

平成 24 年度 環境経済の政策研究

(高質で持続的な生活のための環境政策における指標研究)

報告書

平成 25 年 3 月

公益財団法人地球環境戦略研究機関

京都大学

神戸大学

南山大学

龍谷大学

目次

I. 研究の実施経過	1
1. 研究計画	1
1.1. 研究の背景と目的	1
1.2. 3か年における研究計画及び実施方法	1
1.3. 本研究で目指す成果	5
1.4. 行政ニーズとの関連及び位置付け	5
1.5. 研究成果による環境政策への貢献	6
2. 平成24年度の進捗状況	7
2.1. 平成24年度の実施体制（研究参画者と分担項目）	7
2.2. 平成24年度の進捗状況（研究成果の概要）	7
2.3. 対外発表、ミーティング開催等の実施状況	9
2.4. 平成25年度の研究方針	11
II. 研究の実施内容	13
要約	13
1. 序論	21
1.1. GDPの有用性と限界	21
1.2. 代替・補完指標の模索	22
1.3. 本研究の構成	22
2. 持続可能性・幸福度関連指標に関する情報収集	23
2.1. はじめに	23
2.2. グリーン経済／グリーン成長に関連する国際的潮流・議論の進展	24
2.3. 各種関連指標の構造比較分析—近年の国際動向を中心に—	39
2.4. 結論	88
2.5. 参考資料	96
3. ジェニュイン・セービング指標の精緻化	100
3.1. はじめに	100
3.2. ジェニュイン・セービングの現状と課題	100
3.3. 計測モデル	106
3.4. データセット	107
3.5. 計測結果	108
3.6. 結論	118

4. 幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価 ······	120
4.1. 日本の森林資源、農地の現状	120
4.2. 緑の多面的機能	123
4.3. 緑の多面的機能の価値評価	125
4.4. データ	128
4.5. 推計モデル	134
4.6. 推計結果	137
4.7. まとめと今後の課題	150
4.8. 補論 1：サブサンプルにおける限界支払意思額	151
4.9. 補論 2：国民の望む森林政策	154
5. より良い暮らし指標の統合化 ······	165
5.1. 背景	165
5.2. 集計方法	167
5.3. データ	172
5.4. 分析結果	175
5.5. モデルの拡張	179
5.5. 結論	181
5.6. 補遺	182
6. 結論 ······	187
6.1. 政策インプリケーション	187
6.2. 今後の取組	187
III. 添付資料 ······	189
1. 参考文献 ······	189
2. 略語表 ······	197
3. アンケート調査票 ······	199

I. 研究の実施経過

1. 研究計画

1.1. 研究の背景と目的

従来から各国の開発や成長を評価するために用いられてきた国内総生産 (Gross Domestic Product: GDP) に対し、近年その不十分性が指摘され、持続可能な開発という多次元の事象を評価するためには、GDP を補完する指標が必要であると国際的に議論されている。このような議論の流れの中で、持続可能な開発や人間の福利などの広範な観点から、世界銀行による「ジェニュイン・セービング (Genuine Savings: GS)」や経済協力開発機構 (Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD) の「より良い暮らし指標 (Better Life Index: BLI)」などが提唱されてきており、2012年6月に開催された「国連持続可能な開発会議（通称リオ+20）」の主要テーマであるグリーン経済においても、OECDによる「グリーン成長指標 (Green Growth Indicators: GGI)」や、世界銀行による生態系価値評価 (Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services: WAVES) などの新たな指標体系が提案されてきた。しかしながら、いずれの指標においても課題が残されており、例えば GS には技術進歩や効率性改善の影響が正確に反映されていないという技術的課題、また BLI には各要因の集計方法について画一的な手法が定められていないという政策的課題が残されている。このような国際的な議論の動向を受けつつ、我が国でも 2010 年に閣議決定した新成長戦略において幸福度に関する研究を進めることが決定され、現在内閣府においてその検討が進められている。今後、我が国が持続可能で対応力のある社会を構築するためには、上記のような既存指標の問題点を踏まえた上で、環境・経済・社会を総合的に評価するための指標を検討していくことが求められるであろう。

本研究の目的は、我が国において環境・経済・社会を統合的に評価するための指標およびその活用方法を提案することであり、またこの指標を用いて、我が国におけるグリーン経済の進捗状況や幸福度に係る政策を評価することである。ここではまず、持続可能性指標および幸福度指標を念頭におき、国内外における関連情報を収集して、それらを比較検討する。同時に、既存の持続可能性指標である GS の精緻化のための分析や、幸福度指標を用いた自然資本の経済価値評価に関する分析、生活の質に関連する指標としての BLI の統合化についての分析を実施する。その際に、既存の指標作成のために用いられた資料だけでなく自然と人間の関わりがより明確になるような分析も行う。このような分析結果を基に、これらの指標を用いて各国・国内各地の持続可能性や幸福度の比較評価を行い、併せて、必要となる統計情報について検討する。以上を踏まえ、最終的には我が国に適する環境・経済・社会を統合的に評価するためのひとつの指標体系を検討するとともに、指標の見方や指標の政策立案における活用についての考察を行う。

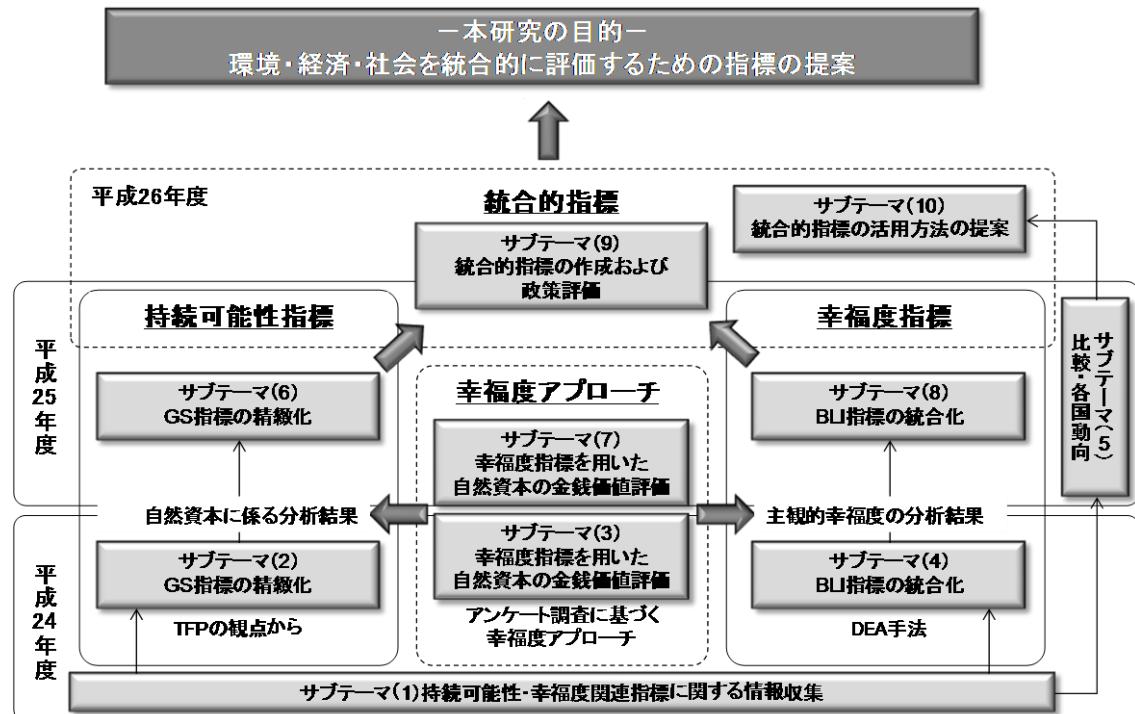
1.2. 3か年における研究計画及び実施方法

本研究では、下図のような研究計画を念頭に、大きく分類して以下のような 4 つの研究を進める。

- 持続可能性・幸福度関連指標の比較検討と各国動向調査
- ジェニュイン・セービング指標の精緻化

- ・ 幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価
- ・ より良い暮らし指標の統合化

最終的には、これらを基に統合的指標を作成し、政策評価を実施するとともに、新たに開発したこの指標を政策立案においてどのように活用すべきかという提案を行う。以下、具体的に上記 4 つのサブテーマの研究計画を示す。



