

# 住宅および事務所ビルにおける温暖化対策の 2050 年までの予測

伊香賀 俊治

(慶應義塾大学)

e-mail : ikaga@sd.keio.ac.jp

## 摘 要

住宅については、気候条件と都市規模のバリエーションを考慮して選定した札幌市、宇都宮市、広島市、那覇市の4都市を対象とし、未来社会像として、シナリオ A(都市集中型社会)、とシナリオ B(地方分散型社会)とシナリオ A および B の中間のシナリオ M において、2050 年における住宅居住時の CO<sub>2</sub> 排出量を 1990 年に比べて概ね 70%削減するために、電力事業者の対策(電力の CO<sub>2</sub> 原単位改善)を前提とした上で、住宅の断熱性能向上、高効率家電製品の買い替え促進、省エネ型ライフスタイルへの変革をどの程度行えばよいかを検討した。

事務所ビルについては、運用時の CO<sub>2</sub> 排出量に加えて、新築時、改修時の CO<sub>2</sub> 排出量を加えた 47 都道府県ごとの CO<sub>2</sub> 排出量を 2050 年まで予測した。未来社会像として、シナリオ A、シナリオ B、シナリオ M について、2050 年における事務所ビルからの CO<sub>2</sub> 排出量が 1990 年に比べて概ね 70%削減を達成するために、省エネルギー対策、長寿命化対策、エコマテリアル採用をどの程度行えばよいかを検討した。電力事業者の対策として、電力の CO<sub>2</sub> 原単位が 2005 年以降変化しないシナリオと経済産業省の超長期エネルギー技術ロードマップに基づくシナリオを想定した。

キーワード：業務用建築、戸建住宅、集合住宅、省エネ家電、断熱強化、ライフスタイル

## 1. はじめに

住宅および業務用建築の運用に伴う CO<sub>2</sub> 排出量(民生家庭部門+民生業務部門の CO<sub>2</sub> 排出量)に、新築工事と改修工事に伴う CO<sub>2</sub> 排出量(建築資材・設備機器製造、流通を含む)を加えた、いわゆる建築関連 CO<sub>2</sub> 排出量は、1990 年度における日本の総 CO<sub>2</sub> 排出量(11.4 億 tCO<sub>2</sub>)の 38%を占めている。2005 年度には、我が国の総 CO<sub>2</sub> 排出量が 13 億 tCO<sub>2</sub> まで 14%増大する中で 41%まで構成割合が増大した。2050 年までに世界の CO<sub>2</sub> 排出量を 50%削減し、我が国の CO<sub>2</sub> 排出量を 60%～80%削減しようとする中で、建築分野の果たすべき役割は大きい。

このような背景の中で、住宅および事務所ビルからの総 CO<sub>2</sub> 排出量を 2050 年まで予測し、2050 年における CO<sub>2</sub> 排出量を 1990 年に比べて概ね 70%削減するために、どのような対策を行う必要があるかを検討した。なお、電力事業者の対策として、電力の CO<sub>2</sub> 原単位が 2005 年以降変化しないシナリオと経済産業省の超長期エネルギー技術ロードマップに基づくシナリオを想定した。

## 2. 住宅からの CO<sub>2</sub> 排出量の 2050 年までの予測

### 2.1 推計方法<sup>1)</sup>

住宅のエネルギー消費量の計算フローを図 1 に示す。都道府県/都市別、7 家族類型別(①高齢単独世帯、②その他単独世帯、③高齢夫婦のみの世帯、④その他夫婦のみの世帯、⑤夫婦と子から成る世帯⑥ひとり親と子から成る世帯、⑦その他の世帯)に、(1)暖冷房、(2)給湯、(3)その他(冷蔵庫、厨房、娯楽情報、家事衛生、照明)を分けて計算する。

#### 2.1.1 暖冷房用エネルギー消費量

戸建住宅および集合住宅の標準モデル図面<sup>2),3)</sup>について、住宅用熱負荷計算ソフト SMASH<sup>4)</sup>を利用し、A. 暖房/冷房デグリーデー、B. 熱損失係数、D. 設定室温、E. 暖冷房時間)を説明変数とする暖房/冷房負荷算出用重回帰式を作成した。この重回帰式を用い、図 1 に示す手順で暖冷房負荷を求め、暖冷房用燃料構成と暖冷房機器の COP(Coefficient of Performance: 成績係数)から暖冷房用エネルギー消費量を算出した。なお、空調換気扇の電力消費量もここに算入した。

