

「民生部門における 2030 年度の温室効果ガス 4 割削減に向けた対策の定量的分析」 業務報告書（概要版）

大阪大学大学院 工学研究科

下田 吉之

1. はじめに

地球温暖化対策計画では、2030 年度における日本の温室効果ガス排出量を 2013 年度比で 26%削減するという目標が掲げられており、中でも家庭部門は 2030 年度における CO₂排出量を 2013 年度比で 39%削減するという、他部門に比べて非常に高い削減目標が掲げられている。この目標を達成するための具体的な対策が長期エネルギー需給見通しおよび地球温暖化対策計画で示されている。

家庭部門の省エネルギー対策の効果は気象条件、家族構成、住宅の条件などによって異なり、これらの条件は世帯によって異なる。従って国単位で対策効果の評価を正確に行うためには、世帯の多様性を考慮することが求められる。また、効果の内訳（用途や機器）を明らかにすることも重要である。

本研究では、上記のような課題を解決できるボトムアップ型シミュレーションモデルを開発している。本モデルの特徴は、家庭部門エネルギー消費に影響を与える様々な要因を考慮できること、実際のエネルギー消費のプロセスを再現しエネルギー消費構造を明らかにできることである。

2. 家庭部門エネルギーエンドユースモデル

図 1 に家庭部門エネルギーエンドユースモデルのフローを示す。本モデルでは、家族類型 19 種類、住宅の建て方 2 種類、住宅延床面積 6 区分、建物断熱性能 4 区分の計 912 類型を考慮している。対象地域に居住する全ての世帯は、国勢調査および住宅ストックの熱性能構成比を用いて 912 の世帯類型に分類される。この中から代表世帯を抽出し、各代表世帯についてエネルギーシミュレーションを行う。

各代表世帯のエネルギーシミュレーションは、以

下の手順で実施される。まず、社会生活基本調査に基づき開発された居住者行動モデルにより、対象世帯の居住者一人ひとりについて属性（年齢、性別、就業形態など）に応じた行動スケジュールを生成する。これに基づき機器の稼働スケジュールを確率的に決定する。機器のエネルギー消費は、稼働スケジュールおよび稼働時・待機時の消費電力より算出される。給湯需要は、関連する行為が起こった場合に使用水量および上水温度から算出される。暖冷房エネルギー消費は、気象データ、住宅の間取り情報、壁や窓の熱性能等から動的熱負荷計算により算出された熱負荷と、居住者の在室状況と室温に応じて確率的に決定された暖冷房機器の稼働から算出される。

対象地域全体の家庭部門エネルギー消費は、代表世帯におけるシミュレーション結果を対象地域の総世帯数へと拡張することで推計する。

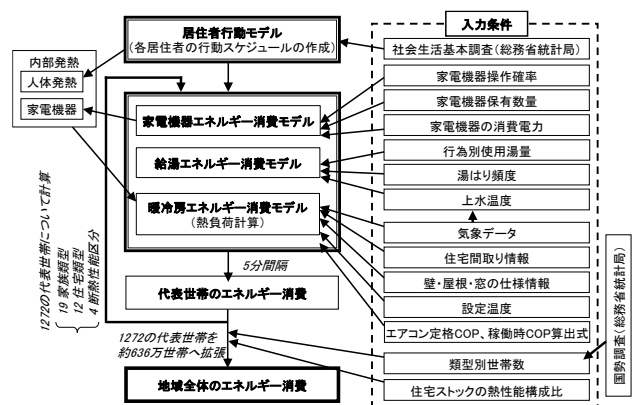


図 1 家庭部門エネルギーエンドユースモデル

3. 長期エネルギー需給見通しにおける 家庭部門温暖化対策の効果予測

長期エネルギー需給見通しおよび地球温暖化対策計画における政府試算では、世帯あたりの平均的な

CO₂ 排出削減量に導入世帯数を乗じることで削減効果が推計されており、気象条件や家族構成、住宅の条件などによるエネルギー消費の差異が考慮されていない。そこで、これらの条件が家庭部門エネルギー消費に与える影響を考慮した上で期待できる削減効果を確認するため、2 章で開発した家庭部門エネルギーエンドユースモデルを用いて、長期エネルギー需給見通しに示されている家庭部門向け温暖化対策の効果を予測する。計算条件を表 1 に示す。電力の CO₂ 排出係数は 2013 年度で 0.570 kg-CO₂/kWh、2030 年度で 0.370 kg-CO₂/kWh を用いた。