[サブテーマ 1：持続可能性・幸福度関連指標に関する情報収集]

<平成 24 年度>

本サブテーマでは、持続可能性・幸福度関連指標について情報収集およびレビューを実施する。ここでは、グリーン経済や生活の質の定義とともに、指標体系のフレームワーク（指標の目的、定義、全体の構造や要素間の関係性）に着目し、その論点を整理することとする。なお、現段階において具体的に想定される調査対象としては、国内の関連指標群とともに、国際比較の観点から OECD の GGI、BLI、経済パフォーマンス及び社会進歩計測に関する委員会報告（スティグリッツ委員会報告書）、国連環境計画（United Nations Environment Programme: UNEP）が検討しているグリーン経済指標、欧州委員会の「資源効率的な欧州」における資源生産性関連指標群、WAVES、各国の持続可能性指標、さらに、リオ+20 や持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: SDGs）の議論の動向などである。これらの事例の研究においては、前年度までの環境経済の政策研究における指標の議論や、内閣府で行われている幸福度指標に関する議論など、既存のものを十分に踏まえ、主にこれまでに未だあまり触れられていない点に注目して進めることとする。

<平成 25 年度>

平成 24 年度に収集した持続可能性・幸福度関連指標について、1) 前年度に整理した指標のフレー

ムワークに加え、個別分野として、2) 自然資本ベース関連指標、3) エネルギー・資源生産性関連指標、4) 生活の質関連指標、5) 政策対応関連指標などについてさらに深めるとともに、6) これらの指標に必要となる統計情報などの視点に基づき、各指標の整理と比較検討を試みる。併せて、各国レベルにおいて、持続可能性・幸福度指標に基づく政策評価や政策形成の事例を収集し、その実効性や有用性について定性的評価を実施する。これらを踏まえ、a) 第四次環境基本計画の内容及びその見直しに向けた検討動向から、前提としての目指すべき社会の姿を抽出するとともに、b) 上記 a) で抽出した社会の実現に向けた、環境・経済・社会を総合的に評価するための指標体系のあり方についての検討を開始する。その検討に際しては、有識者へのヒアリングなども併せて実施することとする。

<平成 26 年度>

平成 25 年度の研究成果を基に、当該指標の政策立案における活用方法についての考察を行う。併せて、環境基本計画の点検において指標等により計画の進捗状況を測定する際に、本指標をどのようにインプットすべきかの検討を行う。

[サブテーマ 2：ジェニュイン・セービング指標の精緻化]

<平成 24 年度>

本サブテーマでは、持続可能性指標として世界銀行が提唱する GS について、その精緻化を行う。GS は、従来の固定資本減耗を差し引いた正味の人工資本形成に、教育に対する支出を将来への投資とみなして人的資本形成として追加する一方で、自然資本の減耗および汚染による被害の影響を自然資本減耗として差し引いたものである。GS には技術進歩や効率性改善の影響が反映されていないという批判があるが、現状では人的資本や自然資本を考慮していない従来の GDP に基づく全要素生産性 (Total Factor Productivity: TFP) での調整に終始している。そのため、ここでは GS を TFP の観点から精緻化する。具体的にはまず、先行研究のレビューを行い、併せて持続可能性を計測する GS と連動する可能性のある指標を探索する。さらに、広範な資本を考慮した TFP を求め、これを用いて再度 GS の推計を行うことで、より精緻な指標を提出し、従来の持続可能性評価の妥当性を検討する。そのための研究手法としては、ノンパラメトリック手法を用いることを想定し、推計においては、世界銀行の世界開発指標 (World Development Indicators: WDI) 等からデータを収集する予定である。ここではさらに、推計した TFP と従来の経済データのみで計測した TFP との差異についても考察する。

<平成 25 年度>

後述の [サブテーマ 3：幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価] の分析結果を基に、前年度の分析に加えてさらなる指標の精緻化を行う。GS においては、自然資源の劣化を正味の貯蓄から差し引いているが、ここで対象とされている自然資本は木材としての森林資源のみであり、森林による調整サービス等は考慮されていないため、自然資本減耗による損失を過小評価している恐れがある。ここでは、自然資本の価値に関する分析結果に基づき、GS を自然資本の観点から精緻化する。

<平成 26 年度>

本サブテーマでは、統合的指標を作成し、従来の一連の政策評価を行う。[サブテーマ 1：持続可能性・幸福度関連指標に関する情報収集] の成果次第により変更の可能性はあるものの、ここでは統合的指標として幸福度指標に持続可能性指標を追加することを想定し、GS の研究成果を BLI に統合す

る。そして、統合された指標を各全国各地域に応用し国際比較を行う。さらに、このような環境・経済・社会を総合的に評価しうる包括的指標を用いて、政策間のコバネフィットやトレードオフを評価する。さらには、今後のさらなる指標の精緻化のために必要な統計情報についての検討を行う。

[サブテーマ 3：幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価]

<平成 24 年度>

本サブテーマではまず、先行研究を基に、生活満足度および主観的幸福度に影響を与える要因について、経済社会的状況や個人的特性、さらには高い関連性が期待される環境関連の要因などを複数選定する。これらを基にアンケート票を試作し、小規模のアンケート調査を実施する。本アンケート調査では、被験者に対し、個人の主観的幸福度を尋ねるとともに、併せて、所得や失業などの経済的状況や健康・年齢・性別・結婚などの個人的特性、競争心や危険回避度などの性格指標などのデータを収集する。同時に、居住地域周辺の自然環境の影響も推定するために、被験者の居住地域の土地利用データを用いて居住地域の自然の豊かさ（森林被覆率など）を指標化する。以上を基に、主観的幸福度に影響を与える要因について回帰分析を用いて推計を行う。さらにその推計結果をもとに幸福度指標から環境関連の金銭価値評価を行う幸福度アプローチ（Happiness Approach）という手法を用いて、自然資本の金銭価値評価を行う。この手法は環境が幸福度に及ぼす影響と、所得が幸福度に及ぼす影響を明らかにし、その両者の関係から環境価値を金銭的に評価するものである。したがって、環境の価値を直接問う仮想評価手法が持つ問題点、すなわち、恣意的に過剰な金額あるいは戦略的な金額が回答されるという問題、あるいはヘドニック法が持つ問題点、すなわち環境価値が土地市場に反映されにくい、といった問題点を改善することが期待される。こうした問題点を改善することで、自然資本指標の精緻化を目指す。

<平成 25 年度>

前年度のアンケート調査結果に基づき、全国レベルにおけるアンケート調査を実施する。本調査においては、地域性を考慮すべき事項と、全国的に一元的に適用できる事項とを明確に考慮した上で、アンケート調査票を作成し、併せて将来的に策定され得る政策についても質問を行う。さらに、本アンケート調査に基づき、国内地域間での幸福度等の比較分析を実施する。

