生活時間データを用いて生活行為生成に用いる複数の確率パラメータ(以下、行為生成パラメータ)をモデル化し、居住者の生活行為の時刻的推移を乱数生成する。実社会において多様なライフスタイルがあるように、モデルにおいて多様な時間の使い方を考慮するためには、行為生成パラメータに多様性を持たせる必要があるが、既往研究では生活時間データのサンプル分布に基づいて行為生成パラメータを作成することが多く、多様性が考慮されていなかった。岡田ら (2021)、Yamaguchi ら (2023) では、世帯・個人属性、居住地域、天気などの多様な因子による時間の使い方の差異を考慮可能なモデルを開発し、その性能を評価した。
- Li ら (2022) では、生活行為生成パラメータの整備手法のレビューを行い、代表的な手法間の比較により、生活行為生成パラメータの整備手法が生活行為生成の推計精度に対していかなる影響を及ぼすか明らかにした。加えて、Li ら (2023) では、生活行為生成パラメータにおける空間分布の存在を明らかにし、その考慮によってもたらされる推計精度の向上を評価した。

表 1 推定する項目

項目		分類	
世帯属性	構成	類型	単独, 夫婦のみ, 夫婦と子, 片親と子, 3 世代
		人数	1-6 人
		年齢	0-104 歳
		性別	男性, 女性
	就業・就学形態	フルタイム, パートタイム, 小学生, 中学生, 高校生, 短大・専門学校・大学生, その他	
職種	管理的職業従事者, 専門的・技術的職業従事者, 事務従事者, 販売従事者, サービス職業従事者, 保安職業従事者, 農林漁業従事者, 生産工程従事者, 輸送・機械運転従事者, 建設・採掘従事者, 運搬・清掃・包装等従事者, 分類不能の職業		
	住宅仕様	持ち家, 公営・都市再生機構・公社の借家, 民営の借家, 給与住宅	
住宅仕様	延床面積 (m ²)	0-19, 20-39, 40-59, 60-79, 80-99, 100-119, 120 以上	
	建て方	集合, 戸建	

4.2 業務部門

開発した業務部門の BSEM の概要を図 1 に示す。本モデルも家庭部門の TREES と同様に業務施設ストックデータに基づいて業務施設を代表する代表モデルをサンプリングし、代表モデルを用いたエネルギー需要シミュレーションを行う。シミュレーションでは米国エネルギー庁が開発している EnergyPlus8.6 を用い、シミュレーション結果を代表モデルの延床面積により除して延床面積当たりエネルギー消費原単位を定量化し、代表モデルが代表する延床面積との積和によりエネルギー消費量の総量を定量化する。研究期間終了までに事務所、宿泊、医療、小売、学校（小中高校）、通信、飲食施設をカバーし、当該ストックは業務その他部門の CO₂ 排出量 238 MtCO₂ のうち約 7 割をカバーしている。

類型化と代表モデル構築

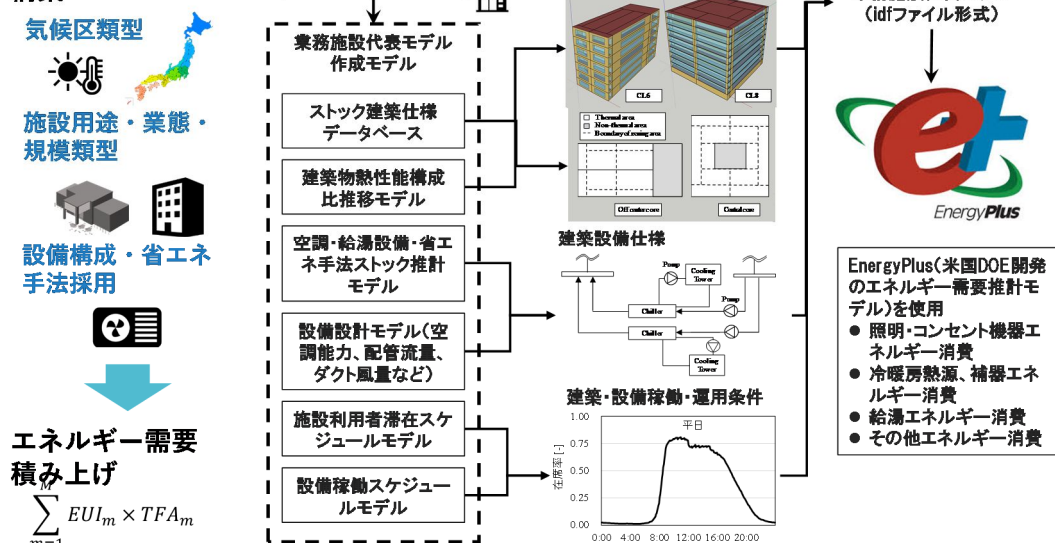


図 1 業務部門エネルギー需要モデルの概要 (Yamaguchi ら 2022)

