

課題名	E-0803 低炭素社会に向けた住宅・非住宅建築におけるエネルギー削減のシナリオと政策提言
課題代表者名	村上 周三（独立行政法人建築研究所 理事長）
研究実施期間	平成20～22年度
累計予算額	77,376千円（うち22年度 27,456千円） 予算額は、間接経費を含む。
研究体制	<p>研究体制</p> <p>(1) 住宅・非住宅建築エネルギー消費量削減のシナリオにもとづいた将来予測と政策提言（独立行政法人建築研究所）</p> <p>(2) 住宅・非住宅建築エネルギー消費量推定法の東京都を対象とした検証と予測モデルの改良（東京理科大学）</p> <p>(3) 住宅・非住宅建築エネルギー消費量推定法の大阪市を対象とした検証と予測モデルの改良（横浜国立大学）</p> <p>(4) 住宅・非住宅建築エネルギー消費量推定法の仙台市を対象とした検証と予測モデルの改良（東北大学）</p> <p>(5) 住宅・非住宅建築エネルギー消費量の将来推計手法の開発（慶應義塾大学）</p> <p>(6) 全国各地の住宅・非住宅建築における室内環境、設備、エネルギー消費量原単位等に関するデータベースの作成（秋田県立大学）</p>
研究概要	<p>1. はじめに</p> <p>エネルギー消費量は、一般に民生、産業、運輸3部門に分類され、そのうち、ただ一つ、民生部門（住宅、業務用建築）のみが一貫して増加を続けており、この増加傾向に歯止めをかけることは、日本のみならず世界の各国にとって差し迫った重要な課題となっている。</p> <p>民生部門における省エネルギー（以下、省エネと略記）対策の検討には、各種方策に基づく省エネ効果や民生用エネルギー需要の将来予測を全国規模で実施することが必要である。また、民生用エネルギー消費量削減のための対策には人口動態、建物寿命など長期的に変化する要因が多く関係し、対策が効果を発揮するまでに長い時間を要するものが多い。このため、省エネ推進に向けた制度や基準の導入、および技術開発の支援などの政策判断を行う上で、対策効果や民生用エネルギー需要の数年、数十年、50年以上の将来に渡る精度の高い予測が必要となる。</p> <p>これまで住宅・非住宅建築物におけるエネルギー消費量に関する実態調査、並びに将来予測に関する研究はいくつか進められている。しかしながら、将来予測を行う上で必要な現状のエネルギー消費実態、建築関連資料が未だ十分に揃っていない。特に、非住宅建築については、建物の種類が多いこともあり、極めて少ない。また、将来予測の精度も不十分であり、予測精度の検証も行われていないのが現状である。</p> <p>2. 研究目的</p> <p>そこで本研究では、中、長、超長期的な視点から、住宅・非住宅建築におけるエネルギー消費量の大幅削減の方策を探るため、建築におけるエネルギー消費量の詳細なデータベースを始めとして、将来人口、社会システム、建築性能、設備機器普及率、利用形態、エネルギー効率基準の規制導入などのエネルギー消費に関連のある最新の資料に基づいて、エネルギー消費量削減のシナリオを提案し、日本各地および日本全体のエネルギー消費量の将来を精度よく推定するとともに、エネルギー消費量削減を現実的に推進するための政策を提言することを目的とする。</p>

3. 研究の方法

本研究課題は、図1に示す研究実施体制により行われた。

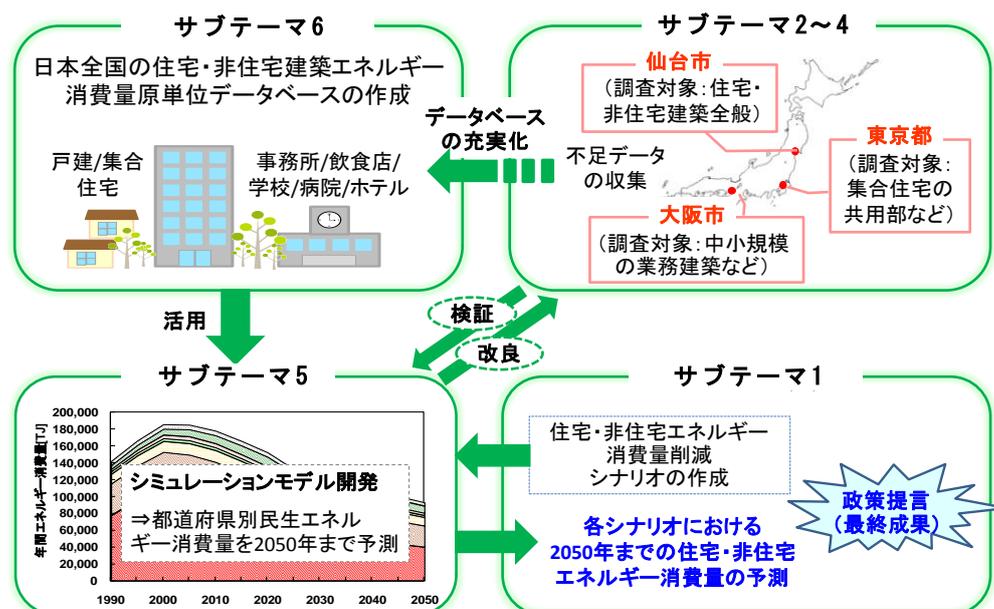


図1 本研究課題における研究体制の概要

(1) 住宅・非住宅建築エネルギー消費量削減のシナリオにもとづいた将来予測と政策提言

民生エネルギー消費量削減シナリオに関連する国内外の研究事例調査を行い、社会シナリオ、技術進歩シナリオ、そして政策シナリオの組み合わせによる将来シナリオの設定を行った。サブテーマ5において開発された住宅・非住宅エネルギー消費（CO₂排出量）推計マクロモデルを用いて、設定した各シナリオにおけるエネルギー消費（CO₂排出量）の将来を予測し、エネルギー削減に寄与する項目の抽出および政府が掲げるCO₂削減目標の達成を可能とするために必要とされる政策について検討を行った。

