



低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

# 人口変化、住宅種類選択、住宅省エネルギー技術 と電力化を考慮した家庭部門市町村別 CO<sub>2</sub> 排出 の地域別将来推計

令和 4 年 5 月

A Projection of Future CO<sub>2</sub> Emissions of Household Sector Considering  
Population Changes, Residential Building Choices, Energy Conservation  
and Electrification Options

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action  
toward Low Carbon Societies

国立研究開発法人科学技術振興機構  
低炭素社会戦略センター

LCS-FY2021-PP-15

## 概要

日本政府の「ゼロエミッション目標」実現において、家庭部門の排出削減は大きな課題である。家庭部門では、①生活活動と密着した排出による排出源の広く薄い分布、②用途別エネルギー需要には気候、地理的条件、ライフスタイルや住まい方の多様性、③短期的対策オプションの費用的問題が政策評価の課題である。また、日本社会全般的には、④人口減少による排出減少と新たな対策導入の制約、⑤人口減少と高齢化による世代移動の可能性などの社会的影響も検討が必要である。

家庭部門の将来技術面からは、従来独立していた輸送部門との統合化、太陽電池（PV）の価格低下による普及と電力系統への需要変化、民生用建物の大幅な省エネ化を実現する ZEH/ZEB（Zero Emission House/Zero Emission Building）導入ポテンシャル、電気自動車（EV）の導入など、縦割りからセクタ横断的なエネルギーシステムへの移行が期待されている。この延長上にコンパクトシティなど街区全体を統合するエネルギーシステムに再構築する構想もある。

これらの問題を統合的に扱うために、本提案では、全国の市町村別地域の人口減少と単身世帯増加による世帯構成変化を明示的に扱い、さらに①戸建て住宅から集合住宅への移動、②新築住宅需要の将来予測を行う。このうえで環境省による平成 29 年および平成 30 年度の家庭部門の CO<sub>2</sub> 排出実態統計調査を用いた 2019 年度提案書 [1] に基づき、市長村別の用途・住宅別エネルギー消費と CO<sub>2</sub> 排出量の予測、EV やヒートポンプ、断熱などの技術が住宅に導入された場合の CO<sub>2</sub> 排出量変化、さらに新築住宅建築需要変化による建材需要の変化を予測評価する。これにより、家庭部門の技術オプションの導入効果を地域・住宅別に評価することで、技術導入政策の優先度を導くことができる。

## Summary

Emissions reduction in the household sector is a major issue in achieving the zero emissions target of the Japanese government. In the household sector, (1) wide and thin distribution of emissions sources by emissions closely related to daily activities, (2) climate, geographical conditions, diversity of lifestyles and way of living for energy demand by usage, and (3) cost issues of short-term countermeasure options are the subjects of policy evaluation. In addition, for Japanese society in general, the social impacts, such as (4) the decrease in emissions due to population decrease and constraints on the introduction of new measures and (5) the possibility of a generational shift due to population decrease and aging, also need to be considered.

From the aspect of the future technology in the household sector, it is expected that there will be a shift from a vertically divided energy system to a cross-sectoral one such as integration with the transportation sector, which was traditionally independent, widespread use of photovoltaic (PV) cells due to their falling prices and demand change in the power grid, the introduction potential of net Zero Energy House / net Zero Energy Building (ZEH/ZEB), which realizes significant energy savings in commercial buildings, and the introduction of electric vehicles (EV). As an extension of this, there is also a concept to restructure an energy system that integrates the entire city block, such as a compact city.

In order to deal with these issues in an integrated manner, this report explicitly deals with changes in the household structure due to population decrease and increase in single-person households in each municipality nationwide and makes future forecasts of (1) shift from single-family housing to multi-family housing and (2) demand for new residential housing. Based on the FY2017 and FY2018 annual survey of household CO<sub>2</sub> emissions by the Ministry of the Environment, energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions by usage/housing type by the municipality, changes in CO<sub>2</sub> emissions when technologies such as EV, heat pump, and heat insulation are introduced into housing, and changes in demand for building materials due to changes in demand for new

低炭素社会実現に向けた政策立案のための提案書  
人口変化、住宅種類選択、住宅省エネルギー技術と電力化を  
考慮した家庭部門市町村別 CO<sub>2</sub> 排出の地域別将来推計  
令和4年5月

residential housing construction are predicted and evaluated. By this means, the effectiveness of the introduction of technology options in the household sector can be evaluated by region and housing type, and the priority of technology introduction policies can be derived.

## 目次

### 概要

1. 背景と目的	1
2. 家庭部門エネルギー消費の地域性と住宅種類の関係	1
3. 将来の人口および世帯数推移と住宅需要の予測	7
3.1 人口移動による世帯数と住宅種別ストックの変化	7
3.2 種類別新築住宅需要と床面積の推定	11
3.3 住宅種類別床面積の推定	14
4. 住まい方の差を考慮したエネルギー消費と CO <sub>2</sub> 排出量の推計	17
5. 新築住宅需要の変化による建設資材需要への影響	22
6. 結論	26
7. 政策立案に向けて	27
参考文献	28
付録	29

## 1. 背景と目的

日本政府の2050年以降の「ゼロエミッション目標」において、家庭部門の排出削減は大きな課題となっている。環境省2019年度(令和元年度)の温室効果ガス排出量(速報値)[2]によれば、電力・熱配分後の家庭部門CO<sub>2</sub>排出は日本全体の15.4%を占める。

家庭部門の技術導入評価の課題は、①生活活動と密着した排出のため、排出源は広く薄く分布していること、②暖房用、冷房用、輸送用などのエネルギー需要に気候や地理的条件が影響すること、ライフスタイルや住まい方などの多様性、等がある。③短期的なトップダウン的対策オプションは限られることも大きな課題である。日本社会の全般的課題として、④人口減少と高齢化がある。これは特に村落部で問題となるが、それだけでなく郊外ベッドタウンにおいても「スポンジ化」と呼ばれる空き家増加の要因となる。このため、特に④の人口減少と高齢化のもとで地域社会が今後どのように維持されるか、という経済問題との相互作用も検討が必要となる。

これまでは別部門であった輸送部門では、太陽電池(PV)の急速な価格低下、民生用建物の大幅な省エネ化を実現するZEH/ZEB、電気自動車(EV)による乗用車部門の低炭素化など、エネルギー管理の縦割りを脱却したエネルギーシステムへの移行に期待が寄せられている。

科学技術振興機構低炭素社会戦略センター(以下、LCS)では、人口減少が進行するなかで、地域の家庭部門のエネルギー消費とCO<sub>2</sub>排出がどのように推移するかの評価を進め、断熱化、PV設置、EV導入や電源構成の変化によって日本全体で家庭部門からのCO<sub>2</sub>排出削減がなされるのかという問題を取り上げてきた[1, 3]。このベースとなる基本データとして、環境省は家庭部門のCO<sub>2</sub>排出実態統計調査[4]を提供している。これは、地域別エネルギー消費量/(世帯・月)の平成29、平成30年度で計全国約2万件のアンケート調査データであり、個票を用いることでマイクロレベルの詳細な分析が可能となる。

本提案書では、さらに世帯構成変化を取り上げ、①戸建て住宅から集合住宅への移動はどれほど起こるのか、②新築住宅需要はどのように変化するかに着目し、③エネルギー消費、住宅建築需要変化による資材需要の変化、④郊外/戸建て住宅から都市部/集合住宅への移動で輸送需要・CO<sub>2</sub>排出はどのように変化するか、という問題を検証する。

## 2. 家庭部門エネルギー消費の地域性と住宅種類の関係

本提案書では、脱炭素社会への道筋を、上記の環境省調査をはじめとする市町村レベルのデータに基づき分析する。注目点は、エネルギー消費の地域性、戸建か集合住宅かという住宅形態の影響、居住人数の影響である。環境省は、上記の調査[4]で、平成29年および平成30年における各全国約9,999件、計20,000件近い調査データを報告している。この調査は47都道府県全体をカバーするが、調査対象は1,720市町村中の1,085市町村にとどまる。ただし政令都市では区ごとの調査がある。市町村の人口と世帯数のカバー率は、2015年ではいずれも全国の97%に達する。

本提案書では、まず地域性と住宅の形態に着目する。アンケート結果を①都市部および郊外部か、②集合住宅世帯および戸建て住宅世帯か、で4群に分ける。各県の都市部と郊外部は県庁所在地の可住地人口密度により分類した。ただし政令都市においては区部の平均可住地人口密度を閾値に用いた。以下の図にこの4群のエネルギー需要を示す。

世帯当たりの自動車需要を除くエネルギー消費を、地域と住宅別に比較する。以下の図1では、都市部・戸建て住宅のエネルギー需要の小さい順に県を並べ替えている。

県間では、気候など地域性の違いにより変動が生じる。また集合住宅と戸建て住宅の世帯当たりエネルギー消費には明確な差がある。しかし、集合住宅と戸建て住宅では居住者人数、住宅面積とも異なる。

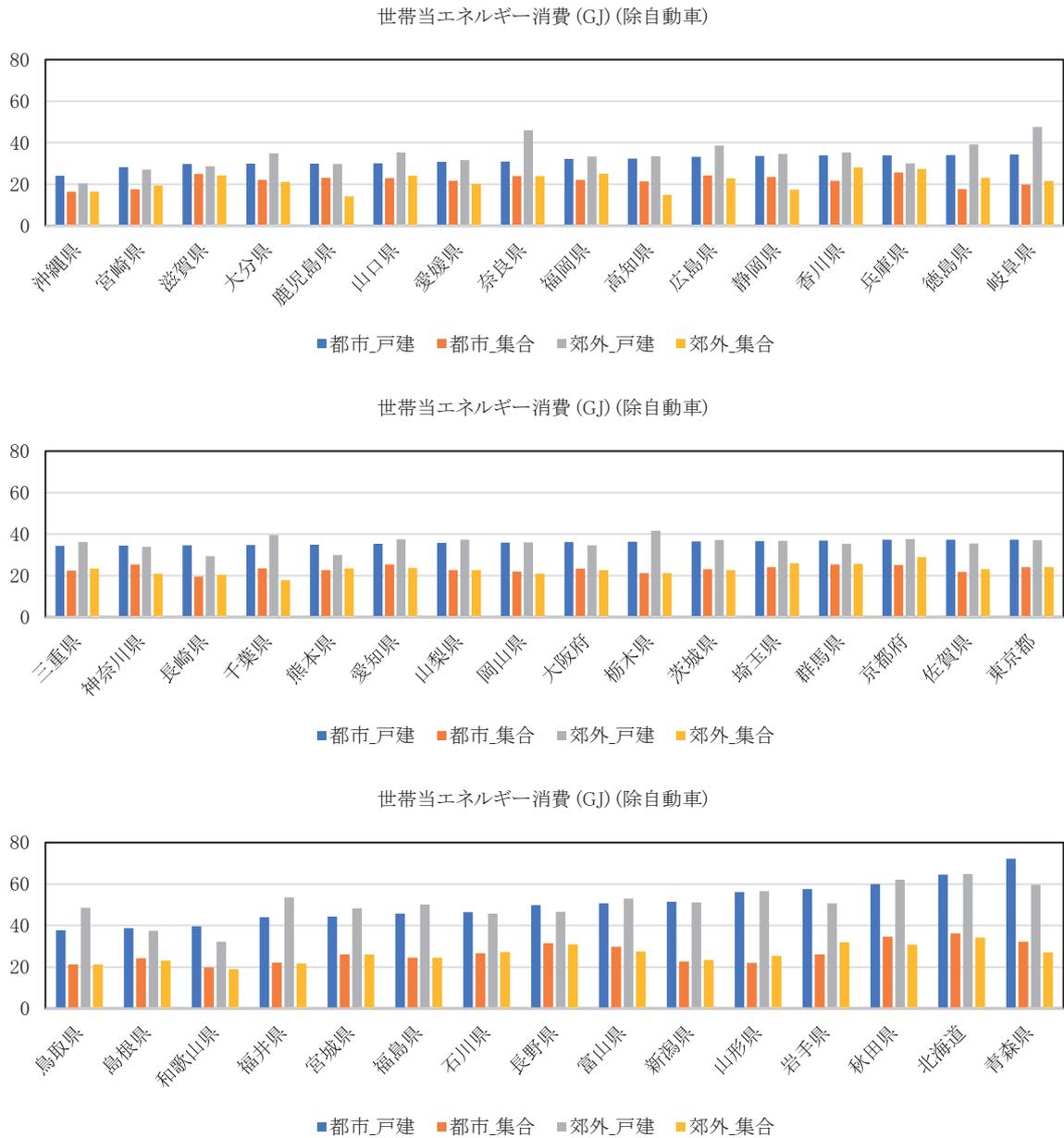


図1 世帯当たり地域・住宅種別エネルギー消費

国土交通省の住宅地域別世帯人員統計 [5] は、図2のように集合住宅で平均1.8人、戸建て住宅では平均2.8人の差を示す。環境省調査は各世帯の世帯人数も示すので、一人当たりのエネルギー消費を見ると、図3のように県間には差があるが、これはほぼ南から北までの気候の違いとみられる。他方、同一の県内での戸建て住宅と集合住宅、都市部と郊外部の差はあまり明確ではない。このことは、同じ県内で戸建て住宅から集合住宅への移動、あるいは郊外部から中心部への移行があったとしても、それだけではエネルギー消費の節減を期待できないことを示唆する。

