

# 詳細な活動を記述する環境シナリオ分析のフレームワークに関する研究

Research on framework development of scenario analysis for environmental conservation and its application

05M43275 盛雄一郎 指導教員 増井利彦  
Yuuichirou Mori, Adviser Toshihiko Masui

## ABSTRACT

This research aims to develop a new framework of the scenario analysis for the purpose of protecting the environment, and to apply this framework to quantify the CO<sub>2</sub> emissions under various qualitative scenarios. The feature of this framework is to express individual activities from a bottom-up viewpoint, because the stakeholders related to this topic are diverse differently from those related to business scenarios, and the range of stakeholders is very wide. Not only the consistency but also reality for individual stakeholders is required to develop an environmental scenario. The amount of consumption and the carbon exhaust was analyzed by using SRES. In addition, the amount in 2030 was estimated by using the sub-scenario of SRES. By using this framework, it is possible to think about the environmental policy for various social positions.

## 1 はじめに

### (1) 研究の背景

経営戦略・政策立案を行う上で将来予測は非常に重要である。その手法として様々なものが考案されてきた。しかし世界経済の将来はその不確実性を増している。このため、政府や企業は不確実な将来を踏まえた上で、政策・戦略を立案しなければならない。とくに地球温暖化問題など、地球規模の環境問題は時間軸でも長期にわたるため非常に大きな不確実性の中で解決策を探っていかなければならない。

こうした不確実な将来に備えるための戦略を導く手法としてシナリオ分析が注目されている。長期の予測では過去のトレンドからは導きだされないような新しい変化が起こることが十分考えられ、またそれに対応する必要もある。将来を一つの予測に集約してしまうことは極めてリスクが高いと言える。

シナリオ分析では将来を予測する上でその不確実性を許容する。つまり予測される未来は一つではないということを前提として、複数の将来像を描き、それらに確率分布を割り振るようなことはしない。またシナリオ作成プロセスを多様なステークホルダーで共有することで、「未来を経験しておく」ことにより不確実な未来に備える頑健な戦略立案が可能となるのである。またそうして出来上がったシナリオはさらに広範な人々に共有され、戦略・政策への理解の助けとなる。

### (2) 研究の目的

環境保全に対しても、シナリオ作成が試みられている。環

境のシナリオ作成は、企業等のシナリオ作成と共有できる部分と、異なる部分が存在する。環境のシナリオでは、一般国民をすべて対象とすることになることから、マクロ的な整合性と共に、ミクロなリアリティも要求される。本研究では、ミクロな活動をマクロな指標に結びつけるフレームワークを提案すると共に、既存のデータを用いて定量化を行う。次に構築したフレームワーク及びデータに基づいて、既存のシナリオを再評価し、本研究の有効性を検証する。

## 2 シナリオ分析の概要

### (1) 環境のシナリオ分析

地球温暖化など大規模かつ長期に影響がわたると考えられる環境問題は悪構造の問題であり、多数のステークホルダーや大きな不確実性を抱えている。それに対してシナリオ分析が有効であると考えられ、実際に多くのシナリオが様々なレベルにおいて作成されている。

環境のシナリオ分析は質的シナリオだけでなく量的シナリオも重要視される。Alcamoら(2001)のStory-and-simulation(SAS)と呼ばれている手法が一般的に採用されている。また長期にわたるシナリオでは、目標を定め、それに到達する道筋を明示するバックキャストによる分析もまた多く行われている。

