

国立環境研究所特別研究報告

Report of Special Research from the National Institute for Environmental Studies, Japan

SR - 92 - 2009

中長期を対象とした  
持続可能な社会シナリオの構築に関する研究  
(特別研究)

Development of mid- and long-term scenarios for sustainable society

平成 18 ~ 20 年度

FY2006 ~ 2008

NIES



独立行政法人 国立環境研究所

NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

<http://www.nies.go.jp/>

中長期を対象とした  
持続可能な社会シナリオの構築に関する研究  
(特別研究)

Development of mid- and long-term scenarios for sustainable society

平成 18 ~ 20 年度

FY2006 ~ 2008

特別研究「中長期を対象とした持続可能な社会シナリオ構築に関する研究」

(期間 平成18～20年度)

特別研究責任者：原沢英夫（平成18～19年度）

日引 聡（平成20年度）

特別研究幹事：原沢英夫（平成18～19年度）

日引 聡（平成20年度）

特別研究報告書編集担当：日引 聡

## 序

本報告書は、平成18～20年度の3年間にわたって実施した特別研究「中長期を対象とした持続可能な社会シナリオの構築に関する研究」の研究成果を取りまとめたものです。

環境問題の多くは、消費活動、生産活動などの人間活動によって引き起こされています。その一方で、これらの活動は人間にさまざまな利益をもたらします。このため、豊かな社会を築く上で、人間活動によって生じる利益と、それに起因する環境問題によって生じる不利益を考慮し、バランスある発展を目指すことが持続可能な社会を実現する上で重要です。

「どのような社会を築くことが持続可能な社会の実現につながるのか？」本研究は、この問題に答えることを目指して開始されたものです。持続可能な社会を実現するためには、将来起こりうる自分たちの社会・経済像を描き、持続可能な社会を構築するためのビジョンを持つことが重要なカギとなります。本特別研究は、このような視点から、「現状のまま進むと、社会や経済はどのようなのか?」、「持続可能な社会とは、どうあるべきなのか?」、「持続可能な社会は、どのような指標によって把握されるべきなのか?」という点について明らかにすることを目指しました。

本研究は、ビジョン・シナリオを構築する研究と持続可能な発展に関する指標の研究から構成されています。ビジョン・シナリオを構築する研究では、経済指標（GDPなど）や環境指標など定量化の可能なものについては、将来シナリオを描くためのツールとしてモデル開発を行い、それを用いて将来ビジョン・シナリオを構築しました。また、定量化の困難な事象については、専門家のインタビューなどの手法を用いて、将来ビジョン・シナリオを描きました。一方、持続可能な発展に関する指標の研究では、将来の指標開発に向けて、指標のあり方について検討し、指標のフレームワークを提示しました。

環境と人間活動が調和した持続可能な将来の社会のあり方を明らかにすることは、容易ではありません。しかし、本研究の研究成果が、困難な研究テーマに挑む第一歩の研究となることを確信しています。

環境問題に関連して解決しなければならない問題が山積しています。持続可能な社会の実現に向けて、今後このような研究が一層進展し、日本の環境政策を支える知見を提供できる研究活動となることを期待しています。

本研究を進めるにあたり、研究所内外の多くの方々にご協力とご支援をいただきました。ここに深く感謝いたします。

平成21年12月

独立行政法人 国立環境研究所  
理事長 大垣 眞一郎

# 目 次

1	研究の目的と経緯	1
1.1	研究の目的	1
1.2	研究の構成と概要	1
1.3	本研究で得られた成果の概要	2
2	ビジョン・シナリオ構築に関する研究	4
2.1	統合評価モデルを用いた持続可能な社会ビジョン・シナリオの定量化に関する研究	4
2.1.1	モデルの概要	5
2.1.2	中心となる経済モデル	6
2.1.3	主な結果	6
2.2	国際的な相互依存関係と国レベルの環境問題に関するビジョン・シナリオ研究 ～貿易自由化促進は各国汚染物質排出量にどのような影響を及ぼすか？～	8
2.2.1	モデル	9
2.2.2	推計結果	10
2.2.3	将来の貿易自由化の進展と環境汚染への影響：将来ビジョン	13
2.3	インタビュー手法による持続可能な社会のビジョン・シナリオ構築に関する研究	13
2.3.1	人間活動－環境問題マップの作成	13
2.3.2	定性的なビジョンの作成	16
2.4	まとめ	23
付録2-1	モデルの構造と定式化	24
付録2-2	環境省・超長期ビジョン検討の概要	31
付録2-3	推計方法と推計結果	32
	参考文献	33
3	持続可能な発展にかかる指標研究	34
3.1	持続可能な発展指標のレビュー	34
3.1.1	国等が策定した指標	34
3.1.2	研究者・地域等が策定した指標	36
3.1.3	持続可能な発展に向けた国際環境マネジメント方策としての国際環境条約のレビュー	42
3.2	持続可能な発展指標の枠組みの構築	45
3.2.1	指標の枠組みと指標策定プロセスについての考え方	45
3.2.2	指標の枠組み	45
3.2.3	指標選定に向けた検討	47
3.3	まとめ	53
付録3-1	各国等における持続可能な発展指標	54
付録3-2	持続可能な発展指標の分類	56
付録3-3	研究者・NGO 地域等による国レベルの持続可能な発展指標	56
付録3-4	提示する持続可能な発展指標の枠組みにおける「制度」の扱い	58

付録3-5 専門家ワークショップ .....	59
参考文献.....	60

[資料]

I 研究の組織と研究課題の構成.....	67
1 研究の組織.....	67
2 研究課題と担当者.....	67
II 研究成果発表一覧.....	68
1 誌上発表.....	68
2 口頭発表.....	69

# 1 研究の目的と経緯

## 1.1 研究の目的

さまざまな環境問題の解決策を検討する上で、環境問題はもとより、エネルギーや食料等の安全保障、国際貿易、社会経済活動などさまざまな観点から、将来にわたる長期的な持続可能な社会のビジョンを定め、こうした社会を実現するシナリオを検討することは、将来の政策的な対応を議論する上で重要な意義をもつ。しかし、総合的な観点から将来のビジョン・シナリオを描く研究はほとんど見られない。

ビジョンやシナリオを描く方法には、大別して2つある。1つは定量的な整合性を重視し、モデルを用いた分析手法に基づいて設定する方法であり、もう1つは包括性を重視し、専門家などを対象としたインタビュー調査などに基づいて、知見をとりまとめ、設定する方法である。これらの方法には一長一短がある。前者の方法には、定量化できない対象についてビジョンやシナリオを描くことが困難であるという問題があり、後者の方法には、社会変化のメカニズムを客観的な手法によってとらえることができないという問題がある。

そこで、本研究の第一の目的は、定量化が可能な事象については、統合評価モデルや計量経済モデルを用いて、ビジョン・シナリオを描き、定量化が困難な事象については、専門家インタビューなどの手法を用いて、定性的なビジョン・シナリオを描き、持続可能な社会像を構築するための道筋や課題を明らかにする。

第二の目的は、持続可能な社会構築に向けたビジョン・シナリオの実現を支援するために、今後着目すべき指標のあり方を検討し、指標開発の枠組みを明らかにすることにある。将来な持続可能な社会構築に向けたビジョン・シナリオを検討する場合、環境問題に関連する指標を取り上げるだけでなく、さまざまな指標を取り上げた上で、定量的な分析を行うことが重要である。これは、環境問題だけでなく、さまざまな社会問題や経済問題が相互に関連している事実から明らかであろう。しかし、これまで、持続可能な社会状態を表す指標として適切なものが必ずしも提案されていない。このため、本研究では今後、持続可能な社会構築のための詳細なビジョン・シナリオの検討において重要な役割を果たすと考えられる、持続可能性指標のあり方についても検討する。

## 1.2 研究の構成と概要

本研究は、大別して、(1) 持続可能な社会像を描き、そこへ至る道筋や課題を明らかにする研究（ビジョン・シナリオ構築に関する研究）、(2) 持続可能な発展にかかる指標研究、から構成される。

### (1) ビジョン・シナリオ構築に関する研究の概要

この研究は以下の3つの研究から構成されている。

- ①統合評価モデルを用いた持続可能な社会ビジョン・シナリオの定量化に関する研究
- ②国際的な相互依存関係と国レベルの環境問題に関するビジョン・シナリオ研究
- ③インタビュー手法による持続可能な社会のビジョン・シナリオ構築に関する研究

それぞれの研究概要は以下の通りである。

- ①統合評価モデルを用いた持続可能な社会ビジョン・シナリオの定量化に関する研究

本研究では、国、地方という2つの異なるスケールを対象に、応用一般均衡モデルをベースに、生産、消費活動と環境負荷、環境改善の関係を明示的に取り込んだモデル開発を行い、それぞれの領域を対象とした将来像を定量的に示すとともに、各領域で持続可能な社会を実現するために必要な取組（効率改善や生産構造の変化など）を組み入れた場合の社会及び環境の姿について定量的に分析を行い、ビジョン・シナリオを構築する。

- ②国際的な相互依存関係と国レベルの環境問題に関するビジョン・シナリオ研究

現在、国際的に重要な政策課題として議論されているものに、貿易の自由化がある。貿易の自由化は、国際的な相互依存関係を強めると同時に、各国の汚染物質排出量にも大きな影響を及ぼす。本研究では、貿易の自由化を明示的に考慮した国レベルの汚染物質（SO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、BODを対象）排出モデルを構築し、計量経済学的手法を用いて、貿易の自由化や経済成長が一国レベルの汚染物質の排出量にどのような影響を及ぼしているのかを定量的に明らかにする。その上で、将来の貿易自由化の進展や経済成長が、一国（特に、先進国や発展途上国）の排出量や環境にどのような影響を及ぼすのかを明らかにする。

### ③インタビュー手法による持続可能な社会のビジョン・シナリオ構築に関する研究

専門家に対して将来ビジョンに関するインタビューを実施し、将来の環境ビジョンについて整理する。そのため、ワークショップ形式での検討を行い、2050年までの我が国の環境に関して何が問題かを明らかにし、その原因となる人間活動は何かを俯瞰的に整理したマップを作成した。また、専門家に対するインタビューに基づいて、持続可能な社会の像を描き、その実現に至る道筋の評価を試みる。同様に、環境問題の研究者が対処すべき持続可能な社会の実現に向けた研究課題の抽出を行うことで、今後の環境研究課題について議論する。

## (2) 持続可能な発展にかかる指標研究の概要

本研究では、持続可能発展指標の枠組みの検討を通じて、持続可能な発展指標が社会のどのような点を計測すべきかを明らかにする。具体的には、①既存の持続可能な発展にかかる国内外の指標をレビューし、指標が着目している要素を分析し、②国内の外部有識者の知見を活用しながら、今後、我が国が持続可能な発展を遂げるために重要な要素を検討しつつ、新たな指標の枠組みのあり方を検討する。

### 1.3 本研究で得られた成果の概要

本研究で得られた成果の概要を要約すると以下の通りである。

#### (1) ビジョン・シナリオ構築に関する研究の成果概要

##### ①統合評価モデルを用いた持続可能な社会ビジョン・シナリオの定量化に関する研究

国や地方（茨城県）を対象とした環境と経済を統合するモデルを開発し、将来の持続可能な社会の実現可能性について評価した。

##### (a) 日本を対象としたビジョン・シナリオの定量化

日本を対象に持続可能な社会を評価するために、経済活動と環境負荷及び環境保全活動を内生化した応用一般均衡モデルを開発した。また、開発したモデルを用いて、低炭素社会、循環型社会、自然共生社会、快適生活環境社会の見地から目指すべき2050年の環境像と社会・経済活動を定量的に明らかにした。モノの消費を志向する社会では、環境負荷は大きくなり、消費構造の変化も持続可能な社会の構築には重要であることが分かった。

##### (b) 地域を対象としたビジョン・シナリオの定量化

国レベルのビジョン・シナリオと整合的な地方レベルのビジョン・シナリオを定量化するためのツール開発を行った。市区町村では、データの制約からCGEモデルを直接構築することは困難である。そこで、都道府県を対象としたCGEモデルを開発し、その結果をメッシュデータにダウンスケールするための手法を開発し、茨城県を対象に水質や二酸化炭素排出量を対象に分析を行った。その結果、例えば住民行動（太陽光発電の導入や浄化槽の設置等）により2030年のこれらの環境負荷がBaUと比較して10%以上低減することを示した。

##### ②国際的な相互依存関係と国レベルの環境問題に関するビジョン・シナリオ研究

国レベルの汚染物質排出（SO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、BOD）モデルを構築し、貿易自由化の進展による国際的な依存関係の進展が将来の環境汚染にどのような影響を及ぼすかについて分析した結果、以下の点が明らかとなった。

(a) SO<sub>2</sub>とCO<sub>2</sub>に関しては、貿易の自由化は、先進国では、排出量を減少させる効果をもつが、発展途上国では、むしろ増加させる効果がある。したがって、貿易の自由化の進展は、発展途上国におけるSO<sub>2</sub>による大気汚染を深刻化させてしまう。また、温暖化問題については、貿易を通じた、CO<sub>2</sub>のリーケージを促進してしまい、先進国による温暖化対策の実効性を弱めてしまう。

(b) BODについては、貿易の自由化は、先進国及び発展途上国において、汚染を削減する効果をもつ。

(c) 貿易の自由化が、汚染物質排出量に与える効果は、短期では限定的であるが、長期的には大きなものとなる。

(d) 貿易の自由化によって、先進国の排出量が減り、発展途上国のそれが減る主要因は、汚染天国効果が資本労働効果を上回ることにある。（詳しくは、8ページ参照）

(e) SO<sub>2</sub>とCO<sub>2</sub>について、環境クズネッツ仮説は成立する。SO<sub>2</sub>については、転換点となる一人当たり所得は、\$14,045~24,616であり、CO<sub>2</sub>については、\$24,732~\$29,678であると推定される。このため、将来、発展途上国の排出量を減らし、世界的に環境負荷を減らすためには、環境クズネッツ曲線の転換点（逆U字曲線の頂点）の所得に到達していない国が早く、転換点の所得水準に達し、環境保全の費用を負担で

きるような経済状況に導くことが重要な課題となる。

(f) 将来貿易の自由化を推進する際、環境政策において国際的な政策協調が必要となると考えられる。そうでなければ、貿易の自由化は、先進国から発展途上国への汚染の輸出につながる恐れがある。

③インタビュー手法による持続可能な社会のビジョン・シナリオに関する研究

(a) 2050年までに起こると予想される環境面での持続可能性を損なう恐れのある問題とその原因となる人間活動を整理した人間活動－環境問題マップを作成し、現在及び将来の環境問題や研究課題等の位置づけを示すための全体像を明らかにした。

(b) 日本を対象にした持続可能な社会を描くため、有識者ヒアリングに基づいたデータを分析し、2050年頃の望ましい環境像について定性的な記述を行った。例えば、自然共生社会に関しては、それぞれの地域の実情に応じたゾーニングを行うことが有効だが日本ではあまり研究が進んでいない。これらのシナリオを描き、ゾーニングの意味づけを示すことが重要である。また、循環型社会に関しては、日本の高度な廃棄物処理技術を用いて積極的な資源回収を行うことも一案で、これらを踏まえた資源循環分析を行うことが重要であることが分かった。これらの観点を踏まえながら、各分野のビジョン・シナリオ作りを行った。

(c) 日本を対象に行った分析をアジアに適用させながら、アジアを対象としたビジョン・シナリオ作りの論点を取り上げた。自然共生社会ではより積極的なゾーニングでバイオマス生産地と自然保護地域の区分を早めに決めることが有効な国土利用に貢献する可能性がある。循環型社会に関しては、アジアから排出される廃棄物の一部を日本が積極的に輸入して処理することがアジア全体の廃棄物による環境負荷を削減する可能性があることが示された。

(2) 持続可能な発展にかかる指標研究の成果概要

①26の国等が策定した1528の指標をレビューし、これらを「貧困」、「労働」、「気候変動」、「物質利用」、「国の経済力」などの77項目に分類・整理した。

②先進的な指標が確認できた。例えば、労働については失業率の指標が多かったが、長期失業率のように単なる格差ではなく、格差の固定化といった視点をとらえた指標が存在した。また、死亡・健康については、平均寿命や特定の疾病にかかる指標が多かったが、健康への満足度といった主観的要素を取り入れた指標が存在した。

③一方で、指標開発における共通的な課題を抽出した。主なものとして、(1) 持続可能な発展指標において時間軸をどのように考慮するか、(2) 指標間のトレードオフなど現象の構造を指標でどのように計測するか、(3) 国等の指標で、国境を越える事象をどのように扱うか、(4) 持続可能な発展の質的側面をどのようにとらえるか、(5) 持続可能な発展指標と生活実感との乖離をどのように埋めるかといった点を指摘できる。

④新たな指標開発の上で基礎となる枠組を策定した。ここでは、「環境」、「経済」、「社会」の3分野要素をベースに、各分野要素の関連を示す分野要素を配置提示することで、分野間のつながりをより強調した。また、個人の生活基盤として持続可能性に関わる要素と、さらにそれを支える国（社会）全体の基盤についての持続可能性に関わる要素の階層性を表現し、切り分けることにした。

⑤専門家を招聘したワークショップを開催し、持続可能な発展の上で重要な事項を選定し、持続可能発展指標として重要と考えられるいくつかの指標候補を整理した。

## 2 ビジョン・シナリオ構築に関する研究

さまざまな環境問題の解決策を検討する上で、環境問題はもとより、エネルギーや食料等の安全保障、国際貿易、社会経済活動などさまざまな観点から、将来にわたる長期的な持続可能な社会のビジョンを定め、こうした社会を実現するシナリオを検討することは、将来の政策的な対応を議論する上で重要な意義をもつ。しかし、総合的な観点から将来のビジョン・シナリオを描く研究はほとんど見られない。

本章では、モデルやインタビューなどの手法を用いて、持続可能な社会のビジョン・シナリオを構築する。

ビジョンやシナリオを描く方法には、大別して二つある。一つはモデルを用いた定量的な分析手法に基づいて設定する方法であり、もう一つは専門家などを対象としたインタビュー調査などに基づいて、知見をとりまとめ、定性的に設定する方法である。これらの方法には一長一短がある。前者の方法には、定量化できない対象についてビジョンやシナリオを描くことが困難であるという問題があり、後者の方法には、社会変化のメカニズムを客観的な手法によってとらえることができないという問題がある。

そこで、以下では、定量化が可能な事象については、統合評価モデルや計量経済モデルを用いて、ビジョン・シナリオを描き（2.1節及び2.2節）、定量化が困難な事象については、専門家インタビューなどの手法を用いて、定性的なビジョン・シナリオを描き（2.3節）、持続可能な社会像を構築するための道筋や課題を、国際的な視点を踏まえて、環境及び社会経済の側面から総合的に明らかにする。

### 2.1 統合評価モデルを用いた持続可能な社会ビジョン・シナリオの定量化に関する研究

本節では、バックキャストのアプローチに基づいて、2050年を対象に望ましい環境像とそれを実現する社会像について議論し、定性的なストーリーに基づいて定量的なモデル分析を行っている。定性的なストーリーは、描かれた将来像を読者（国民）に対して容易にイメージしてもらうことを目的としている。しかしながら、ストーリーは定性的であるが故に、その内容が読み手に

よって異なった解釈をされたり、内容について整合性がとれていない可能性があるなどの問題がある。そこで、モデルをもとにした定量的なシナリオによる将来像の提示や、定性的なシナリオの整合性チェックが必要となる。こうした方法は、「Story and Simulation」と呼ばれ（Alcamo, 2001<sup>1)</sup>）、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）のSRES（排出シナリオに関する特別報告書）やUNEP（国連環境計画）のGEO（世界の環境見通し）、MA（ミレニアム生態系評価）のシナリオなど、多くの分析に用いられている。なお、定性的なストーリーと定量的な分析の役割は、あくまで補完的なものであり、これら2つが一体となって1つのシナリオを構成している点に留意する必要がある。

モデルを用いてビジョンの定量化を行う意義は、以下の通りである。

- ① 定性的に描かれている社会像が、整合性を確保しているかを確認する。
- ② ビジョン達成のために、どのような対策をどの程度導入すればよいかを数値として提示する。

このため、本モデルによる解析では、ビジョンを達成するような環境像については、環境省・超長期ビジョン検討<sup>1)</sup>において議論されたものを前提としている。また、環境問題によっては、温暖化問題のように国内で完結するものではなく、地球全体で議論すべき問題もあるが、ここでは、国際的な枠組みについて何らかの前提をおいて国内の問題として再構成し、再構成された環境像が達成可能かどうかについて議論することとする。

以下に示す定量的な分析は、超長期ビジョン検討に対して提供した内容を示す。超長期ビジョン検討では、さまざまな環境問題の持続可能性を議論するとともに社会・経済との関係についての記述が重視される。そこで、超長期ビジョン検討の定量化において使用するモデルとしては、ある特定の年次を対象に、個々の活動に配慮しつつもマクロ的に整合性のある環境・社会像を描くことに焦点を当てることとした。つまり、モデルの基本構造は、ある特定の年次のみを対象とした静的なモデルである。このため、バックキャストで検討すべき現在から将来に至る道筋については、資本の蓄積など正確にと

1 超長期ビジョン検討の概要と、そこで検討された環境像、社会像は、【付録2-2】に示す。

らえられないところがあることから、モデルを用いた分析については行っていない。

以上のことを踏まえ、本検討では対象年である2050年における持続可能性を達成する環境像と社会・経済活動を描くことを定量化の目標とした。これにより、2050年の持続可能な環境・社会・経済像の整合性をチェックするとともに、そうした社会を達成するための2000年からの経路を「バックキャスト」で検討するための材料を提供するものである。2050年までの道筋の考察、検討については、図1に示すように、定性的な記述にとどめている。

## 2.1.1 モデルの概要

### (1) 対象地域

分析に使用するモデルは、環境と経済を幅広く扱うモデルであり、一国を対象としたモデルである。より詳細な検討、具体的な計画に反映させるためには、国をさらに詳細な地域に分割することが必要であるが、ここでは国全体（日本）を1つの対象地域としている。なお、地域のシナリオの例として、茨城県の温暖化対策ならびに水環境を対象とした分析・定量化についても試みている（小野塚他，2008<sup>2)</sup>）が、ここでは省略する。

### (2) 対象期間

モデル内の時間は1年を単位としており、2000年を基準としている。資本や労働、技術水準などを前提に、将来の特定の年次における活動を再現する。試算では、目標年である2050年を対象に定量化を行っている。なお、その他の年次について定量化を行い、目標に至る経路について分析を行うことも可能である。

### (3) 対象とする環境問題

試算において取り上げる課題は以下の通りである。

- ①地球温暖化問題：二酸化炭素排出量・化石燃料需要量
- ②資源・循環問題：廃棄物（一般廃棄物・産業廃棄物）・水需要量・取水量
- ③生態系サービス：土地利用（自然地面積・農地面積・工業用地など）
- ④快適な生活環境：大気汚染物質（窒素酸化物・硫黄酸化物）・水質汚濁（COD・窒素・リン）

二酸化炭素排出量と大気汚染物質については、化石燃料消費に対する原単位に基づいて計算する。その他の環境負荷（廃棄物、水需要、取水量、農地面積、工業用地、水質汚濁物質）については、生産量当たりの原単位に基づいて計算する。なお、自然地面積は、国土面積から経済活動に必要な土地面積を差し引いた面積と林業に必要な面積の合計と定義している。

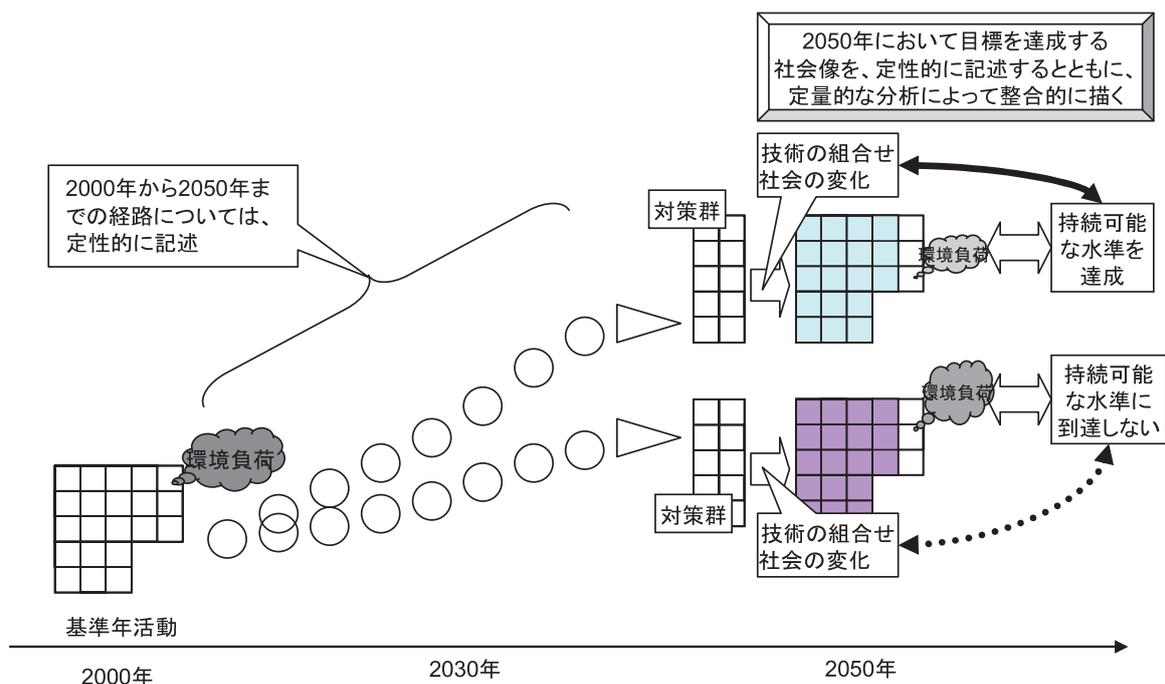


図1 定量化の目標

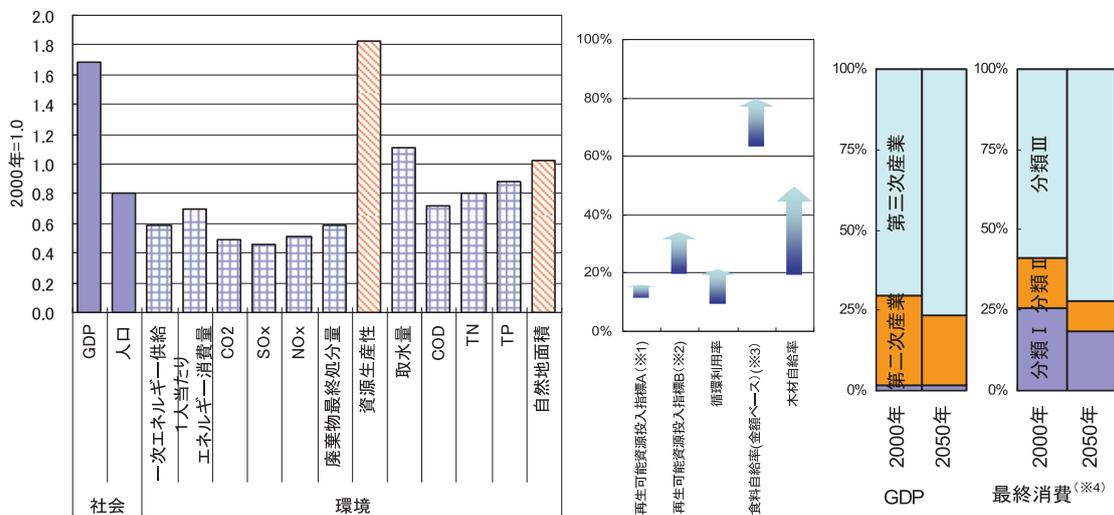


する輸出のシェアは2000年比25 %増（金額ベース）、⑤原子力発電量は2000年比27 %減\*、⑥水力発電、太陽光発電、風力発電等からの発電量は2000年比12 %増\*、⑦バイオマスエネルギー供給量は10 Mtoe\*、⑧原油価格は1バレル100ドル、という前提を置いた。なお、\*の付いた項目は、2050日本低炭素社会プロジェクトチーム(2007)での計算結果を引用している（以下同様）。

炭素排出量について、上記の試算結果は、日本国内で2050年現状比半減を念頭において計算を行ったものである。ただし、あらゆる対策努力を傾注する場合には、さらに大幅な削減が実現できる可能性がある<sup>3</sup>。また、

化石燃料消費の減少に伴って、大気汚染物質の排出量も大幅に減少する。

循環利用率に関しては Hashimoto et al. (2007)<sup>3)</sup> が示すように既存の建築・土木構造物の蓄積がやがて更新時期を迎え、今後大量の解体廃棄物が発生する可能性がある。これらの廃棄コストに加え、新規材料コストを考慮すると、発生した廃棄物をリサイクルするほうが経済的にも優位となる可能性が高い。また、国土審議会(2004)<sup>4)</sup> が示すように社会資本の新規投資は今後大幅に減少していくことが想定される。その上、化石燃料の投入は大幅に減少する。これらのことから循環利用率の分



※1 再生可能資源投入指標A=再生可能資源投入量/天然資源等投入量  
 ※2 再生可能資源投入指標B=(循環利用量+再生可能資源投入量)/(循環利用量+天然資源等投入量)  
 ※3 食料自給率は金額ベースの値  
 ※4 家計最終消費のシェア：分類I（エネルギー、食品、繊維、木製品、紙、化学、窯業、金属・機械、その他製造、水道、廃棄物処理）、分類II（卸売・小売）、分類III（金融・保険・不動産、運輸、通信、教育、医療、その他サービス）  
 (左図：2000年=1.0、中央図：矢尻2000年値・矢頭2050年値、右図：GDP/家計最終消費支出シェア)  
 (左図において、 は1を下回ることで2000年より改善されていることを示す指標、 は1を上回ることで2000年より改善されていることを示す指標である。)

図3 2050年における各種指標の変化

3 一人当たりの再生可能エネルギーを除くエネルギー消費量が現状を維持する程度のエネルギー効率改善が実現されるなりゆき社会の場合、CO<sub>2</sub>排出量は2000年の排出量と比較して20 %の削減となる。一方、現状で最も効率の高い技術（BAT）が2050年において、80 %普及する場合にはCO<sub>2</sub>排出量は2000年比25 %削減され、100 %普及する場合にはCO<sub>2</sub>排出量は2000年比44 %削減される。

さらなる温暖化対策として、燃料電池の導入などの革新的な技術の普及\*で2000年比約7 %の追加的な削減効果、CCS（炭素隔離貯留）の導入\*により2000年比約10 %の追加的な削減効果、バイオマスエネルギーの供給量拡大（40 Mtoe）\*により2000年比約7 %の追加的な削減効果、原子力発電量の増大（2000年比27 %増）\*、水力、太陽光、風力発電等発電量の増大（2000年比15 %）\*により2000年比約3 %の追加的な削減効果がそれぞれ見込まれる。

なお、図3では、BATが100 %普及し（2000年比CO<sub>2</sub>排出量44 %削減）、原子力発電量が増大し（2000年比15 %増の場合CO<sub>2</sub>排出量2 %削減）、バイオマスエネルギー供給量が増大する（供給量30 Mtoeの場合CO<sub>2</sub>排出量4 %削減）ことを想定した場合の排出削減量（2000年比50 %となると推計）を示している。

また、原子力発電量のさらなる増大（2000年比27 %増になるとCO<sub>2</sub>排出量1 %削減が上積み）、バイオマスエネルギー供給量のさらなる増大（供給量が40 MtoeになるとCO<sub>2</sub>排出量2 %削減が上積み）、革新的技術の開発と普及（CO<sub>2</sub>排出量7 %削減）、CCS（炭素地下貯留）（CO<sub>2</sub>排出量10 %削減）が実現することを想定すると、その場合の排出削減量は、2000年比70 %となる。（金属部門の生産が2000年比31 %減少すると、CO<sub>2</sub>排出量は2 %減少し、1990年比で70 %削減となる）

