

平成 27 年度環境省総合環境政策局委託

平成 27 年度 環境経済の政策研究

第五次環境基本計画の策定に向けた各種指標の開発、指標の評価

方法等の開発、諸施策・総合的環境指標の在り方の検討

研究報告書

平成 28 年 3 月

九州大学

神戸大学

南山大学

公益財団法人 地球環境戦略研究機関



## 目次

<b>I 研究計画・成果の概要等</b> . . . . .	<b>1</b>
1. 研究の背景と目的	1
2. 3年間の研究計画及び実施方法	1
3. 3年間の研究実施体制	4
4. 本研究で目指す成果	4
5. 研究成果による環境政策への貢献	4
<b>II 平成27年度の研究計画および進捗状況と成果</b> . . . . .	<b>7</b>
1. 平成27年度の研究計画	7
2. 平成27年度の進捗状況および成果（概要）	8
3. 対外発表等の実施状況	13
4. 英文サマリー	14
5. 平成27年度の進捗状況と成果（詳細）	21
<b>【序論】第1章 持続可能な発展とその指標</b>	<b>22</b>
第1節 はじめに	22
第2節 持続可能な発展の定式化と指標の性質	23
第3節 持続可能な発展の指標	25
第4節 日本への適用にむけて	27
第5節 詳細な自然資本データの入手	30
<b>【本論】第2章 新たな持続可能性指標の国内地域への適用</b>	<b>34</b>
第1節 日本の新国富の概要	34
第2節 都道府県単位の国富指標と、自然資本の分布の特徴	35
第3節 東京都市区別の国富指標と自然資本の分布	42
第4節 水俣市の国富指標と自然資本の分布	46
<b>【本論】第3章 生活満足度アプローチ（LSA）を用いた評価</b>	<b>51</b>
第1節 はじめに	51
第2節 環境基本計画における統合的環境指標	51
第3節 客観指標を用いた環境基本計画の評価	64
第4節 主観指標を用いた環境基本計画の評価	81
<b>【結論】第4章 第4章 まとめと環境政策への貢献</b>	<b>85</b>
<b>III 今後の研究方針（課題含む）</b> . . . . .	<b>89</b>
<b>IV 添付資料</b> . . . . .	<b>91</b>

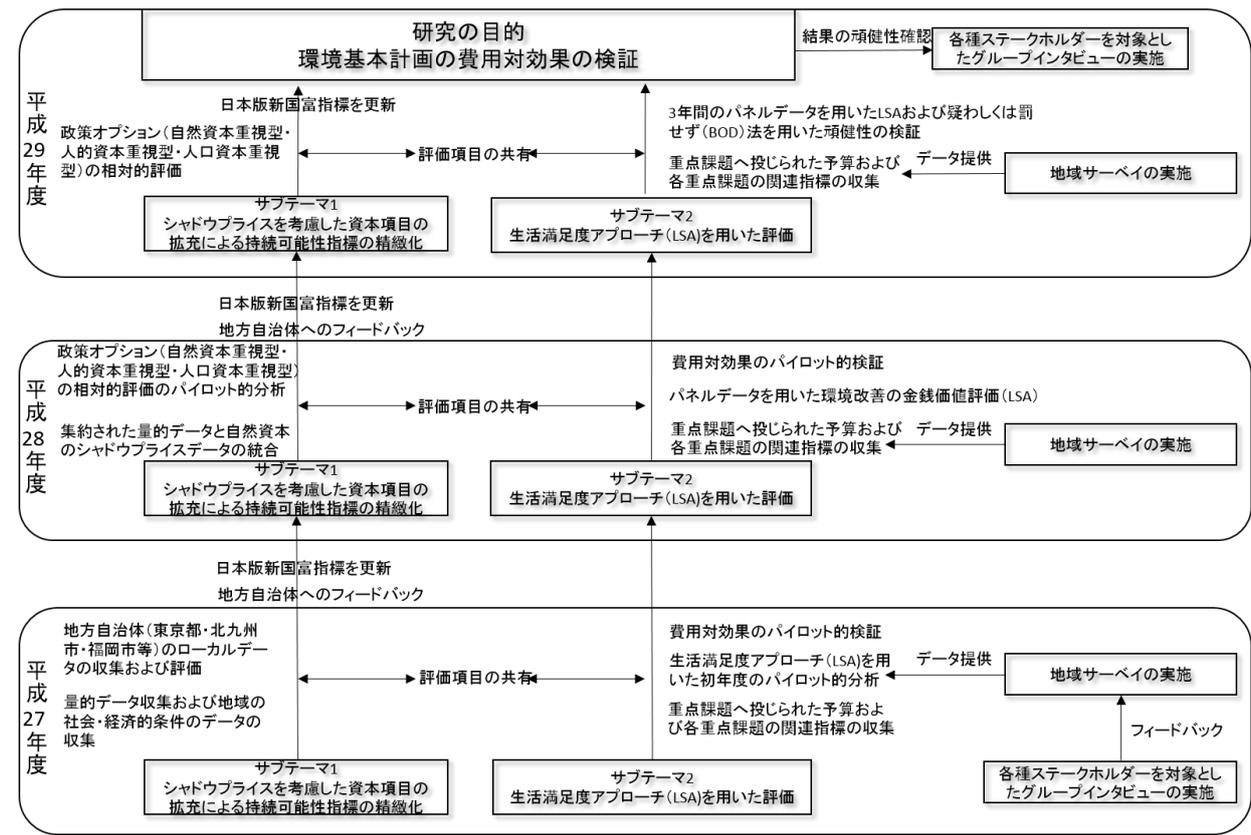
## I 研究計画・成果の概要等

# 1. 研究の背景と目的

国際連合の新興国富指標(Inclusive Wealth Index: IWI)、OECDによるより良い生活指標(Better Life Index: BLI)、世界銀行による調整純貯蓄(Adjusted Net Savings)指標・ジェニユイン・セービング(Genuine Savings: GS)などの開発に見られるように、経済学的持続可能性指標の開発が進んでいる一方で、それらは世界各国を統一的な方法・データ枠組みにおいて評価することを志向しており、指標構築においては有資源国/無資源国、発展途上国/先進国が区別されない。そのため、指標に導入される資本項目はデータ入手が難しい発展途上国に合わせて最小限となっており、また自然資本では世界的には深刻な課題である資源枯渇に焦点が当てられている。その結果、従来の持続可能性指標は粗い評価枠組みとならざるを得ず、必ずしも各国の直面する環境問題およびその対策に直接の有用性を持たない。各国の環境政策に持続性指標を利用するためには、こうした問題を解決して、政策直結型の指標に改善する必要がある。

# 2. 3年間の研究計画及び実施方法

3年間の研究全体のフローチャートは以下のとおりである。



## サブテーマ (1) 持続可能性指標に関する資本項目の拡充とシャドウプライス推定に関する研究 [実施研究機関：九州大学・神戸大学]

日本は第一次産業の割合が小さいことから、自然資本（枯渇性資源、再生可能資源）の顕著な減少は観察されない。一方で、森林の荒廃や里山・里海の破壊の問題に見られるように、日本の自然資本に関する問題は、量的枯渇ではなく質的劣化として現れてくることが多い。このように、資源が量的には一定だが質的には劣化するような状況は、従来の持続可能性では補足しきれないケースがある。日本は統計データの整備が進んでいるため、本来導入すべき重要な資本要素、たとえば生態系ストックや漁業資源ストック、土壌ストック、水資源などの要素を導入することが可能であり、こうした諸資本は環境政策立案時に重要な情報となる。こうした自然資本を中心に日本の持続可能性を議論する上で欠かせない資本項目を取り入れた持続可能性指標を構築する。ただし、日本は、枯渇性資源、再生可能資源を外国からの輸入に頼る傾向が強く、貿易フローを考慮に入れた国際的な資源枯渇の問題を考慮する必要がある。本研究は国際貿易の観点も考慮に入れることとする。

上記の目的のために、拡充すべき資本項目についての量的データの収集を行う。その際に、集計的な量的データだけでなく、日本国内での分布状況に配慮してデータを整理する。いかなる資本がいかなる地域に分布しているかを把握し、その地域の社会・経済的条件のデータと重ねあわせて、地域性を捨象しないような指標化を行う。これに、生態系評価等で入手できるシャドウプライスに関するデータを統合することによって、環境評価論からの研究知見が示唆するように地域の特徴（産業構造、所得水準、地域住民の環境意識等）によって自然資本に対する評価が異なることを許容したより適切な資本ストック計算を可能とし、地域の生活の質をより反映した精緻な指標開発を行う。これにより、量的には一定水準を保ちつつも質的劣化が急速に進んでいるようなタイプの自然資本を、環境評価論の観点からより適切に評価していくことが可能となる。

研究手法としては、森林資源量や水産資源量など上記の観点から選定された自然資本のデータについては、全国で集約された量だけを用いるのではなく、農林水産省および各地方自治体のデータを精査することによっていかなる資本がいかなる地域に分布しているかを調査しながらデータを集約していく。そうして集約された量的データについて、持続可能性指標に反映させるために自然資本のシャドウプライスに関するデータを利用しながら全国レベルで評価を行う。自然資本のシャドウプライスとしては、現在進んでいる生態系サービス評価（ミレニアムエコシステムアセスメントや TEEB、あるいは我が国でも進んでいる SEEA など）などを利用する。

具体的な評価は「①全国レベルでの評価と自然資本の拡張」および「②自治体レベルでの評価とローカルデータの整備」の両面からアプローチを行う。①に関しては、最終的には日本全体の指標を参照することができるようにし、その指標を構築するどの要素が問題含みなのかを認識できるような指標体系（新国富指標）を提供する。これにより、具体的にどの資本項目が持続可能な発展を損なっているのかを政策ターゲットとして認識することができるのと同時に、政策がどの程度持続性の回復につながるのかを評価できるようになる。こうした政策ベースの持続可能性評価をデータにもとづいて行うことで、持続可能性指標の政策利用を推進することができ、2016年の公表に向けて進んでいる新国富報告書（Inclusive Wealth Report 2016）に対して、我が国からの貢献につながることを期待される。②に関しては、都道府県・政令指定都市・市町村というように評価対象のダウンスケール化を行うことで、自治体が所有するローカルデータの活用、地理情報システムデータの活用等により自治体レベルでの評価を目指す。評価では東京都、北九州市、福岡市等の地方公共団体を対象とする。評

評価結果は各自治体に伝達することで実際の政策へのフィードバックを行う。

これらの全国および自治体の新国富指標の評価を併せ、全資本に関する横断的政策オプション(自然資本重視型・人的資本重視型・人工資本重視型)の相対的評価を行う。

最後に、研究の成果を政策担当者および一般の人々に分かりやすいものにするために、ステークホルダーとの政策対話および一般向けセミナーの開催、さらには一般向け書籍の出版を検討し、研究成果の普及に努める。

## サブテーマ (2) 生活満足度アプローチ (LSA) を用いた評価

[実施研究機関：九州大学・南山大学・IGES]

限られた資源の中で持続可能な社会を実現していくためには、より効率的な予算の配分が求められる。本サブテーマでは、このような効率性の観点から環境政策を評価する。具体的には第四次環境基本計画の第2部第1章に挙げられている重点項目を対象とする。ただしサブテーマ(1)で評価を行っている指標については評価結果の共有を行うことで評価項目の住み分けを行う。この評価を行うためには、まず政策の効果と政策にかかる費用とを比較しなければならない。われわれが行うことは次の3つにまとめられる。

第一に環境政策の重点課題へ投じられた予算、および各重点課題に関連した指標の収集である。予算は政策にかかる費用にあたる。関連指標は政策の効果を判断する材料である。政策の効果は1つの指標だけから判断できないため、複数の関連指標を収集する必要がある。県別または自治体別の指標を整備することが望ましいが、それが難しい場合は、国別データを収集することも検討する。

第二に、生活満足度アプローチ (Life Satisfaction Approach: LSA) を用いることで、個々の関連指標が改善することについての人々の支払い意思額をもとめる。そのために、地域サーベイを実施すると同時に、回答者の居住場所と地理情報システム (GIS) データとを結びつけたデータベースを構築することで、幸福関数を推計する必要がある。多くの場合、LSAの研究では単年度データにより幸福関数を推計するため、個人属性を十分に把握することができなかったが、パネルデータを構築することで、より正確に幸福関数を推計することが期待できる。そして、推計された幸福関数に基づいて、関連指標に現れる環境改善についての支払い意思額を計算する。さらに実際の関連指標の改善度合いから、個々の重点政策課題の効果を、ある一定期間に限定して金銭的に評価する。

第三に、第一と第二の結果を踏まえて、各重点課題について効率性指標 = (政策の効果/予算) を計算する。この指標は各課題に投じられた予算1円から生み出された効果を金銭的に表したものであり、この値が大きいほどより大きな効果が上がっているとみなすことができる。多年度にわたり各重点課題についてこの指標を計算し比較することで、政策の効果を時系列的に把握することができ、効率的な予算配分のあり方などについての提言へつなげることができる。地域レベル、自治体レベルのデータの入手が果たされれば、地域別の比較も行うことができ、自治体レベルで達成度の比較を行うことができる。

また、本サブテーマでは政策の効果を金銭評価するLSA法を中心に研究を進めていくが、政策の効果の代替的な計測方法として「疑わしきは罰せず (BOD: Benefit of the doubt)」法についても検討する。この手法では、指標群を直接集計することができる。そのため、個々の重点課題の関連指標群に応用することで、政策の多面的な効果を包括的に把握する「達成度」のような指標を計算することが期待できる。ただし、金銭的に評価することができないという問題があるため、当面はLSAの補完

的な方法として考えていく。得られた達成度と予算の関係を回帰分析等の統計手法を用いて明らかにすることで、LSAによる結果の頑強性について確かめることもできるはずである。分析に際しては龍谷大学の溝渕英之講師の協力を得ることとする。

なお、地域サーベイの実施に先立って、環境政策の各種ステークホルダーに対するグループインタビューを行い、ステークホルダーの所得水準、家族構成、年齢などの属性が環境政策の評価に多様性をもたらす可能性を把握する。このことによって評価の多様性を考慮に入れたアンケート設計を行う。また、3年間の研究のアウトプットの頑健性を確かめるために最終年度にもグループインタビューを行い、各種ステークホルダーの生の声との相違点を確認し、研究成果の頑健性を確かめる。研究成果を自治体の政策担当者および一般の人々に分かりやすいものにするために、ステークホルダーとの政策対話を行うだけでなく、一般向けセミナーの開催、さらには一般向けの公表の手法を検討し、研究成果の普及に努める。

### 3. 3年間の研究実施体制

[研究代表者]

馬奈木俊介 九州大学大学院 工学研究院 教授

[研究参画者]

佐藤真行 神戸大学大学院人間発達環境学研究科 准教授

鶴見哲也 南山大学 総合政策学部 准教授

蒲谷景 公益財団法人地球環境戦略研究機関 グリーン経済領域 研究員

### 4. 本研究で目指す成果

我が国固有の持続性指標を構築するためには、環境基本計画における指標について、以下の課題の検討が必要となる。

- 幅広い環境関連事項に対して包括的に指標が設定されているが、環境全体の状況を表すような統合的な指標がない。
- 代表的とされる指標の論拠が明確でなく、指標間での重要性の差異や優劣が明らかでない。
- 投じた予算に対してどの程度対象となる指標が向上したのかという費用対効果の観点が欠けている。

統合的指標と個別指標の関係性を明確にし、より優先的な指標を特定していくことは、人的・財政的資源の有効活用という観点から極めて重要である。本研究では、環境基本計画の個々の重点課題で想定されている指標群を統合し、一方で個々の課題の達成度や改善の度合いを個別のおよび統合的に把握することを目指す。さらに、達成度や改善の度合いと用いられている予算との比較を行うことで実証的に費用対効果を明らかにし、個々の指標の優先度の根拠をさらに堅固なものとすることを目指す。

第Ⅱ期環境経済の政策研究において申請者のグループは上記の研究目的を果たすための分析フレームワークを確立し、最終審査会でA評価を得た。この分析フレームワークを応用し、今は定性的にしか向上・劣化が示されていない指標について、満足度や金銭などの代替的な指標を用いて評価していくことや、基本計画に示されている環境要素間の相対的重要性を評価すること、最終的には統合的指標の形で評価を行うことが期待される。環境基本計画に載せられている環境指標について、政策評価を相対的・統合的に行うことが期待されるとともに、現在環境基本計画に載せられていない新たな指標の提案を行うことが期待される。

## 5. 研究成果による環境政策への貢献

関連行政スケジュールに照らせば、平成24年4月に閣議決定された第四次環境基本計画の年次点検において、指標等により計画の進捗状況を測定することが規定されている中、本研究の成果はそのための指標のあり方などに関し、随時インプットを行うことができるものと期待され、平成29年に予定される見直し、第五次環境基本計画の策定への貢献が期待される。環境基本計画に即した取り組みを定量的にチェックしていくことで、全体の取り組みの進捗状況に加え、個々の取り組みのチェック、あるいは地域別に経年で政策の評価を行っていくことが可能となる。国際的な議論に照らせば、現在、リオ+20プロセスにおいて持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: SDGs）が平成28年（2015年）以降のポスト・ミレニアム開発目標（Millennium Development Goals: MDGs）の文脈で議論されているところであり、本研究の成果をこれらの議論にインプットできたならば、我が国からの大きな貢献となるであろう。また、国際連合の新国富指標（Inclusive Wealth Index: IWI）の構築への貢献も期待される。

## II 研究の実施内容

## 1. 平成 27 年度の研究計画

### サブテーマ (1) 持続可能性指標に関する資本項目の拡充とシャドウプライス推定に関する研究 [実施研究機関：九州大学・神戸大学]

日本の持続可能性を表現するために不可欠な資本項目について、量的および質的重要性の観点から検討する。特に、日本が量的に多く保有する人工資本・人的資本だけでなく、質的に秀でた自然資本についての情報を、持続可能性評価指標に導入する。導入に際しては地域の社会・経済的条件のデータと重ね合わせることで、地域性を捨象しないような指標化を行う。具体的には以下の工程で実施する。整備するデータは全国共通で入手可能な全国レベルのデータに加えて、**都道府県・政令指定都市・市町村**というように**評価対象のダウンスケール化**を行うことで、自治体が所有するローカルデータの活用、地理情報システムデータの活用等により**自治体レベルでの評価を目指す**。評価では東京都、北九州市、福岡市等の地方公共団体を対象とする。評価結果は各自治体に伝達することで実際の政策へのフィードバックを行う。

9月～10月：

- ・持続可能性評価指標、地域の社会・経済的条件のデータの収集
- ・地方自治体のデータ入手（東京都：6回訪問、北九州市：5回訪問）

11月～12月：

- ・持続可能性評価指標と地域の社会・経済的条件のデータの重ね合わせによる指標化（新国富指標）
- ・地方自治体のデータを用いた自治体の持続可能性評価（新国富指標）

1月～3月：年度報告書の作成

### サブテーマ (2) 生活満足度アプローチ (LSA) を用いた評価

#### [実施研究機関：九州大学・南山大学・IGES]

様々な背景（所得層、年代等）を持つステークホルダーに環境基本計画の取組に対するインタビューを行い、ステークホルダーの考え方が個人属性によってどのように異なるのかを把握する。把握した内容を踏まえてアンケート質問票を作成し、地域サーベイを行う。ここでは、同一個人に対して年に1回、3年間で合計3回のアンケートを行うことでパネルデータ構築する。同一個人に対して複数回のアンケートを行う場合、回数を重ねるにつれて回答拒否者が増え、サンプル数が減少していくことが考えられる。このため、1年目のアンケートは3年間で最も多くのサンプルを確保し、2年目以降に備える。このサーベイにより LSA に必要となる指標の取得を行う。他方で環境基本計画の評価に必要な客観指標（GIS データ等）の取得も行う。最後にパネルデータ 1年目のデータを用いて、LSA によって環境基本計画の取組の効果の金銭価値評価を行い、他方で用いられている予算のデータの取得を行うことで、費用対効果についてパイロット的な検証を行う。地域サーベイでは個人の特徴を反映する設問を複数含めることで、単年度であっても十分に個人の固定効果を取り除くことができるような工夫を行う。具体的には以下の工程で実施する。

9月～10月：環境に関するステークホルダーへのインタビューおよび幸福度関連指標の収集（アンケートおよび GIS データの収集）、予算に関するデータの入手（環境省等）

11月～12月：生活満足度アプローチの実施、予算データの取得と費用対効果のパイロット的検証

1月～3月：年度報告書の作成

## 2. 平成 27 年度の進捗状況および成果（概要）

平成 27 年度は各サブテーマにおいて以下のような研究を実施した。

### サブテーマ（1）持続可能性指標に関する資本項目の拡充とシャドウプライス推定に関する研究

まず、本サブテーマでは、持続可能性指標をレビューし、経済学的指標の理論的バックグラウンドとなるキャピタル・アプローチの観点から日本への適用について精査し、既存指標におけるシャドウプライスの特定に関する問題点を整理した。

第一に、日本の新国富を測定する際に重要な資本が含まれているかを確認する必要がある。日本で重要な自然資本は森林と沿岸・海洋資源であると考えられるので、これらが適切に考慮されているかを確認する必要がある。特に、従来の指標は量的な変化を評価するものである点が日本への適用の問題として現れる。それは、日本のように資源を持たない国にこうした指標を適用すると、減耗する資源がないため、指標から控除する部分が存在しないためである。また、資源量が安定している場合も、控除項目として現れない。従来の指標では量的な減耗を何らかの価値に照らして評価し、指標化するのであるが、量的に安定している場合は指標に現れてこないためである。日本における森林や沿岸環境で問題となっているのは、質的劣化であるため、こうした資本の変化について捕捉する必要がある。

第二に、各資本のシャドウプライスについてである。一般に外部性を持つ対象を評価する際に市場価格を適用すると社会的価値と乖離する。これは特に自然資本のような環境財について問題となるが、これまでの指標では、基本的には市場価格に基づくレントが用いられてきたが、自然資本の多面的な機能や価値の一部であると考えられ、過小な値である。自然資本は一般的に減耗として現れるため、過小評価値を当てはめることで減耗が軽く見積もられ、これは指標が大きくなる方向に作用する。また、第一の点として指摘したように質的な劣化も本来シャドウプライスで考慮されるべきものである。そこで、日本版持続可能性指標として自然資本を評価する際には、より詳細に質的な側面も捉えていく必要がある。

第三に、各資本の国内における分布である。地域差（地域格差）は日本においても注目されている問題であり、各自治体におけるストック管理のための指標が求められる。日本全体で評価するとほぼ変動のないストック量も、例えば県レベルで見ると質的・量的変化が観察される可能性がある。これらを、人工資本や人的資本など包括的な資本ストックと合わせて評価することが求められる。

こうしたことを踏まえて、日本版の持続可能性指標としての新国富指標を構築する際の自然資本評価について研究した。今年度は日本においてもっとも重要な自然資本項目の一つである森林資源について、量的な把握ととおもに質的な把握を行った。価値データについては日本における生態勘定から得られる支払意志額（WTP）を利用した。WTP には利用価値だけでなく、非利用価値が含まれており、市場価格と社会価値の乖離を埋めるシャドウプライスとして適切であると考えられる。針葉樹/広葉樹、人工林/天然林、樹齢などを考慮して当てはめていった。また、地域の社会経済状況として世帯所得や年齢といった住民特性を踏まえた評価を通じて、地域差に着目したストック評価を行った。

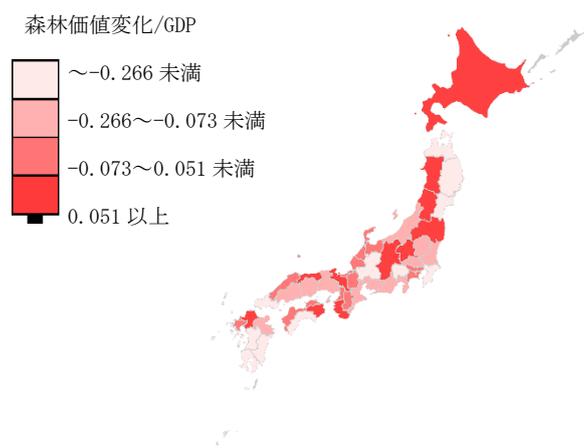


図1 平成19年から24年にかけての県内GDP比の森林価値変化

単純な比較は出来ないが、Costanza et al. (1997) では世界の生態系サービスは世界GDPのおよそ0.9倍～3倍であるとしていることを考えると、日本において生態系サービス源としての森林は極めて重要であると考えられる。このように持続可能性指標におけるシャドウプライスについて、地域差や森林の質を考えながら見てみると、県によっては無視できないほど森林変化の影響が大きいことがわかった。

また、日本国内の様々な地域レベルにおいて、優れた持続可能性指標として注目される新国富指標の作成を行い、その結果から得られる地域の持続可能性の実態を検討した。森林資源、農地資源、水産資源、鉱物資源の4項目に渡る自然資本とともに、教育と健康の価値で構成される人的資本、道路や製造施設などで構成させる人工資本を評価し、合算することで1990年から2010年までの新国富指標のデータベースを作成した。本研究の意義として、新国富指標が対象とする地域レベルとして都道府県単位を基本とするとともに、より細かい地域レベルである市区町村別の計測も試みた点が挙げられる。これにより地域の自治体ごとの指標の参照が可能になるとともに、従前、識別が困難だった地域性が新国富指標の構成や自然資本の主要構成物から定量的に把握可能になった。同時に、地域ごとに持続可能性を妨げる、または向上させる資本項目の特定が可能になったとも言えよう。具体的には以下に示すように日本全体、都道府県レベル、東京都、熊本県水俣市の新国富指標を概観した。

日本の新国富指標は1990年から2010年の平均で2613兆円である。同一期間平均の実質GDP(2000年基準)が511兆円であることから、年間の生産フローであるGDPの約5倍の富を日本は保有しているのである。その構成割合については、人的資本が最も高く約53%を占め、次いで人工資本が約43%を占め、自然資本は約4%である。さらに自然資本の中では、約70%を農地資本、森林の市場的価値が約24%を占めており、自然資本の大部分を構成している。自然資源に乏しい日本にとって人的資本の蓄積は国際的に比較優位をもたらす源泉であったが、その基盤が崩れつつあった。そのような中で自然資本が森林の市場価値と農地により増加傾向にある点は注目すべき現象であり、今後も持続可能性を向上させるためには自然資本の価値向上の有効性は無視できないと言えよう。

日本の新国富指標の地域差を概観するために都道府県単位で新国富指標を作成した結果を示した。都道府県単位での新国富指標にはかなりのばらつきがあった。東京、大阪、愛知の3大首都圏の新国富指標が最も高いことは経済規模と整合的だった。また、一人当たりの新国富指標から、都道府県全

体で見られた特徴とはかなり異なる地域の豊かさの実態が明らかになった。全国で一人当たりの新国富指標が3000万円を超えたのは6県のみであるが、3大首都圏で該当するのは愛知県だけだった。特に山口県、富山県、福井県は首都圏から離れているにもかかわらず一人当たり新国富指標が3500万近くと高く、生活の質が高いと言えよう。これらの地域の一人当たり域内総生産も確かに高い水準にあるが、首都圏よりは低いことから、域内総生産だけでは明らかにならない生活の豊かさを享受している地域であることを新国富指標は明らかにしているのである。また、自然資本を構成する資本の賦在は地域によりかなり違いがあった。そして農地の価値が50%を超える県は15県のみであり、その他の県は森林資源に依存していた。

人口集中が特徴的な都市の事例として東京都内の新国富指標を詳しく検討した。東京都の市部、特別区の新国富指標の全体的な傾向としては、2000年から2010年にかけて一貫して増加傾向にある。一人当たりの新国富指標に目を移すと、市部においては、利島村をはじめとして伊豆諸島などの離島部で高い値を示していた。これらの地域の新国富指標は内地と比べ小さかったが、それ以上に内地と比べ人口が希少なことが要因であった。他方で、一人当たりの新国富指標は増加傾向にあるものの伊豆諸島を中心に減少する傾向にあり、人口減少の負の側面が明らかになった。また、東京都市部の自然資本の価値は、東京近郊の八王子市、青梅市、そして伊豆諸島に該当する離島部で高かった。

近年指摘されるように地方都市では人口減少に直面しており、その事例として熊本県水俣市を取り上げた。水俣市の新国富指標は人工資本の増加により、1990年から2000年にかけて3650億円から4270億円へと約17%増加しているが、2000年以後ほぼ変化していない。その要因は健康資本の減少にあり、平均的な市民像が高齢化していることが新国富指標から見える問題として定量的に捉えられた。一方で、20年間の平均的な新国富指標の額は約1500万円であり、熊本県レベルの値を超えている。つまり、水俣市は個人レベルでは県平均よりも豊かになっているのである。自然資本に目を向けると、35~40%を森林資源に、60%近く農地に依存する構造になっている。増加率で言えば農地資本の方が自然資本の増加に貢献しているが、森林資源も、その豊富なストックを背景に自然資本の増加に貢献している。ただし、水俣市の東部に広がる森林地帯が人材不足などの要因で適切に管理されおらず、放置されているためエコシステムとしての機能を低下させている点も示唆された。

以上のように、新国富指標はシンプルな指標でありながら、地域の豊かさの多様性を表現するとともに、地域ごとに異なった課題を炙り出す有効な指標であった。今後さらに資本項目の充実を目指すなど課題も存在するものの、有意義な持続可能性指標として継続的な研究が望まれる。

## サブテーマ (2) 生活満足度アプローチ (LSA) を用いた評価

本サブテーマでは、政策の費用対効果を分析することを最終的な目的とし、生活満足度アプローチ (Life Satisfaction Approach: LSA) を用いて環境基本計画に関する主観的指標および客観的指標の金銭価値評価を実施した。具体的にはまず、第4次環境基本計画における統合的環境指標を精査し、アンケートを通じて、各指標の重要性に対する人々の認識を把握した。次に、このアンケート結果や環境保全費用に関する情報に基づいて、満足度を尋ねる指標項目を選定し、人々の生活満足度と合わせて再度アンケートを実施した。このようにして得られる主観的指標とともに、一方で客観的指標として活用できる環境質などの情報をオープンデータなどから収集した。これらを合わせ、最後にLSAを用いて環境基本計画に関する主観的指標および客観的指標を金銭価値により評価した。

第4次環境基本計画における統合的環境指標の精査からは、環境に関する指標の動向を把握した。要約すれば、緑地面積、循環利用率やごみの最終処分量、低公害車の保有台数、風力発電・太陽光発電の導入量は改善または上昇傾向にある一方、温室効果ガスの排出量や絶滅のおそれのある種数については改善の傾向は見られず、また、一般国民のグリーン購入実施率も依然として低水準にある。水質や大気質については指標により異なり、河川のBOD達成率は上昇傾向にあるものの、海域や湖沼のCOD達成率は横ばいであり、また、微小粒子状物質（PM2.5）の達成率は改善の兆しはあるものの依然として低水準、光化学オキシダントの基準達成率は1%未満の低水準にある。

また、プレアンケートとして各指標の重要性に対する人々の認識を尋ねた結果では、温室効果ガスの排出量、ごみの最終処分量、水質・大気質の環境基準達成率、再生可能エネルギーの導入量については、「大変重要である」「重要である」が5割を超えた。一方で、緑地面積、絶滅危惧種の割合、循環利用率、低公害車の保有台数、グリーン購入実施率、再生可能エネルギーの導入量については、「どちらともいえない」が3割を超えていた。

次に本研究では上述の指標ごとの近年の動向および人々の主観的な重要性評価および認知度、さらには環境保全経費として計上されている金額の大きさを鑑み、金銭価値評価を行う客観指標の選定および主観指標の選定を行い、それらの指標についてLSAによる金銭価値評価を行った。