### (2) 環境のシナリオとの特徴と問題点

環境のシナリオ分析の特徴の一つは、ステークホルダーの範囲が非常に広いことである。温暖化問題ではその影響を被

るのは地球上の全ての人々となってしまう。

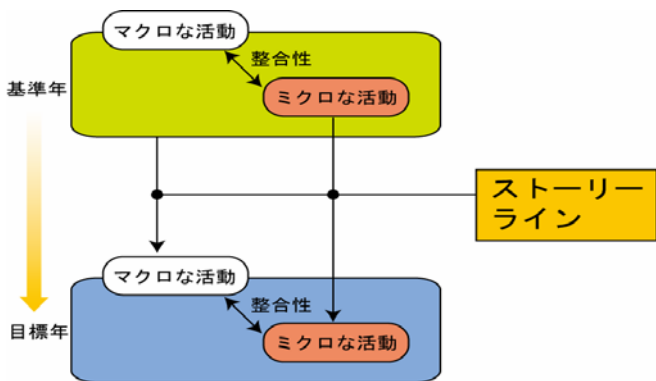
もう一つの特徴は質的なシナリオと量的なシナリオのハイブリッドとなっていることである。SAS では質的なシナリオからシミュレーションを行いシナリオを定量的に評価する。

ステークホルダーが広いこと、環境政策の実施には広範な人々による理解と支持が必要である。そのためには問題の現状と将来を明確に理解しやすく説明できるものシナリオが必要である。しかし質的な情報を量的情報へと変換する際に小さな情報の大半が捨てられてしまい、マクロな数字（GDP や人口、産業別生産額など）しかシミュレーションから出力されないという問題点が指摘できる。

ステークホルダーである一般市民レベルでの量的に評価されたシナリオの不在は、市民レベルでの環境政策への理解を得るために致命的である。広く人々に理解され、将来の環境を的確に描写するためのシナリオ作成ツールが必要とされている。

そこで本研究ではマクロな活動より小さなレベルでの活動に焦点を当て、そのミクロな活動が記述可能なシナリオ分析のフレームワークを検討する。

### 3 ミクロな活動のためのフレームワーク



▲ 図1：フレームワーク

ミクロな活動を評価するためのフレームワークとして図1を提案する。基準年でミクロな活動をマクロな活動と整合的になるよう推計をおこない、質的な情報（ストーリーライン）にそって基準年の状態から将来のミクロな活動への移行を行い、またその将来でのマクロとミクロの活動の整合性のチェックをおこなう。ミクロな活動の総和としてマクロな活動があるというだけでなく、ミクロな活動とマクロな活動とが相互に連動していることもまた重要である。

本研究では実際にシナリオにもとづいてミクロな活動を推計する。また今回の推計ではミクロな活動主体として主な消費主体である家計に注目し、世帯分類別に消費支出を求め、シナリオの下でどのような違いが出るのかを分析する。

### 4 基準年での家計消費の推計

基準年となる年の状態はシナリオを考える上で出発点となる部分である。本研究では2000年での個人における家計を単位とする活動を家計調査、国勢調査などの統計情報を用い

て推計し、将来の行動を分析する際の基準とする。

### (1) 活動原単位表の概要

活動の種類 時間	消費財					耐久財		環境負荷	
	農林水産業	食品	石油・石炭製品	電力・ガス・熱供給	...	精密機械	...	CO2	...
睡眠 食事 ...	1.45	1,393	8,959	1,818	915		423		
学業 家事 介護・看護 育児 ...	2.06 0.49 0.01 0.24	0 0 92 1,479	328 79 2 38	1,297 311 9 151	0 144 4 70		0 0 0 0		
趣味・娯楽 交際・付き合 ...	0.84 0.58	807 555	5,190 3,566	0 0	530 364		628 0		
24h	家計消費支出							(円/月)	

▲ 図2：活動原単位表

家計の活動と消費支出の関係を見るために図2のような活動原単位表を導入した。活動に要する時間、財（耐久財、非耐久財）、さらには活動に伴う環境負荷が明示されている。活動原単位表を推計するために以下のような仮定をおいた。