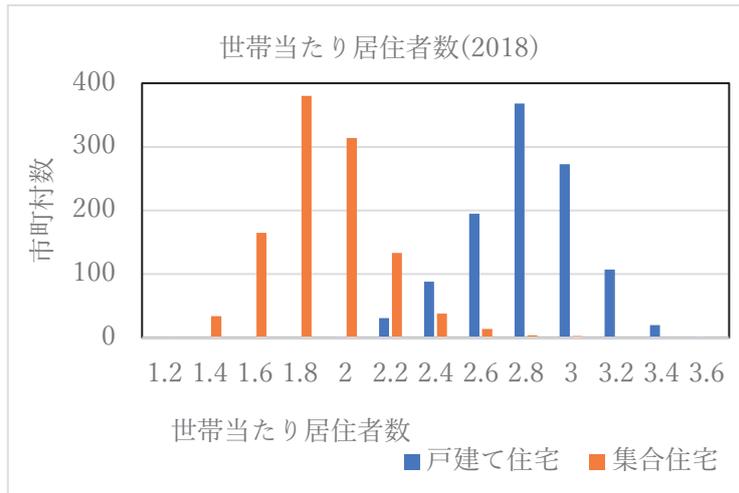
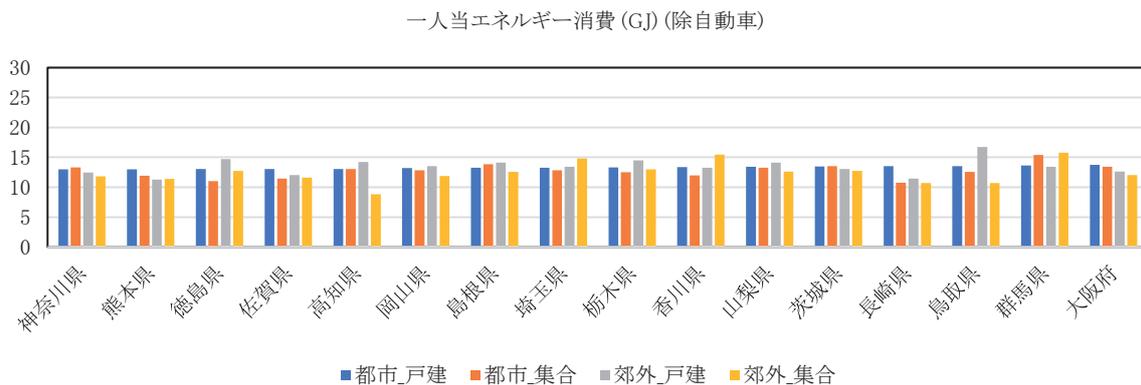
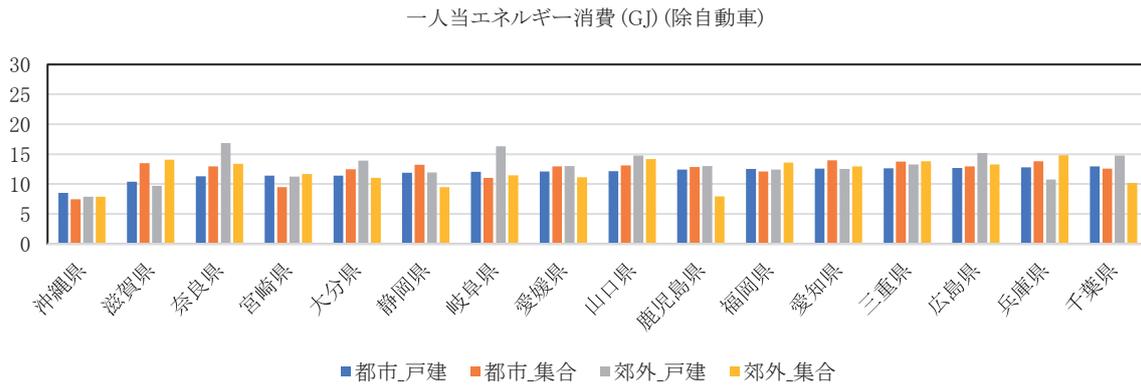


図2 世帯当たり平均居住者数 [5]



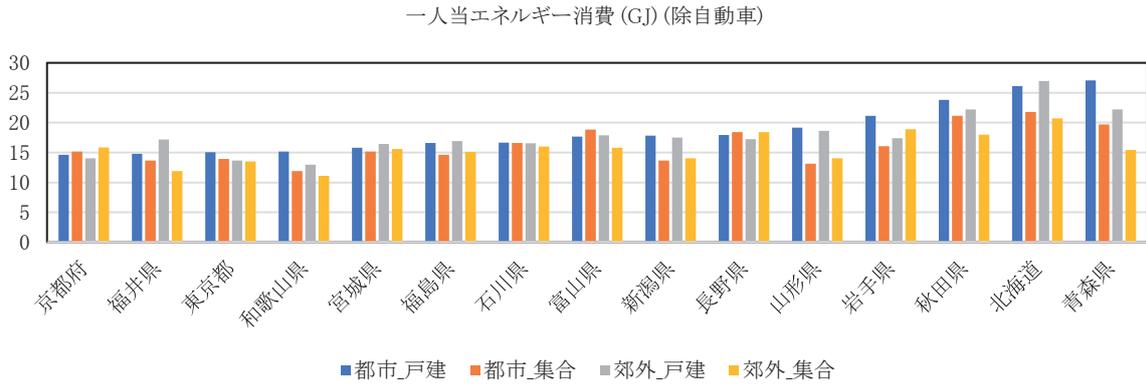


図3 一人当たり地域・住宅種別エネルギー消費

次いで自動車用エネルギー消費について同様の分析を行う。地域の人口密度が上がり街区がコンパクト化すれば、自家用車エネルギーも消費すると考えられる。表1には自動車を使用する約12,000回答個票による居住地区の可住地人口密度と輸送エネルギー需要の分布を示す。可住地人口密度上昇とともに世帯当たり自動車用エネルギー需要の減少傾向はうかがえるものの、横方向の広がり大きく傾向は明確でない。表1右端に示した可住地人口密度のカテゴリごとの平均値のみを取り上げ可住地人口密度との関係を図4に示す。この図からは人口密度100人/haまでは低下傾向があるが、その後はほぼ飽和している。この人口密度100人/haとなる都市は、東京、横浜、大阪、名古屋、福岡、さいたまなど限られた政令都市のほか、豊中市などいくつかの大都市付近のベッドタウンに限られている。図5は居住地区の集約により自動車用エネルギー需要の低下を示すものであるが、表1の行方向のばらつきが大きいいため、両者の関係には、さらなる検討が必要である。

表1 世帯当たり自動車用エネルギー需要と回答者居住地の可住地人口密度の回答者の分布

自動車用エネルギー需要(GJ/世帯)

	5	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	250	300	平均値
5	83	179	231	265	393	311	216	319	116	51	11	3		35.5
10	100	241	265	281	472	342	277	308	85	40	6	3		32.5
20	134	313	356	360	536	380	309	332	74	34	4			30.0
30	122	177	200	213	322	203	140	134	35	15	1			26.8
40	64	118	113	105	153	102	61	70	20	6	2	1	1	26.7
50	29	53	53	51	68	41	22	27	1	1				22.9
60	49	61	77	89	92	59	33	30	11	1		1		23.6
70	49	79	69	62	93	52	25	22	3	1				21.0
80	65	78	71	52	54	41	13	12	4	2				18.1
90	71	95	111	77	111	56	31	22	7	4	2			21.0
100	44	49	50	31	60	34	8	8						17.9
110	30	17	20	15	21	10	4	3						16.1
120	11	22	9	5	9	5				1				14.6
130	24	20	25	15	19	13	4	3	2	1				18.3
140	12	13	10	9	4	5	1	2	3					17.9
150	9	8	6	2	2	1		2						12.9
160	10	9	10	11	8	3	3							15.8
170	16	5	3	5	4	2	2	1	1					15.8
180	13	16	6	6	4	3	5	1						15.7
190	2	3	4	2	1		1							13.8
200	2	1	1	4	1	1								14.7

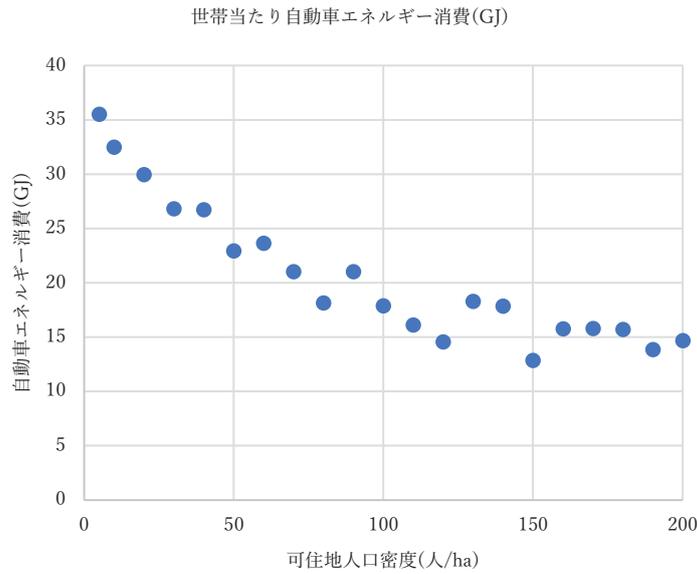
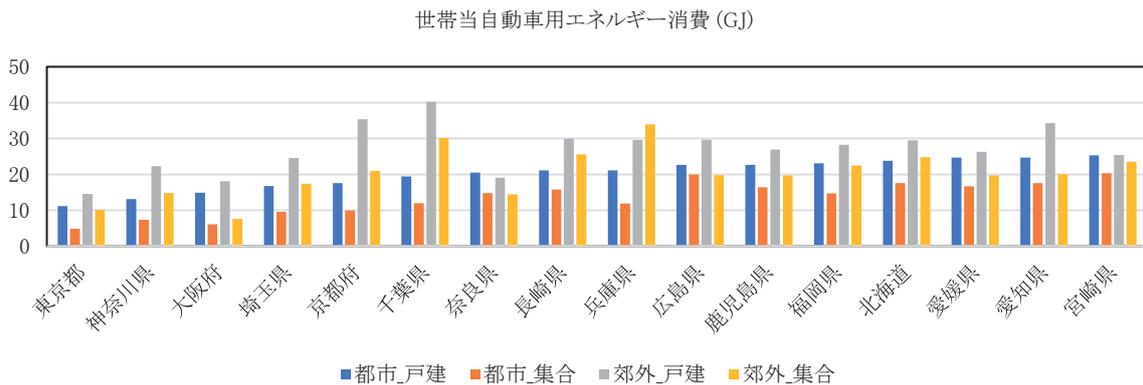


図4 可住地人口密度群化した自動車エネルギー消費

図1、3と同様に、戸建て住宅、集合住宅と都市部、その他の4通りの組み合わせで世帯当たり自動車用エネルギー消費と居住者一人当たり自動車エネルギー消費を県別に示したものが図5、図6である。全体的には戸建て住宅で自動車エネルギー消費が多い傾向を示すものの、県による差が大きい。特に東京、神奈川では明らかに自動車用エネルギー需要は小さい。しかし東京、神奈川、大阪を除き、差はあまり明確でない。特に、サンプル数の限られる茨城県や兵庫県では郊外部集合住宅の自動車用エネルギー消費が最大となっているが、調査サンプル数の少ない地域では偏りも発生する。



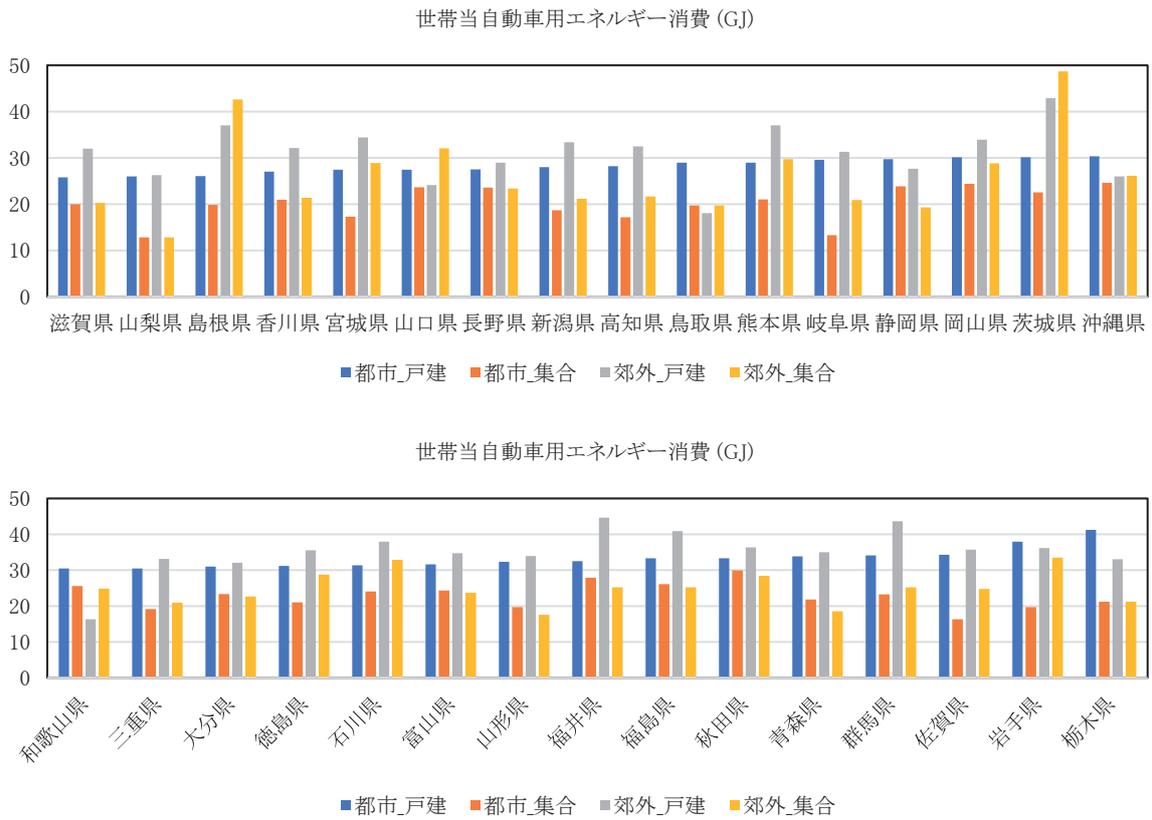
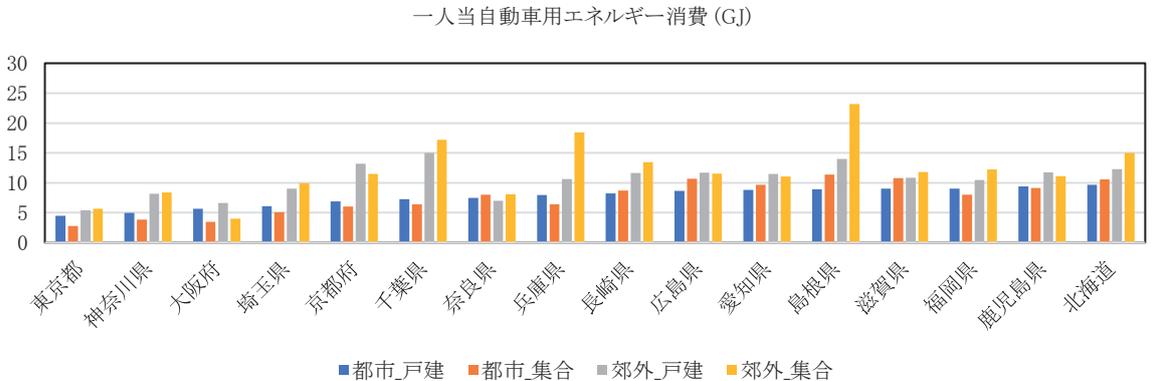


図5 世帯当たり地域・住宅種別自動車用エネルギー消費

図6の一人当たりエネルギー消費では、戸建て住宅と集合住宅、都市部と郊外部の差はさらに不鮮明となる。東京や神奈川、大阪では明らかに他県よりも自動車用エネルギー消費は小さいものの、それ以外の県では傾向がはっきりしない。郊外部で自動車用需要が増える傾向はあるものの、逆の関係となる県も多く、集計した平均であるにもかかわらず図4のような明確な傾向は見られなくなっている。図6では兵庫県、島根県、茨城県など、郊外部集合住宅で突出した自動車需要が見られるが、これらのカテゴリではサンプル数も少なく結論には至らない。



