

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 30 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22360237

研究課題名(和文) 民生部門の温室効果ガス大幅削減と社会的構造変化の相互関連分析

研究課題名(英文) Analysis of association between GHG reduction and social transition

研究代表者

下田 吉之 (Shimoda, Yoshiyuki)

大阪大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：20226278

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,100,000円、(間接経費) 3,030,000円

研究成果の概要(和文)：民生部門の温室効果ガス排出量削減を実現するためのロードマップについて、技術的対策のみでなく、技術の変化によって生み出される社会的変化の過程を含めて示すことについての検討を実施した。オランダにおける研究成果を生かした、技術的変化と社会的変化の関係性の整理、自治体など街作りの主体が低炭素都市を作り上げるためのマネジメント手法の提案等を実施した。

研究成果の概要(英文)：Roadmap for reducing Greenhouse Gas Emission from residential and commercial sector is studied. In this study, the roadmap contains not only the technological measures but also social transition which is triggered by technologies. The relationship between technological transition and social transition is investigated. As a result of this study, methodologies of management to establish low carbon cities by local government is proposed.

研究分野：都市エネルギーシステム

科研費の分科・細目：建築学 建築環境・設備

キーワード：民生部門 地球温暖化対策 ロードマップ 技術的変化 社会的変化

1. 研究開始当初の背景

日本政府が 2050 年までに世界の温室効果ガスを半減することを提案するなど、今世紀前半においては温室効果ガス排出の大幅削減、そのためのエネルギー消費削減への努力が全人类的な課題となる。このような背景から、多様な技術オプションの温室効果ガス排出削減への貢献度を推計し、それを積み上げ、温室効果ガス大幅削減の可能性を確認する研究が行われている。さらに、技術の「望ましい普及量」が議論され、さらなる開発が必要な技術については、技術開発ロードマップが開発され、関係者での共有がなされている（たとえば、NEDO の太陽光発電ロードマップ PV2030 や資源エネルギー庁の省エネルギー技術戦略）。

しかし、一連の検討において議論されているのは「技術のみ」の変化である。技術ロードマップは当該技術が装置などの形で実用化されるまでの道筋を示すものであり、実用化された技術がいかに社会で使用され、利用が拡大するか、その道筋は示されていない。本提案は、民生部門に起因する温室効果ガスを大幅削減するための道筋を、技術的变化と社会的変化を含めて示すロードマップの開発を目的とする。

2. 研究の目的

本研究は、我が国の民生部門における温室効果ガス排出量の大幅削減を実現するためのロードマップを開発する。本ロードマップは技術的な変化のみを示すのではなく、技術的变化に伴う社会的変化の過程を示すシナリオとそれらに対応する温室効果ガス排出量削減効果で構成される。ロードマップの作成においては、都市計画、建築・住宅生産システム、制度など、省エネルギー技術、エネルギー転換技術の導入・普及に影響を及ぼす要素をリストアップし、歴史的変遷をたどることによってそれらの要素が技術普及に及ぼす影響を明らかにするとともに、温室効果ガスの大幅削減を実現するような技術的变化がいかなるメカニズムで生じるかを明らかにする。これらの知見に基づいて、より望ましい技術的变化を生じさせるマネジメント策を立案する。

3. 研究の方法

省エネルギー型都市・街区の実践に向けた方法論を確立するため、以下のような調査・研究を実施した。

- (1) エネルギーシステムの規模や供給と需要の等価性に関する、これまでの議論の整理。
- (2) 都市エネルギーシステムの定義と要素（省エネルギー戦略）のプロット
- (3) 都市エネルギーシステムにおけるエネルギー消費決定要因の整理とその関係性を再現するエネルギー需要モデルの開発
- (4) 民生部門エネルギーシステムの最終目的

である「エネルギーサービス」の動向調査

- (5) 民生家庭部門・民生業務部門それぞれのエネルギー消費削減シナリオ・ロードマップについて、本研究室所有の都市エネルギー最終需要モデルによるケーススタディ結果の整理
- (6) 都市エネルギーマネジメント手法の整理と、それを実行する上で重要となるコ・ベネフィットの整理、具体例としてヨーロッパの低炭素まちづくり事例の現地調査
- (7) 近年の重要な動向であるスマートコミュニティに関する国内外の現地調査と都市エネルギーシステムの変化が電力システムに及ぼす影響の整理
- (8) 海外の大胆な取り組みをおこなっている公営エネルギー会社の活動調査
- (9) 都市におけるエネルギーマネジメントのための政策メニューの整理
- (10) 都市におけるエネルギー消費実態の把握手法の整理
- (11) 海外における長期エネルギー戦略ロードマップの実例調査
- (12) 社会システムにおいて構造的な変化が生じるメカニズムやモデルに関する情報収集と整理
- (13) 社会システムにおいて構造的な変化を誘導するマネジメント手法
- (14) 家庭部門、業務部門の技術的变化、電力システムにおける歴史的変遷の調査と整理

