

研究論文

気候変動および人口・世帯構成変化を考慮した
家計消費に伴う環境負荷の排出構造分析

吉川 直樹・天野 耕二・島田 幸司

Analysis of Environmental Load related to
Household Consumption Considering Climate Change and Household Characteristics

Naoki YOSHIKAWA, Koji AMANO and Koji SHIMADA

Synopsis:

Objective. It is important to estimate future environmental load from household sector because CO₂ emission from household sector in Japan is increasing, and reduction of waste generation is also urgently required. Besides, the environmental load would be influenced by some driving forces: changes in population composition, increase of solitary household, climate change, economic growth, progress of environmental technology, changing lifestyle etc. In this study, we analyzed environmental load (CO₂, final disposal) induced from household consumption considering household characteristics, temperature rise and income, and estimated future environmental load in future scenarios of those.

Results and Discussion. 4.6-28.4% increase in CO₂ emission and 8.9-40.8% increase in final disposal between 2000 and 2030 could be estimated in 24 scenarios those are combinations of 4 economic scenarios based on scenarios in the IPCC SRES and 6 population and household scenarios. Difference of CO₂ emission estimation by population and household variations is about 9% in maximum. Changes of CO₂ emission between 2000 and 2030 caused by socio-economic situation changes indicate -12.8% by population decline, +7.6% by household characteristics changes, and +25.9% by economic growth in the middle scenario. Temperature rise effect on CO₂ emission is negative, although it is not very significant.

Conclusions. We estimated that future environmental loads induced by household consumption in Japan should increase and a certain amount of negative effect by population decline could be offset by household characteristics changes. The result suggests that it is important to consider not only population change but also consumption style change by demographic composition based on sustainable consumption.

Keywords: Household consumption; CO₂ emission; Waste disposal; Future scenarios; Environmental I-O model

1. はじめに

日本の家庭部門におけるCO₂排出量は、近年増加傾向にあり、その対策の重要性が指摘されている。2005年における家計部門におけるCO₂排出量は、1990年比で37.4%の増加¹⁾となっており、他の部門に比べて排出量の伸び率が高い。また、廃棄物発生に関しても、最終処分場の残余年数の逼迫等から、家庭部門を含む各部門で最終処分量の削減が求められている。そのため、その将来にわたる変化を予測することは、総合的な対策のあり方を検討していく上で有用となりうる。

家計における環境負荷の変化要因としては、省エネルギー技術などの各技術動向や、人口や年齢・世帯構成などの社会的要因、経済成長や、将来起こりうる気候変動による気温上昇による家計需要の反応による影響なども考えられる。また、将来家事サービスの外部化が進展した場合には、環境負荷の発生は家庭部門から業務・産業等他部門に移行することも考えられる。したがって、家庭からの将来環境負荷を把握するためには、複合的な諸要因を考慮した上で、直接的な排出のみならず消費行動に伴い間接的に発生する環境負荷をも含めた評価が必要となる。

吉川 直樹 / 立命館大学理工学研究科 / 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1

天野 耕二 / 立命館大学理工学部 / 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1

島田 幸司 / 立命館大学経済学部 / 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1

Naoki YOSHIKAWA / Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University / 1-1-1 Noji Higashi, Kusatsu, Shiga, 525-8577

Koji AMANO / College of Science and Engineering, Ritsumeikan University / 1-1-1 Noji Higashi, Kusatsu, Shiga, 525-8577

Koji SHIMADA / College of Economics, Ritsumeikan University / 1-1-1 Noji Higashi, Kusatsu, Shiga, 525-8577

既存研究においては、山下・金森・松岡²⁾が家計調査の個票データを利用して、人口・世帯構成変化と家庭からの直接的な環境負荷について将来予測を行っている。また、高瀬・近藤・鷺津³⁾、中野・篠崎・鷺津⁴⁾は、環境分析用産業連関表と消費者行動モデルを用いて、財・サービスの消費行動に伴い間接・直接に発生する環境負荷について、それぞれ廃棄物埋立容積・二酸化炭素排出量を対象として分析を行っている。さらには、気温上昇が環境負荷に与える影響に関する研究を、平野ら⁵⁾が報告している。しかし、経済条件・自然条件などの諸要因の変化を包括的に捉えて、家計からの直接排出に加え間接排出を含めた環境負荷排出構造を分析し、各要因の寄与を比較検討した例はない。そこで本研究では、人口・世帯構成変化と気候変動による気温上昇に着目し、家計消費に伴い直接的・間接的に発生する環境負荷への影響を分析するとともに、いくつかの将来シナリオにおける環境負荷変化の推計を試みた。

2. 研究手法

本研究では、まず、世帯における財・サービス需要モデルを世帯類型別に設定し、モデルにより推計された各需要に環境負荷原単位を乗じることにより環境負荷を算出する。さらに、設定した将来シナリオをモデルの変数として与えることにより、将来の環境負荷を推計する。

2.1 研究対象

本研究においては、日本における一般世帯の家計消費を対象とする。ただし、自動車・住宅などの大型耐久財等、購入頻度が極めて小さい財・サービスは、使用データにおける統計的信頼性の観点から対象外とした。対象とする環境負荷は、CO₂排出量および廃棄物最終処分量とし、家庭からの直接排出および消費により誘発される間接排出量を含めて評価した。将来シナリオの対象年は2030年までとする。本研究における世帯類型は、2人以上世帯と単身世帯とする。分析に当たっては、それらをさらに世帯主の年齢階級別に分類（2人以上世帯においては29歳以下・30～39歳・40～49歳・50～59歳・60歳以上の5分類、単身世帯では34歳以下・35～59歳・60歳以上の3分類）し、財・サービス需要モデルの推計を行う。