<平成 26 年度>

[サブテーマ 2：ジェニュイン・セービング指標の精緻化] や [サブテーマ 4：より良い暮らし指標の統合化] とともに、統合的指標の作成および政策評価を行う。

[サブテーマ 4：より良い暮らし指標の統合化]

<平成 24 年度>

本サブテーマでは、各国における人々の厚生の全体的な傾向を理解するため、BLI に示された 11 の要因をひとつの指標に統合する。BLI は、コミュニティ、教育、環境、ガバナンス、健康、住居、収入、仕事、生活満足度、安全、ワーク・ライフ・バランスを人々のより良い生活を特徴づける 11 の要素として考え、それぞれに対応する指標を公表しているが、各指標の集計方法については示しておらず、そのため各国毎のより良い生活を包括的に比較することは難しい。しかし仮に、国民により良い生活を提供することを各国の政策当局者の目的と考えると、彼らは各国における資源を投入物と

して、11の厚生に関わる要因を生産し、国民に提供していると考えられる。そこで、本研究では包絡分析法（Data Envelope Analysis: DEA）を用いて BLI の統合化を行う。これより、最も優れたパフォーマンスを基に人々が享受可能な厚生の諸要素についてのフロンティアを構築し、このフロンティアと各国のパフォーマンスとの間の距離を計測することができる。そして、フロンティアとの距離を比較することで、人々の享受している厚生の水準を統合的かつ一義的に評価し比較する。統合指数の研究では、投入の違いを無視して、産出のデータからフロンティアを計測することが多いが、ここでは、資本や労働といった投入の違いも考慮にいれた上でフロンティアを計測し、投入－産出関係をより正確に分析する。これより、政策当局が国民にいかに効率的により良い暮らしを提供できているかという、効率性の観点から各国のパフォーマンスを比較できる。

<平成 25 年度>

平成 25 年度は、BLI における生活満足度という要因の再検討を行う。生活満足度という主観的幸福度と、BLI の他の要素（物質的な豊かさや生活の質を表す）との関係を分析し、さらに [サブテーマ 3：幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価] から得られた主観的幸福度の分析結果を基にしながら、主観的幸福度の要因分析を行う。分析手法としては、前年度と同様に DEA を用いる。要因分析の結果から、主観的幸福度とその他の指標との適切な統合方法についてさらに検討を加える。また、その他の要因についても BLI 指標における考慮の正当性を検討するため、人間開発指数（Human Development Index: HDI）などの他の統合的指標との比較分析も実施する。

<平成 26 年度>

[サブテーマ 2：ジェニュイン・セービング指標の精緻化] や [サブテーマ 3：幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価] とともに、統合的指標の作成および政策評価を行う。

1.3. 本研究で目指す成果

本研究から以下のような成果が期待される。

- 国内外における持続可能性・幸福度関連指標に関する議論の整理と各指標の利点・欠点の比較
- 既存の持続可能性指標である GS の精緻化
- 環境という要素が与える生活満足度への影響分析
- BLI の統合化
- 統合的指標の作成および政策評価
- 統合的指標の活用方法の提案
- 指標による評価のための統計情報のあり方に関する提言

1.4. 行政ニーズとの関連及び位置付け

グリーン経済を主要テーマとするリオ+20 等の国際的潮流、東日本大震災を契機とする意識の変化等を踏まえ、わが国におけるグリーン経済や生活の質に関する政策上の評価を行うことは喫緊の課題であり、国際的な比較も視野に入れた環境・経済・社会を総合的に評価する指標及びその基礎となる統計情報のあり方について取りまとめることが求められる。その際には、グリーン経済や生活の質に関する定義を整理して我が国の実情に即したモデルを設定し、国際・国内地域間比較も視野に入れて、

その評価に必要な指標体系の提案を行うとともに、これによる評価を行うことが求められる。計測のために必要となる統計情報のうち、既存の統計情報が不足するものについては、その統計整備の方等を研究し、提案することが、今後の我が国の指標体系の整備において不可欠である。なお、研究にあたっては、我が国において計測されてきた関連指標の検証を行ったうえで、複数のモデルを設定・検証し、国際・地域間の比較評価が可能で、かつ、より我が国の状況を明らかにできる評価手法を開発することが、実用化という点に鑑みて重要であろう。

1.5. 研究成果による環境政策への貢献

環境政策の立案・評価には指標が必要であり、本研究が提供する指標体系は経済面だけでなく社会面・環境面を含めた多面的かつ統合的な政策評価を可能にするものである。また、本研究では単に指標体系を提案するのみならず、政策立案においてこれをどのように活用すべきかの提案も行うため、環境政策全体への貢献は大きいと考えられる。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事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、隨時インプットを行うことができるものと期待される。また、現在内閣府で検討されている幸福度指標についても、平成 23 年度において試案が策定された段階であり、平成 24 年度以降の検討に対しては、たとえば幸福度に有意な要因の追加的な情報の提供や、環境・持続可能性などの点からの補完的な議論など、本研究が貢献する余地があるものと考えられる。さらに、国際的な議論に照らせば、現在、リオ+20 プロセスにおいて 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。

2. 平成 24 年度の進捗状況

2.1. 平成 24 年度の実施体制（研究参画者と分担項目）

[研究代表者]

馬奈木俊介 公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES） IGES フェロー

サブテーマ 3

[研究参画者]

<サブテーマ 1>

小嶋公史 IGES 経済と環境グループ ディレクター

蒲谷景 IGES 経済と環境グループ 研究員

栗生木千佳 IGES 持続可能な消費と生産グループ 研究員

松本郁子 IGES プログラム・マネジメント・オフィス 特任研究員

岡安早菜 IGES プログラム・マネジメント・オフィス 特任研究員

佐藤正弘 京都大学 経済研究所 准教授

<サブテーマ 2>

佐藤真行 神戸大学大学院人間発達環境学研究科 准教授

<サブテーマ 3>

鶴見哲也 南山大学 総合政策学部 講師

<サブテーマ 4>

溝渕英之 龍谷大学 経済学部 講師

2.2. 平成 24 年度の進捗状況（研究成果の概要）

本年度は、研究計画の通りに研究を実施することができ、サブテーマによっては研究計画以上の成果を出すことができた。[サブテーマ 1：持続可能性・幸福度関連指標に関する情報収集] では、グリーン経済から資源生産性、生態系勘定や包括的な富指標など、多岐に亘り、近年取組が進められている持続可能性や幸福度に関する指標をレビューすることができた。[サブテーマ 2：ジェニュイン・セービング指標の精緻化] では、ジェニュイン・セービング（Genuine Savings: GS）を全要素生産性の観点から精緻化し、それにより各国の持続可能性を評価するとともに、従来の手法に基づく持続可能性評価との比較まで行うことができた。[サブテーマ 3：幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価] では、研究計画通り、Life Satisfaction Approach (LSA) を用いて緑の多面的価値を評価し、緑に対する選好の多様性を明らかにすることができた。[サブテーマ 4：より良い暮らし指標の統合化] では、より良い暮らし指標（Better Life Index: BLI）の統合化の試みとして、研究計画で挙げていた包絡分析法という手法に加え、「Benefit of the Doubt (BOD) アプローチ」でも統合化を行い、両者を比較することで、統合化における様々な課題を明確にできた。総じて、3 年間の研究計画全体との関連という点においては、一年目として、当初の計画通りに今後の基盤となる研究を進めることができ、次年度以降において研究すべき重要な課題等を明確にすことができた。