モデルではまず業務施設ストックを地域区分、施設用途、規模・業態、竣工年代、建築設備により分類する。小売以外の施設用途別延床面積はエネルギー・経済統計要覧 (EDMC) に掲載されている用途別延床面積、小売施設は、商業小売店舗の売場面積に関するセンサスデータである商業統計に掲載されている業態別の売場面積のデータを用いた。業務施設用途別に立地区分、規模・業態、竣工年別の延床面積比率を算出し、各区分の床面積に延床面積を分解した。竣工年代別の比率は着工統計に基づく着工床面積、ワイブル分布に基づく減失モデルによりストック更新を模擬して決定した。地域、規模・業態別の比率は、事務所、宿泊施設、商業施設は法人土地・建物基本調査、医療施設、学校は GIS 建物データから定量化した。立地区分は北海道、東北、関東、北陸、中部、近畿、中国、四国、九州、沖縄の 10 区分とし、代表都道府県の気象データを共通して用いた。次に、技術項目別に採用技術の水準を決定し、竣工年代別に水準別比率を定め、比率をストックデータに適用することで技術項目別の床面積を定量化した。空調設備、給湯設備の設備種別について熱源の燃料種別、中央・個別の別、空調についてはさらに熱源機器種別、空調システム種別、省エネルギー手法採用区分を考慮した。ここでは規模、業態、立地に関する説明変数を用いたロジスティック回帰モデルを用い、各種条件に応じた設備採用状況の差異を考慮できるようにしている。その他、照明は蛍光灯・白熱灯などの既存照明技術と LED 照明の 2 水準を考慮した。なお、各設備区分項目の比率は互いに独立であることを想定し、その組み合わせの比率を算出した。以上により施設用途、立地区分、規模・業態、設備種別のストック構成比率が定量化される。

次に、定量化したストック構成比率に基づいて代表モデルをサンプリングする。代表モデルは EnergyPlus を用いたシミュレーションに用いられ、結果は前述の通り原単位化され、各代表モデルが代表する床面積との積和により業務施設全体のエネルギー消費が定量化される。事務所、宿泊、医療については施設利用者の滞在状況を確認的に生成するモデルとしており、時系列の電力需要の変化を表現可能である。精度評価は施設単位で日本サステナブル建築協会が公開している非住宅建築物のエネルギー消費データベース（DECC）、環境共創イニシアチブ（SII）が公開している時系列電力需要データと整合することを確認している。国単位では総合エネルギー統計の業態別エネルギー消費との整合性を確認した。また、開発モデルは GIS データ等により地域の業務施設の構成に関する情報があればそれに応じて計算対象の業務施設をサンプリングし、エネルギー需要を推計することができる。

研究期間における主な成果は次のとおりである。

- 業務部門全体のエネルギー消費及び温室効果ガス排出量の削減に大きな影響を持つ空調関連の熱源・空調システム、省エネルギー手法と、給湯システムの採用状況について、設備区分別の現存ストックと将来にわたる変化を推計する手法を開発するとともに、日本の業務施設ストックにおける実態を明らかにした（秋沢ら 2020、鳴川ら 2022）。この結果、設備採用の傾向は業務施設用途や規模、立地により大きく異なり、また経年的に変化していることが明らかとなった。
- このような設備採用状況の変化は、経年的な熱源・給湯機器効率の向上などと共に業務施設ストックにおけるエネルギー需要を変化させる。Yamaguchi ら（2022）では開発した BSEM の精度検証を行うとともに、設備集積状況の経年変化が CO₂ 排出量にもたらす影響を定量的に評価した。
- 近年スマートメーターの普及により時系列電力需要データが利用可能となり、業務施設のエネルギー管理への活用が期待されているが、既往研究で開発されてきた手法は、専門家による知見が必要、対象施設が制限されているなど、多数の多様な業務施設を対象として簡易にデータ活用する手法は開発されていなかった。このような背景から、榎原ら（2023）では、スマートメーターや BEMS により収集された時系列電力需要データから、施設別電力需要の成分分解、施設電力需要の特徴を表す特徴量の抽出、特徴量に基づく施設類型化、類型ごとのエネルギー管理方針の決定を行うエネルギー管理手法を提案した。これにより多数の業務施設を対象とするエネルギー管理の実施・省力化が可能となった。
- Perwez ら（2022）では GIS データを用いて業務施設の建築仕様に関する多様性、空間分布を考慮して BSEM を構築する方法を確立した。Shono ら（2023）では業務施設の屋根面、壁面における太陽光発電設置を想定し、発電ポテンシャルを広域で推計する方法を確立した。開発手法は中国の研究グループが開発した方法をベースとしており、GIS データを用いて建築物の集積状況、隣接建物の遮蔽などをマイクロに考慮した空間解像度が高いものであり、特に時間的挙動を考慮する機構を加え、時間的解像度を飛躍的に向上させた。Perwez ら（2023）では東京都に開発モデルを適用し、エネルギー需要の変化、CO₂ 排出量削減可能性を評価した。