(2) 住宅・非住宅建築エネルギー消費量推定法の東京都を対象とした検証と予測モデルの改良

超高層及び高層集合住宅を対象とした実測調査によって取得した2年間の専用部消費量データおよび同時並行して実施されている研究による共用部エネルギー消費量の調査結果に基づき、①専用部に共用部を加えた住棟全体、②同一住棟内における専用部、③共用部、の3点から集合住宅のエネルギー消費の実態について検討を行った。

住棟全体では、超高層集合住宅の共用部消費量が非常に大きいことを示し、住棟により専・共用部消費構成が大きく異なることを示した。専用部では、給湯消費量抽出及び用途分解を試み、専用部消費内訳を算出した。共用部では、実測調査より季節変動要因の把握を行うとともに、集合住宅共用部の消費構成を示した。さらに、専・共用部それぞれにおいて推計手法の構築を試みた。

(3) 住宅・非住宅建築エネルギー消費量推定法の大阪市を対象とした検証と予測モデルの改良

非住宅建築については、京阪神地区に立地する同一事業者138軒の小売店舗を対象にエネルギー消費構造把握のためのエネルギー消費実態調査を行なうとともに、類型別の代表店舗6軒を対象として、時刻別・用途別エネルギー消費量に関する詳細実測調査を行った。一部の店舗においては、冷設什器の熱収支に関する詳細計測を行い、その結果を基に店舗全体のエネルギー需要予測モデルの構築を行った。住宅については、数値モデルを用いて、住宅種別や住宅形態が空調・照明エネルギー消費特性に及ぼす影響を検討した。住宅種別に関する検討は、戸建住宅、集合住宅、長屋住宅に対して行なった。住宅形態に関する検討は、住宅の間取りや周辺条件の変化に対して行なった。

(4) 住宅・非住宅建築エネルギー消費量推定法の仙台市を対象とした検証と予測モデルの改良

平成22年度は、予測モデルの改良を行った。住宅に関しては、予測モデルによる計算値とアンケート調査を比較すると、計算値は暖房の消費量が若干大きく、給湯の消費量が小さかったため、家族類型を増やし、より実態を反映させた予測モデルを構築した。非住宅建築物に関しては、建物用途を5用途から13用途に分け、より詳細な予測モデルの構築を行った。

また、改良した予測モデルを用いて、仙台市の住宅・非住宅を対象に、2050年までの将来予測を行った。自然に推移したケース、省エネ対策ケースの2ケースについて推計を行い、省エネ対策ケースに関しては、省エネ対策別のエネルギー消費量の削減量を定量的に評価した。

(5) 住宅・非住宅建築エネルギー消費量の将来推計手法の開発

将来人口、社会システム、建築性能、設備機器普及率、利用形態、エネルギー効率基準の規制導入などの政策シナリオに応じて、住宅・非住宅建築のエネルギー消費量、及びCO₂排出量を2050年まで予測する手法を開発した。予測をする上で必要となる床面積やエネルギー消費量等に関する基礎データを整備するとともに、エネルギー消費量に影響を及ぼす低炭素技術の普及動向を把握するために、住宅、非住宅建築物それぞれの建築主に対してアンケート調査を実施した。これらを通じて、平成20年度は集合住宅、平成21年度は戸建住宅、平成22年度は非住宅建築物を対象として、予測手法を確立してきた。そして、本予測手法を用いて、各種政策を実施した際の削減効果について評価することで、中長期削減目標の達成に向けて実施すべき政策について検討を実施した。

(6) 全国各地の住宅・非住宅建築における室内環境、設備、エネルギー消費量原単位等に関するデータベースの作成

エネルギー消費量を推定するために必要な全国各地の住宅・非住宅建築に関連するデータを整備するために、既往調査から得られている各種データを収集するとともに、現時点で不足するデータについては新たに調査を実施しデータの蓄積を行った。モデル検証のために必要なエネルギー消費原単位について地域別・建物種別に既往文献調査結果を抽出した。特に、住宅関連データについては、調査データが少ない農業地域の住宅を対象としたアンケート調査を実施した。また、断熱改修、節約型のライフスタイルへの移行、高効率機器の変更によるエネルギー削減効果を、実測調査ならびに数値計算により定量的に評価した。さらに、住宅用の高効率機器の2050年までの普及率データを得るために、デルファイ法を用いた調査を実施した。

4. 結果及び考察

サブテーマ1では、サブテーマ5で開発された住宅・非住宅建築エネルギー消費量・CO₂排出量推計モデルを用いて、政府が掲げるCO₂削減目標の達成可能性および低炭素化社会に向けて必要となる政策について検討を行った。その結果、民生家庭部門において短期的にエネルギー消費削減効果を得るためにはライフスタイルの変化（省エネ努力の推進）が効果的であるが、長期的には太陽光発電の普及および継続的な発電効率の向上努力が重要であり、2050年には民生家庭部門のゼロエネルギー化がほぼ達成されることが示唆された（図2）。