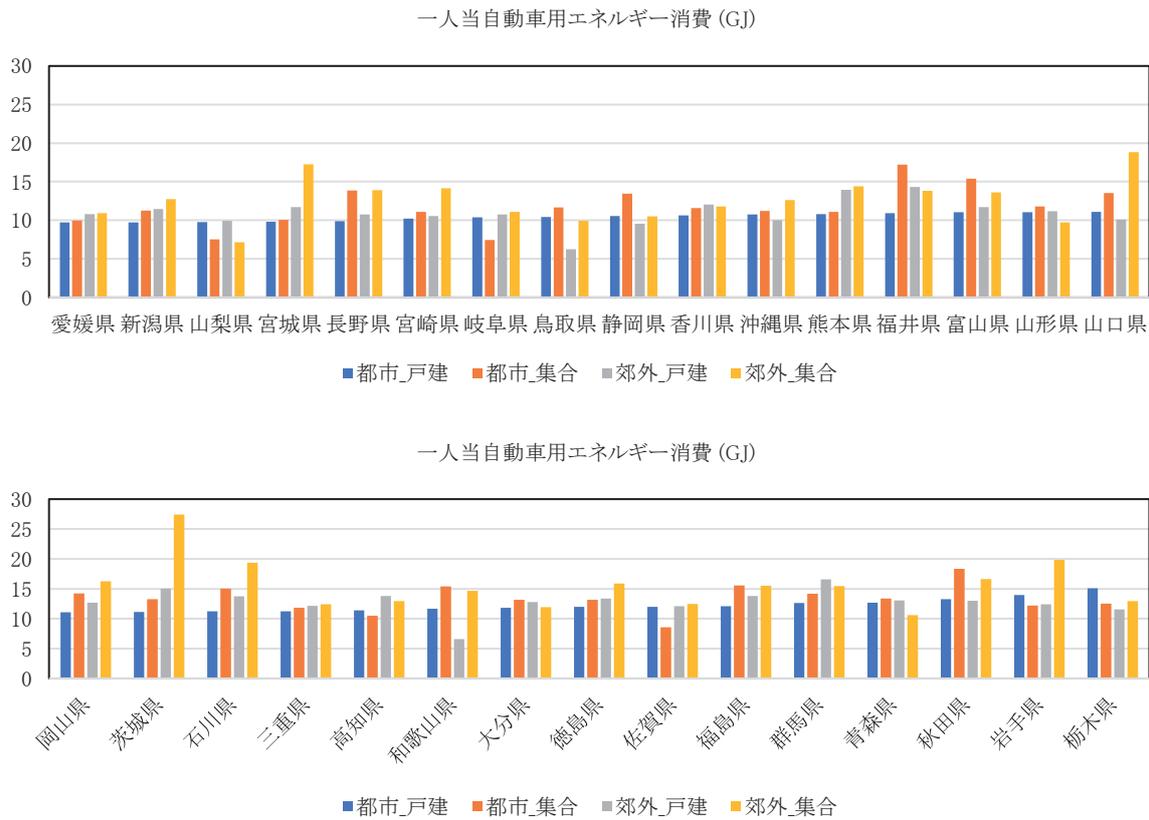


図6 一人当たり地域・住宅種別自動車用エネルギー消費

図4の可住地人口密度グループごとの平均自動車用エネルギー需要の右下がりの関係と図5、6の関係を合わせると、市町村レベルから県レベルでの郊外部から都市部、戸建て住宅から集合住宅という住まい方やライフスタイルの変化は、直ちには自動車移動のエネルギー需要の削減を導かないことになる。居住地区の集中化で低炭素化を実現するには、県をまたぐような広域的な移動が必要なことが示唆されている。

### 3. 将来の人口および世帯数推移と住宅需要の予測

#### 3.1 人口移動による世帯数と住宅種別ストックの変化

環境省の家庭部門 CO<sub>2</sub> 排出調査 [4] はサンプル家庭の居住地域、住宅の種類、世帯構成、用途・種類別エネルギー需要などを詳細に提供している。これにより将来の市町村別人口、世帯数等を与えることで現在の技術をそのまま延長した場合の将来エネルギー需要や CO<sub>2</sub> 排出量を推計でき、さらにヒートポンプや断熱化、電気自動車などの導入シナリオを与えることで技術導入後の CO<sub>2</sub> 排出量変化の推計が可能となる。また、将来の新築住宅需要を推計できれば、鉄やセメントなど建築資材需要の将来予測も可能となる。

これらの推計の基本となるデータは、市町村別の将来人口と世帯数である。厚生労働省人口問題研究所 [6] は、2045年までの市町村別人口予測値と県別世帯数予測値を公表している。ここでは、脱炭素化計画に合わせ、2040-2045間の成長率を単純に延長し、2050年までの推計値を与えた。図7のように、世帯数の減少は、人口減少よりも遅れて発生し、2030年以降減少は加速する。これは、これまで単身世帯が増加したため人口減少でも世帯数は増加傾向が続いていたが、ある時

点から人口減少の影響が上回り世帯数も減少に向かうことによる。このことは、新築住宅需要もある時点まで増加しても、その後急速に低下することを示唆する。

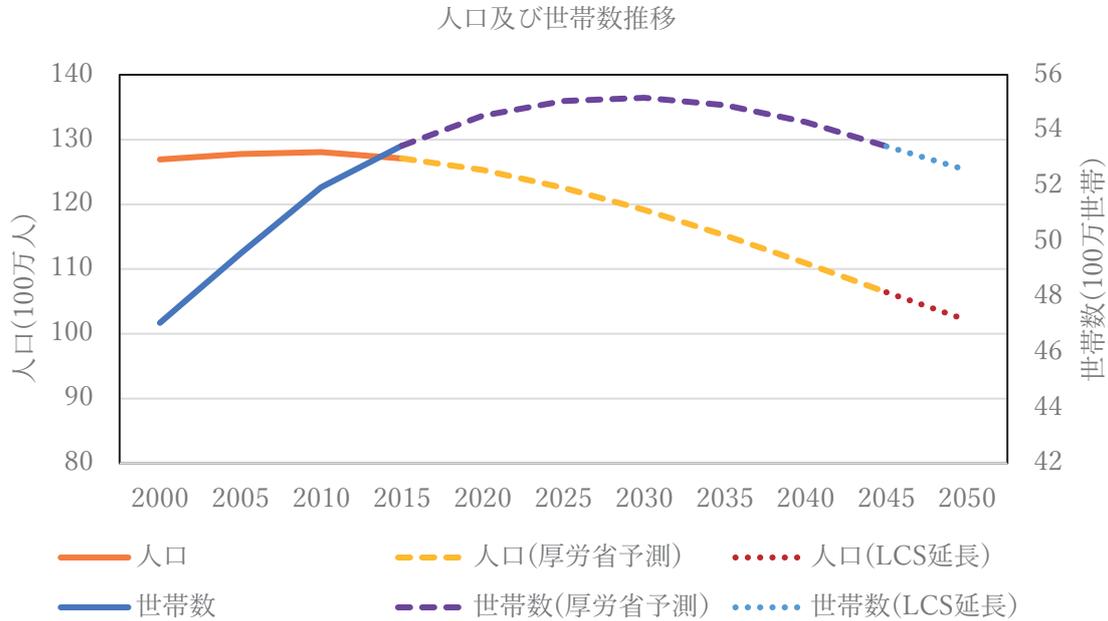


図7 全国人口と世帯数の将来推計値 [5]

両者のパターンのずれを、ここでは図2の戸建て住宅と集合住宅の世帯当たり居住者の違いにより定式化することとした。これにより、戸建て住宅から集合住宅への移動についてモデル化がなされ、将来の戸建て住宅と集合住宅の地域別ストック需要、さらに新築住宅需要の推計が可能となる。ここでは、この世帯数推計値に基づく予測値を基準シナリオと呼ぶ。

今、時点  $t=0$  での戸建て住宅の居住者数合計を  $A$ 、1軒当たり居住者数を  $\alpha_0$ 、集合住宅の居住者数を  $B$ 、1軒当たり居住者数を  $\beta_0$  とする。また世帯当たりの居住人口は次第に減少する傾向があるので、 $t=1$  での戸建て住宅と集合住宅の居住者数をそれぞれ  $\alpha_1$ 、 $\beta_1$  とする。なお2018年の集合住宅日本全体では、 $\alpha = 2.6$ 、 $\beta = 1.8$  であった。図9に示すよう、地域差は大きいものの、全体におよそ年率1%で低下している。

ここで、人口変化と世帯数変化と戸建て住宅と集合住宅の世帯当たり居住者の変化から、各住宅数を推計する定式化を考える。

今、 $t=0$  から  $t=1$  までの間に、 $X$  人が戸建て住宅から集合住宅に移るとする。 $T=0$  での世帯数は  $A/\alpha_0 + B/\beta_0 = C_0$  から  $C_1 = (A-X)/\alpha_1 + (B+X)/\beta_1$  に変化する。さらに、人口全体の割合を  $r$  とし、移動がない場合は集合住宅、戸建て住宅とも比例的に  $r$  倍に変化すると、世帯数は  $(Ar-X)/\alpha_1 + (Br+X)/\beta_1$  に変化する。世帯数は  $t=1$  では  $C_1$  になったとすると、

$$(Ar - X) / \alpha_1 + (Br + X) / \beta_1 = X(1 / \beta_1 - 1 / \alpha_1) + r(A / \alpha_1 + B / \beta_1) = C_1 \quad (1)$$

となるので、

$$X = \{C_1 - r(A / \alpha_1 + B / \beta_1)\} / (1 / \beta_1 - 1 / \alpha_1) \quad (2)$$

となる。もし  $\alpha_0 = \alpha_1$ 、かつ  $\beta_0 = \beta_1$ 、で世帯数の増加率と人口増加率が同じなら移動は起きない。移動後の  $Ar - X$ 、 $Br + X$  はいずれも負になることはないので、 $-Br < X < Ar$  でなければならない。現状の  $A$ 、 $B$  世帯当たり居住人口の初期値、人口と世帯数合計  $C_1$  が地域ごとに与えられていれば、過去の趨勢にもとづいてシナリオで与えた  $\alpha$  と  $\beta$  の将来値から移動人口を求めることができる。

住宅種別の地域別世帯当たり居住者数は、総務省統計局の5年ごとの住宅・土地統計調査 都道府県編（平成10、15、20、25、30年）[7] から得ることができ、戸建住宅、集合住宅いずれも図8のようなほぼ年率1%の減少傾向を示す。

なお、図8にあるよう沖縄県は集合住宅の居住者数が大きい特徴があり、特に宮古市と中城村では集合住宅と戸建て住宅の居住者数が近い。ここでは  $X$  の閾値として、1期5年の変化割合の下限値、上限値を  $B$  および  $A$  の -20% および 20% に設定した。また戸建て住宅と集合住宅の世帯居住者の下限値を 2.2 人 / 世帯および 1.2 人 / 世帯と設定した。いくつかの市町村では 2018 年時点で既にこの下限値を下回っており、この場合はこの実績値を下限値としている。

市町村別住宅種別居住者数の推計は次のような手順で行うこととした。まず初期値となる 2018 年の市町村別集合住宅および戸建住宅数、および居住者数は、総務省平成 30 年住宅・土地統計調査の住宅および世帯に関する基本集計表 [8] で与える。将来の住宅種別居住者数は、これを初期値として上記のように減少するものとする。将来の人口変化は市町村別に予測値があるが、世帯数予測値は県合計でしか与えられていない。そこで、将来の世帯数  $C_1$  を、県全体の世帯数変化率  $\theta$  を用いて  $C_1 = \theta C_0$  と仮定して市町村ごとの戸建住宅および集合住宅世帯数の将来推計値を求めた。これを基準の人口移動シナリオとする。

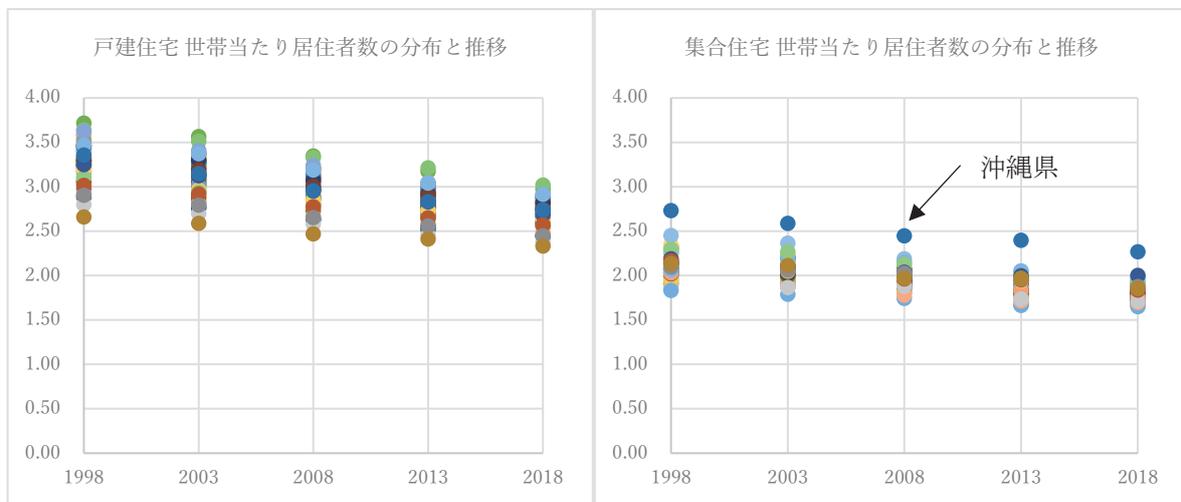


図8 住宅種別世帯当たり平均居住者数の県間分布と推移（左：戸建住宅、右：集合住宅）

ここから移動割合  $r$  と移動上限値を変化させることで、移動シナリオとして、①戸建住宅から集合住宅への移動なし（居住者数に比例して住宅戸数も変化）、②低移動ケース（戸建→集合住宅移動人数を制約）、③高移動ケース（戸建→集合住宅移動人数を拡大）、④移動加速ケース（戸建→集合住宅移動人数をさらに拡大）、の4ケースを設定した。世帯数将来予測値は 2040 年までが公表されているので、2045 年値、2050 年値は単純な外挿で延長した。こうして推計された 2050 年までの戸建住宅数、集合住宅数ストックを表 2 に示す。