4. 研究成果

本研究では家庭部門、業務部門のエネルギー需要を形成している要素を建築仕様、建築設備およびエネルギー消費機器の仕様、所有、構成、居住者・建物利用者の行動に分類し、それらの要素がエネルギー需要に及ぼす影響を定量的に分析するとともに、エネルギー需要が決定される構造を再現するエネルギー需要推計モデルを開発し、関西電力管内に適用した。開発したモデルを用いて、各種省エネルギー技術、分散型発電技術が普及することによって生じるエネルギー需要の変化を推計した。また、これらの技術の普及によって生じる電力系統側での変化を調査し、定量的にその評価を行なった。これらは家庭部門、業務部門、電力システムに関連するエネルギーシステムの構成要素がエネルギーシステムの性能に及ぼす影響を明らかにするものである。これに加えて、家庭部門、業務部門の技術的变化、電力システムにおける歴史的変遷を調査し、オランダにおいて開発された Multi-level Perspective を用いて技術的变化と社会的変化の関係性を整理した。

これらの知見に基づいて、より望ましい技術的变化を生じさせるマネジメント策を大阪府茨木市地球温暖化対策実行計画に対して提案し、その内容が採択された。本計画の

特徴は、地球温暖化の中期目標として、温室効果ガスの削減目標だけでなく、長期的な大幅削減に繋がる社会的変化が生じることを「プロセス目標」として設定している点である。本実行計画に基づいて運営されているプラットフォームに参画し、プロセス目標の達成に向けて「2050年大幅削減に繋がる取組の萌芽」の創出に向けた活動を行なった。

また、「3. 研究の方法」で記した(1)~(12)の課題について、以下のような成果を得た。

- (1) ソフトエネルギーパスやホロニックパス、ネガワットなどこれまでの議論を整理し、都市をエネルギーシステムとして捉える必要性について整理した。
- (2) 都市エネルギーシステムを、需要家が享受するエネルギーサービスからライフスタイル、建物・機器の効率、エネルギーマネジメントシステム等の建物レベルから、都市レベルの発電・熱供給・スマートグリッドに至る要素に分解し、それをシステム図として整理した。
- (3) 民生家庭部門、業務部門を対象としてエネルギー需要を推計するモデルの開発を完了した。本モデルは個々の住宅、業務施設においてエネルギー需要が決定される構造を再現しつつ、年や都市圏の単位でエネルギー需要の推計を行うことができるものである。エネルギー需要のモデル化手法、データベースの構築手法について新たな手法を開発した。
- (4) 民生部門エネルギーシステムの最終目的である「エネルギーサービス」を整理し、特に東日本大震災以降のエネルギーサービスへの要求の変化についてとりまとめた。
- (5) 民生家庭部門・民生業務部門それぞれについて、前者は大阪市・日本全体を対象に、後者は街区レベルと大阪市全体を対象に、これまで実施してきたエネルギー消費削減ロードマップとシミュレーション結果を整理した。
- (6) 都市エネルギーマネジメント手法を「市民に対する省エネルギー行動の誘導」、「建物ストックのエネルギー効率向上」、「土地利用」、「都市インフラストラクチャーの整備」の4種に分類し、その内容を整理した。また、それらを実行する上で重要となるコ・ベネフィットとして、景観面での訴求、計画の市民に対する情報提供を特に取り上げ、海外先進事例をとりまとめた。
- (7) 近年の重要な動向であるスマートコミュニティに関して、国内4地域実証や海外の動向を調査し、再生可能エネルギーの普及によるエネルギーマネジメントの必要性について検討をおこなった。加えて、エネルギー需要の変化、分散型電源の普及が電力系統(配電線電圧・系統周波数・電源構成)に及ぼす影響を定量的に評価