客観指標については温暖化に関する指標、大気汚染に関する指標、水質汚染に関する指標、緑・生物多様性に関する指標、廃棄物に関する指標、騒音に関する指標の評価を行った。金銭価値評価の結果を表Aに示す。表Aでは各客観指標について限界変化の金銭価値とサンプル平均の金銭価値を年間所得換算で示している。限界効果については今後の環境改善が1単位当たりどの程度の金銭価値があるものなのかを示唆するものであり、サンプル平均の金銭価値については現状の環境の状況が人々に及ぼしている被害または恩恵を金銭価値の形で示唆するものといえる。温暖化に関して、二酸化炭素に関してはサンプル平均での評価より、市区町村レベルの二酸化炭素排出量が総量において全国平均で人々に1,377円の被害を及ぼしていることが示された。また、真夏日や猛暑日はそれぞれ前年比で年間日数が1日増えることに対して427円および1,165円の被害を及ぼすこと、猛暑日は現状のサンプル平均の日数で2,793円の被害を及ぼしていることが示唆された。次に、植生については面積が1ヘクタール増大するごとに30円の恩恵を得ることが示唆され、現状のサンプル平均の面積からは1,604円の恩恵を得ていることが示唆された。多様性に関しては自宅の徒歩圏で1種類増加するごとに557円の恩恵を得ること、サンプル平均では825円の恩恵を樹種数から得ていることが示唆された。廃棄物及び水質に関しては統計的に有意なパラメータが得られなかったため生活満足度への影響は観測することはできていないが、大気汚染であるPM2.5に関しては現状のサンプル平均において10,162円という大きな被害を及ぼしていることが示唆されている。この金額は他の指標と比べても大きいものであり、対策の必要性を示すものといえる。一方でOxに関してもサンプル平均において1万5千円から2万円程度の被害を及ぼしていることが示唆されており、PM2.5よりも高い被害額が示唆される結果となっている。Oxに関する対策の重要性を示唆するものといえる。最後に騒音に関してであるが、夜間の騒音がサンプル平均において24,734円と表1において最も高い被害金額が示されており、騒音対策の重要性も示唆されたことになる。以上の評価において大きな金銭価値となったものについては人々の生活満足度に大きく影響を及ぼすものであり、政策として対処をするインセンティブが存在すると考えられる。加えて、客観指標の金銭価値評価においては環境指標のサンプル平均での評価だけでなく、環境指標が1単位増大することの金額評価も示しているが、この金額と環境指標1単位

の改善を行うために必要となる予算をすり合わせることで今後の環境政策の妥当性を評価することにつながると考えられる。次に本研究では第4次環境基本計画において注目すべき指標として12の指標に焦点を絞り、それらについての主観的満足度をアンケート調査で取得、金銭価値評価を行った。加えて人々の環境配慮行動の金銭価値評価も行っている。金銭価値評価の結果を表2および表3に示す。

表1 客観指標の金銭価値評価

本研究で用いる指標	限界効果（年間世帯所得換算）	評価金額（サンプル平均） （年間世帯所得換算）
総CO2排出量（1000トン）（市区町村別）	1000トン増えること=-0.25円	-1,377円
産業部門CO2排出量（1000トン）（市区町村別）	1000トン増えること=0.45円	636円
家庭部門CO2排出量（1000トン）（市区町村別）	1000トン増えること=-1.74円	-2,055円
業務部門CO2排出量（1000トン）（市区町村別）	1000トン増えること=-0.96円	-1,760円
運輸部門CO2排出量（1000トン）（市区町村別）	1000トン増えること=-1.65円	-1,510円
旅客自動車CO2排出量（1000トン）（市区町村別）	1000トン増えること=-2.70円	-1,415円
貨物CO2排出量（1000トン）（市区町村別）	1000トン増えること=-6.45円	-1,690円
鉄道CO2排出量（1000トン）（市区町村別）	1000トン増えること=-42.45円	-2,139円
船舶CO2排出量（1000トン）（市区町村別）	1000トン増えること=-7.81円	-599円
廃棄物部門CO2排出量（1000トン）（市区町村別）	1000トン増えること=-31.67円	-2278円
真夏日：年間日数（日）	非有意	非有意
真夏日：年間日数（平年との差）（日）	1日増えること=-427円	1,908円
猛暑日：年間日数（日）	1日増えること=-416円	-2,793円
猛暑日：年間日数（平年との差）（日）	1日増えること=-1,165円	-2,774円
植生：植生面積（㎡）	100m×100m増えること=30円	1,604円
植生：植生数（種類）	1種類増えること=557円	825円
1人1日当たりごみ排出量（市区町村別）（g/day）	非有意	非有意
リサイクル率R（市区町村別）（%）（注1）	非有意	非有意
リサイクル率R'（市区町村別）（%）（注2）	非有意	非有意
BOD：日間平均値の年平均値（mg/L）	非有意	非有意
BOD：日間平均値の年最大値（mg/L）	非有意	非有意
BOD：環境基準超過日数割合（%）	非有意	非有意
PM2.5：年平均値（μg/m <sup>3</sup> ）	非有意	非有意
PM2.5：日平均値の年間98%値（μg/m <sup>3</sup> ）	1μg/m <sup>3</sup> 増えること=-259円	-10,162円
PM2.5：日平均値が35μg/m <sup>3</sup> を超えた日数割合（%）	非有意	非有意
PM2.5：11月～12月月平均値（μg/m <sup>3</sup> ）	1μg/m <sup>3</sup> 増えること=-530円	-6,809円
PM2.5：11月～12月平均値の最高値（μg/m <sup>3</sup> ）	非有意	非有意
PM2.5：11月～12月日平均値が35μg/m <sup>3</sup> を超えた日数割合（%）	1%増えること=-737円	-2,457円
Ox：昼間の1時間値の年平均値（ppm）	1ppm増えること=-628円	-20,207円
Ox：昼間の1時間値の最高値（ppm）	1ppm増えること=-156円	-17,770円
Ox：昼間の1時間最高1時間値の年平均値（ppm）	1ppm増えること=-326円	-15,116円
Ox：昼間の1時間値が0.06ppm以上の日数割合（%）	非有意	非有意
Ox：昼間の1時間値が0.06以上の時間割合（%）	非有意	非有意
騒音：昼間（dB）	非有意	非有意
騒音：夜間（dB）	1dBあたり=-393円	-24,734円

表2 金銭価値評価（主観的満足度1段階の金銭価値）

環境基本計画関連指標	平均	重要度=1	重要度=2	重要度=3	重要度=4	重要度=5
全自動車保有台数に占めるエコカーの割合	22,160円	13,244円	17,579円	21,913円	26,248円	30,583円
温室効果ガスの年間排出量	19,306円	14,917円	16,798円	18,678円	20,559円	22,440円
自宅の周囲1,500m圏内の土地に占める緑の割合	22,296円	11,574円	16,559円	21,544円	26,528円	31,513円
脊椎動物における絶滅危惧種の割合	22,187円	12,505円	17,264円	22,023円	26,782円	31,541円
自宅周辺の生き物の種類の豊富さ（種数）	26,250円	18,391円	22,504円	26,616円	30,729円	34,842円
ごみ・廃棄物の最終処分量	24,257円	19,946円	21,681円	23,416円	25,152円	26,887円
再使用・リサイクルの割合（循環利用率）	25,091円	19,636円	21,907円	24,179円	26,451円	28,722円
河川・湖沼の汚染指標（BOD）	23,489円	10,874円	16,030円	21,186円	26,342円	31,498円
PM2.5の濃度	19,062円	14,685円	16,393円	18,101円	19,809円	21,517円
光化学スモッグの指標（光化学オキシダント濃度）	21,480円	16,808円	18,657円	20,506円	22,355円	24,204円
国民のグリーン購入実施率	21,492円	13,360円	17,227円	21,095円	24,963円	28,830円
全発電量に占める再生可能エネルギー発電量の割合	21,186円	交差項が非有意				

表 3 主観的指標に関する金銭価値評価（環境配慮行動）

本研究で用いる指標	限界効果 (年間世帯所得換算)	評価金額 (サンプル平均) (年間世帯所得換算)
クールビズ・ウォームビズ	行っている=21352 円	4943 円
冷暖房の温度調整	行っている=19802 円	5485 円
公共交通の積極利用	行っている=14939 円	3502 円
自家発電システム導入	行っている=34039 円	1937 円
ごみの削減	行っている=20461 円	6269 円
エコカー・省エネ電化製品の購入	行っている=29265 円	3033 円
自然環境保全活動への参加	行っている=14934 円	229 円
ガーデニング	行っている=26727 円	3655 円

本研究ではアンケートにおいて「重要度」と「満足度」を把握することで個々人が考える 12 項目の環境指標の「主観的重要性」を考慮に入れた環境指標の金銭価値評価も提示している。分析の結果、個々人が考える重要度の水準により大きく金銭価値が異なる環境指標がある一方で、個々人の考える重要度の水準に金銭価値が影響を受けにくい指標があることが見いだされた。このことは環境指標が個々人の生活満足度に一様に影響を与えるケースと多様に影響を与えるケースが存在することを示すものであり、その帰結は環境指標により異なることが明らかになっている。重要度の差異により金銭価値評価に多様性が生じる場合には、人々の金銭価値評価を増大させるためには政策として人々の考える重要度を高めていく方策を検討することが有益となる。環境政策の予算の妥当性を高めていくためには人々がその予算を支払ってもよいと考えているかどうかを当然ながら重要であり、その点の検証材料を本研究は提供するものと考えられる。

### 3. 対外発表等の実施状況

#### <ミーティング>

- 平成 27 年 7 月 16 日（木）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：福岡
- 平成 27 年 9 月 19 日（土）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：京都大学
- 平成 27 年 9 月 20 日（日）サブテーマ 2 打合せ 於：京都
- 平成 27 年 10 月 8 日（木）サブテーマ 2 打合せ 於：名古屋
- 平成 27 年 10 月 21 日（水）サブテーマ 2 打合せ 於：名古屋
- 平成 27 年 10 月 21 日（水）サブテーマ 1・2 打合せ 於：環境省
- 平成 27 年 11 月 19 日（木）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：福岡
- 平成 27 年 12 月 18 日（木）サブテーマ 2 打合せ 於：福岡
- 平成 28 年 1 月 17 日（日）サブテーマ 2 打合せ 於：福岡
- 平成 28 年 1 月 25 日（月）サブテーマ 1 打ち合わせ 於：福岡
- 平成 28 年 2 月 3 日（水）サブテーマ 2 打合せ 於：東京

#### <論文等発表>

- 山口臨太郎、佐藤真行、籠橋一輝、大久保和宣、馬奈木俊介（2016）、「新しい富の指標計測：持続可能性計測研究の過去と未来」、『環境経済・政策研究』（査読あり）、近刊
- Sato, M. (2015), "Growth of inclusive wealth", in Managi, S. (eds.) The Economics of Green

Growth -New Indicators for Sustainable Societies, Routledge, New York, pp.122-133.

- Sato, M. (2015), "Inclusive wealth and sustainability indicators", in Managi, S. (eds.) The Economics of Green Growth -New Indicators for Sustainable Societies, Routledge, New York, pp.113-121.
- Sato, M. (2015), "Measuring Sustainable Development in Asia", in Managi, S. (eds.) The Routledge Handbook of Environmental Economics in Asia, Routledge, New York, pp.285-298.
- Sato, M., Phim, R. and Managi, S. (2015), "Sustainability indicators and the shadow price of natural capital", MPRA papers, No.62612, pp.1-23, Munich University. (Under review)
- Yamaguchi, R., Sato, M. and Ueta, K. (2016) "Measuring regional wealth and assessing sustainable development: a case study of a disaster-torn region in Japan", Social Indicators Research, forthcoming, DOI: /10.1007/s11205-015-1106-3
- Tsurumi, T. and Managi, S. (2015) "Environmental Value of Green Spaces in Japan: An Application of the Life Satisfaction Approach", Ecological Economics, 120: 1-12.
- Tsurumi, T., Mizobuchi, H., and Managi, S. (2015) "A monetary evaluation of life: Life satisfaction approach", in Managi, S. (eds.) The Economics of Green Growth -New Indicators for Sustainable Societies, Routledge, New York, pp.157-194
- Okayasu, S. and Kabaya, K. (2015) "Natural capital and ecosystem accounting", in Managi, S. (eds.), The Economics of Green Growth -New Indicators for Sustainable Societies, Routledge, New York, pp.94-110

< 学会発表 >

- Masayuki Sato, Runsinarith Phim and Shunsuke Managi, "Sustainability indicator and the shadow price of natural capital," European Association of Environmental and Resource Economists, University of Helsinki, Finland, June 26, 2015. (学会発表)
- 鶴見哲也、主観的幸福と緑 —緑の種類別金銭価値評価—、環境経済政策学会 2015 年大会、京都大学、2015 年 9 月
- 蒲谷景、計量経済モデルを用いた日本全国における土地利用の将来予測、環境経済政策学会 2015 年大会、京都大学、2015 年 9 月

#### 4. 英文サマリー

In the introductory chapter, we reviewed existing sustainability indicators from perspectives of economic analysis. We investigate the economic theoretic backgrounds and applicability to Japanese case. In the process, we identified several problems which we should improve in order to suggest more elaborated sustainability indicator.

We raised three points. First, we need to check whether the important capitals are measured in the indicator. Because forest and coastal capital stocks are important natural capital in Japan, we should care its adequate measurement. This point is related with the measurement process in existing indicator from capital approach. In the previous procedure, the amount change of each

capital is calculated by multiplying with its shadow prices. Generally, the natural capital is calculated as “depletion.” We need to be careful to directly apply this procedure into Japanese case, because Japan does not have natural resource hence have few reduction terms in natural capital. Similarly, it’s a same case when the amount of capital is stable. In the previous indicator, the change of natural capital is multiplied by some shadow price, but if the change is too small, the value change is negligible. In this sense, the qualitative degradation of forest stock and coastal environment have become problem in Japan. In Japanese sustainability indicator, such kind of qualitative degradation should be addressd.

Second point is related to shadow price of each capital. Generally, the goods with externality shows the gap of its price between market-based value and social-based value. This is the salient characteristic of the environmental goods and natural capital. In the previous indicator, the market rent has been used to value the natural capital in the inclusive wealth assessment. But it is argued that the market rent represents only a part of environmental value, hense、 it leads lower estimation of natural capital valuation. The natural capital is decudted from the inclusive wealth as the depletion, if we use the lower valuation of the natural capital will lead to the over-estimate of sustainability. In addition, related to the first point, it is needed to consider the qualitative change by the shadow price. Therefore, we need to pay more careful attention to the valuation of natural capital, considering the qualitative perspectives.

Third, we should pay attention to the national distribution of each stock. Regional difference in Japan is becoming one of the serious problems, so the individual prefectural indicator will provide informative assessment of regional sustainability for stock management in the local government. Even with the stable stock as a whole of Japan, the prefectura-level of indicator sometimes shows remarkable change. The other types of capitals, namely man-made capital and human capital, should be valued by prefectural level in the discussion of inclusive wealth inJapan.

Based on these points, we studied the natural capital valuation in the sustainability indicator. As the first year of the research project, we focused on the forest stock as an important natural capital in Japan. We collected both qualitative and quantative data. The data on the value of forestry is collected from the results of ecosystem accounting in Japan. Based on the willingness to pay toward unit value of forest, the shadow price in this study considers not only use value but also non-use value.

Further, we consider the type of forestry, i.e. conifer/ broadleaf or planted/ natural forest, and the age of forest. And we also reflect the social and economic characteristics in the forestry area, through the average income and age, etc. These consideration will contribute the stock assessment considering the regional differences.

In Chapter 2, we investigate regional sustainability at various regional levels in Japan. Our analysis is based on Inclusive Wealth Index (IWI), considered by many researchers and policymakers to provide excellent indicators of sustainability. The IWI database consists of four types of natural capital (i.e., forest, agricultural land, fishery, and minerals), two types of human

capital (i.e., education and health), and produced capital (e.g., value of roads and manufacturing facilities). We assembled these types of capital to form our database of the IWI purporting the period 1990–2010 for each region. Our analysis targeted at various regional levels: that of the nation, prefectures, regions in Tokyo, and Minamata. Among the data's implications for regional sustainability in Japan are the followings:

1. The IWI for Japan from 1990 to 2010 was JPY 2,613 trillion on average each year, which indicates that Japan's well-being during this period was generally five times as large as its GDP. By contributions to the IWI on average, human capital primarily contributed 53 percent, produced capital 43 percent, and natural capital only 4 percent. In terms of dynamic change, the foundation of the IWI shifted from human capital to produced capital. Concerning natural capital, agricultural land accounted for approximately 70 percent and forest resources 24 percent, which suggests that these two types of capital account for a large share of natural capital. Natural capital has furthermore increased thanks to increased timber and agricultural land capital. When we focus on improving Japan's sustainability, we should thus recognize the effectiveness of natural capital.
2. Regarding the IWI for each prefecture, three metropolitan areas (i.e., Tokyo, Osaka, and Aichi) showed the highest IWIs, as consistent with enormous size of their economies. By contrast, we observed various allocations of regional well-being in each region by observing the IWI per capita. Though the allocation of natural capital differs sharply in each region, more than 50 percent of natural capital in 15 prefectures depended on agricultural land, whereas in other prefectures natural capital reflected mostly timber resources.
3. The IWI for cities and special wards in Tokyo generally revealed an increasing trend from 2000 to 2010. The IWI per capita for cities in Tokyo was greater than on remote archipelagoes (e.g., To-shima in Izu Islands) possibly due to radical depopulation in those areas. The dynamic change of the IWI per capita also reveals that the IWI of the Izu Islands began to decrease, while the IWI per capita in Tokyo generally increased, meaning that depopulation on remote archipelagoes critically affects regional sustainability. However, values of natural capital in local areas in Tokyo, Hachioji, and Ōme, as well as some areas on the Izu Islands, are greater than in other urbanized areas in Tokyo.
4. The IWI in Minamata increased by roughly 17 percent from 1990 to 2000, due to incrementally larger values of produced capital, though the value did not fluctuate between 2000 and 2010. The IWI in Minamata suffered from the decline of the value of health capital. The characteristics of the IWI show that Japan's aging society has greatly affected regional sustainability. At the same time, results regarding the IWI also suggest that the ecosystem's function of the forest area prevailing in eastern Minamata is declining, because the number of people engaged in forest management has diminished.

Although the IWI reflects a simple and treatable indicator, it also reveals the diversification

of regional well-being and is thus an effective indicator that sheds light on different issues of sustainability in each region. However, since problems of the inadequacy of stock items remain, we should continue to improve the IWI in order to develop a more effective sustainable indicator.

In Chapter 3, setting the ultimate goal of the research as cost-effective evaluation of environmental policies, we evaluated the subjective and objective indicators listed in the Environment Basic Plan of Japan in monetary terms using the Life Satisfaction Approach. First of all, we scrutinized the integrated environmental indicators in the Fourth Environment Basic Plan of Japan and investigated the people's perceptions towards the importance of respective indicators through the questionnaire survey. On the basis of this pre-survey as well as information on the respective public expenditures, we selected several indicators and asked people's satisfactions with these indicators as well as overall life satisfaction. Meanwhile, environmental information we can use as objective indicators were collected from the open data sources. Combining together, we evaluated the subjective and objective indicators in monetary terms using the Life Satisfaction Approach.

More concretely, screening of the the integrated environmental indicators in the Fourth Environment Basic Plan of Japan highlighted several urgent environmental issues which have not shown improvement these days including greenhouse gases (GHGs) emissions, endangered species, water quality (especially chemical oxygen demand (COD) achievement in coastal areas and lakes/marshes), air quality (especially particle matters (PM) 2.5 and photochemical oxidant) and implementation of green purchasing by citizens. Furthermore, the questionnaire survey on the importance of respective indicators revealed that more than half of the people perceived GHGs emissions, final waste disposals, achievement of water and air quality standard and introduction of renewable energies as "extremely important" or "important".

After considering the above situation about each environmental indicator, as well as conducting a subjective evaluation of their importance, acknowledgement, and environmental protection expenses, we select objective indices and subjective indices for evaluation. We then proceed to evaluate their monetary value.

With respect to the objective indices, we evaluate indices about global warming, air pollution, water pollution, greenery and biodiversity, waste, and noise. Our estimated results show the marginal monetary values and the sample average monetary values for each objective index. Estimated marginal monetary values correspond to how much a one-unit improvement of environmental indices is worth monetarily, while monetary values of the sample average correspond to monetary values of the present situation of environmental indices.

Concerning global warming, the amount of damage by carbon dioxide emissions at the municipal level corresponds on average to ¥1,377. Comparing a hot day and an extremely hot day, the amount of damage of a one-day increase corresponds to yearly increases of ¥427 and ¥1,165, respectively, while the amount of damage of an extremely hot day corresponds on average to ¥2,793.

With regard to greenery, our result suggests that the monetary value associated with an

increase of 1 ha of greenery area corresponds to ¥30, while the monetary value of greenery area corresponds to ¥825, based on the sample average. Although we obtain statistically insignificant parameters concerning waste and water pollution, our results indicate that the amount of damage from PM2.5 concentrations corresponds to ¥10,162 on average. This is relatively high among our objective indices, and suggests that we should tackle it as a priority. With regard to Ox, our results suggest that the amount of damage from Ox corresponds to between ¥15,000 and ¥20,000 on sample average, which is higher than that of PM2.5. Finally, our result implies that the amount of damage from noise at night corresponds to ¥24,734 on average. This is the highest among objective indices, which implies that we need to deal with it as a priority.

Government has an incentive to deal with indices that have relatively high monetary values. In addition, we do not only show the monetary values based on the sample average, but also the monetary value of a one-unit increase in each environmental index. It is important to match the monetary value of a one-unit improvement to its budget to realize its improvement for the evaluation of validity of the budget.

Next, we focus our attention on 12 indices as notable indices of the fourth environmental basis plan, obtain indices of subjective satisfaction from the survey, and evaluate their monetary values. We obtain both “importance” and “satisfaction” from the survey, and then show the monetary values of subjective satisfaction of environmental indices by the level of “importance” of each. Our results suggest that some indices have diverse monetary values for different levels of “importance,” while others have monetary values with relatively small variance for each level of “importance.” This implies that there exists both the case where environmental indices have relatively similar effects on people and the case where environmental indices have relatively diverse effects on people. When the environmental index has diverse monetary values for different levels of “importance,” we need to consider how to improve people’s “importance.” We also evaluate the monetary value of pro-environmental behavior. In order to improve the validity of environmental budgeting, we need to consider how much people are willing to pay for it. Our results provide fertile ground for such an evaluation.

(和訳)

まず序論では、持続可能性指標をレビューし、経済学的指標の理論的バックグラウンドとなるキャピタル・アプローチの観点から日本への適用について精査し、既存指標におけるシャドウプライスの特定に関する問題点を整理した。

第一に、日本の新国富を測定する際に重要な資本が含まれているかを確認する必要がある。日本で重要な自然資本は森林と沿岸・海洋資源であると考えられるので、これらが適切に考慮されているかを確認する必要がある。特に、従来の指標は量的な変化を評価するものである点が日本への適用の問題として現れる。それは、日本のように資源を持たない国にこうした指標を適用すると、減耗する資源がないため、指標から控除する部分が存在しないためである。また、資源量が安定している場合も、控除項目として現れない。従来の指標では量的な減耗を何らかの価値に照らして評価し、指標化するのであるが、量的に安定している場合は指標に現れてこないためである。日本における森林や沿岸環

境で問題となっているのは、質的劣化であるため、こうした資本の変化について捕捉する必要がある。

第二に、各資本のシャドウプライスについてである。一般に外部性を持つ対象を評価する際に市場価格を適用すると社会的価値と乖離する。これは特に自然資本のような環境財について問題となるが、これまでの指標では、基本的には市場価格に基づくレントが用いられてきたが、自然資本の多面的な機能や価値の一部であると考えられ、過小な値である。自然資本は一般的に減耗として現れるため、過小評価値を当てはめることで減耗が軽く見積もられ、これは指標が大きくなる方向に作用する。また、第一の点として指摘したように質的な劣化も本来シャドウプライスで考慮されるべきものである。そこで、日本版持続可能性指標として自然資本を評価する際には、より詳細に質的な側面も捉えていく必要がある。

第三に、各資本の国内における分布である。地域差（地域格差）は日本においても注目されている問題であり、各自治体におけるストック管理のための指標が求められる。日本全体で評価するとほぼ変動のないストック量も、例えば県レベルで見ると質的・量的変化が観察される可能性がある。これらを、人工資本や人的資本など包括的な資本ストックと合わせて評価することが求められる。

こうしたことを踏まえて、日本版の持続可能性指標としての新国富指標を構築する際の自然資本評価について研究した。今年度は日本においてもっとも重要な自然資本項目の一つである森林資源について、量的な把握ととともに質的な把握を行った。価値データについては日本における生態勘定から得られる支払意志額（WTP）を利用した。WTPには利用価値だけでなく、非利用価値が含まれており、市場価格と社会価値の乖離を埋めるシャドウプライスとして適切であると考えられる。針葉樹/広葉樹、人工林/天然林、樹齢などを考慮して当てはめていった。また、地域の社会経済状況として世帯所得や年齢といった住民特性を踏まえた評価を通じて、地域差に着目したストック評価を行った。

単純な比較は出来ないが、Costanza et al. (1997) では世界の生態系サービスは世界 GDP のおよそ 0.9 倍～3 倍であるとしていることを考えると、日本において生態系サービス源としての森林は極めて重要であると考えられる。このように持続可能性指標におけるシャドウプライスについて、地域差や森林の質を考えながら見てみると、県によっては無視できないほど森林変化の影響が大きいことがわかった。

第 2 章では、日本国内の様々な地域レベルにおいて、優れた持続可能性指標として注目される新国富指標の作成を行い、その結果から得られる地域の持続可能性の実態を検討した。具体的には、森林資源、農地資源、水産資源、鉱物資源の 4 項目に渡る自然資本とともに、教育と健康の価値で構成される人的資本、道路や製造施設などで構成させる人工資本を評価し、合算することで 1990 年から 2010 年までの新国富指標のデータベースを作成した。新国富指標を用いた分析は、日本全体、都道府県レベル、東京都、熊本県水俣市を事例に行い、下記の示唆を得た。

日本の新国富指標は 1990 年から 2010 年の平均で 2613 兆円であり、GDP の約 5 倍の富を日本は保有しているのである。その構成割合については、人的資本が最も高く、次いで人工資本、自然資本は約 4% である。さらに自然資本の約 70% を農地資本、約 24% を森林の市場的価値が占めており、自然資本の大部分を構成している。時系列の変化を追うと、自然資源に乏しい日本にとって人的資本の蓄積は国際的に比較優位をもたらす源泉であったが、その基盤が崩れつつあった。そのような中で自然資本が森林の市場価値と農地により増加傾向にある点は注目すべき現象であり、今後も持続可能性を向上させるためには自然資本の価値向上の有効性は無視できないと言えよう。都道府県単位での新国富指標において、東京、大阪、愛知の 3 大首都圏の新国富指標が最も高いことは経済規模と整合的

だった。また、一人当たりの新国富指標から、都道府県全体で見られた特徴とはかなり異なる地域の豊かさの実態が明らかになった。また、自然資本を構成する資本の賦在は地域によりかなり違いがあった。そして農地の価値が50%を超える県は15県のみであり、その他の県は森林資源に依存していた。東京都の市部、特別区の新国富指標の全体的な傾向としては、2000年から2010年にかけて一貫して増加傾向にある。一人当たりの新国富指標に目を移すと、市部においては、利島村をはじめとして伊豆諸島などの離島部で高い値を示しており、内地と比べ人口が希少なことが要因だと推察された。他方で、一人当たりの新国富指標は増加傾向にあるものの伊豆諸島を中心に減少する傾向にあり、人口減少の負の側面が明らかになった。また、東京都市部の自然資本の価値は、東京近郊の八王子市、青梅市、そして伊豆諸島の離島部で高かった。熊本県水俣市の新国富指標は人工資本の増加により、1990年から2000年にかけて約17%増加しているが、2000年以後ほぼ変化していない。その要因は健康資本の減少にあり、高齢化問題の顕在が新国富指標から見える問題として捉えられた。一方で、自然資本に目を向けると、水俣市の東部に広がる森林地帯が人材不足などの要因で適切に管理されておらず、放置されているためエコシステムとしての機能を低下させている問題点が示唆された。

新国富指標はシンプルな指標でありながら、地域の豊かさの多様性を表現するとともに、地域ごとに異なった課題を抽出する有効な指標であった。資本項目の充実を目指すなど課題も存在するものの、有意義な持続可能性指標として継続的な研究が望まれる。

第3章では、政策の費用対効果を分析することを最終的な目的とし、生活満足度アプローチ（Life Satisfaction Approach: LSA）を用いて環境基本計画に関する主観的指標および客観的指標の金銭価値評価を実施した。具体的にはまず、第4次環境基本計画における統合的環境指標を精査し、アンケートを通じて、各指標の重要性に対する人々の認識を把握した。次に、このアンケート結果や環境保全費用に関する情報に基づいて、満足度を尋ねる指標項目を選定し、人々の生活満足度と合わせて再度アンケートを実施した。このようにして得られる主観的指標とともに、一方で客観的指標として活用できる環境質などの情報をオープンデータなどから収集した。これらを合わせ、最後にLSAを用いて環境基本計画に関する主観的指標および客観的指標を金銭価値により評価した。

より具体的には、第4次環境基本計画における統合的環境指標の精査からは、環境に関する指標の動向を把握した。現在改善の傾向が見られず、急務の対策が求められる項目としては、温室効果ガスの排出量や絶滅のおそれのある種数、水質（特に海域や湖沼の化学的酸素要求量（COD）達成率）、大気質（微小粒子状物質（PM2.5）や光化学オキシダント）、一般国民のグリーン購入実施率が挙げられた。また、プレアンケートとして各指標の重要性に対する人々の認識を尋ねた結果では、温室効果ガスの排出量、ごみの最終処分量、水質・大気質の環境基準達成率、再生可能エネルギーの導入量について、「大変重要である」「重要である」と回答した人の割合が5割を超えた。

次に本研究では上述の指標ごとの近年の動向および人々の主観的な重要性評価および認知度、さらには環境保全経費として計上されている金額の大きさを鑑み、金銭価値評価を行う客観指標の選定および主観指標の選定を行い、それらの指標についてLSAによる金銭価値評価を行った。

客観指標については温暖化に関する指標、大気汚染に関する指標、水質汚染に関する指標、緑・生物多様性に関する指標、廃棄物に関する指標、騒音に関する指標の評価を行った。推計結果では各客観指標について限界変化の金銭価値とサンプル平均の金銭価値を年間所得換算で示している。限界効果については今後の環境改善が1単位当たりどの程度の金銭価値があるものなのかを示唆するものであり、サンプル平均の金銭価値については現状の環境の状況が人々に及ぼしている被害または恩恵を