2.2 財・サービス消費モデル

世帯の消費モデルには、Mizobuchi⁶⁾をもとに以下の2段階AI需要システムの線形近似形を用いる。AI需要システムは、Deaton and Muellbauer⁷⁾によって提唱された多品目需要モデルである。任意の需要関数の1階の近似と考えるのに十分なパラメータを含むことで、特定の需要関数を仮定することによる分析の恣意性を小さくすることがで

きることに、推定が比較的容易であることが特徴である⁸⁾。本研究では、さらに推定が容易な線形近似形をモデルとして採用した。さらに、本研究では世帯規模および気温上昇の影響を評価するために、平均世帯人員および気温に関する指標として暖房・冷房デグリーデーを変数に加えて推計を行う。このモデルでは、各期の消費支出を下式により各大分類費目（Table 1の大分類）に振り分け、さらに各費目の支出を各小分類費目（Table 1の小分類）に振り分ける。

$$w_{it} = a_i + \sum_{k=1}^4 b_{ik} S_{ik} + \sum_{l=1}^2 c_{il} T_{il} + d_i \ln m_t + e_i \ln(I_t / P_t) + \sum_j f_{ij} \ln p_{jt} + \varepsilon_{it}$$

$$\ln P_t = \sum_i w_{it} \ln p_{it}$$

ここで、 w_{it} ：品目*i*の*t*期における支出割合、 T_{it} ：*t*期の暖房/冷房デグリーデー（平年差）、 S ：季節ダミー変数、 m ：平均世帯人員、 I_t ：*t*期の消費支出、 P_t ：*t*期の価格指数、 p_{jt} ：*t*期の品目*j*の価格、 ε ：誤差項、 a, b, c, d, e, f ：パラメータ、 k ：季節、 i, j ：品目（大分類または小分類）

また、各パラメータは一般的な需要理論からいくつかの制約に従う。各財の支出割合の合計が常に1となること（加法性）より、

$$\sum_i a_i = 1, \quad \sum_i b_{ik} = 0, \quad \sum_i c_{il} = 0,$$

$$\sum_i d_i = 0, \quad \sum_i e_i = 0, \quad \sum_i f_{ij} = 0$$

全ての財の価格が同じ比率で変化したとき各財の支出割合は変化しないこと（同次性）より、

$$\sum_j f_{ij} = 0$$

また、財*i*の価格変化による財*j*への影響（交差価格弾力性）と財*j*価格変化による財*i*への影響が等しいこと（対称性）より、

$$f_{ij} = f_{ji}$$

とする。

Table 1. Classification of consumption expenditure

大分類	小分類
食料	穀類、魚介類、畜産品、野菜・果物、菓子類、調味料、飲料、調理食品、外食
光熱・水道	電気、ガス（都市ガス・LPG）、他の光熱、上下水道
家庭用品	家庭用耐久財、生活用品、被服・履物
交通・通信	公共交通、自動車維持（ガソリン含む）、通信
教養娯楽	教養娯楽耐久財、教養娯楽用品、書籍類、教養娯楽サービス
その他	保健医療用品、保健医療サービス、教育、諸雑費

以上のモデルを世帯類型（単身世帯・二人以上の世帯）・世帯主年齢階級別に設定した。各期の消費データは、家計調査⁹⁾による1995年～2006年までの四半期毎のデータを用いた（ただし単身世帯は四半期データのある2000年～2006年）。また、価格データは相対価格を用い、各費目の消費者物価指数（2000年＝100）を、「持ち家の帰属家賃を除く総合」の指数で除することにより算出した。気象データは気象庁の各都市の日平均気温データを各地域の人口で加重平均したものを利用し、各日の基準温度（暖房14℃、冷房24℃¹⁰⁾）との差を積算して各期の暖房/冷房デグリーデーを算出し、季節ダミーとの相関を回避するため1995年～2006年における各期の平均値との差をとった。気温に関する変数は負値をとる場合があるため、この変数に関してのみ一次式とした。

推計には数値計算ソフトEviews5を用い、外見無相関回帰（SUR）により推定した。

2.3 将来シナリオの設定

本研究で設定すべき将来シナリオとしては、人口・世帯構造に関するシナリオと、経済成長に関するシナリオ、気候変動に関するシナリオの3つがあげられる。このうち人口・世帯構成に関するシナリオは国立社会保障・人口問題研究所の推計をベースに、経済および気候に関するシナリオは、IPCCのSRES報告書¹¹⁾に準じて設定した。

2.3.1 人口・世帯シナリオ

人口・世帯シナリオに関しては、国立社会保障・人口問題研究所（社人研）の人口及び世帯数の将来推計値^{12, 13)}を基にして設定した。具体的には、人口予測における高位・中位・低位の予測値と、それに対応した世帯主年齢別・世帯類型別の世帯数および世帯人員の将来予測値を推定した。社人研における世帯数予測では、人口中位ケースに基づく予測のみ行っているため、本研究では、人口高位・低位の世帯数を中位予測の予測値を元に設定した。

社人研予測においては、各人の属性（年齢階級・性別・配偶関係）と世帯内地位（世帯主・非世帯主）の組み合わせ

せ別人口と、現在から将来への組み合わせの推移確率から将来の世帯数を推計している。したがって、推移確率が各ケースとも同一と仮定した場合、各年齢階級の世帯類型別世帯数は、各ケースの人口とほぼ比例する。実際には平均初婚年齢などにおいて人口予測での設定値に違いがあるため必ずしも同一とならないが、平均初婚年齢のケース間の差は1歳程度でありその際は小さいと判断し、年齢階級別世帯数は年齢階級別人口に比例するものとして概数を推計した。また、世帯数の将来推計では、今後世帯形成行動に変化が生じる場合（本推計）と現在のまま一定の場合（参考推計）の2通りの推計がなされており、本研究でもこの2パターンを適用し、計6パターンの人口・世帯シナリオを設定している。その概要をTable 2に示す。