図 2 に家庭部門年間 CO₂ 排出量の推計結果を示す。年間 CO₂ 排出量は現状ケース（2013 年度）から対策ケース（2030 年度）にかけて、182.7 Mt-CO₂ から 109.7 Mt-CO₂ に削減された。政府試算の削減量が 79.3 Mt-CO₂ であるのに対し、本研究推計では 73.1 Mt-CO₂ とやや少ない結果となった。

この原因を分析するため、削減量の内訳を確認する。各対策による CO₂ 排出削減効果を図 3 に示す。政府試算の削減効果は本研究推計よりも 8.3 Mt-CO₂ 少ない。特に高効率照明の導入による効果で差が大きい。本研究では居住者の在室スケジュール、日の出・日の入時間に基づいて一年間の照明使用時間を決定している一方、政府試算では部屋によらず全ての照明について年間 2000 時間（＝1 日あたり約 5.5 時間）使用すると想定されている。このことから、政府試算の高効率照明の導入による削減効果は過大に見込まれており、実際に得られる効果と乖離している可能性が高いと言える。

表 1 計算条件

計算条件	現状ケース	対策ケース
総世帯数 類型別世帯数分布	国勢調査(2010年)より設定	人口問題研究所推計(2030年)より設定
暖房機器のシェア	エアコン、電気ヒーター、ガスストーブ、灯油ストーブのシェアを考慮	現状ケースと同様のシェアと仮定
給湯器のシェア	電気温水器、ガス給湯器、石油給湯器、HP給湯機、潜熱回収型給湯器のシェアを考慮	長期エネルギー需給見通しの目標普及台数を各地域に割り振り(現在の電化率を考慮) ・HP給湯機: 1400万台 ・潜熱回収型給湯器: 2700万台 ・燃料電池: 530万台
照明エネルギー効率	全世帯で蛍光灯照明を使用	全世帯でLED照明を使用
家電機器保有数量	全国消費実態調査、消費動向調査に基づき設定	過去の傾向を回帰して設定
家電機器エネルギー効率	本研究推計	家電機器ストックモデルにより設定
住宅ストックの熱性能	本研究推計	長期エネルギー需給見通しの設定(新築住宅の省エネ基準達成率は2020以降100%)に倣い、本研究推計