金銭価値の形で示唆するものといえる。温暖化に関して、二酸化炭素に関してはサンプル平均での評価より、市区町村レベルの二酸化炭素排出量が総量において全国平均で人々に 1,377 円の被害を及ぼしていることが示された。また、真夏日や猛暑日はそれぞれ前年比で年間日数が 1 日増えることに對して 427 円および 1,165 円の被害を及ぼすこと、猛暑日は現状のサンプル平均の日数で 2,793 円の被害を及ぼしていることが示唆された。次に、植生については面積が 1 ヘクタール増大するごとに 30 円の恩恵を得ることが示唆され、現状のサンプル平均の面積からは 1,604 円の恩恵を得ていることが示唆された。多様性に関しては自宅の徒歩圏で 1 種類増加するごとに 557 円の恩恵を得ること、サンプル平均では 825 円の恩恵を樹種数から得ていることが示唆された。廃棄物及び水質に関しては統計的に有意なパラメータが得られなかったため生活満足度への影響は観測することはできていないが、大気汚染である PM2.5 に関しては現状のサンプル平均において 10,162 円という大きな被害を及ぼしていることが示唆されている。この金額は他の指標と比べても大きいものであり、対策の必要性を示すものといえる。一方で Ox に対してもサンプル平均において 1 万 5 千円から 2 万円程度の被害を及ぼしていることが示唆されており、PM2.5 よりも高い被害額が示唆される結果となっている。Ox に関する対策の重要性を示唆するものといえる。最後に騒音に関してであるが、夜間の騒音がサンプル平均において 24,734 円と客観指標の中で最も高い被害金額が示されており、騒音対策の重要性も示唆されたことになる。以上の評価において大きな金銭価値となったものについては人々の生活満足度に大きく影響を及ぼすものであり、政策として対処をするインセンティブが存在すると考えられる。加えて、客観指標の金銭価値評価においては環境指標のサンプル平均での評価だけでなく、環境指標が 1 単位増大することの金額評価も示しているが、この金額と環境指標 1 単位の改善を行うために必要となる予算をすり合わせることで今後の環境政策の妥当性を評価することにつながると考えられる。

次に本研究では、第 4 次環境基本計画において注目すべき指標として 12 の指標に焦点を絞り、それらについての主観的満足度をアンケート調査で取得、金銭価値評価を行った。加えて人々の環境配慮行動の金銭価値評価も行っている。アンケートにおいて「重要度」と「満足度」を把握することで個々人が考える 12 項目の環境指標の「主観的重要性」を考慮に入れた環境指標の金銭価値評価も提示している。分析の結果、個々人が考える重要度の水準により大きく金銭価値が異なる環境指標がある一方で、個々人の考える重要度の水準に金銭価値が影響を受けにくい指標があることが見いだされた。このことは環境指標が個々人の生活満足度に一様に影響を与えるケースと多様に影響を与えるケースが存在することを示すものであり、その帰結は環境指標により異なることが明らかになっている。重要度の差異により金銭価値評価に多様性が生じる場合には、人々の金銭価値評価を増大させるためには政策として人々の考える重要度を高めていく方策を検討することが有益となる。環境政策の予算の妥当性を高めていくためには人々がその予算を支払ってもよいと考えているかどうかは当然ながら重要であり、その点の検証材料を本研究は提供するものと考えられる。

## 5. 平成 27 年度の進捗状況と成果（詳細）

次ページより詳細を記す。

## 【序論】第1章 持続可能な発展とその指標

### 第1節 はじめに

GDP 成長により人々の生活が豊かになり始めた 1970 年代になって、資源枯渇や環境破壊が顕著になってから、経済成長がいつまで続くかという議論が盛んになった。この背景には、19 世紀初頭には 10 億人程度であった人口が急速に増加し、2000 年では 75 億人まで増えたことによる資源消費と環境負荷の圧力がある。とりわけ、ローマ・クラブの『成長の限界』が鳴らした警鐘は各方面に大きな影響を与え、経済・政策学においても対応が迫られた。たとえば 1974 年には経済学分野における有力雑誌である *Review of Economic Studies* 誌で枯渇性資源と経済成長の分析に関する特集号が生まれ、Dasgupta and Heal (1974)、Solow (1974)、Smith (1974)、Koopmans (1974)、Stiglitz (1974a、1974b) など今日の持続可能性を経済学的に議論する基礎となる先駆的研究が提示された。以降、経済発展を議論する際には常に自然資源の制約を考慮しなければいけないことが共通認識となり、資源制約を明示的に踏まえた発展の枠組みが議論されるようになった。こうした流れで、発展経路の持続性や政策の通時的な評価を行う際に参照される指標群も整備されるようになった。代表的なものとして、グリーン GDP や国民純福祉 (Net National Welfare)、あるいは国民純生産 (Weitzman, 1976) などがある。いずれも、GDP という経済指標に環境影響を考慮する、端的に言えば環境負荷を GDP から差し引く形で考慮するものである。近年ではエコロジカル・フットプリントなどのように現在の経済活動や生活がどれだけの資源消費を伴っているかを表す指標などの開発も行われている。

また一方で、豊かさとは何かを問いなおす議論がある。高い GDP は必ずしも高い生活の質を意味しないことは、上述のように環境問題や資源問題といった GDP には反映されないが生活の質には影響する要因を考えれば明らかである。しかしながらしばしば GDP が豊かさの指標として参照されるために、発展の政策が人々を豊かにしないという問題が提起された。典型的な指摘がイースターリン・パラドックスと呼ばれる経済成長と幸福の乖離現象である (Easterlin 1974, 2001)。こうしたパラドックスは、GDP には反映されない様々な幸福要因、例えば格差・不平等、労働条件、人間心理、そして自然環境・居住環境の状態などによって説明される。こうして持続可能な発展の議論においては非経済的側面をも視程に入れた新たな指標が求められることになる。近年の代表的試みとして、サルコジ前フランス大統領の指示を受けて作成された報告書「*The Measurement of Economic Performance and Social Progress*」(Stiglitz et al., 2009) が挙げられる。ここでは生活の質の測定にあたって、主観的福祉 (心理学的アプローチ)、潜在能力アプローチ、厚生経済アプローチを提案しており、それぞれについて U 指数、人間開発指数 (Human Development Index)、非市場財 (活動) への支払意思額 (Willingness to Pay) といった指標を提案している。また、OECD (2013) の「よりよい暮らし指数 (Better Life Index)」や MA Board (2005) の「ミレニアム生態系評価」なども、GDP では測れていない要因を測定したとして注目を集めた主要な取り組みと位置づけることができる。

そしてこれまでの持続可能性に関する指標の到達点の一つとして、キャピタル・アプローチ (Pearce and Atkinson 1993) に見られるようなストック指標が上げられる。これは、GDP などのアウトプットのフロー指標ではなく、インプットに着目する指標である。福祉を生み出す生産基盤を測るという試みは、世界銀行の調整貯蓄 (Adjusted Net Savings) や国連大学・国連環境計画の国連富 (Inclusive Wealth Index) などの大型プロジェクトとして現在進行している。

本章では、こうした歴史的・世界的な持続可能な発展の経済学的な研究枠組みの定式化と指標化に

ついて、これまでの研究を展望しながら日本への適用について研究する。

## 第2節 持続可能な発展の定式化と指標の性質

生活の質は、主観的福祉の問題として取り扱われることも多く、ダスグプタ（2007）では、生活の質（Quality of Life）と Well-being（福祉）は同義であるとしている。そして、持続可能な発展とは福祉（あるいは生活の質）が永続的に続くことである。これは、「持続可能な発展」の定義としてもっとも引用されるのはブルントラント委員会の報告書における「将来世代が自らのニーズを満たす能力を損なうことなく、現在世代のニーズを満たすような発展」（World Commission, 1987）というもっとも頻繁に引用される定義を踏まえたものである。すなわち、ニーズを福祉と読み替えて、永続的に減らないことを持続可能性の要件としているのである。前節の議論から資源や環境の制約はもちろん、社会的な非厚生要素も含めた定義であると読めることから、非常に汎用性の高い定義であると評価される。しかしながら、抽象度が高く、政策利用などの実践的適用においてはさらなるステップが必要である。佐藤（2014）ではこの定義にふさわしい持続可能な発展の測度としての指標は、少なくとも次の2つの性質を備えるものでなければならぬことを指摘した。

1. 非経済的側面を含めることに係る指標
2. 現状の水準が将来も維持されるかという通時的側面に関わる指標

前者は、社会思想や人間心理を色濃く反映する論点であり、非常に古くからの研究がある。標準的な経済学が寄ってたつ効用理論は、表1の功利主義的幸福研究の列にまとめられているような経緯がある。古典的な考え方として、「最大多数の最大幸福」をもって社会状態の善し悪しを判断しようとするジェレミー・ベンサムが発想がある。これは人々の幸福は客観的に測ることができ、それは比較したり足し引きできたりするものであるというものである。J. S. ミルによる功利主義思想の体系化を通じて経済学にも導入され、以降効用理論あるいは厚生経済学として発展してきた。すなわち、人々の幸福を効用で測るというアプローチである。このアプローチは有力であり様々な社会現象の解明に役立てられてきた。そこには社会の流行、ライフスタイルの選択から環境問題まで幅広く適用され大きな成果をあげてきた。基本的には人々は合理的な消費によって効用を得るため、消費を適切にコントロールすることで最大効用すなわち最大幸福が達成されることになる。従って GDP という経済指標が幸福指標にもなりうると思われた。近年になって、人間の合理性や価値判断に関するバイアスや誤謬についての心理学研究が D.カーネマンらによって経済学にもたらされ、行動経済学や心理経済学として大きな注目を集めている。こうした研究は、財・サービスや資本ストックに対する価値評価の問題にも影響をあたえ、従来の効用理論の発展的修正が行われている。一方で、功利主義から一線を画して、社会状態の良さを人間の功利主義とは別に考察するアプローチがある。A. センの社会的福祉（Social Well-being）に関する議論は大きな影響を及ぼし、国連開発計画の人間開発指数（Human Development Index）は特に途上国を中心に測定結果が参照された。また、先進国においても生活水準を測って地域格差や均衡的な発展に関する議論に供された。このように、伝統的な主流派経済学においても、「何が人を幸せにするかという問いを避けてきた」（Gowdy, 2005）新厚生経済学への批判として、消費でなく福祉そのものを計測・持続するという形での問題の再定式化が行われた（Asheim,

1994、Hartwick, 1994)。この議論の流れとして、Engelbrecht (2009) は個人の福祉そのものを計測するためには2つのアプローチ、すなわち短期的な満足勘定に関連するものとして測るハッピーネスアプローチ (Hedonic well-being) と、生活の充実に由来する満足感を計測する生活満足アプローチ (Eudaimonic well-being) があり、生活満足のほうが幸福度よりも経済状態に敏感に反応することを主張した。また、Inglehart et al. (2008) は両方の合成指標が望ましいとして、主観的福祉指数 (Subjective well-being index) を提案した。

後者は、動学的変化が論点となる。これは、ある状態をどう測るかは上述のような議論に任せて、測られたものが今後どう変化するかを問題とする。経済学においては、経済成長論の分野で開発されてきた優れた理論モデルが蓄積している。前節で触れたローマ・クラブ報告書を受けての持続可能性についての経済学的理論は、経済成長論の研究蓄積を背景としている。そして、P. ダスグプタによってキャピタル・アプローチに基づく持続可能な発展論として体系化された (Dasgupta, 2004、邦訳：ダスグプタ (2007))。ここでは、功利主義的な経済モデルと福祉研究とを対比しながら、従来の研究を幅広く集約できる分析枠組みが提供されており、今日の新国富指標はこれに基づいている。新国富指標のような持続可能性指標は、1970年代に始まる Nordhaus and Tobin による「Sustainable measure of economic welfare」以来、持続可能性の測定についてのこれまでの研究では当該期福祉 (current Well-being) と持続可能性 (Sustainability) とを区別せずに研究が行われてきたという Stiglitz et al. (2010) の批判に答えるものであると評価できよう。

最後に、持続可能性を測定する指標として、一元的な単位で評価するか多面的に評価するかという論点を抑えておく。前者は単一指標と呼ばれるものであり、すべての要素が通約され、変化を端的に描写するものである。これは政策を明確に評価することができるという利点を持つ。例えば古典的な費用便益基準は、便益から費用を差し引くという金銭単位で測られた単一指標であり、政策判断において非常に明快な結論を導くことは知られている。ただし、費用と便益に関するすべての要素がその単一指標に含まれているかという問題、そしてその含め方 (ウェイトの置き方) は妥当かという問題 (すなわち、費用と便益の分配の側面は考慮されているか)、また、時間的・空間的に波及していく要素や外部性はきちんと評価されているかといった難問が常に付きまとうのである (佐藤・植田、2003)。これに対して、後者はダッシュボード型の指標群は、状態をさまざまな観点で記述していくため、状況描写として優れている。しかしながら、状況を詳しく描写しようとするほど指標群は増加していき、複雑さを増していくためかえって政策的意思決定を困難なものにする危険もある。この場合、どの指標をどの程度重視するかは政策立案者に任されることになる。日本版の持続可能性指標として複数の指標を採用する場合にも、それぞれの指標の相互関係や因果関係を分析し、闇雲に指標を集めていくのではなく秩序だった指標群に整理していくことが求められる。

表 1-1 持続可能な発展と主観的福祉の研究背景

持続可能な発展の経済研究	功利主義的幸福研究	社会的福祉研究
	1776 Bentham, A Fragment on Government "it is the greatest happiness of the greatest number that is the measure of right and wrong"	
1848 Mill, Principles of Political Economy 「停止状態(Steady State Economy)」	1863 Mill, Utilitarianism 「最大幸福を達成することを究極目的とする功利原理」	
	1899 Veblen, The theory of Leisure Class 「衡示的消費」	
	1920 Pigou, Economics of Welfare "the part of social welfare that can be brought directly or indirectly into relation with the measuring rod of money"	1935 Ogburn, Indexes of social trends and their fluctuations "movement of social indicators of the quality of life"
1960's Growth Theory	1949 Duesenberry, Income, Saving and the Theory of Consumer Behaviour 「相対所得仮説」	1954 United Nations 生活水準指標(Standard of Living)
1972 Rome club, Limits to Growth		1971 Brickman and Campbell, Hedonic Relativism and Planning the Good Society 「順応水準理論」
1970's Oil shock and Kogai		1971 Van Praag Individual Welfare Functions and Consumer Behaviour 「preference drift」
1974 Dasgupta and Heal, Solow, Stiglitz, Rev. Econ. Stud		1974 Easterlin, 1976 Schitovsky 経済成長と幸福度に関係性が見られない
2004 Dasgupta, Human Well-being and the Natural Environment(サステナビリティの経済学)	1999 Kahneman, Well-Being: The Foundations of Hedonic Psychology Well-beingとhedonismは本質的に同義である	1994 Nussbaum and Sen, The Quality of Life Well-beingはヘドニックあるいは主観的幸福以上のものを含んで構成される。HDIの作成

### 第3節 持続可能な発展の指標

前節で展望したように、経済・社会・環境のトリプルボトムラインを視野に入れながら、一方で現在の生活の質に関する社会的な価値に関する諸研究を踏まえながら、持続可能性指標の理論的根拠が開発されてきた。ところが、国立環境研究所(2009)による指標レビューにおいても指摘されているように、「持続可能性そのものを計測する指標」はほとんどなく、「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「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る。本節では、数少ない例外として富勘定(wealth accounting)として実践されている新国富指標をとりあげて持続可能性指標について議論し、その到達点と課題を示し、日本版持続可能性指標の議論へとつなげる。

新国富指標の背景にある考え方は、Arrow et al.(2003)などによってかなり明確にされ、指標論への貢献について佐藤(2014)によってまとめられている。基本的な考え方は、福祉あるいは生活の質を生み出す材料(インプット。生産的基盤(productive base)と呼ばれる)に注目し、生産的基盤が減少しているならば次第に福祉を生み出す能力が減っていくことを意味するため、そうした社会(国)は持続的ではないと判定するというものである。この生産的基盤というストック概念には、経済的な資本ストックだけでなく社会的・環境的側面を含むあらゆる資本ストックが包括される。そのためこの議論においては資本を人工資本、人的資本、自然資本などの総和であると表現することが

多い。ただし概念的に言えば、生活の質に資するすべての資本が含まれるためこの3種に限定されるわけではなく、知識資本 (Dasgupta 2004) や社会関係資本 (倉阪 2012) などその一部になりうる。こうした議論は、指標の測定範囲に関連するため、後に改めて詳説する。ここでは議論の形式的枠組みを理解するために、生産基盤は適当な資本の束 (ベクトル) として  $\mathbf{K}$  と表されるとして整理しよう。瞬時的な生活の質 (福祉) を  $U$  で表し、現在福祉  $V$  を (1) 式のように定義する。ここで  $\delta$  は社会的割引率、 $t$  は時間を表している。

$$V_t = \int_0^{\infty} U \times e^{-\delta(t-t)} dt$$

そして、福祉の源泉は生産的基盤であるため、 $\mathbf{K}$  の量およびその利用のしかた  $M$  の関数として表現され、

$$V_t = V(K_t, M, t)$$

となる。ここで各資本ストックの社会的価値  $p_K$  を社会的福祉の増分すなわちシャドウプライスとして定義すれば、

$$p_K = \frac{\partial V_t}{\partial K}$$

と書ける。(2) を全微分して整理すれば、

$$\frac{dV_t}{dt} = p_K \frac{dK_t}{dt} + \frac{\partial V_t}{\partial t}$$

となる。(4) の右辺第1項は  $t$  期における生産的基盤の変化を表しており、これが減っていなければ現在の福祉水準は将来においても持続されることになる。これが新国富指標である。

日本への適用について改善すべき点を明確にするために、より簡易的な表現をすると、新国富指標は次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{新国富指標} &= \text{人工資本の変化} + \text{人的資本の変化} + \text{自然資本の変化} \\ &= \text{人工資本の価値} \times \text{人工資本の量変化} \\ &\quad + \text{人的資本の価値} \times \text{人的資本の量変化} \\ &\quad + \text{自然資本の価値} \times \text{自然資本の両変化} \end{aligned}$$

現在、新国富指標などでは、それぞれの資本について以下の表2が考慮されている。

表 1-2 現状において計算されている資本

人工資本	生産に用いられる物的資本、インフラ資本。国民経済計算などから計測。
人的資本	教育による生産性の向上。教育支出から計測。健康による生産性や生活の質の向上。統計的生命の価値などの利用が検討されている。
自然資本	森林資源、エネルギー資源 (石炭、原油、天然ガスなど)、鉱物資源 (錫、金、鉛、亜鉛、鉄、銅、ニッケル、銀、ボーキサイト、リンなど)。

<sup>1</sup> Arrow et al. (2003) では資源配分メカニズムと呼んだ。

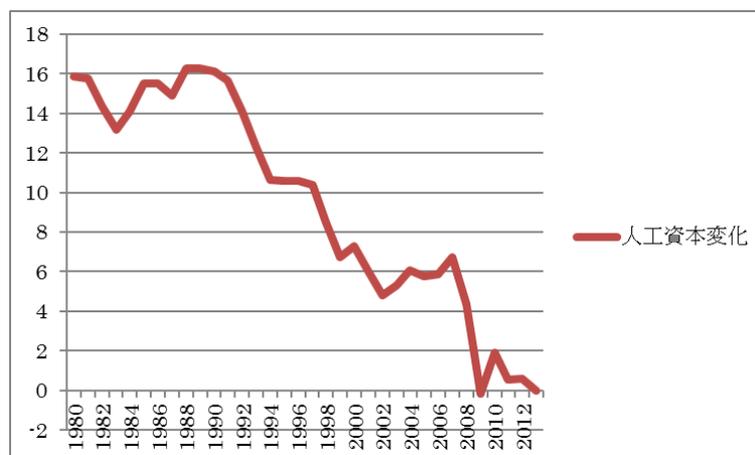
それぞれの資本の価値はシャドウプライスと呼ばれる。人的資本や自然資本の多くは、市場価格のような明示的な価格を持たないため、非市場評価法などを用いて推定する必要がある。特に外部性を持つ場合は、市場価格を用いるとその資本の重要性が過小評価される (Sato et al., 2015)。人的資本の場合は、教育投資と生涯賃金の関係や、統計的生命の価値によってシャドウプライスを推定することが試みられている。

自然資本の場合は、市場取引されているものについては比較的容易である。たとえば森林については木材価格があり、鉱物資源やエネルギー資源はそれぞれの市場における取引価格が存在している。これら市場価格から採取に係る費用を差し引いたものをレントと呼ぶ。これを賦存量に掛け合わせることで、資本ストックの貨幣換算が可能となる。実際、WDI などでは森林資源、鉱物資源、エネルギー資源についてレントを用いた貨幣換算が行われている。しかし、森林であっても多面的機能をもつ場合、より精緻に測定する必要がある。特に、生態系を始めとする経済評価が難しい対象については、特別な方法でその価値を推定する必要がある。環境の経済評価論では、この価値は支払意思額 (WTP) で推定される。WTP は個人の効用関数が基礎になっており、その資本を 1 単位増やすときに支払っても良い最高の金額を何らかの方法で聞き出すことを通じて求められる。そこで後に、自然資本の評価については生態系サービス勘定など、自然資本評価に特化したデータベースの利用などの可能性について議論する。また、近年では主観的福祉や幸福度によって評価する方法がある。福祉には効用で測られない部分 (非厚生要素) を含むため、効用に基づく評価と、福祉に基づく評価は異なるものである。すでに定義したとおり、持続可能な発展は福祉を基礎に据えて議論されている。そこで持続可能性指標の構築においては、シャドウプライスに何を採用するかという点が、福祉や生活の質をどう捉えるかという論点に結びついてくる。

## 第 4 節 日本への適用にむけて

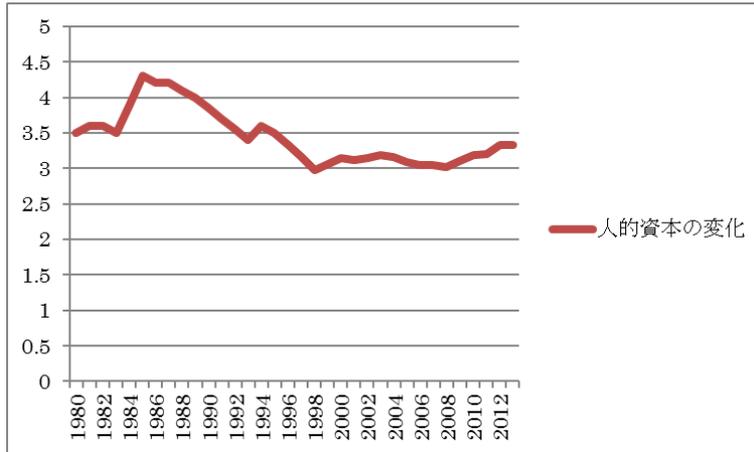
### 4.1. 日本の指標の現状

世界的に進められているキャピタル・アプローチに基づく持続可能性指標を日本に当てはめた場合、以下の様なデータが得られる。



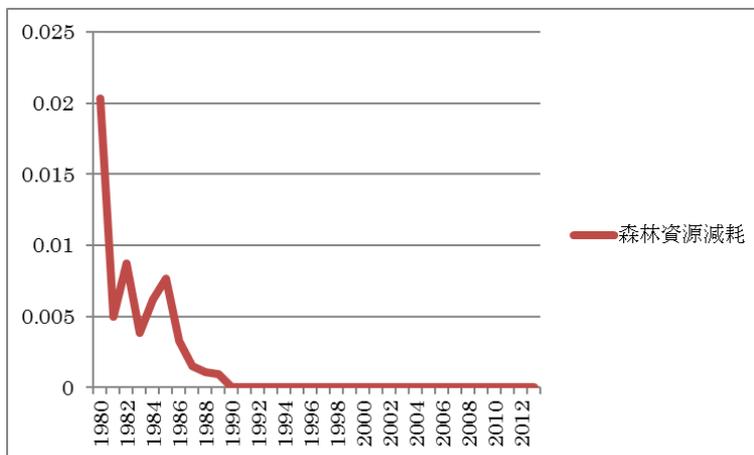
(World Bank World Development Indicators より作成)

図 1-1 日本の人工資本変化 (%GNI)



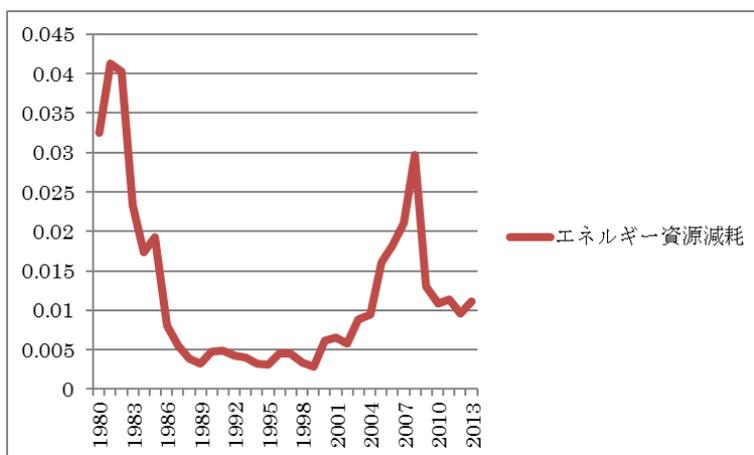
(World Bank World Development Indicators より作成)

図 1-2 人的資本の変化 (%/GNI)



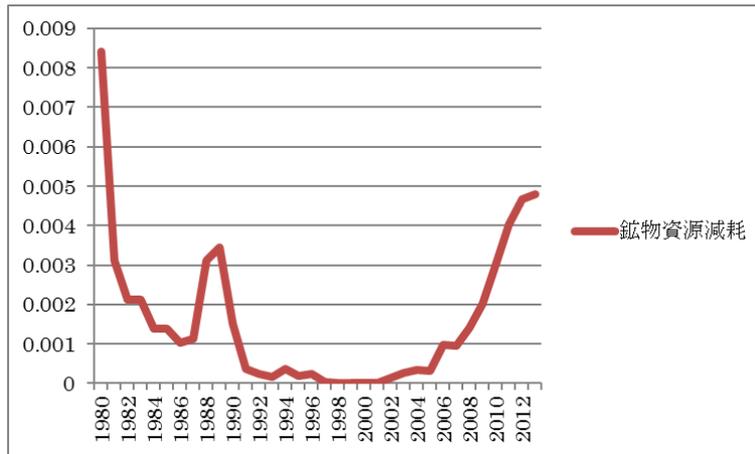
(World Bank World Development Indicators より作成)

図 1-3 自然資本（森林資源）の変化 (%/GNI)



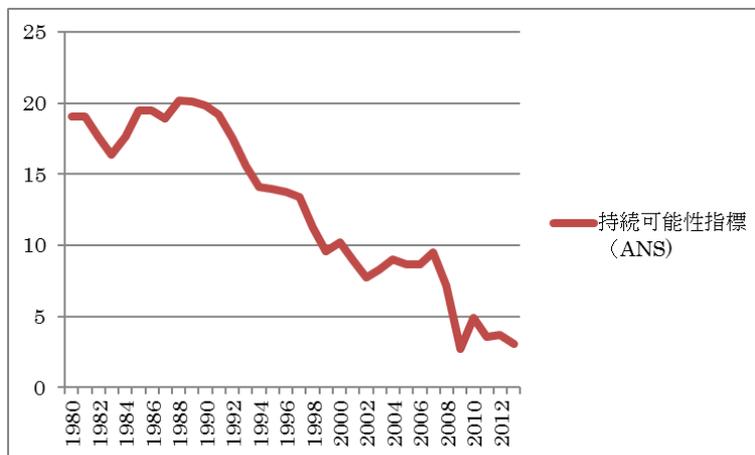
(World Bank World Development Indicators より作成)

図 1-4 自然資本（エネルギー資源）の変化 (%/GNI)



(World Bank World Development Indicators より作成)

図 1-5 自然資本（鉱物資源）の変化（%/GNI）



(World Bank World Development Indicators より作成)

図 1-6 持続可能性指標（ANS）

#### 4.2. 日本への適用の問題点と改善点

図 1-6 が示す通り、日本の持続可能性指標は減少傾向を示しているが正の値をとっている。従って、日本の発展経路は今のところ持続可能であると判断される。しかしながら、その資本別の内訳をみると、こうした指標を日本に適用する際の問題点、改善点が見えてくる。

第一に、持続可能性指標の大きな部分が、人工資本の動向に左右されている点にある。人的資本の割合も小さくはないが安定しているため、持続可能性指標が減少傾向を示している原因は経済の不調にあるとされてしまう（図 1-1）。

第二に、関連するが自然資本の影響が非常に少ない。それは、前節で見たように、この指標が減耗分を差し引くという形で定式化されているためである。日本は化石資源や鉱物資源を持たないため、そもそもそうした種類の自然資源の減耗は起こりえない国なのである。従って、自然資本の減耗として定式化されているうちの大半は、日本においてはほぼ影響のない差し引きなのである（図 1-4、1-5）。

第三に、森林資源の評価の問題である。自然資本を考慮した時に、日本にとって森林は重要な自然資本である。同時に、過去数十年にわたって日本は森林資源について極めて安定した量を保持してい

る。ここで前節の指標の定式化に注意すると、森林の評価は、「森林の価値×森林の変化（減少）量」として測定される。日本については、森林の変化量がほぼゼロであるため、森林ストック減耗もゼロであると査定される（図 1-3）。

特に第三の点は、森林の質的劣化を補足できないという問題と関連する。日本においては確かに森林の量は安定しているが、間伐の遅れに伴う樹齢の高齢化、過剰な森林密度に伴う生態系の破壊など、森林の機能が失われつつある。現状の指標は量的変化に価値を乗じるという方法をとるため、量的に安定している対象については有効性を持たないのである。

#### 4.3. 日本版持続可能性指標にむけて

前小節で指摘した日本への適用の問題に加えて、さらにもう 1 点考慮すべき改善点がある。それは地域性の考慮である。例えば、森林資源は日本全体としてみると安定しているが、もう少し細かく例えば県別でみると、森林が減少している地域と増加している地域が見られる。国単位の指標で見るとこうした地域差や資本の分布が見えてこない。そこで、日本版持続可能性指標は、県単位あるいはそれより細かい単位で資本の分布を捉え、よりきめ細かい指標の構築が求められる。

### 第 5 節 詳細な自然資本データの入手

第一次産業が次第に衰退している現状で、自然資本の価値について市場レントを用いながら評価することは、日本の自然資本の機能や性質の評価として適切でない。森林について言えば、公益的機能を始めとした非市場価値を無視することはできないため、自然資本の評価を改善することが日本版の新国富指標づくりのためには欠かせない。そこで、日本でも進んでいる生態系サービス勘定による自然資本評価を利用することが考えられる。

日本における生態系サービス勘定としては、量的なデータの集積と、価値データの推定が進められている。前節で指摘したように、日本においてキャピタル・アプローチに基づく持続可能性指標を適用するには、質的な変化を導入する必要がある。生態系サービス勘定では、現時点では森林について、樹種（針葉樹、広葉樹、人工林、天然林）、密度、樹齢といった情報が集約されているため、それらを利用して持続可能性指標を構築することができる。

第 3 節で議論したとおり、各資本のシャドウプライスは、資本の限界的増加に対する社会的価値として定式化されている。また同じく議論したとおり、社会的価値としていかなる社会思想をて寄与するかによって測度が異なってくる。ここでは、自然資本のシャドウプライスに関する情報を収集するために、もっとも研究蓄積の多い環境の経済評価論にもとづく支払意志額（WTP）に着目する。WTP は環境の変化に対して定義されるものであり、非利用価値を含めた包括的な価値を対象とする（Bateman, 2002）。WTP は消費者余剰による測定を基礎としている。費者余剰には、マーシャルの消費者余剰とヒックスの消費者余剰があるが、環境評価では一般にヒックス余剰に基づいた評価がなされる。ヒックス余剰は、変化する対象と効用水準の参照点の置き方によって 4 つに分類される（Hicks, 1943）。変化する対象が価格の場合、参照点が増加前ならば補償変分（CV; Compensating Variation）、参照点が増加後ならば等価変分（EV; Equivalent Variation）と呼ばれる。また、変化する対象が物量の場合、参照点が増加前ならば補償余剰（CS; Compensating Surplus）、参照点が増加後ならば等価余剰（ES; Equivalent Surplus）である。