以下、個別に研究成果の概要を記述する。

[サブテーマ1：持続可能性・幸福度関連指標に関する情報収集]

本サブテーマでは、持続可能性・幸福度関連指標について、前年度までの環境経済の政策研究における指標の議論も踏まえて、特に近年の国際動向に着目して情報収集およびレビューを実施した。調査対象は、近年議論が活発化している経済協力開発機構（Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD）のグリーン成長指標（Green Growth Index: GGI）、国連環境計画（United Nations Environment Programme: UNEP）グリーン経済指標、欧州委員会の「資源効率的な欧州」における資源生産性関連指標群、生態系価値評価（Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services: WAVES）などの自然資本・生態系勘定、さらに、リオ+20 や持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: SDGs）の議論の動向などを対象とした。ここでは、グリーン経済や生活の質の定義とともに、指標体系のフレームワーク（指標の目的、定義、全体の構造や要素間の関係性）に着目して、その論点や各指標の関係性の整理を行った。

その結果、リオ+20 を経て、グリーン経済の国際的認識が高まり、国際機関・各国での取り組みが始まっていることも確認された。地球温暖化や水・大気汚染等生活環境・公害分野に加えて、グリーン経済・成長においては、資源効率（生産性）や自然資本への影響、さらに、環境製品・サービスセクター（Environmental Goods and Service Sector: EGSS）／グリーン雇用等が、それに加えて重要視される分野として確立されてきている。これに関連し、資源効率に特化した戦略・指標政策評価、自然資本の価値評価・勘定体系の開発が活発化している。加えて、国際貿易を通じた環境影響の捉え方が重要な課題となってきている。さらに、これらを評価するためのデータベースとして環境経済勘定（The System of Environmental - Economic Accounting: SEEA）国際的な期待が高まっている。また、グリーン経済関連指標がフロー指標中心のダッシュボード型指標セットである一方で、包括的富指標（Inclusive Wealth Index: IWI）や GS などの資本アプローチによる富や持続可能性に関する統合化指標の開発が国際的な議論の高まりをみせている。

今後は、このような動向を踏まえて、構造化した指標体系の確立、各種指標の選別・開発・精緻化とともに、活発化している国際機関等の関連動向への日本政府による積極的な関与が国際比較性を確保し、日本の重点分野に貢献するうえでも期待される。

[サブテーマ2：ジェニュイン・セービング指標の精緻化]

持続可能性指標として世界銀行が提唱する GS について、その精緻化を行った。具体的には、世界銀行の測定方法の意義と限界を分析し、同時に国連大学を中心に現在進められている IWI の研究動向を確認しつつ、いずれにも当てはまる論点となる技術進歩や効率性改善の影響を分析した。GS および IWI においては、基本的には従来の全要素生産性（Total Factor Productivity: TFP）を利用して持続可能性指標を調整している。しかし、持続可能性指標は資本を包括的に捉えることが最大の特徴であり、従って TFP も従来の資本と労働だけでなく、包括的な資本を含めて推計する必要があり、本年度はこれに取り組んだ。GS を構成する各資本をインプットとするためにストックデータを構築し、ノンパラメトリック手法を用いて技術進歩と効率性変化を含む TFP を推計した。その結果、これまでの GS による持続可能性の判定結果と異なる国々が散見された。

[サブテーマ3：幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価]

緑（森林、公園緑地および農地）の多面的機能の価値を適切に評価する方策として LSA を用いた分析を行い、人々が幸福感を通して享受している森林及び農地の恩恵を金銭的に評価した。推計の結果、人々の緑に対する支払意思額は普段接している緑の質、緑と接している度合、緑に対する親しみ、そして緑の多面的機能の知識に比例して高まることを示し、緑に対する選好の多様性を明らかにした。また、緑の満足度と緑被率は、逆 U 字型の関係にあることを示した。満足度がピークとなる緑被率を計算すると得られた緑被率は現在の平均的な緑被率と比較して高いものであり、緑被率の増大が緑の満足度増大に寄与することも明らかにした。

[サブテーマ4：より良い暮らし指標の統合化]

各国の住民の厚生（より良い暮らし）を捉える新たな指標作りへのニーズが国際的に高まるなか、2011年、OECDはBLIを発表した。ただし、BLIは、11の指標群からなるものの、それらは集計されておらず、11の指標群全体で特徴づけられる厚生の包括的な比較をすることができないという問題がある。

本年度の研究は、2つの手法によって統合指標を作成して BLI を集計し、厚生について各国のパフォーマンスの比較を行った。1つ目は、近年様々な分野の統合指標に幅広く応用されている BOD アプローチである。このアプローチは、厚生を住民に提供することが各国の役割と考え、その観点から、各国のパフォーマンスを指数化したものと解釈できる。しかし、BOD による統合指標はパフォーマンスの指標として 1 つの大きな問題がある。それは、住民に厚生を提供する条件は、各国によって異なるにもかかわらず、BOD ではその条件が同じであるとみなす点である。とりわけ、厚生については、近年、広義の資本である「生産基盤（productive base）」がその源泉であるという考えが、幅広く受け入れられている。2つ目は、本研究で新たに提案された「包絡分析法（Data Envelopment Analysis: DEA）」を応用して統合指標を作成するアプローチである。それは 1 つ目の BOD による統合指標を改良し、生産基盤の違いを考慮にいれたうえで、各国のパフォーマンスを評価する。その結果、より正確にパフォーマンスの評価が可能であるという利点を持つ。BOD による計算結果としては、統合指標の値と、1人当たり所得との間に、高い正の相関関係が認められた。DEA による計算結果としては、産基盤が最も貧しい国々の統合指標が最も高くなるなど、統合指標と生産基盤の間に高い負の相関関係が認められた。

2.3. 対外発表、ミーティング開催等の実施状況

[論文]

- 馬奈木俊介, 2013『環境と効率の経済分析—包括的生産性アプローチによる最適水準の推計』日本経済新聞出版社. (印刷中)
- 馬奈木俊介, 2013「グリーン・エコノミーと技術進歩」『環境経済・政策研究』. (印刷中)
- 馬奈木俊介, 2013「持続可能な戦略的環境経営」『プラントエンジニア』2 : 6-11.
- 溝渕英之 「Measuring World Better Frontier」 (投稿予定)
- Sato, Masayuki, Samreth, S. and Yamada, K., 2012. "A numerical study on assessing

sustainable development with future Genuine Savings simulation”, *International Journal of Sustainable Development*, 15(4): 293-312.

- Sato, Masayuki, Tanaka, T. and Managi, S., "How total factor productivity contribute to sustainable development?" (投稿予定)
- Tokimatsu, K., Yamaguchi, R., Sato, Masayuki, Nishio, M. and Ueta, K., forthcoming. “Assessment of sustainable development by measuring future dynamics of Genuine Saving”, *Environmental Economics and Policy Studies*, accepted.
- Tokimatsu, K., Yamaguchi, R., Sato, Masayuki, Yasuoka, R., Nishio, M. and Ueta, K., 2012. “Measuring sustainable development for the future with climate change mitigation; a case study of applying an integrated assessment model under IPCC SRES scenarios”, *Environment, Development and Sustainability*, 14(6): 915-938.
- Tsurumi, T., Kuramashi, K., Managi, S., “Environmental Evaluation of Forest: Application of Life Satisfaction Approach” (投稿予定)

[学会発表等]