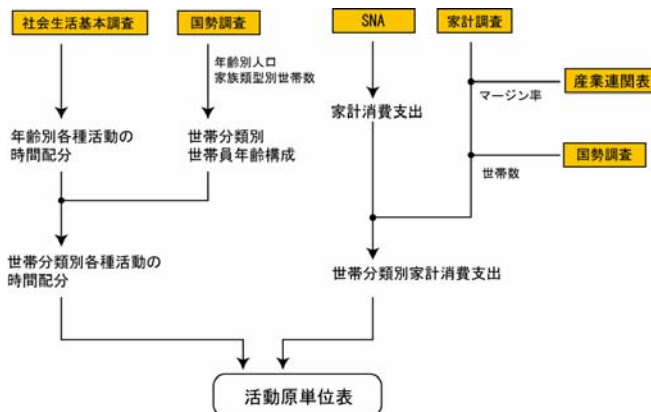
- ① 行動時間に比例して、その活動に関係ある財を消費する
- ② 耐久消費財は家に滞在している間に行う活動の中で利用している
- ③ 各財の支出総額が家計消費支出に一致する

これらの仮定をもとに、実際に基準年において個人が活動をおこなうためにどのような財を必要としているのかについて推計を行った。この推計のためにSNA(2000年)、家計調査(2000年)と社会生活基本調査(2001年)、国勢調査(2000年)などの既存の統計データを用いた。

家計調査の結果を用いてSNAにおける家計消費支出を世帯分類ごとに求める。本研究では世帯主の年齢を世帯分類の基準とした。

### (2) 基準年の活動原単位表の推計

基準年の活動原単位表を以下の手順で推計した。



▲ 図3：基準年の推計

#### ① 世帯分類別家計消費支出の推計

家計調査の品目別消費支出をもとに、国勢調査の世帯員数で補正を行い購入者価格の家計消費支出を推計した。また帰属家賃については持ち家比率や平均家賃などを用いて別に推計を行った。

#### ② 品目別家計消費支出総額

表 1 : 2000 年活動原単位表

活動	～29歳 世帯員数:2.94人 世帯数:6012886				30～44歳 世帯員数:3.83人 世帯数:10576377				45～59歳 世帯員数:3.63人 世帯数:14740979				60歳～ 世帯員数:2.63人 世帯数:15452141			
	時間(h/人)	消費財(円)	耐久財(円)	CO2(kg-C)	時間(h/人)	消費財(円)	耐久財(円)	CO2(kg-C)	時間(h/人)	消費財(円)	耐久財(円)	CO2(kg-C)	時間(h/人)	消費財(円)	耐久財(円)	CO2(kg-C)
睡眠	7.89	0	127,235	0.00	7.69	0	133,181	0.00	7.62	0	138,136	0.00	8.06	0	130,635	0.00
身の回りの用事	1.16	19,483	3,582	13.47	1.17	31,854	4,416	16.42	1.18	34,657	4,265	18.18	1.28	27,207	3,533	14.27
食事	1.45	13,509	2,252	16.81	1.51	21,220	2,800	21.22	1.60	27,237	2,803	24.64	1.79	22,129	2,422	20.02
通勤・通学	0.74	18,272	4,670	8.54	0.66	12,159	5,324	9.31	0.59	8,912	4,635	9.13	0.32	3,517	2,029	3.60
仕事	3.22	52,986	13,152	3.88	3.81	75,212	16,217	5.94	4.01	93,630	16,178	6.49	2.51	42,466	10,638	2.94
学業	2.06	18,712	0	2.47	1.26	22,046	0	1.97	0.82	23,203	0	1.32	0.44	9,058	0	0.52
家事	0.49	1,648	1,722	5.71	1.10	4,756	4,210	15.41	1.39	7,636	4,813	21.40	1.62	6,469	4,256	18.13
介護・看護	0.01	628	31	0.02	0.03	1,063	68	0.04	0.05	2,800	133	0.08	0.07	2,800	133	0.08
育児	0.24	9,991	473	0.29	0.34	13,855	829	0.52	0.15	7,805	365	0.24	0.11	4,040	193	0.12
買い物	0.32	12,920	0	0.00	0.37	13,936	0	0.00	0.39	15,163	0	0.00	0.41	11,655	0	0.00
移動(通勤・通学を除く)	0.54	13,311	3,561	6.22	0.55	10,026	4,539	7.68	0.54	8,196	4,319	8.39	0.51	5,508	3,054	5.64
テレビ・ラジオ・新聞・雑誌	2.01	9,951	2,549	2.41	2.08	8,801	3,130	3.25	2.37	8,353	3,283	3.84	3.15	8,046	3,206	3.70
休養・くつろぎ	1.38	28,746	0	0.00	1.30	44,835	0	0.00	1.27	48,473	0	0.00	1.51	41,769	0	0.00
学習・研究(学業以外)	0.45	3,435	1,073	0.54	0.33	4,840	1,022	0.51	0.25	6,343	777	0.40	0.18	3,386	442	0.22
趣味・娯楽	0.84	33,372	3,461	1.01	0.72	38,954	3,727	1.11	0.68	41,132	3,460	1.10	0.75	32,940	2,941	0.88
スポーツ	0.29	5,845	0	0.00	0.24	7,802	0	0.00	0.22	7,921	0	0.00	0.23	6,123	0	0.00
ボランティア活動・社会参加活動	0.04	1,231	0	0.00	0.06	1,818	0	0.00	0.07	2,658	0	0.00	0.09	2,414	0	0.00
交際・付き合い	0.58	26,934	0	0.69	0.47	20,293	0	0.72	0.43	19,187	0	0.70	0.41	13,370	0	0.49
受診・療養	0.07	2,316	0	0.00	0.08	2,572	0	0.00	0.10	4,377	0	0.00	0.24	7,133	0	0.00
その他	0.23	3,275	0	0.00	0.24	5,758	0	0.00	0.27	6,601	0	0.00	0.32	5,759	0	0.00
1世帯当たりの月間合計		276,502	163,153	62		341,159	160,440	84		375,102	164,635	96		308,036	157,382	71
1世帯当たりの年間合計		3,318,028	1,957,832	745		4,093,911	1,925,285	1,009		4,501,228	1,975,624	1,151		3,696,433	1,888,578	847