さらに、本研究ではモデルの変数である平均世帯人員を世帯主年齢別に推計するため、非世帯主がどの年齢階級の世帯に属するかについて以下のモデルを仮定し推計を行った。

$$p1_{r,s,age2} = \frac{\alpha_{r,s,age2} X_{r,s,age2}}{\sum_r \sum_s \alpha_{r,s,age2} X_{r,s,age2}}$$

$$X_{r,s,age2} = \sum_{age1} X_{s,age1} p2_{r,age1,age2}$$

ここで、*r*：世帯主との続き柄（子、孫、父母、祖父母、兄弟）、*s*：詳細世帯類型（単身世帯、夫婦のみの世帯、夫婦と子の世帯、片親と子の世帯、その他の世帯）、*p1_{r,s,age2}*：年齢階級*age2*の非世帯主が詳細世帯類型*s*の世帯に世帯主との続き柄*r*で属する確率、*X_{r,s,age2}*：世帯主との続き柄*r*として所属の対象となる詳細世帯類型*s*の世帯数、*α*：係数、*X_{s,age1}*：詳細世帯類型*s*・世帯主年齢階級*age1*の世帯総数、*p2_{r,age1,age2}*：世帯主年齢階級*age1*の世帯主が続き柄*r*の世帯員をもつときその年齢階級が*age2*である確率*X_{s,age1}*が与えられているとき、ある年齢階級の非世帯主がある属性（年齢階級・詳細世帯類型）の世帯にある続き柄で属する確率は、所属可能性のある世帯（*X_{r,s,age2}*）のうちその属性をもつ世帯数が占める割合が増加するほど高くなるという考え方は、ある程度妥当であるといえよう。本モデルは、この考え方に基づいた比較的簡易なモデルとして設定した。

Table 2. Outline of demographic and household scenarios

			総人口	一般世帯数	単身世帯数
			(百万人)	(百万世帯)	(百万世帯)
	(世帯推計)	(シナリオ名)			
人口高位	本推計	H	118	48.8	18.2
	参考推計	h		47.4	13.3
人口中位	本推計	M	115	48.9	18.3
	参考推計	m		47.5	13.4
人口低位	本推計	L	113	48.7	18.1
	参考推計	l		47.3	13.2

p_2 は、過去の出生率のデータや国勢調査より算定した。 α は、2005年の国勢調査結果より他の変数を算出し、推計した。将来の世帯人員は、世帯数の将来推計値と p_2 から得られる $X_{r,s,age2}$ と α より $p1_{r,s,age2}$ を推計して算出した。

Figure 1に2人以上世帯の平均世帯人員推計結果（人口中位、世帯本推計ケース）を示す。2000年での推計においては、本モデルは国勢調査における実績を十分に再現できているといえる。1985年での推計では、29歳の若い年齢層において推計誤差は大きい、それ以外の年代については世帯構造の変化をある程度再現している。2030年においては、いずれの年齢階級でも少子化に伴い平均世帯人員が減少するが、特に40歳代での減少幅が大きい。また、60歳以上の世帯でも3世代世帯の減少により平均世帯人員が減少する。

2.3.2 経済・気候シナリオ

経済・気候シナリオでは、SRES報告書における将来社会のあり方に関するA1、A2、B1、B2の4シナリオをもとに経済・気候シナリオを設定した。シナリオのうち、A1シナリオはいくつかのバリエーションがあるが、本研究では、A1bシナリオを適用した。SRESシナリオは人口シナリオを含むものであり、シナリオごとに人口推定の各ケースが適用されているが、本研究では推計に幅を持たせるため、各経済・気候シナリオごとに6種類の人口・世帯シナリオをそれぞれ適用する。本研究で考慮する変数は、気温に関するものと消費支出に関するものであり、以下のように設定した。

まず、気候シナリオに関しては、CCSR/NIESモデルによるIPCC-SRES排出シナリオシミュレーションの日本での出力値を用い、シナリオ推計時と同様、将来の値1995-2006年との差をとった。

経済シナリオに関しては、SRESシナリオのダウンスケーリングデータ¹⁴⁾の将来GDPと将来人口より、将来の一人当たりGDPを算出した。ここから、以下の式に基づき将来の世帯類型・世帯主年齢階級別消費支出金額を推計した。

$$\bar{Y}_{yr} = \bar{Y}_{2000} \frac{GDP_{yr}}{GDP_{2000}}$$

\bar{Y}_{yr} : yr年における一人当たり平均消費支出金額、GDP : yr年における一人当たりGDP

本研究では、どの世帯類型・世帯主年齢階級の世帯においても、各年の支出金額の変化率は等しいものと仮定している。将来において年齢・世帯構成の変化があるため、その変化を含めた支出金額変化率GDP変化率に等しいものとする。したがって、GDP変化と各世帯の支出金額変化は等しくない。経済・気候シナリオの概要をTable 3に示す。なお、将来の（相対）価格体系については、2000年のものを用い、将来においても変わらないものとして推計を行っている。この仮定が環境負荷の推計結果にどの程度影響を及ぼすかについて検証するため、単身世帯の推計に十分なデータの存在する2000年～2006年について、各年の価格体系を用い、他は2000年の条件としたシミュレーションを行った。その結果、日本の全一般世帯の財・サービス消費に伴うCO₂排出量は、2000年の価格体系を用いた場合が最も多く、最も少なかった2006年の価格体系との差は2.6%であった。今回のシミュレーションは、7年間の価格体系でのみ行われたものであり、長期の価格体系変化に対して推計の妥当性を完全に担保するものではないが、過去7年間価格体系による影響は比較的小さいと考え、将来の価格体系を推定することは困難であることから、2000年の価格体系を用いた将来推計を試行することとした。