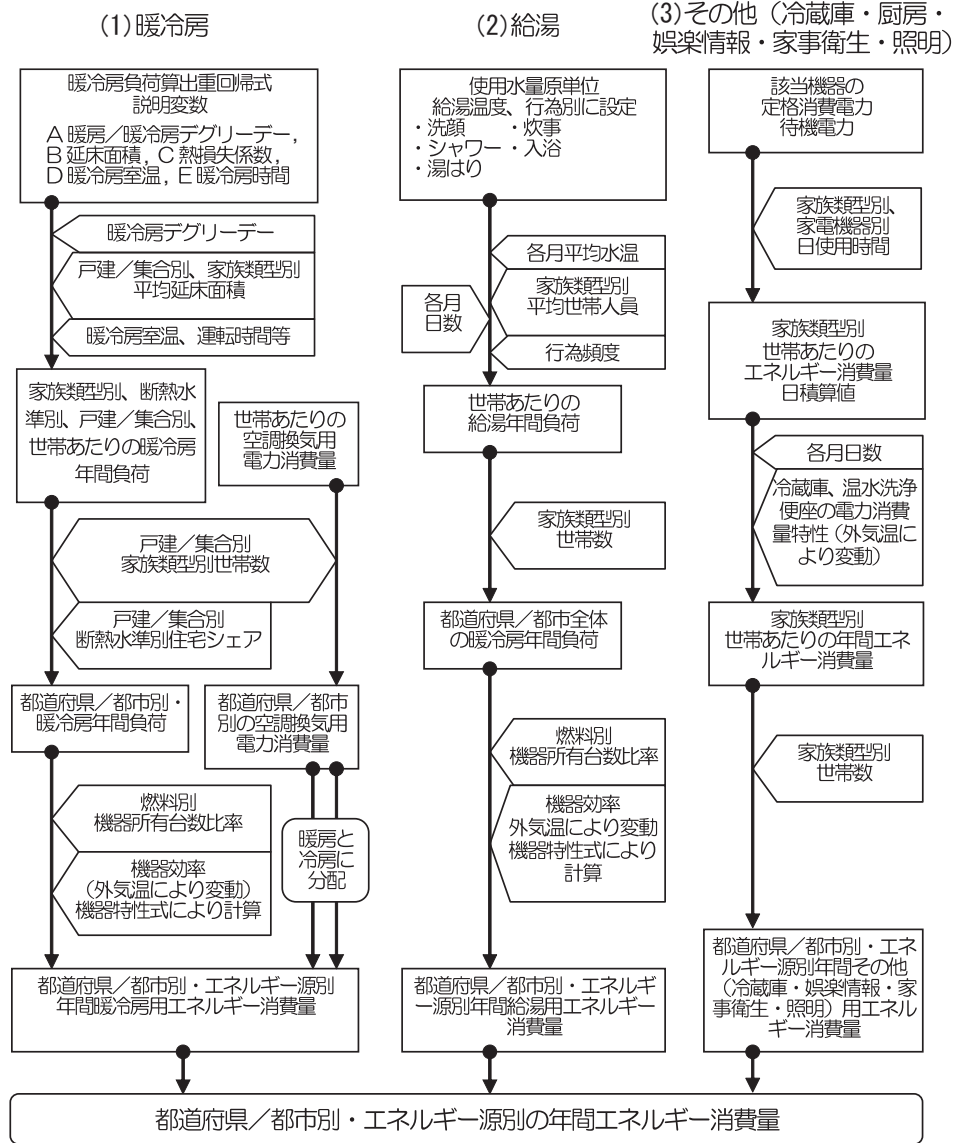


図1 住宅エネルギー消費推計マクロモデルの計算フロー。

### 2.1.2 給湯用エネルギー消費量

給湯用エネルギー消費量の計算フローを図1に示す。使用量原単位および利用温度には、空気調和・衛生工学会(以下、空衛学会)の生活スケジュール自動生成プログラム<sup>5)</sup>を利用した。給湯使用行為頻度テーブル、世帯数、各月平均水道水温から給湯負荷を求め、燃料別分担と給湯機器のCOPから給湯用エネルギー消費量を算出した。

### 2.1.3 その他のエネルギー消費量

冷蔵庫・厨房・娯楽情報・家事衛生・照明用など、その他のエネルギー消費量の計算フローを図1に示す。空衛学会の生活スケジュール自動生成プログラム<sup>5)</sup>を利用し、家族類型別に各家電機器の電力消費量日積算値を設定した。日積算値に日数および世帯数を乗じて、その他のエネルギー消費量を算出した。

### 2.1.4 太陽熱利用量の計算

県庁所在都市ごとに、南傾斜20度、南垂直面、最適角度別の単位集熱器面積あたりの年間太陽熱集熱量をデータベースに組み込んだ。戸建住宅、集合住宅別に、集熱器設置角度と普及率を入力して算出する。

### 2.1.5 太陽光発電量の計算

太陽光発電量も太陽熱利用と同様に、県庁所在都市ごとに、南傾斜20度、南垂直面、最適角度別の単位発電容量あたりの年間発電量をデータベースに組み込んだ。戸建住宅、集合住宅別に、太陽光発電パネルの設置角度と普及率を入力して算出する。

### 2.1.6 世帯数将来推計の設定

都道府県別の家族類型別世帯数推移推計データには、2025年までは(独)国立社会保障・人口簡

題研究所の将来推計値<sup>6)</sup>を引用し、それ以降(2025～2050年)は脱温暖化2050年プロジェクトシナリオチームの推計データ<sup>7)</sup>を利用した。本稿では、札幌市、宇都宮市、広島市、那覇市の4都市が属する北海道、栃木県、広島県、沖縄県の世帯数将来推計値を、シナリオチームが提示したシナリオAとシナリオBの中間的な値として設定した上で、現状の対象都市の人口とそれが属する道・県の人口比を不変と仮定して算出した。