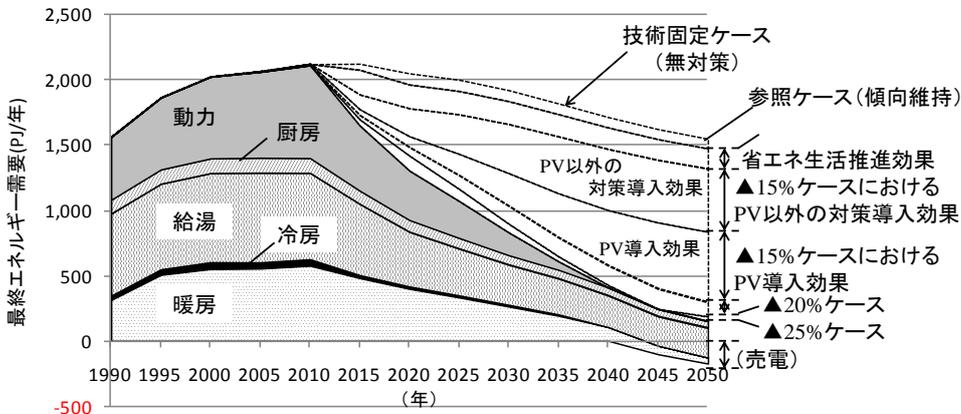


図2 民生家庭部門におけるエネルギー消費量削減対策の実施効果予測結果

また、政府が掲げるCO₂削減目標を達成するためには、環境省中長期ロードマップ小委員会で検討された低炭素化技術導入目標の達成だけでなく、ライフスタイルの変化を含む国民一人一人の努力および電力会社による電力CO₂排出係数削減努力など各方面が一体となって努力する必要があることが定量的に示された（図3）。サブテーマ2～5から得られた知見から、ライフスタイルの変化や低炭素技術の普及を促すためには、経済的便益の有無だけでなく、省エネ効果の認知度向上や機器のデザイン性・イメージ向上を促すための政策を社会心理学の知見を生か

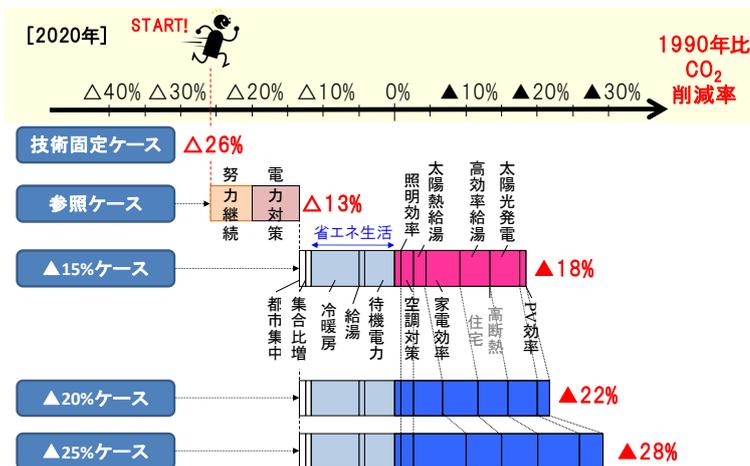


図3 2020年時家庭部門CO₂削減率（1990年比）予測結果

しつつ検討する必要があることが示唆された。また、非住宅建築エネルギー・CO₂排出量予測についてサブテーマ5で検討された結果、各種低炭素化機器の初期投資に対する障害の除去や、エネルギー削減効果に関する正しい認知、建物オーナーとテナント利用者が一致していないことによる省エネルギー対策の遅れに対する合意形成手法の構築などといった、ソフト面の支援による効果が非常に大きいことが示唆された。今後の政策として、経済的支援だけではなく情報政策の実施が重要であると考えられた。

サブテーマ2~4では、将来的な住宅・非住宅建築エネルギー消費量の予測精度を向上させるべく、東京都、大阪市、仙台市を対象とした調査を行った。

サブテーマ2における検討では、東京都における超高層・高層集合住宅を対象とした専・共用部の実測調査を2年間にわたり実施したほか、既往研究を活用しつつ、中央監視装置が設置されている超高層集合住宅において共用部エネルギー消費量調査等を行った。

住棟全体における検討では、超高層・高層・中層の各建物について調査した。専・共用部のエネルギー消費の比率は住棟で大きな違いがあること、特に超高層集合住宅では共用部エネルギー消費が大となる傾向が顕著であること、などを示した。また、住棟全体の月別データについて分析し、季節変動は一般には専用部消費量に寄与するところが大きいことを示した。

専用部における検討では、専用部全体のエネルギー消費の変動から、まず最大用途である給湯用エネルギーを、さらに暖冷房、照明・その他を推計する用途分解を試み、概ね良好な推計精度が得られた。また、建物ハードや外気条件と専用部消費量との関係や、同一住棟内におけるエネルギー消費特性について検討した。その結果、同一住棟内においても居住者の世帯構成や住まい方、保有家電台数等は様々であり、エネルギー消費量に及ぼす影響は大きいことを示した。併せて、既往研究データも活用してエネルギー消費量に及ぼす寄与度の大きい因子を抽出し、推計精度向上について検討を行った(図4)。

共用部における検討では、既往研究や長期にわたる月別エネルギー消費データなどを分析し、主な季節変動要因は空調消費であること、空調エネルギー消費量は外気温と高い相関があること(図5)、照明：動力(エレベータ+給水ポンプ)は、概ね一定の比率となること(図6)、などを示した。さらに、①各月変動分÷空調消費量、②照明：(エレベータ+給水ポンプ)÷4：1、の2つの関係を用いた共用部消費量の簡易推計手法を提案した。また、その推計結果が概ね良好な精度を得られていることを確認した。以上の成果を踏まえながら、共用部エネルギー消費量と階数・廊下形式などとの関係性について分析した。その結果、住棟の高さに伴う廊下形式などの平面計画や、導入設備の違いが共用部消費量に大きく影響し、特に廊下形式の違いによる照明・空調用途のエネルギー消費量の差異が顕著にみられることを示した。