- Sato, Masayuki, “Econometric Analysis of Sustainable Development and Interdependent Sustainability”, National Chiao Tung University, Taiwan, Jun. 5, 2012.
- 佐藤正弘、栗生木千佳「持続可能性指標及び幸福度関連指標の国際動向と日本への展望」、環境経済・政策学会、東北大学、2012年9月16日。
- 佐藤真行、田中健太、馬奈木俊介「持続可能な発展の経済評価とGenuine Savings—資本の包括性と全要素生産性—」、環境経済・政策学会、東北大学、2012年9月16日。
- 鶴見哲也、倉増啓、赤尾健一、馬奈木俊介「自然資本の金銭価値評価—一世代内公正および世代間公正に関する実証分析を踏まえて—」環境経済・政策学会、東北大学、2012年9月16日。
- 溝渕英之「Measuring World Better Frontier」環境経済・政策学会、東北大学、2012年9月16日。
- 溝渕英之「Measuring World Better Frontier」日本経済学会、九州産業大学、2012年10月7日。
- Sato, Masayuki, Samreth, S. and Sasaki, K., “Stability of Sustainable Development Path and the Institution”, East Asian Economic Association, Nanyang Technological University, Singapore, Oct. 18, 2012.
- 佐藤真行「持続可能な発展と主観的福祉の研究方向」持続可能な発展と主観的福祉に関するワークショップ、京都大学、2012年11月2日。
- 佐藤真行「包括的な資本データと計量経済分析—時系列を中心に—」持続可能な発展と主観的福祉に関するワークショップ、京都大学、2012年11月2日。
- 鶴見哲也「幸福と自然環境」持続可能な発展と主観的福祉に関するワークショップ、京都大学、2012年11月2日。
- Aoki-Suzuki, C. and Sato, Masahiro, “Sustainability Indicator in Japan”, An International Conference on Indicators for Inclusive Green Economy/ Green Growth Policies, Geneva, Dec. 4-6, 2012.

[ミーティング]

第1回打ち合わせ	7月6日	国際動向担当打ち合わせ	東京東京駅周辺
第2回打ち合わせ	7月18日	全体打ち合わせ	東京 IGES 東京事務所
第3回打ち合わせ	8月31日	国際動向担当打ち合わせ	東京 IGES 東京事務所
第4回打ち合わせ	9月6日	全体打ち合わせ	仙台東北大大学
第5回打ち合わせ	9月18日	国際動向担当打ち合わせ	京都 京都駅周辺
第6回打ち合わせ	10月12日	国際動向担当打ち合わせ	東京東京駅周辺
第7回打ち合わせ	11月19日	国際動向担当打ち合わせ	東京東京駅周辺
第8回打ち合わせ	12月27日	国際動向担当打ち合わせ	東京 IGES 東京事務所

2.4. 平成25年度の研究方針

[サブテーマ1：持続可能性・幸福度関連指標に関する情報収集]

今後は、本年度における持続可能性関連指標のレビューを踏まえ、特に以下の項目について分けてさらなる検討を深める。

- 本年度整理した各指標の構造・枠組みを踏まえ、我が国における持続可能性指標において考え得る指標の構造・枠組みについて包括的な議論を深め、選択肢を検討する。
- 特に個別の指標分野として、自然資本関連指標、資源生産性関連指標、生産ベース指標と消費ベース指標に力点を置きつつ、各分野の国際動向を踏まえながら、我が国において考え得る具体的な指標の選択肢を検討する。

レビューを実施した動向は近年急激に取組が活発化しているため、それらの動向の進捗も引き続き検証していく。また、国レベルにおける各種指標に基づく政策評価や政策形成の優良事例を収集し、その実効性や有用性について定性的評価を実施する。

[サブテーマ2：ジェニュイン・セービング指標の精緻化]

当初の計画通り、特に自然資本に含まれる森林資源ストックの計上に関する問題に着目し、GSを自然資本の観点から精緻化する。従来のGSでは森林資源ストックについて市場価格に基づくレントによる評価で計上し指標に組み入れてきた。しかしながら持続可能性指標には森林の社会的価値が反映されるべきであり、木材供給以外の森林の機能を評価する必要が本来ある。ここでは森林のシャドウプライスをレントから社会的価値に置き換えた場合に指標がどの程度変化するかについて、[サブテーマ3：幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価]と連動した分析を行い、資本計上におけるシャドウプライスが持続可能性指標およびそれに基づく持続可能性判断に及ぼす影響を研究する。その際、IWIで採用されたシャドウプライス設定と比較検討する。

また、GSやIWIでも十分に計測できていない項目、例えば生物多様性や漁業資源などについて、データベースの構築に着手する。これらの項目は特に我が国のような枯渇性資源ではなく再生可能資源・生物資源が豊富な国の持続性指標を構築する上で欠かすことのできない要素であるばかりでなく、生態系と生物多様性の経済学（The Economics of Ecosystems and Biodiversity: TEEB）報告書が示す通り世界的にも極めて重要な要素である。これらの情報を取りまとめ、指標化していくことにより、

指標の更なる精緻化を図る。

[サブテーマ 3：幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価]

平成 24 年度において普段接している緑の質、緑と接している度合、緑に対する親しみ、そして緑の多面的機能の知識によって緑に対する選好に多様性が生じることを明らかにした。今後の研究の発展の方向としては、緑の質、触れ合い経験、愛着、知識に関して、より客観的な指標を用い、より信頼性の高い分析を目指す。平成 24 年度はアンケートによりこれらの指標の作成を行っているが、たとえば、緑の質に関しては、地理情報システム（Geographic Information System: GIS）や目視等の手段を用いて森林の荒廃具合、間伐の程度などを指標化することができれば、指標の信頼性がより高まる。また、平成 24 年度では先行研究に従って、森林・公園緑地・農地・畠についてその総合を「緑」として定義し、金銭価値評価を行ったが、個別の評価も必要と考えられる。また、今回反映しきれていない、より身近な緑（たとえば庭の緑、街路樹、近隣住居の緑など）について衛星画像による指標化が可能であれば、より詳細な緑の把握をすることが可能となる。こうした客観的指標により、当初の計画通り、国内地域間での比較分析を実施する。

[サブテーマ 4：より良い暮らし指標の統合化]

次年度は引き続き、BLI の総合化について研究を進める。特に、BLI の一要素である生活満足度の違いをもたらす、要因の再検討を行う。具合的には、生活満足度という主観的幸福度と、BLI の他の要素との関係を分析することで、主観的幸福度の要因分析に取り組む。ここでは分析手法としては引き続き DEA を用いる。また、要因分析の結果から、主観的幸福度とその他の指標との適切な統合方法について、さらに検討を加えたいと考える。その他の要因についても BLI 指標における考慮の正当性を検討するため、人間開発指数（Human Development Index: HDI）などの他の統合的指標との比較分析も実施する。

また、今年度行った BOD や DEA による研究では、最も高く評価される国々が複数存在し、それらの間で順位をつけることができないという問題や、指標の標準化の方法により結果が大きく異なるなどの問題があった。近年、DEA では様々な手法の開発が進んでいることから、それら最新の手法を BLI の統合化へ応用し、上記の問題を解決することにも取り組みたい。

II. 研究の実施内容

－要約－

経済の持続性を評価できておらず、また必ずしも人々の幸福感を反映しない国内総生産（Gross Domestic Product: GDP）という指標に対し、近年、その限界を克服しようという取組が進められている。それら補完・代替指標は大別して、GDPを調整するものとGDP（もしくは所得）を相対化するものの2つに分けられ、前者に分類されるものは主に経済と環境の持続可能性を単一の指標で評価しようとしている一方、後者に分類されるものは、経済・社会・環境を統合させた指標群を目指している。