SNA の品目別家計消費支出の総額を①でもとめた世帯分類別の家計消費支出の割合を用い分割し、世帯分類別品目別家計消費支出を推計する。

③世帯員年齢構成の推計

国勢調査の家族類型別世帯数、年齢階層別人口などに基づいて世帯分類別世帯員年齢構成を推計する。

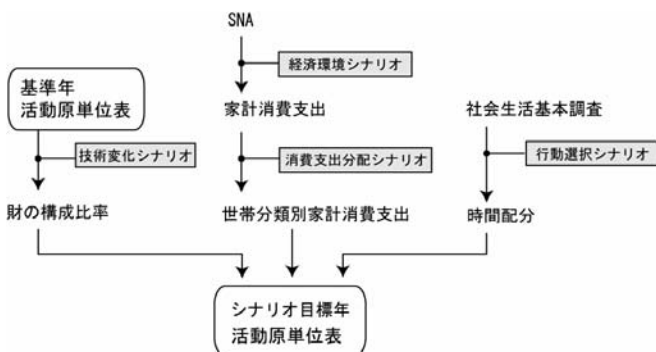
④社会生活基本調査からの入力

個人が一日のうちでどのような活動に時間を使っているのかを調査した社会生活基本調査をもとに、世帯分類ごとにそれぞれの世帯がどのような時間の配分を行っているのかを推計する。③でもとめた年齢構成と社会生活基本調査の年齢別活動時間を用いた。

以上の手順で推計された基準年の活動原単位表が表 1 である。この表をもとに次にシナリオの分析を行っていく。

5 ミクロな活動のシナリオの分析

図 4 はシナリオに基づいて将来の活動原単位表を推計する際の流れを示したものである。個別の 4 つのシナリオを作成し、それらから、財の構成比率、世帯分類別家計消費支出、時間配分を得て活動原単位表の推計を行う。