以上の検討から、住棟全体、専用部、共用部それぞれの視点から、推計精度向上に寄与する有効な知見が得られた。

サブテーマ3では、非住宅建築と住宅に対してエネルギー削減のシナリオ構築と政策提言に資する

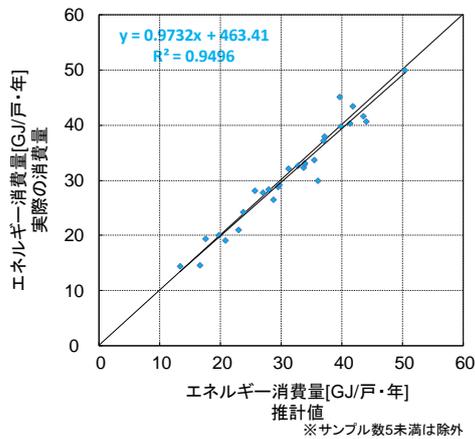


図4 世帯人数・省エネ実行度・機器所有台数によるエネルギー消費量推計値と実際の消費量(平均値)の関係

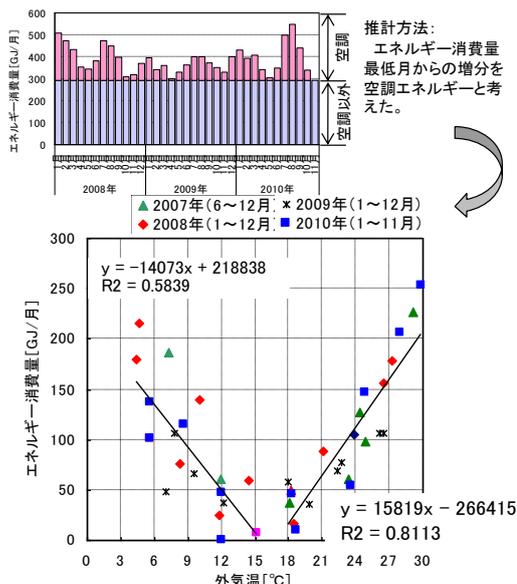


図5 空調消費量(抽出値)と外気温の関係

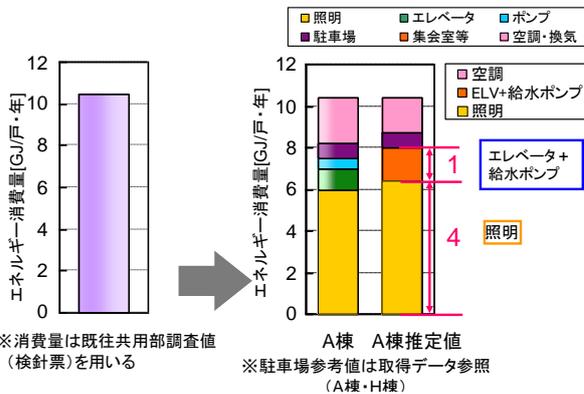


図6 共用部内訳の推計

※実測内訳は、国土技術政策総合研究所が(財)建築環境・省エネルギー機構に設置した集合住宅共用部省エネルギー推進研究会での成果

ため、エネルギー消費実態データ収集等の基礎的な検討を行なった。

非住宅建築に関しては、中小規模の事務所や商業店舗約900軒のエネルギー消費実態データを収集した結果として、エネルギー消費原単位には大きなばらつきがあり、業種・業態などの「建物の使われ方」が大きな影響を与えていることを示した。次いで、同一事業者の食料品小売店舗138軒を対象にエネルギー消費特性の決定要因を抽出した結果として、売場面積あたりの冷凍能力が大きな影響を与えていることを示した。また、類型別の代表店舗7軒を対象として、時刻別・用途別エネルギー消費量に関する詳細実測調査を行った結果から、冷設什器のエネルギー消費量が約3分の2を占め（図7）、什器に対する省エネルギー対策が有効であることを示した。それらの結果を基に、冷設什器を有する食品小売店舗のエネルギー消費予測モデルを構築した。予測モデルでは、図8に示すように冷設什器の形態や設定温度ごとに電力消費量や室内との熱交換量を予測するとともに、冷設什器からの冷気漏れを考慮した建物全体の空調エネルギー消費量を予測することが可能となる。各類型別の小売店舗において（図9）、季節変動から時間変動まで、さらには用途分解されたデータを収集することで、きめ細やかな地域エネルギー量の把握や数値シミュレーションの検証データとして活用できる。

住宅建築に関しては、モルフオロジー的な視点がエネルギー消費分析に不可欠との考えの下で、研究分担者が構築した数値モデルを用いて住宅エネルギー消費予測を試みた。まず始めに、住宅形態に着目し、世帯条件や省エネルギー対策の導入レベルごとにネットゼロエネルギーを達成する条件を特定した（表1）。なお、ネットゼロエネルギーは「PV発電量がエネルギー消費量を上回る」と定義した。得られた結果を基に、ネットゼロエネルギー達成のために必要な住宅ストックを大阪市について検討し、市域全体でネットゼロエネルギーを達成するためには延床面積の小さな住宅と大きな住宅は集合住宅とし、中程度の住宅は戸建や長屋とする大規模な再分配が必要であることを示した。次いで、住宅の間取りや周辺環境条件がエネルギー消費量に与える影響を定量化し、典型的な標準条件に対して、省エネルギー街区形状に変更することにより5%程度、省エネルギー間取りに変更することにより25%程度のエネルギー消費量（空調・照明）を削減することを示した（図10）。

サブテーマ4では、仙台市における住宅・非住宅建築を対象としたエネルギー消費実態アンケート調査の結果とサブテーマ5で開発された住宅・非住宅建築エネルギー消費量予測モデルの計算結果を比較し、精度の検証および改良を行った。住宅に関しては、総エネルギー消費量におけるアンケート結果と計算値の差異は2%程度であり、高い精度で予測できることが示された。改良した予測モデルを用いて仙台市の1990年から2050年における住宅エネルギー消費量を算出した結果、自然に推移した場合は、2050年には1990年比36%、省エネ対策を行った場合は、2050年には1990年比81%の削減が見られ、大幅に削減できる可能性が示唆された。非住宅建築物に関しては、建物用途を5用途から13用途に分け、より詳細な予測モデルの構築を行った。改良した予測モデルを用いて仙台市の1990年から2050年における非住宅建築物エネルギー消費量を算出した結果、自然に推移した場合は、2050年には14%、省エネ対策を行った場合は、2050年には1990年比55%の削減が見られた。