子となる循環利用量は大幅に増加し、分母となる天然資源等投入量は大幅に減少するため、結果として、循環利用率の大幅な向上は実現可能と考えられる。

経済活動の増加に伴って、水需要は増大するものの、循環的利用が進み、水質汚濁物質の排出は現状よりも低い水準にとどまる。なお、水の循環利用を向上させることで、取水量は2000年の水準を下回することは可能である。また、農業部門における土地生産性が年率0.5%程度で向上する場合には、食糧自給率の上昇に伴う農業生産の増加の影響を抑えることが可能となり、自然地面積（国土面積から経済活動に必要な土地を差し引き、林業に必要な土地を加えた面積）も2000年の水準を維持することが可能となる。

## 2.2 国際的な相互依存関係と国レベルの環境問題に関するビジョン・シナリオ研究

～貿易自由化促進は各国汚染物質排出量にどのような影響を及ぼすか？～

現在、多国間の貿易自由協定の締結をはじめとして、貿易の自由化に向けた国際的な取組が非常に活発になっている。貿易の自由化の進展は、各国の経済的な利益を引き上げる効果を生み出すことが期待されている。しかし、貿易自由化は、以下のような効果を伴うため、理論的には、環境を悪化させる方向に働くこともあれば、環境を改善する方向に働くこともある。

- ①より比較優位の原則に基づいた国際分業を促進するため、資本集約的な財（汚染物質排出量の多い財）の生産に比較優位のある先進国では資本集約財の生産を増加させ、労働集約的な財（排出量の少ない財）の生産に比較優位のある発展途上国では資本集約財の生産を減少させる効果をもつため、先進国の排出量を増加させ、発展途上国の排出量を減少させる効果をもつ（以下では、資本労働効果と呼ぶ）。
- ②先進国は発展途上国に比較して、より厳しい環境規制を実施しているため、資本集約財の生産コストが相対的に高くなる。このため、貿易の自由化が、相対的に環境規制の弱い発展途上国への生産拠点の移動を促進する可能性がある。このような場合、貿易の自由化は、先進国の排出量を減少させ、発展途上国の排出量を増加させる効果をもつ（以下では、汚染天国効果と呼ぶ）。
- ③貿易の自由化の結果、各国の排出量が増加するかどうか

かは、資本労働効果と汚染天国効果とどちらが相対的に大きいか決定要因の一つとなる。

- ④貿易の自由化は、各国のGDPを増加させるため、生産量の増加を通して、各国の排出量を増加させる効果をもつ（以下では、規模効果と呼ぶ）。

このように、貿易自由化の促進が各国の排出量に及ぼす影響は、主に、資本労働効果、汚染天国効果、規模効果などの相対的な関係によって決まる。

理論的なモデルのフレームワークを提示した上で、貿易の自由化（貿易依存度の上昇）が国レベルの汚染物質に与える影響を定量的に分析した先行研究は、十分になく、Antweiler et al. (2001)<sup>6</sup>及びCole and Elliott (2003)<sup>7</sup>だけである。

Antweiler et al. (2001)<sup>6</sup>は、貿易自由化はSO<sub>2</sub>の汚染を緩和する働きを有することを明らかにしている。Cole and Elliott (2003)<sup>7</sup>は、Antweiler et al. (2001)<sup>6</sup>のフレームワークをSO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>及びBODに適用し、貿易の自由化（貿易依存度の上昇）が、これら汚染物質の一国の排出量に与える影響を分析した。その結果、SO<sub>2</sub>については、Antweiler et al. (2001)<sup>6</sup>と同様に、貿易の自由化は排出量の削減に貢献することを明らかにした。さらには、BODについては、SO<sub>2</sub>と同様に、貿易の自由化は汚染物質排出量を削減する効果をもつが、NO<sub>x</sub>とCO<sub>2</sub>については、排出量を増加させる可能性があることを明らかにした。

しかし、先行研究（Antweiler et al. (2001)<sup>6</sup>及びCole and Elliott (2003)<sup>7</sup>）には分析上、次のようないくつかの問題点がある。

- ①GDP（あるいは、所得）と排出量の関係を明らかにしているものの、貿易の自由化がGDP（あるいは、所得）に与える影響を明示的に分析していない点に注意する必要がある。このため、貿易の自由化がGDP（あるいは、所得）増加を通して排出量に及ぼす影響（貿易誘発的な規模・技術効果）について、定量的に明らかにしていない。
- ②上記のことは、GDP（あるいは、所得）の内生性を考慮していないことを意味し、誤ったパラメータ推計をもたらす可能性もある。
- ③先行研究では、貿易の自由化を表す変数として用いられている貿易依存度の内生性を考慮していない点も問題としてあげられる。一般的に、貿易の自由化の程度を国レベルに集計した変数として直接観察することは

困難である。貿易の自由化の程度が、関税だけでなく非関税障壁などによって影響を受けるからである。このため、先行研究では、貿易依存度（(輸出+輸出)/GDP）を貿易自由化の代理変数として用いて分析をしている。しかし、貿易依存度は、貿易自由化の程度以外の要因にも依存するため、内生性の問題を考慮することが重要になる。この他、先行研究では、誤差項の系列相関を考慮していないという問題も存在する。

- ④先行研究は、主に先進国のデータを用いて分析しているため、発展途上国を含めた分析が不十分であり、先進国と発展途上国の効果の違いを明示的に明らかにしていない。

以上から、本研究では、以下の点において、先行研究を進展させる。

- ①先行研究よりも多くの発展途上国のデータを含んだデータセットを用いる。  
 ②GDP及び貿易依存度の内生性及び誤差項の系列相関を考慮した推計手法を用いて、SO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、BODを対象として、それぞれの一国の一人当たりの排出関数を推計し、貿易自由化が一国の排出量に及ぼす影響を分析する。  
 ③その際、貿易自由化による先進国と発展途上国の排出量への影響を区別して分析する。  
 ④貿易自由化の影響を短期と長期に区別して、分析する。

### 2.2.1 モデル

本研究では、より多くの発展途上国のデータを含むデータセット利用し、先行研究の分析上の問題点を考慮した分析を行うことにより、貿易の自由化が汚染物質排出量に与える影響を分析し、Antweiler et al. (2001)<sup>6</sup>及びCole and Elliott (2003)<sup>7</sup>の分析上の問題点を克服し、彼らの分析結果を再検討することを目的としている。具体的には、操作変数法を用いて、GDP及び貿易依存度（貿易自由化変数）の内生性を考慮した上で、汚染物質排出関数を推計する。以下では、汚染物質排出関数及び所得関数について説明する。貿易依存度関数の詳細

については、Managi et al. (2009)<sup>8</sup>のAppendix Aを参照されたい。

(汚染物質排出モデル)

本研究では、(1)式に示すように、汚染物質排出モデルを定式化する。ただし、以下において、*i*は国、*t*は年を示す。*c*<sub>1</sub>は定数項である。また、*η*<sub>*it*</sub>は個別効果を、*v*<sub>*it*</sub>はその他の要因を表す誤差項である。*E*は一人当たり汚染物質排出量(SO<sub>2</sub>(二酸化硫黄)、CO<sub>2</sub>(二酸化炭素)及びBOD)、*K/L*は資本労働比率、*S*は一人当たりGDP、*T*は貿易依存度((輸出+輸入)/GDP)、*RS*は当該国の一人当たりGDPを世界平均のそれで割ったもの、*RK/L*は当該国の資本労働比率を世界平均のそれで割ったものを表している。また、*H*、*O*、*KYOTO*、*W&H*は汚染物質排出に関する国際的な環境条約を表すダミー変数であり、それぞれ、各国がヘルシンキ議定書、オスロ議定書、京都議定書、水と健康に関する議定書を締結しているかどうかを表している。

$$\begin{aligned} \ln E_{it} = & c_1 + \alpha_1 \ln E_{it-1} + \alpha_2 S_{it} + \alpha_3 S_{it}^2 \\ & + \alpha_4 (K/L)_{it} + \alpha_5 (K/L)_{it}^2 + \alpha_6 (K/L)_{it} \cdot S_{it} \\ & + \alpha_7 T_{it} + \alpha_8 (RK/L)_{it} \cdot T_{it} + \alpha_9 (RK/L)_{it}^2 T_{it} \\ & + \alpha_{10} RS_{it} \cdot T_{it} + \alpha_{11} RS_{it}^2 T_{it} \\ & + \alpha_{12} (RK/L)_{it} \cdot RS_{it} \cdot T_{it} + \alpha_{13} H_{it} + \alpha_{14} O_{it} \\ & + \alpha_{15} KYOTO_{it} + \alpha_{16} W \& H_{it} + \eta_{it} + v_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

上式の、第8項以降は、貿易の自由化の進展が直接エネルギー消費に及ぼす影響を表しており、貿易誘発的な構造効果を表す項となっている。なお、第8項以降において貿易誘発的な構造効果が、*RK/L*や*RS*によって決定されるのは、(1)比較優位は国の間の相対的な要素賦存度<sup>4</sup>によって決定される、(2)各国の環境政策の相対的な差<sup>5</sup>が比較優位に影響を及ぼす、ことに起因している。所得の高い国ほどよりよい環境(SO<sub>x</sub>やNO<sub>x</sub>に関する大気汚染防止や水質汚濁防止、地球温暖化防止)に対する需要が高く、より厳しい環境政策が実施されるため、資本集約的な産業(エネルギー多消費(汚染)産業)<sup>6</sup>においては、汚染物質を削減するために高い費用を

4 相対的な要素賦存度を表すために、各国の資本労働比率を世界平均で割った変数を説明変数として用いている。

5 一人当たり所得水準は、環境政策の強度と相関していると考えられるため、一人当たり所得水準を一国の生産規模を表す変数とともに、これらの政策を表す変数として扱っている。ここでは、国の間の政策の差が比較優位に影響を及ぼすため、政策の差を表す変数として、各国の一人当たりGDPを世界平均で割った変数を用いている。

6 資本集約的な産業では、労働集約的な産業に比べてより多くのエネルギーを投入する。したがって、資本集約的な産業は、労働集約的な産業と比較して汚染型産業である。

負担しなければならなくなる。このため、相対的に比較優位の程度が低下する結果、貿易を通して、そのような国での資本集約財の生産が減少し、汚染物質排出量も減少するかもしれない。

また、上式において、いくつかの交差項が見られる。例えば、所得と貿易依存度の交差項あるいは資本労働比率と貿易依存度の交差項を入れることにより、貿易の自由化が汚染物質排出量に及ぼす影響が、高所得か低所得か（すなわち、環境政策の強度）によってどのように異なるか、また、資本集約的（あるいは、労働集約的）な財生産に比較優位のある国の汚染物質排出量が貿易の自由化によってどのような影響をうけるかを検証することができる。

#### (所得モデル)

所得関数は、(2)式で表す。ただし、以下において、 $P$ は人口、 $Sch$ は就学年数であり、人的資本形成を表す変数と考えている。また、 $\eta_{2i}$ は個別効果を、 $\nu_{2i}$ はその他の要因を表す誤差項である。

$$\ln S_{it} = c_2 + \beta_1 \ln S_{it-1} + \beta_2 \ln T_{it} + \beta_3 \ln (K/L)_{it} + \beta_4 \ln P_{it} + \beta_5 \ln Sch_{it} + \eta_{2i} + \nu_{2i} \quad (2)$$

#### (貿易自由化の短期効果と長期効果)

(1)式より、貿易の自由化によって生じる短期の排出量への影響を弾力性  $\sigma_T^S$ （1%の貿易の自由化の促進によって生じる排出量の変化率）で表すと、(3)式のように計算される。ただし、 $AS$ は一人当たり実質GDPの世界平均を表している。なお、(2)式より、 $\frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}} = \beta_2 \frac{S_{it}}{T_{it}}$ と計算される。

同様に、貿易の自由化によって生じる長期の排出量への影響を弾力性  $\sigma_T^L$ （1%の貿易の自由化の促進によって生じる排出量の変化率）で表すと、次式のように計算される。

なお、貿易自由化が所得に与える長期効果は、(2)式より、 $\frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}} = \frac{\beta_2}{1-\beta_1} \frac{T_{it}}{S_{it}}$ と計算される。

$$\begin{aligned} \sigma_T^S &= (\alpha_2 + 2\alpha_2 S_{it} + \alpha_5 (K/L)_{it}) T_{it} \frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}} \\ &+ (\alpha_9 T_{it} + 2\alpha_{10} T_{it} R S_{it} + \alpha_{11} T_{it} (RK/L)_{it}) \frac{T_{it}}{AS_{it}} \frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}} \\ &+ (\alpha_6 + \alpha_7 (RK/L)_{it} + \alpha_8 \{(RK/L)_{it}\}^2 + \alpha_9 R S_{it} \\ &+ \alpha_{10} R S_{it}^2 + \alpha_{11} R S_{it} (RK/L)_{it}) T_{it} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \sigma_T^L &= (\alpha_2 + 2\alpha_2 S_{it} + \alpha_5 (K/L)_{it}) \frac{T_{it}}{1-\alpha_1} \frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}} \\ &+ (\alpha_9 T_{it} + 2\alpha_{10} T_{it} R S_{it} + \alpha_{11} T_{it} (RK/L)_{it}) \frac{1}{1-\alpha_1} \frac{T_{it}}{AS_{it}} \frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}} \\ &+ (\alpha_6 + \alpha_7 (RK/L)_{it} + \alpha_8 \{(RK/L)_{it}\}^2 \\ &+ (\alpha_9 R S_{it} + \alpha_{10} R S_{it}^2 + \alpha_{11} R S_{it} (RK/L)_{it}) \frac{T_{it}}{1-\alpha_1} \end{aligned} \quad (4)$$

#### 2.2.2 推計結果

本研究は、 $SO_2$ 及び $CO_2$ に関しては、1973～2000年までの88カ国のパネルデータを用いて、 $BOD$ に関しては、1980～2000年までの83カ国のパネルデータを用いて推計する。分析に用いたデータの定義、及び、出所は表1の通りである。

推計方法及び推計結果の詳細は、【付録2-3】に掲載している。以下では、個々のパラメータの推計結果の解釈については議論せず<sup>7</sup>、推計結果を用いて計算される(3)及び(4)式の推計値を用いて得られた結論について議論する。

#### (貿易自由化の排出量への影響)

(3)、(4)式から、推計結果を用いて、短期と長期の貿易自由化の弾力性（1%の貿易自由化の進展（1%の貿易依存度の増加）によって生じる排出量の変化率）を計算すると、表2の通りになる。ここで、弾力性を計算する際に、推計に用いた全サンプルをOECD諸国（先進国）と非OECD諸国（発展途上国）に分類し、それぞれのサンプル平均を用いて、OECDの弾力性及び非OECDの弾力性を計算している。

7 推計結果の解釈は、Managi et al. (2009)<sup>9)</sup>を参照。

表1 データの出所

変数名	単位	データの出所	備考
汚染物質 (SO <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> 、BOD) 排出量( <i>E</i> )	kg	WDI online ( <a href="http://publications.worldbank.org/WDI/">http://publications.worldbank.org/WDI/</a> )	石油換算
一人当たり実質GDP( <i>S</i> )	\$ 1万 (実質値)	Penn World Table 6.1 ( <a href="http://dc1.chass.utoronto.ca/pwt61/">http://dc1.chass.utoronto.ca/pwt61/</a> )	
資本労働比率( <i>K/L</i> )	\$1万/worker	Extended Penn World Table ( <a href="http://homepage.newschool.edu/~foleyd/epwt/">http://homepage.newschool.edu/~foleyd/epwt/</a> )	
貿易開放度( <i>T</i> )	%	Penn World Table 6.1	{(輸出額 + 輸入額)/GDP} × 100
人口( <i>P</i> )	人	WDI online	
就学年数( <i>Sch</i> )	年	Education dataset in Barro and Lee (2000) <sup>9</sup>	25歳以上人口における平均就学年数
二国間貿易量 ( <i>Trade<sub>ij</sub></i> )	\$ 1000 (実質値)	Frankel and Rose (2000) ( <a href="http://faculty.haas.berkeley.edu/arose/frbilat.ZIP">http://faculty.haas.berkeley.edu/arose/frbilat.ZIP</a> )	1970, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995年の5年おきのデータ
国土面積( <i>Area</i> )	km <sup>2</sup>	WDI online	
二国間距離( <i>Dis</i> )	km	Center for International Prospective Studies ( <a href="http://www.cepii.fr/anglaisgraph/bdd/distances.htm">http://www.cepii.fr/anglaisgraph/bdd/distances.htm</a> )	首都間の距離
国境ダミー( <i>Bor</i> )	—	同上	国境を接する時 1、その他 0
共通言語ダミー ( <i>Lan</i> )	—	同上	公用語が同一な時 1、その他 0
内陸国ダミー ( <i>Landlocked</i> )	—	同上	一方の国が内陸国の時 1、両方の国が内陸国の時 2、その他 0

表2 物質別貿易自由化の汚染物質排出弾力性 (短期と長期)

	SO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>		BOD	
	$\sigma_T^S$	$\sigma_T^L$	$\sigma_T^S$	$\sigma_T^L$	$\sigma_T^S$	$\sigma_T^L$
OECD	-0.147**	-2.228**	-0.054*	-0.186*	-0.058*	-0.224*
非OECD	0.030**	0.920**	0.113*	0.883*	-0.004*	-0.155*

Note: \*, \*\*, \*\*\*はそれぞれ10%、5%、1%の有意水準で有意であることを表している。

① OECD 諸国 (先進国) において、貿易の自由化の全効果は、短期及び長期とも、どの汚染物質でもマイナスであった。このことは、貿易の自由化による貿易依存度の上昇は、OECD 諸国の汚染物質排出量を減少させる効果があることを意味している。(OECD 諸国の短期弾力性は、SO<sub>2</sub>については-0.147、CO<sub>2</sub>については-0.054、BODについては-0.058であり、長期弾力性は、それぞれ、-2.228、-0.286、-0.224であった。)

② 非 OECD 諸国 (発展途上国) において、貿易の自由

化の全効果は、短期及び長期とも、SO<sub>2</sub>及びCO<sub>2</sub>に関してはプラスであり、BODについてはマイナスであった。このことは、貿易の自由化は、非 OECD 諸国のSO<sub>2</sub>及びCO<sub>2</sub>排出量を増加させ、BOD排出量を減少させることを意味している。(非 OECD 諸国の短期弾力性は、SO<sub>2</sub>については0.030、CO<sub>2</sub>については0.113、BODについては-0.224であり、長期弾力性は、それぞれ、0.920、0.883、-0.155であった。)

③ 短期と長期の効果を比較すると、貿易の自由化が排出量に与える影響は、短期 (1年) 的には小さいが、長

期的には大きなものとなる。

#### (環境クズネツツ仮説の検証)

(1)式を用いて、S(一人当たりGDP)の変化が、排出量に与える影響を分析することができる。すなわち、(1)式をSで偏微分したものに、各説明変数にOECD諸国のサンプル平均値及び非OECD諸国のサンプル平均を代入し、推計されたパラメータを用いて計算する。その値が負であるならば、一人当たりGDPの増加は排出量を減少させ、正であるならば排出量を増加させることを意味する。

計算結果から、SO<sub>2</sub>とCO<sub>2</sub>については一人当たりGDPが小さい国では、計算された値は正であり、大きい国では負であることが分かった。このことは、SO<sub>2</sub>とCO<sub>2</sub>については、一人当たりGDPが小さい国では、GDPの増加は排出量の増加につながるが、一人当たりGDPが一定の水準を超えて、ある程度大きな値をとるようになると、GDPの増加は排出量の減少につながることを意味している。すなわち、環境クズネツツ仮説が成立すると結論付けることができる。一方、BODについては、この値は常に負であった。このことから、BODについては、環境クズネツツ仮説は支持されないことが分かった。ここで、環境クズネツツ仮説に関する先行研究では、環境クズネツツ仮説の成立を支持する結論を得ているが、これらの研究では、Sの内生性を考慮せずに分析しているため、推計結果に誤りがある可能性があることに注意したい。これに対して、本研究ではSの内生性を考慮して分析しており、その結果、環境クズネツツ仮説が成立するかどうかは、汚染物質のタイプにもよることが明らかにされたことの意義は大きい。

なお、SO<sub>2</sub>とCO<sub>2</sub>について、環境クズネツツ曲線(逆U字曲線)において、逆U字の頂点(一人当たりGDPの増加に伴って、排出量が増加する局面から減少する局面に切り替わる点)に対応する一人当たりGDPを計算すると、先進国と比較して労働集約的な生産に比較優位のある非OECD(発展途上国)では、SO<sub>2</sub>については、14,045 USドルであり、CO<sub>2</sub>については、24,732 USドルであり、多くの発展途上国が逆U字の頂点に到達しておらず、経済成長が排出量の増加に結びついていることが明らかとなった。

(汚染天国効果か資本労働効果か?)

貿易の自由化が、国際貿易を通じて、排出量に及ぼす重要な効果に汚染天国効果と資本労働効果がある。汚染天国効果とは、貿易の自由化によって、より環境政策の強い国(主に先進国)から弱い国(主に発展途上国)へ生産拠点が移動することにより、より環境政策の強い国の排出量が減少し、弱い国の排出量が増加する効果をいう。一方、資本労働効果とは、労働と比較して相対的に資本量が多い国(主に、先進国)は、労働集約的な財の生産と比較して、資本集約的な財の生産に比較優位があるため、貿易の自由化によってより資本集約的な財の生産が拡大し、逆に、資本量が少ない国(主に、発展途上国)では、労働集約的な財の生産に比較優位があるため、貿易の自由化によってより労働集約的な財の生産が拡大する効果をいう。通常、資本集約的な財の生産から生じる汚染物質排出量は、労働集約的な財生産から生じる排出量よりも多い。このため、貿易の自由化は、資本労働比率の高い国の排出量を増加させ、比率の低い国の排出量を減少させる効果があると考えられる。

このように、貿易の自由化が国際貿易を通じて、先進国(発展途上国)の排出量に及ぼす影響は、汚染天国効果による減少(増加)効果と資本労働効果による増加(減少)効果との相対的な関係によって決定される。すなわち、前者の効果が後者の効果を上回ると、先進国(発展途上国)の排出量は減少(増加)し、下回ると増加(減少)する効果もつ。理論的には、(1)式の一部((5)式(KLE\_ERE<sub>it</sub>))が、この2つの効果を合わせた効果を表している。

$$\begin{aligned} KLE\_ERE_{it} = & \alpha_7 T_{it} + \alpha_8 (RK/L)_{it} \cdot T_{it} \\ & + \alpha_9 (RK/L)_{it}^2 T_{it} + \alpha_{10} RS_{it} \cdot T_{it} \\ & + \alpha_{11} RS_{it}^2 T_{it} + \alpha_{12} (RK/L)_{it} \cdot RS_{it} \cdot T_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

このため、推計されたパラメータとOECD(先進国)データのサンプル平均を用いて、3つの汚染物質に関して、それぞれ先進国に関するKLE\_ERE<sub>it</sub>を計算したところ、どのケースでも負の値になった。同様に、非OECD(発展途上国)データのサンプル平均を用いて、発展途上国のKLE\_ERE<sub>it</sub>を計算したところ、正の値になった。このことは、先進国においても、発展途上国においても、汚染天国効果が資本労働効果を上回るため、貿易の自由化が国際貿易を通じた排出量への影響は、先進国の排出量を減少させ、発展途上国の排出量を増加さ

せる効果をもつことを意味している。

このように、汚染天国効果が支配的な効果となっていることから、将来貿易の自由化を進めていく過程で、発展途上国を含めた、環境政策に関する国際協調がなければ、国際貿易は、汚染の輸出を引き起こし、発展途上国の汚染を深刻化させる要因となるといえる。

### 2.2.3 将来の貿易自由化の進展と環境汚染への影響： 将来ビジョン

本節の分析結果から、貿易自由化の進展による国際的な依存関係の進展が将来の環境汚染にどのような影響を及ぼすかについて、概要をまとめると以下の通りである。

- (a) SO<sub>2</sub>とCO<sub>2</sub>に関しては、貿易の自由化は、先進国では、排出量を減少させる効果をもつが、発展途上国では、むしろ増加させる効果がある。したがって、貿易の自由化の進展は、発展途上国においてSO<sub>2</sub>による大気汚染を深刻化させてしまう。また、温暖化問題については、貿易を通じた、CO<sub>2</sub>のリーケージを促進してしまい、先進国による温暖化対策の実効性を弱めてしまう。
- (b) BODについては、貿易の自由化は、先進国及び発展途上国において、汚染を削減する効果をもつ。
- (c) 貿易の自由化が、汚染物質排出量に与える効果は、短期では限定的であるが、長期的には大きなものとなる。
- (d) 貿易の自由化によって、先進国の排出量が減り、発展途上国のそれが増える主要因は、汚染天国効果が要素賦存効果を上回ることにある。
- (e) SO<sub>2</sub>とCO<sub>2</sub>について、環境クズネッツ仮説は成立する。SO<sub>2</sub>については、転換点となる一人当たり所得は、\$ 14,045~24,616であり、CO<sub>2</sub>については、\$ 24,732~\$ 29,678であると推定される。このため、将来、発展途上国の排出量を減らし、世界的に環境負荷を減らすためには、環境クズネッツ曲線の転換点（逆U字曲線の頂点）の所得に到達していない国が早く、転換点の所得水準に達し、環境保全の費用を負担できるような経済状況に導くことが重要な課題となる。
- (f) 将来貿易の自由化を推進する際、環境政策において国際的な政策協調が必要となると考えられる。そうでなければ、貿易の自由化は、先進国から発展途上国への汚染の輸出につながる恐れがある。

## 2.3 インタビュー手法による持続可能な社会のビジョン・シナリオ構築に関する研究

本節では、2.1や2.2節のように定量的な分析では扱えない事象を対象に、定性的なビジョン・シナリオを構築する。ビジョン・シナリオ作成に当たっては、文献調査や有識者によるインタビューなどを通してキーとなる要素を選び出し、それらの関係性を結ぶ研究がよく行われている。本研究では、2006年度から2007年度にかけて行われた環境省超長期ビジョン検討を参考にしながら、地球温暖化問題、循環・廃棄物問題・生物多様性問題・アジアにおける問題等の重要な問題群を選定した。まず、国立環境研究所の研究者を対象にワークショップ形式の会議実験を実施して、中長期的に起こると予想される環境問題とその原因となる人間活動を整理し、さらには、個別の研究者にインタビューを行うことで、研究のフロントランナーにいる人たちが何を大事だと認識しているかを調査し、各問題の構造を分析した。それらをまとめて、日本・アジアのシナリオ作りの方向性について提案を行った。

### 2.3.1 人間活動—環境問題マップの作成

本項では、まず、環境面での持続可能性を損なう恐れのある問題とその原因となる人間活動を明らかにすることを試みた。具体的には、国立環境研究所の所員を対象としたワークショップ形式での検討を通じて、2050年までに起こりそうな主要な環境問題と原因となる人間活動を整理したマップを試作した。

作成において、中長期を対象とした持続可能な社会シナリオを構築する方法等を検討するために、環境省の「超長期ビジョン検討会」における具体的なビジョン検討の進め方を部分的に活用することとした。なお、ビジョンとは、以下の幅広い内容を意味するものとすることを基本とした。

- ①望ましい将来の社会像・環境像
  - ②①を実現するまでに生じる社会・経済・環境の変化の過程（シナリオと呼ばれることもある）
  - ③①の実現に必要な政策実施の道筋（ロードマップと呼ばれることもある）
- ビジョン検討の要素として、次の5段階の手順が示されていた。
- ①社会経済の大きなトレンドとその原動力（ドライビングフォース：Driving force）を把握し、

- ②そのトレンドのもとで起こることが予想される避けるべき（Unsustainableな）問題と、
- ③そうした問題を回避しながら（あるいはそうした問題のあるなしに関わらず）実現したい望ましい将来の社会像・環境像を明らかにし、
- ④望ましい将来に向けて現在・近未来に着手すべき課題と、
- ⑤それを実行するための政策手段を提示する。

以下では、上記ビジョン検討の要素の①と②を明らかにすることを目指して、2006年8月に国立環境研究所の所員を対象にワークショップ形式の会合を開催し、具体的には、日本の2050年までの環境・資源面の諸問題とその原因となる社会経済的背景のメカニズムの全体像を整理し、因果関係を一枚の図の中で網羅的に表現した。

なお、国立環境研究所の所員が考える将来の環境問題を整理することは、研究所に与えられる定員や予算といった資源をできる限り有効に活用するために、現在、緊急性と重要性をもつ研究課題に重点的に取り組む一方で、長期を見据えたビジョンを共有するための材料として役立つことが期待された。

#### （ワークショップ形式の会議実験）

ここでいうワークショップ形式とは、7～10人程度のグループディスカッションを通じて意見交換と情報共有を踏まえた作業を行い、その後の全体会合において作業結果を共有することで、集団の意見を抽出する試みのことである。

アンケートでは、前提条件の理解度の違いによって回答にばらつきが生じること、他者の回答を踏まえて回答の修正を行うデルファイ法を行う場合には時間がかかることが欠点である。少人数の作業では包括的な議論が困難であり、結果の代表性が低下することが課題となる。ある程度の包括的な議論が可能な少人数グループをいくつか形成し、グループの作業結果を相互に比較することで、両手法の問題点を緩和し、集団の意見を比較的バランス良く把握することが可能になると考えられる。

#### （ワークショップの設計）

目的は、現在の国立環境研究所の幅広い分野の所員の参加の下に、「2050年の我が国の環境」に関して「何が問題か」を俯瞰的に整理することとした。目指すアウトプットは、日本の2050年の環境・資源面の諸問題と社

会経済的背景のメカニズムを表すマップ（「曼陀羅」）である。これらの空間的、時間的、問題面の範囲については、議論に応じて幅広く展開しても良いこととした。

なお、本研究が枠組みを提示するものの、ワークショップは全所的なビジョン・シナリオに関する取組の一環として行う位置づけとし、所内外のさまざまな研究の参考として相互に活用されることを目指した。

方法は、7～10人程度のグループに分かれて、模造紙の上にキーワードを書いた付箋紙を並べて、相互関係を図示していく作業（いわゆる「KJ法」）を中心とした。グループ間の相互比較を容易にするために、類似の問題をまとめて全体が10種類程度の問題領域となるように定義することとした。参加者全員が話を理解しながら進められるように、ファシリテータ（グループの議論を円滑にするための司会）が発言を整理するとともに、参加者は細かい話に走らないように留意することとした。また、作業の中では、重要な項目に抜けがないかチェックするように留意した。

2006年8月1日に「環境ビジョンワークショップ」を開催した。20名前後～最大60名程度を目指して参加者を公募し、約40名の研究者が参加した。4つのグループに分かれて、図4のスケジュールで、5時間を超えるグループ別作業等を行った。

9:10—	受付（グループ別に着席）
9:20— 9:50	イントロ
9:50—12:00	グループ作業(1) 130分間
12:00—13:20	休憩
13:20—15:00	グループ作業(2) 100分間
15:00—15:15	休憩
15:15—16:45	グループ作業(3) 90分間
16:45—17:45	（各G5分間の発表:形式自由） 全体の共通項の確認
18:00—20:00	懇親会 兼 残された課題の確認

図4 ワークショップスケジュール

グループ作業の手順は以下の通りである。

- ①問題とそのメカニズムを挙げていく
- ②問題整理の方向性を決める
- ③問題領域を10種類決める

各グループで重要なものから10個の環境問題と10個の社会経済的要因を抽出した後、全体で相互に発表した。各5分間程度で簡潔に説明した後、約30分間かけて全体の共通項を確認した。その作業風景を図5に、整理結果のイメージを図6に示す。

(人間活動-環境問題マップの例)

グループ別に挙げられた項目を、横軸を進力 (Driving forces) - 圧力 (Pressures) - 状況 (State) - 影響 (Impact) - 対策 (Response) に、縦軸を対象のスケールに応じて整理し、相互の関連性を矢印で示したまとめを図7に示す通り作成した。色分けは、グループ別になっている。枠付きはドライビングフォースとして挙げられた項目であり、枠無しが問題領域である。二重枠

は避けたい影響の中の代表例を特に囲った。

大きなフォントは事務局が付けた名称である。3グループ以上が指摘した項目をまとめる方針で、8項目のドライビングフォースと7種類の問題領域に分けた。ドライビングフォースは、国際情勢、技術革新・普及、あるいは価値意識、欲求、人口動向から産業動向及び経済活動に向かう矢印を引いた。社会制度については、ドライビングフォースと問題領域の間に配した。問題領域