2.4 環境負荷の推計

環境負荷の推計にあたっては、2.2節の財・サービス需要モデルにより推計された費目別支出金額に、間接効果を含む環境負荷原単位を乗じることにより算出した。CO₂排出量においては3EID¹⁵⁾の、廃棄物最終処分量においては高瀬¹⁶⁾の品目別のそれぞれ購入者価格ベースの2000年における産業連関表・廃棄物産業連関表による原単位を用い、これらの品目別データと家計調査データを対応させて費目別環境負荷原単位を算出した。したがって、本研究では将

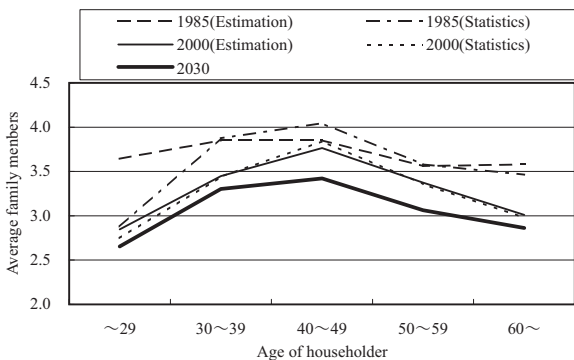


Figure 1. Result of household size estimation model

Table 3. Outline of economy and climate scenarios

(シナリオ名)		
経済条件 (2000～2030年の 一人当たりGDP成長率)	A1	1.7%
	A2	1.1%
	B1	1.9%
	B2	1.3%
気候条件 (1995～2006年平均からの上昇幅)	約0.9℃	

来の環境負荷排出構造を2000年と一定であると仮定している。将来技術開発等により環境負荷排出原単位は下がると予想されるため、この点を考慮することは将来予測という視点においては今後の課題である。

3. 推計結果

3.1 財・サービス需要モデル推定結果

Table 4 に、財・サービス需要モデルの推定結果として、推定したパラメータのうち有意なもの数を示す。推定したパラメータのうち5%水準で有意なもの割合は平均約36%であった。このうち、光熱・水道に関する変数は気温について、それ以外の費目に関しては所得について、それぞれ有意なパラメータの割合が高かった。一方で、2人以上世帯に比べ単身世帯において有意なパラメータの割合は低い。

Table 5に本研究における世帯分類において世帯数のもっとも多い世帯主年齢60歳以上の2人以上世帯における

パラメータ推定結果を示す。また、Figure 2に同世帯類型における費目別支出のうち、CO₂排出係数の高い光熱・水道、近年支出金額の増加率の大きい教養娯楽の2費目における現況再現性を示す。パラメータ推定結果をみると、所得においては食料、光熱・水道、家庭用品に関して5%有

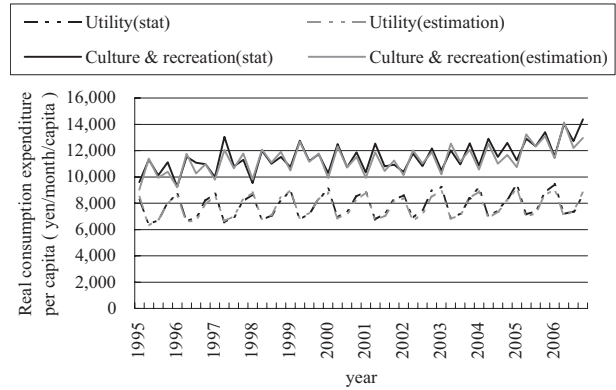


Figure 2. Reproducibility for demand model of plural

Table 4. Number of significant parameters

		季節ダミー	気温	平均世帯人員	所得	価格	合計	
二人以上世帯	光熱・水道	推定すべき変数数	80	40	20	20	75	235
		5%有意な変数割合	58%	53%	25%	25%	40%	46%
	その他の品目	推定すべき変数数	440	220	110	110	430	1310
		5%有意な変数割合	57%	10%	35%	61%	30%	39%
単身世帯	光熱・水道	推定すべき変数数	48	24	0	12	45	129
		5%有意な変数割合	56%	25%	-	42%	40%	43%
	その他の品目	推定すべき変数数	264	132	0	66	258	720
		5%有意な変数割合	31%	14%	-	35%	24%	26%

Table 5. Result for model estimation of Plural Households of over 60 years old householder

品目 (i)	定数項 (a)	季節ダミー		気温 (デグリーデー-平年差)		平均世帯人員	所得	価格						
		夏	秋	冬	暖房			冷房	食料	光熱・水道	家庭用品	交通・通信	教養娯楽	教育・その他
食料 (1)	1.803	0.010	0.020	-0.013	-5.72E-05	4.53E-05	-0.194	-0.113	-0.036	-0.013	0.092	0.011	0.009	-0.062
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.157	0.400	0.000	0.000	0.333	0.408	0.000	0.640	0.635	-
光熱・水道 (2)	0.683	0.005	0.015	0.030	8.63E-05	8.36E-05	-0.008	-0.052	-0.013	0.017	-0.014	-0.026	0.001	0.035
	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.780	0.002	0.408	0.224	0.339	0.064	0.923	-
家庭用品 (3)	-1.290	0.002	0.000	0.001	1.56E-05	-6.19E-05	0.157	0.112	0.092	-0.014	-0.019	-0.045	0.090	-0.104
	0.003	0.239	0.973	0.535	0.734	0.313	0.010	0.001	0.000	0.339	0.545	0.049	0.000	-
交通・通信 (4)	0.462	-0.001	0.000	-0.006	2.36E-05	1.60E-05	0.003	-0.032	0.011	-0.026	-0.045	0.011	-0.057	0.105
	0.231	0.387	0.973	0.002	0.572	0.773	0.956	0.306	0.640	0.064	0.049	0.682	0.001	-
教養娯楽 (5)	0.014	-0.013	-0.022	-0.019	-7.02E-05	7.39E-05	-0.007	0.013	0.009	0.001	0.090	-0.057	-0.104	0.062
	0.976	0.000	0.000	0.000	0.174	0.281	0.918	0.730	0.635	0.923	0.000	0.001	0.000	-
教育・その他 (6)	-0.671	-0.003	-0.014	0.007	1.90E-06	-1.57E-04	0.049	0.072	-0.062	0.035	-0.104	0.105	0.062	-0.035
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