住宅と非住宅を合わせて、仙台市の1990年から2050年の民生部門におけるエネルギー消費量の予

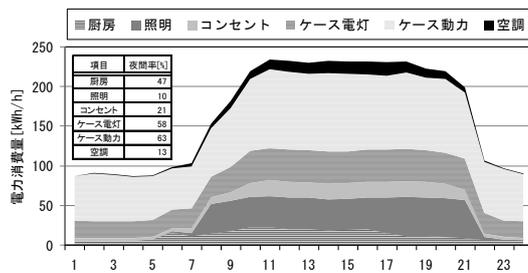


図7 用途別電力消費量の時刻変動

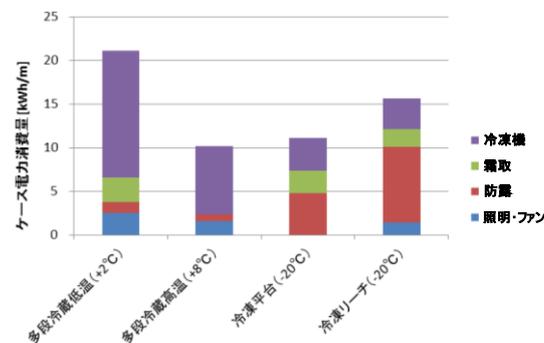


図8 各什器の電力消費量（幅1mあたり）

主な取扱商品	規模(業態)				
	個人店	コンビニ	専門スーパー	総合スーパー	百貨店
食料品取扱店	H20年度調査	H22年度調査	H21年度調査	H22年度調査	IBEC
衣料品・住関連専門店	H20年度調査	H22年度調査	H22年度調査	H22年度調査	

図9 本グループで収集したエネルギーデータ

表1 ネットゼロエネルギー達成可能性評価結果

住宅条件	PV容量	年間発電量(kWh)	ネットゼロエネルギー達成率(%)				
			ベース	建物仕様	居住者	機器	全対策
戸建	4.4kW	4625	72	82	80	91	115
	8.8kW	7400	115	131	129	148	184
集合(中間)	2.7kW	2294	45	46	48	57	62
	4.2kW	2794	55	56	59	70	75
長屋	2.9kW	3051	59	61	64	73	81
	5.8kW	4874	94	97	102	117	130

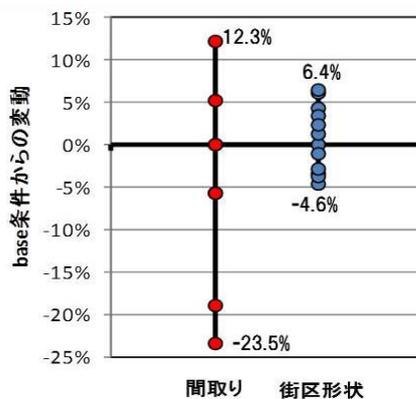


図10 間取りや街区形状の影響

測を行った。図11に民生部門におけるエネルギー消費量の推移を示す。自然に推移した場合、2010年まで1990年比1.05倍まで増加した後、減少に向かい2050年には1990年比0.75倍となる。省エネ対策を実施した場合は、2010年以降は減少し続け、2050年には1990年比0.3倍となり、非常に大きな削減効果があることが示された。また、図12に民生部門におけるCO₂排出量の推移を示す。CO₂排出量の積算値は電力CO₂排出係数の影響を大きく受けたため、2005年が最も大きい。2005年以降は電力の排出係数の向上に伴い減少し、2050年には1990年比81%と非常に大きな削減効果が見られた。

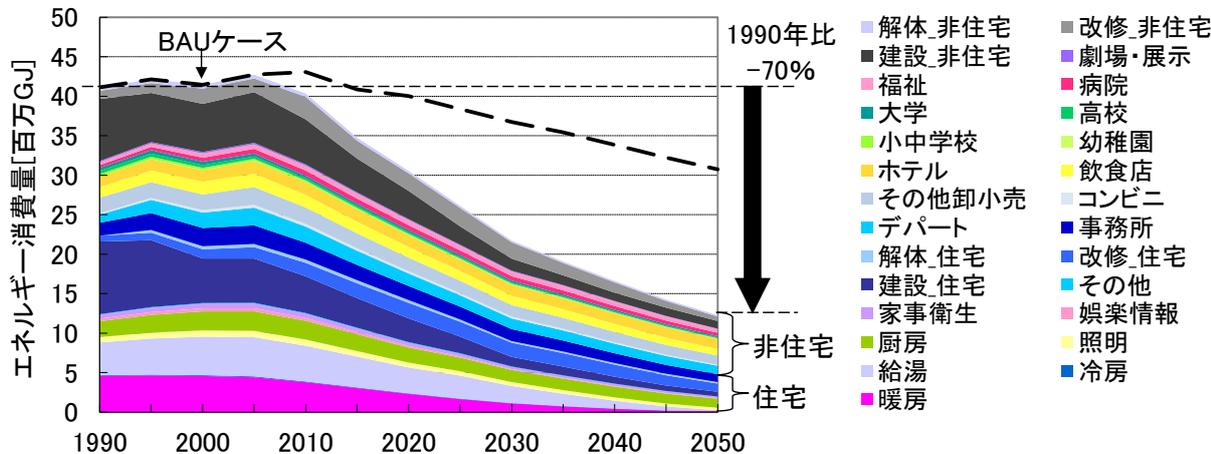


図11 民生部門エネルギー消費量の推移(省エネ対策ケース)