図5 グループ作業の様子

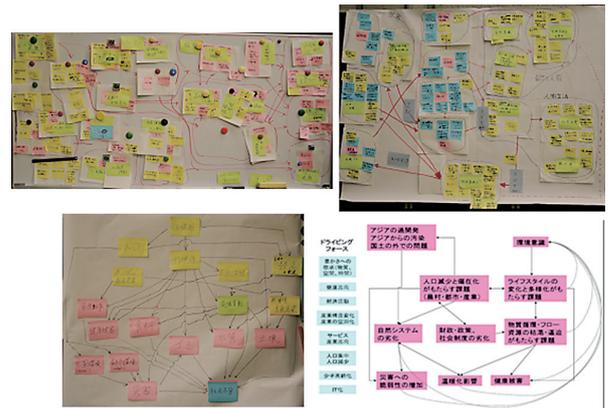


図6 グループ作業の結果イメージ

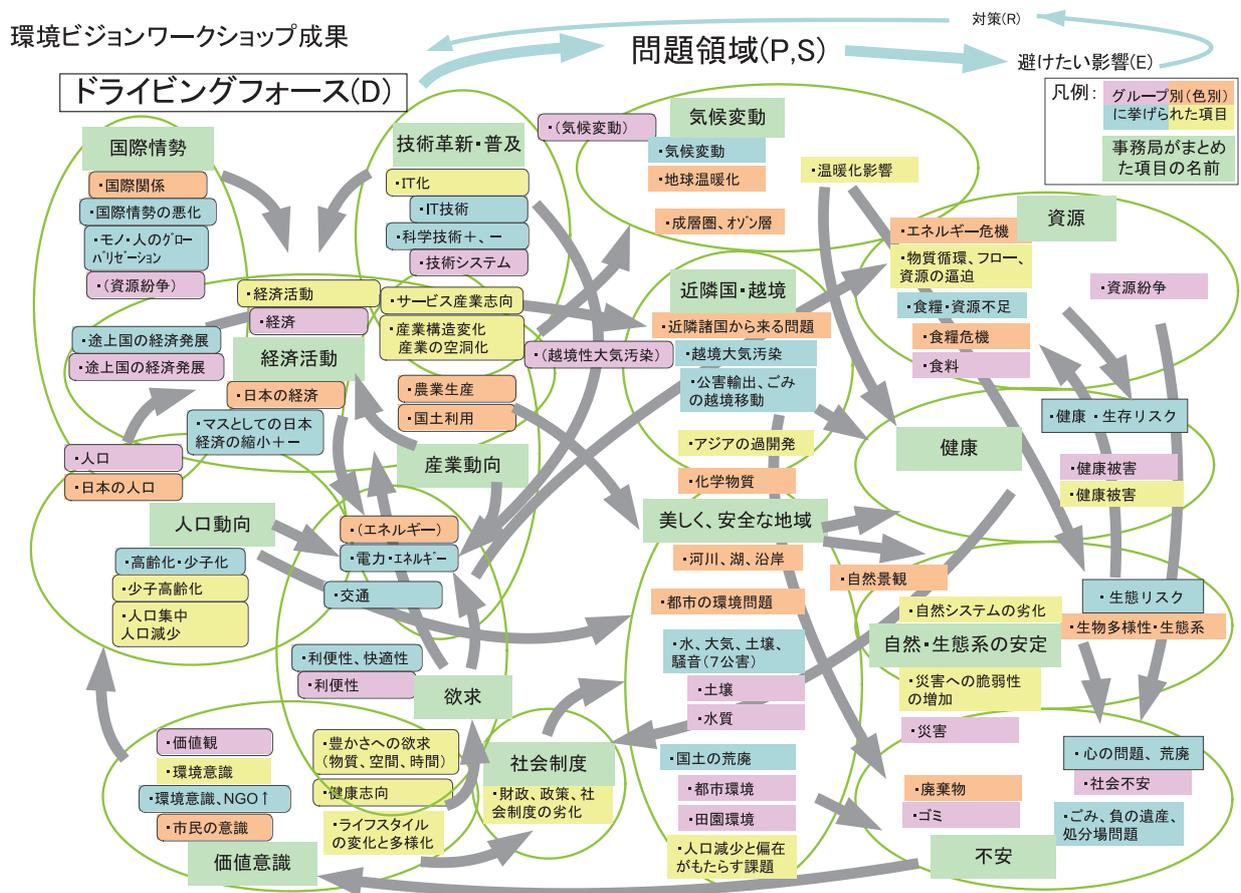


図7 2050年までの日本の環境問題の全体像の整理

は、気候変動、近隣国・越境、美しく安全な地域の3つを地域スケール別に分類し、避けたい影響に相当する資源、健康、自然・生態系の安定、不安の4つに向かう矢印をそれぞれ引いた。避けたい影響の不安からドライビングフォースの価値意識にフィードバックされる矢印を追加した。

美しく安全な地域については、含まれる項目が多いため、水環境と国土環境に分けることも考えられる。また、資源の中で食糧問題を取り出し、その他資源・エネルギーと分けることも考えられる。

全般に、ドライビングフォースに関しては、整理が困難であった。そもそも、社会経済的要因が複雑に絡み合うことも理由の一つであろうが、参加者がこうした分野の整理に慣れておらず、共有認識があまり無いことも影響していると考えられる。

以上の作業を通して、2050年までに起こると予想される環境問題とその原因となる人間活動を整理したマップを作成した。その結果、現行の環境問題や研究課題等の位置づけが明らかとなった。例えば、技術革新、人口動向、欲求（ニーズ）、食糧不足、不安感、国土の荒廃等についての研究課題が比較的到手薄な状況にあり、今後は必要になると考えられた。また、今後の課題は次の3点である。

- ①シナリオ構築：問題を回避しながら実現したい望ましい将来の社会像・環境像を明らかにし、望ましい将来に向けて現在・近未来に着手すべき課題と、それを実行するための政策手段を提示する。
- ②不安感や価値観に関する議論：定量化が困難であり、個人差が大きい一方で、根源的な部分とも考えられる受容性や価値観に関する考え方を整理する。
- ③環境研究に関する議論：研究として何が重要になるか、議論と情報共有を行う。

### 2.3.2 定性的なビジョンの作成

(望ましい社会イメージ情報の整理)

多くの人の行動を誘導するようなビジョンを作成するためには、「望ましい将来像」とはどういうものかを検討することが必要となる。しかし、人々が想像する将来社会のあるべき姿はそれぞれ異なるものであり、すべての人に受け入れられるビジョンは存在し得ない。よって、描かれるビジョンは一般に複数となるが、ここでは可能な限り多くの人が共有できる代表的なビジョンを選

択することが重要になる。

望ましい社会イメージを作成するための最初のステップとして、まず、既存文献やロードマップから関連する記述部分を収集した。また、有識者へのヒアリング・インタビューや、関係者でブレインストーミングを重ねることで「望ましい将来像」に関する記述を収集した。なお、ここで収集した情報は、必ずしもすべてが整合性のとれた社会の全体像ではない。むしろ、そのほとんどが社会を一面から見た「部分的な社会像」である。このような断片的な社会のイメージ群をさまざまな観点から整理し、分析することで、それぞれの社会断面における望ましい社会像について検討することができる。

本研究では、これらの望ましい社会像を構成する重要な項目について構造分析を行い、それぞれの社会断面におけるキーセンテンスから典型的な社会像を抽出した。

(コンセプトの同定)

シナリオを複数設定する場合、シナリオの対立軸を設定することが望ましい。そこで、国立環境研究所の研究者のヒアリング結果において、不確実性が高く、かつ方向性が異なる意見が出された項目の中から次の2軸をシナリオ対立軸の候補として選定した(図8)。

対立軸1として経済以外の価値重視シナリオ VS 経済・技術重視シナリオ、対立軸2として鎖国シナリオ VS グローバルシナリオの2つが浮き彫りになった。対立軸1では、社会的満足感を重視する側面から、地球のすべてのリソースが有限になってきており、「身の丈」の生活が必要という指摘があったが、経済・技術を重視する側面からは、足るを知るというのは理想に過ぎず、アジアでは人口が増加することを考えるとこれらの人々を栄養失調にさせないためにも一定の経済発展は必要との指摘があった(表3)。対立軸2では、鎖国シナリオの側面として夢物語どころか最終的な究極の選択として迫られる可能性が大との指摘があったが、グローバルシナリオの側面からは、環境容量を保つために、「人口を減らす」、「江戸時代に戻る」は無理で、カバーするのは科学技術であり、技術を活かす制度や経済的インセンティブも重要との指摘があった(表4)。

そのほか、特に遺伝子組み換えと原子力についての対立意見が出た(表5)。

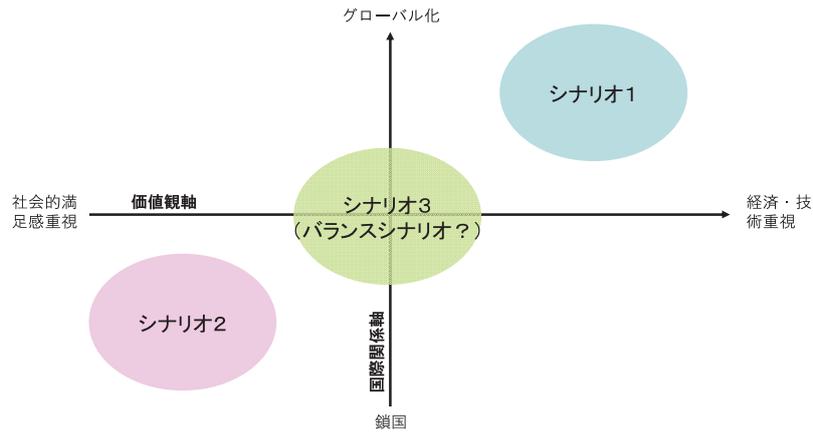


図8 シナリオの枠組み

表3 対立軸1：経済以外の価値重視シナリオ VS 経済・技術重視シナリオ

社会的満足感重視	経済・技術重視
<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 昭和30年代～40年代初めぐらいがいい。貧しいが人のぬくもりや優しさがあった。</li> <li>➢ これまでは経済発展が最優先。1回立ち止まってパラダイムチェンジが必要。</li> <li>➢ モノを所有する幸せから、最近では楽しみを運動、ゲーム、会話などのモノ以外に求める傾向があり、好ましい方向。モノ以外の満足の観点からはコミュニティ等のつながり。人のために何かをしている満足感や学習による好奇心の充足など。ただし、途上国では生存に関わる衣食住的な最低限の欲望はなくなる。</li> <li>➢ 現在の人々は経済に振り回されて生活している。満足できる生活を実現するために経済があるのであって、経済のために生活があるのではない。</li> <li>➢ 地球のすべてのリソースが有限になってきており、「身の丈」の生活が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 環境容量を保つために、「人口を減らす」、「江戸時代に戻る」は無理。カバーするのは科学技術。また技術を活かす制度や経済的インセンティブも重要。</li> <li>➢ 長期ビジョンに回顧的な指標や思想は役に立たない（リアリティがない）。少なくとも都市化した中での指標を考えるべきで、都市圏が解体するシナリオは考えられない。</li> <li>➢ 昔の江戸時代以前には戻れない。平均寿命は40以下で生まれてくる子供がまともに育たない社会が嫌だから、生物多様性を排除しながらコンクリートで身を固め、抗生物質で除菌して、ようやく人間が安心して暮らせる社会を作った。それを否定できない。</li> <li>➢ 足るを知るというのは理想に過ぎない。</li> <li>➢ アジアでは人口が増加することを考えるとこれらの人々を栄養失調にさせないためにも一定の経済発展は必要。</li> </ul>

表4 対立軸2：鎖国シナリオ VS グローバルシナリオ

鎖国シナリオ	グローバルシナリオ
<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ シナリオの中に自給率を大幅に向上させたもの（鎖国シナリオ？）があってもいい。</li> <li>➢ 1990年にキューバが鎖国になった。自前でやれるようになったからであり、万が一にはそういう社会になる。地方都市も栄えて地方経済としてまわしていく。夢物語どころか最終的な究極の選択として迫られる可能性が大。一方で日本は大量移民を受け入れられるような本当の意味でのグローバル社会はない。</li> <li>➢ 地産地消が望ましい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 環境容量を保つために、「人口を減らす」、「江戸時代に戻る」は無理。カバーするのは科学技術。また技術を活かす制度や経済的インセンティブも重要。</li> <li>➢ ①自給自足（食糧生産向上）、②「国内工業生産→（食糧）海外依存」（ドラえもん社会）、③「日本人は海外勤務で日本に仕送り」の3つのシナリオで考えると、②が現実的。②が難しくなった場合は③に移行できる。</li> </ul>

(ビジョン・シナリオ作成に向けての必要な視点)

ビジョン・シナリオを作成するに当たって、次のような視点が重要であるという指摘があった(表6)。

- ①長期ビジョンの前提となる理念が語られるべき。理念抜きでビジョンを描くことは非常に危険。また、環境ビジョンを語るときに人々が楽しいと思うこと(娯楽など)も取り扱うべき。
- ②現在の状態が特に悪くないので先の展望が描きにく

い。現状では予定調和のきれいごととしてのビジョンが描けるとは正直思っていない。例えばコンパクトシティのためには潰すところを潰さなくてはならないことを認識すべき。

インタビューの結果をまとめると、人間の幸福に根ざした社会の構築に向けて、1) 心身ともに健康であること、2) 衣食住が充足していること、3) 家族や職場のいい人間関係があること、4) やりがいのある仕事を持つ

表5 その他の対立意見(遺伝子組み換え体・原子力発電の賛否)

賛成派	反対派
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 遺伝子組み換えがいけないといわれているが農作物は全て交配を通じて遺伝子操作している。分子・遺伝子学的に入れられた農産物が危ない理由はない。</li> <li>▶ 人工的に操作した植物が何億年もかかって交配した植物に勝てる可能性は低い。</li> <li>▶ 遺伝子組み換え体についてはかなりの部分が明らかになっているがリスクはゼロにはならない。日本の食料自給率は40%を切っており、輸入の半分は遺伝子組み換え体。輸入するためにはリスクを見なければならぬ。</li> <li>▶ 遺伝子組み換えは日本だけの問題で、EUは受け入れた。米国では持続可能な農業を行うための研究であるとの認識。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 食料に関してゼロリスクを求める人が多い。メンタリティの問題。ただし、温暖化の農業に対する影響を回避するために遺伝子組み換えを認めるのは飛躍。先に農業従事者を増やす取組を行うべき。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 再生可能エネルギーですべてを賄うのは不可能。原子力なしのエネルギーは非現実的であり不可欠。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 現代社会では原子力は背に腹は変えられないが、いずれこれも破綻する。永久不変ではない。</li> </ul>

表6 ビジョン・シナリオ作成に向けての必要な視点

- 意見1 ▶ 正直者が馬鹿を見ない社会で、普通の人々が普通に生きている社会であるべき。
- 意見2 ▶ 現在の状態が特に悪くないので先の展望が描きにくい。  
▶ 現状では予定調和のきれいごととしてのビジョンが描けるとは正直思っていない。例えばコンパクトシティのためには潰すところを潰さなくてはならないことを認識すべき。
- 意見3 ▶ ドラえもんときつときとメイのシナリオがモザイクになるのが良い。東京と大阪で違いそれがパッチ上になっているのが理想。ライフステージによって違うのも面白い。
- 意見4 ▶ 人間がHappyになるとすれば持続は不可能。皆が納得する解があるとは思えない。
- 意見5 ▶ ビジョンとしては個々の多様性を求めることがまず必要。
- 意見6 ▶ 長期ビジョンの前提となる理念が語られるべき。理念抜きでビジョンを描くことは非常に危険。また、環境ビジョンを語るときに人々が楽しいと思うこと(娯楽など)も取り扱うべき。

理念(案)：人間の幸福に根ざした社会の構築

- 心身ともに健康であること
- 衣食住が充足していること
- 家族や職場のいい人間関係があること
- やりがいのある仕事を持っていること
- (壮大な自然などを見て)感動できる人が育っていること

ていること、5) (壮大な自然などを見て) 感動できる人が育っていること、の視点を含めると、より説得力のあるビジョン・シナリオ作成につながる事が分かった。

一方で、人間がHappyになろうとすれば持続は不可能で皆が納得する解があるとは思えない、という指摘もあった。

超長期シナリオ・ビジョンの構築には各種環境問題・社会問題について、現状の問題を把握するとともにそれに対する対策手段を検討する必要がある。さらに、人間活動と環境問題は相互に影響を及ぼしあっており、各種環境問題・社会問題の間にも相互に因果関係が存在する。これらの因果関係の把握・理解はシナリオ構築に不可欠である。そこで、国立環境研究所の研究者のインタビュー結果を中心に、各種環境問題・社会問題の現状の課題を整理し、対策手段を収集するとともに、相互の因果関係を整理・図示した。なお、専門家間で意見の対立があった項目についてはマークを付し、ディスカッションポイントであることを示した。

例えば、生物多様性についての現状を次のようにまとめた。

- ①従来の絶滅速度と比較して桁違いに速い速度で絶滅が進行している。絶滅は進化プロセスとして重要だが速度が問題。植物の絶滅危惧種は、このまま放っておくと1/4から10%にまで減ってしまう。
- ②進化の暴走は人の健康にまで影響を及ぼす(エイズ、サーズ、エボラ出血熱)。人間による生態系の破壊によってウイルスも自然宿主がいなくなる中で、宿主転換を起こす。
- ③生態系は分断されると弱くなる。生物が住めないと物質循環が弱くなる。
- ④日本の湖沼では外来種が漁業を圧迫しており、「困ること」。地域ごとの歴史があつてということを尊重すれば外来種は「嫌なこと」。そもそも農作物はほぼすべて外来種。

上記の問題の解決に資する対応策として例えば次の方法がある。

- ①ゾーニングをきちんとしておくことが重要。
- ②エコツーリズムは必要。自然と触れ合う機会がなくなると残ってほしいと思う人が少なくなる。また案内する人(インタープリター)のレベル向上が課題。地場の環境に関する教育を進め、博物館、学芸員が教育の核となるべき。

③外来種対策がうまくいかない理由は外来種の駆除が利潤を生まないから。環境問題に対応するためには何か経済的な観念、経済指標が必要。外来種の問題は外来種そのものの生物としてのポテンシャルよりも、人間の作っている環境と、人間の嗜好性が問題なので、その点の分析が必要。

そして、相互の因果関係を整理・図示すると図9のようになった。

これらの分析を、水質汚染・大気汚染(図10)、化学物質による毒性(図11)、森林面積の減少(図12)、地球温暖化・エネルギー(図13)についても行った。

#### (ビジョン・シナリオの概要)

研究所内の有識者にインタビューを行い、彼らの思い描く望ましい環境ビジョン・シナリオについて情報収集をし、それぞれの分野における望ましいビジョン・シナリオについて分析するとともに、分野を横断する重要な要素についても分析を行った。その結果、特にアジアを対象とした詳細なビジョン・シナリオを記述するには、鍵となる要因因果分析をするのが精一杯で、整合性をもった具体的な記述を行うに足る研究蓄積を十分に集めることができなかった。中核プロジェクトで行われている地球温暖化、循環型社会、リスク、アジア研究のさらなる発展、平成21年度からはじまる、地球環境研究総合推進費平成21年度戦略的研究開発領域課題<S-6>「アジア低炭素社会に向けた中長期的政策オプションの立案・予測・評価手法の開発とその普及に関する総合的研究」等の研究の進展が期待される。

なお、筆者也に今回の成果をまとめた日本にとってふさわしいと思われるビジョンを下記に示す。

- ①圧倒的な競争力をもつ産業をキープ、創生する。それは、省エネ技術、省資源技術、分散型技術(例えばミニミル(小さい電炉。スクラップ鉄を原料に高品質の鉄を高効率に製造する))のような、今までの大規模集中型産業から中小規模分散型産業をより多く含む、現在の日本が得意とするモノづくりを起源とするもの。もちろんサービス産業についても、高付加価値で収益の上げられる体制に変更しなければならない。さらに、福祉配慮型都市システム設計、地域環境管理システム設計、中長期計画に基づく社会経済制度システム設計などの社会イノベーションも求められる。
- ②今後、さらに少子高齢化が進むと、住居地の縮小がせ

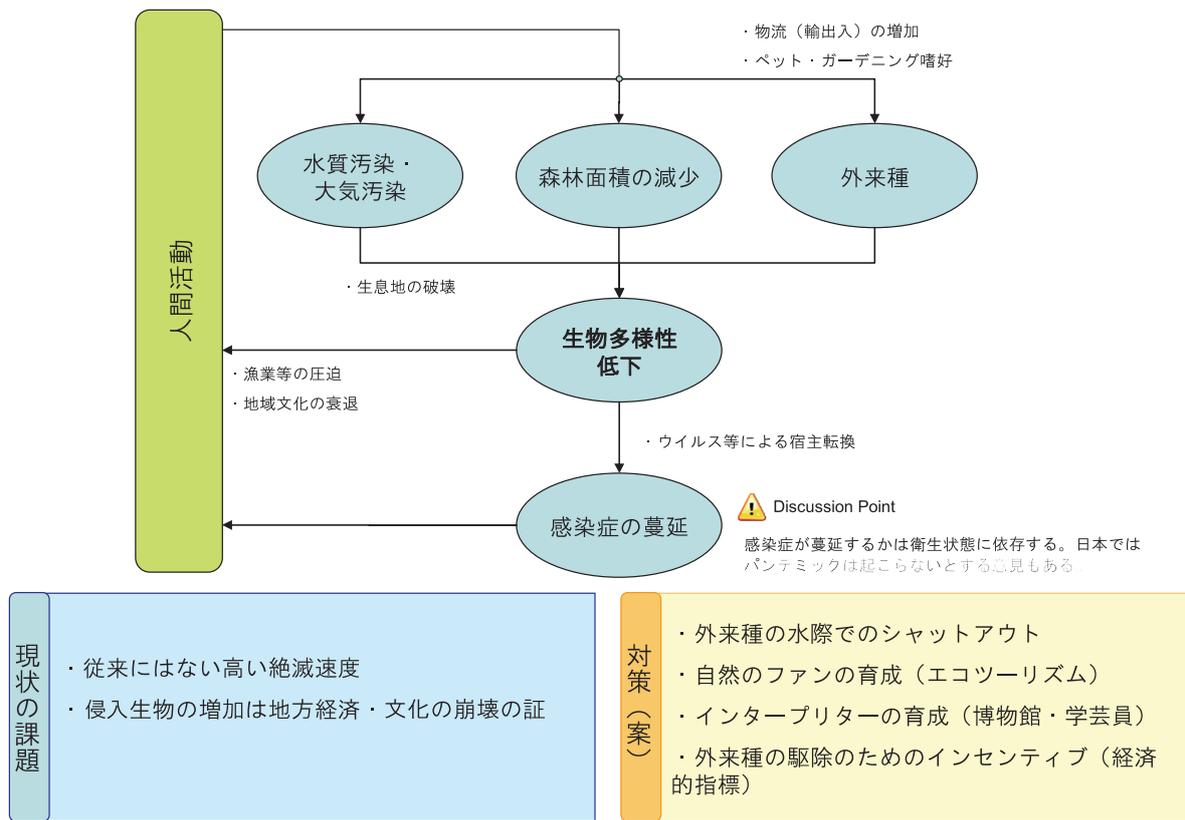


図9 生物多様性に関する現状の課題，対策案と因果関係の整理

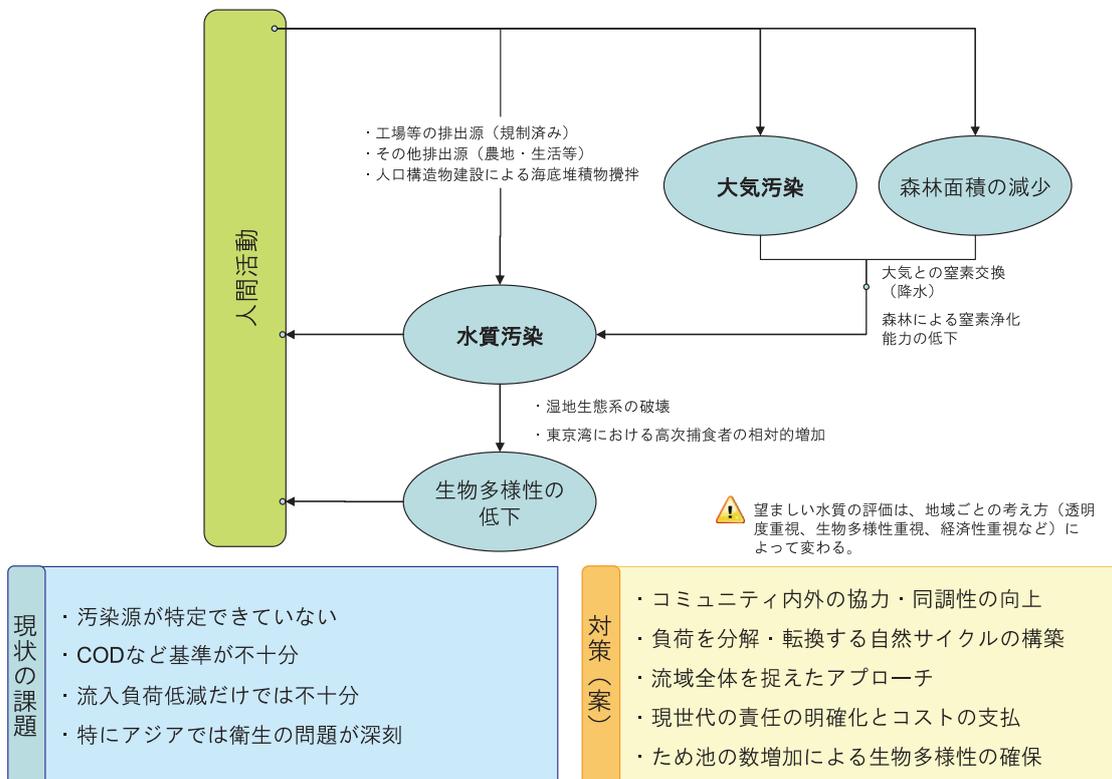
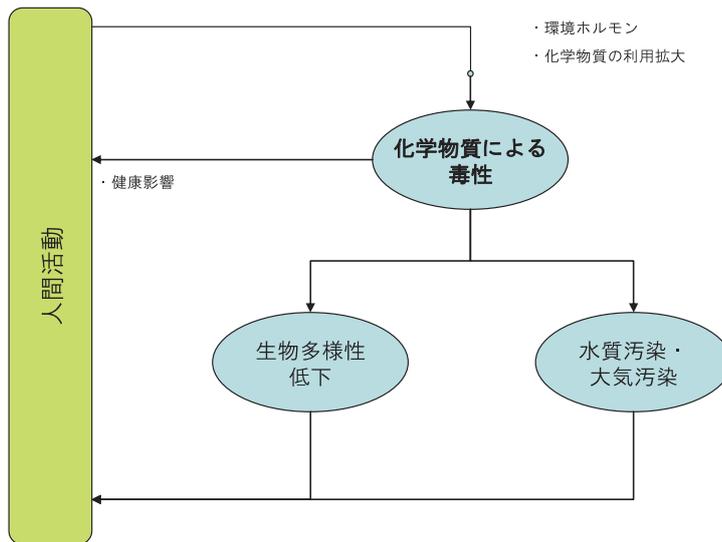


図10 水質汚染・大気汚染



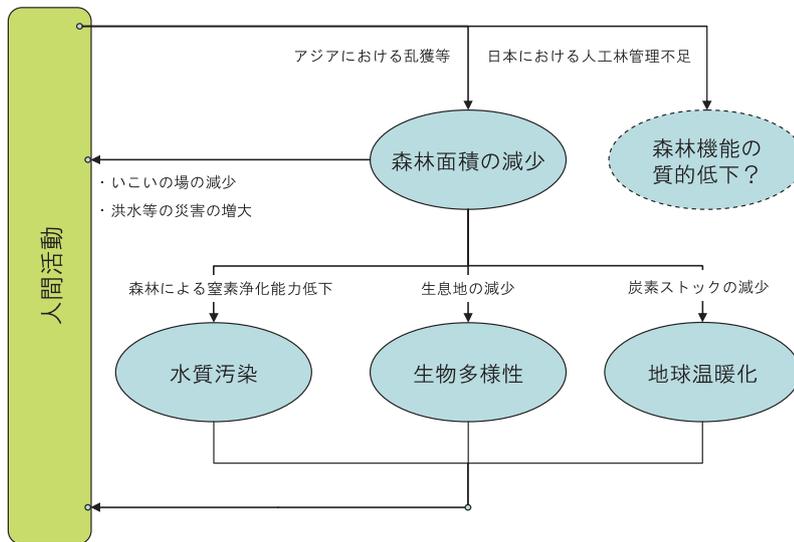
**現状の課題**

- ・環境ホルモンの問題は未解決
- ・化学物質の毒性の評価は、条件によって評価が分かれる。
- ・化学物質の数は膨大であり、その毒性、使用・汚染実態などが把握できていない。
- ・研究は基本的に後追い

**対策(案)**

- ・化学物質データベースの完備
- ・化学物質の複合汚染の影響の評価
- ・化学物質の作りすぎ、使いすぎの抑制
- ・製造者責任、受益者負担などの考え方と予防原則に基づく現在の先進的な管理施策普及

図11 化学物質による毒性



**現状の課題**

- ・アジアにおける大規模商業伐採
- ・国内は人工林の適切な管理不足（林業の停滞）

**対策(案)**

- ・適切なゾーニングによる管理
- ・日本とアジアの人材相互交流（ソフト面での技術移転）
- ・ユーカリ等早生樹の植林

図12 森林面積の減少

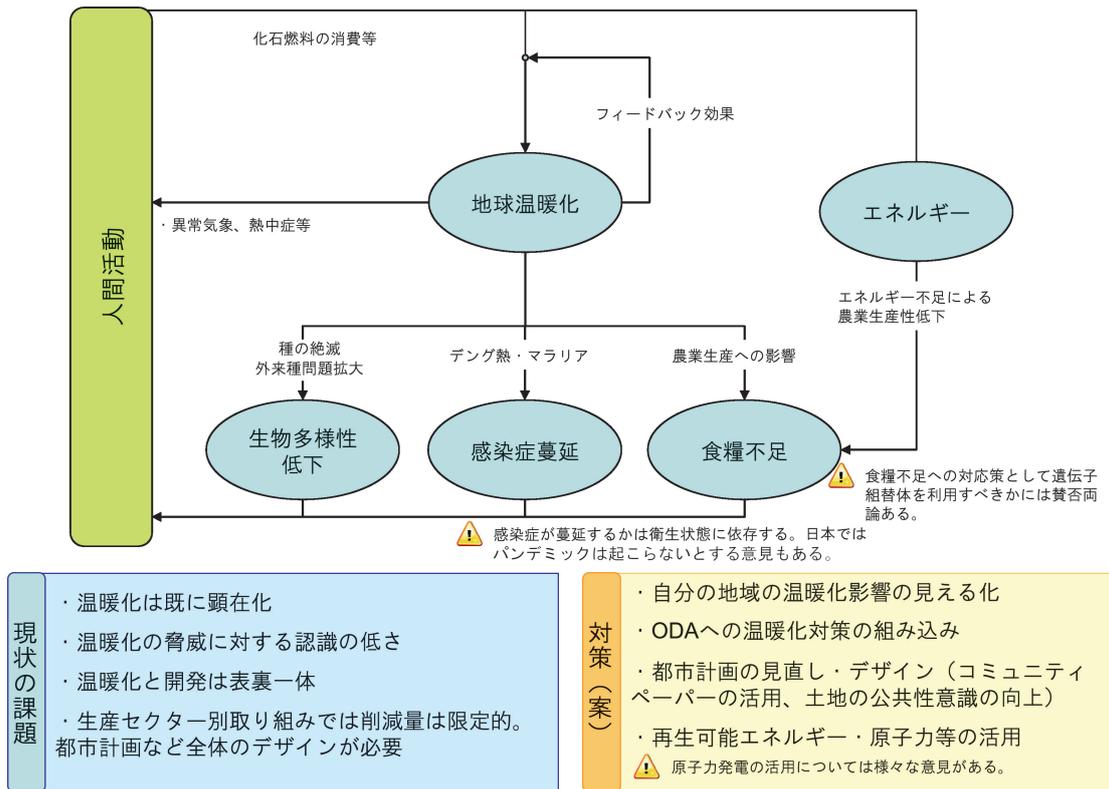


図13 地球温暖化・エネルギー

まられる。ゴーストタウンになり社会的コストがかさむ前に計画的な撤退を行うことが求められる。人々の住む地方には、権限と財源を移し、地域の特色に応じた中小規模分散型産業の創生を促す。しかし、すべての地域で自立できる高付加価値ブランド産業（イタリアの靴の村、ボルドーのワイン）を作り出せないかもしれない。日本を引っ張るリーディング産業から得られる利益を分配し地域を支える仕組みを持ち続けることが、今後必要になろう。地域における農林水産業は日本を形作る上で捨ててはいけない産業である。地域の環境コミュニティを守る上でも重要な担い手になろう。分散型な取組を通じて人と人の顔が見えるネットワークを再構成することが、地方に住む高齢者などの弱者を守る上で有効になろう。