自然資本評価の文脈で定式化するならば次のようになる（栗山 1998, Flores 2003）。 $p$  を自然資本以外の財の価格（ベクトル）、 $Q$  を自然資本、 $y$  を所得とし、間接効用関数を  $V(\cdot)$ 、添え字 0 を変化前、1 を変化後、とすると、

$$V(p, Q^0, Y) = V(p, Q^1, Y - CS) = U^0$$

と定義される。一般に、環境質変化  $Q^0 \rightarrow Q^1$  が「改善」である場合、 $CS$  は環境を改善させるための支払意思額（WTP; Willingness to Pay）を表す。

こうした理論的背景をもって、環境に対する支払意思額を測定する研究が環境経済学の分野で進んでおり、非利用価値を含めて測定する手法として仮想評価法（Contingent Valuation Method）などが開発されている。本研究では、CVM の一種であるペイメントカード型を利用した 2015 年のサーベイデータを通じて、自然資本としての森林資源のシャドウプライスの情報を得た。

生態系サービス評価を目指して日本における森林の価値評価（世帯あたり森林 1ha 価値）を推定する回帰分析は以下のものであった。

$$\begin{aligned} \text{WTP} = & 2897.2^{***} + 0.00014^{***} \times \text{所得（世帯あたり）} - 355.4^{***} \times \text{女性率} - 19.8^{***} \times \text{平均年齢} \\ & - 337.9^{***} \times \text{天然林率} + 694.9^{***} \times \text{広葉樹林率} - 9.47^{***} \times \text{樹齢} - 207.4^{***} \times \text{森林率} \end{aligned}$$

これを利用して、各県別の価値データを入手できる。各県ごとの樹種属性、社会属性を代入することによって、県別の 1ha あたりの森林価値が得られる（図 1-7）。この回帰式は、森林の状態や社会構造によって適用すべきシャドウプライスが異なりうることを示している。

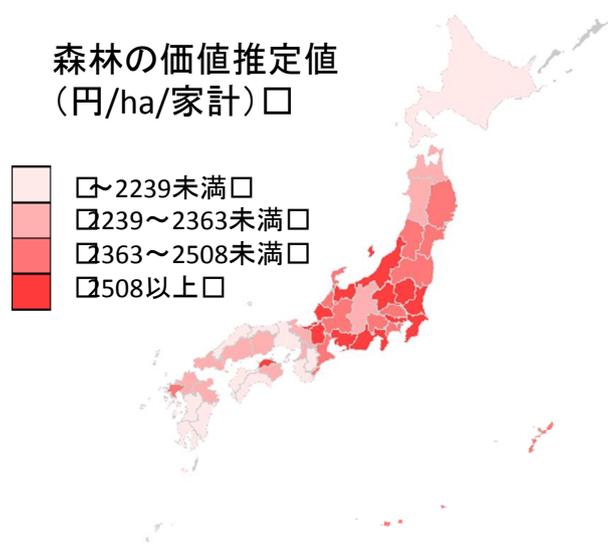


図 1-7 森林価値（原単位）の分布

一方で、森林資源の変化については、5 年間のスパンをとって比較する。ここでは平成 19 年と 24 年のデータを用いて、5 年間の森林資源のストック量の変化を評価する（図 1-8）。

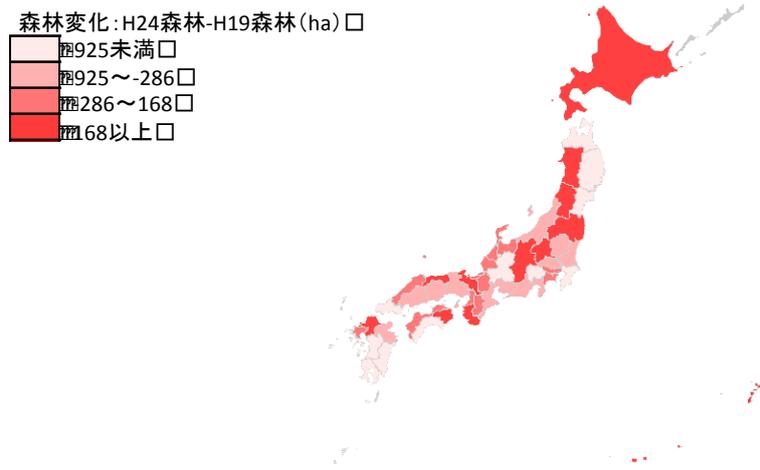


図 1-8 森林資源のストック量変化

最後に、シャドウ・プライス（原単位）を乗じることによって、県別の森林資源のストック価値変化が得られる。これを県内 GDP 比で見ると、図 1-9 となる。

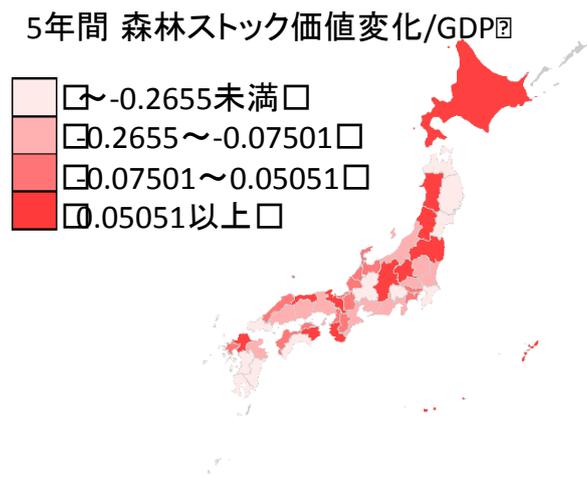


図 1-9 平成 19 年から 24 年にかけての県内 GDP 比の森林価値変化

単純な比較は出来ないが、Costanza et al. (1997) では世界の生態系サービスは世界 GDP のおよそ 0.9 倍～3 倍であるとしていることを考えると、日本において生態系サービス源としての森林は極めて重要であると考えられる。このように持続可能性指標におけるシャドウプライスについて、地域差や森林の質を考えながら見てみると、県によっては無視できないほど森林変化の影響が大きいことがわかる。

## 【本論】第2章 新たな持続可能性指標の国内地域への適用

人工資本、人的資本（人々に蓄積された教育と健康の生産的価値）だけでなく、自然資本の価値を森林、農地、水産資源、鉱物資源の4項目に渡って評価し合算することで、新国富指標のデータベース（1990年から2010年までの20年間）の作成を行った。重要な点は、新国富指標が対象とする地域レベルとして都道府県単位を基本とするとともに、より細かい地域レベルである市区町村別の計測も試みた点である。これにより地域の自治体ごとの指標の参照が可能になるとともに、従前、識別が困難だった地域性が新国富指標の構成や自然資本の主要構成物から定量的に把握可能になった。同時に、地域ごとに持続可能性を妨げる、または向上させる資本項目の特定が可能になったとも言えよう。さらに、計測方法はUNU-IHDP and UNEP（2014）、Arrow et al.（2013）に準拠しているものの、以下3点は本研究独自の貢献であり、地域の生活の質をより適切に評価することが可能となったのである。

1. 人的資本に教育資本だけではなく、健康資本を内包した点<sup>2</sup>。
2. 人的資本の地域ごとに異なるシャドープライス（資本の単位価格）を人工資本、自然資本などを考慮して計量経済学的手法（Data Envelopment Analysis）から推計した点。
3. 自然資本の計測において、農林業センサスデータを活用することでより精緻なシャドウプライスを得た点。

以下では、日本全体の新国富指標の概要を述べ、都道府県レベルで新国富指標の分布と地域性を概観する。さらに細かい地域レベルへの適用事例として、東京都各市区、熊本県水俣市の新国富指標の概要に触れる。

### 第1節 日本の新国富の概要

都道府県単位における新国富指標の相違、各資本の分布に関する目安を得るために、日本全体の新国富指標を特徴づける。日本の新国富指標は1990年から2010年の平均で2613兆円である<sup>3</sup>。同一期間平均の実質GDP（2000年基準）が511兆円であることから、年間の生産フローであるGDPの約5倍の富を日本は保有していると言えるのである。その構成割合については、人的資本が最も高く約53%を占め、次いで人工資本が約43%を占め、自然資本は約4%である。さらに自然資本の中では、約70%を農地資本、森林の市場的価値が約24%を占めており、自然資本の大部分を構成している。一見すると自然資本が新国富指標における重要性が低いように思われるが、そうとは言い切れない。実は自然資本は増加傾向にあり、今後の日本の持続可能性の向上に向けて今まで以上に注力すべき資本なのである。この点をより詳しく見るために、次に1990年から2010年にかけての新国富指標の変化を見てみよう。

日本の新国富は1990年以降一貫して増加しており、20年間で約25%増加している。前述の日本の

---

<sup>2</sup> UNU-IHDP and UNEP（2012）には含まれていたが、UNU-IHDP and UNEP（2014）（では除外されている）。

<sup>3</sup> 本研究では二酸化炭素排出による環境損失、国際貿易に伴う新国富の調整も行っており、20年間で平均して年11兆円程度の減額効果があった。

実質 GDP の増加が約 21% だったことから、日本は着実に国としての豊かさを蓄えていると言えよう。この増加の約 99% は人工資本の増加によるものである。また、新国富全体に占める割合も 35% から 48% へと大きく増加していた。他の資本について、1990 年を 100 とした 2010 年の資本価値の増減は、自然資本で 7.7% の増加、人的資本は健康資本の減少により約 0.3% の減少となっていた。自然資本の増分は、主に森林の市場価値、次いで農地の価値の増加によるものであった。最終的な自然資本の増加額を基準とすると、森林の市場価値の増加は約 124%、農地の価値増分は約 22% に相当していた。他の自然資本は減少しており、特に水産資源の減少の影響が大きかった（最終的な自然資本増分の約 45% 分が水産資源の減少に相当していた）。次に健康資本の減少について、インパクトは小さそうに見えるが、その絶対額は大きいので新国富全体に占める割合は高い。そして、その割合は 1990 年に約 59% だったが、2010 年には約 46% へと低下し、新国富指標の第一要素から転落した点は無視できないだろう。そもそも自然資源に乏しい日本にとって人的資本の蓄積は国際的に比較優位をもたらす源泉であったが、その基盤が崩れつつあるのである。そのような中で自然資本が森林の市場価値と農地により増加傾向にある点も同様に着目すべき点である。今後も持続可能性を向上させるためには自然資本の価値向上の有効性は無視できないのである。

## 第 2 節 都道府県単位の国富指標と、自然資本の分布の特徴

まず、都道府県単位での国富指標にはかなりのばらつきがある（図 2-1）。東京、大阪、愛知の 3 大首都圏の国富指標が最も高いことは経済規模と整合的である一方で、それ以外の地域の国富は一律に低いわけではなく、かなりの地域差が存在しているのである。全国で最も国富指標が低い鳥取県は約 10 兆円で、全国四位の神奈川県が約 129 兆円、そして東京都は約 318 兆円であり、都道府県レベルの地域差は 32 倍程度である。域内総生産は鳥取県の 2 兆円に対して東京都の 93 兆円であり、地域差は 46 倍程度となり、国富指標における地域差は相対的に緩やかだと言える。さらに分布に関する特徴的な点としては、本州以外の九州・四国地方の国富指標が福岡を除いて軒並み低く、本州に属する都道府県と差があることが挙げられる<sup>4</sup>。また、北海道の国富指標は全国 6 番目であり、首都圏から離れているにもかかわらず高いが、その大きな要因は自然資本の価値の高さにあることも特筆すべき点である。このような都道府県単位の国富指標の格差要因は様々であろうが、人口差による影響も大きいだろう。人口差の影響を考慮して一人当たりの国富指標を比較することで、地域単位ではなく、地域住民個人の豊かさ、つまりは生活の質を評価することが可能となる。

---

<sup>4</sup> ただし、九州地方は国富が生み出す域内総生産の生産性（域内総生産/国富指標（%）を 20 年間の平均額から得たもの）は他地方に比べ高い点で優れている。各地域で生産性が 20% を超えている都道府県数が過半数を超えているのは関東地方と九州地方だけであり、九州地方では沖縄、大分を除いて 20% を超えているのである。

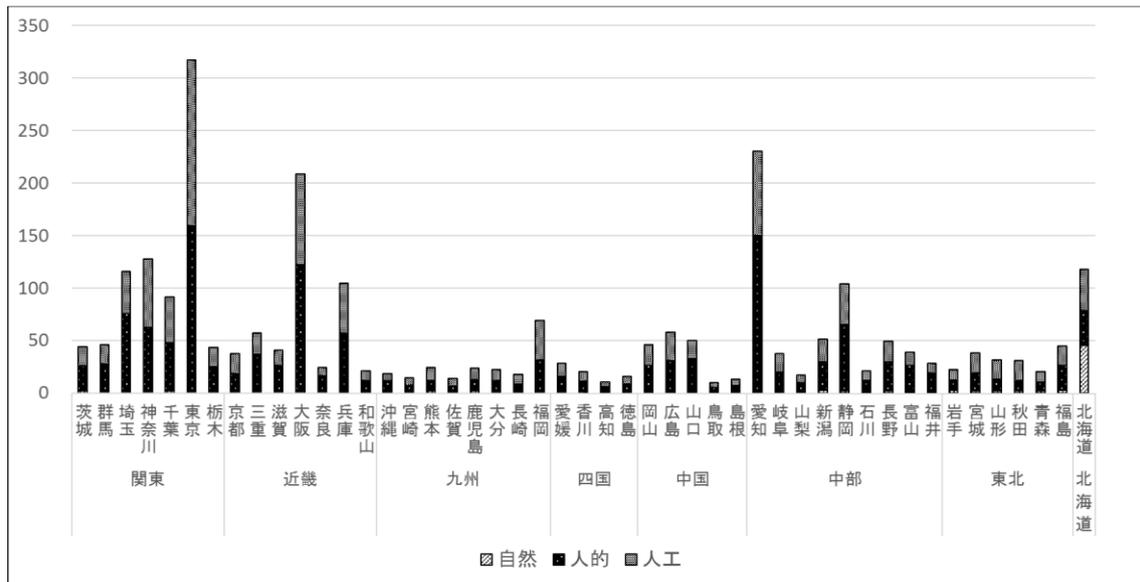


図 2-1 1990 年から 2010 年までの年間平均新国富（兆円）

一人当たりの新国富指標（図 2-2）から、都道府県全体で見られた特徴とはかなり異なる地域の豊かさの実態が明らかになった。まず、全国で一人当たりの新国富指標が 3000 万円を超えたのは 6 県のみであるが、3 大首都圏で該当するのは愛知県だけだった。特に山口県、富山県、福井県は首都圏から離れているにもかかわらず一人当たり新国富指標が 3500 万近くと高く、生活の質が高いと言える。これらの地域の一人当たり域内総生産も確かに高い水準にあるが、首都圏よりは低いことから、域内総生産だけでは明らかにならない生活の豊かさを享受している地域であることを新国富指標は明らかにしているのである。これらの地域で一人当たり新国富指標が高い理由は、人的資本にある。人的資本の絶対額が一人当たり 2000 万円を超えているとともに、その構成比が 60%を超えているのである（全国の中での上記三県と愛知県そして静岡県のみ 60%を超えている）。他方で、九州、四国地方では本州に比べると相対的に低く、その要因は主に人的資本の価値が低いことにある。ただし、長崎の約 1200 万円から香川県の約 2000 万円までに分布しており、地域全体の新国富指標よりも分布は小さかった。

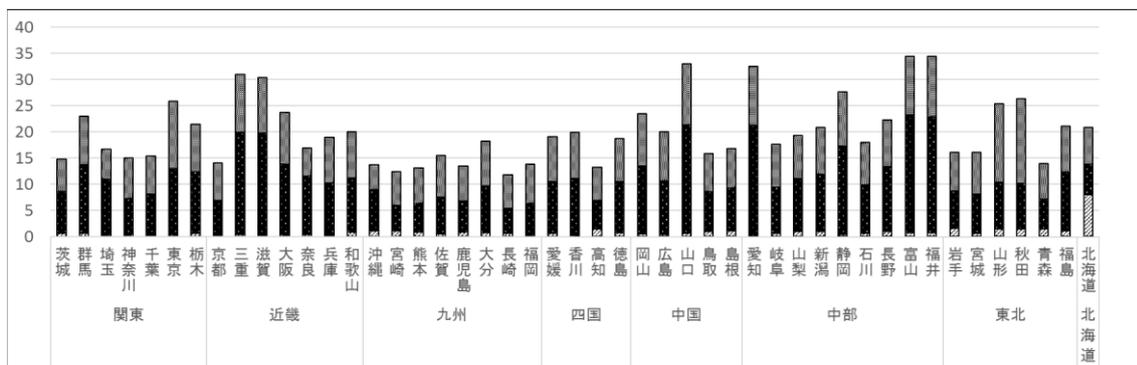


図 2-2 1990 年から 2010 年までの年間平均一人当たり新国富（百万円）

これまでは静的な新国富指標を特徴づけてきたが、次に動的な時系列変化からその分布に関する特

色を述べるとともに地域ごとの持続可能性を検討する。まず和歌山県を除く全ての都道府県において、1990年、2000年、2010年の3時点で連続的に新国富指標は増加しており、その増加量の相違は新国富指標の水準にほぼ従っている（図2-3）（和歌山県においても2000年から2010年にかけて1%程度減少しているだけで、1990年から2010年にかけて8%増加している。）。一方で、増加率はそれとは異なる地域差が存在する。九州地方の新国富指標の水準は低いものの、九州地方全県はこの20年間で25%から33%程度の増加率を示しており、全国平均値（約25%）よりも高い水準にあるのである。この20年間で持続可能性を相対的に高い比率で向上させており、地方行政の政策が一定程度成功していたと評価することができる。方や四国地方は全ての県の成長率が20%を下回っており、地方全体として持続可能性の向上に向けた取組に他の地方以上に注意を払うべきである。都道府県レベルで見ると、和歌山県、山口県の増加率が10%を下回っている点に目が向くが、以前触れたように山口県に関しては一人当たりの新国富指標は高いことから持続可能性の安定的な向上の段階にいるものと思われる。和歌山県に関しては隣接県に比べて9%以上増加率が低いことから県レベルの政策的是正が必要かもしれない。

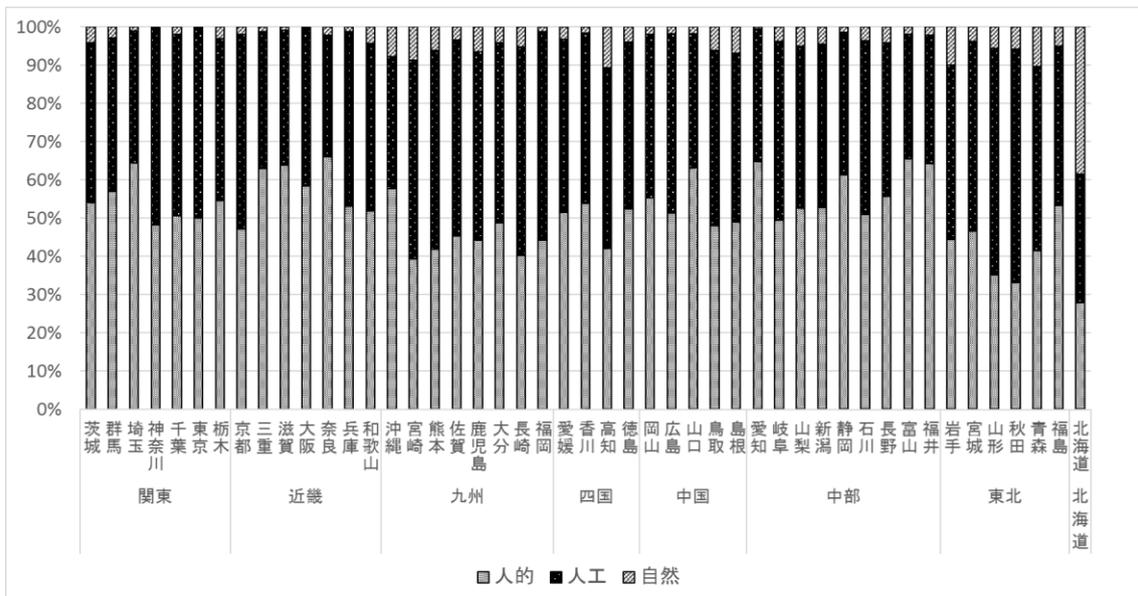


図 2-3 1990 年から 2010 年までの年間平均新国富における各資本の構成割合

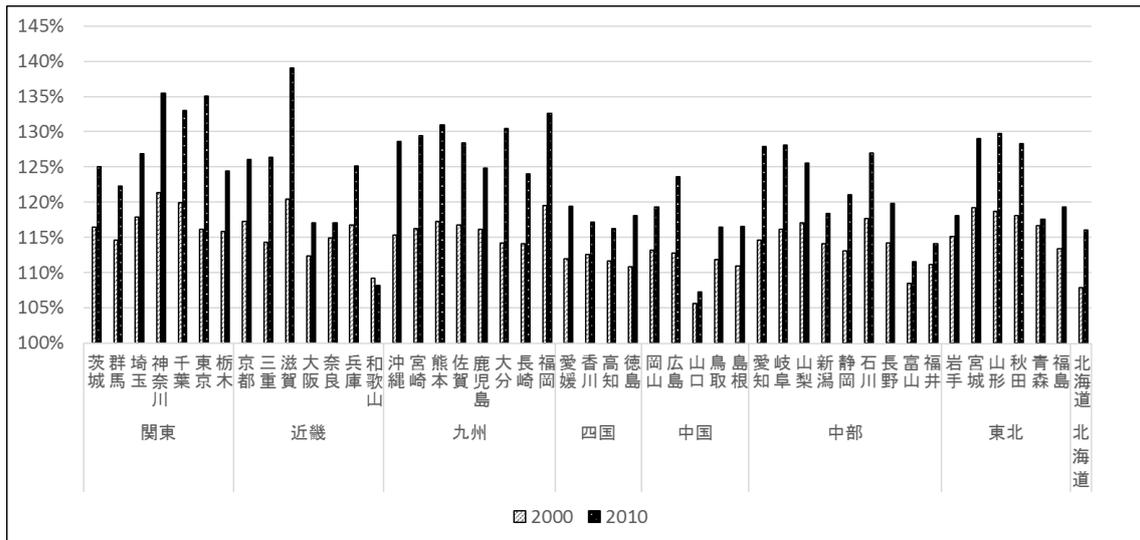


図 2-4 新国富指標の 1990 年からの変化率

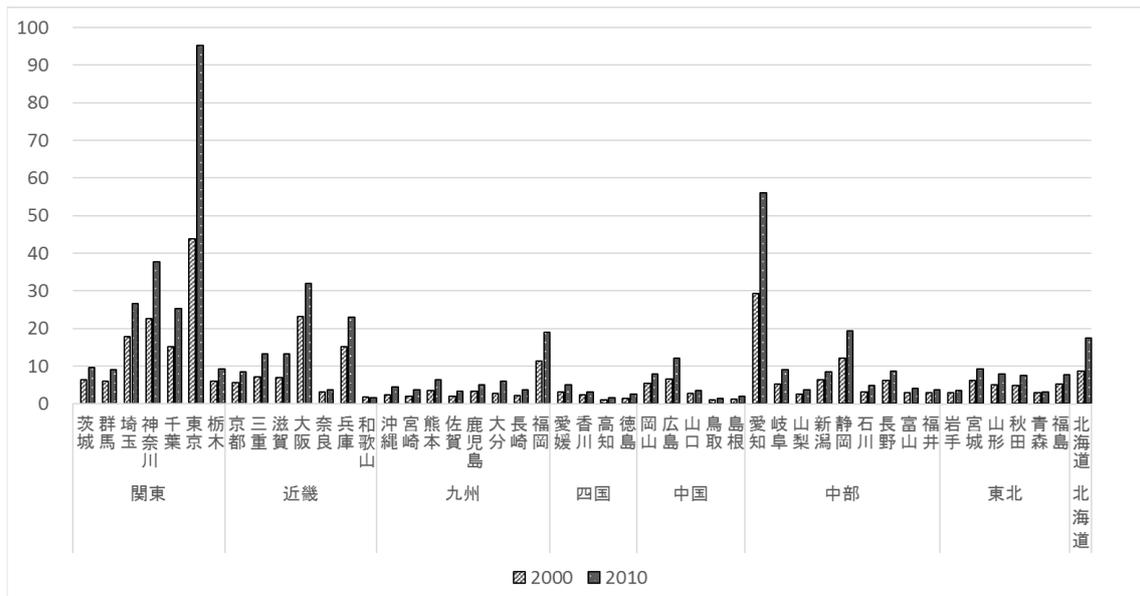


図 2-5 新国富指標の 1990 年からの変化量（兆円）

新国富指標の変動要因を分析ため、各資本の 1990 年度の価値の 2010 年までの増加率を示した（図 2-6）。人工資本が他の資本よりもかなり高い増加率を示しており、平均的に 70%程度の増加となっている。また、自然資本が増加している地域は 30 県あり、地域の持続可能性向上に貢献していると言える。一方で、人的資本が増加している地域は 47 都道府県中 9 県のみであり、ほとんどの県で減少しているのである。都道府県ごとの資本の増減パターンは 4 パターンに分かれており、地域ごとに異なるものの、人的資本のみが減少するパターンが 29 県と最も多かった。全ての資本が増加している県は北海道のみであり、自然資本と人的資本がともに減少している地域は 8 県であった（滋賀県、熊本県、鹿児島県、大分県、福岡県、愛媛県、山口県、新潟県）。そして自然資本のみが減少している地域は 9 県だった。人的資本の損失の影響は新国富指標の増分に占める割合からしても大きいことが分

かる（図 2-7）。特に、兵庫、広島では人的資本の損失の影響が著しく大きい。他方で自然資本の減少はそれほど大きな影響がなく、むしろ増加要因の一部となっている。ところで、このような資本の増減パターンは同じ地域内であっても異なっていることから、各県で取りうる是正策が異なる点には注意が必要である。たとえば、四国地方であれば人的資本の向上に向けた政策は地方レベルで必要だが、自然資本の改善は愛媛県で注力すべき課題であることが分かる。また、新国富指標の増加が鈍かった山口県では人的資本の減少をいかに食い止めるかという点が重要であるが、和歌山県では自然資本に注力する必要があるだろう。

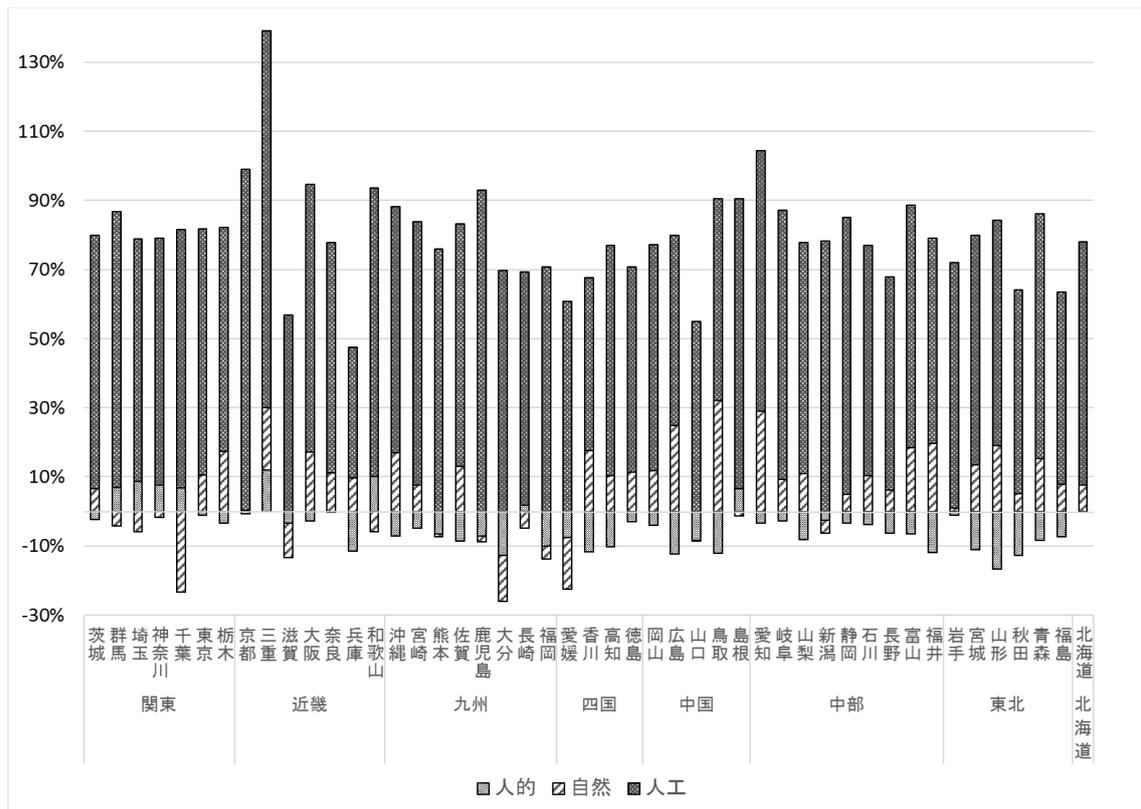


図 2-6 1990-2010 年の各資本の増加率

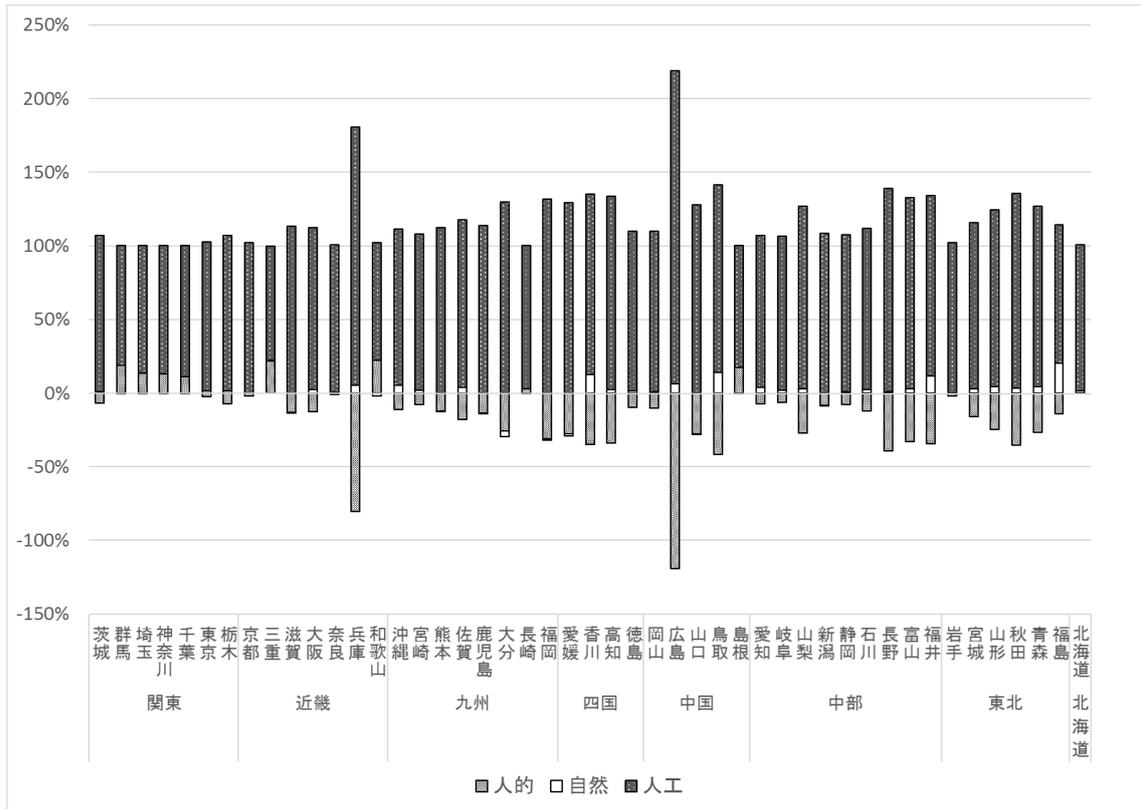


図 2-7 1990-2010 年の新国富変動に占める各資本の割合

自然資本を構成する資本の賦在は地域によりかなり違いがある（図 2-8）。農地の価値が 50%を超える県は 15 県のみであり、その他の県は森林資源に依存している。また、沿岸部に限定されるが、漁業資源の価値も東京都と長崎県では 20%を超えており、無視できない。他方で、自然資本の増加に対する各資源の影響量は地域ごとに異なる