▲図 4 : シナリオによる推計

・経済環境シナリオ

GDP や人口などマクロ的な経済環境を表すシナリオ

・消費支出配分シナリオ

世帯分類別に財の消費支出のシェアの変化を表すシナリオ

・技術変化シナリオ

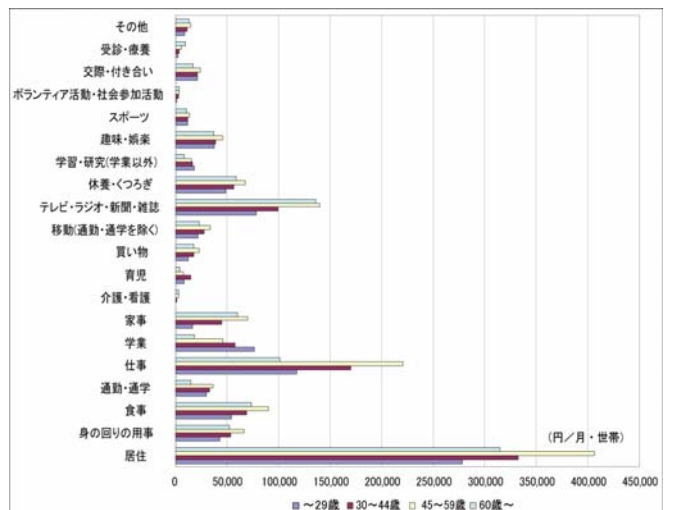
行動を行う際に必要な財の組み合わせについてのシナリオ

・行動選択シナリオ

ライフスタイルなど個人の行動選択の変化を表すシナリオ

(1)SRES シナリオの分析

ミクロな活動の将来推計を、既存のシナリオを対象におこなう。「4 つの社会・経済シナリオについて」(2001)を参考に日本版 SRES から A1 シナリオを用い、現在と同じ技術水準で、消費が拡大したケースを想定して、ミクロな活動の推計を行った。図 5 は A1 シナリオのもとで活動別消費支出を表したものである。



▲図 5 : A1 活動別消費支出

A1 シナリオのもとでは従来は「平均的な個人」しか想定されていなかったが図 5 のように世帯分類によってどういった活動に力を入れているのかが定量的に評価された。例えば 60 歳～の世帯主世帯では余暇時間が他の世帯分類よりもあるため、余暇活動に関する支出額が多くなっている。また全体的

にもっとも有業人員割合が高い45～59歳の世帯主世帯で出費が多くなっている。

## (2)追加シナリオの分析

想定される人口やGDPに対して、あり得る社会像は1つではない。そこで、SRESの4つのシナリオを対象に、マクロな条件は同じであるがミクロな部分が異なるサブシナリオを3つずつ用意し、それらの相違点を分析した。

### ①格差拡大シナリオ

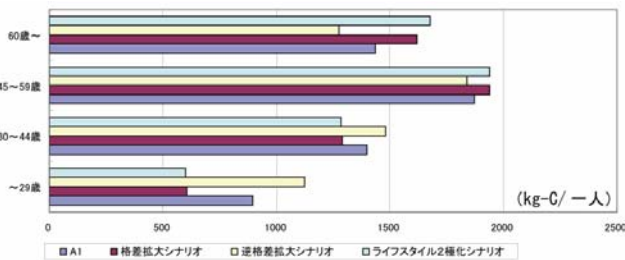
高齢者世帯に所得の配分が偏り、若年者の支出が減少し、高齢者の支出が増大するシナリオ。世代間の所得配分を決定するパラメータを60歳以上では20%、45歳～59歳では10%高く、30～44歳では10%、～29歳では20%低く設定する。