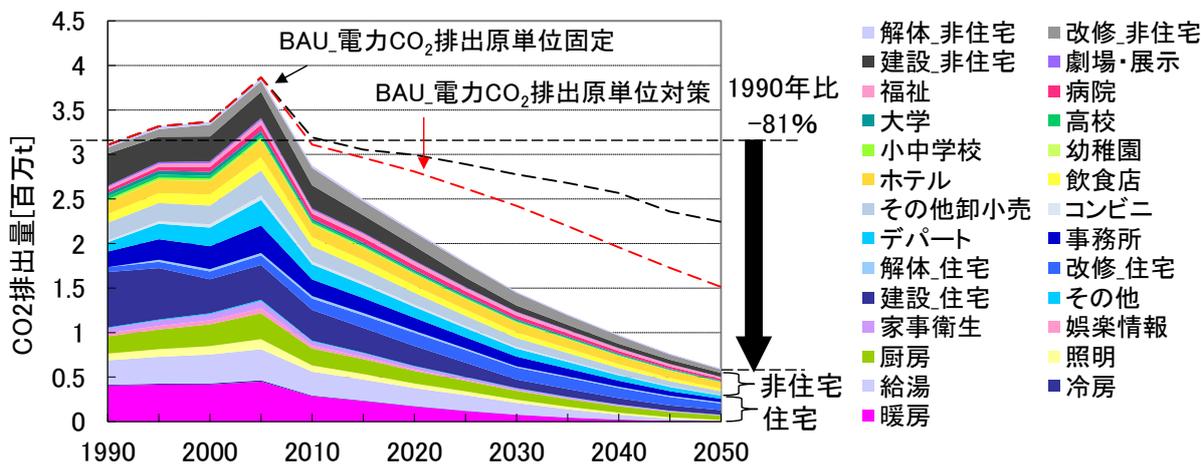


図12 民生部門CO₂排出量の推移(省エネ対策ケース)

サブテーマ5では、住宅、非住宅建築起因のエネルギー消費量、CO₂排出量の予測手法を開発し、本予測手法を用いて各種政策を実施した際の削減効果について評価した。集合住宅、戸建住宅、非住宅建築物のCO₂排出量の予測結果をそれぞれ図13~15に示す。

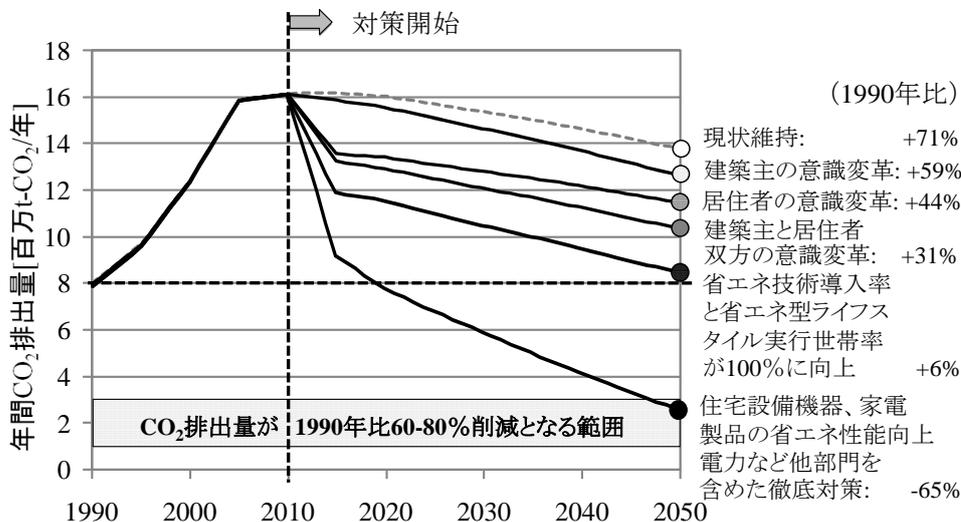
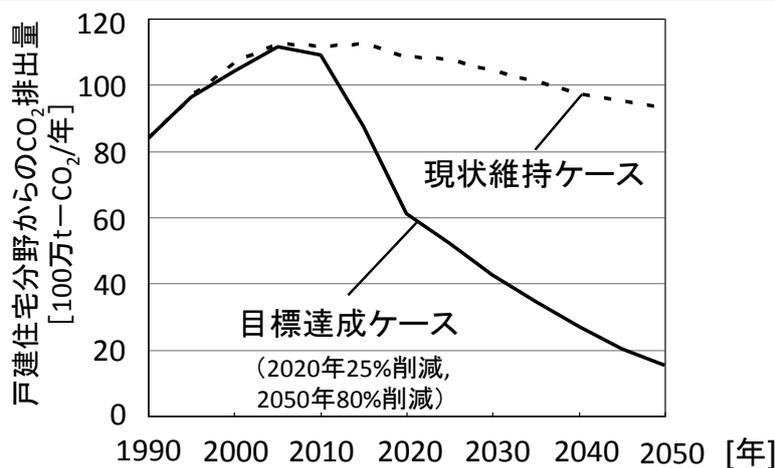
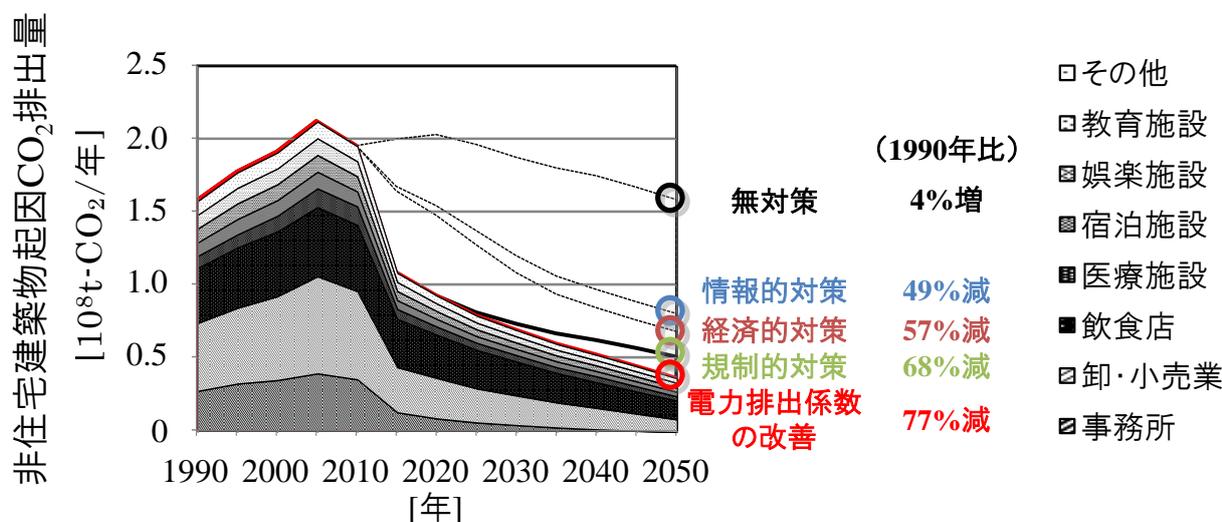