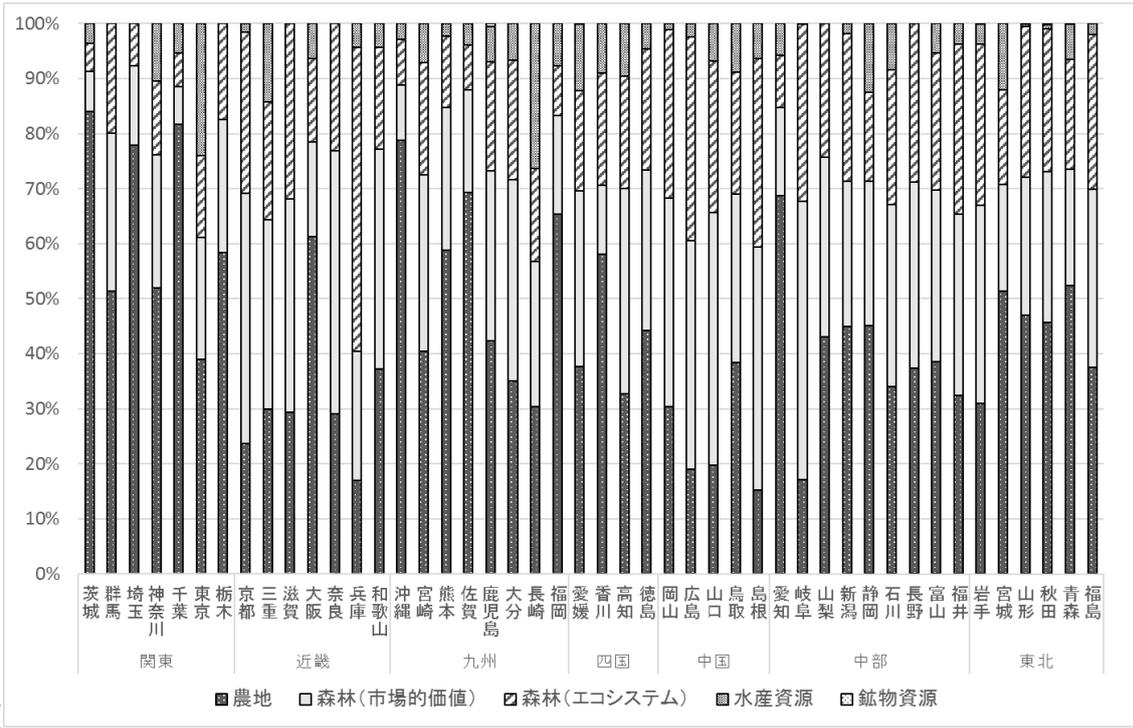


図 2-8 自然資本の構成 (1990-2010 年平均値)

9)。しかし自然資本全体の変化に対する各自然資本の影響の比率からすると、一般的な傾向として、森林の市場的価値の増加が自然資本の増加に貢献しているのである(図)。また、漁業資源の減少は自然資本の大きな減少要因となっている。それ以外に農地の価値はその水準は高いものの自然資本の増減には比較的影響を及ぼさない点も明らかになった。

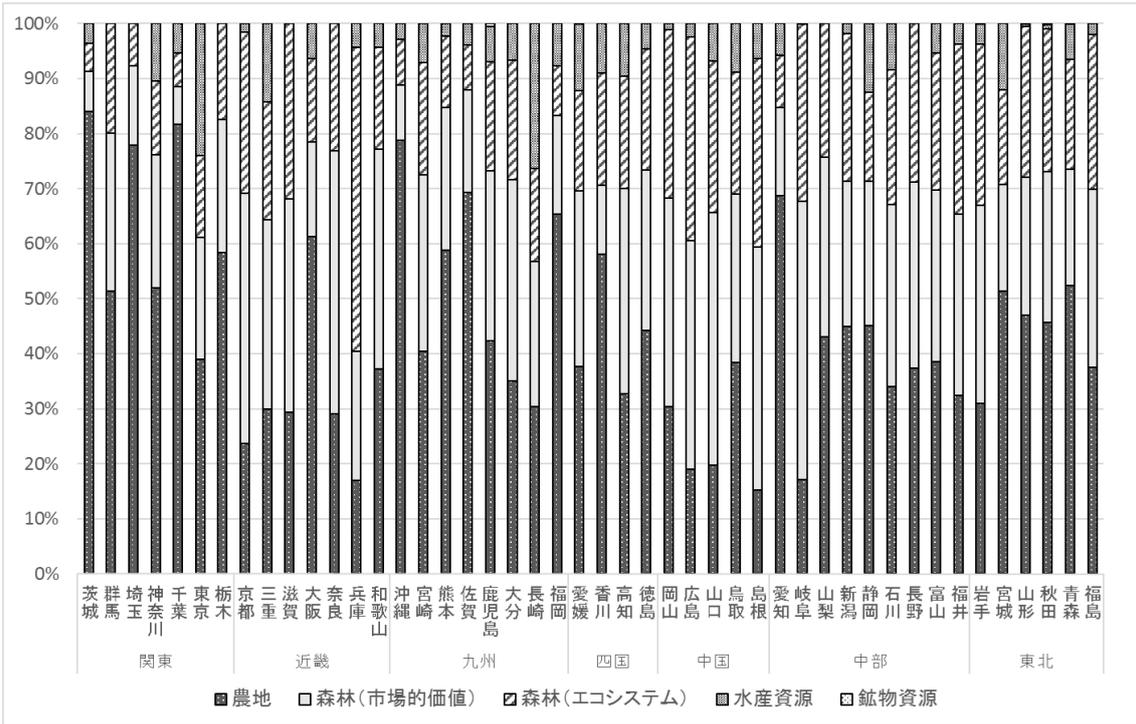


図 2-8 自然資本の構成（1990-2010 年平均値）

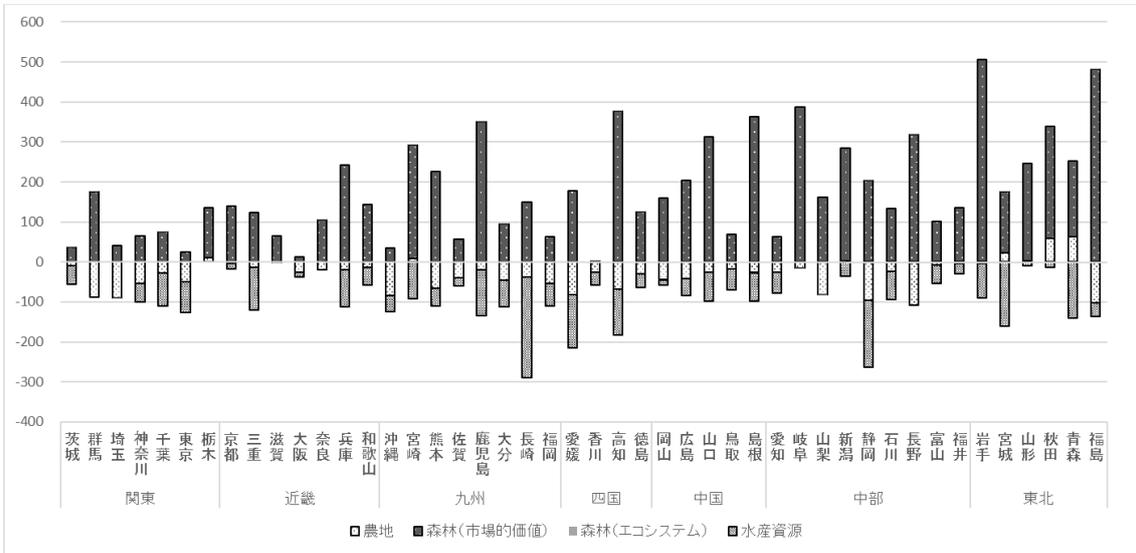


図 2-9 1990-2010 年にかけての自然資本の変化額（10 億円）

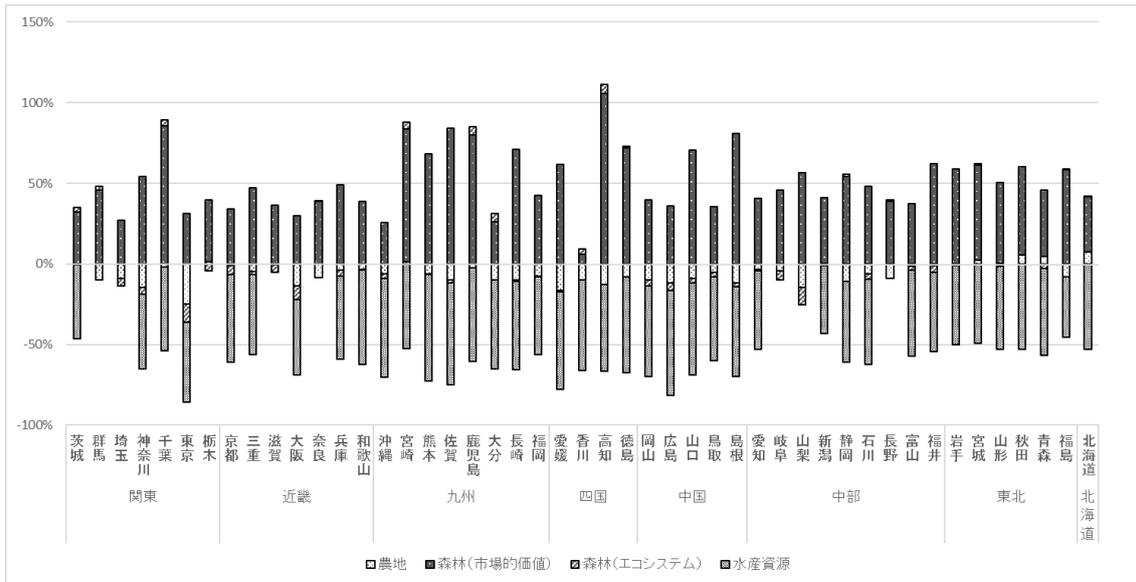


図 2-10 1990-2010 年にかけての自然資本の変化率

### 第 3 節 東京都市区別の新国富指標と自然資本の分布

東京都市部、特別区の新国富指標の全体的な傾向としては、2000 年から 2010 年にかけて一貫して増加傾向にある（図 20-11 および図 2-12）。ただし、青梅市、あきる野市、特別区では渋谷区、杉並区が 2005 年から 2010 年にかけて減少している。次に、一人当たりの新国富指標に目を移すと（図 2-13）、市部においては、利島村をはじめとして伊豆諸島などの離島部で高い値を示している。これらの地域の新国富指標は内地と比べ小さかったが、それ以上に内地と比べて人口が希少だからである。全体的に一人当たりの新国富指標は増加傾向にあるものの、利島村では 2005 年から 2010 年にかけて一人当たりの新国富指標が減少している点も人口減少の影響を大きく受けている地域であることを示すものである。さらに、特別区の一人大当り新国富指標によれば（図 2-14）、千代田区の 5 億円を筆頭に、中央区、港区が 1 億円を超えており、他地域と比べても突出した高さである。これらの地域は人工資本が集約されており、人口単位では新国富指標が非常に高く算出されるのである。一人当たり新国富指標の動向を見ると、千代田区では 2005 年に新国富指標が減少し、その後回復しているが、中央区では一貫して減少する傾向にある。また、港区では一貫して増加する傾向にあることから、都内の特別区では一人当たりの新国富指標の傾向に地域差が大きいことが分かる。

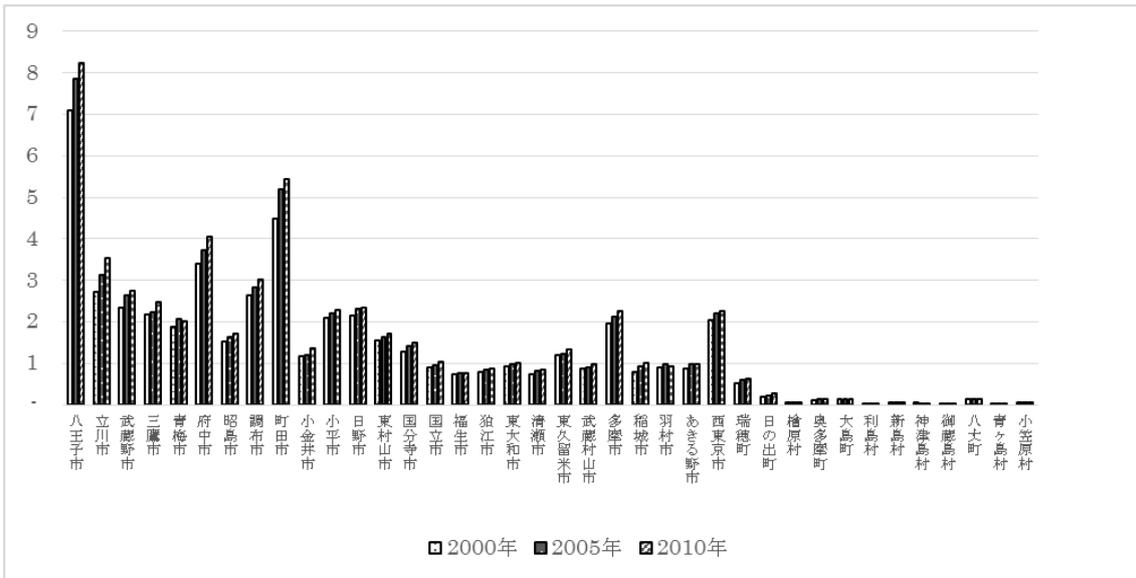


図 2-11 東京都市部の新国富指標（兆円）

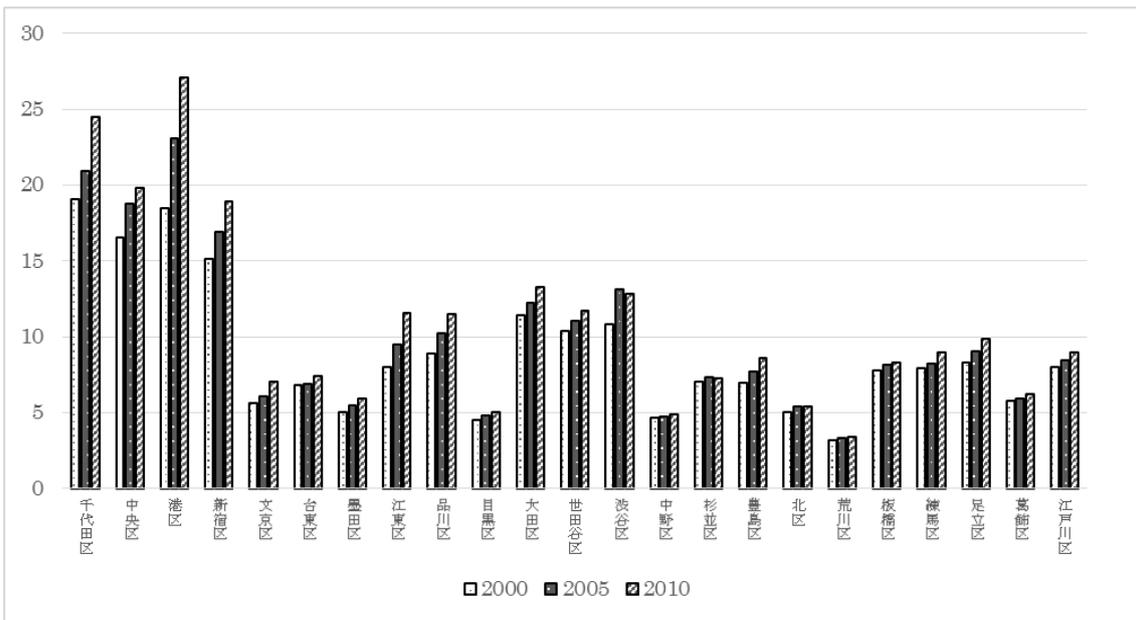


図 2-12 東京都特別区部の新国富指標の推移(兆円)

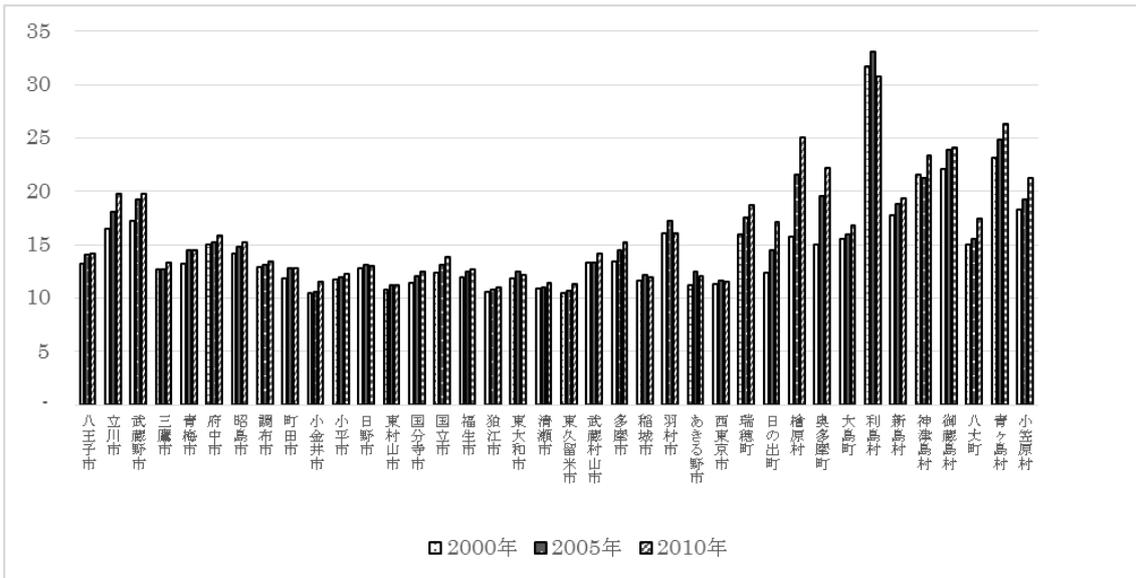


図 2-13 東京都市部の一人当たり新国富指標 (百万円)

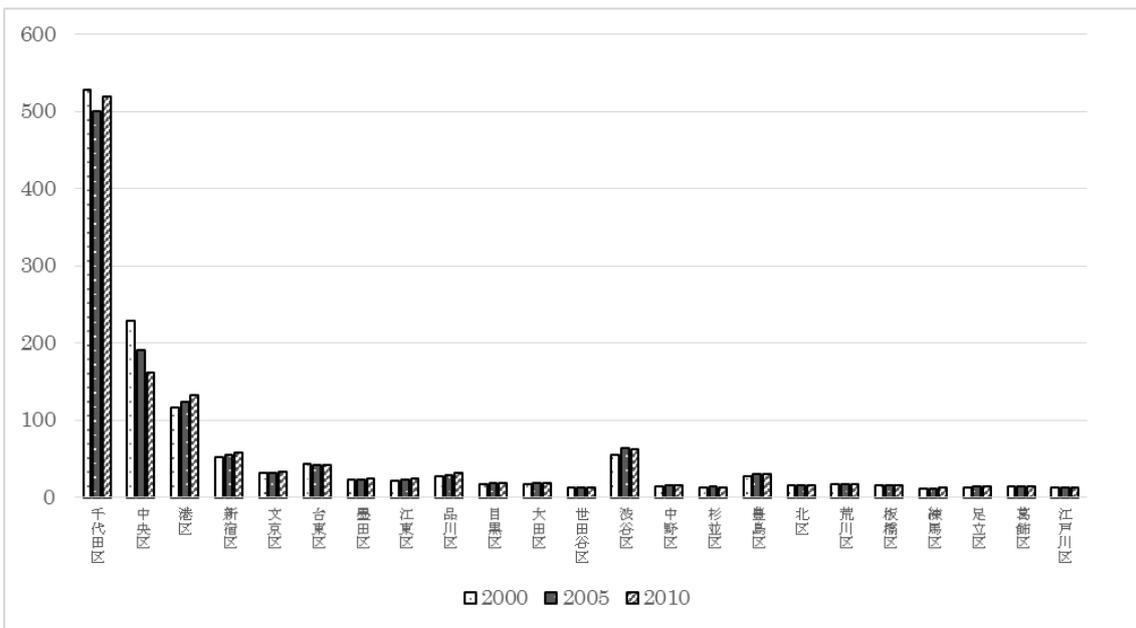


図 2-14 東京都特別区部の一人当たり新国富指標 (百万円)

東京都市部の自然資本の価値は、東京近郊の八王子市、青梅市、そして伊豆諸島に該当する離島部で自然資本の価値が高いことが分かる (図 2-15)。全体的には自然資本の価値は増加傾向にあるが、大島町、神津島村、新島村、八丈町では 2005 年まで自然資本が減少している。一方で特別区では中央区、大田区、江戸川区を除き総じて自然資本の価値は低い (図 2-16)。また、中央区は近年自然資本を水産資源の増加により増加させているが、大田区は 5 年で約 3 割、10 年で 6 割近く自然資本を減少させている。その大きな要因は水産資源の価値の減少によるものであった。

自然資本の損失要因として、二酸化炭素排出に伴う新国富指標の損失額を見ると、全体的に増加傾向にあることが分かる (図 2-17 および図 2-18)。そして特別区では、自然資本の大小とはほぼ無関係

に全ての特別区で影響が生じている。前に触れたように大田区の自然資本の損失は大きかったが、同時に二酸化炭素排出に伴う損失も大きく、改善する必要があるであろう<sup>5</sup>。一方で市部に目を向けると、内陸地で二酸化炭素排出による損失額が大きく、伊豆諸島などの離島ではその影響が相対的にかなり小さいことが分かる。また、特別区に比べて全体的に損失額が小さいことから、二酸化炭素排出の問題は特別区を中心に対策をしていくことが重要である。

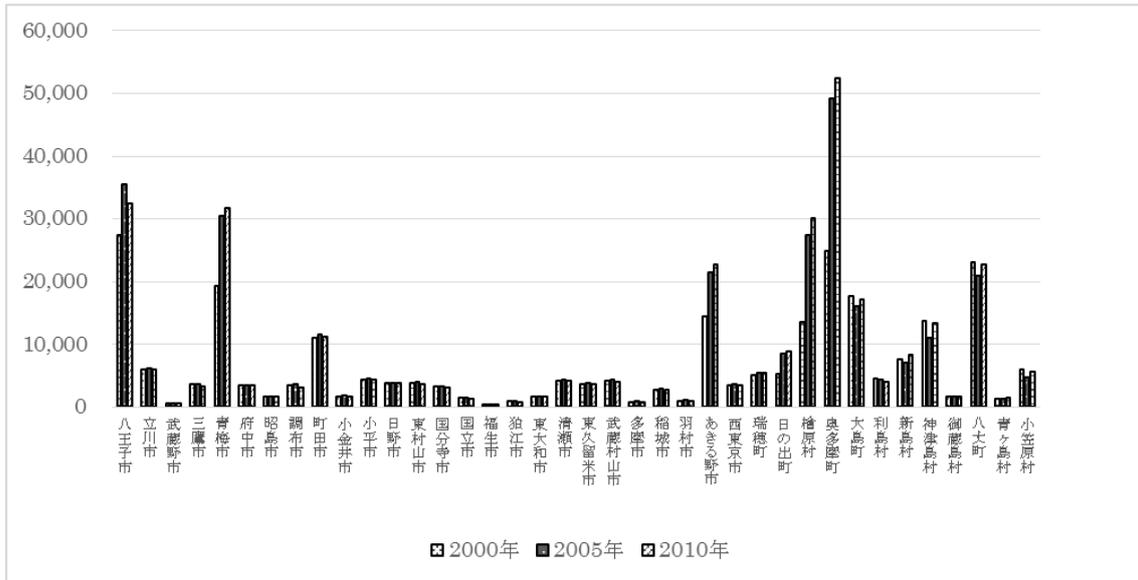


図 2-15 東京都市部の自然資本の価値 (百万円)

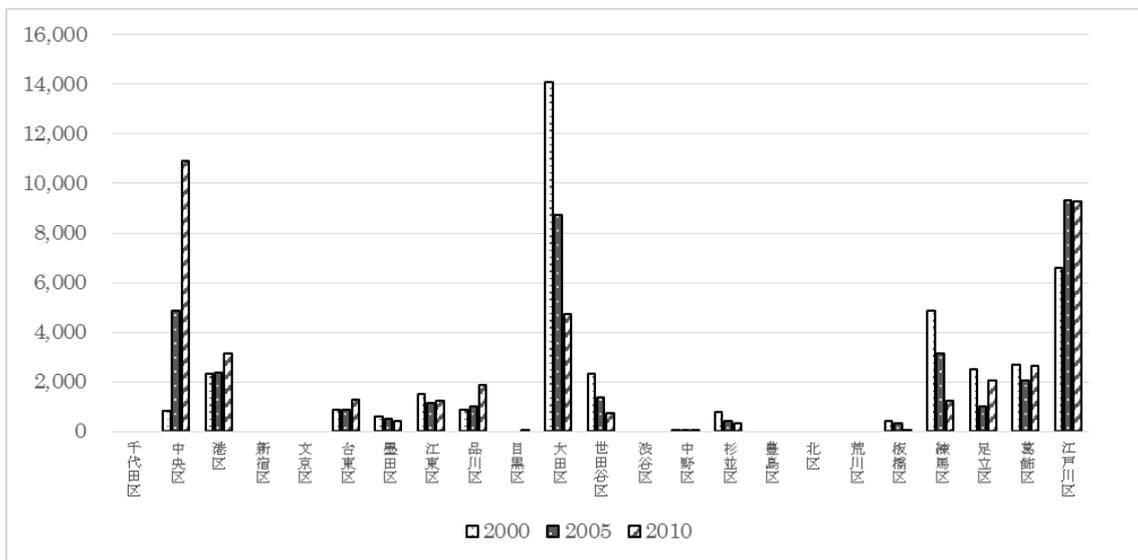


図 2-16 東京都特別区の自然資本の価値 (百万円)

<sup>5</sup> 自然資本の価値の算出、図表化においては、二酸化炭素排出に伴う損失額を含めていない点に注意されたい。

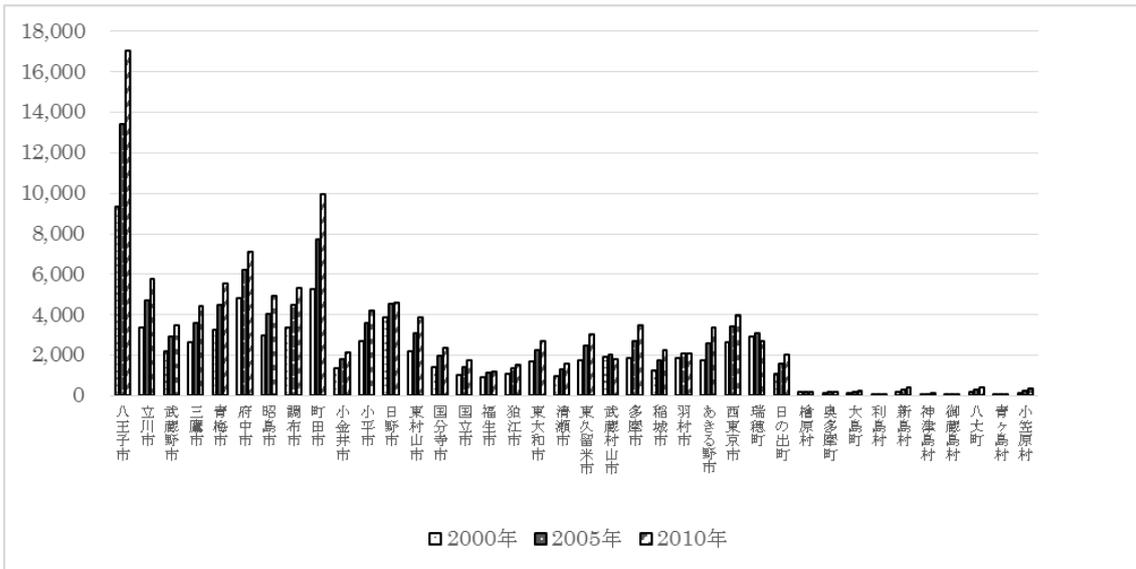


図 2-17 東京都市部の炭素排出による新国富の損失 (百万円)

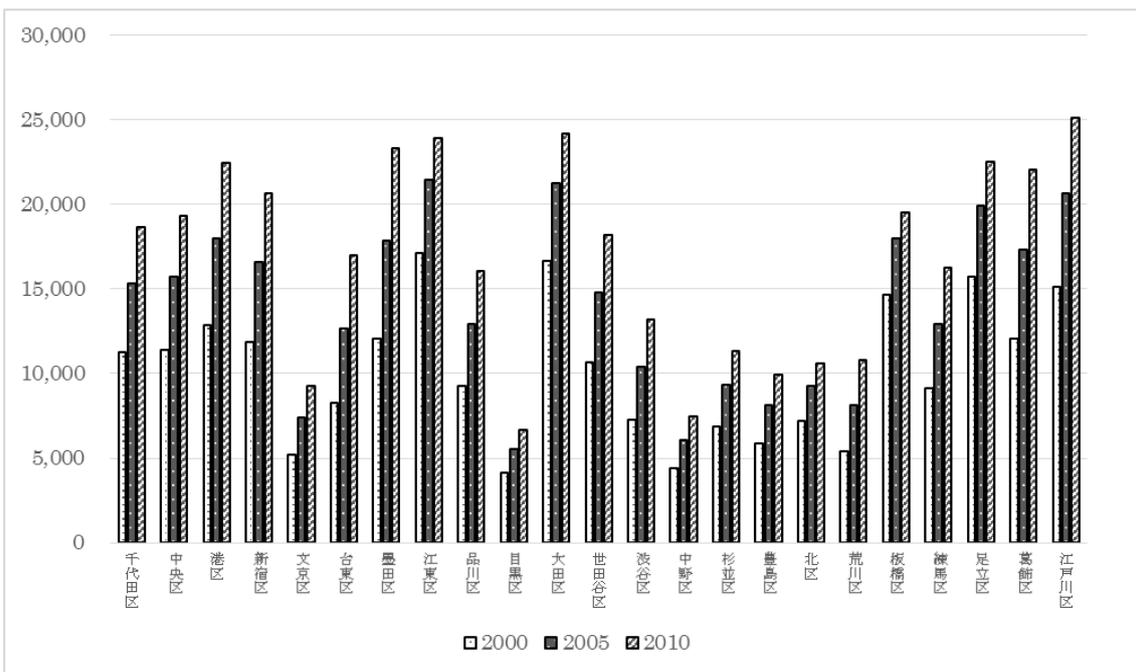


図 2-18 東京都特別区の炭素排出による新国富の損失 (百万円)

#### 第 4 節 水俣市の新国富指標と自然資本の分布

水俣市の新国富指標は 1990 年から 2000 年にかけて 3650 億円から 4270 億円へと約 17%増加しているが、2000 年以後ほぼ変化していない (図 2-19)。熊本県全体の新国富指標では 1990 年から 2010 年にかけて 30%以上増加している点と対照的である。1990 年から 2000 年にかけて水俣市の新国富指標が増加していた要因は人工資本の堅調な増加にあり、この点は熊本県全体の新国富指標の傾向と同じである (図 2-20)。この人工資本の増加は 2007 年頃まで継続しているにも関わらず新国富指標が伸