4.3 部門間統合、人の行動解析・シミュレーションに関する成果

Yamaguchi ら（2023）では合成人口・建築物ストックモデルを用いて、小地域を単位としてエネルギー需要を推計する手法を提案し、東京都の4市区に適用した結果を示した。開発手法により高い時空間解像度でエネルギー需要が推計可能となった。将来における技術進展等のシナリオを考慮した予測も可能であり、論文では業務施設を含めてエネルギー需要推計を行い、将来における太陽光発電の普及によるネットゼロエネルギー条件の達成可能性と、太陽光発電の大量普及が配電システムの性能に及ぼす影響の評価を行った。一方で、この分析では旅客交通部門の分析が含まれていない。そこで、人の行動シミュレーションに基づいて住宅を起点とする自動車利用によるエネルギー需要を定量化するモジュールを開発し、住宅のエネルギー需要と自家用車での移動のためのエネルギー需要をシームレスに扱うことを可能とした。加えて、携帯電話端末で収集された位置情報データを解析した。関連する成果は以下のとおりである。

- 電気自動車への代替が進み、住宅のエネルギー性能が向上した場合であっても、2050年までにネットゼロエネルギー条件を達成することは不可能であることを明らかにした。ネットゼロエネルギー条件を達成するためには、太陽光発電の積み増しやさらなる需要削減が必要であることをわかった。
- 電気自動車の普及、電池充電パターン変更による電力需要の変化を定量化した。特に近畿地方について、電気自動車の普及による電力需要の変化、電気自動車電力需要の時空間分布を明らかにした。
- 携帯電話端末から得られる位置情報データを解析し、業務施設における滞在スケジュールの実態を明らかにした。これにより、業務施設を対象とするエネルギー需要推計精度向上が可能になるほか、脱炭素化の手段として業務施設の床面積削減についての議論が可能となった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Perwez Usama, Shono Keita, Yamaguchi Yohei, Shimoda Yoshiyuki	4. 巻 291
2. 論文標題 Multi-scale UBEM-BIPV coupled approach for the assessment of carbon neutrality of commercial building stock	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Energy and Buildings	6. 最初と最後の頁 113086 ~ 113086
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/J.ENBUILD.2023.113086	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 榎原 史哉、山口 容平、岩井 良真、上林 由果、下田 吉之	4. 巻 44
2. 論文標題 業務施設における時系列電力需要の成分分解と需要特性に基づく類型化	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 エネルギー・資源学会論文誌	6. 最初と最後の頁 97 ~ 106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24778/JJSER.44.2_97	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Shono Keita, Yamaguchi Yohei, Perwez Usama, Ma Tao, Dai Yanjun, Shimoda Yoshiyuki	4. 巻 253
2. 論文標題 Large-scale building-integrated photovoltaics installation on building facades: Hourly resolution analysis using commercial building stock in Tokyo, Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Solar Energy	6. 最初と最後の頁 137 ~ 153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/J.SOLENER.2023.02.025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Yamaguchi Yohei, Shoda Yuto, Yoshizawa Shinya, Imai Tatsuya, Perwez Usama, Shimoda Yoshiyuki, Hayashi Yasuhiro	4. 巻 333
2. 論文標題 Feasibility assessment of net zero-energy transformation of building stock using integrated synthetic population, building stock, and power distribution network framework	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Energy	6. 最初と最後の頁 120568 ~ 120568
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/J.APENERGY.2022.120568	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Li Yuanmeng, Yamaguchi Yohei, Torriti Jacopo, Shimoda Yoshiyuki	4. 巻 281
2. 論文標題 Modeling of occupant behavior considering spatial variation: Geostatistical analysis and application based on American time use survey data	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Energy and Buildings	6. 最初と最後の頁 112754 ~ 112754
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/J.ENBUILD.2022.112754	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Perwez Usama, Yamaguchi Yohei, Ma Tao, Dai Yanjun, Shimoda Yoshiyuki	4. 巻 323
2. 論文標題 Multi-scale GIS-synthetic hybrid approach for the development of commercial building stock energy model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Energy	6. 最初と最後の頁 119536 ~ 119536