した。

- (8) 米国サクラメント公益事業局の再生可能エネルギー普及、スウェーデンイエテボリエネルギー公社のエネルギーサービス事業を取り上げ、その内容と現地ヒアリングの結果をとりまとめた。
- (9) その他、都市におけるエネルギーマネジメントのための政策メニューについて、海外や東京都などの事例をとりまとめた。
- (10) 都市におけるエネルギー消費実態の把握における問題点を整理し、その誤差の大きさについて検討を加えるとともに、実態をエネルギーフロー図として評価する手法について検討した。
- (11) カナダバンクーバーの CitiesPlus (2100年までの超長期持続可能都市計画)を分析し、超長期ロードマップが備えるべき要件について整理した。
- (12) Multi-level Perspectiveなどの社会システムにおいて構造的な変化を記述するモデルを日本のエネルギーシステム、民生部門に適用し、結果に基づいて上記の通り茨木市に提案を行った。

研究期間中に東日本大震災が発生し、エネルギー問題に関する市民の関心が大きく高まったことを受け、以上の研究成果を整理し、研究者、自治体実務者等向けの書籍として執筆し、2014年7月に刊行予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計9件)

山口容平, 永山紗弥子, 下田吉之, 西山満, 西端康介, 今井和哉, 濱根潤也, 三瀬農士, 小規模事務所における冬期暖房負荷と室内温度分布, 空気調和・衛生工学会論文集, 査読有, No.197, 2013, pp.1-9

Yohei Yamaguchi, Yoshiyuki Shimoda, Takehito Kitano. Reduction potential of operational carbon dioxide emission of Nakanoshima business/cultural area as a model for low-carbon districts in warm climates. *Building and Environment*, 査読有. vol. 59, 2013, pp. 187-202.

Yohei Yamaguchi, Soki Nakashima & Yoshiyuki Shimoda: Per capita energy consumption for living, work, transport and other activities in cities in the Keihanshin Metropolitan Region, Japan, *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 査読有, 3:1, 2012, pp. 68-76

DOI : 10.1080 / 2093761X.2012.673923

Yohei Yamaguchi, Kenju Akai, Junyi

Shen, Naoki Fujimura, Yoshiyuki Shimoda, Tatsuyoshi Saijo. Prediction of photovoltaic and solar water heater diffusion and evaluation of promotion policies on the basis of consumers' choices. Applied Energy, 査読有. 2013. vol. 102, pp. 1148-1159.

高村しおり, 山口容平, 羽原宏美, 下田吉之: 太陽光発電と省エネルギー技術の大規模導入を考慮した地域電力需要の将来推計, 日本建築学会環境系論文集, 査読有, vol.77, no.680, 2012. pp.805-811

山口容平, 鈴木雄介, 山崎政人, 下田吉之, 村上周三, 坊垣和明, 松縄堅, 亀谷茂樹, 高口洋人, 半澤久, 吉野博, 浅野良晴, 奥宮正哉, 村川三郎, 依田浩敏: 非住宅建築物の環境関連データベースに基づく小売業態分類別商業施設一次エネルギー消費原単位の比較, 日本建築学会環境系論文集, 査読有, Vol77, no681, 2012, pp889-897

Yoshitaka Uno, Yoshiyuki Shimoda, Energy saving potential of cooperative management between DHC plant and building HVAC system, Energy and Buildings, 査読有, vol. 55, 2012, pp. 631-636.

藤本卓也, 山口容平, 岡村朋, 下田吉之. 余剰電力固定価格買取・全量買取のもとでの太陽光発電の経済性比較と普及影響評価. エネルギー・資源学会論文誌, 査読有. Vol.187, pp. 1-8. 2011年5月

山口容平, 下田吉之. 建物規模・用途別の熱源システム採用状況を考慮した地域冷暖房施設導入可能性評価に関する研究. 日本建築学会環境系論文集, 査読有. No. 663, 2011, pp. 509-505.