2030年までの戸建住宅から集合住宅への移動人数は、基準シナリオでは約800万人であるが、その後2050年まで延長しても追加的な増加は約60万人に過ぎず、人口減少を反映し移動人数も減少する。この傾向は、人口移動の発生するいずれのシナリオでも同様で、2030年から2050年までの移動人数は60万人弱である。世帯数は、2030年までは130万世帯の純増が見込まれる。2050年では、2018年から移動がない場合35万世帯の純減である一方、移動加速ケースでは460万世帯の純増となり幅が大きい。この幅は、そのまま新築住宅、特に集合住宅需要の幅に結びつくものである。新築住宅需要の幅は、一方で資材需要増加によるCO<sub>2</sub>排出の増加に、他方でZEH/ZEH-Mなど省エネルギー化の普及促進に結びつく。

なお、この推計は、世帯数将来値が住宅数に一致すると仮定した。しばしば問題となっている「空き家」はここでは対象としていない。これは、居住者がなく管理されていない家屋の劣化は激しいとされるためである。

表2 市町村別推計に基づく戸建住宅・集合住宅別世帯数と移動人数将来予測値

	人口移動シナリオ	戸建住宅世帯 (1000 戸)	集合住宅世帯数 (1000 戸)	世帯数計 (1000 戸)	戸建-集合移動累積人数 (1000 人)
<b>2018</b>	実績	<b>27,641</b>	<b>24,592</b>	<b>52,233</b>	--
<b>2030</b>	移動なし(2030)	27,156	25,069	52,225	0
	低移動(2030)	27,137	25,089	52,225	49
	<b>基準推移(2030)</b>	<b>23,971</b>	<b>29,553</b>	<b>53,524</b>	<b>8,032</b>
	高移動(2030)	22,423	31,787	54,210	11,966
	移動加速(2030)	20,322	34,885	55,207	17,335
<b>2040</b>	移動なし(2040)	26,031	24,320	50,351	0
	低移動(2040)	25,896	24,364	50,260	336
	<b>基準推移(2040)</b>	<b>22,864</b>	<b>30,581</b>	<b>53,445</b>	<b>8,319</b>
	高移動(2040)	21,382	33,408	54,790	12,253
	移動加速(2040)	19,371	37,361	56,732	17,622
<b>2050</b>	移動なし(2050)	24,573	24,130	48,703	0
	低移動(2050)	24,332	24,204	48,536	620
	<b>基準推移(2050)</b>	<b>21,477</b>	<b>30,755</b>	<b>52,231</b>	<b>8,594</b>
	高移動(2050)	20,082	33,863	53,945	12,528
	移動加速(2050)	18,187	38,629	56,816	17,897

(\*) 本報告での推計対象は環境省 CO<sub>2</sub> 排出調査対象の市区町村に限られているので日本全体の値とは一致しない。

### 3.2 種類別新築住宅需要と床面積の推定

将来の家庭部門からの CO<sub>2</sub> 排出削減を導く要素技術に、空調や給湯など設備機器の効率向上と建物自体の断熱化が重要なことは知られている。ここで、戸建住宅では全電化や個別のエネルギー機器は、既存建物でもある程度置き換え可能でも、断熱化では建物の全体的な改修が必要なが多く、新築建物に対してのみ適用可能である。集合住宅ではもともと戸建住宅よりも断熱効果が高いとされるものの、既設住宅への省エネ改修は限られる。

このことから、新築住宅需要の推計は CO<sub>2</sub> 排出削減のポテンシャルを見るにあたって重要である。また、新築住宅需要の増加は当然、建設資材の需要を意味し、やはり CO<sub>2</sub> 排出評価の要因となる。

新築住宅の構造別、建て方別、利用関係別—新設住宅の戸数、床面積統計は、県別 1951-2019 年まで国土交通省建築着工統計調査住宅着工統計 [9] に提供されている。ただし構造別統計は 1988 年以降となる。図 9、図 10 に戸建て住宅と集合住宅の新築面積の推移を示す。このように、戸建住宅では木造が圧倒的に高いシェアを占めている。集合住宅では鉄筋コンクリート工法のシェアが高いが、木造工法のシェアが伸びている点も注目される。

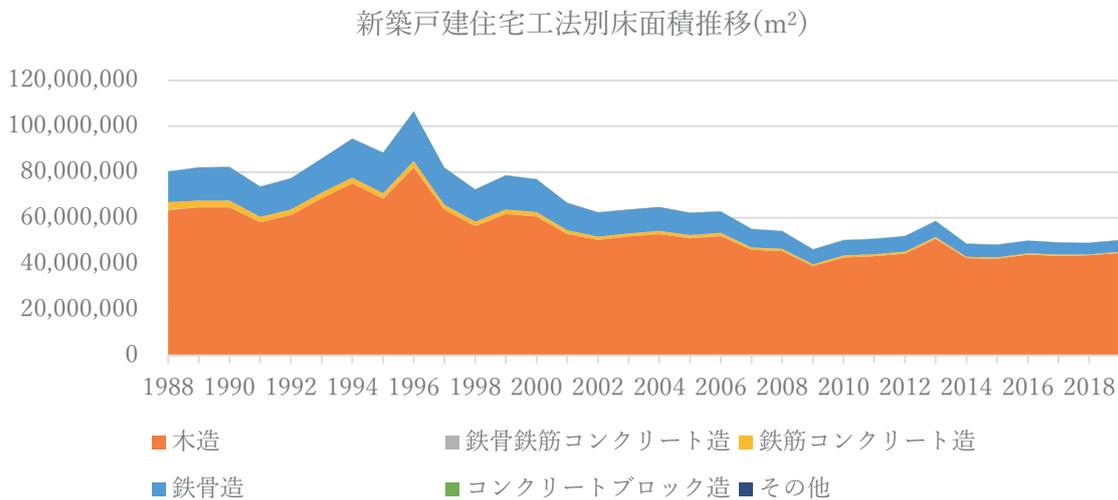


図 9 戸建て住宅の工法別床面積の推移 (m<sup>2</sup>)

新築集合住宅工法別床面積推移(m<sup>2</sup>)

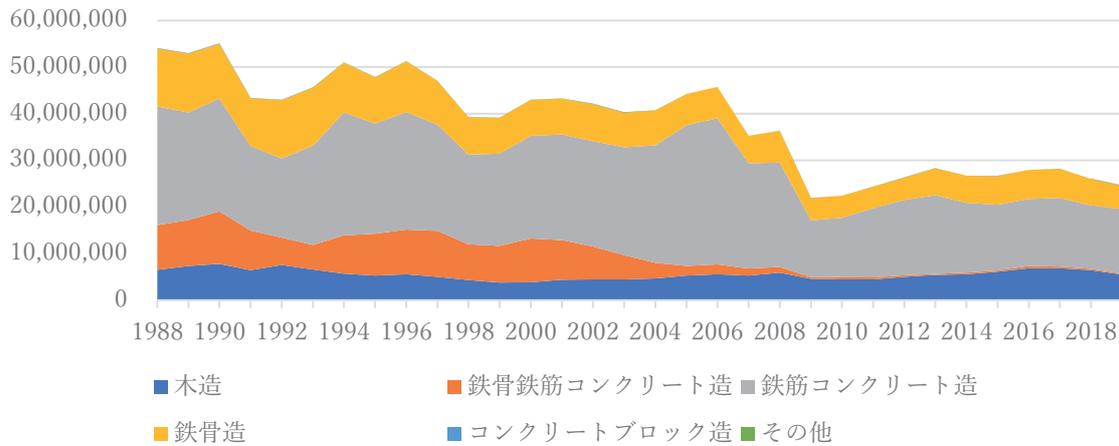


図 10 集合住宅の工法別床面積の推移 (m<sup>2</sup>)

住宅ストックは5年ごとに工法別・種類別に調査が行われている。[10]には2016年時点での住宅ストックの建築時点別床面積が報告されている。ここでは、例えば平成29年時点での建設年次別の住宅床面積が表3のようにまとめられている。ただし、ここでは種類は戸建て住宅と長屋が集約されており、また工法は木造と非木造のみである。

1988-2019間の累計新築床面積は335,487万m<sup>2</sup>にとどまることから、それ以前の建物がかなり残存していることが分かる。

以下では、ここにある住宅ストック面積を建築着工統計調査住宅着工統計の1988-2019年工法・種類別床面積合計値を用い、按分して戸建住宅・集合住宅のストック面積合計値を推計することとした。同調査には戸数の統計もあるため、同様にストック戸数も推計可能である。

表 3 平成29年時点での建築年代別住宅床面積ストック (1,000 m<sup>2</sup>) [9]

	木造				非木造				合計
	戸建・長屋	共同住宅	その他	計	戸建・長屋	共同住宅	その他	計	
S25 以前	194,710	520	470	195,710	5,150	720	210	6,080	201,790
S26-S35	97,360	740	190	98,290	4,530	2,480	200	7,210	105,500
S36-S45	284,210	3,140	560	287,910	19,130	33,260	840	53,230	341,140
S46-S55	661,330	10,820	1,330	673,480	54,040	168,100	2,250	224,400	897,880
S56-H2	696,740	21,350	1,320	719,410	68,900	244,160	2,650	315,710	1,035,130
H3-H12	760,390	30,310	1,150	791,850	89,740	368,400	2,130	460,280	1,252,150
H13-H22	668,970	30,920	800	700,690	81,980	396,280	1,230	479,500	1,180,200
H23-H28	308,270	16,000	110	324,390	47,130	139,910	130	187,190	511,550
不詳	119,510	14,870	480	134,870	15,580	62,500	610	78,690	213,560
合計	3,791,500	128,670	6,440	3,926,600	386,180	1,415,840	10,260	1,812,270	5,738,880

将来の新築住宅需要は、以下のようにして求める。ここでは、世帯数を住宅ストック需要とし、現在の空き家は2030年時点では全て除去されるものとする。t期のストック戸数S(t)と新築戸数N(t)、(t+1)期のストック戸数の間に、dを除却率として、 $S(t+1) = (1-d)S(t) + N(t)$ の関係を仮定する。2018年の戸建住宅、集合住宅の新築戸数はそれぞれ431,343戸と511,027戸の計905,123戸である。表2の世帯数が新築住宅の対象とすると、この比率は2018年断面では戸建住宅1.6%/年、集合住宅で2.1%/年、全体では1.8%/年となる。この数値は、住宅寿命とされる40年-60年の範囲とほぼ整合するが、さほど長期的に安定的なパラメータではない。ここでは、新築需要の推計に当たり、2%/年を仮定する。ただし、2018年以降の新築住宅は、20年間は除却されないものとし、既存のストックのみ年率2%で減少するものとする。これにより、将来時点の住宅種別ストックと世帯数から、新築住宅需要を求めることができる。

こうして得た2018年以降2030年および2050年までに建設された累積住宅数を表4に示す。図11、図12には年平均新築戸数および延べ床面積の推移を示す。新築戸建住宅が2045-2050間で少し増加するのは、既存の住宅ストックの建て替え需要のためである。このように移動シナリオにより戸建住宅と集合住宅の変化パターンには差が生じる。集合住宅は全般に、郊外部戸建住宅は影響が大きい。

表4 居住者移動シナリオと2018年以降の累積新築住宅戸数の推移

	居住移動シナリオ	戸建住宅			集合住宅		
		都市部	郊外部	合計	都市部	郊外部	合計
2030	移動なし(2030)	3,728	1,745	5,473	4,774	943	5,717
	低移動(2030)	3,726	1,738	5,464	4,777	961	5,737
	<b>基準推移(2030)</b>	<b>1,948</b>	<b>834</b>	<b>2,782</b>	<b>7,594</b>	<b>2,606</b>	<b>10,201</b>
	高移動(2030)	1,287	499	1,787	8,991	3,444	12,435
	移動加速(2030)	651	206	857	10,916	4,616	15,532
2040	移動なし(2040)	5,572	2,756	8,328	7,082	1,430	8,512
	低移動(2040)	5,531	2,677	8,208	7,096	1,460	8,555
	<b>基準推移(2040)</b>	<b>3,704</b>	<b>1,689</b>	<b>5,393</b>	<b>10,957</b>	<b>3,812</b>	<b>14,769</b>
	高移動(2040)	2,843	1,253	4,096	12,694	4,902	17,596
	移動加速(2040)	1,859	723	2,582	15,056	6,493	21,549
2050	移動なし(2050)	6,606	3,528	10,135	9,160	2,057	11,217
	低移動(2050)	6,536	3,385	9,921	9,185	2,105	11,290
	<b>基準推移(2050)</b>	<b>4,838</b>	<b>2,376</b>	<b>7,214</b>	<b>13,061</b>	<b>4,774</b>	<b>17,835</b>
	高移動(2050)	4,028	1,899	5,927	14,864	6,079	20,943
	移動加速(2050)	2,970	1,288	4,258	17,649	8,061	25,710