2.2 結果・考察

2.2.1 札幌市の住宅CO<sub>2</sub>排出量の将来推計

札幌市の家族類型別世帯数は、図2に示すように、2005年に1990年比15%増となるのをピークに減少に転じ、2050年には1990年比23%減まで減少し続ける。

この世帯数データ等に基づき、札幌市内の住宅のエネルギー使用用途別CO<sub>2</sub>排出量を2050年まで予測した結果を図3に示す。電力のCO<sub>2</sub>原単位が2005年以降変化しないとして、すなわち電気事業者の対策を含まず、住宅での対策が自然体ケースの場合のCO<sub>2</sub>排出量は、2010年には1990年比25%増となり、2050年にも27%までしか削減されない。これに対して、2050年における電力のCO<sub>2</sub>原単位が0.12 kg-CO<sub>2</sub>/kWhまで削減されるとした経済産業省超長期エネルギー技術ロードマップに基づくケースでは、2010年には1990年比21%増、2050年には50%減となる。さらに、表1に示すような住宅での対策を強化したケースでは、2010年には1990年比6%増に抑えられ、2050年には69%まで削減できるという結果が得られた。

2.2.2 宇都宮市の住宅CO<sub>2</sub>排出量の将来推計

宇都宮市の世帯数の将来推計結果を図4に示す。2020年に1990年比35%増になるまで増大を続け、2050年においても1990年比23%増に留まっている。

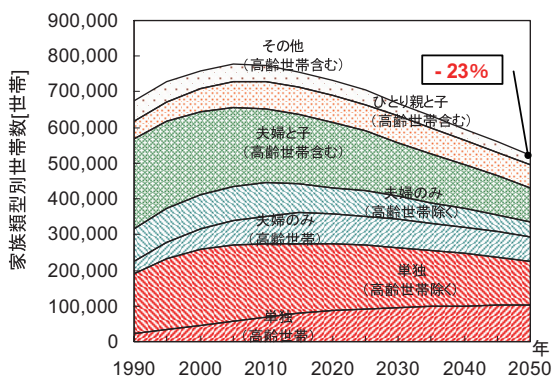


図2 札幌市の家族類型別世帯数の将来推計。

この世帯数データ等に基づき、宇都宮市内の住宅の用途別CO<sub>2</sub>排出量を2050年まで予測した結果を図5に示す。電気事業者の対策を含まず、住宅での対策が自然体ケースの場合のCO<sub>2</sub>排出量は、2010年には1990年比41%増となり、2050年にも18%増に留まっている。一方、2050年の電力のCO<sub>2</sub>原単位が0.12 kg-CO<sub>2</sub>/kWhまで削減されるとしたケースでは2010年には1990年比35%増、2050年には30%減までには改善される。さらに、表1に示すような住宅での対策を強化したケースでは、2010年には1990年比18%増に抑えられ、2050年には56%削減できるという結果が得られた。

2.2.3 広島市の住宅CO<sub>2</sub>排出量の将来推計

広島市の世帯数の将来推計結果を図6に示す。この世帯数データ等に基づき、広島市内の住宅からのCO<sub>2</sub>排出量を2050年まで予測した結果を図7に示す。電気事業者の対策を含まず、住宅での対策が自然体ケースの場合のCO<sub>2</sub>排出量は、2010年には1990年比24%増となり、2050年にも45%削減となる。これに対して、2050年における電力のCO<sub>2</sub>原単位が0.12 kg-CO<sub>2</sub>/kWhまで削減されるとしたケースでは2010年には1990年比18%増、2050年には55%減までには改善される。さらに、表1に示すような対策を強化したケースでは、2010年には1990年レベルに抑えられ、2050年には73%減まで削減できるという結果が得られた。

2.2.4 那覇市の住宅CO<sub>2</sub>排出量の将来推計

那覇市の世帯数の将来推計結果を図8に示す。2010年に1990年比42%増となり、2045年まで増大し続け、2050年でもようやく減少に転ずるが1990年比64%増となる。

この世帯数データ等に基づき、那覇市内の住宅からのCO<sub>2</sub>排出量を2050年まで予測した結果を図9に示す。電気事業者の対策を含まず、住宅での対策が自然体ケースの場合のCO<sub>2</sub>排出量は、2010年には1990年比45%増となり、2050年に