③中国は、圧倒的な人口と経済成長力をもって全方位的に日米欧のキャッチアップを狙ってくる。日本が欧米を追いかけて貿易摩擦を起こしたように、中国が優位性をもつことが予想される大量生産・大量消費型産業で今後も戦っていける見通しは暗い。高付加価値産業、日本でしかできない産業を戦略的に育成していかなければ、今後も中くらの富を保ち、その利益を日本人の間でシェアして、不平不満がそれほど偏在しな

い世の中を構成することは難しいのではないかと。移民の受け入れは、日本人がやりたがらない3K産業を維持する上で有効だが、すでにフランスやドイツで起こっているような移民問題が、日本でも将来起こると、社会コスト的に大きなリスクを抱えることになる。

④日本は、今後も周辺国と貿易を行い、技術やノウハウ、知識を売ることで見返りを得る。その中で、より省エネや省資源、環境に負担のかからないサービス、社会構造システムを提供していくことは、国内の環境問題の解決だけでなく、資源の奪い合いや温暖化等のグローバルなリスクを回避するのに有効な対策であり、輸出先にも喜ばれる。大東亜共栄圏の失敗を考えると、日本人がしゃしゃり出てアジアを引っ張っていくことは、中国や韓国の反発を買い、いらぬ疑いをかけられ得策ではない。物静かに、しかし世の中をよくする（資源を過剰に収奪しない、周辺環境にあまり影響を与えない、人々の生活を豊かにする）サービスをいかに提供していけるかが、今後の日本人がとるべき道ではないか。それを日本全体だけでなく地域の間でも生真面目に行う。本気で取り組んでいる姿勢を静かに見せることで、今後さらなる成長が期待できるアジア

の国々が進むべき次のステップ [日本型モデル：自然に憧れられる日本] を示すことができるのではないか。

## 2.4 まとめ

本章では、総合的な観点から将来のビジョン・シナリオを描くことを目指した。定量化が可能な事象については、国、地方を対象にモデル開発を行い、各領域での取組を組み入れた場合の社会及び環境の姿を定量的かつ総合的に示した。また、計量経済学的手法により、貿易の自由化や経済成長が各国の汚染物質の排出量に与える影響を定量的に示した。一方、定量化が困難な事象については、専門家インタビューなどの手法を用いた整理を行い、人間活動－環境問題マップを作成するとともに、分野別のビジョン・シナリオと今後進めるべき研究課題を我が国及びアジアについて明らかにした。

持続可能な社会像を構築するためには、両方のアプ

ローチを活用して、道筋や課題を、国際的な視点を踏まえて、環境及び社会経済の側面から整合的に明らかにすることが重要である。言い換えると、これまでの対症療法的な解決だけでなく、予防的な対応を進めるためには、ビジョン・シナリオの要因整理を踏まえた包括的なモデルの構築を促進することが重要である。このため、今後、より詳細なビジョン・シナリオを構築していくために、サブモデルの開発や新たな定量的なデータの取得や整備が重要になると考えられる。

最後に、3章で検討しているように、将来、適切な持続可能な発展にかかる指標が利用可能になれば、現段階では、モデル分析に基づく、ビジョン・シナリオの構築が困難なものであっても構築可能なものになることを指摘しておきたい。このため、ビジョン・シナリオの構築と指標開発を支える研究が相互に連携していくことが、将来的により詳細かつ有効なビジョン・シナリオの構築を進めていく上で、重要である。

## 【付録2－1】モデルの構造と定式化

本付録では、持続可能な社会ビジョン・シナリオを定量化するために用いた統合評価モデルの詳細について示す。なお、プログラムは、GAMSを用いて記述し、ソルバーとしてはPATHを使用している。

## (1) モデルの前提

### ① 生産部門

産業連関表を付表1に示すような部門に統合し、データを整備する。また、2050年の計算においては、バイオマスをエネルギーに転換する部門を新たに想定し、バイオマスエネルギーの供給が可能となるように設定した。

付表1 産業部門の定義

A01	農業	A13	パルプ・紙・出版・印刷	A23	卸売・小売業
A02	畜産	A14	化学・プラスチック	A24	金融・保険・不動産
A03	林業	A15	窯業・土石製品	A25	運輸
A04	水産業	A16	金属	A26	通信
A05	金属鉱物	A17	金属製品・機械	A27	公務
A06	非金属鉱物	A18	その他製造業	A28	教育・研究
A07	石炭	A19	建設業	A29	医療・保健・社会保障・介護
A08	石油	A20a	原子力発電	A30	対事業所サービス
A09	ガス	A20b	火力発電	A31	対個人サービス
A10	食料品	A20c	水力発電	A32	事務用品・分類不明
A11	繊維	A21	水道業		
A12	木製品	A22	廃棄物処理業		

### ② 入力条件

本モデルでは、付図1のように技術係数（生産を行うために原材料や生産要素をどれだけ使用するかといった投入・産出関係や、家計がどういった財をどれだけ消費するかという需要関係、活動一単位当たりの環境負荷量など）をあらかじめ準備しておく。技術係数の想定方法については、後述する。

また、各年に使用することができる労働力や設備の容量についてもあらかじめ設定する。労働力は、就業者数から設定を行う。設備容量については、過去における設備投資により定められる。

本モデルは一国モデルであり、輸出、輸入は重要な境界条件である。国際価格はあらかじめ前提として定めておき、国内生産に対する輸出品の比率、国内需要に占める輸入品の比率も財ごとに設定する。

なお、今回の試算では、特にどういった対策をとることで持続可能な社会が実現できるかを明らかにすることが求められている。このため、技術係数については、個別の技術を対象とした効率改善の他に、都市構造の変化により省エネがどの程度進展しているかといったことも考慮に入れる。

一方で、いくつかの環境負荷に対して制約を与え、そ

の制約条件下で解を求める方法もあるが、この場合には、想定された技術係数の組合せがどのようなものであったとしても、制約条件を達成するように活動が調整される。

### ③ 技術係数の想定

#### a. 生産部門

付図2のように既存の技術も含め、将来利用可能な技術について投入産出係数を準備しておき、各年においてどのような技術のシェアで生産を行うかを設定する。例えば、鉄鋼で高炉と電気炉の比率を1：3にする、自動車輸送で普通自動車と電気自動車の比率を1：5にするなどである。

新技術の導入には追加費用が発生するが、これは固定資本の変化で表現する。また、技術のシェアは、過去のストックによる制約を受けるが、2050年の計算に当たっては、すべての技術が置き換え可能であるとする。

#### b. 家計部門

家計における活動（生活の場面）を付表2のように定義し、それぞれの活動を行うために必要な耐久財、非耐久財、エネルギーサービスの各需要を、付図3

のようにさまざまな種類の家計を対象に想定する。将来の家計における財の選好は、家計の種類シェアに応じて決定される。

c. その他

生産部門や家計部門における技術係数は、あくまで個別の主体で取組まれるものを中心である。都市構造の変化などによる輸送サービス（移動量）の変化は、前述の生産部門や家計部門における技術係数の想定には含まれ

ない。こうした大規模なインフラ整備による構造変化は、別途想定し、すべての部門の活動に一律に影響するとみなす。

上記であらかじめ設定された係数をもとに、生産、消費活動を行う。当然、技術係数には環境負荷に関するものも含まれ、廃棄物をより多く再生する技術、汚染物質の発生を抑える技術なども想定している。

			中間需要				最終消費	固定資本形成				輸出	輸入	総供給	
			財1	財2	...	財j		財1	財2	...	財j				公共
投入	財	財1													
		財2													
		:													
		財i													
	生産要素	資本													
		労働													
	再生品受入	財1													
		:													
		財i													
	環境負荷	廃棄物 <sub>w</sub>	発生												
			減量												
			再利用												
			排出												
			最終処分												
		土地													
		CO <sub>2</sub>	石油起源												
			石炭起源												
			ガス起源												
			活動起源												
			SO <sub>x</sub>												
		NO <sub>x</sub>													
		BOD													
		COD													
		TP													
		TN													
		水需要量													
		取水量													
出遊	財	財1													
		財2													
		:													
		財i													
	環境サービス														
	廃棄物受入														

付図1 2050年の技術係数等入力条件

			財1				2000年	2050年				
			既存	新規1	...	新規j	財1 既存	財1 年平均	既存	新規1	...	新規j
投入	財	財1										
		財2										
		:										
		財i										
	生産要素	資本										
		労働										
	再生品受入	財1										
		:										
		財i										
	環境負荷	廃棄物発生										
		減量										
		再利用										
		排出										
		最終処分										
		土地										
		CO <sub>2</sub>	石油起源									
			石炭起源									
			ガス起源									
			活動起源									
		SO <sub>x</sub>										
	NO <sub>x</sub>											
	BOD											
	COD											
	TP											
	TN											
	水需要量											
	取水量											
将来技術としてデータを準備												
出産	財	財1										
		財2										
		:										
		財i										
	環境サービス											
	廃棄物受入											
技術シェア							1		合計1となるように技術シェアを入力			
固定資本形成	次期におけるシェア						1		合計1となるように技術シェアを入力			
	財	財1										
		財2										
		:										
	財i											
									技術シェアに応じて投資財シェアを計算。			

付図2 生産部門についての想定



④ 環境と経済の関係

前項の技術係数の設定でも触れている通り、各部門から発生する環境負荷は、各部門の活動水準に比例して増大すると仮定している。二酸化炭素排出量や大気汚染物質の排出量については化石燃料燃焼量に比例するとし、その関係を組み入れる。その他の環境負荷については、各部門における生産量に比例して環境負荷が大きくなると仮定している。

なお、経済活動と環境負荷をつなぐ係数は、導入される技術が変化すると、それに応じて変化する。これは、前述の投入係数の変化と同様である。

⑤ 各年における計算のメカニズム

生産者は、各部門において想定された技術と、財や生産要素の価格をもとに、各部門の利潤が最大となるように生産活動を行う。一方、家計は所得制約の下、あらか

じめ設定された嗜好や財の価格をもとに効用が最大となるように財を消費する。財や生産要素の需要と供給が均衡しない場合には、価格を改定して、再度、上述の計算が行われる。すべての財、生産要素を同時に均衡させるような価格、活動が得られるまで繰り返し計算が行われる。

(2) モデルの定式化

簡略化のため、付図4のような勘定表を考える。ここでは、生産活動jとして部門a、部門bと廃棄物処理部門を、財iとして財1及び財2、それぞれ財iと代替が可能な再生品i (=1, 2) に分割されているとする。生産要素は資本Kと労働Lである。環境負荷として、z (= w, x) で示される廃棄物、土地J, 大気汚染AP, 水質汚濁WP, 取水量WWを対象とする。

		産業部門		廃棄物 処理	最終 消費	固定資 本形成	輸出	輸入	生産	賦存量	価格	式
		部門 a	部門 b									
活動水準		Q <sub>a</sub>	Q <sub>b</sub>	Q <sub>r</sub>	U							
投入	財 1	X <sub>1a</sub>	X <sub>1b</sub>	X <sub>1r</sub>	C <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>	EX <sub>1</sub>	-IM <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>		P <sub>1</sub>	③-1
	財 2	X <sub>2a</sub>	X <sub>2b</sub>	X <sub>2r</sub>	C <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	EX <sub>2</sub>	-IM <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>		P <sub>2</sub>	
	資本	K <sub>a</sub>	K <sub>b</sub>	K <sub>r</sub>						K*	P <sub>K</sub>	④
	労働	L <sub>a</sub>	L <sub>b</sub>	L <sub>r</sub>						L*	P <sub>L</sub>	
	再生品 受入	1	R <sub>1a</sub>	R <sub>1b</sub>	R <sub>1r</sub>	R <sub>1h</sub>				S <sub>1</sub>		P <sub>S1</sub>
	2	R <sub>2a</sub>	R <sub>2b</sub>	R <sub>2r</sub>	R <sub>2h</sub>				S <sub>2</sub>		P <sub>S2</sub>	
産出	財 1	Y <sub>a1</sub>	Y <sub>b1</sub>						Y <sub>1</sub>		P <sub>1</sub>	③-2
	財 2	Y <sub>a2</sub>	Y <sub>b2</sub>						Y <sub>2</sub>		P <sub>2</sub>	
	廃棄物 受入	w			Z <sub>w</sub>				Z <sub>w</sub>		P <sub>w</sub>	⑥-1
		x			Z <sub>x</sub>				Z <sub>x</sub>		P <sub>x</sub>	
	廃棄物 再生	1			S <sub>1</sub>				S <sub>1</sub>		P <sub>S1</sub>	⑤-2
	2			S <sub>2</sub>				S <sub>2</sub>		P <sub>S2</sub>		
環境 負荷	廃棄物 排出	w	G <sub>aw</sub>	G <sub>bw</sub>		G <sub>hw</sub>			Z <sub>w</sub>		P <sub>w</sub>	⑥-2
		x	G <sub>ax</sub>	G <sub>bx</sub>		G <sub>hx</sub>			Z <sub>x</sub>		P <sub>x</sub>	
	廃棄物 最終処分	w			F <sub>w</sub>					F*	P <sub>F</sub>	⑦
		x			F <sub>x</sub>							
	土地		J <sub>a</sub>	J <sub>b</sub>	J <sub>r</sub>	J <sub>h</sub>				J*	P <sub>J</sub>	
	大気汚染		AP <sub>a</sub>	AP <sub>b</sub>	AP <sub>r</sub>	AP <sub>h</sub>				AP*	P <sub>AP</sub>	
	水質汚濁		WP <sub>a</sub>	WP <sub>b</sub>	WP <sub>r</sub>	WP <sub>h</sub>				WP*	P <sub>WP</sub>	
取水量		WW <sub>a</sub>	WW <sub>b</sub>	WW <sub>r</sub>	WW <sub>h</sub>				WW*	P <sub>WW</sub>		
		②			①	⑫						
		⑨			⑧		⑩	⑪				

付図4 モデルで想定した勘定体系

【上記の勘定表の記号について】

$j$ : 部門 a, 部門 b 及び廃棄物処理部門 r。  
 $i$ : 財 1, 財 2。  
 $h$ : 最終消費部門。  
 $z$ : 廃棄物 w, 廃棄物 x。  
 $Q_j$ : 部門 j における活動水準。  
 $U$ : 最終消費部門における効用水準。  
 $X_{ij}$ : 部門 j における財 i の中間消費量。  
 $C_i$ : 財 i の最終消費量。  
 $I_i$ : 財 i の固定資本形成。  
 $EX_i$ : 財 i の輸出量。  
 $IM_i$ : 財 i の輸入量。  
 $Y_i$ : 財 i の生産量。  
 $Y_{ji}$ : 部門 j で生産される財 i。  
 $K_j$ : 部門 j に投入される資本。  
 $L_j$ : 部門 j に投入される労働。  
 $R_{ij}$ : 部門 j に投入される財 i と代替可能な再生品。  
 $R_{ih}$ : 最終消費部門に投入される財 i と代替可能な再生品。  
 $S_i$ : 財 i と代替可能な再生品の生産量。  
 $Z_z$ : 廃棄物処理部門において産出される廃棄物種 z の処理サービス量。受け入れる廃棄物量に相当。  
 $G_{jz}$ : 部門 j が廃棄物処理部門から購入する廃棄物種 z の処理サービス量。部門 j から排出される廃棄物量に相当。  
 $G_{hz}$ : 最終消費部門が廃棄物処理部門から購入する廃棄物種 z の処理サービス量。最終消費部門から排出される廃棄物量に相当。  
 $F_z$ : 最終処分される廃棄物種 z。  
 $J_j$ : 部門 j に投入される土地。  
 $J_h$ : 最終消費部門に投入される土地。

$AP_j$ : 部門 j から排出される大気汚染。  
 $AP_h$ : 最終消費部門から排出される大気汚染。  
 $WP_j$ : 部門 j から排出される水質汚濁。  
 $WP_h$ : 最終消費部門から排出される水質汚濁。  
 $WW_j$ : 部門 j の取水量。  
 $WW_h$ : 最終消費部門の取水量。  
 $K^*$ : 資本の賦存量。  
 $L^*$ : 労働の賦存量。  
 $F^*$ : 最終処分量の上限。  
 $J^*$ : 土地の賦存量。  
 $AP^*$ : 大気汚染物質の排出上限。  
 $WP^*$ : 水質汚濁物質の排出上限。  
 $WW^*$ : 水の賦存量。  
 $P_i$ : 財 i の価格。  
 $P_{si}$ : 再生品 i の価格。  
 $P_L$ : 労働の価格。  
 $P_K$ : 資本の価格。  
 $P_z$ : 廃棄物種 z の価格。  
 $P_F$ : 最終処分地の価格。  
 $P_J$ : 土地の価格。  
 $P_{AP}$ : 大気汚染物質の価格。  
 $P_{WP}$ : 水質汚濁物質の価格。  
 $P_{WW}$ : 水の価格  
「生産」: 国内での生産量の合計。  
「賦存量」: 利用可能な資源の量。最終需要部門に賦存されていると想定する。環境に関しては、環境負荷量の上限に相当する。賦存量を上回る需要が潜在的に発生すると、正の価格が発生する。  
「価格」: それぞれの財に対する価格。需要 = 供給の時には価格は正の値、需要 < 供給の場合には価格は 0 となる。

【勘定表の各項目の関係について】

① 効用関数 ( $u$ : 効用関数)

$$U = u(C_1, C_2, R_{1h}, R_{2h}, G_{hw}, G_{hx}, J_h, AP_h, WP_h, WW_h) \rightarrow Max$$

② 生産活動 (生産関数) ( $f_j$ : 活動水準と投入量の関係,  $g_j$ : 活動水準と産出量の関係)

$$\text{部門 } a: Q_a = f_a(X_{1a}, X_{2a}, K_a, L_a, R_{1a}, R_{2a}, G_{aw}, G_{ax}, J_a, AP_a, WP_a, WW_a) = g_a(Y_{a1}, Y_{a2})$$

$$\text{部門 } b: Q_b = f_b(X_{1b}, X_{2b}, K_b, L_b, R_{1b}, R_{2b}, G_{bw}, G_{bx}, J_b, AP_b, WP_b, WW_b) = g_b(Y_{b1}, Y_{b2})$$

$$\text{廃棄物処理部門}: Q_r = f_r(X_{1r}, X_{2r}, K_r, L_r, R_{1r}, R_{2r}, F_w, F_x, J_r, AP_r, WP_r, WW_r) = g_r(Z_w, Z_x, S_1, S_2)$$

③ 財の需給均衡

$$\text{財 1 : } X_{1a} + X_{1b} + X_{1r} + C_1 + I_1 + EX_1 - IM_1 \leq Y_1 = Y_{a1} + Y_{b1}$$

$$\text{財 2 : } X_{2a} + X_{2b} + X_{2r} + C_2 + I_2 + EX_2 - IM_2 \leq Y_2 = Y_{a2} + Y_{b2}$$

④ 生産要素の均衡

$$\text{資本 : } K_a + K_b + K_r \leq K^*$$

$$\text{労働 : } L_a + L_b + L_r \leq L^*$$

⑤ 再生品の需給均衡

$$\text{財 1 の再生品 : } R_{1a} + R_{1b} + R_{1r} + R_{1h} \leq S_1$$

$$\text{財 2 の再生品 : } R_{2a} + R_{2b} + R_{2r} + R_{2h} \leq S_2$$

⑥ 処理される廃棄物のフロー

$$\text{廃棄物 w : } G_{aw} + G_{bw} + G_{hw} \leq Z_w$$

$$\text{廃棄物 x : } G_{ax} + G_{bx} + G_{hx} \leq Z_x$$

⑦ 環境負荷のフロー

$$\text{廃棄物最終処分 : } F_w + F_x \leq F^*$$

$$\text{土地 : } J_a + J_b + J_r + J_h \leq J^*$$

$$\text{大気汚染 : } AP_a + AP_b + AP_r + AP_h \leq AP^*$$

$$\text{水質汚濁 : } WP_a + WP_b + WP_r + WP_h \leq WP^*$$

$$\text{取水量 : } WW_a + WW_b + WW_r + WW_h \leq WW^*$$

⑧ 家計の収支

$$C_1 \cdot P_1 + C_2 \cdot P_2 + I_1 \cdot P_1 + I_2 \cdot P_2 + R_{1h} \cdot P_{S1} + R_{2h} \cdot P_{S2} + J_h \cdot P_J + G_{hw} \cdot P_w + G_{hx} \cdot P_x + AP_h \cdot P_{AP} + WP_h \cdot P_{WP} + WW_h \cdot P_{WW} \\ = K^* \cdot P_K + L^* \cdot P_L + F^* \cdot P_F + J^* \cdot P_J + AP^* \cdot P_{AP} + WP^* \cdot P_{WP} + WW^* \cdot P_{WW}$$

⑨ 各部門の収支

$$\text{部門 a : } Y_{a1} \cdot P_1 + Y_{a2} \cdot P_2 = X_{1a} \cdot P_1 + X_{2a} \cdot P_2 + K_a \cdot P_k + L_a \cdot P_L + R_{1a} \cdot P_{S1} + R_{2a} \cdot P_{S2} + G_{aw} \cdot P_w + G_{ax} \cdot P_x + J_a \cdot P_J + AP_a \cdot P_{AP} + WP_a \cdot P_{WP} + WW_a \cdot P_{WW}$$

$$\text{部門 b : } Y_{b1} \cdot P_1 + Y_{b2} \cdot P_2 = X_{1b} \cdot P_1 + X_{2b} \cdot P_2 + K_b \cdot P_k + L_b \cdot P_L + R_{1b} \cdot P_{S1} + R_{2b} \cdot P_{S2} + G_{bw} \cdot P_w + G_{bx} \cdot P_x + J_b \cdot P_J + AP_b \cdot P_{AP} + WP_b \cdot P_{WP} + WW_b \cdot P_{WW}$$

$$\text{廃棄物処理部門 : } Z_w \cdot P_w + Z_x \cdot P_x + S_1 \cdot P_{S1} + S_2 \cdot P_{S2} = X_{1r} \cdot P_1 + X_{2r} \cdot P_2 + K_r \cdot P_k + L_r \cdot P_L + R_{1r} \cdot P_{S1} + R_{2r} \cdot P_{S2} + (F_w + F_x) \cdot P_F + J_r \cdot P_J \\ + AP_r \cdot P_{AP} + WP_r \cdot P_{WP} + WW_r \cdot P_{WW}$$

⑩ 輸出 (ex<sub>i</sub>: 財 i の国内生産に占める輸出の比率)

$$\text{財 1 : } EX_1 = ex_1 \cdot Y_1$$

$$\text{財 2 : } EX_2 = ex_2 \cdot Y_2$$

⑪ 輸入 (im<sub>i</sub>: 財 i の国内需要に対する輸入の比率)

$$\text{財 1 : } IM_1 = im_1 \cdot (X_{1a} + X_{1b} + X_{1r} + C_1 + I_1)$$

$$\text{財 2 : } IM_2 = im_2 \cdot (X_{2a} + X_{2b} + X_{2r} + C_2 + I_2)$$

⑫ 固定資本形成 (k<sub>i</sub>: 資本を維持するために必要な固定資本形成)

$$\text{財 1 : } I_1 = k_1 \cdot K^*$$

$$\text{財 2 : } I_2 = k_2 \cdot K^*$$

モデルのパラメータは、カリブレーション法により設定している。

生産関数は、基本的にはレオンチェフ関数（代替弾力が0）を採用し、資本と労働の関係など一部については他の代替関係を定義している（資本と労働は代替弾力

性が1のコブダグラス関数など）。

家計の需要関数のうち、非エネルギー財の消費についてはコブダグラス関数、エネルギー消費についてはレオンチェフ関数を想定している。エネルギー消費については、既に設置されている機器により、活動当たりのエネ

ルギー消費量が決まっているとみなしている。

物質収支をとる必要がある部分の財の代替については、代替弾力性を0もしくは無限大と定めている。

上記の例では、廃棄物のみ発生、除去、排出を明示しているが、他の汚染についても同様である。活動水準と環境負荷の発生、除去については、代替弾力性を0と定義している。つまり、活動水準が $\alpha$ 倍になると、環境負荷の発生も $\alpha$ 倍になる。ただし、想定されている技術によって、活動水準が $\alpha$ 倍になっても環境負荷の発生が $\beta$ 倍となることもあるが、この定数 $\beta$ は2050年に設置する技術の組合せによってあらかじめ設定されるものである。また、発生、除去の変化を考慮して排出係数を調整する。

## 【付録2-2】環境省・超長期ビジョン検討の概要

環境省・超長期ビジョン検討は、平成18年6月に、環境省総合環境政策局長の委嘱により、有識者により構成される超長期ビジョン検討会及び超長期ビジョン検討アドバイザー・グループを設置し、2050年に実現されることが望ましい我が国の環境像・社会像を描き、その実現の道筋について検討を行っている。これは、第三次環境基本計画において、持続可能な社会を考えると、社会や経済のあり方そのものに関わり、長期にわたる対策が求められる場合があることを指摘し、50年といった長期間の環境政策のビジョン（超長期ビジョン）を示すとの方向を明らかにし、重点分野ごとの環境政策の展開に関する記述の中で、超長期の展望について専門的な見地から、調査研究を行うことを定めたことに基づいたものである。また、本特別研究においても、ビジョンの検討や定量化について一体となって分析を行った。超長期ビジョン検討において検討された2050年の我が国の環境像・社会像の概要は以下の通りである。

### 1. 環境像

#### (ア) 低炭素社会から見た環境像

世界全体の温室効果ガス排出量が大幅削減され、将来の人類及び人類の生存基盤に対して悪影響を与えない水準で温室効果ガス濃度が安定化する方向に進む。

#### (イ) 循環型社会から見た環境像

資源生産性、循環利用率が大幅に向上し、これに伴って最終処分量が大幅に減少している。バイオマス系の廃棄物の有効利用をはじめとして、廃棄物からの資源・エネルギー回収が徹底して行われている。

#### (ウ) 自然共生社会から見た環境像

農山村が活性化することにより、地域の生活環境である里地里山が適切に管理され、野生鳥獣との共存が図られている。都市周辺においても豊かな生物多様性を育む地域が広く残されている。

#### (エ) 快適生活環境社会から見た環境像

環境汚染によるリスクの環境監視が適切に行われ、生命、健康、生活環境に悪影響を及ぼすリスクがなくなる。大都市部の大気汚染、ヒートアイランドが解消され、健康で快適な生活を確保できる水辺環境も回復している。

## 2. 社会像

我が国は少子高齢化が進み、総人口が減少、高齢者比率が増加し、就業者数は減少している。しかし、労働生産性の向上により日本経済は成長を維持するとともに、環境負荷の少ない持続可能な社会を実現している。

### 【将来像の具体例】

#### (ア) 社会・経済的側面

- ① 2050年の我が国の人口は1億200万人（2004年比79.7%）、高齢者比率37%。
- ② 人口減少と高齢化に伴い、就業者数は減少するものの、多様な就労環境が整備され、望ましい働き方の選択ができ、相対的に女性や高齢者の就業率が増加。
- ③ 農業の経営規模拡大・農業生産の効率化により、農業収益性が向上。安全で安心な生産物を供給。
- ④ 日本企業が環境性能が優れた技術・製品を作り出し、低環境負荷企業として世界トップランナーに。
- ⑤ ゲーム、ソフトウェアなどのコンテンツ産業、高齢化社会の経験を生かしたライフサイエンス・医療・介護関連産業などが成長産業に。

#### (イ) 国土・社会資本的側面

- ① コンパクトで住みやすい都市構造、緑の多い道路や公園緑地の配置、ヒートアイランド緩和のための「風の道」などが実現。農山村は、その数は減少するものの、都市住民との交流や移住が進むことで地域のコミュニティが活性化。
- ② 都市の規模・構造に即した合理的な公共交通システムが普及。高度なICTによる効率的かつ安全な自動車交通が実現。
- ③ 太陽光発電や太陽熱温水器などが標準装備され、すべての消費エネルギーを賄える「ゼロエネルギー住宅」や、「200年住宅」、「長寿命オフィス」が一般化。

④ 風力発電，太陽光発電，太陽熱利用など自然エネルギーのシェアが大幅に増加。安心・安全な原子力発電技術の実現による原子力発電所の設備利用率向上などにより低炭素型電力供給システムが構築。

⑤ 住宅・建築物の防災設計等により安心・安全な都市構造が実現。気候・気象予測精度の向上等により，温暖化影響に余裕をもって対応可能に。

以上に示した環境像・社会像を2050年において実現することは可能であるが，その実現に向けた道筋は容易ではない。2050年の目標像を視野に入れつつ，長期的な視点に立って，現時点から導入可能なさまざまな対策を導入することが，持続可能社会の実現において必要となる。

なお，超長期ビジョン検討会の配付資料及び議事録は，[http://www.env.go.jp/policy/info/ult\\_vision/](http://www.env.go.jp/policy/info/ult_vision/) から入手可能。

### 【付録2-3】推計方法と推計結果

(1) 式のモデルでは，被説明変数の1期のラグが説明変数に含まれており，誤差項  $\varepsilon_{it} = \eta_i + v_{it}$  との相関が問題となる。そこで，個別効果  $\eta_i$  を取り除くために両辺について1階の階差モデルを考える。このモデルにおいては2期ラグ以前の被説明変数の値は誤差項の階差と無相関（すなわち直交条件が成立）であることが知られている。このため，この被説明変数のt-2期以前の水準を操作変数として用いる一般化積率法（GMM）に従って推計する。

なお，(1) 式を推計する際に，貿易依存度と一人当たりGDPの予測値を求め<sup>8</sup>，(1) 式の推計に追加の操作変数として使用する。

主要な推計結果（(1) 式の推計結果）は，付表3の

付表3 排出関数（SO<sub>2</sub>，CO<sub>2</sub>，BOD）の主要な推計結果

変数	SO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>		BOD	
	(Protocol)	SO <sub>2</sub>	(Protocol)	CO <sub>2</sub>	(Protocol)	BOD
$\ln E_{it-1}$	0.67*** (70.81)	0.68*** (90.02)	0.60*** (31.72)	0.60*** (28.38)	0.57*** (26.73)	0.58*** (21.52)
$S$	1.10*** (7.82)	1.11*** (7.77)	0.82*** (6.95)	0.84*** (6.21)	-0.79*** (-4.91)	-0.95*** (-6.96)
$S^2$	-0.907*** (-8.33)	-0.96*** (-15.62)	-0.43*** (-5.47)	-0.42*** (-4.63)	-0.20** (-2.02)	-0.14* (-1.94)
$K/L$	0.013 (0.32)	0.028 (0.70)	0.079** (2.13)	0.078** (2.17)	0.17*** (4.91)	0.22*** (7.24)
$(K/L)^2$	-0.031*** (-3.66)	-0.033*** (-5.56)	-0.014*** (-3.52)	-0.013*** (-3.63)	-0.043*** (-10.57)	-0.045*** (-9.81)
$(K/L)S$	0.27*** (5.22)	0.28*** (8.94)	0.095*** (3.16)	0.089*** (2.72)	0.21*** (6.10)	0.20*** (6.76)
$T$	0.0014*** (4.33)	0.0018*** (7.96)	0.0024*** (14.41)	0.0026*** (20.93)	0.00050 (1.43)	0.00050* (1.90)
$T$ relative $(K/L)$	-0.0013* (-1.66)	-0.0016** (-2.37)	-0.0014*** (-2.65)	-0.0014** (-2.55)	-0.0039*** (-5.77)	-0.0048*** (-6.41)
$T$ relative $(K/L)^2$	0.0011*** (4.19)	0.0011*** (6.12)	0.00066*** (5.92)	0.00064*** (6.42)	0.0017*** (6.32)	0.0019*** (5.99)
$T$ relative $S$	-0.0010* (-1.79)	-0.0011** (-2.27)	-0.00059* (-1.83)	-0.00065* (-1.76)	0.0018*** (4.24)	0.0023*** (5.45)
$T$ relative $S^2$	0.00074*** (8.01)	0.00075*** (12.18)	0.00037*** (4.60)	0.00036*** (4.21)	0.00023** (2.11)	0.00017*** (3.13)
$T$ rel $(K/L)$ rel $S$	-0.0015*** (-6.07)	-0.0015*** (-11.00)	-0.00077*** (-4.49)	-0.00074*** (-4.48)	-0.0013*** (-5.14)	-0.0013*** (-6.07)
<i>Helsinki Protocol</i>	-0.097*** (-4.01)	-	-	-	-	-
<i>Oslo Protocol</i>	-0.040*** (-2.93)	-	-	-	-	-
<i>Kyoto Protocol</i>	-	-	-0.0025 (-0.60)	-	-	-
<i>Protocol on Water and Health</i>	-	-	-	-	-0.010 (-1.20)	-
<i>Constant</i>	-0.0067*** (-11.22)	-0.0067*** (-9.06)	0.0012*** (3.14)	0.0010*** (3.27)	-0.0014** (-2.55)	-0.0010 (-1.41)
Observations	2152	2152	2152	2152	1159	1159
Number of countries	88	88	88	88	83	83
Sargan test	76.29	75.99	76.27	79.84	70.39	67.46
AR(1)	-4.41***	-4.44***	-3.45***	-3.52***	-3.27***	-3.38***
AR(2)	-0.01	-0.02	-0.94	-0.94	1.74*	1.75*

Note: カッコ内の値はt値。\*、\*\*、\*\*\*はそれぞれ10%、5%、1%の有意水準で有意であることを表している。

通りである<sup>9)</sup>。なお、GMM 推定で満たされる必要のある仮定は誤差項に系列相関がないというものである。この仮定が満たされなければ操作変数として使えないものが出てくるとともに、GMM 推定は一致推定ではなくなりバイアスをもつことになるが、系列相関検定のテストを行ったが問題がないことが分かった。また、操作変数に関する Sargan の過剰識別制約テストもパスをしている。

9) Barro E.J., Lee J.W. (2000) International Data on Educational Attainment: Updates and Implications, CID Working Paper No. 42, Center for International Development, Harvard University, MA.