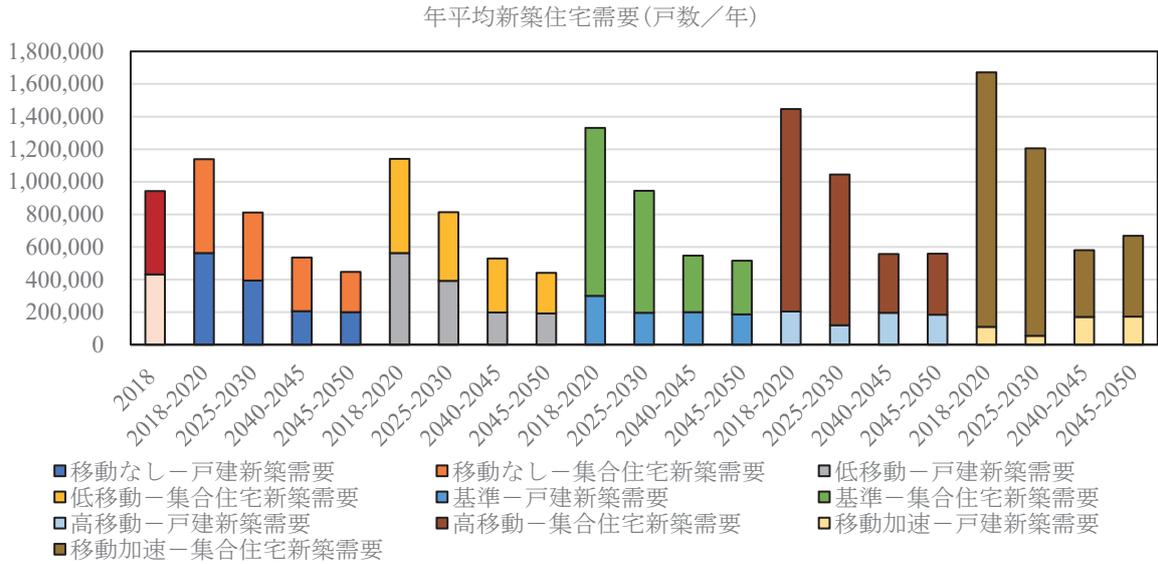


図 11 居住移動シナリオと年平均新築住宅戸数の推移

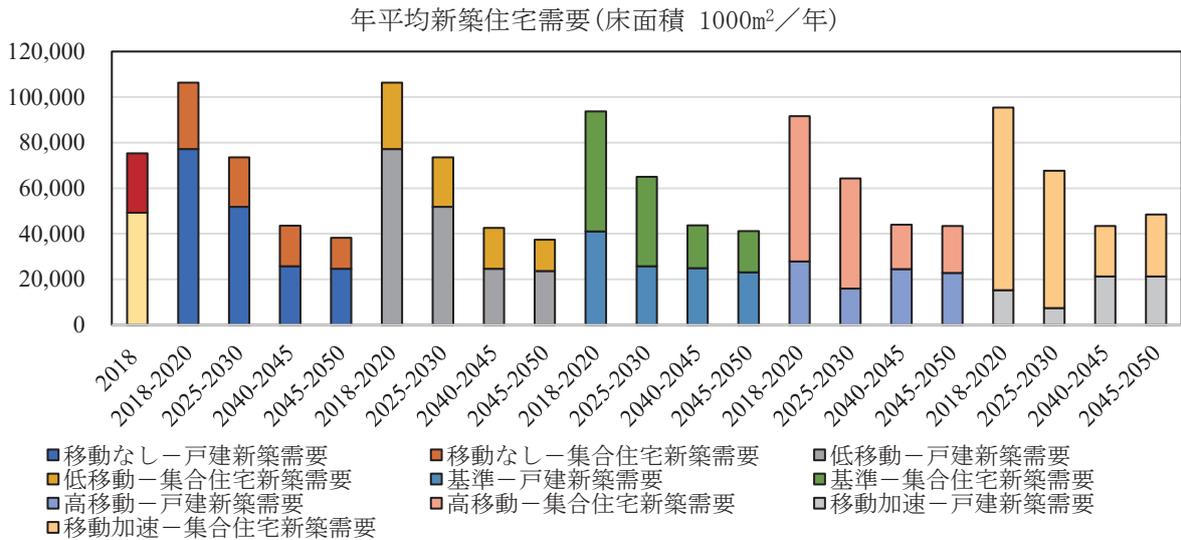


図 12 居住移動シナリオと年平均新築住宅延べ床面積の推移

### 3.3 住宅種類別床面積の推定

将来の新築住宅需要は、断熱化や ZEH、全電化住宅などの導入シナリオのポテンシャル評価の基礎情報を与え、同時に鉄など新築必要資材需要を通し素材産業市場に影響する。建材の原単位は、建設部門産業連関表や国土交通省、「建築資材・労働力需要実態調査」[11]の面積当たり資材投入原単位が適用できるが、世帯数と対応する戸数ではなく新築住宅床面積に換算する必要がある。住宅当たりの床面積は地域差と近年の低下傾向がしばしば指摘されることから、その傾向をデータで見る。戸建住宅については、図 13 に示すよう、近年の低下傾向と 120 m<sup>2</sup> 付近への収束傾向がうかがえる。これに対し、集合住宅(ここでは長屋を除く共同住宅について示した)では、

図 14 のように日本全体の趨勢に明確な傾向は見え、変動の地域差が大きいものの、ほぼ 50 m<sup>2</sup> 付近に収束している様子うかがえる。

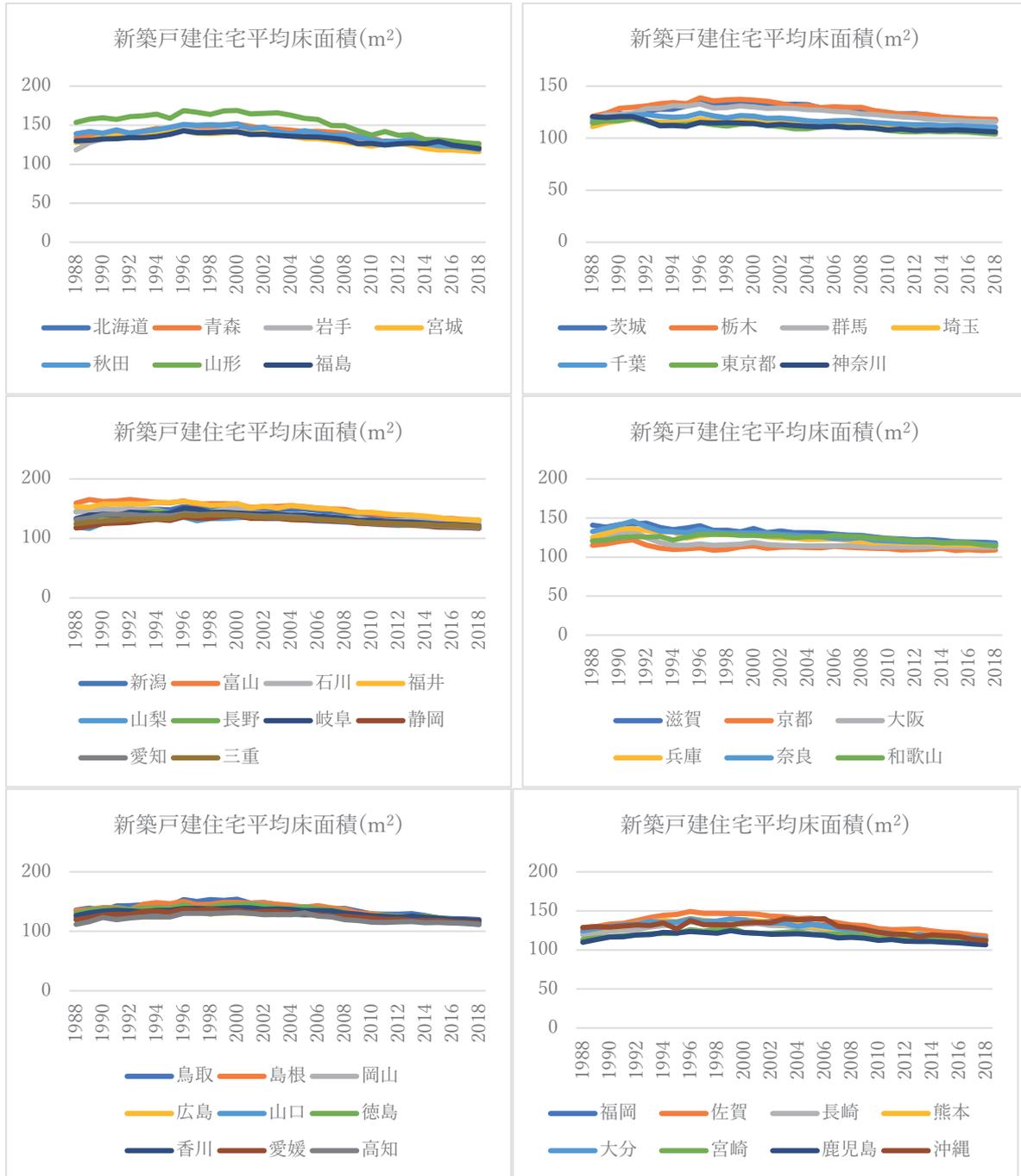


図 13 新築戸建住宅床面積の県別推移

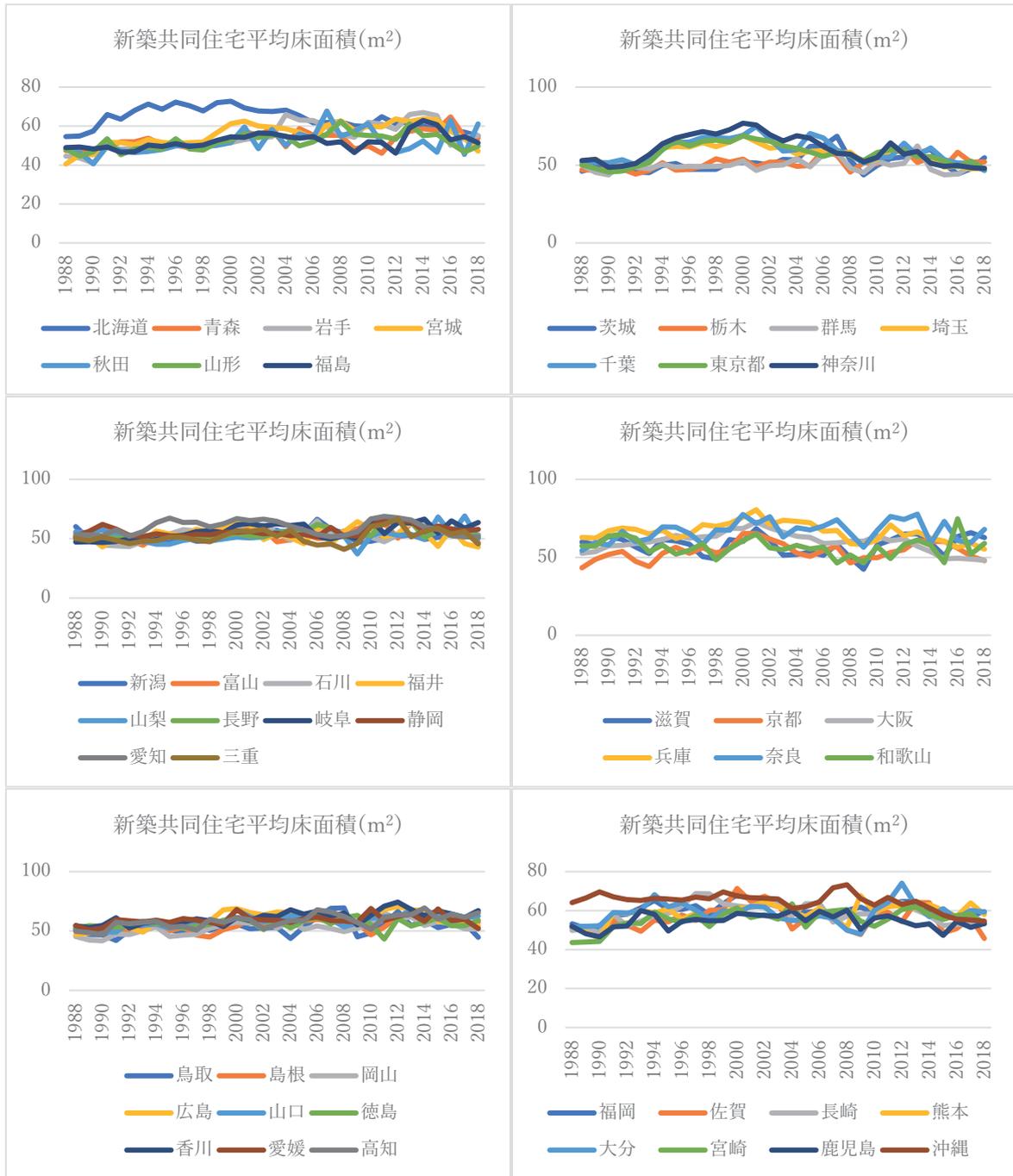


図 14 新築共同住宅床面積の県別推移

この傾向の理由に、2006年に閣議決定された「住生活基本計画」[12]が考えられる。これは豊かな住生活の実現の前提として「多様なライフスタイルを想定した場合に必要と考えられる住宅の面積に関する水準」を決定したもので、

最低居住面積水準 単身世帯 25 m<sup>2</sup>、2人世帯 30 m<sup>2</sup>、一人増えるごとに + 10 m<sup>2</sup>  
 誘導居住面積水準 (都市) 単身世帯 40 m<sup>2</sup>、2人世帯 55 m<sup>2</sup> + 20 m<sup>2</sup>/追加人

誘導居住面積水準（一般） 単身世帯 55 m<sup>2</sup>、2人世帯 75 m<sup>2</sup> + 25 m<sup>2</sup>/ 追加人

とされる。55 m<sup>2</sup> は都市型2人世帯、一般型単身世帯の「十分条件」とされる基準であるので、これが日本全体で共通する一つの目標値になったと考えられる。また、4人家族を想定する住宅では、上記によれば125 m<sup>2</sup> が誘導居住面積水準となる。これも、新築戸建て住宅のトレンドの収束値とほぼ一致する。ほぼ全国とも収束の状況はうかがえるので、今後は、この数字を日本に共通する新築床面積の収束値とみなすこととする。

#### 4. 住まい方の差を考慮したエネルギー消費と CO<sub>2</sub> 排出量の推計

第2章に示した環境省家庭部門 CO<sub>2</sub> 排出実態調査は、家庭のエネルギー消費を用途別（暖房、給湯、厨房、照明他、自動車用）および種類別（電力、都市ガス、LP ガス、灯油）の2軸から調査している。また、PV 設置の有無、年間発電電力量の調査項目もある。これにより、地域性や居住者数、住宅種別などを踏まえたうえで、様々な家庭用エネルギー機器の導入による省エネルギー効果や CO<sub>2</sub> 排出削減量を推計できる。ここでは、以下のような技術オプションを取り上げた。技術オプションの導入効果については、既報の政策提案書 [13] と同様である。

電気自動車（EV）導入：既報 [3, 13] では7 km/kWh の電費とし、これが13 km/L の燃費のエンジン車を置き換えるものとした。この効率は約5倍となる。比較は簡単ではないが2030年ではさらに効率が向上するものとし、570%に達するものとした。EVの普及率はシナリオで与える。建物の全電化：暖房、冷房、給湯をHPに置き換えるものとする。ここでは、COPを4.0とした。建物の断熱化：新築建物への導入により空調負荷を20%削減する。

PVの導入：戸建住宅を対象とする。[13]では、戸建住宅では年間のネットの電力消費を0にできるとしているため、ここでも導入する。ZEH化シナリオでは、全電化、断熱化、PV導入の全てが導入される。