上段：パラメータ値 下段：各パラメータのp値
 ※p値を表示していない(下段が.)の変数は、係数制約より自動的に決定された変数である。
 ※実際の推定にあたっては、春期の季節ダミーを0とおいて推計を行ったため、春期の値を表示していない。

意な係数が得られている。食料では所得の増加に対し支出割合が減少するという必需財的性質を持つ結果となり、妥当な結果であるといえる。気温に関しては光熱・水道のみ5%有意な結果が得られ、暖房・冷房でデGREEデイの増加に対し支出割合は増加する。なお、小分類費目の場合では、飲料に関しても5%有意な結果が得られている。平均世帯人員に関しては食料と家庭用品で5%有意となった。平均世帯人員の増加に対して、食料の支出割合への影響はマイナス、家庭用品への影響はプラスとなっている。

世帯類型別の大分類費目への配分段階における需要モデルの自由度調整済み決定係数をTable 6に、60歳以上の2人以上世帯における小分類までの自由度調整済み決定係数をTable 7に示す。大分類では、2人以上世帯では比較的高い決定係数が得られたが、単身世帯においては、特に交通や教養娯楽に関して、サンプル数の不足から決定係数は低い。しかし、2人以上世帯の結果では十分な再現性が得られていること、単身世帯においても直接環境負荷である光熱・水道支出に関しては決定係数が比較的高いことと、家計消費全体の分析には単身世帯を除外することが困難であることから、本研究ではこのモデルを利用して分析を行うことは妥当であると判断した。2人以上世帯においては、子どもの数といったモデルに含まれない要因に影響されやすい教育など、一物品目を除き、おおむね各品目について高い決定係数を示した。

2005年における世帯類型・世帯主年齢別の家計消費に伴う一人当たりCO₂排出量および廃棄物最終処分量の推計結果をFigure 3、Figure 4に示す。CO₂排出量は光熱・水道が最も多く、次いで交通・通信や食料が多い。廃棄物に関しては2人以上世帯では食料が、単身世帯では教養・娯楽が多い。単身世帯の教養娯楽支出に伴う廃棄物最終処分誘発量が多いのは、一人あたり耐久財の購入量が2人以上世帯よりも大きいためである。年齢階級別にみると、2人以上世帯では年齢階級が上がるごとに多くの費目で支出金

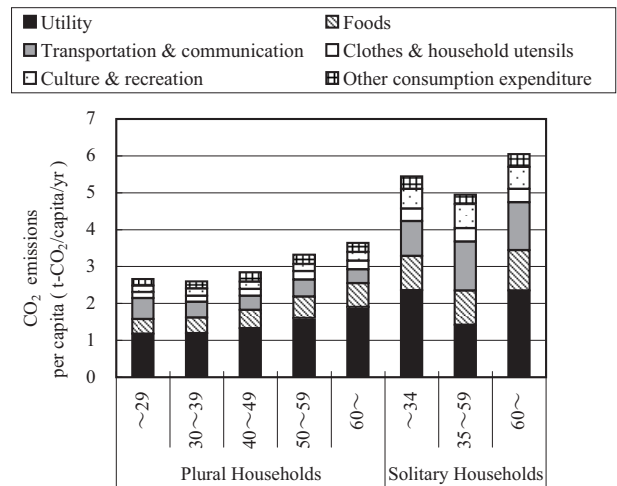


Figure 3. Variations of CO₂ emission from household consumption by household types

Table 6. Adjusted multiple correlation coefficients of models by types of households

	2人以上世帯					単身世帯		
	~ 29歳	30 ~ 39歳	40 ~ 49歳	50 ~ 59歳	60歳~	~ 34歳	35 ~ 59歳	60歳~
食料	0.833	0.932	0.946	0.917	0.924	0.682	0.493	0.633
光熱・水道	0.947	0.969	0.972	0.918	0.982	0.937	0.743	0.768
家庭用品	0.475	0.684	0.838	0.675	0.800	0.659	0.066	-0.057
交通・通信	0.534	0.939	0.955	0.884	0.834	-0.420	-0.281	0.166
教養娯楽	0.571	0.773	0.890	0.693	0.828	0.134	-0.087	-0.157

Table 7. Adjusted multiple correlation coefficients of models: detailed result in households of over 60 years old householder

食料		光熱・水道		教養娯楽	
穀類	0.873	電気	0.975	教養娯楽用耐久財	0.957
魚介類	0.959	ガス	0.978	教養娯楽用品	0.68
畜産品	0.612	他の光熱	0.979	書籍類	0.903
野菜・果物	0.778	家庭用品		教育・その他	
調味料	0.792	家庭用耐久財	0.869	保健医療用品	0.803
菓子類	0.906	生活用品	0.893	保健医療サービス	0.149
調理食品	0.934	交通・通信		教育	0.502
飲料	0.914	公共交通	0.913		
		自動車維持	0.752		