本研究では、このような政策的・学術的背景の下、経済・社会・環境の持続可能性を単一指標で表わすGS、および経済・社会・環境の総合的な指標群で幸福度を測定するBLIを取り上げ、双方の発展・改善可能性を検討した。また、これらを結び付け得るものとして、幸福度というアプローチを用いて環境を金銭価値で評価するという、近年新しい研究も実施した。併せて、本研究の国際的意義や、本研究との関連性を検討する目的で、現在主に国際機関が研究を進めている関連指標の動向を調査した。

〔サブテーマ1：持続可能性・幸福度関連指標に関する情報収集〕

本サブテーマでは、持続可能性・幸福度関連指標について、前年度までの環境経済の政策研究における指標の議論も踏まえて、特に近年の国際動向に着目して情報収集およびレビューを実施した。調査においては、近年議論が活発化している経済協力開発機構（Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD）のグリーン成長指標、国連環境計画（United Nations Environment Programme: UNEP）のグリーン経済指標、包括的な富指標（Inclusive Wealth Index: IWI）、欧州委員会の「資源効率的な欧州」における資源生産性関連指標群、環境・経済統合勘定（System of Environmental-Economic Accounting: SEEA）などの環境経済国民勘定、SEEA実験的生態系勘定などの生態系勘定、さらに、リオ+20 や持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: SDGs）の議論などを対象とした。レビューでは、各種持続可能性・幸福度関連指標に関して、各種用語定義や論点とともに、指標体系のフレームワークや政策導入事例に着目して整理した。

UNEPにおけるグリーン経済指標の検討は、2012年リオ+20以前から進められていたが、リオ+20においても、その成果文書である「The Future We Want」において、グリーン経済に取り組む政府などの主体がグリーン経済の評価手法の確立に取り組むことも確認されている。グリーン経済の定義に含まれている人間の福利や社会的公正、環境リスクの削減、生態上の枯渇を測るものとされている。

OECDのグリーン成長指標は、OECDが2009年に開始した「グリーン成長戦略（Green Growth Strategy）」の一環として開発した指標である。グリーン成長とは、「自然資産が人類の幸福のよりどころとなる資源と環境サービスを提供し続ける状態を確保しながら、経済成長及び発展を促進していくこと」と定義される。グリーン成長指標はグリーン成長の決定要因を特定するとともに、その実現に向けた政策分析や進捗評価に資する情報を提供することを目的としている。

IWIは、UNEPと国連大学地球環境変化の人間・社会的側面に関する国際研究計画（United Nations

University - International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change: UNU-IHDP) の合同報告書「包括的な富に関する報告書 (Inclusive Wealth Report)」で提示される中核的な指標である。人間の福祉についての長期的な視点と持続可能性の尺度を与える定量的な情報及び分析を提供することを目的としている。

資源効率を測る指標である資源生産性指標は、OECD グリーン成長指標や UNEP グリーン経済指標においても取り上げられており、気候変動分野での温室効果ガス排出量等や生態系分野と並び国際社会の注目も高い。資源生産性指標を用いた政策評価については、特に、欧州連合 (European Union) で、資源効率に特化した戦略策定が新たな展開をみせており、資源生産性指標による政策評価・目標設定、また、さらなる関連指標の開発に取り組むことが明示された。資源生産性指標については、欧州における資源効率政策・指標目標設定の活発化、物量ベースの資源効率から影響ベースの資源効率への視点拡張、循環型社会の評価に関する日本と欧州の緊密連携、SEEA とのデータの不完全性や各種データベースの関連付け（互換性）といった大きく 4 点の着目すべき動向・関連課題がある。

SEEA は、国連が 1993 年の国民経済計算の改訂に際し、そのサテライト勘定として導入した。SEEA の今次改訂作業は、①中核枠組み (Central Framework: CF)、②実験的生態系勘定、③拡張と応用の 3 つの部分に分けて検討が行われている。このうち、SEEA-CF については、環境経済勘定に関する初の国際基準として 2012 年 2 月に採択された。EU は欧州環境庁 (European Environment Agency: EEA) や欧州統計局 (Eurostat) を通じてこの動向に密接に関与しており、EU 環境会計戦略や環境経済勘定に関する EU 規制 691/2011 の策定などをもって、EU 加盟国による環境勘定データの提供を義務付ける等の措置をとっている。今後、国際社会における持続可能性指標の議論は、SEEA-CF で提示された、環境と経済の相互関係の概念枠組みや、環境資産の定義や類型、様々なストック・フローの計上方法などを基準として進められることは間違いない。我が国においては、今後は、SEEA-CF に準拠しつつ、より高い頻度で環境・経済統合勘定の推計を行い、持続可能性指標の構築の基礎として活用していくことが望まれる。SEEA 実験的生態系勘定は、SEEA-CF と並行して検討が進められており、2012 年 10 月にオタワで開催されたロンドングループ会合において草稿が検討され、現在、2013 年 2 月の第 44 回国連統計委員会に向けた議論がなされているところである。また、EU はこの動向を踏まえ、簡易生態勘定を、主に 27 の EU 加盟国におけるトップダウン型勘定として実施を開始している。全ての生態系（湿地、森林、農地、海、大気など）に関して、2012 年までに物理的勘定を実施し、続いて必要に応じ金銭的勘定を行う予定としている。生態系勘定に関しては、カナダ、イギリス、オーストラリアなど各国でも整備が着々と進みつつある。我が国の自然資本関連指標の整備に当たっては、SEEA-CF に基づく環境・経済統合勘定の整備とともに、SEEA 実験的生態系勘定などの動向を踏まえ、生態系についても勘定の整備を急ぐ必要がある。その際には、各国の生態系勘定と同様、衛生情報や地理情報システムを活かし、グリッドを統計単位とした包括的な物量情報の整備を行うべきである。

これらの動向を総じて概観すると、リオ+20 を経て、グリーン経済の国際的認識が高まり、国際機関・各国での取り組みが始まっている。各機関ともそれぞれのグリーン経済（または成長）の定義に沿って、政策の方向性や指標構造を確立している。地球温暖化や水・大気汚染等生活環境・公害分野に加えて、グリーン経済・成長においては、資源効率（生産性）や自然資本への影響、さらに、環境製品・サービスセクターやグリーン雇用等が、それらに加えて重要視される分野となっている。また、グリーン経済関連指標がフロー指標中心のダッシュボード型指標セットである一方で、IWI やジ

エニュイン・セービング（Genuine Savings: GS）などの資本アプローチによる富や持続可能性に関する統合化指標の開発も国際的な議論の高まりをみせている。このような国際動向の大きな流れを踏まえて、今後は、以下のような対応が必要であると考えられる。

- 国際プロセスへの政府の積極的関与：資源効率や自然資本に加えて、グリーン経済の重要な要素として同定されてきたグリーン雇用、EGSS の定義や計測に関する議論も国際的に活発化してきた。これらの動向を政府としても十分に把握し、かつ日本としての立場を発信することが有効ではないかと考えられる。さらに、統計データの基盤として SEEA 等の国際基準との整合性／互換性の向上が強調されているケースが多く、これについても国内での積極的な対話や統計の整合性の向上、国外での情報交換が重要である。
- 指標のさらなる構造化（主要指標の設定、指標のヒエラルキー化）：それぞれの指標には、政策の目的と整合する明確な構造が組み立てられている場合が多い。例えば、図 2.25 に示したような国民にとってわかりやすい政策・指標のさらなる構造化が有効であろう。具体的には、主要指標の設定や指標群の階層化などの整理が必要となる。