さらに、電気事業者電力の低炭素化のシナリオを加える。

シミュレーションにあたり、ここでは表5のような技術導入の想定を行った。なお、評価時点は2030年、2040年および2050年とした。

シナリオ-1（人口変化のみ）：第2章の人口変化・世帯数変化および電気事業者排出原単位は表4基準ケースを想定

シナリオ-2（技術導入）：家庭用技術導入および電気事業者排出原単位に表4基準ケースを想定

シナリオ-3（電力先行）：シナリオ1家庭用技術導入なし。電気事業者排出原単位のみ

2030年：50%、2040年20%、2050年：5%を想定

シナリオ-4（脱炭素化）：シナリオ-2基準家庭用技術導入および+電気事業者排出原単位

2030年：50%、2040年20%、2050年：5%を想定

シナリオ-5（電力加速）：シナリオ1家庭用技術導入なし。電気事業者排出原単位のみ

2030年：30%、2040年10%、2050年：1%を想定

シナリオ-6（脱炭素加速）：家庭用技術導入および電気事業者排出原単位に表4技術加速ケースを想定

以下に結果を示す。これらのシナリオとエネルギー需要の変化の計算の詳細は付録に示す。

表5 家庭用エネルギー技術の想定

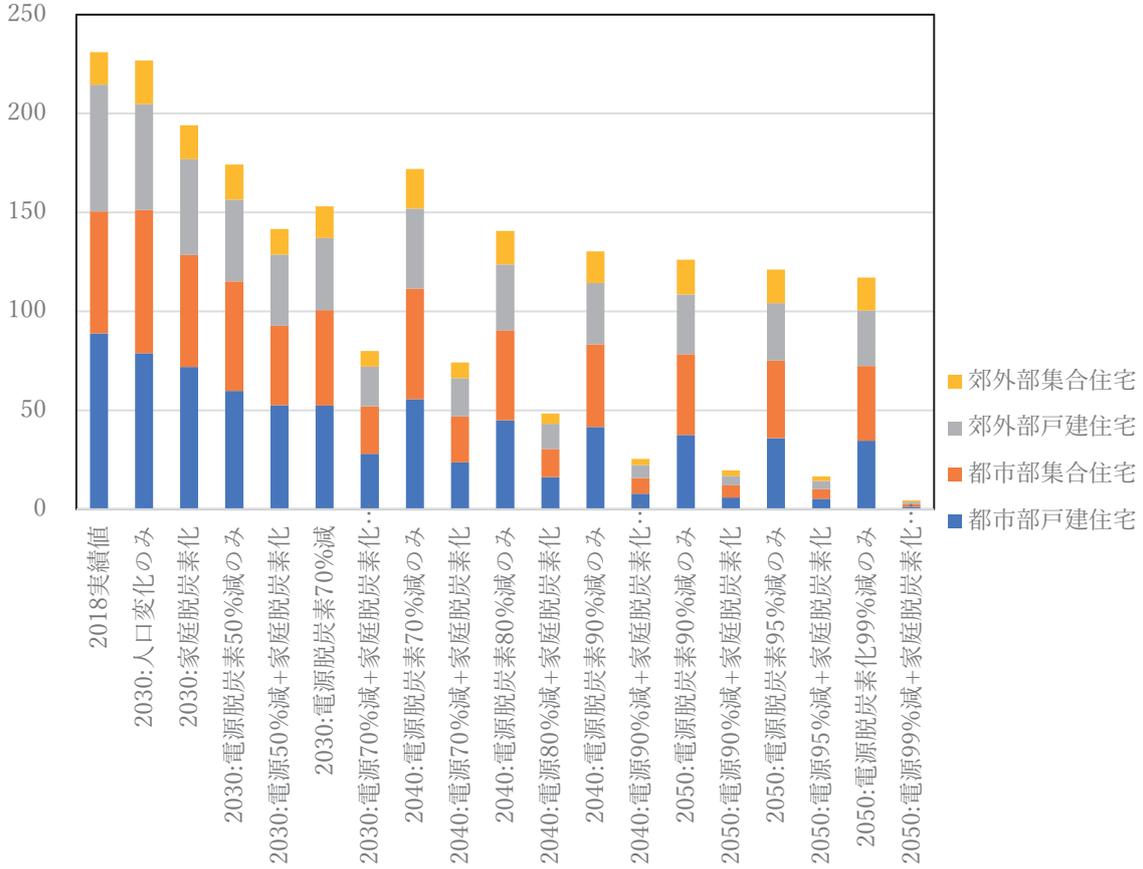
		基準ケース			技術加速ケース		
		2030	2040	2050	2030	2040	2050
全体	EV 普及率	10%	64%	82%	30%	72%	93%
	EV 相対効率	500%	520%	550%	500%	520%	550%
	ICE 効率上昇	120%	140%	160%	120%	140%	160%
戸建住宅	全電化率	10%	64%	82%	50%	80%	95%
	PV 設置率	10%	64%	82%	50%	80%	95%
	HPh-COP	4	4.5	5	4	4.5	5
	HPc-COP	4	4.5	5	4	4.5	5
	残存率	78%	64%	52%	78%	64%	52%
	新築全電化率	10%	64%	82%	70%	88%	97%
	新築断熱化率	50%	80%	90%	70%	88%	97%
	新築全電化内 ZEH 化率	70%	88%	94%	80%	92%	98%
集合／戸建共通	新設省エネ率	20%	30%	40%	20%	30%	40%
集合住宅	断熱化普及率	50%	80%	90%	80%	92%	98%
	新設全電化率	50%	80%	90%	80%	92%	98%
	残存率	78%	64%	52%	78%	64%	52%
電気事業	電力排出原単位	100%	50%	10%	30%	10%	1%

図15に、シナリオ別のCO<sub>2</sub>排出量を住宅種別に積み上げ表示した。いずれのシナリオも、2030年には2018年実績値を下回ることを示すが、2030年シナリオ-4(電源50%減+家庭脱炭素化)が2030年シナリオ-5(電源のみ70%減)以下の炭素排出量を示している。シナリオ5では電源のみでの70%削減で達成するレベルを、シナリオ4の家庭部門の技術導入+電源からの排出原単位は50%削減で実現している。このことは、現実のZEH化率がなお新築建物の11%にとどまるなど、シナリオ2の技術導入が決して楽観的なものではないとしても、発電部門の低炭素化と合わせることで効率的なCO<sub>2</sub>排出削減の実現が示唆されている。しかし2040年以降は、電源構成変化のみでは全体的な脱炭素化を導くには至らない。これは、特に自動車起源のCO<sub>2</sub>排出の差が原因である。同時に、EV化が脱炭素化を導くには電源構成の変化が必須であることは明らかのため、2050年炭素中立化を目指すには、電源構成変化と家庭部門の脱炭素化を同時に進めねばならないことも明確に示されている。

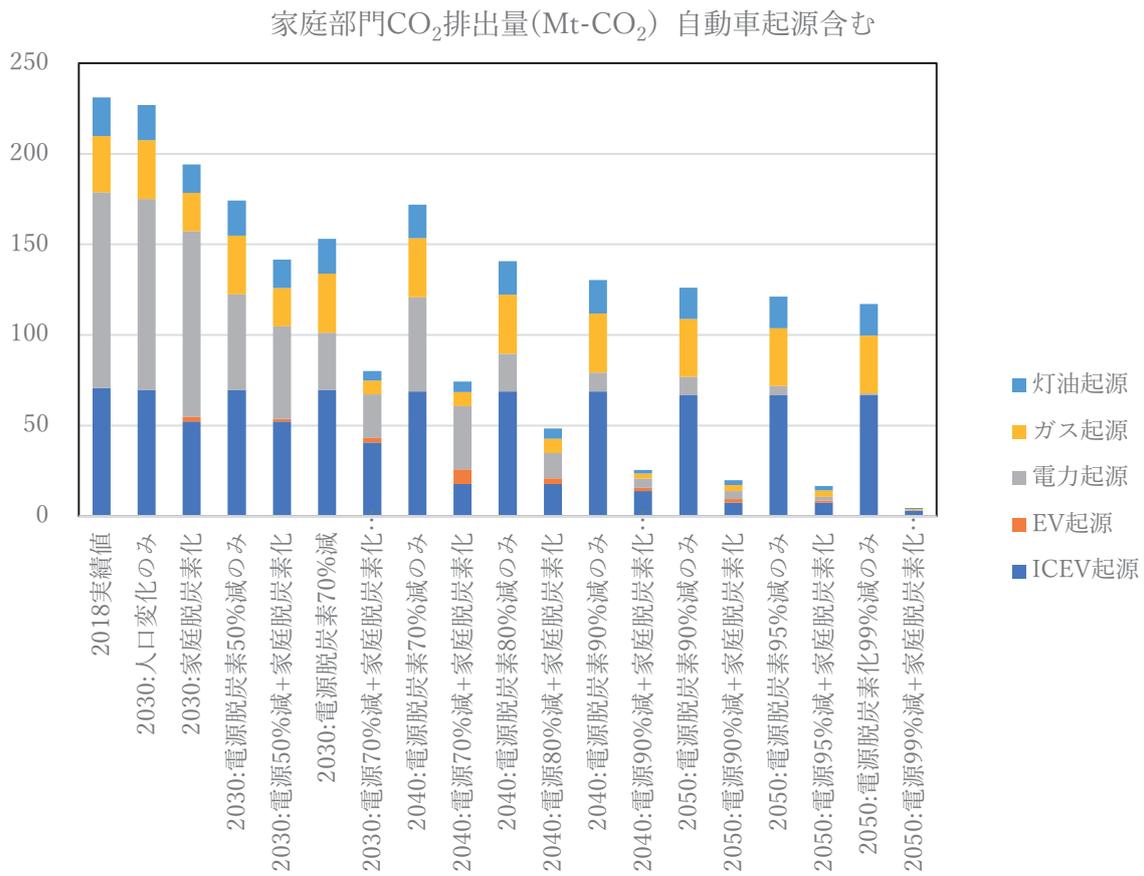
図16はシナリオ2における戸建から集合住宅への人口移動がCO<sub>2</sub>排出に及ぼす影響の変化を示す。人口移動の影響は大きくはないが、2030年では移動が増えるほどCO<sub>2</sub>排出量はわずかではあるが減少する傾向がうかがえ、2050年ではわずかではあるが増加の傾向にある。これは、世

帯数の増加が影響するためである。第2章で示したよう、一人当たり排出量は地域差が大きい  
 ため、人口移動による CO<sub>2</sub> 排出変化については明確な結論を導くには至らない。

家庭部門CO<sub>2</sub>排出量(Mt-CO<sub>2</sub>) 自動車起源含む



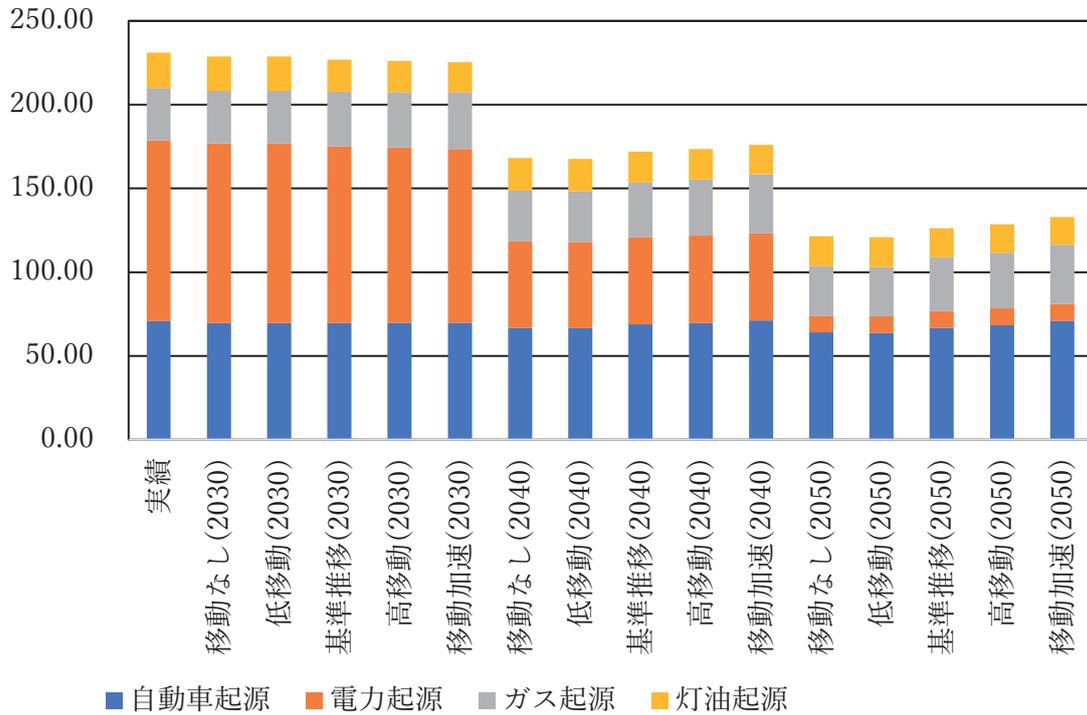
(a) 住宅種・地域別



(b) 排出起源別

図 15 家庭部門のシナリオ別 CO<sub>2</sub> 排出量の変化

家庭部門CO<sub>2</sub>排出(Mt-CO<sub>2</sub>) 住宅技術導入前 電源構成変化あり



家庭部門CO<sub>2</sub>排出量(Mt-CO<sub>2</sub>) 技術導入後 電源構成変化あり

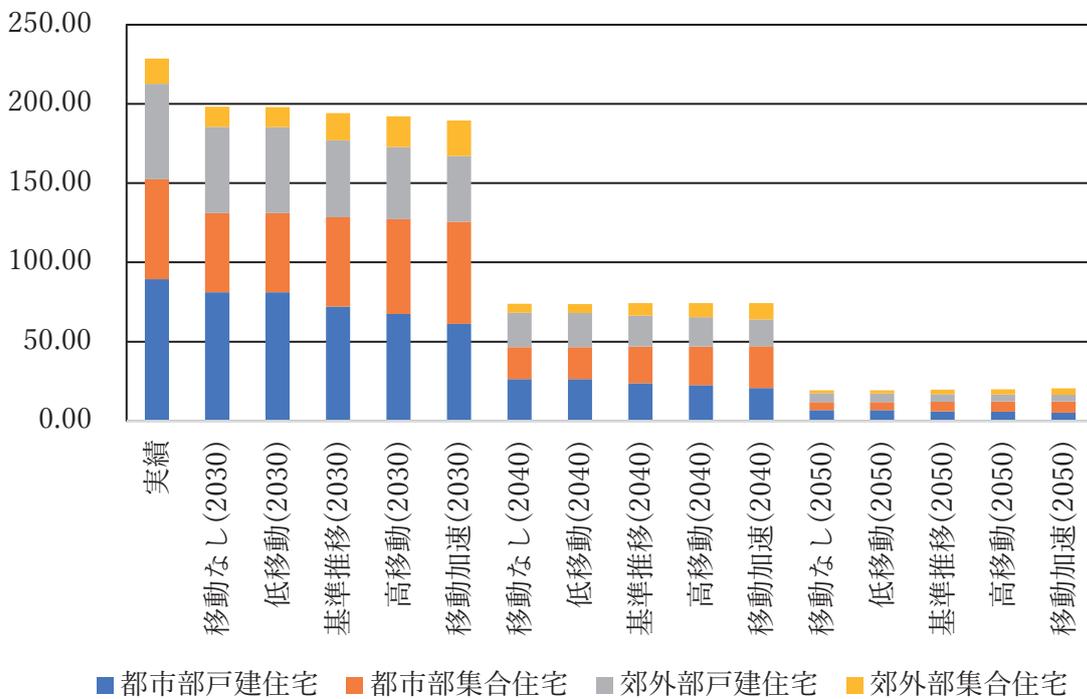


図 16 技術導入と人口移動シナリオの影響

追加のシナリオとして、戸建住宅から集合住宅に移動する際、世帯居住者数を変えないまま集合住宅へ移動する場合を与える。これまでのシナリオでは、移動があると世帯数が増えるため、結果的に変化は小さかった。もし世帯単位で集合住宅に移動する場合はその影響がない。移動加速ケース+住宅技術導入あり（シナリオ2）で比較した結果を表6に示すが、2030年で0.8%程度の差があるものの、2040年以降では差はほとんど見いだせない。