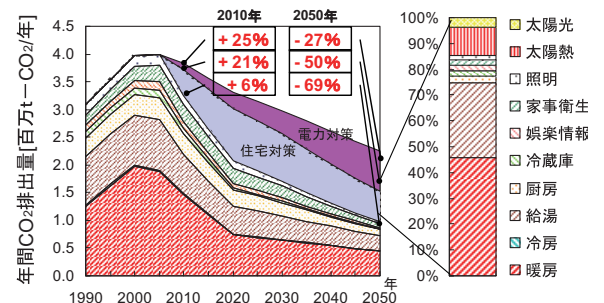


図3 札幌市の住宅CO<sub>2</sub>排出量の推移(対策強化ケース)。



表1 2050年における住宅からのCO<sub>2</sub>排出量を概ね1990年比70%削減を達成するための省エネルギー対策。

省エネルギー対策の内容	
暖冷房	新築住宅の断熱強化(2020年までにすべての新築住宅が次世代省エネ基準を満たすものとした)
	既存住宅の断熱強化(2005年以降、毎年全住宅の1.0%が次世代省エネ基準を満たすように断熱改修されるものとした)
	省エネエアコンへの買替促進(2020年時点で全世帯平均の暖房COPが3.0から6.0へ、冷房COPが4.0から6.0へ、2050年時点で全世帯平均の暖房COPが4.0から8.0へ、冷房COPが6.0から8.0へ向上するものとした)
	灯油式から電気式の暖房機器への買換促進(2005年を基準として、電化率が2020年に1.5倍、2050年3倍になるものとした)
	暖房室温を2℃下げ、冷房室温を1℃上げる省エネ行動(2020年までに全世帯の30%で実行され、以降横ばいとした)
給湯	暖房及び冷房の延べ運転時間を25%短縮する省エネ行動(2020年までに全世帯の30%で実行され、以降横ばいとした)
	電気温水器からヒートポンプ給湯機への買替促進(2020年時点までに完了、また、2050年までにCOP6.0に向上するものとした)
	潜熱回収型給湯機への買替促進(2020年時点までに完了、熱効率は1.2倍に向上するものとした)
	灯油式から電気式の給湯機器への買換促進(2005年を基準として、電化率が2020年に1.5倍、2050年3倍になるものとした)
	省エネ行動の普及(①給湯温度を1℃下げる、②入浴回数を減らす。風呂給湯量を減らす。節水シャワーヘッドを使用する、③洗顔と炊事で湯を使うのを減らす。夏の洗顔・炊事には水を使うなどの省エネ行動が2020年には全世帯の50%で実行され、以降横ばいとした)
家電製品	省エネ型冷蔵庫への買替促進(2005年を基準として、2020年には60%、2050年には70%、冷蔵庫の電力消費量が削減されるとした)
	省エネ型テレビへの買替促進(2005年を基準として、2020年には50%、2050年には75%、テレビの電力消費量が削減されるとした)
	省エネ行動の普及(①不使用時に家電のコンセントを抜く、②風呂の残り湯を洗濯に使う、③洗濯をまとめて洗いのふたを閉める。温度設定を季節に合わせて調整するなどの省エネ行動が2020年には全世帯の50%で実行され、以降横ばいとした)
熱・太陽	太陽熱給湯の普及(戸建住宅で4m <sup>2</sup> /戸、集合住宅で2m <sup>2</sup> /戸の太陽熱給湯器が2020年までに戸建て20%、集合住宅で2%、2050年までに戸建て40%、集合住宅で4%まで普及するものとした)
	太陽光発電(戸建住宅で4kW/戸、集合住宅で0.5kW/戸の太陽光発電が2020年までに戸建て10%、集合住宅で1%、2050年までに戸建て20%、集合住宅で2%まで普及するものとした)

注：上記のほか、2005年以前の電力のCO<sub>2</sub>原単位は全国全電源平均値を用いた。2005年以降は2005年実績値(0.425 kg-CO<sub>2</sub>/kWh)を固定したシナリオと、超長期エネルギー技術ロードマップにおける予測値(2030年：0.27 kg-CO<sub>2</sub>/kWh、2050年：0.12 kg-CO<sub>2</sub>/kWh)を採用したシナリオの2ケースを想定した。