### ②逆格差拡大シナリオ

若年者が経済的に成功し高収入を得る一方で高齢者は相対的に所得の伸びが抑えられるシナリオ。①とは逆のパラメータ設定をおこなう。

### ③ライフスタイル2極化シナリオ

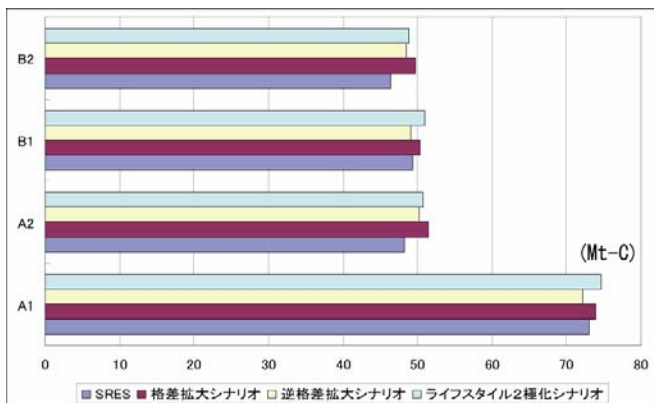
若年者は経済的成功を求めて仕事や学業に注力する一方、高齢者は余暇活動の充実を求めるシナリオ。若年者の時間配分を「仕事」「学業」などに重点をおいて配分し、高齢者世帯では余暇活動に関する項目について重点をおいて配分を行う。



▲図6：世帯分類別炭素排出量

図6は世帯分類別に炭素の排出量を推計したものである。

格差拡大シナリオでは支出が伸びる分、高齢者世帯の炭素排出量のシェアが拡大し、若年者のそれは縮小する。逆格差拡大シナリオでは逆のことが起こっている。ライフスタイル2極化シナリオでは若年層が家庭の外で行う活動に注力するため、家庭部門からの排出量が相対的に小さくなっている。



▲図7；シナリオ別炭素排出量

図7はシナリオ別の炭素排出量を比較したものである。A2シナリオとそのサブシナリオの炭素排出量の幅は、A2、B1、

B2シナリオ間のそれに匹敵するほど大きい。これはミクロな状況が変化したとき、マクロなシナリオの想定を変化させたのに匹敵する影響があるということを示している。

一方、環境政策を立案する際に、これらの違いに着目した政策立案が必要となってくるであろう。例えば格差拡大シナリオでは、所得格差が拡大しているため、炭素税のような逆進性がある税の課税を行う場合には所得保障などを検討する必要があるだろう。ライフスタイル2極化シナリオでは若年層と高齢層でそれぞれにうたえる政策を変更する必要があるだろう。

## 6 まとめ

本研究では、シナリオ分析を行うにあたって、ミクロな活動を評価するためのフレームワークを提案し、それに基づいて家計についてシナリオの分析をおこなった。また家計の活動を捉えるために活動原単位表を作成し、SRES日本版の想定に基づいて、2000年と2030年での活動と消費、炭素排出量の関係を定量的に把握した。

その結果、SRESサブシナリオの下では、家計の分類ごとに活動への消費支出構造が異なり、それによって環境負荷である炭素排出量についても違いが生まれることがわかった。またSRESのサブシナリオによる炭素排出量の変動幅は、SRES同士のそれに匹敵するほど大きく、無視できないインパクトがあることがわかった。

以上より、シナリオを分析の中でミクロな活動を定量的に評価することは、政策立案の際に重要であると言える。

## 今後の課題

今後の課題として以下のものがあげられる。

- ・ ミクロな活動の意志決定法について、理論的背景を詳しく検討する
- ・ 基準年のデータをアンケート調査などを用いて必要に応じ充足させる
- ・ 将来における炭素排出量の算出を産業連関表などを用い、誘発される排出も加える
- ・

## [主な参考文献]

1. 経済企画庁経済研究所：93SNA推計手法解説書（暫定版）. ,2000
2. ピーター・シュワルツ：シナリオ・プランニングの技法. 東洋経済新報社,2000
3. 浜田浩児：経済分析 第167号SNA家計勘定の分布統計. 内閣府経済社会総合研究所,2003
4. 経済企画庁編：国民経済計算年報. ,2005
5. 環境省地球環境局：4つの社会・経済シナリオについて－温室効果ガス排出削減シナリオ策定調査報告書. ,2001
8. 総務省統計局統計調査部消費統計課：家計調査. ,2000
9. 総務省統計局消費統計課：全国消費実態調査. ,1999
10. 総務省：平成12年国勢調査. ,2000
11. 総務省：平成13年社会生活基本調査. ,2001
13. Joseph Alcamo: Scenarios as tools for international environmental assessments. European Environment Agency, Environmental issue report No.24,2001