#### 【参考文献】

- 1) Alcamo J. (2001) Scenarios as tools for international environmental assessments, European Environment Agency, Environmental issue report, No. 24.
- 2) 小野塚智大・増井利彦・棟居洋介 (2008) 地域を対象とした環境シナリオ定量化のためのモデル開発, 環境経済・政策学会2008年大会.
- 3) Hashimoto S., Tanikawa H., Moriguchi Y. (2007) Where will the large amounts of materials accumulated within the economy go? – A material flow analysis of construction minerals, Waste Management, 27 (12), 1725–1738.
- 4) 国土審議会 (2004) 国土審議会調査改革部会報告「国土の総合的点検」  
<http://www.kokudokeikaku.go.jp/council/tenken.pdf>
- 5) 増井利彦・肱岡靖明・金森有子・原沢英夫 (2007) 環境シナリオ・ビジョンおよびその作成方法のレビューと2050年の社会・環境像, 第35回環境システム研究論文発表会講演集, 277–285.
- 6) Antweiler W., Copeland B., Taylor S. (2001) Is Free Trade Good for the Environment?, American Economic Review, 91 (4), 877–908.
- 7) Cole M.A., Elliott R.J.R. (2003) Determining the Trade-Environment Composition Effect: The Role of Capital, Labor and Environmental Regulations, Journal of Environmental Economics and Management, 46 (3), 363–383.
- 8) Managi S., Hibiki A., Tsurumi T. (2009) Does Trade Openness Improve Environmental Quality ?, Journal of Environmental Economics and Management, 58, 346–363.

---

8 詳細は、Managi et al. (2009)<sup>8)</sup>の Appendix A.1を参照。

9 (2) 式の推計結果についての詳細は、Managi et al. (2009)<sup>8)</sup>の Appendix A.1及び表 A.1参照。

### 3 持続可能な発展にかかる指標研究

2章で述べたモデルを用いた将来シナリオ研究は、将来の定量化が可能という長所を有する一方で、定量化できない要素や大幅に社会構造が変化する場合に対しては有効な取り扱いができないという短所がある。3章では、そのようなモデル研究で十分にカバーできなかった領域を含め、どのような事象や分野が重要となるのかなどを明らかにすることに主眼をあてる。

ところで、将来のビジョンを見定める上では、環境分野だけに限ったビジョンだけでなく、いわゆる持続可能な発展のような幅広の概念の中で、将来の社会動態を大きく位置づけ、見定めておくことが望ましい。これにより、社会全体に生じている大きな流れや問題を的確に中長期ビジョンに反映させることができ、他方、策定する中長期ビジョンで考慮できていない事象が明確になり、中長期ビジョンの想定範囲（スコープ）が一層明確になるためである。加えて、途上国の環境問題に代表されるように、環境問題の改善が経済問題や社会問題の改善と不可分であるような事象も存在する。

そこで、3章では「持続可能な発展」に着目することとし、3.1節で、既存の持続可能な発展にかかる指標（以下、「持続可能な発展指標」という。）などをレビューし、それらの指標が着目している項目を明らかにすることで、中長期にわたるシナリオ研究において重要な構成要素を確認した。特に、国等の持続可能な発展指標においては、多数の指標で当該国のさまざまな要素が計測されているので、これを重点的にレビューし（3.1.1項）、その他の指標は特徴把握のために補足的にレビューを行った（3.1.2項）。一方、指標計測だけで持続可能な発展に向けた取組が進展するわけではなく、的確なマネジメントが実施されている必要がある。特に、国際化した、地球環境問題が顕在化している現代社会においては一国のマネジメント能力には限界があることから、国際的かつ効果的なマネジメントの必要性・重要性が高まっている。そこで、レビューの最後に、国際環境マネジメントの方策として国際環境条約（Multilateral Environmental Agreement: MEA）に着目して、レビューを実施し、国際環境条約データベース（MEA DB）の構築を行った（3.1.3項）。

3.2節では、これらのレビュー成果をふまえ、また、

現状の持続可能な発展指標の問題点・課題を改善・克服できることを企図して、日本を対象にして持続可能な発展指標の新たな枠組みの構築を試みる。

#### 3.1 持続可能な発展指標のレビュー

##### 3.1.1 国等が策定した指標

まず、国や地域、国際機関等で策定している持続可能な発展指標をレビューした。対象とした国等は表7に示す26の国等<sup>1)2)</sup>で、計1,528の指標がレビュー対象となった。各国等の指標の特徴は【付録3-1】に整理した通りである。

表7 各国等で策定されている持続可能な発展指標の数

地域・種類	国・機関等	指標の数	発行年
国際機関	UNCSD	58	2001
中南米	アルゼンチン	90	2006
オセアニア	オーストラリア	110	2006
欧州	オーストリア	52	2002
欧州	ベルギー	44	2005
北米	カナダ	8	2003
欧州	デンマーク	101	2002
欧州	フィンランド	33	2006
欧州	ドイツ	25	2002
欧州	ルクセンブルグ	27	2002
欧州	ノルウェー	18	2006
欧州	スウェーデン	99	2006
欧州	スイス	163	2004
北米	米国	39	2001
欧州	英国	162	2004
欧州	アイルランド	30	2002
欧州	チェコ共和国	24	2004
欧州	フランス	53	2004
オセアニア	ニュージーランド	62	2002
アジア	台湾	42	2002
アジア	香港	27	2005
アジア	タイ	39	2005
中南米	メキシコ	61	2000
中南米	ラテンアメリカ	38	2002
アジア	東アジア	71	2003
国際機関	UNDG	52	2003

##### a) 指標の特徴

レビューにおいては、まず、国等が策定する指標の特徴を整理した。指標には、高度に集約された指標（例えば、エコロジカルフットプリント、Genuine savings など）と、多くの指標を用いてさまざまな面を計測する指標群に二分することができる<sup>3)</sup>が、現在、国等で策定・利用されているのは多数の指標からなる後者の指標群で

あった。ただし、フィンランドのように両方の種類の指標を採用している国や、オーストラリア、デンマーク、スウェーデンなどのように個別指標群の中にヘッドライン指標を定めている国もあり、包括性・集約性・理解容易性と個別具体性・正確性とは二者択一ではなく、両者の長所の組合せ方次第といえた。このような組合せを採用する国は今後増えてくると考えられる。

指標の性質に着目すると、【付録3-2】で分類した「Ⅰ. 持続可能性そのものを計測する指標」はほとんどなく、「Ⅱ. 持続可能性を達成する上で重要なものにかかる指標」もしくは「Ⅲ. 持続可能性を損なう可能性があるものにかかる指標」が大多数を占めていた。この理由として、持続可能性の計測が技術的に確立しておらず、まずは分野横断的な指標群を選定することが優先された、もしくは各国等にとって国全体での分野横断的な指標群を策定することは数少ない経験であったために、時間的制約から分野横断的な指標を策定するところまでしか到達できなかったのではないかと推察される。また、ⅡとⅢの指標の中でも、「Ⅱ-a 達成要因指標」と「Ⅲ-a 阻害要因指標」という現象の状態を計測する指標が目立ち、それらの現象に対する社会や経済、自然環境のケイパビリティや適応力を示す「Ⅱ-b 促進力指標」や「Ⅲ-b 抵抗力指標」（後述する表8の「制度」に属する指標がこれらに該当する）はあまり存在しなかった。

策定機関に着目すると、国際機関の関心事は多くの国を横断的に比較可能できる指標を開発することにあるため、指標の項目も、多くの国に共通して重要と思われる指標が中心となっていることが確認できた。一方、各国では、国際機関が示した指標を参考にしながらも、自国独自の事情・関心事項をより反映した指標が採用されてきている。例えば、労働については失業率の指標が多かったが、長期失業率のように単なる格差ではなく、格差の固定化といった視点をとらえた指標が存在した。また、死亡・健康については、平均寿命や特定の疾病にかかる指標が多かったが、健康に対する満足度といった主観的な要素を取り入れた指標が存在した。

#### b) 指標開発の今後の課題

次に、レビューされた指標をもとに各国が作成している持続可能な発展指標の今後の課題を考察した。ここでは、多数の指標群からなる持続可能な発展指標において特に重要と考えられた5つの点について述べる。

第一は、「持続可能な発展指標において時間軸をどのように考慮するか」という点である。前述したように、レビューされた指標のほとんどが現在世代における環境・社会・経済等の状態を計測する指標であった。前述した「長期失業率」のように、格差の固定化といった時間軸を意識した指標もわずかに存在していたが、既存の国等が策定している持続可能な発展指標のほとんどは、あくまでも現存している世代のみしか考慮していなかった。【付録3-2】に示したように、持続可能な発展指標といってもいくつかの種類の指標を想定することができ、純粋に「持続可能性」を計測する指標だけが有用でその他の指標が有用でないというわけではないが、持続可能な発展指標群としては、時間軸を意識した指標が多く組み込まれているべきだと考えられ、そのような視座にたった指標開発が求められると考えられる。

第二は、「指標間のトレードオフなど現象の構造を指標でどのように計測するか」という点である。指標というアプローチは、ある現象構造の中からその現象にとって最も特徴的かつ重要な点を選定し、その計測を行うというものである。現象構造が単純な場合には、現象構造そのものをあまり気にしなくてもよいことが多いだろう。しかし、ある対象が持続可能かどうかを判断する場合などは、その対象現象における複雑なフィードバックやフィードフォワードの構造や、複数の影響要因が存在すること、すなわち対象とする現象構造を的確にふまなければならない。現象構造のうち特に注目すべきと考えられ、かつ既存の持続可能性指標では十分に扱われているといえなかったのが、トレードオフの問題である。いくつかの国ではこれをデカップリング指標（CO<sub>2</sub>排出量をGDPで割るというように環境負荷の増大と経済成長の分離度を測る指標）を導入することで対応していたように見受けられたものの、指標群全体をみれば、このようなトレードオフを扱う指標は少なく、例えば、社会と環境、経済と社会との間のトレードオフを扱う指標などが今後の指標開発の課題として残されている。

第三は、「国等の指標で、国境を越える事象をどのように扱うか」という点である。国等が策定する以上、国内が指標の計測対象となることが多いことは理解できるものの、現在の国際化社会においては、ある一国の活動が他国に影響を及ぼすことはむしろ当然である。輸入資源であれば輸入国における資源生産に伴う環境負荷のように、問題の原因行為の帰属が国境をまたぐ場合と、地

球温暖化や酸性雨などのように問題そのものが越境するような場合がある。これらが既存の持続可能性指標で的確に算出されているかは、指標そのもののレビューだけは判断できなかったが、留意事項などの注釈がレビューした資料等になかったことを考えると、看過されていたものと考えられる。

第四は、「持続可能な発展の質的側面をどのようにとらえるか」という点である。多くの指標は、物量単位のできるだけ客観的かつ定量的な指標が選定されている。しかし、持続可能性には、量的発展から質的発展への転換や生活の質の向上などがその概念に含包されており、主観的・感覚的・精神的な要素も盛り込まないと指標が表現できる内容に限界があると考えられた（物量単位の指標でも質的側面をある程度測ることは可能だが、質的側面を物量単位だけで測ることはできないと考えられる）。レビューの中では、「幸福（well-being）」、「満足（satisfaction）」、といった用語を含む指標が主に社会の分野の指標に採用されていることが確認できたが、社会が成熟化するにつれて、このような主観的な意識や精神面を加味した指標の重要性が増していくものと考えられる。

第五は、この点にも関係するが、「持続可能な発展指標と生活実感との乖離をどのように埋めるか」という点である。この点については、3.1.3項で紹介するJFSの指標体系には「個人」という分野が位置づけられている。持続可能な発展指標の究極的なユーザーは、政策担当者ではなく、その政策のユーザーたる国民であることを考えると、国民にとって魅力的かつ関心が高まる指標群となっていることが望ましい。

最後に、本レビューの主目的である指標が計測している項目の整理を行った。各国等の指標群はUNCSD（国連持続可能な開発委員会）の指標の分類に準拠して整理がされていることが多いが、独自の分類体系が構築されているものもある。そこで、本研究独自に再分類を行うこととした。独自分類（以下、「NIES分類」という。）は、レビューされた個々の指標名ならびに指標の内容をふまえて、分類名を設定し、類似の分類名となったものを集約化していくことで最終的に76の分類に整理した。できるだけ1指標につき1分類をあてはめたが、複数の分野にまたがると考えられた指標については、複数の分類を設定した。76分類に分類された持続可能性指標の数と具体的な指標の例を表8に示す。

ところで、この分類結果を有効に利用するためには、いくつかの検索条件で検索できることが望ましい（例えば、「貧困」の指標がどの国で策定されているかを検索する等）。そこで、国等が策定する持続可能な発展指標のレビュー・分類成果をデータベースとしてとりまとめ、国立環境研究所のホームページ（<http://www.nies.go.jp/sdi-db/>）から公開することとした。公開している持続可能な発展指標のデータベースの画面を図14に示す。

### 3.1.2 研究者・地域等が策定した指標

続いて、研究機関や政策提言型の非政府機関（NGO/NPO。以下「NGO」という。）、ならびに自治体・地域（以下、「研究者・地域等」という。）が策定した持続可能な発展の指標<sup>39-50</sup>をレビューした。それぞれの指標の特徴は【付録3-3】に整理した通りである。

研究者・地域等は国等とは異なるスタンスで指標開発を行ってきている。社会が中長期的にも本当に望ましい（持続可能な）方向に向かっているかどうかの判断基準とするため、また、より持続可能な社会にするために必要な政策を同定するためといった視点が指標開発の目的に濃厚に表れている。これに各主体の関心事が加わり、研究者・地域等が策定する指標はそれぞれに国等が策定する指標とは異なる特徴をもつ。まず、研究機関・研究者の関心事は、学術的に質の高い指標を開発することにある。そのためには、客観性に優れていることに加えて、オリジナリティーが要求される。行政機関が策定するような、単に複数の指標を並列しただけでは、研究としては不十分となるため、指数（インデックス）化等、新たな工夫が見られることが多い。

NGOの関心事は、世の中がより持続可能な発展を追求することに積極的になるような指標を考案することにある。目的志向が強いため、指標に目標値を定めたり、あるいは、他の国と比較可能にするような工夫が見られることが多い。

自治体・地域が策定する指標は、環境問題に限らず、その自治体特有の問題や、その自治体が強く関心をもつ問題に焦点をあてたものであることが多い。これは、当該自治体の市民を巻き込んで指標開発を行うことが多いことも関係しているが、首長等がその自治体ならではの特色を積極的に出そうとすることもあり、その地域の関心事が浮き彫りになりやすい。

なお実際には、研究者による指標開発において市民の

表8 26の国等が策定する持続可能な発展指標の分類結果

分類	NIES 分類	数	指標の具体例
S0	社会		
so-01	社会統合指標	8	満足度、人間開発指数（HDI）、社会資本、社会公共費用
so-02	貧困と依存	43	絶対貧困率、相対貧困率、貧困ギャップ、貧困リスク、人間貧困指数（HPI）、全労働者におけるワーキングプアの割合、非扶養者人口割合、必需品が欠乏している家庭、貧困対策成功指標、燃料貧困
so-03	経済的不平等	22	所得分布、ジニ係数、所得の特定のパーセンタイル値の比、被扶養人口の割合、税負担の不公平性、所得移転
so-04	性別間差別	29	所得・雇用率・貧困者数・労働時間・家事時間の男女間の違い、議員・経営首脳陣・株主・学童における女性の割合
so-05	世代間格差	7	年齢別の雇用・富の違い、若者の非雇用率、高齢者の生活状況、世代会計
so-06	地域格差	9	GDP・投資額・生活保護割合・雇用率増加の地域による違い
so-07	民族／移民差別	11	人種差別、国外で生まれた人の人口割合・雇用率・学童割合、議会等における先住民の割合、少数民族の人口割合・雇用・義務教育
so-08	社会的排除（身体障害者を含む）	16	身体障害者、長期療養者、片親、孤独、自殺
so-09	労働	68	失業率、長期失業率、雇用創出、雇用率増加、非常勤職員数、若者におけるニートの割合、高齢者の雇用
so-10	労働環境	20	低賃金、労働時間、一人当たりの労働時間、退職年齢、労働への課税、労働ストレス、労働に関わる疾病、労働災害、仕事への満足度
so-11	栄養状態	6	栄養失調、肥満
so-12	食の安全	5	食中毒発症数、食物の化学物質汚染、残留農薬
so-13	死亡率、平均寿命、健康	96	死亡率、平均余命、DALY、健康余命、特定の疾病への罹患率、健康リスク、死因、健康への満足度、健康状態の自覚、喫煙、運動習慣、健康関連支出、健康な人の割合、病院・ヘルスケアセンターへのアクセス、予防接種率、出産時の有能な助産婦の立ち会い、出産体重
so-14	公衆衛生、飲用水	14	安全な飲料水へのアクセシビリティ、飲料水質、衛生状態、下水処理施設普及率、飲料水中の農薬検出数
so-15	アルコール	3	アルコール消費量、一人当たりアルコール消費量
so-16	育児	3	育児休暇、チャイルドケアセンターの数
so-17	教育	79	義務教育履修率、卒業率、教育を受ける時間、義務教育・高等教育を修了した者の割合、高学歴の労働者数、大学入学率、生徒の学習到達度、退学率、不登校、学校での安全、十代での妊娠、期待就学年数、生涯学習、幼児学習、教育への公共支出、農業教育、教師の訓練・資格、就業訓練受講者・資格者数、人的投資を行う企業、避妊
so-18	基礎学力	13	識字能力、数量的思考能力、第二外国語・郷土言語の習熟度
so-19	文化、余暇、時間	21	公共文化施設、文化財保護、文化活動への支出、文化・スポーツ・レクリエーション活動への参加、旅行、近隣におけるオープンスペースの有無
so-20	家族・親族	2	家族との関係、世帯種別

表8 26の国等が策定する持続可能な発展指標の分類結果（つづき）

分類	NIES 分類	数	指標の具体例
so-21	社会とのつながり、責任、参加	29	NPO 活動やボランティア活動への参加、NPO の数、投票、コミュニティ精神、社会結束、政府と民間との協働
so-22	国際協力（連携）	39	ODA、国際協力への支出額、支援国数、最貧国からの輸入、国際条約等への批准数
so-23	住居	30	住宅数、最低限の条件を備えた住居数、住居保有率、ホームレス・仮住まい、人員当たりの床面積、住居内人口密度、貸家増加、住居費、住居における必需品・設備、住居の断熱性能、住居の倒壊可能性、一人当たりの居住地面積
so-24	子どもの生活環境	24	乳幼児死亡率、子供の罹患率、子供の健康状態、子供のワクチン接種状況、子供の貧困、子供の虐待、片親家族、親の就労状況、子供の幸福感、孤児の就学状況
so-25	サービス・公共施設	10	各種公共施設・サービスへのアクセス、サービスへの満足度
so-26	情報	26	一人当たりの電話網・携帯電話利用量、インターネット利用、一人当たりのインターネット利用、一人当たりインターネットホストの数、一人・世帯当たりのコンピューター保有、新聞・雑誌の販売数、メディアの信頼、消費者情報、IT 卒業者割合、ソフトウェアへの投資
so-27	犯罪	21	犯罪件数、囚人数、暴力、犯罪・暴力のおそれ
so-28	社会保障	5	社会保障費用、健康保険加入率、長期療養補償
so-29	人口変動	25	人口、人口増加率、出生率、世帯数、避妊率
so-30	平和・不和	4	
so-31	精神	1	宗教活動への参加
<b>EN</b>	<b>環境</b>		
en-01	環境統合指標	1	Environmental Sustainability Index (ESI)
en-02	気候変動	60	温暖化ガス排出量、GDP 当たり・人口当たり・発電量当たりの温暖化ガス排出量、セクターごとの温暖化ガス排出量、大気中 CO <sub>2</sub> 濃度、平均気温、海面上昇、CO <sub>2</sub> 隔離量、温暖化による自然リスク
en-03	オゾン層破壊	12	オゾン層破壊物質の消費量、オゾン層の厚さ・状態
en-04	大気環境	46	大気汚染物質の排出量、セクターごとの排出量、大気中濃度、大気環境基準の超過、地域ごとの値、特定の大气汚染状況の日数、酸性雨の状況
en-05	農業と畜産業	44	人口当たりの農地面積、面積当たりの肥料・農薬の使用量、家畜の頭数、塩害、有機農業、遺伝子組換え作物、窒素・リンの物質収支、環境会計の実施数、環境マネジメントが適用されている面積、農業による環境負荷
en-06	土壌	18	土壌汚染、塩害、浸食、栄養分の漏出、土壌汚染に対するリスク、土壌汚染対策実施数、酸性化、土壌の敷き固め
en-07	化学物質	23	特定の物質・化学物質（発がん物質、農薬、その他の特定物質など）の使用量、有害物質の環境への排出量・環境中濃度
en-08	土地利用	31	土地利用の変化、特定の用途（居住地、耕作地、自然保護区、道路）の面積、開発した地域における住宅立地
en-09	ランドスケープ（景観）	3	景観の特徴、景観の多様性

表8 26の国等が策定する持続可能な発展指標の分類結果（つづき）

分類	NIES 分類	数	指標の具体例
en-10	森林	35	木材資源量、森林面積、森林保護区の面積、森林再生、森林への訪問者数、環境認証を受けた森林、森林による保水、木材の伐採と成長の収支、森林への補助金、都市における森林面積
en-11	砂漠化	3	砂漠化面積
en-12	都市化	11	都市面積、居住地区の面積、オフィスの立地、スプロール現象、違法な都市開発
en-13	沿岸域	21	水質、生物数、天然の沿岸生態系の割合、沿岸生育地の数、有毒藻類濃度、油汚染件数、N・Pの流入量、水質の悪い海水浴場面積、来訪者数
en-14	漁業	16	漁獲高、漁獲量と船出量との関係、生育魚数、漁船数、養殖漁業規模
en-15	水量	33	利用可能な水資源量、一人当たりの利用可能な水資源量、取水量、一人当たり・セクター別の取水量、取水量と水資源量との比、正味の水使用量、一人当たり・セクター別の水使用量、ダムなどの貯水容量、森林の保水量、河川に必要な面積、水漏れ量、地下水量の割合、淡水関連予算
en-16	水質	39	水環境基準・地下水基準の超過（遵守度）、水質汚濁物質・汚染物質（BOD・大腸菌・硝酸塩・P・有害物質など）の濃度、富栄養化物質の排出量、河川状態指標、水質指標、河川生物指標、水環境多様性指標、水質汚染件数、水質汚染地域の割合、排水処理の公共支出額
en-17	エコシステム	53	特定の生態系の面積、生育地面積、自然保護地域面積、バイオマスの発達と再生、湿地面積の変化、水生生物に必要な水環境、鳥類個体数指標、種の保全の状況、特定の種の豊富さ、産卵数、生物生産地域の不可逆性、生物多様性、生育地の多様性、生態的にバランスがとれた地域、生物圏における汚染物質、生態系の感受性が高い地域
en-18	絶滅危惧種	17	絶滅危惧種の数ならびにそのトレンド・分布数、レッドリストの数、固有種の絶滅リスク、哺乳動物の絶滅数、種の存続を脅かす侵入種
en-19	災害	7	自然災害による人的・経済的損失、自然災害による事故発生数、自然災害の減少率、異常天候の発生数
en-20	騒音	5	騒音レベル、騒音曝露人口、交通騒音曝露人口
en-21	放射線	9	放射性廃棄物量、放射性廃棄物の管理、ラドン、放射能
en-22	環境汚染の認知	1	汚染認定の受理件数
en-23	水循環	1	降水指標
en-24	バイオハザード	1	（指標はない）
en-25	資源	24	資源量、一人当たりの確認資源量、資源消費量、GDP当たりの資源消費量、可採年数、再生資源利用率
en-26	自然とのふれあい	5	自然・緑のある場所へのアクセス
<b>EC</b>	<b>経済</b>		
ec-01	国の経済力	59	GDP、一人当たりGDP、価格指数・インフレ率、税収、労働生産性、一人当たり労働生産性
ec-02	資本と投資	34	資本、一人当たり資本、投資、一人当たり投資、貯蓄（国際的な投資を含む）
ec-03	貿易（輸出入）	22	輸出入、貿易収支、国際投資
ec-04	国家等の財政状態	22	公共負債額

表8 26の国等が策定する持続可能な発展指標の分類結果（つづき）

分類	NIES 分類	数	指標の具体例
EC	<b>経済</b>		
ec-05	家計の財政状態	10	家計所得、一人当たりの家計所得、家計消費支出、家計の借金
ec-06	ビジネスと産業	11	産業構成、ビジネスの環境（起業、企業人材など）、特定の産業の経済情勢
ec-07	エコビジネス	19	エコラベル、クリーナープロダクション、エコ製品、エコサービス
ec-08	エネルギー使用	79	エネルギー生産・消費量、エネルギー資源量、エネルギー価格、自然エネルギー
ec-09	運輸（輸送・交通）	68	輸送距離、一人当たり・GDP当たりの輸送距離、モビリティ・渋滞、燃料費、運輸部門の環境負荷・エネルギー消費、一人当たりのエネルギー消費、交通事故、一人当たり自動車保有
ec-10	物質利用	16	物質利用強度、総物質投入量、資源生産性（GDP 当たり）、特定物質（土石、セメント、肥料等）の使用量、特定の産業における物質利用量
ec-11	廃棄物発生と処理	51	廃棄物発生量、一人当たり廃棄物発生量、処理・処分量、一人当たり処理・処分量、処理費用、埋立年数、一人当たり有害廃棄物量
ec-12	リサイクル	13	リユース・リサイクル
IN	<b>制度</b>		
in-01	持続可能な発展に向けた戦略	14	戦略・計画の策定、ローカルアジェンダの策定数
in-02	環境管理と政策	56	ISO14001、環境税、環境関連支出、環境会計、グリーン購入、環境報告書、規制
in-03	モラルと法令遵守	13	法令遵守、汚職、環境意識、自発的行動
in-04	国際レジーム	3	国際枠組みの批准・協力
in-05	科学と技術	30	研究開発予算、特許数、研究者数
in-06	司法	2	判決までの時間、苦情件数
in-07	対策での連携と協働	2	ネットワークの数

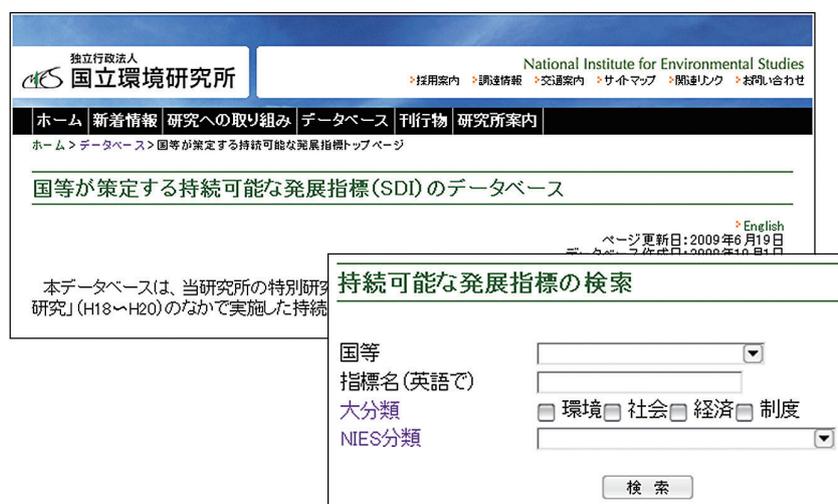


図14 持続可能な発展指標のデータベースの画面例

意見が調査されたり、自治体・地域による指標開発に研究者が関わるなど、上記の中間的な性格を有することも多い。

指標を高度に集約された指標と多くの指標からなる指標群に二分してこれらの指標の特徴を見てみると、前者は研究者ならびにNGOが策定した指標で、後者はNGOならびに自治体・地域が策定した指標である傾向があった。また、前者についても研究者とNGOが策定する指標には違いがあり、研究者は持続可能性という概念から抽象的かつトップダウン的に指標を策定するとともに、指標値の算出にも一定の労力がかかる指標が策定される傾向があった。一方、NGOは既存の統計データ・指標の中から持続可能な発展に関係する要素を少数選定して、これらを組合せ指標を策定する傾向があった。選定根拠を理詰めで説明することは少なく、組合せるデータ・指標そのものが人々の関心を呼ぶように意図していると考えられた。

高度に集約した指標は、すでに既存研究で指摘されているように、いくつかの種類に分けることができる。牧野<sup>50)</sup>は指標の作成方法に着目し、1) 個別指標を貨幣評価し、これらを集計する指標と2) 個別データに主観的な価値判断で重みを付けて指数化したものに分けている。一方、Pearce et al.<sup>51)</sup>は弱い持続可能性と強い持続可能性に着目して、前者をGDPを修正するタイプとgenuine saving (筆者注: 資本に着目するタイプ) に、後者を環境容量に着目するタイプ (エコロジカルフットプリント) と目標との乖離度に着目するタイプ (Distance to goals)、抵抗力に着目するタイプに細分化して整理をしている。今回のレビューでも、これらの分類が適当であることが確認できたが、この他にも、少数の指標を組合せるタイプ (例、HPI) があると考えられた。また、集約化された値に意味があり持続可能性を判定する指標 (genuine saving やエコロジカルフットプリントなど) と、そうでなくあくまでも相対比較を行う指標があることが分かった。さらに、多くの指標が、環境保全関連の指標と人間中心的な指標を組合せた複合的な指標を「持続可能な発展指標」と呼んでいることが多かったことも確認できた。