さらに、以下のような個別論点もあげられる。

- 資源効率関連指標における資源重量から資源消費に伴う環境影響への視点の拡張
- 自然資本指標における定義・類型化の議論、生態系勘定の開発
- 生産ベース・消費ベース指標など国際貿易を通じた環境影響の捉え方
- 持続可能性指標構築における環境経済国民勘定（SEEA 等）の活用（各種指標や統計との整合性／互換性向上）

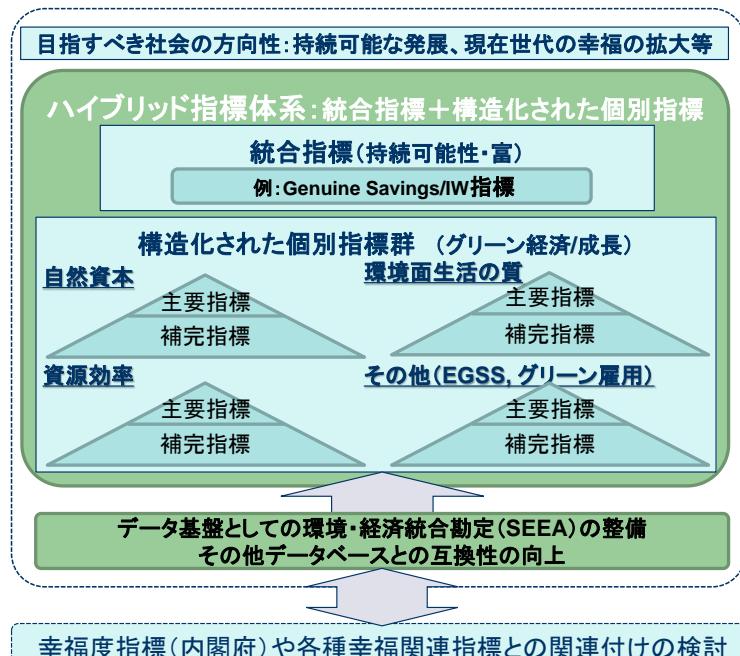


図 2.25 國際動向を反映させた場合の国ベースの指標体系試案

以上を踏まえ、今後は、特に以下の項目についてさらなる検討を深めたい。

- ・ 本章において整理した各指標の構造・枠組みを踏まえ、我が国における持続可能性指標において考え得る指標の構造・枠組みについて包括的な議論を深め、選択肢を提示する。
- ・ 特に個別の指標分野として、自然資本関連指標、資源生産性関連指標、生産ベース指標と消費ベース指標に力点を置きつつ、各分野の国際動向を踏まえながら、我が国において考え得る具体的な指標の選択肢を提示する。

[サブテーマ2：ジェニュイン・セービング指標の精緻化]

持続可能性指標として世界銀行が提唱するジェニュイン・セービング（Genuine Savings: GS）について、世界銀行の測定方法の意義と限界を分析し、同時に国連大学を中心に現在進められている包括的富指標（Inclusive Wealth Index: IWI）の研究動向を確認しつつ、いずれにも当てはまる論点となる技術進歩や効率性改善の影響を分析した。より具体的には、全要素生産性（Total Factor Productivity: TFP）を利用して持続可能性指標を調整してきた従来の手法に対し、新たに包括的な資本を含めて推計する手法について検討した。

研究手法としては、「Inclusive Capital based TFP」を Malmquist 指標で計測するという方法を採用している。アウトプットとしての GS データには世界銀行によって提供されている世界開発指標（World Development Indicators: WDI）を利用した一方、インプットとしての資本ストックデータは新たに構築する必要があったため、入手可能な複数のデータソースを組み合わせて、推計のためのデータセットを構築した。

ここから推定された Inclusive Capital based TFP によって従来の GS を調整し、43カ国全体の人あたり包括的富成長率を計算した結果、5.61 という値が算出された。このことは全体としては持続可能な発展の経路に乗っていることを意味している。しかしながら、表 3.6 からも明らかなように、その値は国により非常に大きな分散をもっており、持続可能と判定される国と、持続不可能であると判定される国が混在している。資本移動が盛んなグローバル経済において、相互の依存関係が緊密化しているため、全体の結果が非負の値をとったからといって全体として持続可能であると判定するのは慎重であったほうが良い。この点については資本移動・資本依存関係を考慮した分析が必要となる。

また、従来の TFP を用いて計算した結果と比較し、持続可能性の判定結果が異なる国が散見された。いずれの TFP を用いるかで結果が変わり得るもの、自然資本利用や消費といった持続可能な発展の主要な検討事項を考慮している Inclusive Capital based TFP は、持続可能な発展の政策利用において重視されるべきであると考えられる。

[サブテーマ3：幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価]

森林および農業は多様な機能を有している。しかし、一方で、それぞれの機能の中には定量的評価が難しいものも含まれており、価値評価に関する研究は発展途上にあると言える。本研究では、この点を背景として、近年注目され始めている Life Satisfaction Approach (LSA) と呼ばれる手法を用いて、緑（森林、公園緑地および農地）の多面的機能の価値を評価した。

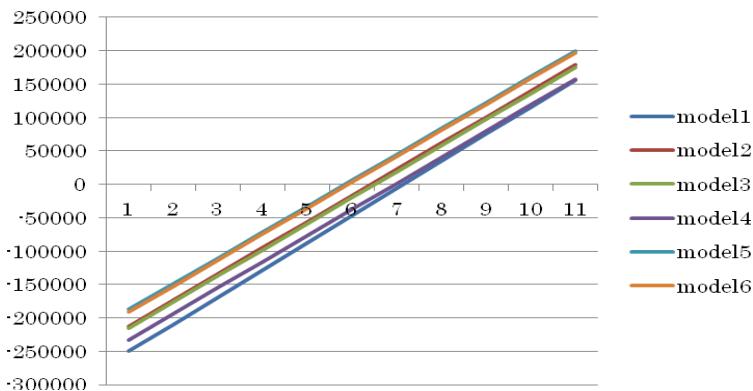
LSA は仮想評価手法のように直接的に価値を問わないためアンケート回答時のバイアスを避けることが期待され、また、幸福度を通して様々な非市場財の価値を評価するため、価格への反映の問題