図13 集合住宅起因のCO₂排出量の予測結果

図14 戸建住宅起因のCO₂排出量の予測結果図15 非住宅建築物起因のCO₂排出量の推測結果

集合住宅起因の2050年におけるCO₂排出量は、省エネ技術導入、省エネ型ライフスタイル、電力CO₂排出係数の改善などを見込んだ徹底対策シナリオでは、最大で1990年比65%削減が可能であることが示された。また戸建住宅では、2020年で1990年比25%、2050年で1990年比80%という削減目標達成のためには、太陽光発電・高効率給湯器の普及率を今後10年間で20%にまで向上させ、それ以降も毎年1%ずつ普及率を向上させていくとともに、新築住宅では次世代省エネ基準（平成11年基準）を100%とし、既存住宅では全て平成4年基準への改修を行う必要が明らかとなった。一方、非住宅建築物では、省エネ技術導入を義務付ける規制的対策に加え、電力CO₂排出係数の改善を見込んだ場合に、最大で1990年比77%の削減が可能であることが示された。このように中長期目標の達成に向けては、省エネ技術の導入やユーザーによる省エネ行動の実施、電力分野の努力等を促進する徹底した政策を実施することで大幅な削減が可能であることが示唆された。

サブテーマ6では、サブテーマ5のモデルにおいて不足している入力関連データのうち、既往研究からは得られないデータを整備した。

調査データが少ない農業地域の住宅を対象としたエネルギー消費原単位に関しては、農業地域やその周辺地域における住宅のエネルギー消費量を把握するためにアンケート調査を行い、住宅の省エネルギー基準にて定義されている地域区分Ⅰ～Ⅵ地域におけるエネルギー消費原単位の地域性を示した。Ⅱ～Ⅳ地域において、農業地域のエネルギー消費量は都市的地域よりも大きくなっており、暖房用や給湯用で大きい一方で、Ⅰ地域や、Ⅴ、Ⅵ地域では都市的地域の方がエネルギー消費量は大きい、Ⅰ地域で顕著であることがわかった。この理由として、住宅規模や家族人数、建物の断熱気密性能、住まい方など種々の要因が関連していると考えられ、両地域の差を説明するために、農業地域と都市的地域の住宅特性の違い着目し、関連項目を検討することは、住宅の省エネルギー化に有益な情報となると考えられる。そこで、農業地域と都市的地域の住宅特性を把握するために、外的基準を両地域とした数量化理論Ⅱ類による判別分析を試みた。分析対象は、Ⅵ地域を除いたデータに欠落のない170戸である。分析に用いた因子は暖房用エネルギー消費量の差異に関連すると考

えられる15因子とし、因子間に多重共線性が生じないように配慮した。計算の結果、「暖房室数」では室数が少ないほど都市的地域と判別され、「暖房時間タイプ」は、暖房時間が長いほど農業地域と判別される傾向にある。また、「地球環境への関心」では関心が低いほど、また「暖房消費量の認識」は、他の住宅よりも消費量が少ないと考えていることが農業地域の住宅と判別されることが分かった。今回の分析ではサンプル数が十分ではなく、農業地域と都市的地域の住宅特性を十分に判別しているモデルが構築されたとは言い難い。特に、暖房環境は地域性が強い地域毎に分析する必要があると考えられ、この点については今後の課題であるが、両地域の特性が異なることが示唆されたため、エネルギー消費量予測モデルにこれらの知見を反映させることの意義が確認できる。

住宅の断熱改修、節約型のライフスタイルへの移行、高効率機器の変更によるエネルギー削減効果については、東北地方の住宅の事例調査ならびに数値計算により定量的に評価した。断熱改修には特定部位のみ改修する場合から、住宅設備を含めて全面的に改修する場合がある。どの段階まで改修するかにより得られる効果は異なるが、概ね、①断熱気密性能が向上し、各室間の温度差や上下温度差が低減する等、室内温熱環境が向上する。②断熱性能の向上により、空間的な暖房効率が向上する。③断熱改修そのものによるエネルギー消費量削減効果だけでなく付随する効果として、居住者に省エネ意識の向上が期待できる。ことが確認できる。また、家族世帯を想定して住宅モデルを作成し、生活行動の変更等によるエネルギー削減効果を定量的に検討した。計算では、家族4人(夫婦、子供2人)が生活することにより消費されるエネルギー(暖冷房、給湯、機器、照明)を算出し、機器等の使用状況、高効率機器への変更、断熱強化を計算条件に反映させ、地域は札幌、盛岡、仙台、東京、鹿児島、沖縄とした。機器等の使用を節約することにより、現状から5%削減、高効率機器への変更により25%削減、さらに断熱強化により最大35%程度のエネルギー削減が期待できる。一方、高齢夫婦世帯を想定した場合には、現状で節約意識が高いためライフスタイルによるエネルギー削減は困難であり、暖房や給湯設備など消費割合の高い用途の機器効率を向上させることが効果的である。ただし、特に寒冷な地域では、断熱改修を行うと暖房時間・面積が増大する可能性があるため、単純に省エネルギーに繋がらない場合があり入念な計画を要することがわかった。