さて、このような持続可能な発展指標に関する開発は、国の指標に限らない。各国内の地方自治体レベルでも、その地域の特徴を反映した独自の指標開発が行われている。例えば、米国のシアトル市では、Sustainable

Seattle という NGO が1991年から開発に取り組んだ指標があり、市町村レベルでは最も知られたものの一つとなっている<sup>52)</sup>。多くの人々が参加しながら環境、人口と資源、経済、若者と教育、健康と地域という5分野に40の指標を策定している。また、英国のノーウィッチ市では、環境、経済、社会という3大分野に23の分野を設定し、30の指標を策定している<sup>53)</sup>。その他、中口が環太平洋諸国の州、市、郡レベルでの指標作成動向をレビューしている<sup>54)</sup>。我が国内では、例えば社団法人中国地方総合研究センターが開発したCommunity Sustainable Assessment (CSA)<sup>55)</sup>で、環境面、社会・経済面、精神・文化面の3つの面ごとに7つのサブ項目を設定し、それぞれに指標を充てる試みを行っている。

以上、研究者・地域等が策定した指標をまとめると、以下のような特徴が挙げられる。今後、新たに独自の指標を開発する場合には、ここに挙げられた課題を克服するための工夫が求められる。

- ①各国政府の持続可能性指標が、多くの場合、複数の指標を単純に併記するだけのタイプであったのと比較すると、こちらの指標群では、指数化を試みたものや目標を明確にしたもの等、ある程度は本当の「質」を表現しようとする工夫が見られる。ただし、このような方法の場合、国によって採用すべき指標の内容が違ってくることが大いに予想され、各国に最も適切な指標について、客観的な選択手法を工夫する必要がある。
- ②指標間のトレードオフ。政府の開発した指標群においては、選ばれた指標と指標の間のトレードオフが十分に検討されていなかったが、研究機関等が開発した指標においても同様の傾向が見られた。指数 (インデックス) タイプの指標においても、インデックスを構成する各指標間のトレードオフに関しては十分な配慮がなされているのは見あたらなかった。
- ③世代間公平性の考慮。世代間公平性についても、政府の指標同様、十分な配慮がないものが多い。その中で、世代間公平性に特に配慮したものとして、ESIは現在の環境の状況と、環境ストレス、そして環境の状態に影響を及ぼす政策の有無を区別して扱うことにより、将来への保全を明確にしている。また、Genuine Saving は、通常の国民勘定体系に反映されにくい世代間公平性を配慮するために拡張を試みたものといえる。なお、Parris and Kates<sup>56)</sup>は持続可能な発展指標の開発における問題として、持続可能な発展の定義の曖昧

さ、持続可能な発展の多目的性質、用語・データ・計測方法の混乱があるとしており、この点についても今後の検討が望まれる。

### 3.1.3 持続可能な発展に向けた国際環境マネジメント方策としての国際環境条約のレビュー

前述したように、指標計測とマネジメントは持続可能な発展に向けた取組の両輪といえる。それにも関わらず、表3-2の「制度」に関する指標は少ない。加えて、制度の指標といっても、取組を実施しているかというInput側の指標が多く、マネジメントの有効性や進捗状況を的確に把握するといった点で多くの課題が残されている。既存の持続可能な発展のマネジメント指標（以下、SDマネジメント指標という。）が少ないことから、ここでは、国際環境マネジメント方策としての国際環境条約（Multilateral Environmental Agreement: MEA）に着目し、そのレビューを行うことで、SDマネジメント指標の開発ならびに持続可能な発展におけるマネジメント面の知見を得ることをねらいとした。以下では、まず、MEAの研究動向から、MEA比較と評価の重要性を述べ、次に、そのためのMEAデータベース（MEA DB）構築を行い、最後に、MEAの目的規定に関して比較分析を行った結果について述べる。

#### （1）国際環境条約（MEA）の比較と評価の重要性

1972年のストックホルム人間環境会議を契機として、多くのMEAが締結されている。MEAに対する学術的関心は、定立から実施の段階へと移行してきた<sup>59)</sup>。1990年代半ば以降の国際環境法研究では、MEAの実施メカニズムに重点が置かれてきている。主要な項目としては、国別報告書の提出・審査・公表手続と、遵守手続（締約国の義務の不遵守の認定とその取り扱いについての手続）とが挙げられる。なかでも、MEAの遵守手続に着目した研究が目立つ。これは、MEAの特性から、違反への事後的対応ではなく、実効性（effectiveness）を担保するための条約義務の遵守確保の重要性が強く認識されているためである<sup>60)</sup>。このことから、遵守管理のパーツが類型化され、インフォーマルな紛争解決や、途上国への履行援助の有効性が詳細に検討されてきており、かかる検討は、実効的な制度設計に一定の指針を提供すると指摘されている<sup>61)</sup>。

また、MEAが定立され、締約国の遵守が確保されて

いたとしても、環境問題の改善に直接つながるとは限らない。国際法は合意規範であるため、締約国の義務や不遵守の帰結を過度に厳格なものにすると、そもそも締約国の数が減ってしまうという問題がある。したがって、遵守状況だけでなく、環境データとあわせて、MEAの実効性を評価することが必要である。

さらに、Brown Weiss（1993）は、多くのMEAの成立により、さまざまな副次的作用を引き起こす「条約の密集（treaty congestion）」が発生したと指摘する<sup>62)</sup>。ここで言う副次的作用とは、条約のカバレッジの重複、国内実施における一般的な負荷の増大などを指す。とりわけ、既存のMEAが、気候変動、生物多様性など、問題領域ごとに策定されてきていることから、今後は、政策的相互連関（policy interlinkage）の観点を取り入れ、ある条約の目標を達成するための措置が別の条約の目標達成に影響を及ぼす可能性がある場合の調整策を検討することが必要であると指摘されている<sup>63)</sup>。

MEA下で、どのような制度的対応がなされているか、また、今後、制度の実効性を高めるためにどのような方策が必要かを明らかにするため、MEAを比較分析する必要がある。しかしながら、既存の情報源は、特定のMEAについて詳細に記したものがほとんどであり、この比較分析に適さない。

#### （2）国際環境条約データベース（MEA DB）の構築

そこで、MEAをさまざまな観点から横断的に評価するための基盤情報が求められることになる。本研究では、外部専門家の協力を得て、MEA DBを構築した。MEA DBの対象条約を表9に、対象項目を表10に、データベースの構造を図15にそれぞれ示す。

本データベースは、国立環境研究所ウェブサイト上で公開予定である（画面例につき、図16を参照）。初学者から、特定のMEAについて深く調べようとする方まで、利用者の幅広いニーズに応えることを目指している。

#### （3）MEAの比較分析～MEAの究極目的の位置づけ

国内環境法政策においては、環境基準が設定され、その維持を目指して、各種政策がとられている。環境基準は、指標でいうところの目標値に相当し、これが設定できるかどうかはマネジメント上、重要な意味がある。し

表9 国際環境条約データベースの対象条約

自然保全	絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関するワシントン条約、生物多様性条約、同カルタヘナ議定書、砂漠化対処条約
海洋環境	船舶汚染防止国際条約、同ロンドン議定書（1978年、1996年）、国際捕鯨取締条約
大気環境	オゾン層保護のためのウィーン条約、同モントリオール議定書、気候変動枠組条約、同京都議定書
有害廃棄物・化学物質	有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約
持続可能な発展	国連持続可能な発展委員会（CSD）

表10 国際環境条約データベースの対象項目

項目名	備考
条約／議定書の基本情報	条約名、作成／署名年月日、発効年月日、改正状況
交渉経緯	条約作成の背景、各会合が採択した決議文書の概要
条約／議定書の発効要件	
関連条約（地域、二国間）	日本が当事国となっているもの。条約名、発効状況、改正関連情報
国内法令	日本法令名、その改正日のみ掲載
関連する機関の宣言等	
締約国数	
批准状況	締約国マップ
意思決定機構	権限の範囲、会合の頻度、下部機関、専門家委員会等
権利義務関係	締約国間の権利義務、差異化のあり方
紛争処理	
報告及び審査	
遵守メカニズム	審査機関、手続開始の契機、不遵守の帰結
資金メカニズム	資金規模、調達とその配分システム、供与実績
締約国会議等の成果	開催日時、開催都市、決定事項の概要
当該条約の環境改善状況への関連データ（とのリンク）	インベントリ等
事務局に関する情報	所在地、予算規模、人員、権限、URL等

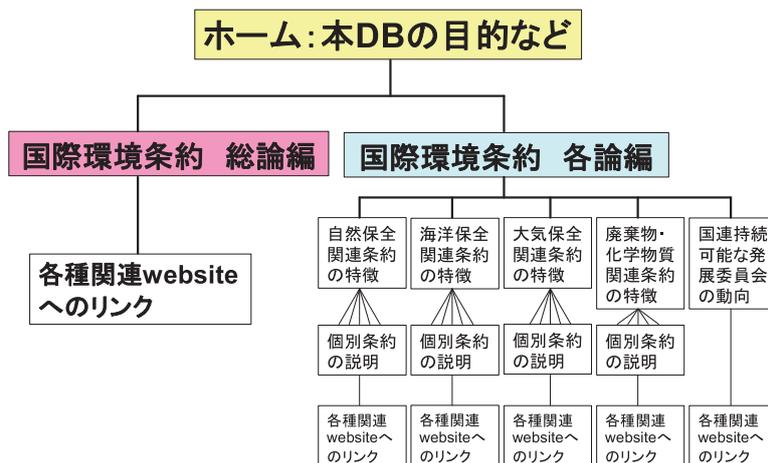


図15 国際環境条約データベースの構造



図16 データベースの画面例

かし、MEAにおいてはそのような構図には必ずしもなっていない。

例えば、気候変動枠組条約第2条は、同条約の究極目的として、定性的ではあるものの、温室効果ガスの大気中濃度の安定化を掲げている。しかし、同条が真に各国への義務を拘束するような効力を保持しているのか、あるいは単なる理念を示すにとどまるのかについては明確な指針はない。

そこで、長期目標としての同条約第2条の意義を明確化することを目的として、(1) 目的規定の内容に関する他の国際環境条約との比較分析、及び、(2) 気候変動枠

組条約交渉過程における第2条関連の議論の分析を行った。その結果、同条は、他のMEAには見られない目的条項であり、各国に対する約束に直結しないものの単なる理念にはとどまらず、各国の約束を議論するうえでの制約としての役割が条約交渉時に期待されていた<sup>65)</sup>。

このように、国際的なマネジメントにおいては、拘束力をもった目標値を設定し、指標でもってその進捗を確認し、さらなる取組を進展させるというアプローチは限界があると思われる。そうだとすれば、指標は情報手段としてマネジメントを促すという、よりソフトな利用にその役割を移していかざるを得ないと考えられる。

## 3.2 持続可能な発展指標の枠組みの構築

本節では、前節のレビュー成果に基づいて、日本を対象にして、持続可能な発展指標の新たな枠組みの構築を試みる。

### 3.2.1 指標の枠組みと指標策定プロセスについての考え方

指標の枠組みといってもその意味するところは同一ではない。指標の理解・解釈を容易にすることを意図して指標群の構造を整理したものを指す場合もあれば、指標の利用までを含めて指す場合もある。例えば、後者の立場をとる McGlade<sup>60</sup>は、「指標の枠組みは、モニタリング、評価と学習、意思決定、アクションというプロセスのすべてをカバーし、かつ透明性が確保されていなければならない。」と述べている。しかしながら、3.1節でレビューした指標策定の報告書等は、指標の選定方法、指標が指す意味・内容、計測された指標に基づく現状の説明といった点に重点が置かれたものが多く、指標の利用についての説明は十分でなかったのが実状である。

持続可能な発展指標の利用については、近年になって具体的検討を行った文献が出てきている。例えば、Hezri and Hasan<sup>61</sup>は、政策形成過程が必ずしも合理的でないことを説明する「限定された合理性 (bounded rationality)」や「インクリメンタリズム」の議論を参照しつつ、建設的な指標の利用と非建設的な利用の両方を含む5つの利用類型を提示している（アクションのための道具的利用、啓発のための利用、アクションや批判を回避するための戦術的利用など）。また Boulanger<sup>62</sup>は、政策形成過程を合理的問題解決型、対話実践型、利益対立型の3つに分類し、それぞれの政策形成過程における情報（すなわち指標）の役割をパラメータ的役割、発見的役割、戦略的役割と位置づけ、それぞれの役割に対して客観性、コミュニケーション、柔軟性などといった指標の要件を整理している。これまでの持続可能な発展指標が合理的なシステム思考をベースに客観性・論理性を重視して開発が試みられていた一方で、指標が利用される実際の場面が政策科学で議論されてきた複雑性を捨象してきたという点に一石を投じる形となっている。

本研究は、3.1.1項で述べたように、モデル研究で十分にカバーできなかった領域でどのような事象が重要とな

るのかなどを明らかにすることを目的としているので、発見的役割が指標の枠組みに求められることになる。

またこれに関して、本研究で提案する指標の枠組みは、統合的単一指標もしくは統合的指標を中心とした指標群のための枠組みではなく、多数の指標群で社会のさまざまな面を把握する指標群の枠組みを検討することとした。これは、3.1.3項で述べたようにすでにいくつかの指標が提案されていることに加え、統合的指標で持続可能性が低いと判断されたとしても具体的方策を打ち出すためにはより具体的な問題が抽出される必要があると考えたためである。

次項では、これらに留意して、指標群の構造を整理し、我が国の持続可能な発展に本研究のねらいに合致した持続可能な指標の枠組みを構築する。

### 3.2.2 指標の枠組み

構築した枠組みを図17に示す。この枠組みの特徴は、(1) 6大分野の設定、(2) 総合評価指標と個別指標の導入、(3) 国全体の指標と個人・世帯の指標の導入、(4) 東洋の思想の積極的導入、(5) 主観的・感覚的要素の積極的導入、(6) リーケージの積極的把握、(7) 時間軸の強調にある。なお、既存の指標の枠組みは、環境、経済、社会の3分野もしくはさらに制度を追加した4分野を個別に想定するか、もしくはそれらがクロスオーバーしたものを想定したものが多く、特徴的なものとしては、このような枠組みの問題点を指摘した Levett<sup>63</sup>が提示する Russian dolls model (ロシア人形式)<sup>10</sup>や Wang が五行のもっかどごんすい木火土金水をベースにした SENCE<sup>11</sup>がある。ただし、用いるべき指標の枠組みは一意的に定まるわけではなく、何を重視するかによって異なると考えられる。本研究で構築した枠組みは、本研究における問題意識に非常に合致するものであるが、異なる問題意識で持続可能な発展指標を扱う場合には異なる枠組みの方が適する場合もあると考えられる。

#### (1) 6大分野の設定

持続可能な発展の柱とされている環境、経済、社会の3分野にそれらがクロスオーバーした3分野を追加した6分野を指標枠組みにおける6大分野として設定した。初期の持続可能な発展指標においては、分野ごとに指標

10 三重の同心円からなる枠組み。社会の中に経済が位置づけられ、社会の外側に生存基盤としての環境が位置づけられている。

11 Social-Economic-Natural Complex Ecosystem の略。Ma and Wang が1984年に開発したものの<sup>70</sup>。

を設定するものがほとんどであったが、分野間の相互関係の重要性が理解され、分野間の指標を設定するものが増えてきている。本枠組みにおいても、3.1.2項で指摘した「現象構造をどのように計測するか」という課題を乗り越えようとしており、また、分野間をまたぐ事象が持続可能な発展を確保するうえで大きな障壁となりうる考えたために、分野間を強調した枠組みとした。また、図17に示したように、6大分野を平面上に展開し、そこに指標もしくは「貧困」、「労働」、「気候変動」、「国の経済力」などの指標分類を直接記載することとした。従来の指標群が分野ごとの指標リストを提示していたのとは異なり、指標間の関係性がより明示的に表現されることを意図している。

ところで、これまでの持続可能な発展指標の枠組みでは、4つ目の柱として「制度」が位置づけられているものがある。制度面の指標の検討は他の3つの柱と比べて検討は遅れているが、Spangenberg<sup>70</sup>では、制度面の重要性が議論されており、制度面の指標リスト案が提示されている。ただし、「制度」は他の3つの柱とは性格を異にするため、【付録3-4】で述べるような扱いとした。

## (2) 総合的評価指標と個別指標の導入

本枠組みでは総合的評価指標と個別指標の2つの種類の指標を導入することとした。3.1.2項で述べた2つの種類の指標の「いいとこどり」をすることを企図したものであるが、ここでいう総合的評価指標は個別指標を集約した統合指標ではない指標を想定している。いかに網羅的な指標群を用意しても、個別指標が重要な視点をとらえきれない可能性がある。つまり、指標枠組みで計測する個別指標群の数値がいかに向上したとしても個人が幸福や満足が感じられないということである。このような事態は指標選定が不適当な場合に起こるが、指標選定が適当であったとしても、時代とともに問題として認識される事象が変化することでも起こりうる。したがって、総合的評価指標と個別指標の相互補完的利用を想定することで、選定されている指標群の継続的な見直しにも役立つことを期待している。このことは枠組みそのものにも(7)の「時間軸の強調」を求め、一方で、人々の認識に着目して枠組みそのものに(5)の「主観・感情的要素の積極的導入」を試みていることにもなる。

## (3) 国全体の指標と個人・世帯の指標の導入

国等が策定する持続可能な発展指標は、当該国等全体の指標が設定されることがほとんどである。本枠組みでは、3.1.2項で指摘した「指標と生活実感との乖離をどのように埋めるか」という点を克服するために、国全体の指標と個人・世帯の指標の両方を導入することとした。

生活の質(QoL)や幸福・満足・自己実現のといった各人の主観的総合評価を中心に、それを向上・持続させるための個人的・世帯的基盤と、個人や世帯を支える国全体の基盤を位置づけ、持続可能性指標ではそれらの基盤の充実度もしくは基盤を損なう活動等を計測することとした。そこで図17においては、総合的評価指標を中心に据え、個人的・世帯的基盤を計測する「個人側指標」をその外縁に配置し(図中の青塗部分)、国全体の基盤を計測する「国側指標」をさらにその外縁に配置(図中の緑塗部分)することとした。さらにその外縁が国外との関係を計測する指標を配置することができるため、現在の国際化した状況についても枠組み上に位置づけることは比較的容易だと考えられる。なお、国内の地域の持続可能な発展も国の持続可能な発展にとって重要であり、個人側指標と国側指標の間に、地域の指標群を配置することも考えられる。ただし、現段階では枠組みが複雑になることを避けるために地域指標は明示ししないこととしたが、今後、検討を進めるうえで適宜、地域指標を位置づけることを想定している。

## (4) 東洋的思想の積極的導入

我が国の持続可能な発展指標の枠組みを構築することが本研究の目的であるが、その際に、日本の文化・思想・民族性というものは反映されているべきであろうか。指標の利用で国際比較ということ想定しているのであれば、これを考慮することはかえってマイナスとなる。ただ国際比較を行うということは、他国との比較により当該国政府に取組の進展を促すことが主目的である。本研究は、3.1.1項で述べたように、モデル研究で十分にカバーできなかった領域でどのような事象が重要となるのかなどを明らかにすることを目的としており、当該国における現象把握が第一に優先されることであり、取組の進展を促すことは優先度が低い。また、他国との比較を行う持続可能な発展指標はすでに存在しており、我が国においても取組を全般的に促す一定のインセ

ンティブは作用していると思われる。取組が十分に進展していないとすれば、我が国に固有な問題構造が把握されていない、ないしは解決が困難な問題が存在しているといった個別具体的な問題の把握ならびにその具体的問題を解決しようとするインセンティブを付与することであると考えられる。このような認識のもとでの指標の枠組みであれば、日本の文化・思想・民族性というものが反映された方がよいと考えられる。その一方で、現在の国際状況であればある程度の国際的な一般性を確保していた方がよいと思われる。そこで、日本の文化・思想ではなく、東洋的思想を積極的に導入することとした。なお、指標は従来の論理的思考に基づくものであり西洋的な要素が多分に含まれる。これに東洋的思想が加味されることで、新たな方向性をもった指標開発の展開が図られる可能性に期待をするものであるが、単なる修辭的技巧に陥らないように注意が必要である。

さて、東洋的思想の指標枠組みへの導入は、具体的には図17の中心に陰陽太極図（白黒の曲玉のようなものが組み合わさった図柄のこと）を配置した。これにより、さまざまな事柄のバランスをとること、特に現在世代と将来世代のバランスをとることの重要性を示すメッセージとした<sup>12</sup>。

### (5) 主観的・感覚的要素の導入

3.1節で述べた「持続可能な発展の質的側面をどのようにとらえるか」という課題に対応するために、主観的・感覚的要素を積極的に導入することとした。具体的には、指標の選定の際に、一定割合で主観的・感覚的指標を採用することとした。

### (6) リーケージの積極的把握

3.1節で述べた「国境を越える事象をどのように扱うか」という課題に対応するために、リーケージを積極的に導入することとした。具体的には、指標算出の際に、我が国の活動に付随して国外で発生している環境負荷量

を的確に計測するように留意することとした。

### (7) 時間軸の強調

3.1節で述べた「時間軸をどのように考慮するか」という課題に対応するために、時間軸を強調することとした。具体的には、指標の選定の際に、すべての6大分野において時間軸を考慮もしくは意識した指標が最低1つは含まれるようにすることとした。

さて、図18に配置された分類名をさらに上位の概念を示す用語で置き換えて、集約化を行ったものが図17に記載してある青字と黒字の表現である。6大分野の個人側指標と国側指標の計12の領域において、1～3のキーワードに集約したものが青字の用語であり、黒字はそれがより具体的に理解できるように青字に集約化する一段階前の用語を示したものである。これらのキーワードは、各領域でどのような事象が重要となるのかを示したものであり、今後のモデル研究で取り入れられることが望ましい事象である。また、持続可能な発展指標研究においても、これらのキーワードをもとに、【付録3-4】で示す2種類の持続可能な発展指標を選定していくことが望まれる。

なお、キーワードの選定に当たっては、6大分野それぞれにおいて、どのような点が持続可能性の上で重要であるかを理解するために各分野の専門家、計12人を招聘したワークショップを通算6回開催した（【付録3-5】）。キーワードの抽出や配置ならびにその他の指標開発に関わる検討を行ううえで、各分野における具体的議論はさまざまな形で参考になり有益であった<sup>13</sup>。

#### 3.2.3 指標選定に向けた検討

本研究の目的は、これまでに述べた成果で最低限の達成はできているが、計測されるべき持続可能な発展指標を具体的に提示することができればさらに有用である。指標を確定するにはさらなる検討が必要であるが、本項では、指標策定プロセスの概要を整理し、指標候補とな

12 東洋的思想だからといって無条件に導入することは避けるべきで、東洋的ではあるが国際的にも発展性のある有用な思想に限って東洋的思想を導入すべきと考えている。また、本研究があるAの思想を採用したとしてもAそのものを支持するわけでは必ずしもないことに注意いただきたい。持続可能な発展の研究が価値観に関わらざるを得ないものの、科学研究としては価値観や信条等からは可能な限り中立的立場をとることとしたい。なお、「科学と科学的知識の利用に関する世界宣言」<sup>72)</sup>の26.で述べられているように、「伝統的な知識体系や地方的な知識体系が科学・技術に貴重な貢献ができる」という立場を本研究でもとっている。

13 それと同時に、これだけの広範な分野を持続可能性という一貫した視点で理解するには非常に時間がかかるため、早急なとりまとめは適当ではないと考えられた。事実、ワークショップで得られた視点や現象理解といった多くの成果は本報告書には示すことができていない。別の機会に報告することとする。

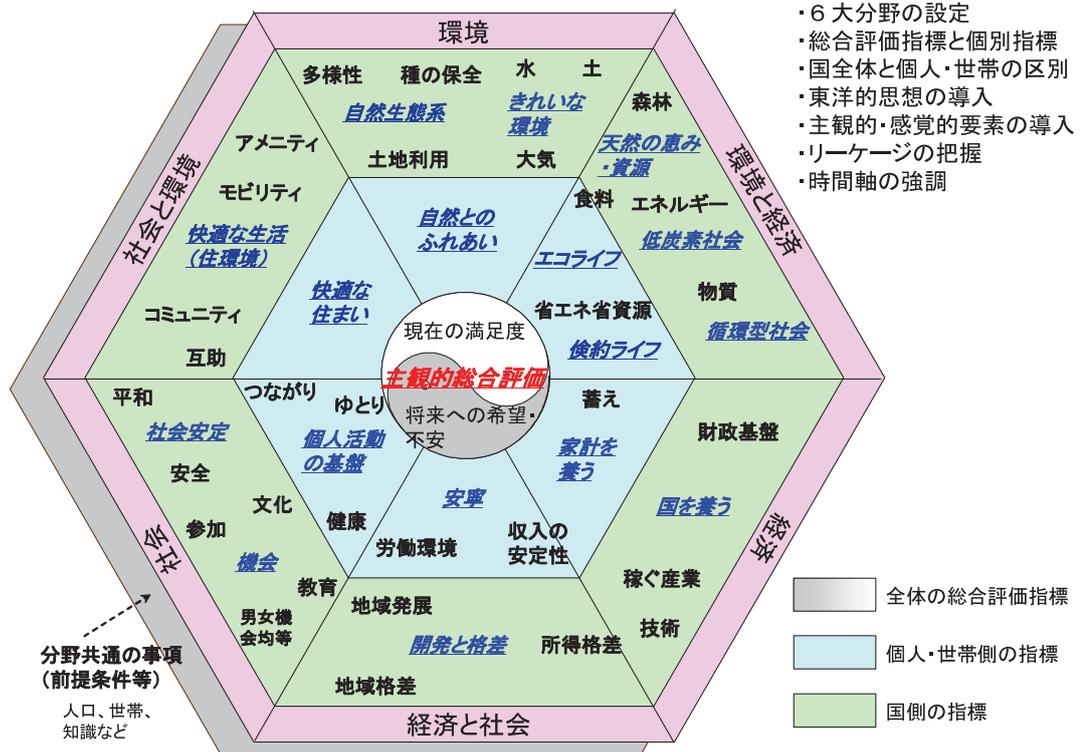


図17 構築した持続可能な発展指標の枠組み

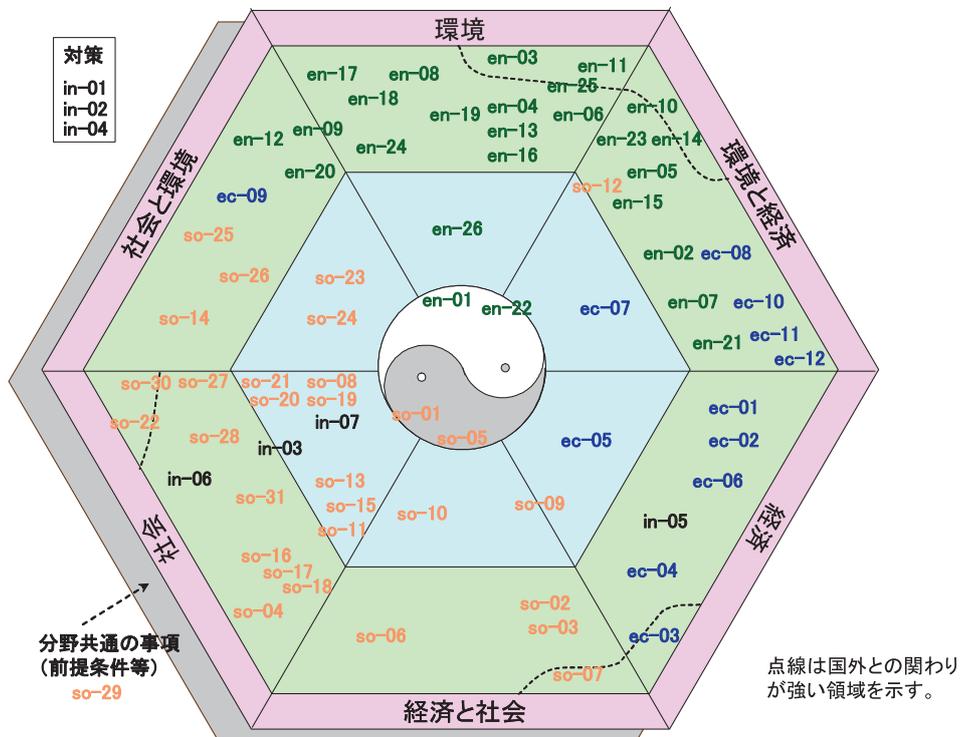


図18 国等の持続可能な発展指標レビューにおける指標分類の指標枠組みへの配置  
 (図中のコードは表8の分類を示す。)

りうる指標を例示することで、将来の研究への布石とすることとした。

持続可能な発展指標の策定については、いくつかの論文等で一般的手順が述べられている。例えば、Segnestam<sup>70)</sup>は 1) 枠組みの構築, 2) 選定基準等の決定, 3) 参加・審議ネットワークの構築, 4) データ取得という手順が各種の指標策定事例において共通であったとしている。また、Mitchell<sup>71)</sup>は、1) 指標利用の目的の明確化, 2) 採用する持続可能性の原則の設定, 3) 重要な問題領域の決定, 4) 採用する指標特性の決定（早期警告を発する指標か経年変化を提示する指標化, 問題の原因を診断する指標か複数の問題を統合化する指標か等), 5) 指標選定の基準（目的合致性, 感度, 計測可能性, 理解容易性等）に基づく指標の評価と選定の5段階からなる手順を提示している。これらは、実務として指標策定に関わる人々のための具体的手順といえる。これに対して、指標策定の手順を抽象化したものとしては Rey-Valette et al.<sup>72)</sup> が提示した 'Principle-Criteria-Indicator' アプローチがある。持続可能性は何かという原理や目的を整理したうえで、指標選定の基準をふまえ、計測可能な指標を選定するというものである。手順は多少異なるものの、実際の指標策定作業が一方のみに行きつ戻りつ実施されることを考慮すると、これらはすべて同一のことを異なる表現なら

びに異なる抽象度合いで指摘していると考えられる。そこで本研究ではこれらを参考に指標策定の手順を整理した。特に 'Principle-Criteria-Indicator' アプローチを参考にしつつも、Principle と Criteria の区別が明確に定義されにくい<sup>14)</sup>と考えられたことからこれらを一体的に扱うこととし、また、実際のプロセスにおいては、指標に用いるデータを取得する前の指標の絞り込みとデータ取得後の選定された指標の妥当性・有用性を確認して指標を決定するという2種類の選定があることを考慮して、「クライテリア-選定-データ確認」という図20に示すアプローチで指標策定を実施することとした。まず、クライテリアの設定である。これは、指標利用の目的や策定したい指標の種類・性格を十分に考慮したうえで定めるものである。レビューした報告書等以外にも、例えば Sustainable measures<sup>73)</sup>では持続可能な発展指標が備えるべきクライテリアを提示しているし、また、Kates et al.<sup>74)</sup>はサステナビリティ・サイエンスにおける主要論点を、福島<sup>75)</sup>は持続可能性の要件をそれぞれまとめている。既存の知見を参考にしつつ、クライテリアを定めることが望まれる。次が指標の選定である。図17で示したキーワードについての現象を詳細に記述したうえで、持続可能な発展にかかる重要な点を見つけだし、先に設定したクライテリアに合致するかを確認し指標候補を決定する。最後は、その指標に用いるデータを収集・確認