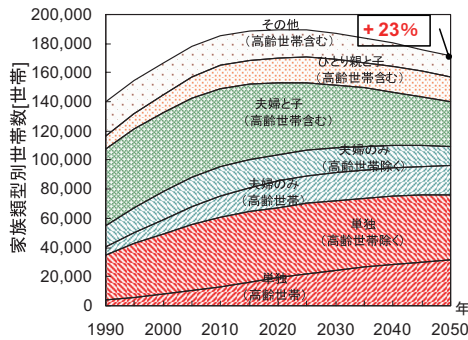


図4 宇都宮の家族類型別世帯数の将来推計。

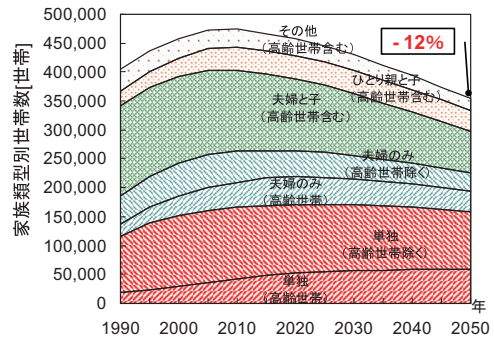


図6 広島市の家族類型別世帯数の将来推計。

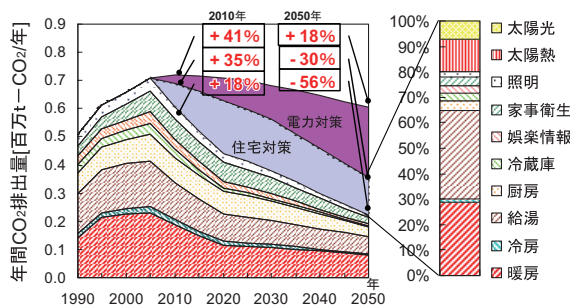


図5 宇都宮市の住宅CO<sub>2</sub>排出量の推移(対策強化ケース)。

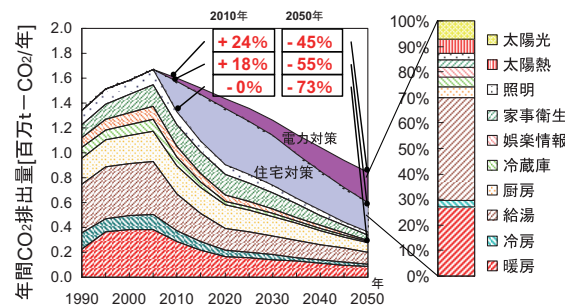


図7 広島市の住宅CO<sub>2</sub>排出量の推移(対策強化ケース)。

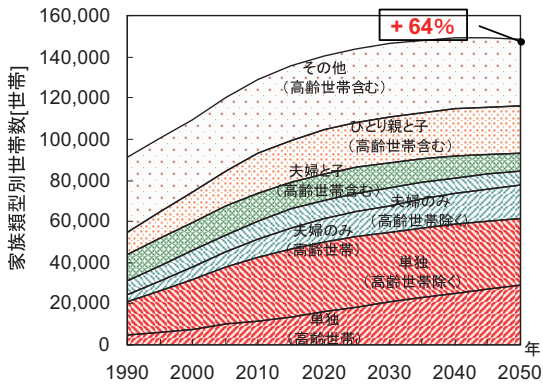


図8 那覇市の家族類型別世帯数の将来推計。

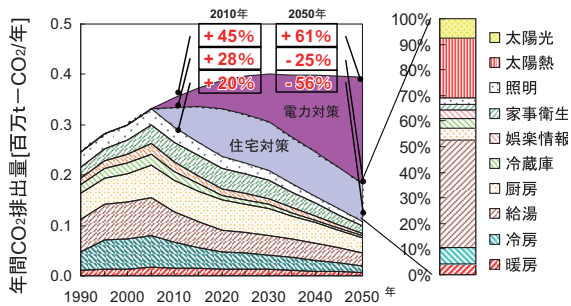


図9 那覇市の住宅CO<sub>2</sub>排出量の推移(対策強化ケース)。

は61%増となる。2050年における電力のCO<sub>2</sub>原単位が0.12 kg-CO<sub>2</sub>/kWhまで削減されとしたケースでは、2010年には1990年比28%増、2050年には25%減までには改善される。さらに、表1に示すような対策を強化したケースでは、2010年には1990年比20%増、2050年には56%削減できるという結果が得られた。

### 3. 事務所ビルのCO<sub>2</sub>排出量の2050年までの都道府県別推計<sup>8),9)</sup>

#### 3.1 推計方法

予測モデルの概要を図10に示す。予測モデルは以下の3つのサブモデルから構成されている。

- ①床面積に関する予測モデル：ストック／新築／改修床面積を都道府県別に2050年まで予測する。
- ②CO<sub>2</sub>原単位(床面積当りのCO<sub>2</sub>排出量)評価モデル：低炭素技術の導入による床面積当りのCO<sub>2</sub>排出量の削減効果を評価する。
- ③低炭素技術の導入評価モデル：各低炭素技術について、経済合理的な導入率を評価する。

事務所ビルのストック床面積の公的な予測データは存在しない。そこで、将来推計人口データに基づき、事務所ビルのストック床面積を算出す

る。事務所ビルのストック床面積の予測フローを図11に示す。各パラメータを、2050年の社会像別(都市集中型社会：シナリオA、地方分散型社会：シナリオB)にそれぞれ適宜推計した(表2)。試算した結果を図12に示す。

2005年度までの新築床面積を建築着工統計に基づき推計した。それ以降は、毎年の新築床面積が事務所ビルの残存率関数に従い減少する一方で、ストック床面積を満たすように毎年の新築床面積を予測した。また、改修床面積を新築後20年周期で改修工事が行われると仮定し、毎年の改修床面積を予測した。事務所ビルのCO<sub>2</sub>原単位は、事務所ビルの規模や所在地の気候、ライフステージによって異なる。そこで、規模別の事務所ビルの標準モデルを設定し、各モデルビルに様々な低炭素技術を採用した場合のCO<sub>2</sub>原単位を、規模別、気候区分別、ライフステージ別に算出しデータベースを作成した。事務所ビルモデルは規模別に3種類設定し、それぞれ2,000 m<sup>2</sup>未満、2,000～9,999 m<sup>2</sup>、10,000 m<sup>2</sup>以上のビルの代表的規模とした。「官庁施設の環境保全性に関する基準」<sup>10)</sup>に基づき、CO<sub>2</sub>削減効果が大きい低炭素技術を選定した(表3)。新築・改修時のCO<sub>2</sub>排出量の評価には、建物のLCA(Life Cycle Assessment)ツール<sup>11)</sup>を用いた。運用時のCO<sub>2</sub>排出量の評価には、空調に関してビル空調熱源経済性評価プログラムFACES<sup>12)</sup>を、空調以外に関しては省エネルギー法に基づく設備のエネルギー消費係数CEC(Coefficient of Energy Consumption)の計算基準を用いた。

規模別、気候区分別、ライフステージ別、低炭素技術別にCO<sub>2</sub>原単位を算出した。各低炭素技術の導入率は経済性に強く影響され、導入率と投資回収年数の関係は選好関数で表されることが知られている。また、投資回収年数に影響を与える初期単位コストは累積生産量が増加するほど低下し、その関係は学習曲線として表される。選好関数と学習曲線に基づき、各低炭素技術の導入率を規模別、新築・改修時に予測した。

#### 3.2 予測条件

ストック床面積は、将来の社会像別シナリオ(シナリオA：都市集中型シナリオB：地方分散型)、および中間シナリオMの3ケースを想定する。電力CO<sub>2</sub>原単位に関しては、2章に示した住宅における推計と同様に、2005年以降の電力のCO<sub>2</sub>原単位を2005年度実績値(0.425 kg-CO<sub>2</sub>/kWh)に固定したケースと、経済産業省超長期エネルギービジョンに示された値(2050年：0.12 kg-CO<sub>2</sub>/kWh)を採用したケースを想定する。

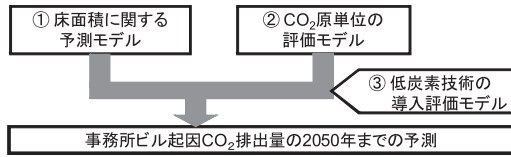


図10 予測モデルの概要.