住宅分野の高効率機器の2050年までの普及率データについては、将来的対策の検討にはデルファイ法による調査が有効と判断したためデルファイ調査をデザインし、住宅関連企業に従事する実務者を対象とした調査を実施した。対象とした技術項目は、高効率給湯、高性能建材、高効率暖冷房システム、太陽光発電、照明技術、コジェネレーションシステム、HEMS(ホームエネルギーマネジメントシステム)、木質バイオマス、環境負荷の少ない建材、既存住宅の省エネ技術である。それぞれの技術に対して、10年毎の世帯普及率データを整備した。例えば、潜熱回収型給湯技術の2050年時点の普及率は約50%、高効率ヒートポンプ技術が約40%、太陽熱利用技術は約20%程度と予測されている。また、太陽光発電については、2020年頃に20%程度、2050年頃に40%程度の普及率と予測された。予測結果の妥当性を確認するために経済産業省や環境省によって将来予測の検討のために提示されている予測値と比較した。既往の予測値が得られた技術は、高効率ヒートポンプ給湯技術、太陽光発電技術、高効率LED照明技術、HEMS技術である。経済産業省によると高効率ヒートポンプ給湯器が2030年度時点で20~40%程度普及するとしている。本調査による予測結果はこの範囲の下限に近く、現行の省エネ対策が継続された場合の予測値と同等である。環境省による再生可能エネルギー普及方策の提言では、太陽光発電の普及率を2020~2030年までに30%程度を見込んでおり、本調査の予測では2030年時点の予測値が環境省の結果を下回った。高効率LED照明技術に対する経済産業省の予測値は、本調査の予測値よりも下回った。また、経済産業省や環境省で提示されているHEMS技術の普及の予測値は、本調査による予測値を大きく上回る結果となったが、これは、行政側と実務者側とで大きな意識の差があることが影響していると推察される。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

サブテーマ1では、民生部門エネルギー消費量・CO₂排出量予測モデルに最新のエネルギー関連データを反映させ、環境省中長期ロードマップ小委員会が設定した低炭素化シナリオの検証を行い、社会面および技術面の最大限の努力や情政策的政策の実施が政府目標の達成には不可欠であることを定量的に明らかにした。サブテーマ2により、これまで実態が十分に把握されていなかった集合住宅棟における専用部と共用部の各エネルギー消費実態に関する知見が得られた。また、都市部の集合住宅のエネルギー消費量推計に資するデータを構築できた。サブテーマ3により、非住宅建築のエネルギー消費に関して、実態把握が十分ではない中小規模業務建築の消費構造を解明するための基礎的な情報を収集できた。また、住宅のエネルギー消費に関して、新たにモルフォロジー的な視点から消費特性を評価した。サブテーマ4では、仙台市の1990年から2050年の民生部門におけるエネルギー消費量の予測を行った。自然に推移した場合、2050年には1990年比0.75倍、省エネ対策を実施し

た場合は、2050年には1990年比0.3倍となり、非常に大きな削減効果があることが示された。サブテーマ5では、住宅・非住宅建築起因のCO₂排出量を2050年まで予測可能な手法を構築した。これまで多様な建物用途を網羅した床面積やエネルギー消費量に関するデータが少ないために、CO₂排出量の予測が困難とされてきた。そこで必要となる基礎データを整備するとともに、住宅、非住宅建築物の建築主に対するアンケート調査を通じて予測手法を確立した。本手法によって、低炭素技術の普及目標の設定だけでなく、その達成に向けた具体的な普及政策の検討が可能となったサブテーマ6により、エネルギー消費原単位データ、シナリオ作成に必要となる省エネ行動によるエネルギー削減効果ならびに、住宅用高効率機器の2050年までの普及率データを整備し、学術的に価値のあるデータを蓄積した。本研究体制により、最新の民生部門エネルギー消費量実測データに基づいて住宅・非住宅建築エネルギー消費の将来を精度良く予測し、さらに社会・技術・政策面が各々低炭素化に向けて実施すべき政策を検討するための手法を確立した。

(2) 環境政策への貢献

サブテーマ1では、政府が掲げるCO₂削減目標に対して社会面、技術面、政策面がそれぞれどの程度CO₂排出量削減に貢献し得るのかを定量的に明らかにし、全者がともに最大限努力することで目標達成が可能となることを示した。また各種CO₂削減対策導入シナリオを実際に実現する際に必要とされる政策についてサブテーマ2～6から得られた知見を引用し、経済的な支援を目的とした政策だけではなく、低炭素効果が大きいものの知名度の低い技術における対外的イメージ向上のための政策や、建物オーナーが低炭素技術を導入しやすくすることを目的とした政策などの必要性を示した。サブテーマ2では、集合住宅のエネルギー消費実態の把握により都市部の住宅用エネルギー消費実態把握の精度向上に貢献し、実効性ある環境負荷削減に資するデータが得られた。サブテーマ3では、今後、中小規模非住宅建築および住宅のエネルギー消費実態を踏まえた実効性のある環境負荷削減に貢献することに努める。サブテーマ4では、住宅・非住宅建築物を対象としたアンケート調査を基に実態を反映させた予測モデルを構築した。予測モデルによりエネルギー消費量・CO₂排出量の将来予測を行い、実効性のある環境負荷削減の方策を検討していく。サブテーマ5では、各施策を実施した際の削減ポテンシャルの定量評価が可能となり、住宅・非住宅建築物における実効性の高い低炭素化施策の検討する上で有効な知見を得た。サブテーマ6は、各サブテーマと関連が強く、最終的な目的である政策シナリオの作成に資するデータを提供することができた。

6. 研究者略歴

課題代表者：村上 周三

1942年生まれ、東京大学工学部卒業、工学博士、現在、独立行政法人建築研究所理事長

主要参画研究者

(1)：村上 周三 (同上)

(2)：井上 隆

1954年生まれ、東京大学工学部卒業、工学博士、現在、東京理科大学理工学部教授

(3)：鳴海 大典

1973年生まれ、京都府立大学生生活科学部卒業、博士(工学)、大阪大学を経て、現在、横浜国立大学大学院環境情報研究院准教授

(4)：吉野 博

1948年生まれ、横浜国立大学工学部卒業、工学博士、現在、東北大学大学院工学研究科教授

(5)：伊香賀 俊治

1959年生まれ、早稲田大学理工学部卒業、博士(工学)、現在、慶應義塾大学理工学部教授

(6)：長谷川 兼一

1967年生まれ、東北大学大学院工学研究科卒業、博士(工学)、現在、秋田県立大学システム科学技術学部准教授

7. 成果発表状況

特に記載すべき事項はない。