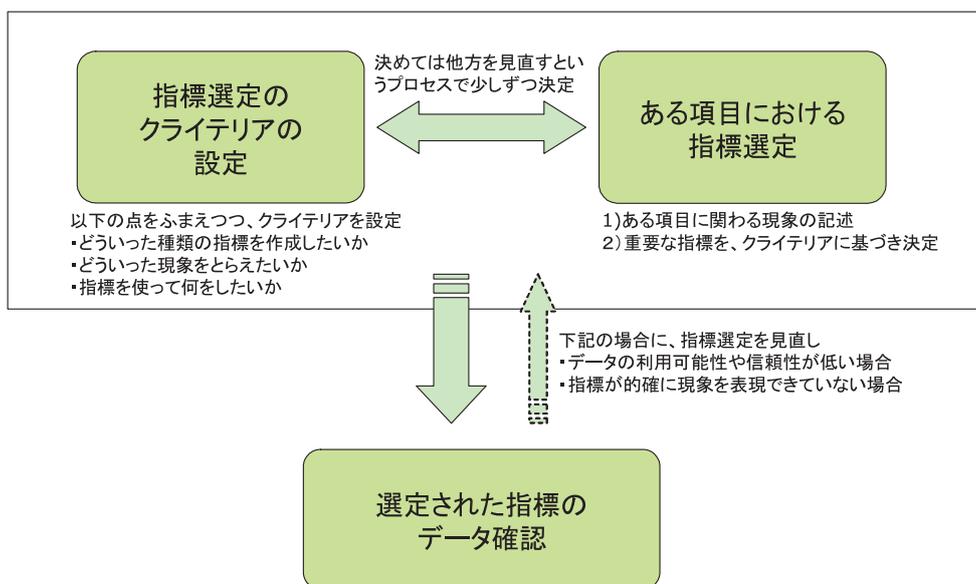


図20 指標の選定の枠組み：クライテリア-選定-データ確認

14 既存指標のレビューをふまえると、Principle が持続可能な発展固有の特徴に関わる原理であり、Criteria が指標一般についてもあてはまる指標が有すべき特性（計測可能性、理解容易性など）と整理することはできそうであるが、今のところ統一的な見解・認識はなさそうである。

し、データの利用可能性や信頼性を見極めつつ、本来測定したかった事象が計測されているかを確認する。これらの手順においては、図20の矢印が示しているように、繰り返しを伴う作業が想定されている。

本研究においては、このうちの第一巡目のクライテリアの設定と指標選定を実施した（繰り返しによる精査はせず）。ただし、指標選定における1)の現象の記述は一部の分野のみに実施したのみで、また、実施した現象記述結果についても作業員以外の方々からの意見反映・修正などを行っておらず、完成度は必ずしも高くない。

ところで、指標策定に関わる人に着目すると、既存の指標策定のアプローチは地域の持続可能な発展指標に代表されるように市民の参加を非常に重視したものから、検討会などの専門家パネルという専門的知見の活用を重視したものまで、幅広いアプローチがある。本研究においては、6回のワークショップ（【付録3-5】）により専門的知見の活用をしつつも、基本的には参加型アプローチをとらず少数の作業員で指標選定の検討を実施した。この点の改善も将来の検討課題である。

指標選定のクライテリアは、指標選定を進めながら逐次修正されるものであるため、暫定的なものであるが、想定したクライテリアのうち本研究に特徴的な点をいくつか示す。

- ・6大分野における個人側と国側の計12領域のそれぞれから少なくとも1指標ずつを主指標として選定する。
- ・その他に、適宜、補助指標を選定する。
- ・同じ問題であれば、早期対応が可能なようにできるだけDriving forceやPressureの状態を主指標として計測する。
- ・指標の値の解釈が難しいもの（指標値がより大きいもしくは小さい方が望ましいとはいえない指標）は主指標には採用しない。
- ・象徴的で、かつ問題が広く認知されるような指標を採用する。
- ・日本に固有の問題をとらえた指標を積極的に採用する。
- ・現代世代にとって重要でも、持続可能性にとって直接的に重要でないものは除外する。

以上の指標選定の枠組みをもとに、絞り込んだ持続可能な発展指標群を図21に示す。繰り返すようであるが、あくまでも試行作業による選定案であり、また、現象の

記述や作業員以外からの意見の反映など不十分な点があり、暫定的な結果である。特に、持続可能な発展という点に関するクライテリアが十分に検討されておらず、今後の大きな課題の一つとなっている。したがって、これらは有力な指標候補というよりも、指標候補に含めるべき指標の一部と理解すべきものである。

選定された指標群の選定理由を述べる。まず、中心の総合評価指標についてであるが、究極的に集約化された主観的な指標としては、幸福度や満足度などの指標がある。ただし、これらの指標はあくまでも現時点、現世代についての主観的事項が計測されており、時間軸が考慮されていない。そこで、時間軸を考慮した「将来への希望」の選定候補に含めることとした。ただし、玄田<sup>29)</sup>が指摘しているように、希望をもつこと自体がよいと単純に結論できるわけではないことや、計測上の課題（どのような質問で調査を行うのか、主観的指標の善し悪しなど）もあるので、検討課題も多い。

「社会と環境」の分野においては、個人側指標として「住まいのQoL (Quality of Life) 指標」、国側指標として「生活環境DtT集約指標+生活高需施設・職場へのアクセシビリティ」を指標候補に含めることとした。いずれも、住まいやまちづくりに関わる複数の項目を統合した指標を想定しているが、どのような項目を含めるかは検討できていない。これについては、住生活基本計画や浅見<sup>30)</sup>が提示している指標などが参考になるだろう。なお、ここでいう「生活環境DtT集約指標」というのは、関連するある基準との乖離度(DtT)を和や積で集約化した指標を指し、「生活高需施設」とは若年層であれば学校、老年層であれば病院というように、人のライフステージそれぞれにおいて良くアクセスする施設・場所等を指す。そして、個人側と国側の指標をまとめて主観的な現状判断をするものとして「居住満足度」を指標候補に含めることとした。この指標には、受け身的な満足度だけでなく、「地域への愛着」といったより積極的にまちに関わることについての要素を含めるべきと考えた。しかし、一方で、愛着があるゆえに現状追認的になり将来起こりうる問題を回避せずに先送りする可能性もあるため、より詳細な検討が必要となっている。

「環境」の分野においては個人側指標として、「自然への畏敬・感謝」を指標候補に含めることとした。自然に対するこのような気持ちなしには、自然保全・自然保護が実践できないと考えたためである。国側指標として

は、自然生態系に関わるものと環境汚染に関わるものの両方を選定することとした。前者については、自然環境と人間活動の関わり方は画一的に決まるものではなく地域に応じて変わるものであり、また、自然環境そのものも地域によって異なるものであることから、異なる土地利用形態（自然保全形態）に設定される目標値との乖離度を指標化する「土地利用別の自然生態系管理DtT集約指標」を指標候補に含めることとした。ミレニアム生態系評価<sup>30</sup>や我が国の第三次生物多様性国家戦略で指摘されている状況を鑑みると、自然生態系の状態を示す指標よりは、人々が自然生態系とどのように関わっているかというマネジメント指標の方が重要であると考えられたことから、よりマネジメントを重視した指標を挙げることにした。また、現在、環境省が生物多様性総合評価指標<sup>31</sup>を検討しているため、その議論を参考にしながらも、持続可能な発展という視点を十分に反映した指標選定を行うべきと考えている。一方、後者の環境汚染に関わる指標としては、大気環境基準値や水質環境基準値との乖離度を集約化した指標を指標候補に含めることとし

た。環境基準を達成しており、もはや我が国では問題の少ない項目と、基準達成が達成しにくい項目をいかに集約するかが一つの課題になると考えている。

「環境と経済」の分野においては、国側指標として、天然の恵みの持続的利用という観点から「持続可能な森林・漁業管理のもとで供給される（木材や漁獲物等の）割合」を選定候補に含めることとした。現時点では、FSC (Forest Stewardship Council) や MSC (Marine Stewardship Council) などの認証制度のもとでの供給割合を想定している。単に森林や漁業資源が管理されているだけでなく、その管理が市場経済にリンクされていなければ不適切な資源利用に陥りやすいという認識が背後にある。低炭素社会と循環型社会の観点からは、「非再生資源投入量」を指標候補に含めることとした。すでに、地球温室効果ガス排出量や資源生産性の指標が実際の政策では多用されているが、持続可能な発展の観点から改めてこれらの問題を見つめるためにあえて異なる指標候補を挙げた。これらの指標の算出においては、国外で付随的に発生させている負荷も把握されていることが

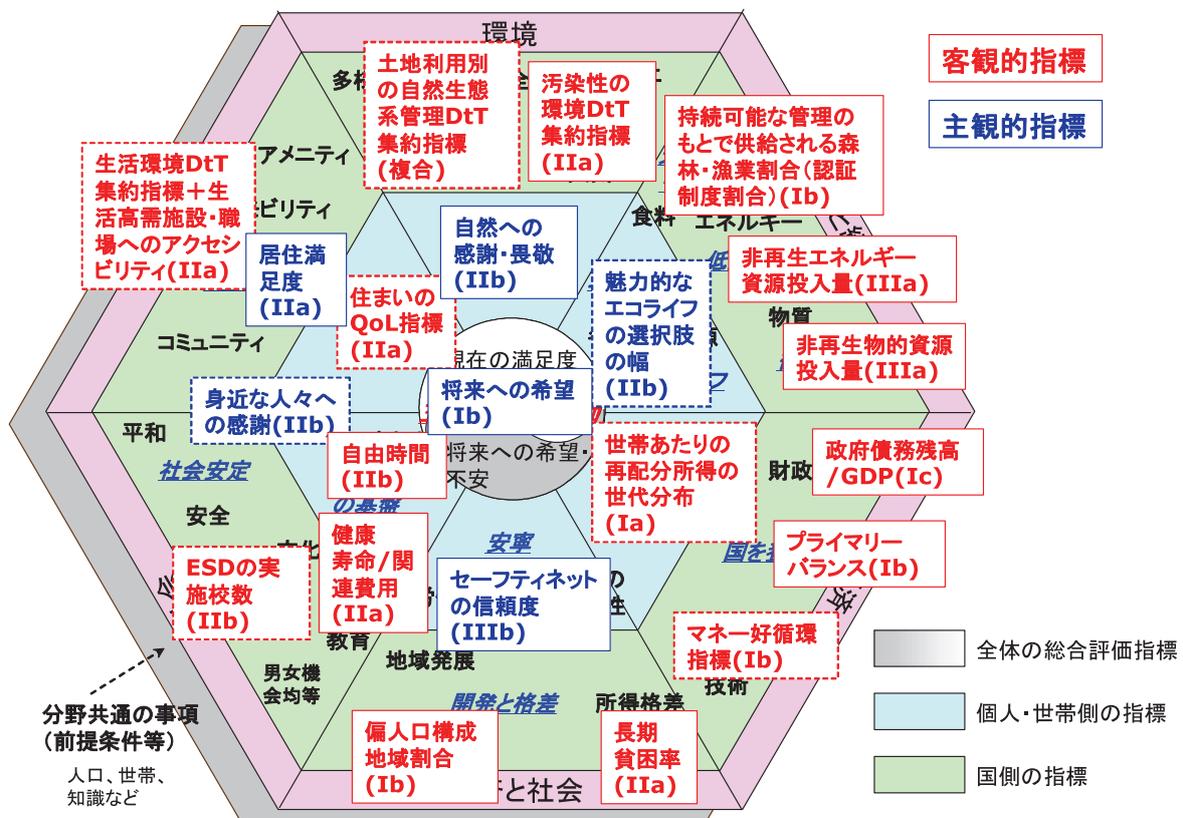


図21 試行作業による持続可能な発展指標の候補

(指標の後の括弧内は【付録3-2】の指標の種類を表す、点線で囲われた指標は検討の熟度がより低いことを示す。DtT: Distance to Target (目標との乖離度合い), QoL: Quality of Life (生活の質), ESD: Education for Sustainable Development (持続可能な開発のための教育))

望ましい。個人側指標については、適当な指標は挙げる  
ことができなかつたが、LOHASに代表されるような、  
ストイックでないより魅力的な個人の環境配慮行動を促  
すために、「魅力的なエコライフの選択肢の幅」を指標  
候補に含めることとした。ただし、魅力的なエコライフ  
とは何か、選択肢の幅とは何かなど、検討課題も多く残  
されている。

「経済」の分野においては、国側指標として「政府債  
務残高/GDP」と「プライマリーバランス」を指標候補  
に含めることとした。いずれも財政の分野では国際的に  
も重要とされている指標である。なお、中央政府の債務  
だけでなく、地方公共団体や関連団体の債務も含めた指  
標であることを想定している。また、産業側の視点では  
「マネー好循環指標」というものを指標候補に含めるこ  
ととした。どの産業が将来の我が国を養うのかといった  
産業の将来像に焦点をあてた指標も重要と考えられた  
が、各論となり検討に際限がないとも考えられたので、  
資金を必要とする産業・事業に適切にお金が循環してい  
るかといった全体における要点のみをとらえることとし  
た。各分野における詳細な議論すべてを理解したうえ  
で、国全体の持続可能性を検討することは個人の能力を  
超えていると考えるが、一方で自分の分野以外のことを  
理解せずに全体の議論をしても総花的な議論にしかなら  
ないと考えられるので、限定された能力のもとで詳細な  
各論と包括的な全体論の検討をどのように集約化・総体  
化していくことが持続可能な発展研究における一つの大  
きな課題と考えられた。個人側指標については、世帯の  
再配分所得（＝可処分所得＋社会保障額）を実質的な家  
計を養う指標ととらえ、その世代分布を経年的に把握す  
ることをもって家計を養う力が強まっているのか弱まっ  
ているのかを計測することとて、「再配分所得の世代分  
布」を指標候補に含めることとした。

「経済と社会」の分野においては、国側の指標では、  
貧困・経済的不平等と地域格差の2点に着目し、「長期  
貧困率」と「偏人口構成地域割合」を指標候補に含める  
こととした。貧困率については、国際的には相対貧困率  
が用いられているが、すでに指摘されているように一時  
的に貧困状態になることはありえるため、貧困状態が継  
続して一部の層に固定化することの方が問題とすべきと  
いう意見も多い。そこで、この問題をとらえ、かつ時間  
軸をよりとらえている「長期貧困率」を選定した。ただ  
し、長期貧困率の算定は一部の研究<sup>89)</sup>で進められている

が長期のコホート研究が必要となるので、社会状態の継  
続的なモニタリングが欠かせない。地域格差は何をもつ  
て格差とするかが難しいが、人口構成が偏っている地域  
は持続可能性が低いと考え、そのような地域の割合をと  
らえることにした。この指標についても、どの程度を  
偏っているとするのか、また地域の単位を市町村単位と  
するかさらに単位を狭くして中山間地域や中心市街地を  
より明確にとらえることとするかなど検討すべき課題も  
多い。個人側指標については、さまざまな格差を是正す  
る制度が機能しているかということ計測しようとする  
もので、「セーフティネットの信頼度」を指標候補に含  
めることとした。より客観的な指標が望ましいと考えら  
れたものの、複数の社会保障制度を個別に評点づけるこ  
とは難しいと考えられたことに加えて、セーフティネッ  
トが存在していても国民に不安がある状態は好ましくな  
いと考えたために主観的指標を選定している。ただし、  
通常意識調査では調査されるのは困窮状態にない人々  
であるため、本当に困っている人々の意見が反映されな  
いという点で課題があると考えられる。

「社会」の分野においては、個人側指標として「自由  
時間」を選定候補に含めることとした。我が国は国際的  
にみて労働時間が長いことが指摘されているが、それが  
一因で個人レベルでの社会・地域への関与・活動が制限  
されており持続可能な発展を進展させるうえでのバラン  
スが悪くなっているのではないかと懸念がある。個人  
側指標と国側指標の中間に位置する指標としては、  
「健康寿命/関連費用」と「身近な人々への感謝」を指  
標に含めることとした。健康寿命は平均寿命に代わって注  
目されてきている指標でWHO<sup>89)</sup>でも算出がされている  
が、その一方で、健康を維持するためにいくらかでも費  
用をかけられるわけでもない。例えば、国が借金をしてま  
で健康保険制度を手厚くすることは将来世代に負担を強  
いるために、持続可能な発展の視点からいえば好ましい  
こととはいえない。そこで、両者のバランスをとるため  
にこれらの比を指標に含めることとした。「身近な人々  
への感謝」は、「人と人とのつながり」を重視して選定  
したものであるが、計測上の課題だけでなく、これが適  
当かどうかにも疑問の余地があり、検討課題が多い。国  
側指標については、「ESDの実施校数」を選定候補に含  
めることとした。「人を育てる」ということは持続可能  
な発展においても重要なことと考えられ、UNESCOを  
中心に検討が進められているESD（持続可能な開発の

ための教育)に着目した。ただし、ESDはまだ発展途上であり、何を以てESDとするか、有効なESDとはどのようなものかなど多くの検討課題が残されている。このような現状においては、ESDという概念を肯定的に受けとめて積極的に取り入れようとする学校がどれだけあるかのみを指標でとらえることとし、ESDの内容には現時点では踏み込まないこととした。このように社会の発展によって指標でとらえるべき事象は異なるはずで、発展段階を持続可能な発展指標の枠組みにどのように組み込むかは大きな検討課題の一つと考えられる。

### 3.3 まとめ

本章では、持続可能な発展指標等のレビューや指標の枠組みの構築や考え方の整理を通じて、中長期のシナリ

オ研究において重要な構成要素を抽出したうえで(表8)、新たな指標枠組みのもとで重要なキーワードを提示し(図17)、さらに試行的に22の項目へと構成要素を絞り込んだ(図21)。また、持続可能な発展指標にはいくつかのタイプがあることを確認するとともに、指標開発の課題も多く残されていることを確認した<sup>15</sup>。特に、個別の指標における持続可能な発展のクライテリアを設定することや時間軸の考慮など、本質的な課題が残されており、地道な研究を着実に積み重ねていかなければならないと考えられる。それから、持続可能な発展指標の利用という面でも、持続可能な発展指標が計測すべき対象という面でも、制度・マネジメントには相応の重要性があり、研究だけでなく実務面でもさらなる展開が期待される。

15 本プロジェクト終了後に、スティグリッツ・レポート<sup>85)</sup>が出された。当該報告書は、本研究で重点をおいた多数の指標群からなる指標ではなく、どちらかといえば集約的な単一指標に重点を置いているにも関わらず、指標の課題については共通する点も多いと感じられた。

### 【付録3-1】各国等における持続可能な発展指標

各国等の持続可能な発展指標の特徴を簡潔に述べる。以下では指標の分類を大きな方から「分野-項目-指標」と表現して整理し、訳により誤解が生じやすいものについてはそのまま原語も併記した。

- a) UNCSO (国連持続可能な開発委員会)：2001年に持続可能な発展指標のガイドライン<sup>8)</sup>を策定し、その後も指標開発の作業・活動を行っている(なお、UNCSOの指標開発にかかる活動は、1995年にスタートしている)。社会、環境、経済、制度の4分野について38項目を設定し、58の指標を設定。バランスがとれた指標体系になっていると評価できるが、途上国においても利用できる一方、先進国における新たな社会現象を十分にはとらえきれていない。なお、2007年に新しいガイドライン<sup>9)</sup>が出されている。
- b) アルゼンチン：2006年の報告書<sup>9)</sup>において、社会、環境、経済、制度、国際、効率性の分野における67の指標を提示している。
- c) オーストラリア：持続可能な発展に向けた戦略の進捗を計測するために策定された指標が2002年に発表<sup>9)</sup>され、その中で、個人及びコミュニティの幸福(wellbeing)、将来世代の幸福を保証するための経済成長、世代内及び世代間の公平性の確保、生物多様性・生態系・ライフサポートの維持の4分野に30指標を設定。さらに2006年には、統計局が進捗報告書<sup>9)</sup>を公表し、個人、経済と経済資源、環境、共生(living together)の4分野に19のヘッドライン指標、75の予備指標と23のその他指標を設定。環境面の指標は土地利用や水資源などが主体であることに特色がある。
- d) オーストリア：政府が2002年に持続可能な発展に向けた戦略を発表<sup>9)</sup>。生活の質、経済活動、生活空間、責任の4分野にそれぞれ5項目の非数値目標(計20の目標)を提示し、それらを計測する52の指標を設定。目標は、200語程度からなる文章で書かれている。2006年には同指標についての状況報告書<sup>9)</sup>を作成。国内状況を示す48指標のデータを取りまとめ(非掲載の4指標データは、「オーストリアの責任」という分野における国際的な4指標(HDIやGDIなど))。独特な指標としては、育児休暇取得にかかる指標がある。
- e) ベルギー：持続可能な発展にかかるタスクフォース

が2005年に報告書<sup>9)</sup>を作成。Driving Force, Pressure, State, Responseの4分野に44の指標を設定。環境指標になじみのある整理であるが、Responseを除く3分野について環境だけでなく、社会と経済についても項目を設定しているところに特徴がある。独特な指標としては、仕事のストレスという指標がある。

- f) カナダ：円卓会議が2003年に作成<sup>9)</sup>。4つの資本に着目した指標で、経済資本(produced capital)としてGDPを、その他に自然資本(大気質や水質等)、人的資本(教育水準)の指標をそれぞれに設定。社会資本の指標は開発中。これを含めて指標の数は8つ。
- g) デンマーク：2002年に指標の報告書<sup>10)</sup>を作成。8つのヘッドラインに14の指標、個別事象・セクターなどの13分野63項目に91の指標、合計105の指標を設定。13分野は、気候変動、生物多様性、健康、資源、国際活動、食料、林業、産業・貿易、輸送、エネルギー、都市と住居、対策、ローカルアジェンダ。
- h) フィンランド：政府プログラムが既存の指標を見直し、2006年に33の指標を設定<sup>11)</sup>。うち2つはEnvironmental Sustainability Index, Human Development Indexという集約指標。その他は、自然資源保全、地域の持続可能なコミュニティ、幸福(wellbeing)、持続可能な発展のセーフガードとしての経済、国際的責任、持続可能な選択への支援(R&D)の6分野における31の個別指標。特徴的なものとしては、家からサービス施設までの距離という指標があり、単なる住居としてではなく居住環境として生活環境をとらえている。また、サービスの満足度といった主観的・感覚的な指標も含まれている。
- i) ドイツ：2002年の報告書<sup>12)</sup>で持続可能な発展のモデルが提示され、世代間の公平性、生活の質、社会結束(cohesion)、国際的責任の4分野21項目に25の指標を設定。多くの指標に2010年の数値目標を設定。独特な指標としては、健康面の満足度の指標がある。
- j) ルクセンブルグ：2002年に持続可能な発展指標<sup>13)</sup>を発表(2006年に更新された模様)。社会、経済、自然の3分野それぞれに10程度、計27の指標を設定。
- k) ノルウェー：政府が2003年に専門委員会を立ち上げ、2005年に指標を取りまとめ<sup>14)</sup>。さらに2006年に見直しがされ、13分野18項目について18の指標を設定<sup>15)</sup>。

13分野は、気候変動、広域大気汚染、生物多様性、文化遺産、自然資源、有害物質、経済、消費、教育、財政、世界における貧困、労働、健康。独特な指標としては、世代会計にかかる指標がある。

- l) スウェーデン：統計局と環境庁共同で2001年に報告書<sup>16)</sup>を公表。持続性に向けた方策として、効率性、貢献及び公平性、適応性、将来世代のための価値と資源という4分野に30の指標を設定。その後、政府と統計局により、健康、持続可能な生産と消費パターン、経済開発、社会結束 (cohesion)、環境と気候、グローバルな発展の6分野について87の指標を策定 (うち12がヘッドライン指標)<sup>17)</sup>。独特な指標としては、孤独の指標やメディアの信頼度の指標がある。また、栄養状態の指標があるが、栄養不足ではなく、肥満の指標である点が先進国らしい。
- m) スイス：スイスの統計局、環境局、国土開発局が共同でMONETという指標群を開発<sup>18)19)</sup>。持続可能な発展の定義を解釈し、社会連帯 (solidarity)、環境責任、経済効率の3分野それぞれに持続可能性の仮説を設定。例えば、「再生資源の消費はその再生量よりも小さくなければならない」、「人間生活の尊厳は貧困からの解放を必要とする」といった仮説であり、20項目に45の仮説がある。そして、それらを計測する指標を選定している (仮説と指標は多対多の対応関係になっており、計163の指標)。さらに2005年には主要17指標の現状を示した簡易報告書<sup>20)</sup>を、2006年にはエコロジカルフットプリントの適用を検討した報告書<sup>21)</sup>を作成。生活の満足といった主観的・感覚的な指標があるのが特徴的。
- n) 米国：省庁間をまたぐ指標ワーキンググループが1998年に経済、環境、社会の3分野の40指標を40以上の候補から選定。3分野それぞれにPSRの枠組みを基に作成した指標の枠組みを用い、長期的な資産 (endowment) と負債、過程 (process)、現状 (current results) という3つの項目を設定している。2001年には、1998年に用いた持続可能な発展指標の枠組みを用いて39の指標を再選定<sup>22)</sup>。指標の数では、経済指標が減り、社会指標が増えている。独特な指標としては、十代の妊娠、片親世帯で生活する子供の指標がある。
- o) 英国：1996年に最初の持続可能な発展指標を策定<sup>23)</sup>。1999年にQuality of life countsという指標群に改定<sup>24)</sup>

し、同年の持続可能な発展に向けた戦略で進捗等の把握に用いられた。経済、コミュニティ、環境と資源の管理、正確な情報伝達・注意喚起 (sending the right signal)、国際協力の5大分野に18分野を設定し、15のヘッドライン指標と132の個別指標を設定。2004年には同指標群をさらに改定<sup>25)</sup> (データの修正と指標のサブカテゴリの見直しがされた)。In your pocketという年度報告書では、そのうちの主な指標の状況が報告されている (2006年版では14項目の69指標)<sup>26)</sup>。数多い指標の中には独特な指標が含まれており、食品中の残留農薬や十代の妊娠、地域コミュニティの精神、社会排除 (social exclusion)、消費者情報、多国間協定の実施、持続可能な発展に対する意識といった指標がある。

- p) アイルランド：2002年の報告書<sup>27)</sup>でNational progress indicatorsを提示。変化への対応、情報社会の発展と利用、経済の包括 (inclusion)、社会の包括、生涯学習、地域発展、国際協力、環境保全と管理の8分野について18指標を設定。その他に背景指標 (background indicators)として12の副指標も設定。
- q) チェコ共和国：2004年の持続可能な発展に向けた戦略報告書<sup>28)</sup>では、経済、環境、社会、研究・開発・教育、国際、ガバナンスの6分野についての24指標を提示。
- r) フランス：2003年6月の「持続可能な発展のための国家戦略」を契機に、各省間作業部会が発足して、2004年に持続可能な発展指標報告書<sup>29)</sup>をとりまとめた。経済、環境、社会と衛生の3大分野に12の中分類を設け、45指標と15のサブ指標を設定。
- s) ニュージーランド：統計局から2002年に出された報告書<sup>30)</sup>では、人口変化、環境と生態系の復元力、経済成長とイノベーション、人々のスキルと知識、生活水準と健康、消費と資源利用、社会結束 (cohesion) の7分野について40の指標を提示。
- t) 台湾<sup>31)</sup>：全域と都市部の指標があり、前者はPSR枠組みに基づいて社会 pressure、経済 pressure、環境質 state、資源・生態系 state、制度 response の5つの集約指標を設定。後者は単一の集約指標。集約指標はいずれも6～7の個別指数を集約。
- u) 香港：経済、自然資源、生物多様性、余暇と文化的活況、環境の質、モビリティの6分野について27の指標を提示<sup>32)</sup>。

- v) タイ：国家経済社会開発局がタイ環境研究所とケナン研究所が2003年から実施する指標開発を支援し、2005年の第2期報告書<sup>39)</sup>にて、37の指標が提示された。指標は環境、経済、社会の3大分野からなる。
- w) メキシコ<sup>40)</sup>：経済、環境、社会、制度の4大分野にアジェンダ21の27の章を割り当てて、それに見合う61の指標と設定。指標は、PSR フレームをもとに3種類の指標に分類されている。
- x) ラテンアメリカ<sup>41)</sup>：国連の地域オフィスが作成。生物多様性、水資源管理、脆弱性・居住・持続可能な都市、社会問題（健康問題、不平等、貧困を含む）、経済問題、制度の6大分野に25の中分野を設け、38のガイド目標を設定。厳密には指標ではないが、指標と同様に何を着目して、どのような軸で状態を把握するかが明示されており、レビューに含めた。
- y) 東アジア：東南アジア地域での持続可能な発展指標の研究プロジェクトをとりまとめた資料<sup>42)</sup>に記載されている指標。社会、環境、経済、制度の4大分野に19の中分野と小分野を設定し、71の指標を選定。PSR フレームをもとに、PSR とその組合せから6種類に指標が分類されている。
- z) UNDG：国連開発グループにより2002年に策定されたミレニアム開発目標を進捗状況をモニタリングする指標として、2003年に報告書<sup>43)</sup>が出された。8つの大分野に18の分野、29の指標を設定。

### 【付録3-2】持続可能な発展指標の分類

持続可能な発展に関係する指標には、性格の異なるいくつかの指標群がある。以下は、それらを分類・整理したものである。本研究では、これらすべてを「持続可能な発展指標」として位置づけて、検討・考察を行った。

#### I. 持続可能性そのものを計測する指標

- a. 持続的であるかが分かる指標（持続可能性指標）
- b. 持続的でないことが分かる指標（非持続可能性指標）
- c. 持続的であるかは分からないが安定性が高まっているかが分かる指標（例：多様性など。「安定性指標」）

#### II. 持続可能性を達成するうえで重要なものにかかる指標

- a. 影響度の大きい要因の状態を示す指標（達成要因指標）
- b. そのような要因を高める状態にあるかを示す指標（促進力指標）

#### III. 持続可能性を損なう可能性があるものにかかる指標

- a. 影響度の大きい要因の状態を示す指標（阻害要因指標）
- b. そのような要因に対抗できる状態にあるかを示す指標（「抵抗力指標」。脆弱性指標を含む。）

なお、これらの指標計測が難しい等の理由がある場合に、代理指標が利用されることが考えられる。その意味では、代理指標も一つの種類と理解できるが、上記の分類とは異なる次元での分類であるため上記の分類には含めなかった。

### 【付録3-3】研究者・NGO 地域等による国レベルの持続可能な発展指標

研究者・地域等が作成した国レベルの持続可能な発展指標の特徴を簡潔に述べる。以下では、指標を3種類に分けて、説明する。

- (1) 従来の経済指標である GDP 等に、環境の状態や社会人間的価値等、通常の GDP では捕捉されていない価値を付加して新たな指標を作成するタイプのもの
  - ① Redefining Progress<sup>39)</sup>：エコロジカルフットプリントと、Genuine Progress Indicator (GPI) で構成されている。後者は、GDP に、経済指標に、家事労働等通常の GDP では対象外となっている項目を加えて、総合的な経済指標としたもの。すべて貨幣換算して表記する等、従来から GDP を中心に開発が進んできた「グリーン GDP」の傾向が強く出ている。
  - ② 世界銀行<sup>40)</sup>の Genuine Savings は、伝統的な国民経済計算の貯蓄の概念を「維持可能な開発」の考え方に沿って拡張するもの。環境経済統合勘定の初期に考案された手法である。貯蓄概念の拡張は、主に、(1) 地下資源など国民経済計算において資産として認識されながら、採掘による資産価値の変動がフローとしては考慮されない点の変更、(2) 経済活動による自然環境への負の影響を貨幣評価し貯蓄から

控除, (3) 教育支出を人的資本の蓄積として貯蓄・投資に加算, 等の方法によって実施される。

③ 大橋照枝氏の「人間満足度尺度 (Human Satisfaction Measure, HSM)」<sup>44)</sup>は, 社会, 経済, 環境の3つの側面を労働, 健康, 教育, ジェンダー, 環境, 所得, の6カテゴリーにバランスよく組み込んだものである。上記に示した諸外国の指標のよいところを取り込み分かりやすい指標として開発されている。

④ ISEW<sup>45)</sup> (Index of Sustainable Economic Welfare) : Herman Daly, John Cobb Jr. によって開発された指標。GDPの構成要素のうち, ヒックスの「持続可能な所得」概念に一致した要素である個人消費と純資本投資を基礎に, 所得格差の調整, 環境劣化・保全の追加, 他の社会的費用・価値の追加, を行ったものの。

⑤ IEW (Index of Economic Well-being)<sup>46)</sup> : Osberg によって開発された統合的福祉指標。消費のフローを表す「一人当たり実効的個人消費」, 資産ストックの純増加, 所得分配, 経済的安全保障, の4本柱で構成される。社会的指標の側面が強い。