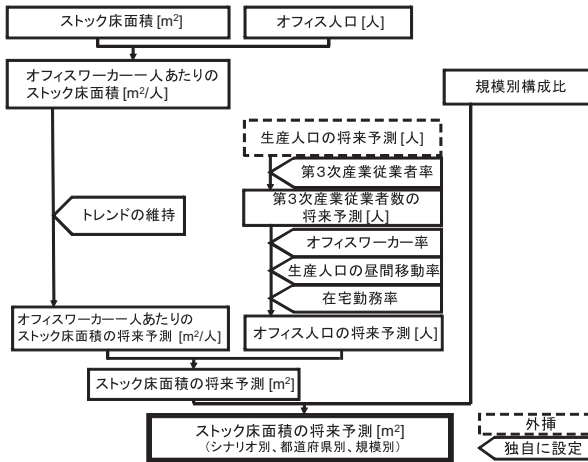


図11 事務所ビルのストック床面積の予測フロー.

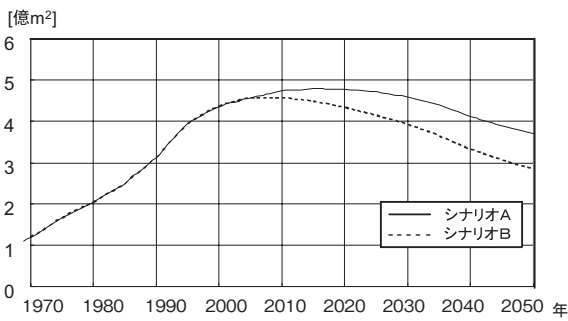


図12 事務所ビルのストック床面積(全国).

### 3.3 推計結果

表3に示す低炭素技術が導入されないケース(自然ケース)および、2008年から各低炭素技術が導入率に基づき導入されるケース(対策ケース)について試算した。

#### 3.3.1 事務所ビル起因CO<sub>2</sub>排出量(全国)

図13、図14、表4に、事務所ビル起因CO<sub>2</sub>排出量の予測結果を示す。ストック床面積は両者とも中間シナリオを採用し、電力CO<sub>2</sub>原単位に関しては、図13が2005年度実績値を固定、図14がロードマップの予測値を採用している。また、図13に示すように、対策ケースにおける2050年のCO<sub>2</sub>排出量は1990年比で65%の削減が可能である。一方、自然ケースにおいても42%削減されている。これは1990年の新築床面積が非常に大きく、自然ケースにおいても新築床面積が減少するためである。図14に示すように、電力CO<sub>2</sub>

表2 オフィス人口に関する各パラメータの根拠.

生産人口 (15～64歳の人口)	環境省「脱温暖化2050プロジェクト」における将来推計人口データ。(シナリオA・B共通)
第3次産業従業者率 (生産人口のうち、 第3次産業従業者の 占める割合)	GDP成長率と同じ比率で増加していくと仮定。 (シナリオA:2%/年,シナリオB: 1%/年)
オフィスワーカー率 (第3次産業従業者数 のうち、オフィス人口 の占める割合)	2005年時点での値を固定。 (シナリオA・B共通)
生産人口の昼間移動率 (人口を昼間人口に 変換する係数)	2005年時点での値を固定。 (シナリオA・B共通)
在宅勤務率 (オフィス人口のうち、 在宅勤務者数の 占める割合)	シナリオA:2020年に約10%で 安定。 シナリオB:2050年に約30%に 達成すると仮定。
オフィスワーカー 一人当たりのストック 床面積	現状の微増傾向が2020年まで 続き、24.9m <sup>2</sup> /人で安定すると仮定。
規模別構成比 (床面積ベース)	小規模クラス(～1,999 m <sup>2</sup> ): 51.1%, 中規模クラス(2,000～9,999 m <sup>2</sup> ): 26.4%, 大規模クラス(10,000 m <sup>2</sup> ～): 22.5%

原単位が大幅に改善された場合、対策ケースでは78%の削減が可能である。また、ストック床面積、電力CO<sub>2</sub>原単位の各ケースを組み合わせた場合における予測結果も表4に示す。

各低炭素技術によるCO<sub>2</sub>削減量の内訳を図15に示す。削減効果が大きい対策は、長寿命化(2050年時の総削減量の40%)、照明方式(同28%)、熱源方式(同17%)である。特に、長寿命化による削減効果が大きい。対策開始から効果が表れるまでには約20年間を要するため、削減目標達成に向けて早急に取り組む必要がある。図16には、社会環境変化および低炭素技術のCO<sub>2</sub>削減への貢献度を示す。在宅勤務者の増加やサービス産業化による削減量への影響が比較的大きいため、これら社会環境変化の不確実性を踏まえ、精度良く予測することが重要である。

#### 3.3.2 事務所ビルの運用CO<sub>2</sub>排出量(都道府県別)

2050年の事務所ビル運用時のCO<sub>2</sub>排出量を、都道府県別・社会像別に予測した結果を図17に示す(電力CO<sub>2</sub>原単位:ロードマップの予測値、建築の対策ケース)。全国的にシナリオAよりもシナリオBの方がCO<sub>2</sub>排出量は小さく、その傾向は東京都を代表とする都市部で顕著に表れている。都市部における事務所ビル運用時CO<sub>2</sub>排出量は、社会像の違いの影響を強く受けることが示唆された。