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/J.APENERGY.2022.119536	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Li Yuanmeng, Yamaguchi Yohei, Shimoda Yoshiyuki	4. 巻 15
2. 論文標題 Impact of the pre-simulation process of occupant behaviour modelling for residential energy demand simulations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Building Performance Simulation	6. 最初と最後の頁 287 ~ 306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/19401493.2021.2022759	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamaguchi Yohei, Kim Bumjoon, Kitamura Takuya, Akizawa Kotone, Chen Hemiao, Shimoda Yoshiyuki	4. 巻 306
2. 論文標題 Building stock energy modeling considering building system composition and long-term change for climate change mitigation of commercial building stocks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Energy	6. 最初と最後の頁 117907 ~ 117907
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/J.APENERGY.2021.117907	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 鳴川公彬, 山口容平, 下田吉之, 宮田征門	4. 巻 87
2. 論文標題 省エネ基準適合性判定プログラムの入出力データを活用した非住宅建築物の外皮・設備設計の実態分析 (その2): ロジスティック回帰による規模・立地別の設計仕様の分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会環境系論文集	6. 最初と最後の頁 448 ~ 459
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aije.87.448	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岡田 健志, 正田 悠人, 今井 達也, 山口 容平, 下田 吉之	4. 巻 42
2. 論文標題 居住者属性を考慮した住宅居住者生活行為確率生成モデル	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 エネルギー・資源学会論文誌	6. 最初と最後の頁 403 ~ 412
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24778/jjser.42.6_403	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 秋沢 琴音, 山口 容平, 金 範俊, 鳴川 公彬, 下田 吉之	4. 巻 41
2. 論文標題 業務部門における建築設備ストック経年変化のモデリング	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 エネルギー・資源学会論文誌	6. 最初と最後の頁 318 ~ 327
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24778/jjser.41.6_318	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計27件(うち招待講演 0件/うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Usama Perwez, Yohei Yamaguchi, Yoshiyuki Shimoda
2. 発表標題 Cross-over analysis of building-stock modelling approaches for bottom-up engineering model
3. 学会等名 Building Simulation 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuanmeng Li, Yohei Yamaguchi, Chien-fei Chen, Yoshiyuki Shimoda
2. 発表標題 Spatial variation and historical change in occupant behaviour: statistical analysis and application in the USA household
3. 学会等名 Building Simulation 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yohei Yamaguchi, Fumiya Enokihara, Yoshiyuki Shimoda
2. 発表標題 Meta-modelling of operation schedules of commercial buildings based on measured electricity demand data
3. 学会等名 Building Simulation 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 今井達也, 山口容平, 藤本悠, 内田英明, 下田吉之, 林泰弘
2. 発表標題 世帯・住宅ストック構成を考慮した地域単位住宅エネルギー需要推計と精度評価
3. 学会等名 第38回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鳴川公彬, 山口容平, 西島拓海, 下田吉之
2. 発表標題 ストックの経年変化を考慮した業務部門地球温暖化対策計画評価
3. 学会等名 第38回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山下皓太郎, 山口容平, 大塚敦, 西島拓海, 鳴川公彬, 下田吉之
2. 発表標題 業務部門における温室効果ガス排出量削減効果の評価: 省エネルギー技術普及シナリオによる検討
3. 学会等名 第38回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村上勇雅, 山口容平, 太田豊, 下田吉之
2. 発表標題 電気自動車普及による住宅電力需要の変化 - 生活行動シミュレーションに基づく分析 -
3. 学会等名 第38回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口容平, 西本隆哉, 藤原みさき, 鳴川公彬, 山下皓太郎, 西島拓海, 大塚敦, 榎原史哉, 内田英明, 下田吉之, 荻本和彦, 岩船由美子, 井上智弘, 黒沢厚志, 加藤悦史