(2) 複数の指標を選択し, それらをまとめて複合指標とする方法

⑥ EVI (Environmental Vulnerability Index)<sup>47)</sup> : South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC), UN Environmental Programme (UNEP) 等により開発された指標。50の指標を用いて, 国の経済社会の環境劣化による脆弱性を評価することを目的としている。

⑦ IUCN (The World Conservation Union)<sup>48)</sup> : The Wellbeing Index を開発している。88の指標が2つのサブ指数 (Human Wellbeing Index と Ecosystem Wellbeing Index) に集約されている構造となっている。前者, Human Wellbeing Index は, 人々の健康及び人口, 経済的なゆたかさ, 知識, 共同体, 公正, を示す複数の指標によって構成されている。後者, Ecosystem Wellbeing Index は, 土壌, 水, 大気, 生物種&遺伝子, 資源利用, を示す複数の指標によって構成される。すべての国を比較してランク付けすることが目的であることから, 乳幼児死亡率等途上国対応の指標も選ばれている。世界をざっと把握するのに適している。

⑧ WWF (World Wildlife Fund for Nature)<sup>49)</sup> : 人間活動が環境・資源に及ぼす影響の大きさを示す ecological footprint と, 地球の自然環境の質を示す living planet index の2つの指標を用いて, 2つの異なるタイプの環境状況を示そうとしたもの。前者はブリティッシュコロンビア大学が開発した手法で, 各国の資源や食糧の消費量とその輸出入のデータから, 国ごとに実際に消費している分を土地の広さで示した指数。他の指標と比べて環境保全の側面が強く, 人間・社会の幸福感の代表性に弱い。

⑨ WEF (World Economic Forum)<sup>48)</sup> : イェール大学 (YCELP) と, コロンビア大学 (CIESIN), との共同プロジェクトにて, ESI (Environmental Security Indicator) を開発した。ここでは, 68の指標が, 以下の5つの構成要素に分類されている構成となっている。

(a) 環境システム (大気質, 水質, 水量, 生物多様性, 土壌)

(b) 環境ストレスの減少 (大気汚染減少, 水ストレスの減少, 生態系ストレスの減少, 廃棄物及び消費圧力の削減, 人口増加率の削減)

(c) 人間の脆弱性の減少 (基礎人間持続力, 環境の健全性)

(d) 社会・制度的能力 (科学技術, 議論する能力, 規制, 民間部門の公的責任, 環境情報, 環境効率性, 公共選択によるゆがみの減少)

(e) グローバルな管理 (国際約束, 地球規模の基金への拠出・参加, 国際的公共物の保護)

⑩ Japan for Sustainability (JFS) は, 我が国有数の環境保護団体であるが, JFSが開発したJFS Indexという指標<sup>49)</sup>では, 環境, 経済, 社会, 個人の4要素それぞれに, 容量・資源, 世代間公正, 地域間公正, 多様性, 意思とつながり, の5項目を代表する指標を多数選択し, それを総合化して指数化 (得点) している。まず最初に目指すべき日本の将来像を描いてからその理想像への達成度でインデックス化しているという点で, 他の多くの指標研究には見られないユニークな方法を採用しているといえる。

(3) その他

⑪ Friends of the Earth<sup>50)</sup> : Happy Planet Index (HPI) を開発。HPI = (幸福度 × 平均寿命) / エコロジカルフットプリント と定義している。指標名は注目を

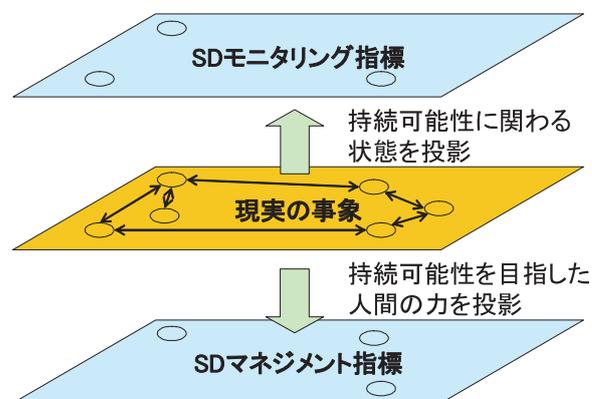
引くが、使われている指標には独自性がない。「幸福度」という主観をアンケート調査等で調べる必要がある。

- ⑫ IISD (International Institute for Sustainable Development)<sup>50)</sup>：国際交渉関連では最大の情報量を誇る環境保護団体。国連 CSD の指標開発作業の事務局として資料を作業しており、世界各国の指標関連の情報を compendium という形でリストを作成している。独自の指標開発はしていない。

【付録 3-4】 提示する持続可能な発展指標の枠組みにおける「制度」の扱い

本研究では、「制度」は持続可能な発展に向けた人・地域・国のケイパビリティを表すものだと考える。環境指標においては、PSR (Pressure-State-Response) フレームワークや類似のフレームワークがあるが、ここでいう Response が持続可能な発展という「制度」に相当するという理解である。この「制度」に関わる指標を「持続可能な発展マネジメント指標」(略して「SD マネジメント指標」<sup>6)</sup>)と呼ぶこととすると、この指標は、【付録 3-2】で述べた IIb の促進力指標と IIIb の抵抗力指標に含まれることになる。ただし、自然環境の抵抗力は、人・地域・国といった人間社会のケイパビリティではないので、SD マネジメント指標には含まれない。そして、SD マネジメント指標以外の持続可能な発展指標

を「持続可能な発展モニタリング指標」(略して「SD モニタリング指標」)と呼ぶこととする。このように指標を整理すると、付図 5 のように持続可能な発展指標を整理することができる。



付図 5 2種類の持続可能な発展指標

指標は、そもそも現実の事象をある指標空間に投影するものであり、投影の仕方によって投影・捨象される事象が異なる。付図 5 のように考えた場合には、持続可能な発展指標は、2種類の指標群が同一の分野・領域について提示されることになる。つまり、「制度」を表す指標群は「環境」、「経済」、「社会」といった分野ごとに指標が提示されることとなり、図 17, 18 に示した分野・領域(付図 5 のオレンジ色で示した領域に相当する)と同じ平面上に考慮する必要はないこととなる。

16 SD は Sustainable Development を表す。

### 【付録3-5】 専門家ワークショップ

以下の2点を目的として、各分野から有識者・専門家を12人招聘し、計6回のワークショップを開催した。

(ア)持続可能な社会を構成する各分野において、どのような点が持続可能性の上で重要であるかを確認する（付図5でいう指標に投影する元の事象を的確に

把握・認識する）。

(イ)NIES 持続可能性指標に採用できる指標もしくは方法論を理解する（付図5でいう指標空間への投影の仕方を理解する）。

ワークショップの招聘者・テーマ等を付表4に示す。

付表4 ワークショップの開催概要

第1回	日時	平成20年6月17日（火）14時～17時
	テーマ	「住環境・モビリティ・まちづくり」
	講演者	浅見泰司氏（東京大学空間情報科学研究センター副センター長） 松橋啓介氏（国立環境研究所社会環境システム研究領域主任研究員）
第2回	日時	平成20年7月23日（火）14時～17時
	テーマ	「社会面の持続可能性～福祉社会・分野横断のビジョン～」
	講演者	広井良典氏（千葉大学法経学部教授） 城山英明氏（東京大学法学部政治学専攻教授）
第3回	日時	平成20年10月21日（火）14時～17時
	テーマ	「天然資源の持続的利用と心理面の時間展望」
	講演者	白石則彦氏（東京大学大学院農学生命科学研究科教授） 玄田有史氏（東京大学社会科学研究所教授）
第4回	日時	平成20年11月14日（金）14時～17時
	テーマ	「自然・生態系の持続可能性」
	講演者	松田裕之氏（横浜国立大学大学院環境情報研究院教授） 佐竹暁子氏（北海道大学大学院環境科学院特任助教）
第5回	日時	平成20年12月18日（木）14時～17時
	テーマ	「人と健康の持続可能性」
	講演者	小川直宏氏（日本大学大学院総合科学研究科教授） 高野健人氏（東京医科歯科大学教授）
第6回	日時	平成21年1月16日（金）14時～17時
	テーマ	「持続可能な社会における財政とライフスタイル」
	講演者	土居丈朗氏（慶應義塾大学経済学部准教授（現教授）） ピーター D. ピーダーセン氏（イースクエア代表取締役社長）

## 【参考文献】

- 1) United Nations, the Commission on Sustainable Development (2001) Indicators of Sustainable Development: Guidelines and methodologies.
- 2) United Nations, the Commission on Sustainable Development (2007) Indicators of Sustainable Development: Guidelines and methodologies, 3<sup>rd</sup> edition.
- 3) Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2006) Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible.
- 4) Department of the Environment and Heritage of Australia (2002) Are We Sustaining Australia? Report Against Headline Sustainability Indicators.
- 5) Australian Bureau of Statistics (2006) Measures of Australia's Progress 2006.
- 6) Federal Government of Austria (2002) The Austrian Strategy for Sustainable Development.
- 7) Ministry of Environment of Austria (2006) Auf dem Weg zu einem Nachhaltigen Österreich.
- 8) Task Force développement durable, Bureau deferal du Plan of Belgium (2005) Tableau d'indicateurs de développement durable.
- 9) National Roundtable on the Environment and the Economy of Canada (2003) Environment and Sustainable Development Indicators for Canada.
- 10) Danish Environment Protection Agency (2002) Denmark's National Strategy for Sustainable Development: a Shared Future - Balanced Development, Indicator report.
- 11) Finnish Environment Institute (2006) Sustainable Development Indicators 2006.
- 12) Federal Government of Germany (2002) Perspectives for Germany - Our Strategy for Sustainable Development.
- 13) Ministry of the Environment of Luxembourg (2002) Indicateurs de Développement Durable pour le Luxembourg.
- 14) The expert committee on sustainable development of Norway (2005) Simple signals in a complex world - Is Norway Sustainable?
- 15) Ministry of finance of Norway (2006) Indicators for sustainable development 2006 - Future challenges for Norway.
- 16) Ministry of the Environment, Statistics Sweden (2001) Sustainable Development Indicators for Sweden.
- 17) Swedish government (2005) Strategic challenges, A further elaboration of the Swedish strategy for sustainable development, Government communication 2005 / 06 : 126.
- 18) Swiss Federal Statistical Office (2004) Monitoring Sustainable Development.
- 19) Swiss Federal Statistical Office (2004) Sustainable development in Switzerland, Indicators and comments.
- 20) Swiss Federal Statistical Office (2005) Sustainable Development: A Brief Guide.
- 21) Swiss Federal Statistical Office (2006) Switzerland's ecological footprint, A contribution to the sustainability debate.
- 22) Interagency Working Group on Sustainable Development Indicators of USA (2001) Sustainable Development in the United States: An Experimental Set of Indicators.
- 23) UK government (1996) Indicators of Sustainable Development for the United Kingdom.
- 24) UK government (1999) Quality of life counts.
- 25) UK government (2004) Quality of life counts - 2004 update.
- 26) Defra and National Statistics of UK (2006) Sustainable Development Indicators in your pocket 2006.
- 27) National economic and social council of Ireland (2002) National progress indicators for sustainable economic, social and environment development.
- 28) Czech republic (2004) The Czech Republic Strategy for Sustainable Development (draft).
- 29) Ministère de l'écologie (2004) Indicateurs nationaux du développement durable: lesquels retenir.
- 30) Statistics New Zealand (2002) Monitoring progress towards a sustainable New Zealand.
- 31) Council for economic Planning Development of

- Taiwan (2002) Sustainable Development Indicators System. (<http://www.cepd.gov.tw/sustainable-development/eng/main.htm>), Accessed on 26.7.2007.
- 32) Council for sustainable development (2005) Briefing on the Sustainability Assessment System.
- 33) NESDB (National Economic and Social Development Board) (2005) Project report, The Development of Thailand's Sustainable Development Index Project: Phase II.
- 34) El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Instituto Nacional de Ecología (INE), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) (2000) Indicadores de Desarrollo Sustentable en México.
- 35) United Nations Environment Programme Regional Office for Latin America and the Caribbean (2002) Latin American and Caribbean Initiative for Sustainable Development.
- 36) Nguyen Hoang Tri (2003) INITIATING AND TESTING THE PROPOSED SET OF NATIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICATORS (SDI), SARCS project 91/01/SDI Sustainable Development Indicators for Southeast Asia, 2002-2003.
- 37) United Nations Development Group (2003) Indicators for Monitoring the Millennium Development Goals.
- 38) 竹本和彦, 森口祐一 (1998) 「持続可能な発展」という概念, 内藤正明, 加藤三郎編, 持続可能な社会システム, 岩波書店, 87-126.
- 39) Redefining Progress (2009) URL: [http://www.rprogress.org/sustainability\\_indicators/genuine\\_progress\\_indicator.htm](http://www.rprogress.org/sustainability_indicators/genuine_progress_indicator.htm).
- 40) World Bank (1997) Expanding the Measure of Wealth: Indicators of Environmentally Sustainable Development, The World Bank, 123 p.
- 41) 大橋照枝 (2005) 「満足社会」をデザインする第3のモノサシ「持続可能な日本」へのシナリオ, ダイヤモンド社, 206 p.
- 42) Ohashi T. (2007) Human satisfaction measure version 4 and its policy implications, Stockholm Journal of East Asian Studies, 17, 121-131.
- 43) Daly H., Cobb J. (1994) For the Common Good: Redirecting the Economy toward Community, the Environment, and a Sustainable Future, Second Edition, Boston: Beacon Press.
- 44) Osberg L. (2002) "An Index of Economic Well-being for Selected OECD Countries," "Review of Income and Wealth, 48-3: 291-316."
- 45) SOPAC and UNEP (2009) Environmental Vulnerability Index (EVI) <http://www.vulnerabilityindex.net/>
- 46) Prescott-Allen R. (2001) The Wellbeing of Nations: A Country-by-Country Index of Quality of Life and the Environment, The Island Press, 342 p.
- 47) World Wildlife Fund for Nature (WWF) (2008) Living Planet Report 2008, URL [http://www.panda.org/about\\_our\\_earth/all\\_publications/living\\_planet\\_report/](http://www.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/)
- 48) Esty D., Cornelius P. eds. (2002) Environmental Performance Measurement: The Global Report 2001-2002, Oxford University Press, 266 p.
- 49) Japan For Sustainability (2009) JFS Index, URL <http://www.japanfs.org/ja/>
- 50) Friends of the Earth (FOE) (2009) Happy Planet Index (HPI) <http://www.happyplanetindex.org/>
- 51) International Institute for Sustainable Development (IISD) (2009) URL: <http://www.iisd.org/measure/compendium/>
- 52) Sustainable Seattle (1998) Indicators of Sustainable Community 1998. (reprinted in 2004) URL: <http://www.sustainableseattle.org/>
- 53) Bell S., Morse S. (2008) Sustainability Indicators, measuring the immeasurable?, 2<sup>nd</sup> edition, Earthscan, 81-84.
- 54) 中口毅博 (2005) 持続可能な地域づくりのための持続可能性指標の作成動向～環太平洋地域と日本の事例～, RP レビュー, 16 (1), 15-20.
- 55) 社団法人中国地方総合研究センター (2003) 環境評価ツール (CSA) を活用した, 循環型地域づくりの可能性.
- 56) 牧野松代 (2003) 「持続可能な発展」概念と指標開発の国際的動向, 商大論集, 54 (5), 153-618.
- 57) Pearce D., Hamilton K., Atkinson G. (1996)

- Measuring sustainable development: progress on indicators, *Environment and Development Economics*, 1, 85-101.
- 58) Parris T.M., Kates R.W. (2003) Characterizing and measuring sustainable development, *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 28, 559-586.
- 59) Sands P. (2003) *International Environmental Law*, 2nd ed., Cambridge University Press.
- 60) 高村ゆかり (1998) 国際環境条約の遵守に対する国際コントロール, 一橋論叢, 119 (1), 67-82.
- 61) 遠井朗子 (1999) 多数国間条約の遵守, 阪大法學, 49 (2), 125-154.
- 62) Brown Weiss, E. (1993) *International Environmental Law: Contemporary Issues and the Emergence of a New World Order*, *Georgetown Law Journal*, 81 (3), 675-710.
- 63) Bradnee Chambers, W. (2008) *Interlinkages and the Effectiveness of Multilateral Environmental Agreements*, UNU Press.
- 64) 久保田泉, 石井 敦, 松本泰子, 大久保彩子 (2006) 環境問題間の相互連関に関する政策研究の動向と展望, 環境経済・政策学会年報, 11, 163-178.
- 65) 亀山康子, 久保田泉 (2007) 気候変動枠組条約第2条の究極目的の位置づけに関する一考察, 環境経済・政策学会2007年大会報告要旨集, 254-255.
- 66) McGlade J. (2007) Forword: finding the right indicators for policy making. In Hak T., moldan B., Dahl A.L. eds. *Sustainability Indicators – A Scientific Assessment*. SCOPE 67, Island press, xvii-xxi.
- 67) Hezri A.A., Hasan M.N. (2004) Management framework for sustainable development indicators in the State of Selangor, Malaysia, *Ecological Indicators*, 4, 287-304.
- 68) Boulanger P.-M. (2007) Political uses of social indicators: overview and application to sustainable development indicators, *Int. J. Sustainable Development*, 10 (1-2), 14-32.
- 69) Levett R. (1998) Sustainability indicators — integrating quality of life and environmental protection, *J.R. Statist. Soc. A*, 161 (3), 291-302.
- 70) Wang R., Paulussen J. (2007) Sustainability assessment indicators: development and practice in China, In Hak T., moldan B., Dahl A.L. eds., *Sustainability Indicators – A Scientific Assessment*, SCOPE 67, Island press, Chapter 20, 329-341.
- 71) Spangenberg J.H. (2007) The institutional dimension of sustainable development, In Hak T., moldan B., Dahl A.L. eds., *Sustainability Indicators – A Scientific Assessment*, SCOPE 67, Island press, Chapter 7, 107-124.
- 72) The world conference on science (1999) Declaration of science and the use of scientific knowledge, Adopted on 1 July 1999.
- 73) Segnestam L. (2002) Indicators of environment and sustainable development - theories and practical experience. *Environmental Economics Series*, Paper No. 89, The World Bank Environmental department, Appendix C.
- 74) Mitchell G. (1996) Problems and fundamentals of sustainable development indicators, *Sustainable Development*, 4, 1-11.
- 75) Rey-Valette et al. (2007) A multicriteria participation-based methodology for selecting sustainable development indicators: an incentive tool for concerted decision making beyond the diagnosis framework, *Int. J. Sustainable Development*, 10 (1-2), 122-138.
- 76) Sustainable measures – Indicators of sustainability. (<http://sustainablemeasures.com/Indicators/index.html>, accessed in December 2007.)
- 77) Kates R.W., Clark C., Corell R. et al. (2001) *Sustainability Science*, *Science*, 292, 641-642.
- 78) 福島武彦 (2006) 持続可能性 (Sustainability) の要件, 環境科学会誌, 19 (5), 415-424.
- 79) 玄田有史 (2006) 希望学, 中公新書ラクレ
- 80) 浅見泰司 (2001) 住環境, 東京大学出版会
- 81) Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. (横浜国立大学21世紀 COE 翻訳委員会による和訳書あり)
- 82) 生物多様性総合評価検討委員会, 平成20年度第3

- 回資料, 2008年2月17日 (<http://www.biodic.go.jp/biodiversity/jbo/20-3/mat1-3.pdf>)
- 83) 岩田正美 (2007) 現代の貧困. ちくま新書, 82 p.
- 84) WHO (2004) The World Health Report 2004.
- 85) Stiglitz J.E., Sen A., Fitoussi J.-P. (2009) Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress.

[資 料]

## I 研究の組織と研究課題の構成

### 1 研究の組織

#### [A 研究担当者]

社会環境システム研究領域

環境経済・政策研究室	原沢 英夫（平成 18, 19 年度）
	日引 聡
	久保田 泉
交通・都市環境研究室	松橋 啓介
統合評価研究室	増井 利彦
	肱岡 靖明
	金森 有子

地球環境研究センター

温暖化対策評価研究室	甲斐沼 美紀子
	亀山 康子
	藤野 純一
	花岡 達也
温暖化リスク評価研究室	高橋 潔
循環型社会・廃棄物研究センター	
	森口 祐一
循環型社会システム研究室	橋本 征二
循環技術システム研究室	田崎 智宏

### 2 研究課題と担当者（五十音順）

#### (1) ビジョン・シナリオ構築に関する研究

- ①統合評価モデルを用いた持続可能な社会ビジョン・シナリオの定量化に関する研究  
甲斐沼美紀子，金森有子，高橋 潔，花岡達也，肱岡靖明，増井利彦，（原沢英夫）
- ②国際的な相互依存関係と国レベルの環境問題に関するビジョン・シナリオ研究  
久保田泉，日引 聡
- ③インタビュー手法による持続可能な社会のビジョン・シナリオ構築に関する研究  
藤野純一，松橋啓介

#### (2) 持続可能な発展にかかる指標研究

亀山康子，久保田泉，田崎智宏，橋本征二，松橋啓介，森口祐一

## II 研究成果発表一覧

### 1 誌上発表

発表者・(刊年)・題目・掲載誌・巻(号)・頁

Arimura T.H., Hibiki A., Johnstone N. (2007) An empirical study of environmental R&D: what encourages facilities to be environmentally innovative?, In: Environmental Policy and Corporate Behaviour (Johnstone N. ed., Edward Elgar Publ., 278p.), 142-173

藤野純一 (2008) 自然に憧れられる日本, 日本エネルギー学会誌, 87(2), 155-155

浜中裕徳, 久保田泉 (2009) マラケシュ合意後・浜中裕徳編, 京都議定書をめぐる国際交渉 - COP3以降の交渉経緯, 慶応義塾大学出版会, 197-231

日引 聡 (2008) 貿易の自由化は環境負荷を低減させるか?, 経済産業ジャーナル, (447), 32-33

久保田泉 (2008) 気候変動枠組条約第13回締約国会議 (COP13) および京都議定書第3回締約国会合 (CMP3) の成果と今後の展望, L&T, (39), 25-31

久保田泉 (2009) 気候変動枠組条約第14回締約国会議 (COP14) および京都議定書第4回締約国会合 (CMP4) の成果と今後の展望, L&T, (43)

前田征児, 日引 聡 (2008) 地球温暖化問題に対するサステナビリティサイエンスの研究動向 - IPCC第四次評価報告書に対する日本の貢献度から見た課題 -, 科学技術動向, (84), 10-23

Managi S., Hibiki A., Tsurumi T. (2008) Does Trade Liberalization Raise Environmental Quality?, DP for Research Institute of Economy, Trade and Industry

Managi S., Hibiki A. Tsurumi T. (2009) Does Trade Openness Improve Environmental Quality?, Journal of Environmental Economics and Management, 58(3), 346-363

増井利彦, 脇岡靖明, 金森有子, 原沢英夫 (2007) 環境シナリオ・ビジョンおよびその作成方法のレビューと2050年の社会・環境像, 第35回環境システム研究論文発表会講演集, 277-285

松橋啓介 (2006) 持続可能な交通とまちづくりの方向性, 環境研究, 141, 22-28

松橋啓介, 工藤祐揮, 森口祐一 (2007) 交通部門におけるCO<sub>2</sub>排出量の中長期的な大幅削減に向けた対策, 地球環境, 12(2), 179-189

松橋啓介 (2007) 低炭素社会に向けた交通システムの将来ビジョンの構築について, 都市計画論文集, 42(3), 889-894

松橋啓介 (2007) 日本における低炭素社会に向けた対策の検討, 交通工学, 42(6), 38-43

森口祐一, 松橋啓介 (2007) 日本の自動車を取り巻く社会情勢の将来展望, 自動車技術, 61(3), 31-36

田崎智宏, 亀山康子, 橋本征二, 森口祐一, 原沢英夫 (2007) 持続可能な発展の指標の策定状況と長期ビジョン・シナリオ研究における利用可能性, 第35回環境システム研究論文発表会講演集, 269-276

鶴見哲也, 馬奈木俊介, 日引 聡 (2007) 国際貿易と環境保護 - 浮遊粒子状物質を対象として -, 三田学会雑誌, 100(3), 109-127

鶴見哲也, 馬奈木俊介, 日引 聡 (2008) 環境クズネッツ曲線仮説の再検討, 計画行政, 31(2), 37-44

- 藤野純一 (2008) 低炭素社会に向けた挑戦 問われる日本／つくばの総合力, 第1回つくば3Eカフェ
- Hibiki A., Managi S. (2006) Dose housing market in Japan respond to the disclosure of the information on the release and transfer of chemical substances from the facility?, 3rd World Congr. Environ. Resour. Econ., Proceedings
- Hibiki A., Managi S. (2006) Environmental information provision, market valuation and firm incentives: empirical analysis in Japan, CORE 1st Conf., Program
- Hibiki A., Managi S. (2006) Environmental information provisions valuation of the market and Firm's incentive: empirical analysis of PRTRs in Japan, ISEIM 2006, Program
- Hibiki A., Managi S., Tsurumi T. (2008) Does trade liberalization raise environmental quality?, 83rd Annu. Conf. Western Econ. Assoc. Int.
- Hibiki A., Managi S., Tsurumi T. (2009) Does trade openness raise environmental quality?, 2009 Am. Econ. Assoc./Allied Soc. Sci. Assoc., Program, 275
- 日引 聡, 馬奈木俊介, 鶴見哲也 (2009) Does trade openness improve environmental quality?, 日本経済学会 2009年度春季大会, プログラム, 14
- 池上貴志, 芦名秀一, 藤野純一 (2008) GISを用いた日本地域別の太陽光・風力の経済的ポテンシャルの推計, 第27回エネルギー・資源学会研究発表会, 同講演論文集, 369-372
- Kainuma M. (2008) Case-study on greenhouse gas emissions reductions potentials in 2020 -regional and sectoral analysis-, Int. Workshop Sectoral Emiss. Reduct. Potential
- 亀山康子, 久保田泉 (2007) 気候変動枠組条約第2条の究極目的の位置づけに関する一考察 - 多国間環境協定間比較を中心に, 環境経済・政策学会 2007年大会, 同報告要旨集, 254-255
- 久保田泉 (2007) 将来枠組みに関する諸提案の分析, 第11回環境法政策学会, 同報告要旨集
- Kubota I. (2009) Adaptation in a post-2012 framework, the 4th East Asian Symposium on Environmental and Natural Resource Economics
- Managi S., Hibiki A. (2006) International Trade, Economic Growth and the Environment in North and South, International Conference, Economics of Poverty, Environment and Natural Resource Use
- 馬奈木俊介, 鶴見哲也, 日引 聡 (2006) 貿易自由化が環境へ及ぼす影響の実証研究, 環境科学会
- Managi S., Hibiki A., Tsurumi T. (2006) International Trade and the Environment: Is Trade Openness Good for the Environment?, Ninth Biennial Conference of International Society for Ecological Economics on "Ecological Sustainability and Human Well-being"
- Managi S., Hibiki A., Tsurumi T. (2007) International Trade and the Environment, Empirical Investigations in Trade and Investment Conferences
- Managi S., Hibiki A., Tsurumi T. (2009) Does Trade Openness Raise Environmental Quality?, Allied Social Science Associations
- 増井利彦, 肱岡靖明, 金森有子, 原沢英夫 (2007) 環境シナリオ・ビジョンおよびその作成方法のレビューと2050年の社会・環境像, 第35回環境システム研究論文発表会
- Masui T., Inoue T., Hanaki K., Arai S., Takeuchi K., Yoshikawa M., Matsui S., Motoki Y., Hibino G. (2009) Development of Long-term Vision of Global Sustainable Society from Viewpoints of Low-carbon, Material Cycle and Ecosystem, International Conference on Sustainability Science 2009
- Matsuda A., Hibiki A. (2006) Environmental behavior of the firm and financial market evaluation, AERNA 2006 (Span.-Port. Assoc. Natl. Resour. Environ. Econ.), Proceedins (Web)
- 松橋啓介 (2007) 脱温暖化社会に向けた交通とまちづくり - 2050年の持続可能な交通の姿を今から考えましょう -, 国立環境研究所公開シンポジウム 2007, 同予稿集
- 松橋啓介, 工藤祐揮 (2007) 2050年の脱温暖化社会実現に向けたLRTの役割, 第2回人と環境にやさしい交通をめざす全国大会, 同予稿集, 91-92

- 松橋啓介 (2007) 2050年までに日本の運輸部門CO<sub>2</sub>を約70%削減する対策について, 第1回つくば3Eフォーラム, 同予稿集, 32
- 松橋啓介 (2008) 人と交通と地域はどこに向かうのか, 第2回つくば3Eフォーラム, 同報告書, 64
- 松橋啓介 (2008) 脱温暖化社会に向けた交通とまちづくり, 環境の視点から札幌の交通を考える市民セミナー
- 松橋啓介, 小林伸治 (2008) 低炭素社会に向けた交通システムの将来ビジョンの構築について, 社団法人自動車技術会第36回次世代燃料・潤滑油委員会
- 松橋啓介, 小林伸治, 森口祐一 (2008) 低炭素社会の地域と交通の将来像の検討, 第6回環境研究機関連絡会成果発表会
- 松橋啓介, 工藤祐揮, 小林伸治, 森口祐一 (2008) 低炭素型の交通ビジョンの作成と実現に関する考察, エコデザイン2008 ジャパンシンポジウム
- 松橋啓介, 工藤祐揮, 近藤美則, 加藤秀樹, 米澤健一, 青柳みどり, 小林伸治, 森口祐一 (2008) 低炭素社会の地域と交通のイメージ, 第2回つくば3Eフォーラム, 同報告書, 173-179
- Matsuhashi K. (2008) Lifestyle in transportation sector, The 3rd workshop Japan -- U.K. Joint Research Project Abstracts
- Miyawaki K., Omori H., Hibiki A. (2006) Bayesian estimation of demand functions under block rate pricing. Recent Adv. Appl. Econ., Jpn. Stat. Soc. 75th Anniv. Symp., Program
- 宮脇幸治, 大森裕浩, 日引 聡 (2006) Bayesian estimation of demand functions under block rate pricing. 2006年度統計関連学会連合大会, プログラム
- 小野塚智大, 増井利彦, 棟居洋介 (2008) 地域を対象とした環境シナリオ定量化のためのモデル開発, 環境経済・政策学会2008年大会
- 田崎智宏, 亀山康子, 橋本征二, 森口祐一, 原沢英夫 (2007) 諸外国における持続可能な発展の指標の策定状況と今後の課題, 環境科学会2007年会, プログラム, 6-7
- Tasaki T., Kameyama Y., Hashimoto S., Moriguchi Y., Harasawa H. (2009) A review and database of national sustainable development indicators -toward the next generation of sustainable indicator system, 5th Int. Conf. Int. Soc. Ind. Ecol. (ISIE), Abstracts, 111
- Tasaki T., Kameyama Y., Hashimoto S., Matsuhashi K., Moriguchi Y., Harasawa H. (2009) National sustainable development indicators (SDI) and a national SDI database and framework, Int. Conf. Sustainability Transition, Abstracts, 123-126
- 鶴見哲也, 馬奈木俊介, 日引 聡 (2007) 環境クズネッツ曲線仮説の再検討ーノンパラメトリック手法を用いてー, 環境経済・政策学会2007年大会
- 鶴見哲也, 馬奈木俊介, 日引 聡 (2009) Effects of environmental regulation on bilateral trade flows, 日本経済学会2009年度春季大会, プログラム, 15
- 柳下正治, 早瀬隆司, 松橋啓介, 濱田志穂, 山田章博 (2007) 社会変革のためのステークホルダー会議の可能性ー持続可能な交通を事例としてー, 環境科学会2007年会シンポジウム, 同予稿集, 152-153
-

REPORT OF SPECIAL RESEARCH FROM  
THE NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES, JAPAN

国立環境研究所特別研究報告

SR-92-2009

---

平成21年12月25日発行

編 集 国立環境研究所 編集委員会

発 行 独立行政法人 国立環境研究所

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16番2

電話 029-850-2343 (ダイヤルイン)

---

印 刷 株式会社 イ セ ブ

〒305-0005 茨城県つくば市天久保2丁目11-20

Published by the National Institute for Environmental Studies

16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506 Japan

December 2009

---

無断転載を禁じます

リサイクル適性の表示：紙へリサイクル可

本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料 [A ランク] のみを用いて作製しています。