表 3 2050 年における事務所ビル CO<sub>2</sub> 排出量を概ね 1990 年比 70%削減を達成するための低炭素技術。

		規模	標準	新築対策	改修対策
長寿命化	階高のゆとり	全	3.8 m	4 m	←
	天井高のゆとり		2.6 m	2.8 m	
	床荷重のゆとり		2,900 N/m <sup>2</sup>	4,500 N/m <sup>2</sup>	
	十分な耐久性		建築基準法に定められた基準		
外皮性能	外壁の高断熱	全	PAL : 300 ~ 320 MJ/年・m <sup>2</sup>	PAL : 225 ~ 240 MJ/年・m <sup>2</sup>	←
	窓・ブラインド				
熱源方式	高効率照明	小中	EHP ビルマルチ		
	高効率熱源		平均 COP : 2.5	(~ 2020 年)平均 COP : 4.5 (2021 年~)平均 COP : 6.0	←
		大	ガス吸収式冷温水		
			平均 COP : 0.9	氷蓄熱の導入に伴い、 高効率 HP へのリプレイス	
	氷蓄熱	大	無	有	←
全熱交換機	全	無	有		
熱搬送方式	制御方式	大	CAV	VAV	←
空調方式	外気量制御	全	無	有	←
	空調方式	大	標準	タスク & アンビエント方式	←
照明方式	高効率照明	全	標準	(~ 2020 年)電力消費量 20%減 (2021 年~)電力消費量 50%減	←
	初期照度補正		無	有	←
	昼光制御		無	有	←
エレベータ	制御方式	全	交流帰還	交流 VVVF	←

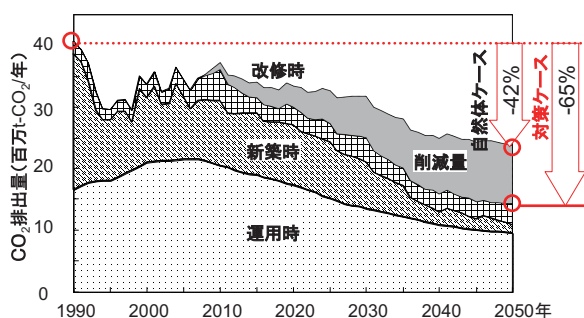


図 13 事務所ビル起因 CO<sub>2</sub> 排出量の予測結果。  
(ストック床面積：中間シナリオ、電力 CO<sub>2</sub> 原単位：  
2005 年度実績値固定)

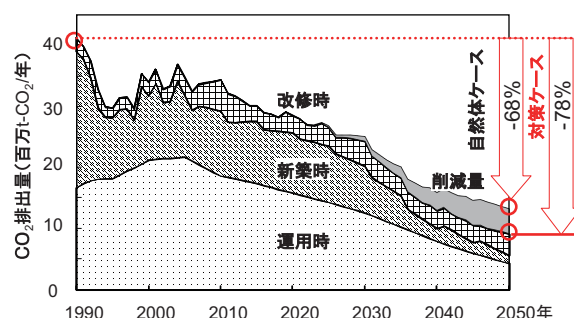


図 14 事務所ビル起因 CO<sub>2</sub> 排出量の予測結果。  
(ストック床面積：中間シナリオ、電力 CO<sub>2</sub> 原単位：  
ロードマップの予測値)

表 4 検討シナリオと 2020 年および 2050 年時の事務所ビル起因 CO<sub>2</sub> 排出削減率。

No.	未来社会 シナリオ	検討シナリオ			CO <sub>2</sub> 排出量削減率(1990 年 = 100%)					
		電力部門シナリオと CO <sub>2</sub> 原単位(kg-CO <sub>2</sub> /kWh)			自然体ケース		建築対策ケース			
			1990 年	2020 年	2050 年	2020 年	2050 年	2020 年	2050 年	
A1	シナリオ A	1	2005 年以降固定	0.421	0.390	0.390	- 12%	- 34%	- 12%	- 46%
A2		2	超長期ビジョン	0.421	0.315	0.120	- 26%	- 63%	- 26%	- 64%
B1	シナリオ B	1	2005 年以降固定	0.421	0.390	0.390	- 23%	- 50%	- 23%	- 69%
B2		2	超長期ビジョン	0.421	0.315	0.120	- 36%	- 72%	- 35%	- 81%
M1	シナリオ M	1	2005 年以降固定	0.421	0.390	0.390	- 18%	- 42%	- 18%	- 52%
M2		2	超長期ビジョン	0.421	0.315	0.120	- 31%	- 68%	- 31%	- 78%

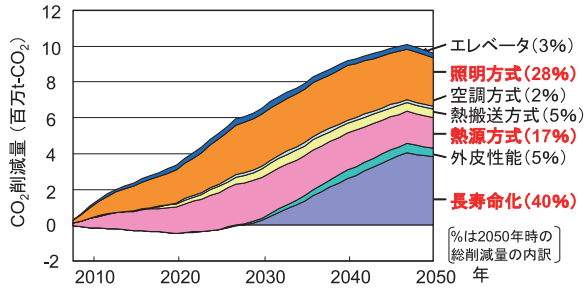


図15 各低炭素技術によるCO<sub>2</sub>削減量の推移。  
(電力CO<sub>2</sub>原単位：2005年度実績固定)