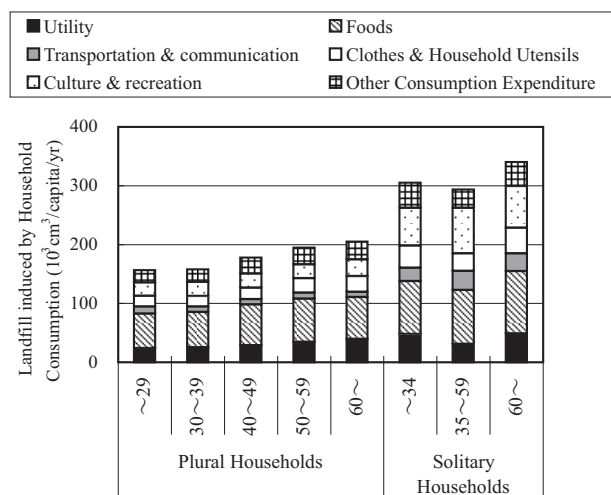


Figure 4. Variations of final disposal induction from household consumption by household types

額が上昇し環境負荷も増加する。単身世帯では、CO₂排出量は、35～59歳の世帯では光熱・水道需要が他の年代よりも少ないことから、この年代が最も排出量が小さくなっている。これは、この年代の単身世帯においては勤労者世帯が多いため、在宅時間の少なさが影響していると考えられる。廃棄物最終処分量に関しては、光熱・水道支出の占める割合が多くないことから、消費支出金額の多い高い年代ほど環境負荷は高い。

次に、気候変動による影響として、平均気温の1度上昇による夏季・冬季の光熱・水道起源のCO₂排出量の変化について、年間消費に占める割合Figure 5に示す。どの世帯類型・年齢階級においても夏季の環境負荷は増加し、冬季は減少するが、年間消費に占める割合で見ると冬季の減少ポテンシャルの方が相対的に大きく、その程度にはばらつきがある。夏季において2人以上世帯では29歳以下の世帯と50歳代世帯の増加率が高い。29歳以下の世帯においては、この年代では平均冷房設定温度が比較的low、平均冷房時間は短い¹⁷⁾とされている。平均冷房時間の短さは昼間の在宅率の低さが原因であると考えられるが、気温上昇とそれによる冷房デグリーデーの増加に伴い、在宅率の高い早朝夜間の冷房時間増によるエネルギー消費増のポテンシャルが高いと推察される。50歳代世帯では、設定温度が低いことに加え、冷房時間は長いために、エネルギー消費に占める冷房の比率が高くなっていると考えられる。冬季においては、ばらつきはあるものの年齢が上がるごとに環境負荷の変化は大きくなっており、これもエネルギー消費に占める暖房需要の影響が考えられる。各期の影響を総合すると、年間光熱・水道支出に伴うCO₂排出量の変化率は-1.4% (29歳以下2人以上世帯)～-5.0% (60歳以上単身世帯)となり、総合的にはやや減少することがわかった。

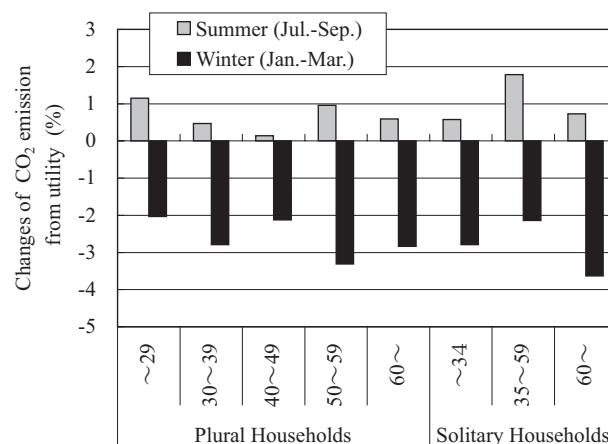


Figure 5. Changes in CO₂ emission from energy consumption by 1°C increase of average temperature

3.2 将来シナリオ分析結果

Figure 6およびFigure 7は、各シナリオにおける家計消費に由来するCO₂排出量および廃棄物最終処分量の2030年までの将来推計結果である。2030年におけるCO₂排出量は、経済成長率が最も低く、人口低位のA2Iシナリオにおいて最も少なく、経済成長率が最も高く、人口高位のB1Hシナリオにおいて最も多くなり、それぞれ2000年比で4.6%、28.4%の増加となった。人口中位シナリオのうち、A1Mシナリオは2000年比20.4%増の5.1億t-CO₂となった。また、廃棄物最終処分量においては、A2Lシナリオにおいて最も少なく、B1hシナリオにおいて最も多く、それぞれ2000年比8.9%、40.8%の増加となる。A1Mシナリオでは2000年比29.0%増の31.9×10⁶m³となった。エネルギー・財の購入よりもサービス業などへの支出が増加することから、いずれのシナリオでも環境負荷の増加率は支出金額の増加率を下回った。中間的なA1Mシナリオにおいては、直接エネルギー消費によるCO₂排出量の2000年比での増加率が0.2%であるのに対し、それ以外の財・サービスに伴う間接排出の増加率は20.4%と、将来の家計消費由来の直接間接環境負荷の増加は主に間接排出に起因するものであるという結果となった。また、光熱・水道による排出量への寄与の大きいCO₂排出量が廃棄物最終処分量よりも増加率は低い。

経済・気候シナリオ別にみると、2010年において当初から経済成長率の高いB1シナリオで他のシナリオよりもCO₂排出量・廃棄物量ともに多いものの、他のシナリオではほとんど差がなく、2020年以降で各シナリオ間の差が大きくなる。2030年において環境負荷はともに概ねB1>A1>B2>A2の順に高くなる。しかし人口・世帯シナリオによっては他の経済・気候シナリオと排出量が逆転している場合もある。