[学会発表](計27件)

青木拓也, 羽原宏美, 下田吉之: 世帯の需要特性を考慮した住宅用給湯機の導入効果分析, 第30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, 2014-1.23-24, 砂防会館

植嶋美喜, 羽原宏美, 下田吉之: 家庭における省エネルギー機器導入効果の世帯収入階級別評価, 第30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, 2014-1.23-24, 砂防会館

東野正和, 山口容平, 下田吉之: 高時間分解能を持つ住宅ロードカーブ推計モデルの開発モデル化手法に伴うロードカーブ特性情報損失の評価, 第30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, 2014-1.23-24, 砂防会館

松岡亜希子, 山口容平, 岡本大河, 下田吉之: 業務施設の多様性を考慮した近畿圏業務部門エネルギー需要モデルの開発とその1業務施設ストックデータベースに

基づく建物類型区分の開発, 第30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, 2014-1.23-24, 砂防会館

谷口綾子, 下田吉之, 山口容平: 改正省エネルギー法による民生家庭部門エネルギー消費の家族構成別削減効果, 第30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, 2014-1.23-24, 砂防会館

山口容平, 松岡亜希子, 山崎政人, 下田吉之, 村上周三, 坊垣和明, 松縄堅, 亀谷茂樹, 高口洋人, 半澤久, 吉野博, 浅野良晴, 奥宮正哉, 村川三郎, 依田浩敏: 商業施設エネルギー消費原単位分析に用いる業態区分の開発, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 2013.9.25-27, 信州大学

Akiko Matsuoka, Yohei Yamaguchi, Yusuke Suzuki, Yoshiyuki Shimoda: Urban scale modelling of energy demand of retail facilities, Proceedings of BS2013, 25-28 August, 2013, Chambery, France

Yohei Yamaguchi, Yusuke Suzuki, Ruchi Choudhary, Adam Booth, Yoshiyuki Shimoda: Urban-scale energy modeling of food supermarket considering uncertainty, Proceedings of BS2013, 25-28 August, 2013, Chambery, France
Takuya Aoki, Hiromi Habara, Yoshiyuki Shimoda: Development and validation of a residential sector energy end-use prediction model to estimate residential energy consumption in Japan, Proceedings of BS2013, 25-28 August, 2013, Chambery, France

山口容平, 佐藤大樹, 東野正和, 下田吉之: 住宅における生活時間と機器・設備操作がエネルギー消費に及ぼす影響, 第32回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集, 2013.6.6-7, 砂防会館

下田吉之, 山口容平, 牧紘, 植嶋美喜, 明德毅, 中原誠一郎: 2012年夏期の関西地区における家庭の節電効果分析, 第32回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集, 2013.6.6-6.7, 砂防会館

佐藤大樹, 山口容平, 東野正和, 下田吉之: 実測結果を用いた住宅電力消費の決定要因の分析, 第29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, 2013.1.29-30, 砂防会館

犬賀慎也, 羽原宏美, 下田吉之: 温暖地における住宅の断熱性能の向上による冷暖房エネルギー消費への影響, 第29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, 2013.1.29-30, 砂防会館

鈴木雄介, 山口容平, Ruchi Choudhary, 松岡亜希子, 下田吉之: 不確実性を考慮

した近畿圏内の食料品スーパーマーケットのエネルギー需要モデルの開発，第 29 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，2013.1.29-30，砂防会館

松岡亜希子，鈴木雄介，山口容平，下田吉之：近畿圏の小売店舗ストックを対象とするエネルギー需要モデルの開発，第 29 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，2013.1.29-30，砂防会館

青木拓也，羽原宏美，下田吉之：社会的要因が将来の家庭エネルギー消費構造に及ぼす影響，日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)，2012.9.12-14，名古屋大学

鈴木雄介，山口容平，下田吉之，堀直人：飲食店舗におけるエネルギー消費量削減の可能性，第 31 回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集，2012.6.5-6，大阪国際会議場

青木拓也，羽原宏美，下田吉之：社会的要因が将来の家庭エネルギー消費構造に及ぼす影響，第 31 回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集，2012.6.5-6，大阪国際会議場

山口容平，青木拓也，羽原宏美，下田吉之：アンケートに基づく住宅エネルギー消費決定要因の分析，第 31 回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集，2012.6.5-6，大阪国際会議場

佐藤大樹，山口容平，下田吉之：単位住宅電力消費の決定要因の分析 第三報 - 機器性能，生活行動，機器操作が住宅電力消費に与える影響 - ，第 31 回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集，2012.6.5-6，大阪国際会議場

〔図書〕(計 1 件)

下田吉之，学芸出版社，都市エネルギーシステム入門，2014 年，264p

6. 研究組織

(1) 研究代表者

下田 吉之 (SHIMODA, Yoshiyuki)
大阪大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：20226278

(2) 研究分担者

山口 容平 (YAMAGUCHI, Yohei)
大阪大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号：40448098

羽原 宏美 (HABARA, Hiromi)
大阪大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号：30566047