び悩んでいることから、新国富指標が停滞している要因は自然資本、人的資本にある。そこで自然資本と人的資本の変化に目を向けると、自然資本は2000年以降2005年頃まで停滞しているものの、それから増加傾向に転じている(図2-21)。一方で人的資本は2000年以後減少傾向にあり、その要因が健康資本の減少にあるのである(図2-22)。さらに、2000年以降水俣市の人口が減少していることが健康資本減少の一因ではあるものの、一人当たりの健康資本額も減少している点(図2-23)から平均的な市民像が高齢化していることが新国富指標から見える問題として定量的に捉えられるのである。

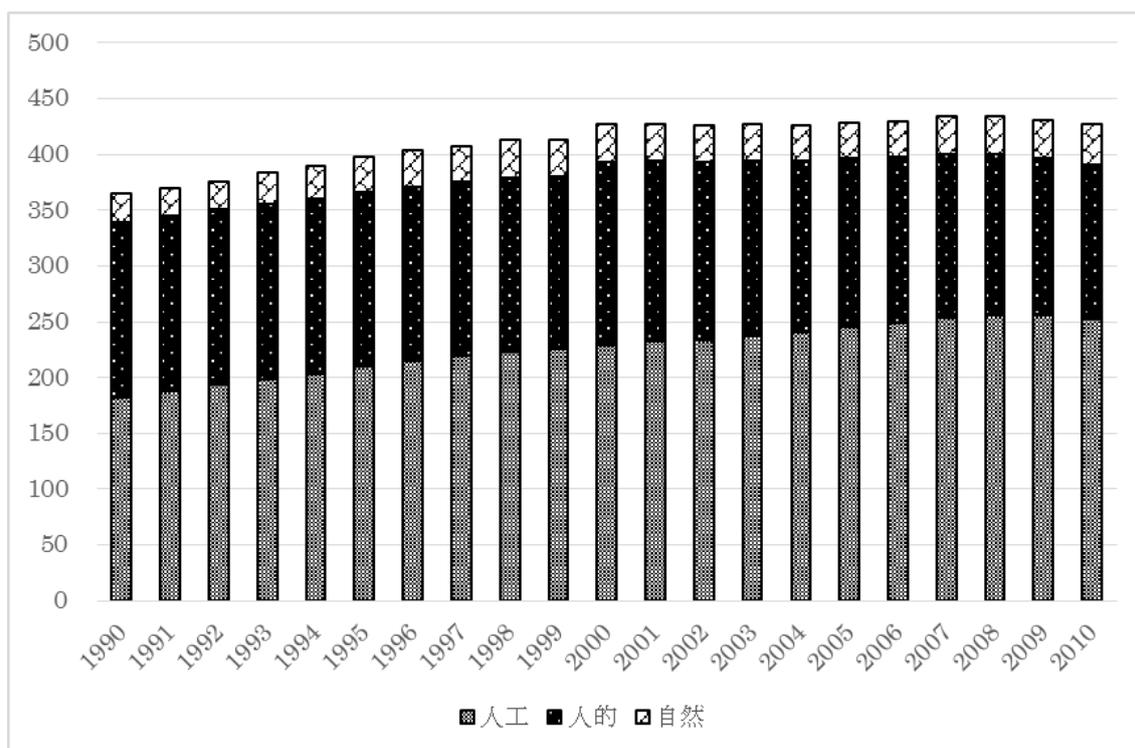


図 2-19 水俣市の新国富の推移 (10 億円)

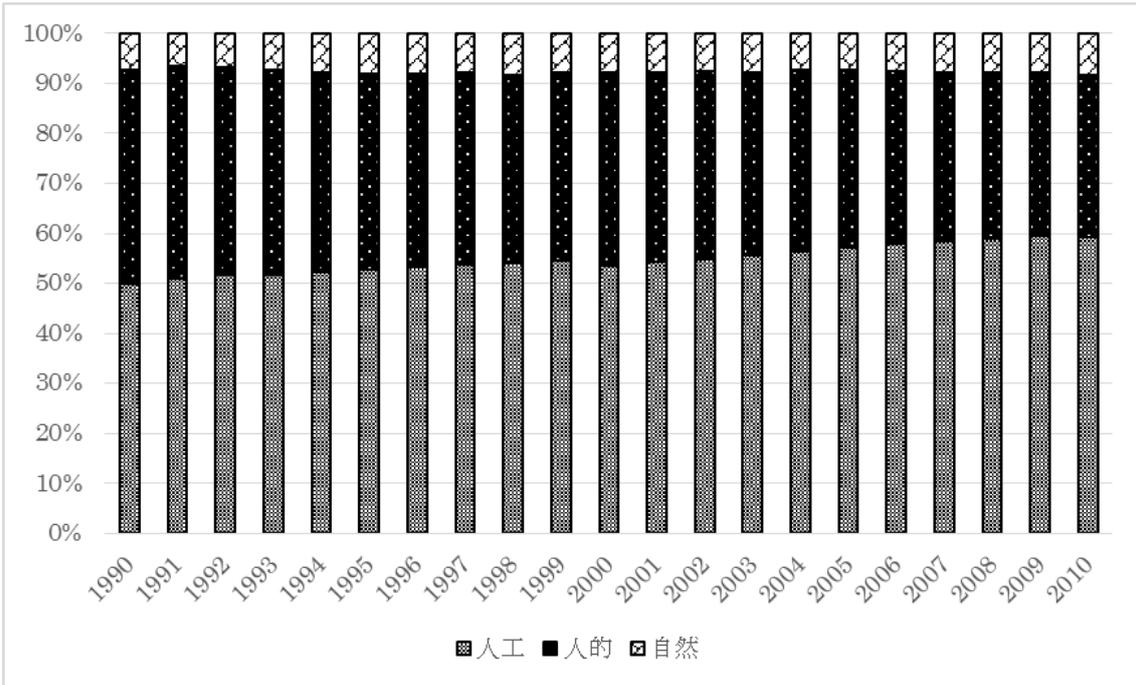


図 2-20 水俣市の新国富の構成

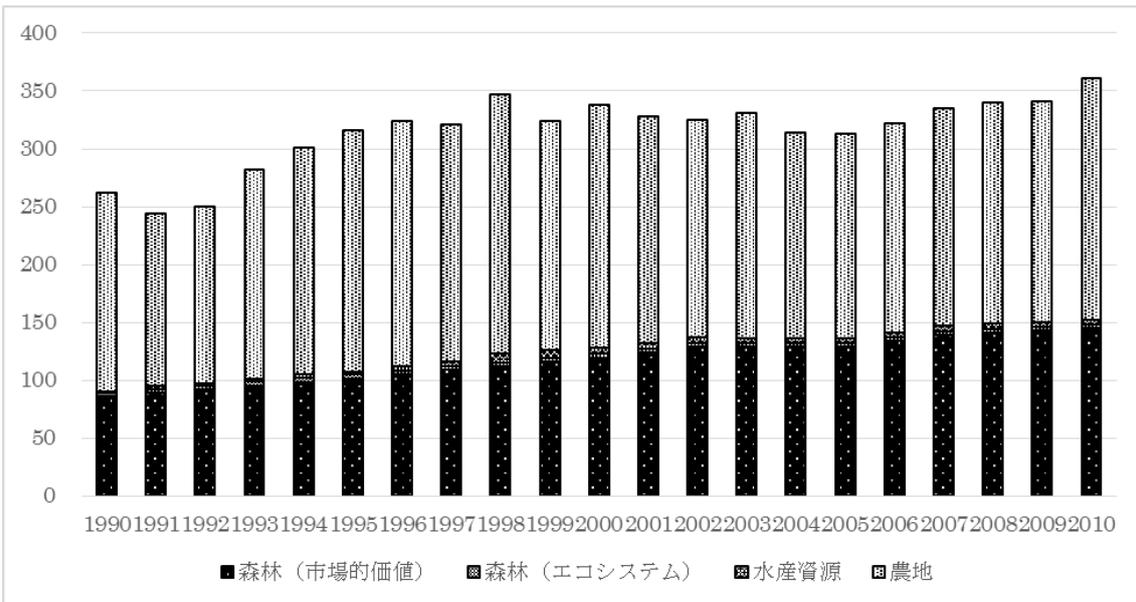


図 2-21 水俣市の自然資本の構成要素 (億円)

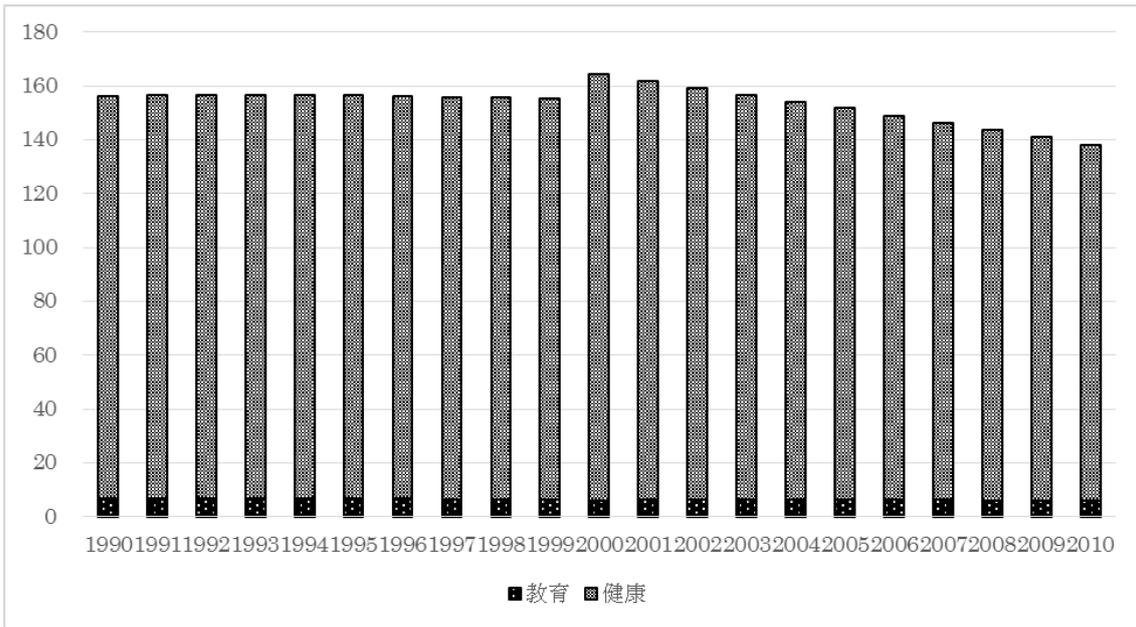


図 2-22 水俣市の健康資本の価値の推移 (10 億円)

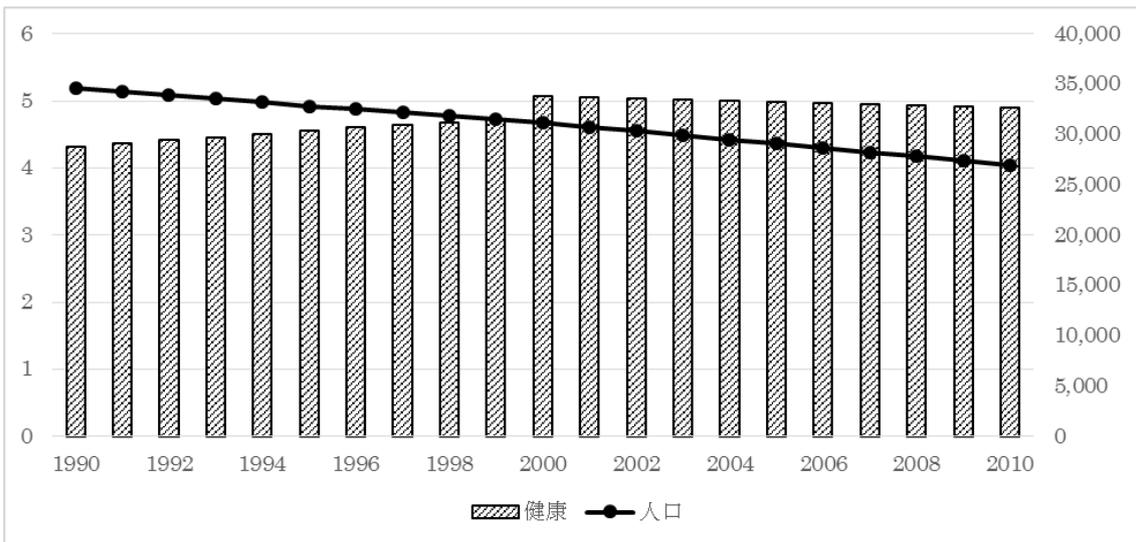


図 2-23 水俣市の一人当たり健康資本 (左軸：百万円) と人口 (右軸：人)

水俣市の地域としての豊かさを把握するために市の新国富指標の変化とその要因を分析したが、一方で一人当たりの新国富指標から市民一人が享受しうる豊かさを定量的に捉えることが可能である。水俣市の一人当たりの新国富指標は1990年に1180万円であり、2010年には1730万円まで一貫して増加傾向にある(図2-24)。20年間の平均的な新国富指標の額は約1500万円であり、熊本県レベルの値を超えている。つまり、水俣市は個人レベルでは豊かになっているのである。

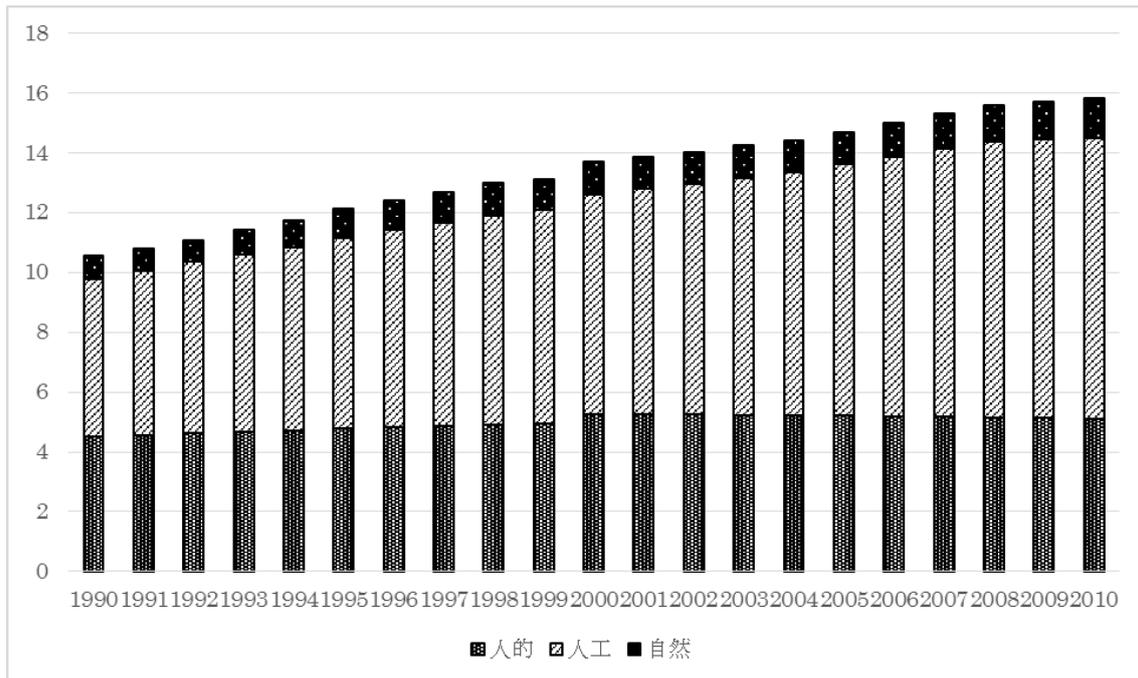


図 2-24 水俣市の一人当たり新国富の価値の推移（百万円）

自然資本に目を向けると、35～40%を森林資源に、60%近く農地に依存する構造になっている（図 2-21）。農地が自然資本に占める割合は熊本県レベルの値と大きくは変わらないが、森林資源への依存度が 10%以上高い点特徴的である。森林資源は 91 年頃から増加傾向にあり、99 年から 2004 年まで停滞していたが、2005 年以後また増加に転じている。また、農地資本の価値は一貫して増加傾向にある。増加率で言えば農地資本の方が自然資本の増加に貢献しているが、森林資源も、その豊富なストックを背景に自然資本の増加に貢献している。ただし、森林資源のうち市場的価値以外を表すエコシステムの価値がかなり小さい点は見逃せない。熊本県の水準で言えば 10%程度を構成しても良い資本であるが、現状数パーセントにしか相当しない。水俣市の東部に広がる森林地帯が人材不足などの要因で適切に管理されておらず、放置されているためエコシステムとしての機能を低下させている点を示唆するものである。農地に関しても同様に耕作放棄地の問題が指摘されるが、全国的な問題であり、その解決は中々難しい。水俣市では他の自治体で行われている通常レベルの管理を森林資源に対して施す方が効率的に自然資本の価値を向上させることができる可能性があるのである。

## 【本論】第3章 生活満足度アプローチ（LSA）を用いた評価

### 第1節 はじめに

我が国の第4次環境基本計画では、統合的環境指標が設けられ、毎年その進捗状況について点検がなされている。その点検結果においては、各計画に対する取組状況の確認とともに、幾つかの個別事項について定量的な評価がなされている。しかし、環境基本計画に対するこれまでの評価指標では、幅広い環境関連事項に対して包括的に指標が設定されているが、環境全体の状況を表すような統合的な指標がない、代表的とされる指標の論拠が明確でなく、また、指標間での重要性の差異や優劣が明らかでない、投じた予算に対してどの程度対象となる指標が向上したのかという費用対効果の観点が欠けているなどの課題がある。とりわけ、優先的な指標を特定していくことは人的・財政的資源の有効活用という観点から極めて重要であり、予算という視点から費用対効果を検討することで、優先度の根拠をさらに堅固なものとしていくことが不可欠である。

本研究では、政策の費用対効果を分析することを最終的な目的とし、生活満足度アプローチ（Life Satisfaction Approach: LSA）を用いて環境基本計画に関する主観的指標および客観的指標の金銭価値評価を実施した。具体的にはまず、第4次環境基本計画における統合的環境指標を精査し、アンケートを通じて、各指標の重要性に対する人々の認識を把握した。次に、このアンケート結果や環境保全費用に関する情報に基づいて、満足度を尋ねる指標項目を選定し、人々の生活満足度と合わせて再度アンケートを実施した。このようにして得られる主観的指標とともに、一方で客観的指標として活用できる環境質などの情報をオープンデータなどから収集した。これらを合わせ、最後にLSAを用いて環境基本計画に関する主観的指標および客観的指標を金銭価値により評価した。

### 第2節 環境基本計画における統合的環境指標

#### 2.1. 統合的環境指標の概要

第4次環境基本計画における統合的環境指標では、大きく分類して以下の4つの項目から指標群が構成されている<sup>6</sup>。

- ① 事象面で分けた各重点分野における個別指標群
- ② 事象面で分けた各重点分野を代表的に表す指標の組み合わせによる指標群
- ③ 環境の各分野を横断的に捉えた指標群
- ④ 環境と社会経済の関係を端的に表す指標

それぞれの項目の詳細を以下の表3-1に示す。それぞれ重複を許しつつ、①と②は合わせて77個、③は21個、④は4個の定量的指標から構成されており、一部を除いて、過去からの変化や現在の状態を表す数値が示されている。

<sup>6</sup> 環境省資料「総合的環境指標のデータ集」  
<https://www.env.go.jp/council/02policy/y020-76b/ref07.pdf>

表 3-1 統合環境指標の項目一覧

大項目	中項目	小項目
①事象面で分けた各重点分野における個別指標群 ②事象面で分けた各重点分野を代表的に表す指標の組み合わせによる指標群	1.地球温暖化に関する取組	
	2.生物多様性の保全及び持続可能な利用に関する取組	生物多様性への理解・配慮の向上に関わる指標
		持続可能な利用の促進に関わる指標
		生物多様性の保全・再生に関わる指標
		情報整備、参加型計画立案等の強化に関わる指標
	3.物質循環の確保と循環型社会の構築のための取組	
	4.水環境保全に関する取組	主に水質に関する補助的指標
		主に水量に関する補助的指標
		主に水生生物等・水辺地に関する補助的指標
		主に参画に関する補助的指標
		新規追加分
5.大気環境保全に関する取組		
6.包括的な化学物質対策の確立と推進のための取組		
③環境の各分野を横断的に捉えた指標群	1.環境負荷と経済成長の分離度に係る指標	
	2.環境と経済との統合的向上に係る指標	
	3.持続可能な資源利用に係る指標	
	4.環境技術や環境情報の整備状況に係る指標	
	5.日本と世界の環境面での相互依存性に係る指標	
	6.日本の環境面での国際貢献度に係る指標	
	7.持続可能な社会を支える自然資本に係る指標	
	8.持続可能な社会を支える人工資本に係る指標	
	9.持続可能な社会を支える社会関係資本に係る指標	
④環境と社会経済の関係を端的に表す指標	1.環境効率性を示す指標	
	2.資源生産性を示す指標	
	3.環境容量の占有量を示すエコロジカル・フットプリントの考え方による指標	
	4.環境に対する満足度を示す指標	

## 2.2. 各指標の経年変化およびその重要性に対する人々の認識

環境に関する指標の動向と現在の状況を把握しておくことは、予算や対策の優先度を考える上で重要であり、本章の分析結果の有用性を理解する一助になる。そのため、ここでは「総合的環境指標のデータ集」に示されている指標の動向を示しておく。なお、統合的環境指標は全部で 102 あり、そのすべてを紹介することは困難であるため、ここでは後述の金銭価値評価に関するアンケートにおいて用いた指標と関連の強い指標について示すこととする。

これらの指標の動向に関して先にまとめておくと、緑地面積、循環利用率やごみの最終処分量、低公害車の保有台数、風力発電・太陽光発電の導入量は改善または上昇傾向にある。一方、温室効果ガスの排出量や絶滅のおそれのある種数については改善の傾向は見られず、また、一般国民のグリーン購入実施率も依然として低水準にある。水質や大気質については指標により異なり、河川の BOD 達成率は上昇傾向にあるものの、海域や湖沼の COD 達成率は横ばいであり、また、微小粒子状物質

(PM2.5)の達成率は改善の兆しはあるものの依然として低水準、光化学オキシダントの基準達成率は1%未満の低水準にある。改善の必要性という観点から見れば、温室効果ガスの排出削減や絶滅危惧種対策、水質や大気質の改善、グリーン購入の促進などが優先事項として挙げられる。

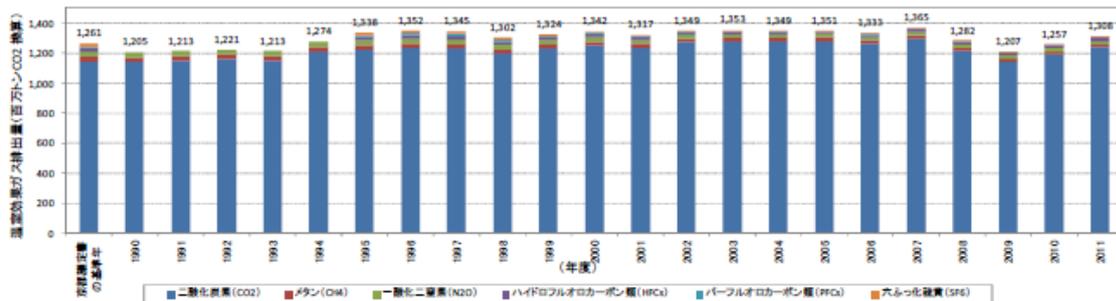
また、本研究では、後述の金銭価値評価で対象とする環境指標を選ぶため、プレアンケートとして各指標の重要性に対する人々の認識を尋ねた。アンケートでは、統合的環境指標に含まれるほぼすべての指標(86指標)について、それがどの程度重要かということを「大変重要である」「重要である」「どちらともいえない」「重要でない」「全く重要でない」の5段階で尋ね、全国1,230人から回答を得た。全体の結果は添付資料2に示しているが、ここでは上述のように、後述の金銭価値評価に関するアンケートにおいて用いた指標と関連の強い指標についてのみ結果を示すこととする。

指標の動向と同じく、先にアンケートの結果を要約すると、温室効果ガスの排出量、ごみの最終処分量、水質・大気質の環境基準達成率、再生可能エネルギーの導入量については、「大変重要である」「重要である」が5割を超えた。一方で、緑地面積、絶滅危惧種の割合、循環利用率、低公害車の保有台数、グリーン購入実施率、再生可能エネルギーの導入量については、「どちらともいえない」が3割を超えていた。指標の動向と合わせ、人々の重要性に対する認識を踏まえて優先事項を考えると、温室効果ガスの排出削減と水質や大気質の改善が重要課題であると言えそうである。

### 2.2.1. 地球温暖化に関する取組

- 温室効果ガスの排出量

2011年度の排出量は13億800万t-CO<sub>2</sub>であり、1990年代から概ね横ばい傾向で推移している(図3-1)。温室効果ガスの排出量の重要性に対しては、60%近くの人々が重要であると認識しており(図3-2)、排出削減のさらなる取組が必要である。



出典) 環境省「統合的環境指標のデータ集」

図 3-1 温室効果ガスの排出量

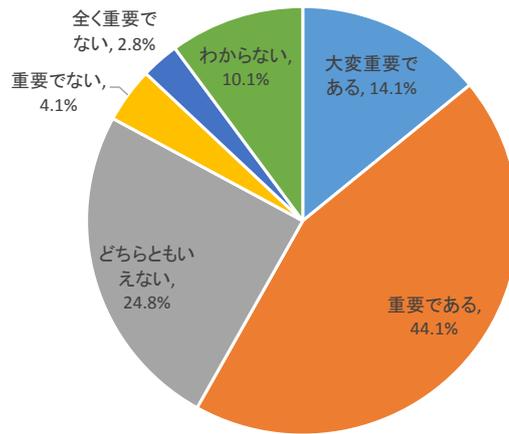
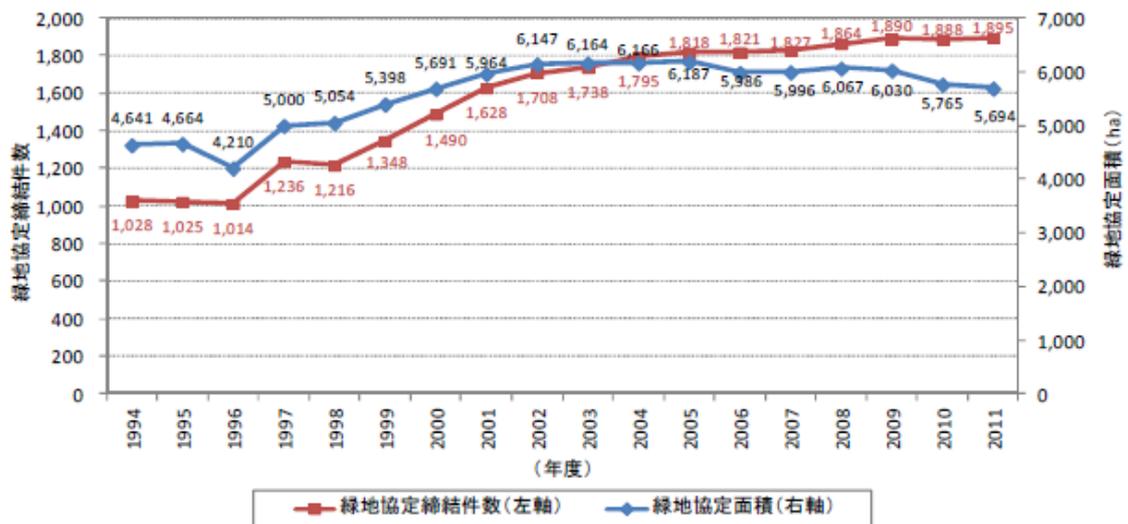


図 3-2 温室効果ガスの排出量の重要性に対する認識

### 2.2.2. 生物多様性の保全及び持続可能な利用に関する取組

- 多様な主体による都市の緑地管理状況を示す指標

良好な住環境形成のためにステークホルダーの同意により設定される「緑地協定」の締結件数は増加傾向にあるが、一方で近年では締結面積は減少傾向にある（図 3-3）。緑地協定という言葉があまり聞き慣れない言葉であるためか、その重要性に対する認識はあまり高くなく、「どちらともいえない」と回答した人の割合が最も高い（図 3-4）。



出典) 環境省「総合的環境指標のデータ集」

図 3-3 緑地協定の締結面積および件数

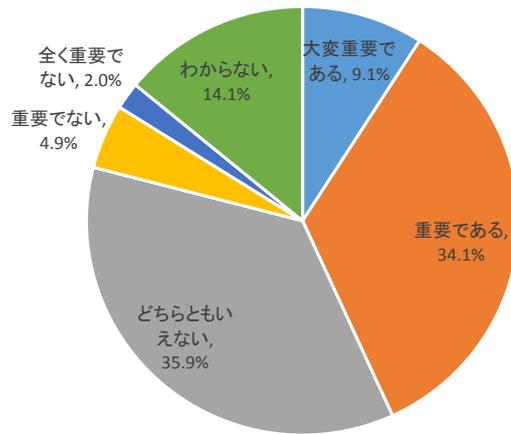
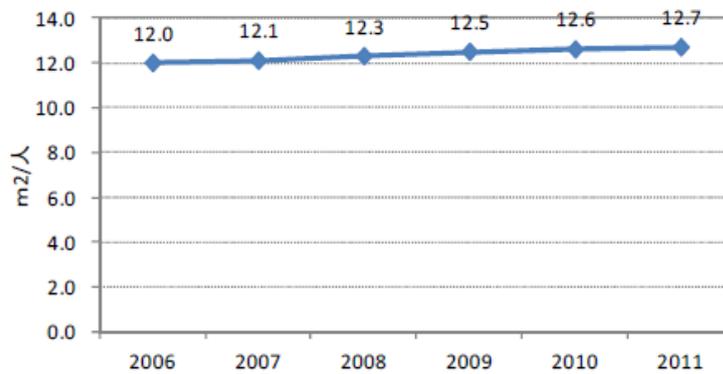


図 3-4 都市における緑地協定面積の重要性に対する認識

- 都市域における水と緑の面的な確保状況を示す指標（都市域における水と緑の公的空間確保量）  
都市域における自然的環境（樹林地、草地、水面等）を主たる構成要素とし、制度等により持続性が担保されている面積を都市計画区域人口で除したものを、2006年度以降、緩やかな増加傾向が見られる（図 3-5）。緑地協定面積よりはその重要性に対する認識は高く、「重要である」と回答した人の割合は「どちらともいえない」と回答した人の割合を超えている（図 3-6）。



出典) 環境省「総合的環境指標のデータ集」

図 3-5 都市域における一人当たり水と緑の公的空間確保量

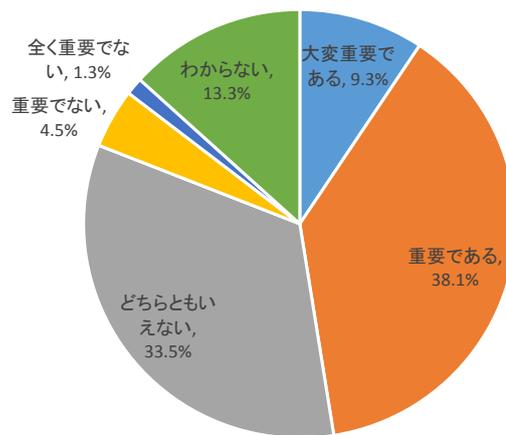
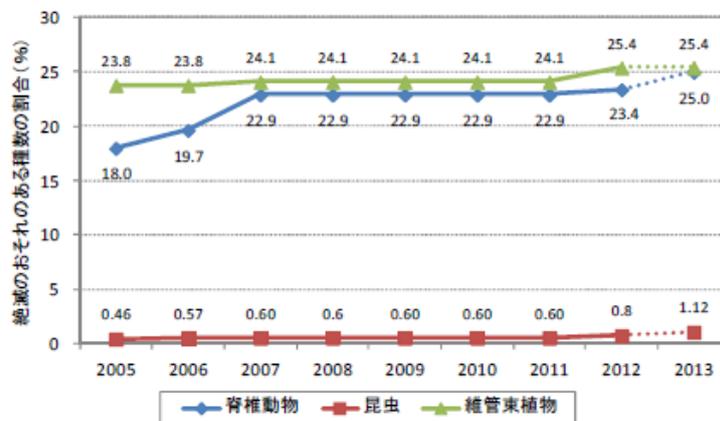