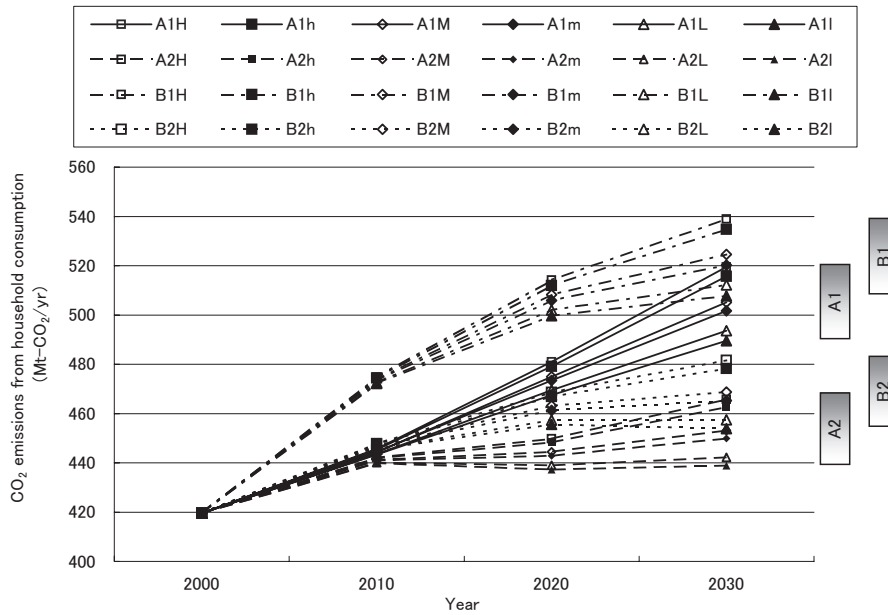


Figure 6. Temporal change of CO₂ emissions from household consumption in future scenarios

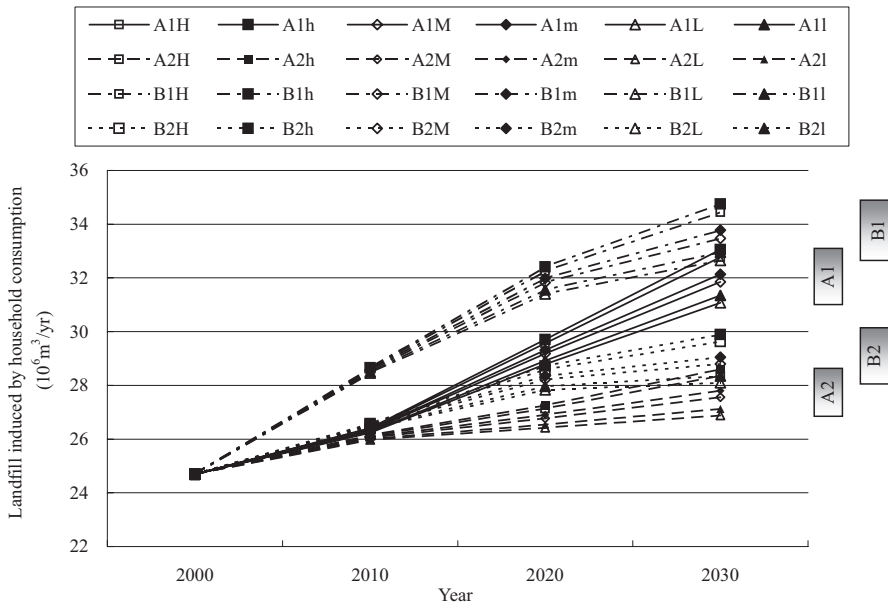


Figure 7. Temporal change of final disposal induction from household consumption in future scenarios

人口・世帯シナリオにおいても、2020年以降からシナリオ間の差が生じ、2030年においては同一経済・気候シナリオにおいて人口・世帯シナリオ間の差はCO₂排出量で最大9%程度となった。また、世帯数推計の違いによる差は、CO₂排出量では1%程度あったが、廃棄物に関してはほとんどみられなかった。

2030年におけるいくつかのシナリオのCO₂排出量・廃棄物最終処分量の費目別内訳を Figure 8、Figure 9に示す。2000年と比較すると、家庭用品、教養娯楽、教育その他のなどの必需性の比較的低い費目についての伸びが大きい。また、光熱・水道支出に関してはどのシナリオでも2000年からの大きな増加はなく、人口高位ケースで微増、その

他のケースでは同じか微減となった。食料については人口ケースごとにいくらかの差が見られるが、シナリオ間の差のほとんどが3費目によるものとなった。

また、2030年のシナリオ別の環境負荷量に関して、2000年からのどの変化要因の寄与が大きいかについて検討するため、2000年からの環境負荷変化について、人口、年齢・世帯構成、経済成長、気温上昇の4要因に分解した。A1Mシナリオにおける結果を Figure 10に示す。光熱・水道支出におけるCO₂排出に関しては、人口減少によるマイナスの寄与がもっとも大きく、GDP増加によるプラスの寄与を上回るが、年齢・世帯構成変化によるプラスの寄与により4.4%のマイナスとなった。気温の影響は-0.9%と小さかった。

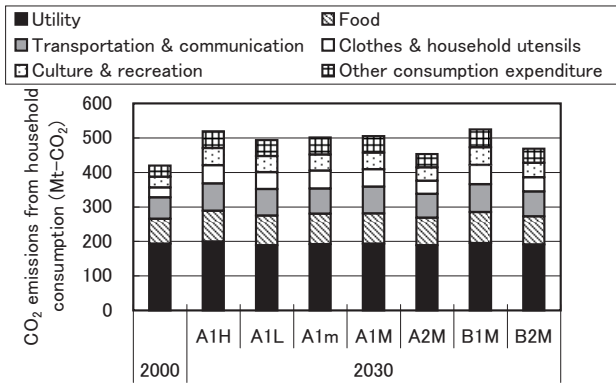


Figure 8. Estimated CO₂ emissions from household consumption in 2030

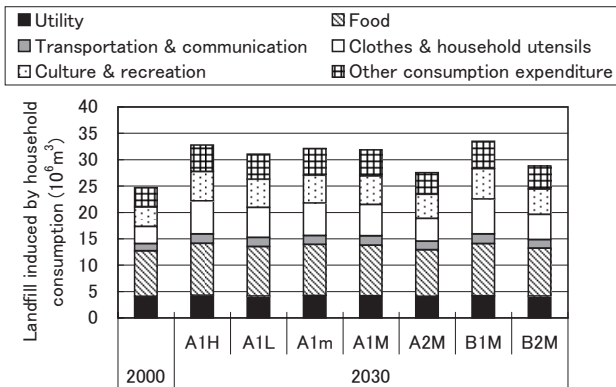


Figure 9. Estimated final disposal induction from household consumption in 2030



Figure 10. Comparison of environmental load change ratio by the socio-economic situations between 2000 and 2030