2. 発表標題 ソフトリンクによる2050年のエネルギー需給分析 その2(1) 民生部門エネルギー需要
3. 学会等名 第38回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 榎原史哉, 山口容平, 岩井良真, 上林由果, 下田吉之
2. 発表標題 業務施設における時刻別電力需要の成分分解と需要特性に基づく類型化
3. 学会等名 第40回エネルギー・資源学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大塚敦, 山口容平, 山下皓太郎, 下田吉之
2. 発表標題 時系列電力需要データに基づく業務施設稼働スケジュールの抽出と需要推計への応用
3. 学会等名 第40回エネルギー・資源学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮原昂希, 太田豊, 山口容平, 下田吉之
2. 発表標題 生活行動シミュレーションに基づく住宅電力需要の推計と電気自動車充電最適化
3. 学会等名 2021年度電気学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西島拓海, 山口容平, 山下皓太郎, 鳴川公彬, 下田吉之
2. 発表標題 通信業建物のエネルギー需要推計モデルの温暖化対策導入効果の評価
3. 学会等名 2021年度空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 正田悠人, 山口容平, 芳澤信哉, 陳何苗, 岡田健志, 杉山みなみ, 下田吉之, 林泰弘
2. 発表標題 住宅・業務施設を統合化した地域エネルギー需給シミュレーション：東京4区市を対象とするケーススタディ
3. 学会等名 第38回エネルギー・資源学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口容平, 秋沢琴音, 北村拓也, 金範俊, 下田吉之
2. 発表標題 ボトムアップモデルによる2050年における日本の業務部門エネルギー需要の推計
3. 学会等名 第38回エネルギー・資源学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鳴川公彬, 山口容平, 北村拓也, 秋沢琴音, 下田吉之, 宮田征門
2. 発表標題 新築業務施設のエネルギー性能とその決定要因に関する分析
3. 学会等名 2020年度空気調和・衛生工学会大会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Usama Perwez, Yohei YAMAGUCHI, Yoshiyuki SHIMODA
2. 発表標題 Development of Geo-spatial building stock model for Japanese Commercial Buildings
3. 学会等名 2020年度空気調和・衛生工学会大会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下皓太郎, 北村拓也, 秋沢琴音, 金範俊, 山口容平, 下田吉之
2. 発表標題 電力需要の時刻変化を再現できるボトムアップ型業務部門エネルギー需要モデルの開発
3. 学会等名 2020年度空気調和・衛生工学会大会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 秋沢琴音, 山口容平, 金範俊, 下田吉之
2. 発表標題 業務部門における給湯設備ストックの集積状況と経年変化の推計
3. 学会等名 2020年度空調和・衛生工学会大会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 秋沢琴音, 山口容平, 金範俊, 鳴川公彬, 下田吉之
2. 発表標題 日本全国の業務施設ストック経年変化を考慮したエネルギー需要推計
3. 学会等名 第37回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chao Sun, Usama Perwez, 山口容平, 下田吉之
2. 発表標題 Impact of Urban Morphology on Building Energy Use and Solar Potential of the Commercial Building Stock in Tokyo
3. 学会等名 第37回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuanmeng Li, 山口容平, 下田吉之
2. 発表標題 Development of a geo-driven occupant behaviour model for residential building energy demand simulation
3. 学会等名 第37回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大塚敦, 山口容平, 山下皓太郎, 秋沢琴音, 下田 吉之
2. 発表標題 飲食店のエネルギー需要推計方法の開発と温暖化対策計画
3. 学会等名 2020年度(第50回)空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 榎原 史哉, 越智 雄大, 山口 容平, 内田 英明, 下田 吉之
2. 発表標題 携帯電話の位置情報データを用いた業務施設滞在人員の推定
3. 学会等名 第41回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 越智 雄大, 山口 容平, 太田 豊, 内田 英明, 下田 吉之
2. 発表標題 携帯電話ユーザーの位置情報に基づく電気自動車充電需要の推計
3. 学会等名 第41回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮原 昂希, 山口 容平, 太田 豊, 内田 英明, 下田 吉之
2. 発表標題 EV・PV・省エネルギー技術普及を考慮した家庭部門地域エネルギー需要推計
3. 学会等名 第41回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大塚 敦, 西島 拓海, 山口 容平, 内田 英明, 下田 吉之
2. 発表標題 ボトムアップ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
3. 学会等名 第39回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 篠原里穂子, 山口容平, 宮田征門, 内田英明, 下田吉之
2. 発表標題 非住宅建築物における外皮・設備設計仕様 の解明と省エネ基準引き上げによる技術変化の考察
3. 学会等名 2022年度(第52回) 空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会講演論文集
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	下田 吉之 (Yoshiyuki Shimoda) (20226278)	大阪大学・工学研究科・教授 (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------