図 3-6 都市域における一人当たり水と緑の公的空間確保量の重要性に対する認識

- 脊椎動物、昆虫、維管束植物の各分類群における評価対象種数に対する絶滅のおそれのある種数の割合

評価された種のうち、絶滅のおそれのある昆虫および維管束植物の割合は概ね横ばいの傾向を示しているが、脊椎動物については増加傾向にあり、早急な対策が求められる（図 3-7）。一方で、この課題に対する人々の認識は決して高いものではなく、「どちらとも言えない」「わからない」が半分近くを占めている（図 3-8）。



出典) 環境省「総合的環境指標のデータ集」

図 3-7 評価対象種数に対する絶滅のおそれのある種数の割合

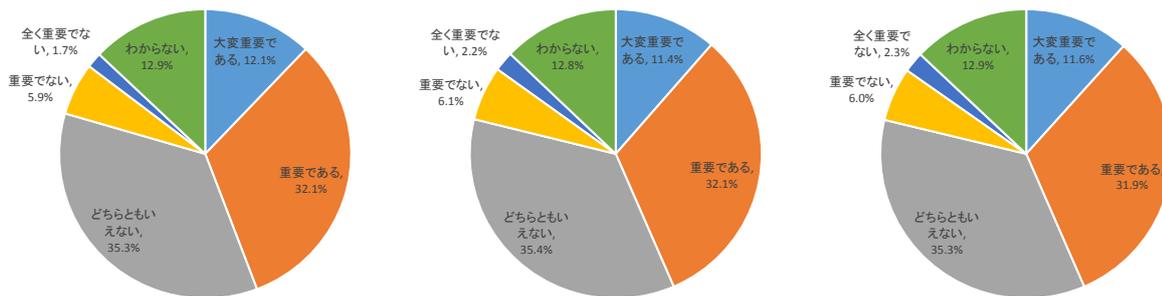
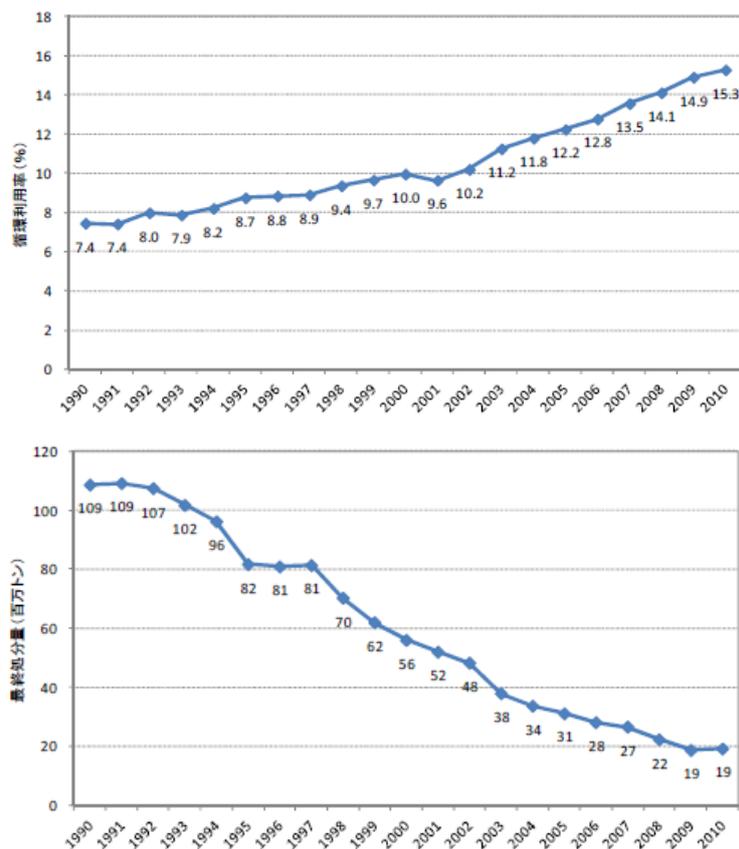


図 3-8 絶滅のおそれのある種数の割合の重要性に対する認識  
脊椎動物 (左)・昆虫 (中央)・維管束植物 (右)

### 2.2.3. 物質循環の確保と循環型社会の構築のための取組

#### • 循環利用率および最終処分量

1990 年以降の循環利用率の増加に伴い、最終処分量も減少傾向にある (図 3-9)。人々の認識については概ねどちらも高い傾向が見られる (図 3-10)。



出典) 環境省「総合的環境指標のデータ集」

図 3-9 循環利用率 (上) と最終処分量 (下)

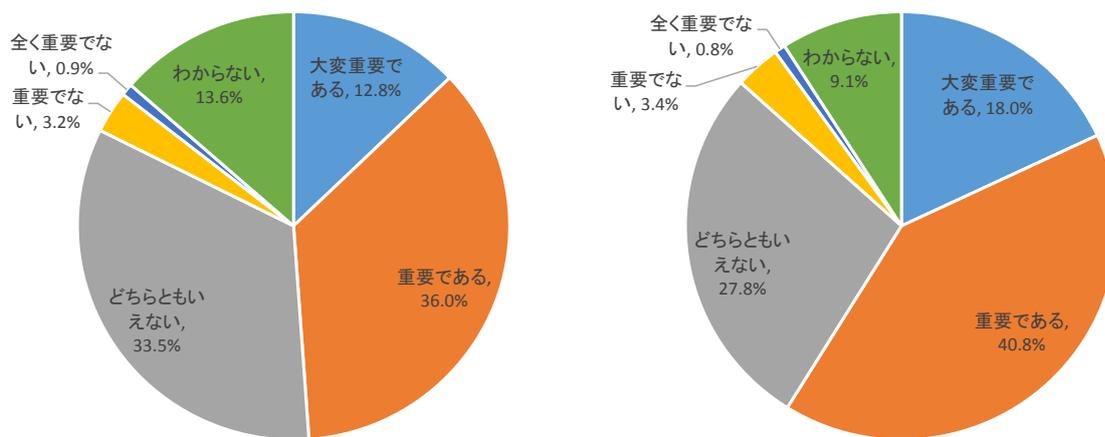
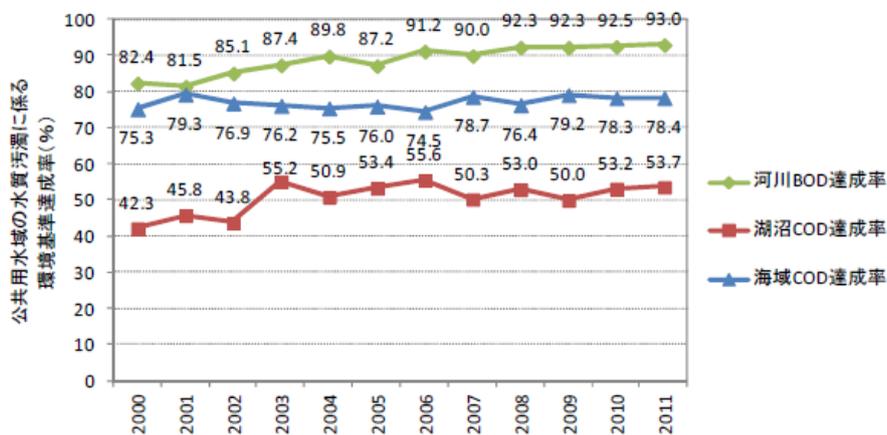


図 3-10 循環利用率（左）とごみの最終処分量（右）の重要性に対する認識

### 2.2.4. 水環境保全に関する取組

- 公共用水域及び地下水の水質汚濁に係る環境基準の維持・達成状況

河川の BOD 達成率は上昇傾向にあり、2011 年度以降は 90%以上を達成している（図 3-11）。海域の COD 達成率は約 80%で概ね横ばい傾向であるが、湖沼の COD 達成率は約 50%と低い水準に留まっており、対策の必要性が伺われる。水質は人々の関心も高く、6 割近い人々がこの問題を重要だと考えている（図 3-12）。



出典) 環境省「総合的環境指標のデータ集」

図 3-11 公共用水域の環境基準達成率（河川 BOD、湖沼 COD、海域 COD）

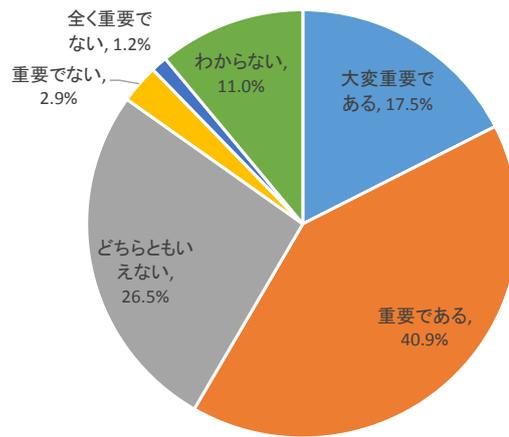
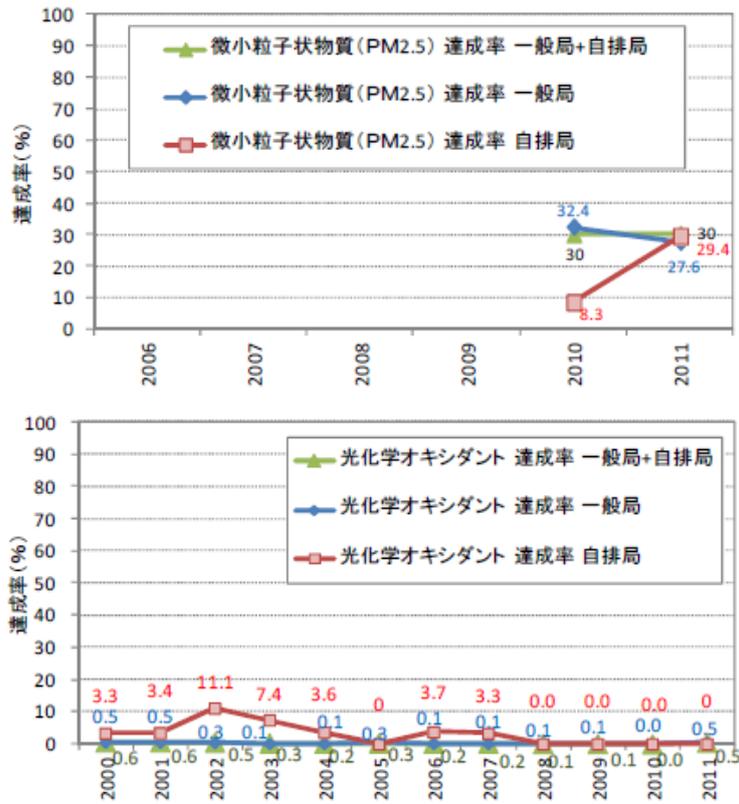


図 3-12 公共用水域の環境基準達成率の重要性に対する認識

### 2.2.5. 大気環境保全に関する取組

- 大気汚染物質に係る環境基準達成率

金銭評価の対象とした微小粒子状物質（PM2.5）および光化学オキシダント（Ox）について環境基準の達成率を見ると、前者については自動車排出ガス測定局（自排局）での大きな改善が見られるが、一般環境大気測定局（一般局）では低下しているため、全体としての達成率は横ばいである（図 3-13）。達成率自体も 30%程度と低い水準であり、健康という観点からも早急な対策が必要である。光化学オキシダントに関しては、2011 年の基準達成率は 1%にも満たず、低水準で推移していることから、こちらも早急な対策が求められる。水質よりは低いものの、大気汚染に対しても 5 割近くの人々が重要であると認識している（図 3-14）。



出典) 環境省「総合的環境指標のデータ集」

図 3-13 微小粒子状物質 (上) および光化学オキシダント (下) の環境基準達成率

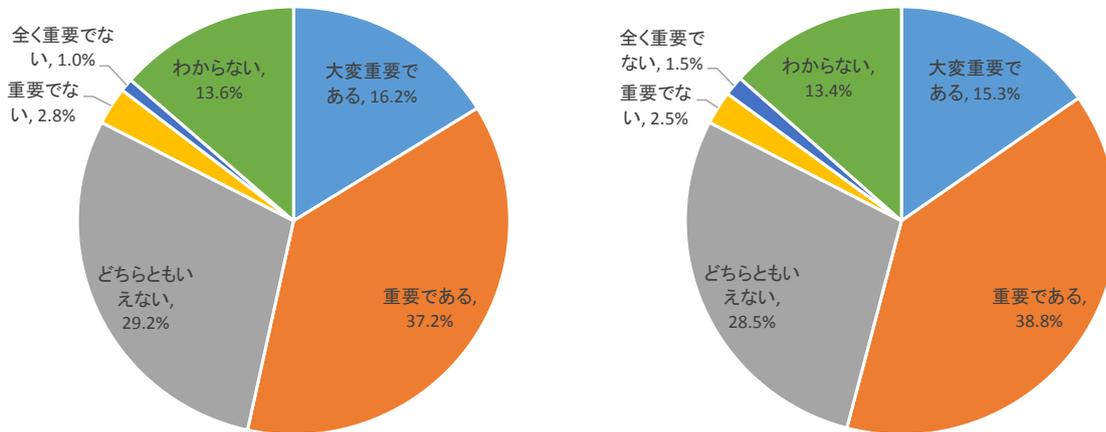
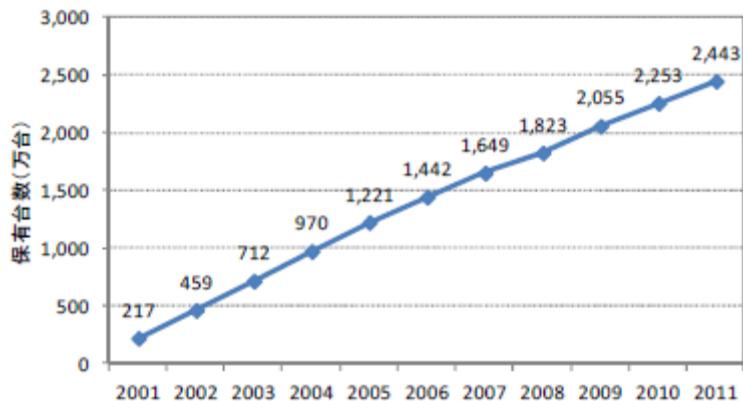


図 3-14 微小粒子状物質 (左) および光化学オキシダント (右) の重要性に対する認識

● 省エネルギー機器、住宅・建築物、低公害車等の普及率

ここでは低公害車（電気自動車、天然ガス自動車、ハイブリッド、低燃費かつ低排出ガス車）に着目しており、その保有台数は右肩上がりの増加傾向にある（図 3-15）。低公害車を重要であると考えている人の割合は 5 割程度であり（図 3-16）、エコカーの近年の普及に比べて若干低い印象を受ける。このひとつの理由に、設問に用いた低公害車という言葉がエコカーを示すものとしてあまり理解されな

かった可能性が考えられる。



出典) 環境省「総合的環境指標のデータ集」

図 3-15 低公害車の保有台数

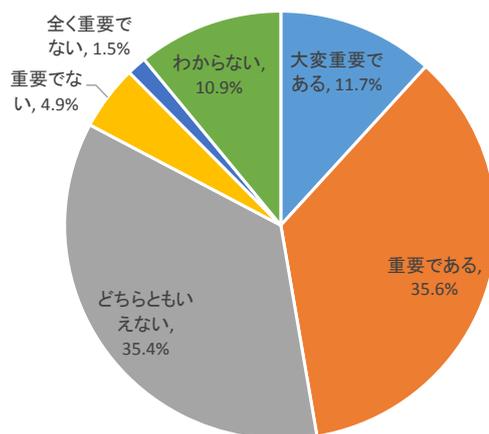


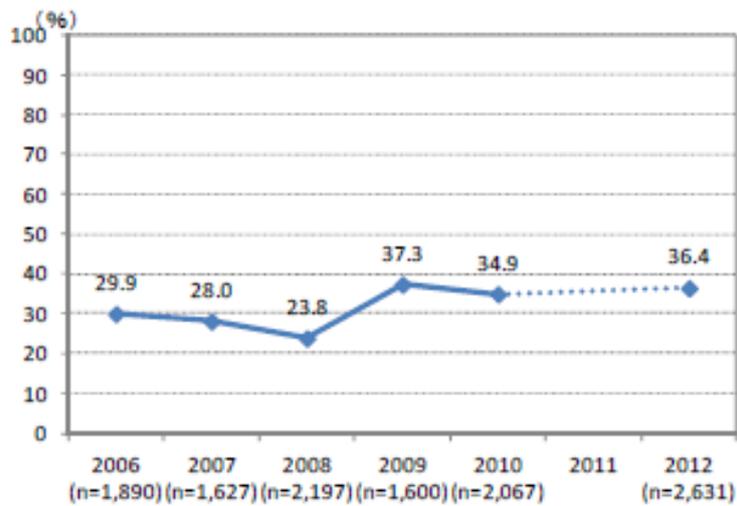
図 3-16 低公害車の保有台数の重要性に対する認識

## 2.2.6. 環境と経済との統合的向上に係る指標

### • グリーン購入実施率<sup>7</sup>

アンケートによれば、一般国民のグリーン購入実施率は 2006 年と比較して 2012 年では増加しているが、依然として 30% 台の低い水準であり、さらなる取組が求められる (図 3-17)。その重要性の認知度についても低い水準にあり、アンケートからはおよそ 3 人に 1 人しかこの問題を重要であると考えていないという結果が得られている (図 3-18)。

<sup>7</sup> 「物・サービスを購入するときは環境への影響を考慮してから選択する」という項目について有効回答が得られた人のうち、2006 年度～2008 年度調査では、「いつも行っている」「だいたい行っている」「ときどき行っている」と答えた人の割合、2009 年度以降は、「すでに行っており、今後も引き続き行いたいと思う」または「すでに行っているが、今後はあまり行いたいとは思わない」と回答した人の割合。」(環境省「総合的環境指標のデータ集」より抜粋)



出典) 環境省「総合的環境指標のデータ集」

図 3-17 国民のグリーン購入実施率

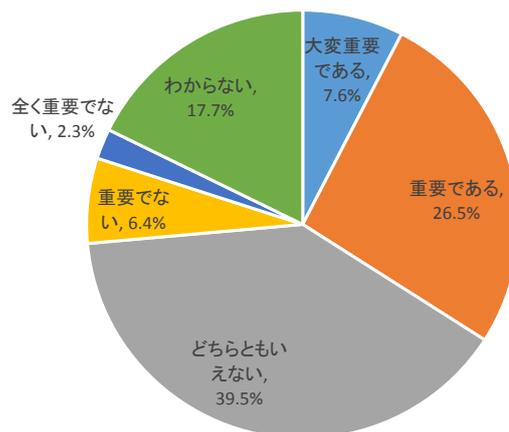
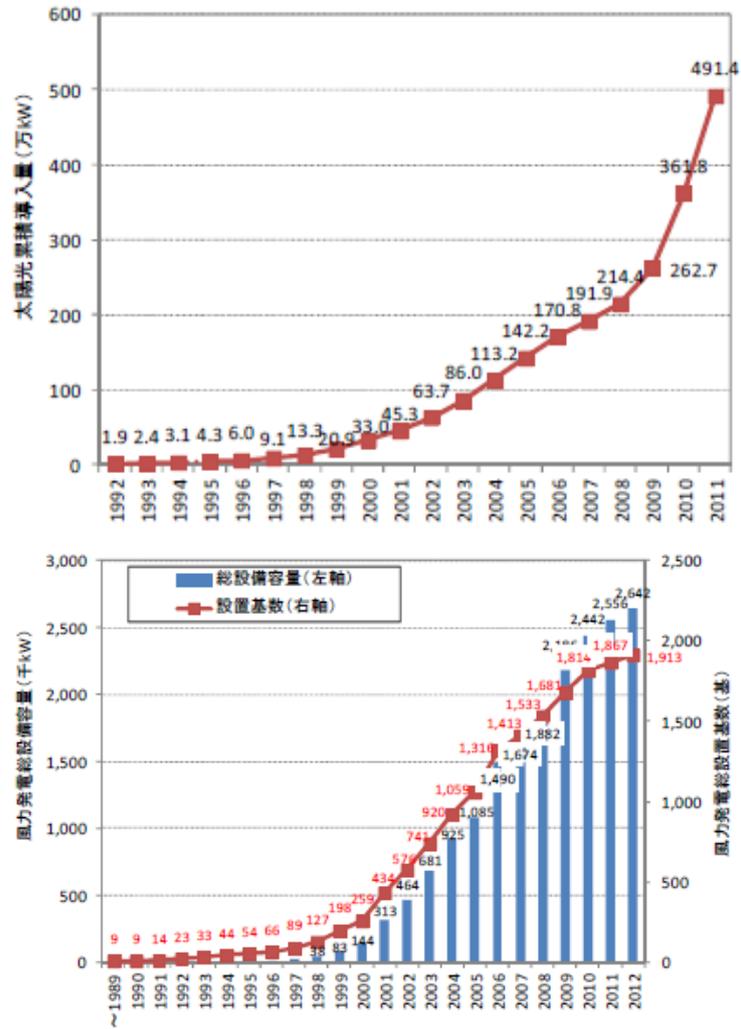


図 3-18 国民のグリーン購入実施率の重要性に対する認識

### 2.2.7. 持続可能な社会を支える人工資本に係る指標

- 環境負荷の少ない人工資本：再生可能エネルギーの導入量

風力発電は 2000 年以降、太陽光発電は 2009 年以降、その導入量に急激な増加傾向が見られる。ただし、風力発電の導入量については近年鈍化傾向が見られる (図 3-19)。また、5 割近くの人々が再生可能エネルギーの導入量を重要であると考えている (図 3-20)。



出典) 環境省「総合的環境指標のデータ集」

図 3-19 太陽光発電 (上) および風力発電 (下) の導入量

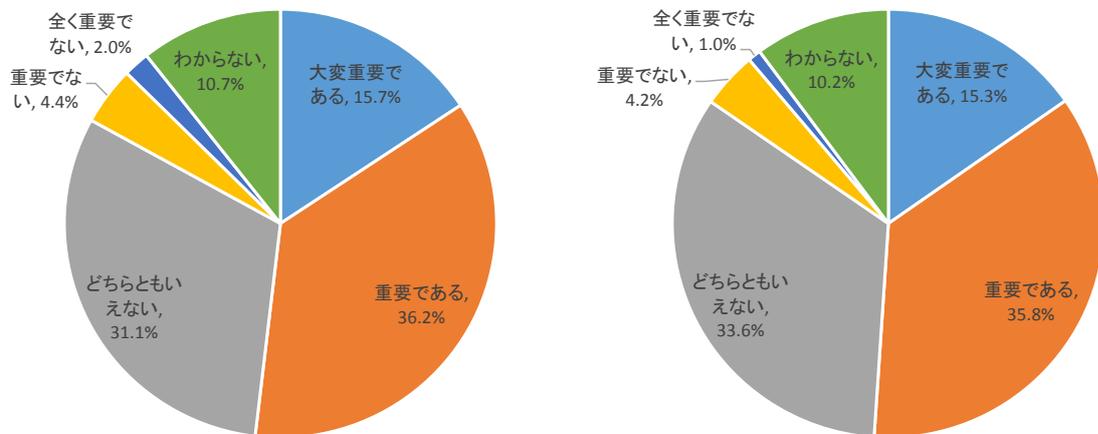


図 3-20 太陽光発電 (左) および風力発電 (右) の導入量の重要性に対する認識

## 第3節 客観指標を用いた環境基本計画の評価

### 3.1. 本研究での評価指標

前節で述べたように第4次環境基本計画では各種重点指標が挙げられており、それぞれの近年の指標動向は指標によって異なり、改善がみられるものとみられないものに分かれる。各種重点指標に対する予算の妥当性を評価することが本研究の最終目標であるが、予算の妥当性を評価するためには各種環境指標の改善効果の金銭価値評価が費用対効果の意味で重要となる。本節ではこの目的を達成していくために現在入手可能な環境基本計画に関連する客観指標の収集を行い、また収集が困難な場合にはアンケート調査を用いた主観指標を取得することで、各種環境指標の金銭価値評価を行うこととする。本研究で採用している指標は第4次環境基本計画と関連性が深いことに加えて、前節で示した本研究の本アンケートに先立って行ったプレアンケートにおいて重要度および認知度が高かったもの、そして国の環境保全経費において予算が相対的に高いことを選定基準とした。

表3-2に第4次環境基本計画個別指標群と本研究で評価を行う客観指標および主観指標の対応を示す。ここでは「事象面で分けた各重点分野における個別指標」との対応をまとめている。「事象面で分けた各重点分野における個別指標」と完全なる1対1対応で客観指標データを入手することは難しいため、本研究ではできる限り関係性の深い指標で入手可能なものを採用している。主観指標については客観指標での入手が難しい場合にアンケートで取得しているほか、「環境の状況に関する満足度」がどの程度有用な指標であるのかについても検証を行うために取得している。客観指標に関する金銭価値評価は以下の本節に、主観指標に関する金銭価値評価は本章第4節に示すこととする。以下、本研究で採用している評価指標の説明を行う。客観指標については表3-3にデータソースを示している。

まず、「地球温暖化に関する取組」に対しては客観指標として部門別の市区町村レベル二酸化炭素排出量データを用いることとする。部門としては産業部門、家庭部門、業務部門、運輸部門、廃棄物部門および総排出量を用いる。運輸部門はより細かく分類が可能であり、旅客自動車、貨物、鉄道、船舶について指標を採用する。本研究では生活満足度などの指標を取得するための後述する独自のアンケート調査を行っているが、このアンケート回答者の住んでいる市区町村とマッチングを行うことで居住地域の二酸化炭素排出量のデータを客観指標として用いることとした。他方、主観指標については一般的な国内の温室効果ガス年間排出量に対する満足度に加えて、温室効果ガスに関係性の深い再生可能エネルギー発電に対する満足度も採用することとする。

次に、「生物多様性の保全及び持続可能な利用に関する取組」については客観指標としては植生面積と植生の樹種数を採用する。この植生データは全国規模で現在入手可能と考えられる緑データのうち、我々の知る限り最も細かい2万5000分の1スケールでのGISデータであり、小面積の緑についても把握が可能であり<sup>8</sup>、かつ緑の分布に加えて樹種の種類も明示されていることから、緑面積に加えて「植生の多様性」の指標としても活用することが可能と考えられる。具体的には本研究では独自に行ったアンケート回答者の自宅から半径1500メートル圏内を徒歩圏と仮定し、その範囲に存在する緑の面積（植生面積）に加えて、樹種の種類の多様性の指標として何種類の樹種が自宅から1500メートル圏内に存在しているかについても指標化を行い、客観指標として用いることとした。他方、主観指標と

<sup>8</sup> 植生の最小取得面積は1haであるが、重要なものは1ha未満であっても表記がなされる (<http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-012.html>)。2万5000分の1と5万分の1の細かさの違いについては <http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-008.html> に具体例が示されている。

しては客観指標において全国規模で入手が不可能であった動物についても評価を行うために、絶滅危惧種の割合に関する満足度と自宅周辺の生物の種類の豊富さに関する満足度をアンケートにおいて取得することとした。また、緑に関する主観的満足度指標も入手することとした。

次に、「物質循環の確保と循環型社会の構築のための取組」に関しては、客観指標についてはごみ排出量として市町村別の1人当たりごみ総排出量に加えて、1人当たり生活系ゴミ排出量および1人当たり事業系ごみ排出量を採用した。また、循環型社会形成に係る客観指標として市町村レベルのリサイクル率も採用することとした。主観指標としては「ごみ・廃棄物の最終処分量」に対する満足度および「再使用・リサイクルの割合（循環利用率）」に対する満足度を採用している。

次に、「水環境保全に関する取組」としては河川および湖沼に関する水質指標である生物化学的酸素要求量（BOD）を客観指標として採用した。ここでは国立環境研究所が管理を行っている環境GISよりデータを取得した。環境GISではBODに関して、日間平均値の年平均値、日間平均値の年最大値、および環境基準超過日数割合の指標が取得できる。他方で主観的満足度による評価も行うために「河川・湖沼の汚染指標（BOD）」に対する満足度もアンケートで取得している。

次に、「大気環境保全に関する取組」に関しては前節で概観したように環境基準を上回る汚染状況が散見される指標を採用している。具体的には光化学スモッグの原因物質とされる光化学オキシダント（Ox）およびPM2.5を客観指標として採用している。これらについても環境GISより取得を行っており、PM2.5に関しては年平均値、日平均値の年間98%値、そして日平均値が環境基準を超えた日数割合を、Oxに関しては昼間の1時間値の年平均値、昼間の1時間値の最高値、昼間の日最高1時間値の年平均値、昼間の1時間値が環境基準以上の日数割合、昼間の1時間値が環境基準以上の時間割合を採用している。PM2.5については今回アンケートを行った季節（11月から12月）に汚染濃度が高まることが指摘されてきていることから、11月と12月における同指標も採用することとした<sup>9</sup>。温暖化に関連して、気温に関する客観指標として、真夏日の年間日数、真夏日の年間日数の平年との差、猛暑日の年間日数、そして猛暑日の年間日数の平年との差を採用している。また、騒音の客観指標として最寄りの観測地点での騒音（昼間および夜間）を採用している。なお、「包括的な化学物質対策の確立と推進のための取組」についてはプレアンケートにおいて認知度が低いことから本研究の分析手法、すなわち生活満足度を用いた手法では評価が難しいことから評価対象から外すこととした。以上の客観指標についての評価はすでにふれたように次節に示すこととする。なお、第4次環境基本計画では「事象面で分けた各重点分野における個別指標」だけでなく「環境の各分野を横断的に捉えた指標群」に関する提示されている。この後者の指標群のうち、表3-2に含まれていない指標をピックアップしたものが表3-4であり、研究全体の主観指標の具体的取得方法をまとめているのが表3-5である。第4次環境基本計画では人々の環境配慮行動に関する指標も提案されており、本研究でもこの評価を行うこととしたい。具体的にはグリーン購入に関する主観的満足度に加えて、表3-4に示す8つの環境配慮行動について普段行っているかどうかをアンケートで尋ね、取得している。グリーン購入以外の主観的満足度についてはすでに表3-2に11項目を示しているが、この11項目にグリーン購入に関する主観的満足度を加えた12項目を本研究では主観的満足度指標として取得している（表3-5参照）。これら主観指標を用いた評価結果はすでにふれたように第3項において示す。

<sup>9</sup> 他方でOxに関しては夏季を中心に問題となり、アンケート実施時期の11月～12月には問題となることが少ないため11月～12月の値は採用していない。