以上のように、人口移動により集合住宅へ住まい方が変化しても、環境省の調査に基づく限り影響は小さく、家庭用のエネルギー技術の導入と電気事業者の低炭素化がより本質的であることが確認できる。ただし、移動が発生すればそれだけ新築需要への需要が増え、断熱化や全電化など、後付けでは難しい省エネルギーオプションの導入を進められる点は記憶されるべきである。むしろ、移動は新しい技術導入の場を広げる意味で評価されるべきといえる。

表6 世帯単位での移動によるCO<sub>2</sub>排出量への影響（Mt-CO<sub>2</sub>：基準人口移動ケース）

	都市部戸建住宅	都市部集合住宅	郊外部戸建住宅	郊外部集合住宅	総計
<b>2018 実績値</b>	<b>89.0</b>	<b>61.6</b>	<b>64.0</b>	<b>16.5</b>	<b>231.1</b>
居住者移動なし(2030)	72.0	56.6	48.4	17.1	194.2
戸建世帯 25%移動(2030)	72.0	56.4	48.4	17.0	193.9
戸建世帯 50%移動(2030)	72.0	56.2	48.4	16.9	193.5
戸建世帯 75%移動(2030)	72.0	56.0	48.4	16.7	193.2
戸建世帯 100%移動(2030)	72.0	55.9	48.4	16.6	192.9
居住者移動なし(2040)	23.8	23.1	19.5	7.8	74.2
戸建世帯 25%移動(2040)	23.8	23.1	19.5	7.8	74.2
戸建世帯 50%移動(2040)	23.8	23.1	19.5	7.8	74.1
戸建世帯 75%移動(2040)	23.8	23.0	19.5	7.8	74.1
戸建世帯 100%移動(2040)	23.8	23.0	19.5	7.8	74.0
居住者移動なし(2050)	6.0	6.0	4.9	2.8	19.7
戸建世帯 25%移動(2050)	6.0	6.0	4.9	2.8	19.7
戸建世帯 50%移動(2050)	6.0	6.0	4.9	2.8	19.7
戸建世帯 75%移動(2050)	6.0	6.0	4.9	2.8	19.7
戸建世帯 100%移動(2050)	6.0	6.0	4.9	2.7	19.7

## 5. 新築住宅需要の変化による建設資材需要への影響

人口の移動は、新築住宅の需要変化を通じ、資材需要にも影響する。既報 [13] では産業関連表データから評価を行ったが、そこでは、集合住宅と戸建住宅の違いや人口移動の違いは扱っていなかった。今回、新築住宅需要を種類別に推計したので、資材需要への影響を推計する。

国土交通省は、住宅用建材消費原単位を工法別に推計して公表している [11]。この表6によると、鉄筋コンクリート工法が面積当たり建材原単位は最も大きく、木造住宅の約4倍となっている。木造住宅も、セメントや鋼材を使わないわけではない。図10、11に示したよう戸建住宅では木造住宅がなお最大のシェアを占め、集合住宅では鉄筋コンクリート工法が最もシェアが高い

ことから、戸建住宅から集合住宅への移動は建築時環境負荷の観点からは排出増大の要素となる。

ここで、工法別の原単位はあっても、集合住宅と戸建て住宅別の原単位がないことから、簡略化して戸建住宅、集合住宅それぞれの工法別シェアに、それぞれの新築床面積を乗じ集計して評価を行う。表7に、2018年度の工法別床面積シェアを示す。基準人口移動ケースにおける戸建住宅と集合住宅の床面積に、表7の工法別シェアを乗じ、これと表8の建材需要原単位を合わせて、建材需要の推計と、さらにCO<sub>2</sub>排出原単位を乗じることで建設段階のCO<sub>2</sub>排出量を推計できる。

ここでは、同様の手順を前章で示した人口移動シナリオに適用し、比較を行った。住宅の工法別床面積実績値と将来推計値(1,000 m<sup>2</sup>)を表9、推計に用いたCO<sub>2</sub>排出原単位を表10に示す。ただし、生コンクリートに占めるセメントの比率には工事の内容や工法により0.25 t/m<sup>3</sup>～0.38 t/m<sup>3</sup>と差がある[14]。ここでは、香川県の「総合評価方式におけるコンクリート起源CO<sub>2</sub>削減評価マニュアル」[15]に基づいて原単位を与えた。これによると、2018年の住宅用セメント需要は17.0百万tから20.7百万t程度となる。セメント協会は2018年度のセメント国内販売量を42.2百万tとしているので、住宅用需要は40-49%を占めることになる。

セメント製造時のCO<sub>2</sub>排出原単位について、セメント協会[16]は香川県のマニュアル[15]の467 kg-CO<sub>2</sub>/tの原料起源の他、化石エネルギー起源の285.5 kg-CO<sub>2</sub>/tおよび廃棄物等燃料起源60.8 kg-CO<sub>2</sub>/tを示している。

一例として、3.2に示した戸建住宅125 m<sup>2</sup>、集合住宅55 m<sup>2</sup>の住宅の工法別および2018実績シェアによる平均CO<sub>2</sub>排出量を表11に示す。集合住宅は床面積が小さいため戸当たりの排出原単位が小さくなることは当然であるが、工法シェアに大きな違いがあるため、平均値で見ると集合住宅の方がCO<sub>2</sub>排出量は大きくなる結果となっている。

将来需要に基づく建材起源排出量およびそのうちのエネルギー起源の排出量の推計結果を表12、表13に示す。まず、2030年の住宅建築のCO<sub>2</sub>排出量は、2018年実績値から8-14%程度の減少となり、集合住宅を志向するか、現状の住まい方を志向するかでやや幅が生じる。しかし、2040年では差が縮小し、2018年の58%付近に落ち着く。これはセメント需要の変化とほぼ同じである。工法の差によりCO<sub>2</sub>排出原単位には確実な差があるものの、このように全体としてみた場合差は縮小する。しかし2050年では再び差が拡大傾向にある。これは、戸建住宅から集合住宅への移動が進む場合の工法の差と、2020年までの集合住宅の建て替え需要の発生のためである。表13の住宅建築部門でのCO<sub>2</sub>排出内訳をみると、項目ではいずれの行でも鋼材起源が最大であるものの、セメント起源と生コンクリート起源を合わせると全排出量の約60%近い。鋼材起源では、ここで用いた原単位のほか、東京製鐵[17]によればスクラップ+電炉法による原単位は2.2 t-CO<sub>2</sub>/粗鋼tに対して0.46 t-CO<sub>2</sub>/粗鋼tになるとしている。現状ではスクラップ鉄の供給制約から単純な全面的置き換えは難しいものの、今後の排出を減らす一つのオプションにはなる。セメントについても、現在CO<sub>2</sub>を貯留するコンクリート工法が進められているが[18]、住宅建築の現場に適用するためには今後の技術開発が必要である。このように、住宅建築部門のCO<sub>2</sub>排出削減には、さらなる工法や材料生産段階での工夫が必要である。

これらの建材需要予測値は、今後、産業連関分析に接続されることで、波及効果の評価の一つの基盤を与えるものとなる。

表7 2018年度住宅種・工法別床面積シェア [11]

	SRC 面積	RC 面積	S 面積	そのほか非 木造面積	木造面積
戸建住宅	0.03%	0.87%	9.76%	0.21%	89.13%
集合住宅	0.87%	56.10%	20.61%	0.08%	22.35%

表8 国土交通省 住宅用建材消費原単位 [11]

建材消費原単位	工法			
	鉄骨鉄筋コンク リート(SRC)	鉄筋コンク リート(RC)	軽量鉄骨 (S)	木造
10m <sup>2</sup> あたり				
セメント(t)	2.57	3.05	1.61	0.78
生コン(m <sup>3</sup> )	7.43	8.83	4.05	2.23
石材・骨材(m <sup>3</sup> )	10.1	11.18	7.68	4.05
木材(m <sup>3</sup> )	0.09	0.34	0.13	1.91
鋼材(t)	1.36	1.46	1.6	0.13
従業者(人日)	20.67	24.19	18.1	19.87

表9 住宅の工法別床面積将来推計値 (1000m<sup>2</sup>)

人口移動シ ナリオ		SRC 面積 (1000m <sup>2</sup> )	RC 面積 (1000m <sup>2</sup> )	S 面積 (1000m <sup>2</sup> )	他非木 (1000m <sup>2</sup> )	木造面積 (1000m <sup>2</sup> )
<b>実績値</b>	<b>2018</b>	<b>277</b>	<b>14,040</b>	<b>10,730</b>	<b>10,730</b>	<b>50,144</b>
比例縮小	2030	203	12,639	9,539	125	51,088
	2040	106	6,550	5,450	76	31,242
	2050	124	7,817	5,203	62	25,042
低移動	2030	204	12,697	9,552	125	51,038
	2040	107	6,618	5,358	74	30,171
	2050	126	7,911	5,142	60	24,178
基準	2030	347	22,217	10,592	84	31,717
	2040	149	9,381	6,303	76	30,612
	2050	163	10,332	5,976	62	24,628
高移動	2030	424	27,261	11,517	71	24,993
	2040	140	8,758	5,888	71	28,607
	2050	185	11,748	6,465	64	24,900
移動加速	2030	525	33,884	13,141	63	20,024
	2040	139	8,787	5,368	59	23,632
	2050	243	15,495	7,696	66	25,019

表 10 主要建材の CO<sub>2</sub> 排出原単位

建材	内訳	原単位
セメント	原材料	467.0 kg-CO <sub>2</sub> /t
	エネルギー	285.5 kg-CO <sub>2</sub> /t
	廃棄物	60.8 kg-CO <sub>2</sub> /t
	<b>合計</b>	<b>813.3 kg-CO<sub>2</sub>/t</b>
生コンクリート	セメント	212.3 kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
	生コン製造	9.2 kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
	骨材製造	36.6 kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
	<b>合計</b>	<b>258.1 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup></b>
	木材	213.1 kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
	鋼材	1940 kg-CO <sub>2</sub> /t

表 11 戸建住宅(125 m<sup>2</sup>)と集合住宅(55 m<sup>2</sup>)の工法別および 2018 年平均による CO<sub>2</sub> 排出量(t-CO<sub>2</sub>)

	SRC	RC	S	木造	2018 平均
戸建住宅(125 m <sup>2</sup> )	86.3	99.1	70.8	24.5	29.8
集合住宅(55 m <sup>2</sup> )	38.0	43.6	31.2	10.8	33.6

表 12 人口移動シナリオに対する住宅新築需要と建材需要の推計

		セメント (kt)	生コン (1000m <sup>3</sup> )	石材・骨材 (1000m <sup>3</sup> )	木材 (1000m <sup>3</sup> )	鋼材(kt)
実績値	2018	11,720	32,477	52,767	10,336	6,173
移動なし	2030	9,448	26,618	42,448	10,315	4,083
	2040	5,351	15,067	24,326	6,263	2,261
	2050	5,217	14,712	23,051	5,118	2,326
低移動	2030	9,464	26,664	42,504	10,308	4,093
	2040	5,274	14,851	23,898	6,059	2,242
	2050	5,169	14,577	22,759	4,956	2,319
基準	2030	11,058	31,273	46,234	6,955	5,412
	2040	6,315	17,805	27,936	6,250	2,809
	2050	6,086	17,182	26,328	5,135	2,817
高移動	2030	12,239	34,653	49,928	5,855	6,217
	2040	5,898	16,630	26,095	5,840	2,623
	2050	6,624	18,708	28,420	5,242	3,109
移動加速	2030	14,157	40,123	56,663	5,153	7,391
	2040	5,433	15,330	23,703	4,884	2,477
	2050	7,989	22,585	33,662	5,409	3,862

表 13 建材需要起源の CO<sub>2</sub> 排出量

人口移動シナリオ		セメント起源 (kt-CO <sub>2</sub> )	生コン起源 (kt-CO <sub>2</sub> )	石材・骨材起源 (kt-CO <sub>2</sub> )	木材起源 (kt-CO <sub>2</sub> )	鋼材起源 (kt-CO <sub>2</sub> )	CO <sub>2</sub> 排出計 (kt-CO <sub>2</sub> )	エネルギー起源 CO <sub>2</sub> (kt-CO <sub>2</sub> )
実績値	2018	9,532	8,381	1,235	2,203	11,976	33,326	22,700
比例縮小	2030	7,684	6,869	993	2,198	7,922	25,666	17,031
	2040	4,352	3,888	569	1,335	4,386	14,531	9,641
	2050	4,243	3,797	539	1,091	4,513	14,183	9,412
低移動	2030	7,697	6,881	995	2,197	7,941	25,710	17,060
	2040	4,289	3,833	559	1,291	4,350	14,322	9,503
	2050	4,204	3,762	533	1,056	4,498	14,053	9,326
基準	2030	8,994	8,071	1,082	1,482	10,498	30,127	20,000
	2040	5,136	4,595	654	1,332	5,449	17,165	11,391
	2050	4,950	4,434	616	1,094	5,465	16,560	10,991
高移動	2030	9,954	8,943	1,168	1,248	12,061	33,373	22,159
	2040	4,797	4,292	611	1,245	5,089	16,032	10,639
	2050	5,387	4,828	665	1,117	6,031	18,028	11,966
移動加速	2030	11,514	10,355	1,326	1,098	14,339	38,632	25,654
	2040	4,419	3,956	555	1,041	4,806	14,777	9,807
	2050	6,498	5,828	788	1,153	7,493	21,759	14,445

## 6. 結論

本提案では、脱温暖化における家庭部門において、少子高齢化による人口と世帯数の変化、エネルギー需要の地域性と住まい方、移動用エネルギー需要と電気自動車の普及の効果に着目した。少子高齢化に伴い、住民が戸建住宅から集合住宅に移動することがエネルギー、環境負荷に日本全体としてどのように影響するかは、地域性や住まい方など様々な要因が重なるため、これまで明確な定量的評価はなされていない。ここでは環境省による平成 29 年および平成 30 年度の家庭部門の CO<sub>2</sub> 排出実態統計調査の約 2 万件の個票に基づき、市長村別の人口変化、世帯数変化から戸建住宅世帯数変化、集合住宅世帯数変化を推計し、このうえで用途・住宅別エネルギー消費と CO<sub>2</sub> 排出量の予測、EV やヒートポンプ、断熱などの技術が住宅に導入された場合の CO<sub>2</sub> 排出量変化、さらに新築住宅建築需要変化による資材需要の変化、などを評価した。