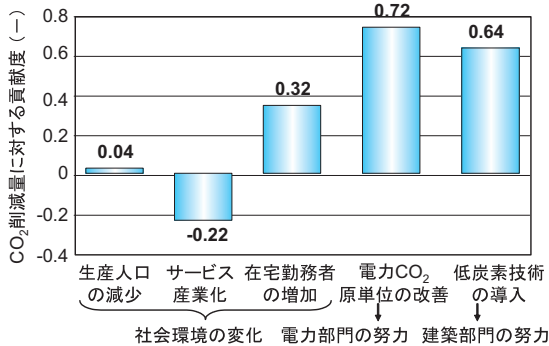


図16 各パラメータ変動のCO<sub>2</sub>削減量への貢献度。

#### 4. おわりに

本稿では、札幌市、宇都宮市、広島市、那覇市の4都市の住宅に関する2050年までの推計結果と業務用建築の代表としての事務所ビルの都道府県別推計結果を紹介した。

現在、住宅に関しては都道府県市町村別の推計を、また、業務用建築に関しては、事務所ビルだけでなく、商業施設、教育施設、医療施設、宿泊施設など、すべての業務用建築に関する推計を継続して研究している。これらの研究成果は引き続き、いろいろな場で紹介する予定である。

#### 謝辞

本研究は、平成16～18年度環境省地球環境研究推進費、S3「脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案手法の確立に関する総合研究プロジェクト(脱温暖化2050プロジェクト)(リーダー：西岡秀三 国立環境研究所参与)」、S-3-3「都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減策導入効果の評価(リーダー：花木啓祐 東京大学教授)」による研究成果の一部である。ここに記して謝意を評する次第である。

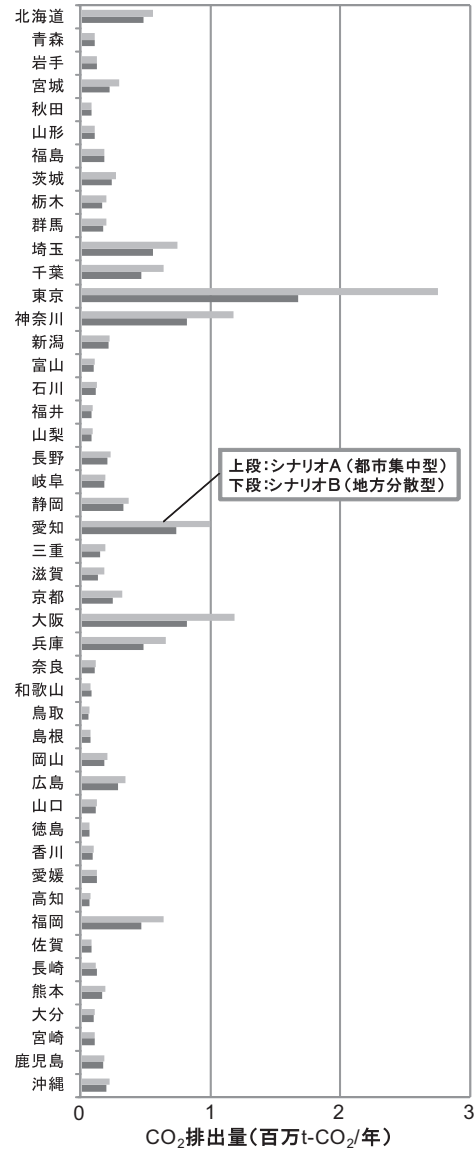


図17 事務所ビル運用時CO<sub>2</sub>排出量の都道府県別予測。

#### 引用文献

- 1) 伊香賀俊治・三浦秀一・外岡 豊・下田吉之・小池万理・深澤大樹(2005)住宅のエネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量の都道府県別マクロシミュレーション手法の開発. 日本建築学会技術報告集 22, 263-268.
- 2) 宇田川光弘(1985)標準問題の提案-住宅用標準問題. 日本建築学会, 第15回熱シンポジウムテキスト, pp.23-33.
- 3) (財)建築環境・省エネルギー機構(1997.3)住宅の新省エネルギー基準と指針.
- 4) 建築環境・省エネルギー機構(2000)SMASH for Windows Ver.2 -住宅用熱負荷計算プログラム-.
- 5) (社)空調和・衛生工学会(2000)SCHEDULE Ver.2.0



- 生活スケジュール自動生成プログラム-
- 6) 国立社会保障・人口問題研究所(2000)日本の世帯数の将来推計全国推計/都道府県別推計.
  - 7) 環境省(2007)S3「脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案手法の確立に関する総合研究プロジェクト」平成18年度地球環境研究推進費報告書.
  - 8) 新谷圭右・伊香賀俊治・村上周三・花木啓祐・津田公平(2007)建築・都市のサステナビリティに関する研究(その1), 事務所ビル起因CO<sub>2</sub>排出量の超長期予測モデルの開発. 日本建築学会学術講演梗概集, 1011-1012.
  - 9) 川久保俊・新谷圭右・伊香賀俊治・村上周三・花木啓祐・津田公平(2007)建築・都市のサステナビリティに関する研究(その2), 事務所ビル起因CO<sub>2</sub>排出量の2050年までの都道府県別予測. 日本建築学会学術講演梗概集, 1013-1014.
  - 10) 国土交通省大臣官房官庁営繕部(2006.1)グリーン庁舎基準及び同解説.
  - 11) 日本建築学会(2006.11)建物のLCA指針、温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール.
  - 12) 東京電力・中部電力・関西電力・日建設計(2003)ビル空調熱源経済性評価プログラム(FACES).
- (受付 2007 年 12 月 1 日, 受理 2007 年 12 月 26 日)