表 3-2 事象面で分けた各重点分野における個別指標群（各重点分野に掲げた指標の一覧）

重点分野	取組推進に向けた指標	本研究での評価指標（客観指標）	本研究での評価指標（主観指標）
「地球温暖化に関する取組」	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温室効果ガスの排出量及び吸収量</li> <li>・国の機関の排出削減状況</li> <li>・中長期目標を定量的に掲げている地方公共団体実行計画の策定割合</li> <li>・冷媒として機器に充填された HFC の法律に基づく回収状況</li> <li>・森林等の吸収源対策の進捗状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・産業部門 CO2 排出量（市区町村別）</li> <li>・家庭部門 CO2 排出量（市区町村別）</li> <li>・業務部門 CO2 排出量（市区町村別）</li> <li>・運輸部門 CO2 排出量（市区町村別） <ul style="list-style-type: none"> <li>・旅客自動車 CO2 排出量（市区町村別）</li> <li>・貨物 CO2 排出量（市区町村別）</li> <li>・鉄道 CO2 排出量（市区町村別）</li> <li>・船舶 CO2 排出量（市区町村別）</li> </ul> </li> <li>・廃棄物部門 CO2 排出量（市区町村別）</li> <li>・総 CO2 排出量（市区町村別）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「温室効果ガスの年間排出量」に対する満足度</li> <li>・「全発電量に占める再生可能エネルギー発電量の割合」に対する満足度</li> </ul>
「生物多様性の保全及び持続可能な利用に関する取組」	<p>①生物多様性への理解・配慮の向上に関わる指標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「生物多様性」の認識状況及び生物多様性国家戦略認知度</li> <li>・生物多様性自治体ネットワーク及び生物多様性民間参画パートナーシップへの参加団体数</li> <li>・エコロジカルネットワーク形成等に配慮した「緑の基本計画」の策定数</li> <li>・多様な主体による都市の緑地管理状況を示す指標（補助指標）</li> <li>・にじゅうまるプロジェクト及びグリーンウェイブへの参加団体数等</li> </ul> <p>②持続可能な利用の促進に関わる指標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・田園自然環境の創造に着手した地域の数</li> <li>・バイオマスの利用量及び新産業の規模</li> <li>・木材の供給量と需要量</li> <li>・都道府県によるエコファーマー累積新規認定件数</li> <li>・市町村によるバイオマス活用推進計画の策定数</li> <li>・森林経営計画の策定面積（補助指標）</li> <li>・森林認証面積（「緑の循環」認証会議（SGEC）、森林管理協議会（FSC））</li> <li>・海洋管理協議会（MSC）ラベル付き製品数、マリン・エコ・ラベル（MEL）ジャパンの認証件数</li> </ul> <p>③生物多様性の保全・再生に関わる指標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自然公園面積（国立公園、国定公園、都道府県立自然公園）</li> <li>・都市域における水と緑の面的な確保状況を示す指標</li> <li>・海洋保護区面積 （自然公園、自然環境保全地域、鳥獣保護区、保護水面、共同漁業権区域、指定海域、沿岸水産資源開発区域等）</li> <li>・保護増殖事業計画の策定数及び国内希少野生動植物種の指定数</li> <li>・特定外来生物及び要注意外来生物の指定等種類数並びに外来生物法に基づく防除の実施件数</li> <li>・河川及び港湾における「失われた自然の水辺のうち、回復可能な自然の水辺の中で再生した水辺の割合」</li> <li>・河川及び港湾における「失われた湿地や干潟の中で再生したものの割合」</li> <li>・脊椎動物、昆虫、維管束植物の各分類群における評価対象種数に対する絶滅のおそれのある種数の割合</li> <li>・森林面積：育成単層林、育成複層林、天然生林</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植生：植生面積（㎡）</li> <li>・植生：植生数（種類）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「脊椎動物における絶滅危惧種の割合」に対する満足度</li> <li>・「自宅の周囲 1,500m 圏内の土地に占める緑の割合」に対する満足度</li> <li>・「自宅周辺の生き物の種類の豊富さ（種数）」に対する満足度</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保安林面積</li> <li>・国有林の保護林面積</li> <li>・都道府県が定める希少種保護条例の制定数及び同条例に基づく指定希少野生動植物種の指定数</li> <li>④情報整備、参加型計画立案等の強化に関わる指標</li> <li>・1/25,000 植生図整備状況</li> <li>・生物多様性地域戦略の策定自治体数</li> <li>・地域連携保全活動状況（計画策定自治体数及び協議会数）</li> </ul>		
<p>「物質循環の確保と循環型社会の構築のための取組」</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資源生産性</li> <li>・循環利用率</li> <li>・最終処分量</li> <li>・1人1日当たりのごみ排出量</li> <li>・1人1日当たりに家庭から排出されるごみの量</li> <li>・事業系ごみの総量</li> <li>・その他循環型社会形成推進基本計画で定めている取組指標</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1人1日当たりごみ排出量（市町村別）(g/day)：1人当たりごみ総排出量(g/day)、1人当たり生活系ごみ排出量(g/day)、1人当たり事業系ごみ排出量(g/day)</li> <li>・リサイクル率（市町村別）(%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「ごみ・廃棄物の最終処分量」に対する満足度</li> <li>・「再使用・リサイクルの割合（循環利用率）」に対する満足度</li> </ul>
<p>「水環境保全に関する取組」</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・公共用水域及び地下水の水質汚濁に係る環境基準の達成状況</li> <li>・環境保全上健全な水循環の構築に関する計画の流域ごとにおける作成・改定数</li> <li>【主に水質に関する補助的指標】</li> <li>・水質等のモニタリング地点</li> <li>・主要な閉鎖性水域における汚濁負荷量</li> <li>・廃棄物の海洋投入処分量</li> <li>【主に水量に関する補助的指標】</li> <li>・再生水の利用量</li> <li>・湧水の把握件数</li> <li>・森林面積（育成単層林、育成複層林、天然生林）《再掲》</li> <li>・弾力的管理を行うダム数</li> <li>・雨水貯留浸透施設の設置数</li> <li>【主に水生生物等・水辺地に関する補助的指標】</li> <li>・水環境の保全の観点から設定された水辺地の保全地区等の面積</li> <li>・主要な閉鎖性海域の干潟・藻場面積</li> <li>・生態系の保全の観点から田園自然環境の創造に着手した地域数</li> <li>・里海の取組箇所数</li> <li>・地域共同により農地周りの水環境の保全管理を行う面積</li> <li>・都市域における水と緑の面的な確保状況を示す指標《再掲》</li> <li>【主に参画に関する補助的指標】</li> <li>・全国水生生物調査の参加人数</li> <li>・ホタレンジャーへの応募数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BOD：日間平均値の年平均値(mg/L)</li> <li>・BOD：日間平均値の年最大値(mg/L)</li> <li>・BOD：環境基準超過日数割合(%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「河川・湖沼の汚染指標（BOD）」に対する満足度</li> </ul>
<p>「大気環境保全に関する取組」</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大気汚染物質に係る環境基準達成率</li> <li>・有害大気汚染物質に係る環境基準、指針値達成率</li> <li>・幹線道路を中心とする沿道地域の自動車騒音に係る環境基準の達成状況</li> <li>・新幹線鉄道騒音及び航空機騒音に係る環境基準の達成状況</li> <li>・騒音の一般地域における環境基準の達成状況</li> <li>・省エネルギー機器、住宅・建築物、低公害車等の普及率</li> <li>・都市域における水と緑の面的な確保状況を示す指標《再掲》</li> <li>・都市域における年間の30℃超高温時間数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PM2.5：年平均値(μg/m<sup>3</sup>)</li> <li>・PM2.5：日平均値の年間98%値(μg/m<sup>3</sup>)</li> <li>・PM2.5：日平均値が35μg/m<sup>3</sup>を超えた日数割合(%)</li> <li>・PM2.5：11月～12月月平均値(μg/m<sup>3</sup>)</li> <li>・PM2.5：11月～12月月平均値の最高値(μg/m<sup>3</sup>)</li> <li>・PM2.5：11月～12月日平均値が35μg/m<sup>3</sup>を超えた日数割合(%)</li> <li>・Ox：昼間の1時間値の年平均値(ppm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「PM2.5の濃度」に対する満足度</li> <li>・「光化学スモッグの指標（光化学オキシダント濃度）」に対する満足度</li> <li>・「全自動車保有台数に占めるエコカーの割合」に対する満足度</li> <li>・「自宅の周囲1,500m圏内の土地に占める緑の割合」に対する満足度</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱帯夜日数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・0x：昼間の1時間値の最高値(ppm)</li> <li>・0x：昼間の日最高1時間値の年平均値(ppm)</li> <li>・0x：昼間の1時間値が0.06ppm以上の日数割合(%)</li> <li>・0x：昼間の1時間値が0.06以上の時間割合(%)</li> <li>・騒音：昼間(dB)</li> <li>・騒音：夜間(dB)</li> <li>・真夏日：年間日数(日)</li> <li>・真夏日：年間日数(平年との差)(日)</li> <li>・猛暑日：年間日数(日)</li> <li>・猛暑日：年間日数(平年との差)(日)</li> </ul>	
<p>「包括的な化学物質対策の確立と推進のための取組」</p>	<p>【環境中の残留状況に係る指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境基準、目標値、指針値が設定されている有害物質については、その達成率</li> <li>・各種の環境調査</li> <li>・モニタリングの実施状況(調査物質数、地点数、媒体数)</li> <li>・POPs等、長期間継続してモニタリングを実施している物質については、濃度の増減傾向の指標化を今後検討する(例：濃度が減少傾向にある物質数)</li> </ul> <p>【環境への排出状況に係る指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PRTR制度の対象物質の排出量及び移動量</li> </ul> <p>【リスク評価に係る指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・化学物質審査規制法に基づくスクリーニング評価及びリスク評価の実施状況</li> </ul>	<p>認知度が低いため今回は評価せず</p>	<p>認知度が低いため今回は評価せず</p>

表 3-3 客観指標のデータソース

大分類	本研究で用いる指標	データソース	年	備考
温暖化 (CO2)	産業部門 CO2 排出量 (1000 トン) (市区町村別)	環境省：部門別 CO2 排出量の現況推計 (市区町村別) <a href="https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/kuiki/tools_3.html#title_3">https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/kuiki/tools_3.html#title_3</a>	2012 年度	自宅のある市区町村の値
	家庭部門 CO2 排出量 (1000 トン) (市区町村別)			
	業務部門 CO2 排出量 (1000 トン) (市区町村別)			
	運輸部門 CO2 排出量 (1000 トン) (市区町村別)			
	旅客自動車 CO2 排出量 (1000 トン) (市区町村別)			
	貨物 CO2 排出量 (1000 トン) (市区町村別)			
	鉄道 CO2 排出量 (1000 トン) (市区町村別)			
	船舶 CO2 排出量 (1000 トン) (市区町村別)			
	廃棄物部門 CO2 排出量 (1000 トン) (市区町村別)			
	総 CO2 排出量 (1000 トン) (市区町村別)			
温暖化 (気温)	真夏日：年間日数(日)	気象庁：過去の気象データダウンロード <a href="http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php">http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php</a>	2015 年	自宅から最寄りの観測所の値
	真夏日：年間日数 (平年との差) (日)			
	猛暑日：年間日数(日)			
	猛暑日：年間日数 (平年との差) (日)			
緑・生物多様性	植生：植生面積(m <sup>2</sup> )	環境省生物多様性センター：第 6-7 回植生調査 (縮尺 1/25,000 植生図) <a href="http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-025.html?kind=vg67">http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-025.html?kind=vg67</a> 注：緑と定義したものは統一凡例 (植生区分・大区分一覧表) の大区分 01 から 57 までに含まれる緑すべてであり、大区分の 58 市街地等は含めていない 注：樹種と定義したものは統一凡例 (植生区分・大区分一覧表) のうち細区分 (細区分のないものについては中区分) の分類 (合計 638 種類) である	第 6 回:1999 年～2012 年, 第 7 回:2013 年～	自宅から半径 1500m 圏内
	植生：植生数(種類)			
廃棄物	1 人 1 日当たりごみ排出量 (市町村別) (g/day)	環境省：一般廃棄物処理実態調査 <a href="http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h25/index.html">http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h25/index.html</a> 注 1：(直接資源化量+中間処理後再生利用量+集団回収量)/(ごみ処理量+集団回収量)*100 注 2：(直接資源化量+中間処理後再生利用量〔固形燃料、焼却灰飛灰のセメント原料化、セメント等への直接投入、飛灰の山元還元を除く〕+集団回収量)/(ごみ処理量+集団回収量)*100	2013 年度	自宅のある市区町村の値
	1 人当たりごみ総排出量(g/day)			
	1 人当たり生活系ゴミ排出量(g/day)			
	1 人当たり事業系ごみ排出量(g/day)			
	リサイクル率 R (市区町村別) (%) (注 1)			
リサイクル率 R' (市区町村別) (%) (注 2)				
水質汚染	BOD：日間平均値の年平均値(mg/L)	環境 GIS：公共用水域の水質測定結果 <a href="http://tenbou.nies.go.jp/gis/">http://tenbou.nies.go.jp/gis/</a>	2009 年度	自宅から最寄りの観測所の値
	BOD：日間平均値の年最大値(mg/L)			
	BOD：環境基準超過日数割合(%)			
大気汚染	PM2.5：年平均値(μg/m <sup>3</sup> )	環境 GIS：大気汚染状況の常時監視結果 <a href="http://tenbou.nies.go.jp/gis/">http://tenbou.nies.go.jp/gis/</a>	2013 年度	自宅から最寄りの観測所の値
	PM2.5：日平均値の年間 98%値(μg/m <sup>3</sup> )			
	PM2.5：日平均値が 35μg/m <sup>3</sup> を超えた日数割合(%)			
	PM2.5：11 月～12 月月平均値(μg/m <sup>3</sup> )			

	PM2.5 : 11月～12月平均値の最高値( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	環境 GIS : 大気汚染状況の常時監視結果 <a href="http://tenbou.nies.go.jp/gis/">http://tenbou.nies.go.jp/gis/</a>	2013年度	自宅から最寄りの観測所の値
	PM2.5 : 11月～12月日平均値が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日数割合(%)			
	Ox : 昼間の1時間値の年平均値(ppm)			
	Ox : 昼間の1時間値の最高値(ppm)			
	Ox : 昼間の日最高1時間値の年平均値(ppm)			
	Ox : 昼間の1時間値が 0.06ppm 以上の日数割合(%)			
騒音	騒音 : 昼間(dB)	環境 GIS : 自動車騒音の常時監視結果 <a href="http://tenbou.nies.go.jp/gis/">http://tenbou.nies.go.jp/gis/</a>	2014年度	自宅から最寄りの観測所の値
	騒音 : 夜間(dB)			
環境配慮行動	クールビズ・ウォームビズ	独自のアンケート調査 2015年11月16日～12月4日 192,704 サンプル	2015年	行っている=1、行っていない=0のダミー変数
	冷暖房の温度調整			
	公共交通の積極利用			
	自家発電システム導入			
	ごみの削減			
	エコカー・省エネ電化製品の購入			
	自然環境保全活動への参加			
ガーデニング				

注：データは入手可能な最新のものを取得している

表 3-4 環境の各分野を横断的に捉えた指標群

分類	指標	本研究での評価指標（客観指標）	本研究での評価指標（主観指標）
b) 環境と経済との統合的向上に係る指標	環境分野の市場規模、環境ビジネスの業況、グリーン購入実施率、環境報告書を作成・公表している企業の割合		・「国民のグリーン購入実施率」に関する満足度
i) 持続可能な社会を支える社会関係資本に係る指標	<p>○主体の力：</p> <p>【国民】体験型の環境教育・環境学習に参加した国民の割合</p> <p>【地方公共団体】持続可能な地域づくりに向けた考え方や進め方に関する計画や方針が策定されている地方公共団体の割合</p> <p>【事業者】ISO14001、エコアクション 21 等の登録事業数</p> <p>○主体間の連携：</p> <p>計画の実施に際して地域の多様な主体が対話型で参画できている地方公共団体の割合、+ESD プロジェクトの登録数</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境配慮行動：クールビズ・ウォームビズ</li> <li>・環境配慮行動：冷暖房の温度調整</li> <li>・環境配慮行動：公共交通機関の越境利用</li> <li>・環境配慮行動：自家発電システム導入</li> <li>・環境配慮行動：ごみの削減</li> <li>・環境配慮行動：エコカー、省エネ電化製品の購入</li> <li>・環境配慮行動：自然環境保全活動への参加</li> <li>・環境配慮行動：ガーデニング</li> </ul>	

表 3-5 主観指標データの取得方法

大分類	本研究で用いる指標	データソース	年	備考
環境配慮行動	クールビズ・ウォームビズ	独自のアンケート調査	2015 年	左に示す 8 つの項目別に普段行っているかどうかを尋ねている。 普段行っている = 1、行っていない = 0 のダミー変数
	冷暖房の温度調整	2015 年 11 月 16 日～12 月 4 日		
	公共交通の積極利用	192,704 サンプル		
	自家発電システム導入	対象地域：日本全国（都道府県別の人口比率及び年代比率に合わせてサンプルを取得している）		
	ごみの削減			
	エコカー・省エネ電化製品の購入			
	自然環境保全活動への参加			
主観的満足度	再生可能エネルギー満足度	独自のアンケート調査	2015 年	左に示す 12 の項目別に重要度（5 段階：1 が全く重要ではない、5 が大変重要である）および満足度（5 段階：1 が全く満足していない、5 が大変満足している）を尋ねている。
	エコカー割合満足度	2015 年 11 月 16 日～12 月 4 日		
	温室効果ガス満足度	192,704 サンプル		
	緑の割合満足度	対象地域：日本全国（都道府県別の人口比率及び年代比率に合わせてサンプルを取得している）		
	絶滅危惧種満足度			
	生き物の種類満足度			
	最終処分量満足度			
	循環利用率満足度			
	BOD 満足度			
	PM2.5 満足度			
	Ox 満足度			
	グリーン購入満足度			

### 3.2. 客観指標を用いた環境基本計画の評価

本項では本研究で採用した客観指標の金銭価値評価を行う。表 3-6 に基本統計量を示す。ここではアンケートを実施した際の回答者の個人属性として年齢及び性別に関する変数の基本統計量も含めている。

表 3-6 客観指標の基本統計量

変数名	サンプル数	平均	標準偏差	最小値	最大値
年齢	192,704	47.73	11.82	17	99
男性ダミー	192,704	0.63	0.48	0	1
交通アクセス満足度	192,704	3.16	1.09	0	4
産業部門 CO2 排出量 (1000 トン)	192,714	1411.95	2147.27	0	15770
家庭部門 CO2 排出量 (1000 トン)	192,714	1182.96	1536.18	0	5492
業務部門 CO2 排出量 (1000 トン)	192,714	1839.58	2772.40	0	12198
旅客自動車 CO2 排出量 (1000 トン)	192,714	523.41	625.14	0	2473
貨物 CO2 排出量 (1000 トン)	192,714	262.05	299.57	0	1050
鉄道 CO2 排出量 (1000 トン)	192,714	50.39	66.00	0	277
船舶 CO2 排出量 (1000 トン)	192,714	76.73	177.79	0	800
運輸部門 CO2 排出量 (1000 トン)	192,714	912.61	1119.12	0	4578
廃棄物部門 CO2 排出量 (1000 トン)	192,714	71.93	98.52	0	458
総 CO2 排出量 (1000 トン)	192,714	5419.04	6780.45	0	23710
真夏日：年間日数(日)	192,714	38.40	14.77	0	126
真夏日：年間日数(平年との差)(日)	192,714	-4.47	8.63	-32.5	46
猛暑日：年間日数(日)	192,714	6.71	6.00	0	29
猛暑日：年間日数(平年との差)(日)	192,714	2.38	2.96	-7.3	14.7
植生：植生面積(m <sup>2</sup> )	192,714	539374.90	987768.20	0	1.42E+07
植生：植生数(種類)	192,714	1.48	1.62	0	13
PM2.5：年平均値(μg/m <sup>3</sup> )	192,714	14.68	2.54	6.4	24.1
PM2.5：日平均値の年間 98%値(μg/m <sup>3</sup> )	192,714	39.24	7.06	20.8	57.1
PM2.5：日平均値が 35 μg/m <sup>3</sup> を超えた日数割合(%)	192,714	4.10	2.67	0	20.7
PM2.5：11 月～12 月月平均値(μg/m <sup>3</sup> )	192,714	12.85	5.27	0	23.7
PM2.5：11 月～12 月月平均値の最高値(μg/m <sup>3</sup> )	192,714	17.17	9.15	0	55.65
PM2.5:11 月～12 月日平均値が 35 μg/m <sup>3</sup> を超えた日数割合(%)	173,590	3.34	4.87	0	18.40934
Ox：昼間の 1 時間値の年平均値(ppm)	192,714	0.03	0.00	0	0.045
Ox：昼間の 1 時間値の最高値(ppm)	192,714	0.11	0.02	0.022	0.217
Ox：昼間の日最高 1 時間値の年平均値(ppm)	192,714	0.05	0.01	0.01	0.068
Ox：昼間の 1 時間値が 0.06ppm 以上の日数割合(%)	192,714	19.33	8.53	0	59.1716
Ox：昼間の 1 時間値が 0.06 以上の時間割合(%)	192,714	6.45	3.28	0	23.8861
BOD：日間平均値の年平均値(mg/L)	156,285	2.15	2.22	0.5	47
BOD：日間平均値の年最大値(mg/L)	156,285	4.22	4.79	0.5	130
BOD：環境基準超過日数割合(%)	156,285	8.30	17.56	0	100
騒音：昼間(dB)	192,714	67.40	4.03	47	80
騒音：夜間(dB)	192,714	62.92	5.22	30	79
一人当たりごみ総排出量(g/day)	192,714	858.39	314.05	0	3724
一人当たり生活系ゴミ排出量(g/day)	192,714	603.57	218.09	0	2773
一人当たり事業系ゴミ排出量(g/day)	192,714	254.81	147.46	0	2217
リサイクル率 R (%)	192,714	21.06	8.81	0	100
リサイクル率 R' (%)	192,714	19.58	6.92	0	80

アンケートについては 2015 年の 11 月 16 日から 12 月 4 日までインターネットを用いて全国の

192,704 人から回答を得たものを用いる<sup>10</sup>。アンケート対象者は全国の都道府県の人口比率およびそれぞれの都道府県の年齢比率に合うように選定しており、日本の縮図としての金銭価値評価を目指す。

本研究では OECD の提唱する Better Life Index (BLI) に注目している。BLI では生活の様々な側面の内、重視すべき指標として 11 の柱が提案されている。具体的には①住居、②所得と資産、③仕事と報酬、④社会とのつながり、⑤教育と技能、⑥環境の質、⑦市民参加とガバナンス、⑧健康状態、⑨主観的幸福、⑩生活の安全、⑪ワーク・ライフ・バランスである。本研究ではこれらの指標をアンケートで取得し、分析に用いることとする。表 3-7 に BLI の 11 の柱ごとにどのような指標をアンケートで取得したかを示す。

表 3-7 本研究で採用する指標

BLI の柱	アンケートで取得する指標	対象となる概念	把握方法
① 住居	住居満足度 ※HO I 一人当たり部屋数に該当	住居の質	あなたの生活において、以下の項目の満足度をお答えください。 項目：住居 1 全く満足していない 2 あまり満足していない 3 どちらでもない 4 まあ満足している 5 大変満足している
② 所得と資産	前年度税込年間世帯所得（円） ※IW I 家計調整順可処分所得に該当	現在および将来の消費可能性	あなたの世帯の昨年 1 年間（2014 年 1 月～12 月）の税込年収はいくらぐらいですか。ボーナスや副収入なども含めて税込でお知らせください。 1 200 万円未満 2 200～300 万円未満 3 300～400 万円未満 4 400～500 万円未満 5 500～600 万円未満 6 600～700 万円未満 7 700～800 万円未満 8 800～900 万円未満 9 900～1,000 万円未満 10 1,000～1,500 万円未満 11 1,500～2,000 万円未満 12 2,000～3,000 万円未満 13 3,000 万円以上 14 回答したくない・わからない
③ 仕事と報酬	職業（ダミー）および失業（ダミー） ※JE I 就業率、JE II 長期失業率、非自発的パートタイム就業、je2 臨時・派遣契約の就業者に該当に該当	仕事の量、仕事の質	あなたのお仕事は主に次のどれにあたりますか。 1 各種学校・専門学校生・短大生 2 大学生・大学院生 3 上記以外の学生 4 お勤め（正社員） 5 お勤め（契約社員など） 6 お勤め（派遣社員） 7 お勤め（パート・アルバイト） 8 会社経営者 9 政府職員・公務員 10 個人事業主 11 専門職（医師、弁護士、教授など） 12 専業主婦・主夫 13 年金受給者 14 無職（求職していない） 15 無職（求職中） 16 その他
④ 社会とのつながり	家族・知人・友人・地域の人との関係（指数）	個人的な関係 地域社会との関係	あなたの生活において、以下の項目の満足度をお答えください。

<sup>10</sup> 全国で 25 万サンプル以上の回答を得たが、整合性のない回答を行っていないかどうかチェックをするための設問を複数含めることで、矛盾した回答を行っている不正回答者を排除した。

	※SC I 社会的ネットワークによる支援、sc1 社会との接触頻度、sc2 ボランティア活動の時間に該当に該当		項目1：家族との関係 項目2：知人・友人との関係 項目3：地域の人との関係 ※上記3つの項目（5段階評価）の平均 1 全く満足していない 2 あまり満足していない 3 どちらでもない 4 まあ満足している 5 大変満足している
⑤教育と技能	学歴（ダミー） ※ES I 学歴、es1 予想教育年数に該当	教育の量	あなたの最終学歴について教えてください。（在学中の方は直近の卒業学校をお答えください。） 1 就学したことがない 2 小学校中退 3 小学校卒 4 中学卒 5 高校卒 6 専門学校・専修学校・各種学校卒 7 短期大学・高専卒 8 大学卒 9 大学院修士卒 10 大学院博士卒 11 その他 12 わからない
⑥環境の質	環境基本計画に関連する環境指標（客観指標および主観指標） ※EN I 大気質、en2 居住地域の環境に対する満足度、en3 緑空間へのアクセスに該当	環境の質	表2（客観指標）および表4（主観指標）参照のこと
⑦市民参加とガバナンス	政治に対する満足度と政策決定への参加に対する満足度の平均（指数） ※CEGI 投票率に該当	市民参加	あなたの生活において、以下の項目の満足度をお答えください。 項目1：政治 項目2：政策決定への参加 ※上記2つの項目（5段階評価）の平均 1 全く満足していない 2 あまり満足していない 3 どちらでもない 4 まあ満足している 5 大変満足している
⑧健康状態	自己評価による健康状態（指数） ※HS II 自己報告による健康状態に該当	さまざまな側面での疾病	あなたの健康状態は総合的にみてどうですか。 5 非常に良い 4 少し良い 3 どちらともいえない 2 少し悪い 1 非常に悪い
⑨主観的幸福	生活満足度（指数） ※SW I 生活満足度に該当	生活の評価	全体としてどの程度生活に満足していますか。 5 大変満足している 4 まあ満足している 3 どちらでもない 2 あまり満足していない 1 全く満足していない
⑩生活の安全	居住地域における治安満足度 ※PS I 殺人率、ps2 安全感に該当	安全な環境で暮らす機会	あなたの生活において、以下の項目の満足度をお答えください。 項目：治安 1 全く満足していない 2 あまり満足していない 3 どちらでもない 4 まあ満足している 5 大変満足している
⑪ワーク・ライフ・バランス	余暇満足度（時間） ※WL II レジャーとパーソナルケアの時間に該当	仕事と生活の時間配分	あなたの生活において、以下の項目の満足度をお答えください。 項目：余暇時間 1 全く満足していない 2 あまり満足していない 3 どちらでもない 4 まあ満足している 5 大変満足している

これらの指標および表 3-3 と表 3-5 に示した環境基本計画に関する客観指標群および主観指標群を用いて以下の推計モデルを考える。

個人 $k$ の生活満足度 $LS^k$ は以下 (1) 式のように表すことができる。

$$LS^k = f(y^k, e^k, x^k, z^k) \quad (1)$$

ここで $LS^k$ は個人 $k$ の生活満足度であり、 $y^k$ は $k$ の前年度税込年間世帯所得、 $e^k$ は環境基本計画に関連する環境要因指標である。 $x^k = (x_1^k, \dots, x_M^k)$ は個人 $k$ の生活環境に関する変数であり、生活環境を $M$ 個の観点から特徴づけており、BLI の 11 の柱のうち「②所得と資産」および「⑥環境の質」を除く 9 つの柱を関数に含める。また、Frey and Stutzer (2002) が総括しているように、人々の幸福度は生活環境などの外部的な要因に加え、年齢・性別などの個人的な要因にも影響を受けると考えられるため、年齢・性別といった人口動態変数 $z^k = (z_1^k, \dots, z_N^k)$ もアンケートで取得することで生活満足度関数の説明変数とする。ここでは、家計の $N$ 個の人口動態的特徴が把握されている。

上記の生活満足度関数は、個人の生活満足度に影響を与える要因を全て説明変数に取り込んだ包括的なものを目指している。包括的な生活満足度関数を考えることのメリットは限定的な説明変数しか想定してこなかった既存の生活満足度アプローチ (Life Satisfaction Approach: LSA) に比べ、各要因の生活満足度への影響をより正確にとらえられることである。

分析には回帰分析を用いる。具体的には以下の式(2)のように生活満足度関数を推計し、生活満足度と所得および環境基本計画に関連する環境要因指標の関係性の分析を行う。次に式(3)のように生活満足度に対する所得と環境要因指標の限界効果を算出する。最後に所得と環境要因指標の限界効果の代替率を算出することによって環境要因指標の所得換算の価値を算出する。これを環境要因指標に対する人々の潜在的な支払意志額であると考え、この手法が LSA である<sup>11</sup>。

$$LS_i = \beta x' + \lambda y + \mu z' + \theta e_i + \varepsilon \quad (2)$$

$$\begin{aligned} MWTP_i &= \Delta y / \Delta e = \left( \frac{\partial LS}{\partial e} \right) / \left( \frac{\partial LS}{\partial y} \right) \\ &= \theta / \lambda \end{aligned} \quad (3)$$

ここで $\varepsilon_i$ は誤差項である。

<sup>11</sup> LSA を用いて本研究と同様の推計モデルで居住地域の緑の金銭価値評価を行った研究に Tsurumi and Managi (2015)がある。本章では LSA を用いた金銭価値評価研究の先行研究の紹介を行っていないが、詳細なサーベイは鶴見他 (2015) を参照のこと。

分析においては被説明変数が5段階の指数であることから順序プロビット回帰を採用する。以下、環境基本計画に関する客観指標に関する推計結果を表3-8から表3-14まで示す。すべての推計において説明変数として「交通アクセスに関する満足度（5段階：5が大変満足している、1が全く満足していない）」もコントロール変数として含めている。これは一部の環境指標（たとえば自宅周辺の植生面積）が交通利便性と強く相関し、利便性に関する評価となることを避けるためのコントロール変数として含めているものである。以下、それぞれの表について説明を行う。

まず表3-8は大気汚染の客観指標として採用したPM2.5の推計結果である。推計式には個人属性である年齢・性別および金銭価値評価に用いる所得・環境指標(PM2.5)に加えて、コントロール変数としてBLIの各柱の指標（学歴、失業、仕事、失業、健康、住居、社会関係資本、政治・政治参加、治安、余暇）および交通アクセス満足度指標を含めている。個人属性及びコントロール変数については先行研究で得られてきている符号が統計的に有意に得られている。所得に関しても正で統計的に有意な結果が得られている。環境指標であるPM2.5については年間の指標については「日平均値の年間98%値」のみが負で統計的に有意な結果が得られており、年平均値と環境基準を超えた日の割合については有意性が得られなかった。このことから年間の指標においては年平均値や日平均値が環境基準を超過する日の割合に関する指標のような平均の指標よりも、年間98%値のような最大値の指標が生活満足度に影響を及ぼしやすいことが示唆される。また、PM2.5濃度が高くなることが指摘されている11月から12月の期間における指標については、逆に日平均値の平均や日平均値が環境基準を超過する日の割合など日平均の指標が有意となり、最大値については有意性が得られないため、日平均値のほうが11月から12月という濃度の高い季節には重要となることが示唆されたといえる。