本評価では、戸建住宅と集合住宅の世帯当たり居住者数の違いを明示的に扱うことで将来の人口予測と世帯数予測から戸建住宅世帯数と集合住宅世帯数を市町村別に推計し、世帯当たりエネルギー消費の住宅種別と地域差を明示したうえで全体的評価を行った。結果として、戸建住宅から集合住宅への住まい方の変化の移動パターンのみによるエネルギー消費や CO<sub>2</sub> 排出の変化は小さかったと同時に、全電化や断熱化、EV 導入などのオプションは大きく CO<sub>2</sub> 排出量を低下させた。2030 年に家庭部門脱炭素化エネルギー機器普及オプション導入を全住宅の 10% に導入し、さらに電気事業者の炭素排出 50% 削減と合わせた場合の CO<sub>2</sub> 排出量削減量は、電気事業者の炭素排出 70% 削減ケースを下回るものとなった。2050 年において電源からの排出原単位を 90% 削

減したケースでは、家庭部門の脱炭素化がないシナリオでは2018年から55%の排出削減にとどまるが、EV化や断熱化、全電化などが進むと約92%の削減が果たされた。さらに2050年に電源からの排出原単位を99%削減しEV化や断熱化などの導入を増加させた脱炭素化加速ケースでは2018年の約2%にまでCO<sub>2</sub>排出量は低下している。このように、全電化とEV導入、電源の脱炭素化の進展は一体となる必要がある。

また、人口減少に伴い次第に新築住宅需要が低下し、2050年時点でも2018年以前の住宅建物が半数程度残存するため、断熱化やZEH化の浸透が遅れる点も課題として示された。このことから、リノベーションなど既存建物への後付けによる省エネ化技術開発の重要性が明らかとなった。

本報告では、さらに新築住宅床面積の予測を行い、これをもとに2030年および2050年建材需要の推計を行った。基準ケースにおける2030年および2050年のセメント需要は、2018年の86%および58%となった。戸建住宅から集合住宅への移動が増えると、後者では鉄筋コンクリート工法が主である集合住宅のセメント需要も増加するが、戸当たりの床面積も低下するため全体的な差は大きくはない。これらの積み上げによるセメントなど建材需要は、この後、産業連関分析に接続し将来評価の精緻化に利用できる。

これらの知見を合わせると、居住者の県単位での移動の範囲であるなら、伝統的な戸建住宅に残ること自体は、移動需要を含めても、ただちに環境負荷の増加要因とはならず、EV化や全電化、断熱化など建物自体の脱炭素化の有無がより本質であるといえることになる。ただし、高齢化と人口減少による地域の社会経済状況の変化は、これらとは別の問題として検討が必要である。医療や教育だけでなく移動需要の担い手が人口減少・高齢化の社会でどのように変化するか、またSociety5.0のように情報技術が医療や移動などをどこまで補えるのかの評価は、別途、地域の状況を見つつ進める必要がある。

以上のように、戸建住宅から集合住宅という住まい方の移行は、現状のエネルギー消費の状況の下では、それ自体では移動を含めてもCO<sub>2</sub>排出量低下への影響は大きくないが、断熱化や全電化など現状では新築段階でなければ導入の難しい技術オプションのシェアを高めることで、電気事業者の脱炭素化の進展と相まって21世紀半ばでの大幅な削減を達成可能なことが示された。

本研究は、LCSで行われた地域脱炭素化研究の一環であり、この後、地域の社会経済活動、地域のモビリティ、地域エネルギー政策評価へと対象を拡大しつつ、地域からの日本の脱炭素化社会シナリオ構築を目指すものである。

なお、本提案書で用いた家庭部門のCO<sub>2</sub>排出実態統計調査は、エネルギー・資源学会による「環境省 家庭部門のCO<sub>2</sub>排出実態統計調査および家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査全国試験調査の調査票情報を用いて行う研究」活動として提供されたものであることを付記する。

## 7. 政策立案に向けて

家庭部門の脱炭素化は、少子高齢化、人口減少、住まい方、地域差など多くの要因が重なるため、ミクロレベルからの積み上げは困難であったが、今回環境省調査個票をもとに積み上げた推計により、これらの要因を統合的に扱うことができた。

結論からは、県内での郊外部から都市部への移動や、戸建住宅から集合住宅への移動が直ちに生むCO<sub>2</sub>排出の変化は小さく、それ以上に断熱化、全電化、PV設置、EV導入など技術オプションの寄与が大きいこと、特に今後需要が高まると考えられる新築時集合住宅の断熱化や全電化の導入加速の影響が大きいことが示された。集合住宅のZEH化では、現在の制度では敷地内へのPV設置が必要であるが、普及を広げるにはここに何らかの方策が必要と考えられる。

また、寿命が長く今世紀半ばでも既存住宅の残存割合が半数以上を占める戸建住宅では、断熱化などリノベーションによる環境対応技術開発の重要性が示された。

## 参考文献

- [1] 低炭素社会の実現に向けた政策立案のための提案書, “建物と輸送エネルギーシステムのスマート統合がもたらす地域民生部門炭素排出削減の定量評価”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2020年3月.
- [2] 環境省, “2019年度(令和元年度)の温室効果ガス排出量(速報値) <概要>”, [https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/emissions/material/sokuhou\\_gaiyo\\_2019.pdf](https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/emissions/material/sokuhou_gaiyo_2019.pdf), (アクセス日2021年7月21日).
- [3] 森, “需要側構造変化に着目した日本の産業連関分析モデルの開発”, 第40回エネルギー・資源学会研究発表会, 一般財団法人エネルギー・資源学会, 2021年8月.
- [4] 環境省, “家庭部門のCO<sub>2</sub>排出実態統計調査(家庭CO<sub>2</sub>統計)”, <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/kateiCO2tokei.html>, (アクセス日、2021年11月25日), (個票データはエネルギー・資源学会CO<sub>2</sub>研究会より提供).
- [5] 国土交通省, 住宅経済関連データ, [https://www.mlit.go.jp/statistics/details/t-jutaku-2\\_tk\\_000002.html](https://www.mlit.go.jp/statistics/details/t-jutaku-2_tk_000002.html), (アクセス日2021年6月18日).
- [6] 国立社会保障・人口問題研究所, “日本の世帯数の将来推計(都道府県別推計)(2019年推計)”. <http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Mainmenu.asp>, (アクセス日2019年12月19日).
- [7] 総務省, 平成30年住宅・土地統計調査, <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200522>, (アクセス日2021年8月18日).
- [8] 総務省, 平成30年住宅・土地統計調査 調査の結果, <https://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2018/tyousake.html>, (アクセス日2021年8月18日).
- [9] 建築着工統計調査 住宅着工統計, [https://www.mlit.go.jp/statistics/details/jutaku\\_list.html](https://www.mlit.go.jp/statistics/details/jutaku_list.html), (アクセス日2021年10月25日).
- [10] 国土交通省, “建築物ストック統計の公表について”, H29/8/31 総合政策局建設経済統計調査室, PressRelease, <https://www.mlit.go.jp/common/001198960.pdf>, (アクセス日2021年10月25日).
- [11] 国土交通省, “令和元年度 建築資材・労働力需要実態調査”, <https://www.mlit.go.jp/common/001291391.pdf>, (アクセス日2021年10月25日).
- [12] 国土交通省, 住生活基本計画, 平成18年9月(以降21年, 23年, 28年, 令和3年), <https://www.mlit.go.jp/common/001123473.pdf>, (アクセス日2022年3月8日).
- [13] 低炭素社会の実現に向けた政策立案のための提案書, “需要の構造変化に着目した産業連関モデルの拡張(Vol.1) -投入係数と資本係数の変化とモデル開発-”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2021年10月.
- [14] 日誠コンクリート, “生コン豆知識”, [nissailing.co.jp/concrete/concrete\\_mame.html](http://nissailing.co.jp/concrete/concrete_mame.html), (アクセス日2022年2月26日).
- [15] 香川県, “総合評価方式におけるコンクリート起源CO<sub>2</sub>削減評価マニュアル”, 令和2年4月, 香川県土木部, <https://www.pref.kagawa.lg.jp/documents/13055/konkuti.pdf>, (アクセス日2020年11月11日).
- [16] セメント協会, “セメントのLCIデータの概要”, 2021年4月, [http://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jg1i\\_01.pdf](http://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jg1i_01.pdf), (アクセス日2022年2月28日).
- [17] 東京製鐵株式会社, “環境報告書2018”, [www.tokyotekko.co.jp/ja/csr/report.html](http://www.tokyotekko.co.jp/ja/csr/report.html), (アクセス日2022年3月31日).
- [18] 環境配慮型コンクリート, “CO<sub>2</sub>-SUICOM”, <https://www.landes.co.jp/product/113>, (アクセス日2022年3月31日).

## 付録

### 電力化、断熱化比率とエネルギー需要の計算式

家庭部門の将来時点のエネルギー需要は全電力化、断熱化、PV 導入率などの組み合わせがやや複雑である。ここでは次のような式で計算を行う。

PV は、新設・既設いずれにも導入可能であり、設置規模は年間合計で電力需要を賄えるものとする。新築比率 QR とすると、既存住宅に導入可能なオプションは全電化と PV 設置である。照明動力など、もともとの電力需要を EL とすると、この時点では電力消費は  $EL \times (1 - PV \text{ 設置率})$  となる。給湯と暖房は HP となる。PV を導入していない家屋の冷房需要は影響を受けない。既設住宅分の電力需要は、

$$(1 - QR) \times (1 - PV \text{ 設置率}) \times \{EL + (\text{給湯} + \text{暖房}) \times \text{全電化率} / \text{COP}\}$$

となる。新築住宅では、全電化、断熱化、全電化 + 断熱化 + PV 設置 = ZEH 化の選択肢があり、ZEH 化された住宅の電力需要は 0 となる。新築住宅で全電化も断熱化も行わず PV のみ設置するケースはここでは省く。組み合わせとしては

導入オプションなし

全電化のみ

断熱化のみ

全電化 + 断熱化をおこなうが PV は導入しない。(ZEH-Ready)

全電化 + 断熱化 + PV 導入を行う (ZEH)

がある。計算を簡単化するため、ここでは、全電化住宅の一定割合が ZEH 化されるとする。すると、

$$\text{導入オプションなし} = (1 - \text{全電化率}) \times (1 - \text{断熱化率})$$

$$\text{ZEH-Ready 率} = \text{全電化率} \times (1 - \text{ZEH 採用率}) \times \text{断熱化率}$$

$$\text{ZEH 導入率} = \text{全電化率} \times \text{ZEH 採用率}$$

$$\text{全電化のみ} = \text{全電化率} \times (1 - \text{ZEH 採用率}) \times (1 - \text{断熱化率})$$

$$\text{断熱化のみ} = \text{断熱化率} \times (1 - \text{全電化率})$$

となる。合計は 1 となっている。ZEH 化された住宅の電力需要は 0 となる。断熱化された住宅では、給湯・暖房・冷房需要が削減されるとする。

こうすると、それぞれの電力需要を次のように計算できる。暖房・給湯需要を HD、冷房需要を CD、断熱化による熱負荷低下率を  $\delta$  とすると、

$$\text{導入オプションなし：電力需要} = EL \times (1 - \text{全電化率}) \times (1 - \text{断熱化率})$$

$$\text{ZEH-Ready：電力需要} = (EL + HD \times (1 - \delta)) / \text{COPh} - CL \cdot \delta \times \text{全電化率} \times (1 - \text{ZEH 採用率}) \times \text{断熱化率}$$

$$\text{ZEH：電力需要} = \text{全電化率} \times \text{ZEH 採用率} = 0$$

全電化のみ：電力需要 =  $(EL + HD / COP_h) \times \text{全電化率} \times (1 - \text{ZEH 採用率}) \times (1 - \text{断熱化率})$

断熱化のみ：電力需要 =  $(EL - CL \cdot \delta) \times \text{断熱化率} \times (1 - \text{全電化率})$

ガス、灯油需要 GS は、全電化されれば 0 に、断熱化されれば  $\delta$  減少するものとする、

ガスおよび灯油需要 =  
 $GS_0 \times (1 - \text{全電化率}) \times \{(1 - \delta) \times \text{断熱化率} + (1 - \text{断熱化率})\}$

ただし、GS<sub>0</sub> は技術導入前の需要である。厨房用は断熱化の対象外であるが、区別できないため、ここでは簡略化のため省く。

技術導入後の暖房・給湯用エネルギー需要 HD は全電化と断熱化の有無で差が生じる。  
暖房用エネルギー需要は、既設住宅では変化がなく、新築住宅では断熱化が採用できるので、

導入オプションなし

(暖房・給湯用) =  $HD \times (1 - \text{全電化率}) \times (1 - \text{断熱化率})$

ZEH-Ready

(暖房・給湯用) =  $(1 - \delta) HD / COP_h \times \text{全電化率} \times (1 - \text{ZEH 採用率}) \times \text{断熱化率}$

ZEH 導入

(暖房・給湯用) =  $\text{全電化率} \times \text{ZEH 採用率} = 0$

全電化のみ

(暖房・給湯用) =  $HD / COP_h \times \text{全電化率} \times (1 - \text{ZEH 採用率}) \times (1 - \text{断熱化率})$

断熱化のみ

(暖房・給湯用) =  $HD (1 - \delta) \times \text{断熱化率} \times (1 - \text{全電化率})$

冷房需要 CL は、断熱化の有無のみで決まる。ただし、PV 設置時には 0 となる。既存住宅では、

冷房需要 =  $(1 - \text{PV 設置率}) \times CL$

新築住宅では

オプションなし

冷房需要 =  $CL \times (1 - \text{全電化率}) \times (1 - \text{断熱化率})$

断熱化のみ

冷房需要 =  $CL (1 - \delta) \times \text{断熱化率} \times (1 - \text{全電化率})$

全電化のみ

冷房需要 =  $CL \times \text{全電化率} \times (1 - \text{ZEH 採用率}) \times (1 - \text{断熱化率})$

#### ZEH-ready

$$\text{冷房需要} = CL (1 - \delta) \times \text{全電化率} \times (1 - \text{ZEH 採用率}) \times \text{断熱化率}$$

#### ZEH

$$\text{冷房需要} = \text{全電化率} \times \text{ZEH 採用率} = 0$$

となる。

---

低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

人口変化、住宅種類選択、住宅省エネルギー技術  
と電力化を考慮した家庭部門市町村別 CO<sub>2</sub> 排出  
の地域別将来推計

令和4年5月

A Projection of Future CO<sub>2</sub> Emissions of Household Sector Considering  
Population Changes, Residential Building Choices, Energy Conservation  
and Electrification Options

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action  
toward Low Carbon Societies,  
Center for Low Carbon Society Strategy,  
Japan Science and Technology Agency,  
2022.5

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

---

本提案書に関するお問い合わせ先

- 提案内容について・・・低炭素社会戦略センター 研究統括／上席研究員 森 俊介 (MORI Shunsuke)
- 低炭素社会戦略センターの取り組みについて・・・低炭素社会戦略センター 企画運営室

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ 8階

TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273

<https://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2022 JST/LCS

許可無く複写・複製することを禁じます。  
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。