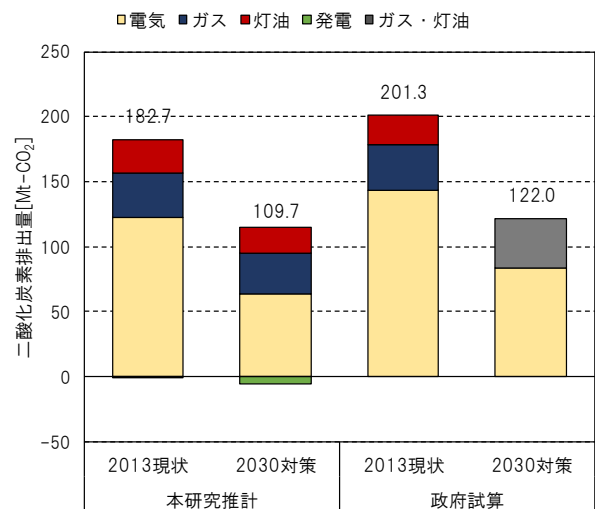


図 2 家庭部門年間 CO₂ 排出量の推計結果

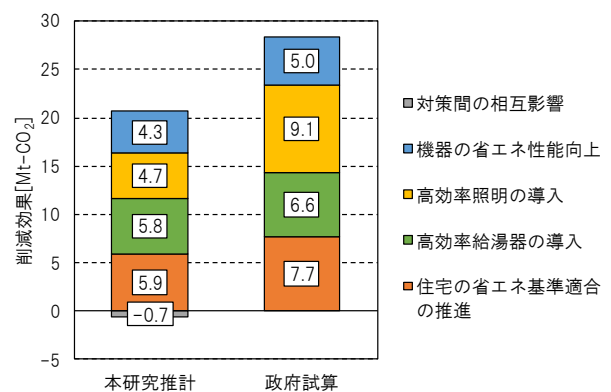


図 3 各対策による CO₂ 排出削減効果

4. 就寝中の冷房使用に関する調査

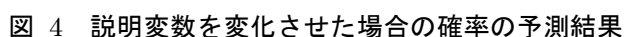
ある調査によると関西地方で 8 月中旬の就寝時に冷房を使用する者は約 40%であり、就寝時によく冷房が使われる実態が伺える。今後温暖化の進展や快適性の追求によって就寝時の冷房使用がさらに増加する可能性がある。これまで本モデルでは、就寝時の冷房使用について個人差を考慮できておらず、全員が平均的な判断基準で冷房を使用するとしていた。

本研究では、就寝時の冷房の使い方は居住者属性（年代、性別、地域、住宅の条件等）と関係があると考え、アンケート調査によってこの関連性を明らかにする。この分析結果は家庭部門エネルギーエンドユースモデルの入力条件を生成するデータベース

どの調査期間においても、「ずっと冷房をつけている」「切タイマー」「就寝中は冷房をつけない」の3カテゴリーが大部分を占め、入タイマーを使用する者は少なかった。単純集計結果から、地域、住宅の建て方、時期、同室で就寝する人数、性別、年代によって就寝中の冷房使用が異なることが分かった。

設問	選択肢など
性別・年齢	
居住地(都道府県)	
世帯年収	
住宅の築年数	5年区分
住宅形式	戸建住宅、集合住宅
住宅の所有関係	持ち家、賃貸、官・公・社宅／寮
寝室のある階	1階、中間階、最上階
寝室の窓の方位(複数選択)	東、西、南、北、天井面、寝室に窓はない
同じ部屋で寝る人の性別・年齢	
平均的な就寝時刻と起床時刻	
主な冷房・通風手段(単数選択)	
補助冷房・通風手段(複数選択)	エアコン、扇風機、セントラル空調、窓開け
就寝中の暖房設定温度	数値入力
就寝中に冷房を使用するか	・就寝から起床までずっと冷房をつけている ・切タイマーを使用する ・入タイマーを使用する ・切タイマーと入タイマーを両方使用する ・その他 ・就寝中には冷房を使用しない
切タイマーの設定時間	就寝時刻から何時間後にOFFにするか
入タイマーの設定時間	起床予定時刻から何時間前にONにするか

	地方	外気温	住宅の 建て方	築年数	寝室の階数	世帯年収	同居で就寝 する人数	65歳以上	未就学児
標準条件	関東地方	27.35℃	集合住宅	15～ 20年	最上階	400～ 600万円	2人	含まない	含まない



多項ロジスティック回帰式を用いて、表 3 に示す標準条件から説明変数の一つずつ変化させた場合の確率を算出した。これを図 4 に示す。外気温が同じでも、北海道では標準条件（関東）に比べて就寝中に冷房を使用する確率が顕著に低い。北海道では冷房機器の保有が少ない等の影響が反映されていると考えられる。就寝中の冷房使用確率を上昇させる説明変数は、外気温、集合住宅、同室で就寝する人数が 4 人、未就学児である。就寝中の冷房使用確率を低下させる説明変数は、北海道、東北地方、近畿地方、築年数、就寝する人数が 1 人、65 歳以上である。

また、就寝時の冷房の使い方に関するアンケート調査を実施し、多項ロジスティック回帰分析により影響要因を分析した。今後この分析結果に基づき、家庭部門エネルギーエンドユースモデルの入力条件を生成するデータベースを構築していく。