消費支出全体のCO₂排出では、人口減少によるマイナスの寄与の6割程度を年齢・世帯構成変化による増加が相殺している。また、GDP増加による寄与が最も大きい。消費支出全体の廃棄物最終処分量では、年齢・世帯構成変化によるプラスの寄与は人口減少による減少分の半分程度となった。これは、年齢階級間の排出量の差がCO₂排出量ほどには顕著でないことによる。廃棄物に関しても、全体ではGDPの寄与が最も大きくなった。また、気温上昇の寄与は極めて小さいものとなった。

4. まとめ

本研究では、日本国内における家計消費に伴い発生する環境負荷について、人口・世帯構成や経済成長、気温の影

響を包括的に捉えるため、財・サービス需要モデルを世帯類型別・世帯主年齢階級別に設定し、直接的な排出に加え間接排出も含めた環境負荷（CO₂排出量・廃棄物最終処分量）の評価を行った。さらに、設定した需要モデルに、人口・世帯数の将来推計やSRES報告書に基づく複数の将来シナリオを適用して2030年の家計消費に伴う環境負荷に関するシナリオ分析を行い、人口・世帯構成や経済成長、気候変動といった諸要因の変化が環境負荷に与える影響について比較検討した。その結果、高齢化や単身世帯の増加といった今後の年齢・世帯構成の変化は、人口減少による環境負荷減少の相当部分を相殺しうる事が明らかとなった。また、将来の環境負荷増は主に間接排出によるものであることを示した。このため、削減施策、特にライフスタイルに係る施策等の検討の際には、将来の年齢・世帯構成に起因する消費構造の変化とこれによる環境負荷増加を考慮に入れる必要があると考えられる。また、気温上昇は暖房需要減などによりエネルギー消費を減少させる方向に寄与するが、その効果は微小であることがわかった。

今後は、技術進歩や経済構造の変化等による環境負荷排出原単位の変化を考慮していくことが大きな課題である。そのために、機器の省エネルギー化や電力の一次エネルギー別構成比などを外生的に仮定して、直接排出係数や産業連関表における産業部門の投入係数を変化させて将来の費目別環境負荷原単位を推定することなどが必要となる。また、本研究では属性として世帯人員と世帯主年齢を用いたが、世代間の消費行動の差異を考慮に入れておらず、この点についても更なる検討を要する。さらに、将来のライフスタイルの変化を分析に取り込むことや、単身世帯における需要モデルの精度向上、環境負荷項目の拡張なども今後の課題である。

(平成20年4月25日受付、平成21年3月8日採択)

参考文献

- 1) 温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)：“温室効果ガス排出量・吸収量データベース”，(オンライン)，入手先< <http://www-gio.nies.go.jp/>>，(参照2008-4-15)
- 2) 山下隆久，金森有子，松岡譲：環境システム研究論文集，35，(2007)，pp.315-325
- 3) 高瀬浩二・近藤康之・鷺津明由：日本LCA学会誌，2(1)，(2006)，pp.48-55
- 4) 中野諭・篠崎美貴・鷺津明由：日本LCA学会誌，3(3)，(2007)，pp.168-177
- 5) 平野勇二郎・亀卦川幸浩・玄地裕・近藤裕昭：エネルギー・資源，27(3)，(2006)，pp.218-224
- 6) Mizobuchi, K.: 環境科学会誌，20(1)，(2007)，pp.

61-70

- 7) Deaton and Muellbauer: Cambridge University Press, Cambridge, (1980), pp.75-78
- 8) 橋本紀子, “変わりゆく社会と家計の消費行動—AI 需要システムによる分析—”, 関西大学出版部, (2004), pp.77-80
- 9) 総務省: “家計調査” (1995-2006)
- 10) 国立天文台編: “理科年表 平成 13 年”, 丸善, 東京, (2001)
- 11) IPCC: “Special Report on Emissions Scenarios”, (2000)
- 12) 国立社会保障・人口問題研究所: “日本の将来推計人口 (平成 18 年 12 月推計)”, (オンライン), 入手先< <http://www.ipss.go.jp/> >, (参照 2008-4-10)
- 13) 国立社会保障・人口問題研究所: “日本の世帯数の将来推計 (全国推計) 2008 (平成 20) 年 3 月推計”, (オンライン), 入手先< <http://www.ipss.go.jp/> >, (参照 2008-4-10)
- 14) Gaffin, S. R., Rosenzweig, C., Xing, X. and Yetman, G.: Global Environmental Change Part A, 14(2), (2004), pp.101-193
- 15) 国立環境研究所: “産業連関表による環境負荷原単位データブック (3EID)”, (オンライン), 入手先< <http://www-cger.nies.go.jp/publication/D031/index-j.html> >, (参照 2008- 3-30)
- 16) 高瀬浩二: “ライフサイクル産業連関分析”, 早稲田大学出版部, 東京, (2007), pp.45-79
- 17) 省エネルギーセンター: “省エネルギー対策実態調査 家庭編 平成 15 年度”, (オンライン), 入手先< <http://www.eccj.or.jp/swenqute/index.html> >, (参照 2008- 4-15)