表 3.6 IC-based TFP を考慮した一人あたり包括的富成長率

Country	GS per GNI (1)	Growth rate of unadjusted genuine wealth (2)	Population Growth Rate (3)	Growth rate of Per capita Genuine wealth (before adjusted TFP) (4)	TFP Growth rate (5)	Growth rate of Per capita Genuine Wealth (after TFP Adjustment) (6)
1 Australia	7.2549	1.7292	1.3434	0.3858	2.7413	3.1271
2 Austria	13.6654	1.9678	0.2785	1.6892	0.3395	2.0287
3 Belgium	13.8743	2.6183	0.2261	2.3922	1.7085	4.1007
4 Benin	0.4443	0.0115	3.1947	-3.1832	0.0443	-3.1389
5 Bolivia	-2.0251	0.5407	2.2559	-1.7153	0.7102	-1.0051
6 Botswana	28.1134	1.2954	2.5422	-1.2469	-0.1059	-1.3527
7 Canada	9.7347	2.4631	1.1911	1.2720	4.2694	5.5415
8 China	15.7264	1.2460	1.3200	-0.0740	9.1296	9.0556
9 Denmark	11.3874	1.5924	0.2569	1.3355	0.3785	1.7140
10 Dominican Rep	13.1614	0.9328	2.0085	-1.0756	0.4054	-0.6702
11 Ecuador	-7.1698	1.1150	2.3060	-1.1910	0.1278	-1.0632
12 Finland	12.9313	1.1568	0.3781	0.7787	0.6385	1.4172
13 France	13.6412	2.2584	0.5052	1.7532	1.1935	2.9467
14 Ghana	2.0095	0.0298	2.6281	-2.5983	0.2045	-2.3938
15 Greece	14.2537	1.7052	0.6854	1.0198	0.9632	1.9830
16 Guatemala	2.4897	0.2751	2.4294	-2.1544	0.0056	-2.1488
17 Honduras	14.0405	0.2110	2.9879	-2.7769	-0.0773	-2.8542
18 India	10.2321	0.5854	2.0083	-1.4229	1.0627	-0.3602
19 Ireland	14.7483	2.6853	0.9521	1.7332	0.2752	2.0084
20 Jamaica	9.1327	0.1972	1.0120	-0.8147	0.1644	-0.6503
21 Japan	19.1053	23.6921	0.5771	23.1150	2.1735	25.2884
22 Kenya	12.5420	0.1216	3.2436	-3.1220	3.1936	0.0717
23 Korea, Rep.	22.2910	2.8993	1.1859	1.7134	1.2038	2.9173
24 Malaysia	13.4488	1.6793	2.4701	-0.7908	0.9132	0.1224
25 Mauritania	-17.3458	0.7089	2.5638	-1.8548	0.1184	-1.7364
26 Mexico	4.8379	0.6814	2.0521	-1.3707	165.7486	164.3780
27 Morocco	14.5214	1.0958	2.0334	-0.9375	-0.1483	-1.0858
28 Netherlands	16.1763	3.3185	0.6391	2.6794	0.3015	2.9809
29 Nicaragua	-7.9548	-0.0059	2.4566	-2.4625	0.0321	-2.4304
30 Norway	14.0762	3.0169	0.4939	2.5230	0.6574	3.1804
31 Pakistan	9.1019	0.4778	2.7293	-2.2516	1.8454	-0.4062
32 Philippines	15.0021	0.8702	2.3767	-1.5065	0.4109	-1.0956
33 Portugal	9.2816	0.6521	0.5952	0.0569	0.8032	0.8601
34 Rwanda	5.6369	0.3948	2.6083	-2.2135	-0.0815	-2.2950
35 Senegal	-0.4151	-0.0680	2.7137	-2.7817	0.1813	-2.6005
36 Spain	12.2155	1.7027	0.6762	1.0265	0.9035	1.9300
37 Sri Lanka	14.8434	0.4356	1.3563	-0.9208	-0.0157	-0.9364
38 Sweden	16.1993	2.4656	0.3180	2.1475	0.4843	2.6319
39 Thailand	19.7857	1.0142	1.6390	-0.6248	7.1610	6.5362
40 Turkey	15.2429	0.0202	2.0663	-2.0461	1.1121	-0.9340
41 United Kingdom	8.3496	1.9964	0.2053	1.7911	2.1913	3.9824
42 United States	8.7533	2.3784	1.0556	1.3227	8.3258	9.6485
43 Venezuela, RB	-3.1724	0.1491	2.6329	-2.4838	14.4187	11.9349

も回避することができると言われている。この手法は具体的には、所得と非市場材（森林の機能など）それぞれの限界効用を推計し、その代替率をもとに非市場材の金銭価値を算出するものである。

本研究では 2012 年 10 月 11 日から 12 日に、関東・関西の居住者を対象とし、インターネット調査を実施した。有効回答数は 1,986 サンプルであった。また、国土地理院の「数値地図 5000」を用いて



注：横軸の平均値は 5.85。

注：縦軸は世帯当たりの値である。世帯平均は 2.94 人である。

図 4.8 緑の質 *Quality* (横軸) と世帯当たり限界支払意思額 (縦軸) の関係

本稿のサンプルにおける居住者の自宅周辺の緑被率を計算した結果、その平均は 18.64 パーセントであった。

推計の結果からは、人々の緑に対する支払意思額は、普段接している緑の質、緑と接している度合、緑に対する親しみ、そして緑の多面的機能の知識に比例して高まることが示され、緑に対する選好の多様性を明らかにすることことができた（一例として図 4.8 参照）。加えて、緑の満足度と緑被率は、逆 U 字型の関係にあること、また、満足度がピークとなる緑被率を計算すると得られた緑被率は現在の平均的な緑被率と比較して高いものであり、緑被率の増大が緑の満足度増大に寄与することも本研究より明らかとなった。

毎年森林に対する多くの予算が計上され、さらに近年、森林整備の充実を目的として地方自治体独自の課税（個人県民税など）が行われるようになっている。独自課税の認知を広め、自治体の住民の理解を得ることが課題とされている昨今、より住民の意向に即した政策を策定するためにも、人々の支払意思の多様性を明らかにすることは意義深いと考えられる。

[サブテーマ 4：より良い暮らし指標の統合化]

各国の住民の厚生（より良い暮らし）を捉える新たな指標作りへのニーズが国際的に高まるなか、2011 年、経済協力開発機構（Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD）は「より良い暮らし指標（Better Life Index: BLI）」を発表した。ただし、BLI は、11 の指標群からなるものの、それらは集計されておらず、11 の指標群全体で特徴づけられる厚生の包括的な比較をすることができないという問題がある。

本年度の研究では、2 つの手法によって統合指標を作成して BLI を集計し、厚生について各国のパフォーマンスの比較を実施した。1 つ目は、近年様々な分野の統合指標に幅広く応用されている「Benefit of the Doubt (BOD) アプローチ」である。ただし、BOD による統合指標には、住民に厚生を提供する条件が各国によって異なるにもかかわらず、その条件が同じであるという問題がある。2 つ目は、本研究で用いた「包絡分析法（Data Envelopment Analysis: DEA）」を応用して統合指標を作成するアプローチである。それは 1 つ目の BOD による統合指数を改良し、生産基盤の違いを考慮にいれたうえで、各国のパフォーマンスを評価するものである。

具体的な研究として本年度は、OECD 加盟国を中心とした 34 か国を取り扱い、それらの国々の 11 の BLI を集計して統合指数を計算し、各国のパフォーマンスを比較した。BOD による結果では、34 か国中 18 か国の統合指数である最高値 1 であり、半分以上の国々の国際間の比較ができなかつたが、この問題は DEA による結果では緩和され、最高値をとる国のは 10 と減少した（表 5.3）。これは、生産的基盤の違いを考慮せずに生産フロンティアを計測する場合は、生産フロンティア上にあると考えられていた国々が、生産的基盤の違いを考慮して、より正確に生産フロンティアを計測してみると、実は生産フロンティア上にないという状況を表している。また、BOD による計算結果では、統合指数の値と 1 人あたり所得との間に、高い正の相関関係が認められたが、一方で DEA による計算結果では、生産基盤が最も貧しい国々の統合指数が最も高くなるなど、統合指数と生産基盤の間に高い負の相関関係が認められた。1 人あたり所得が大きい国ほど、過去の投資の結果、生産的基盤が豊かになった結果であろう。なお例外的に、生産的基盤は豊かだが、それ以上に BLI が高く、統合指数が高い国々も存在した。

経済・社会・環境といった広範囲にわたる多様な指標を整備するとともに、それらの指標群を効率的に利用して、政策の評価に繋げることも重要な課題であり、指標群の統合化、統合指数の計算という観点において、本研究では上記 2 つの手法の有効性を一定程度確認できた。

本研究では、現在主に国際機関が研究を進めている関連指標の動向を調査するとともに、経済・社会・環境の持続可能性を単一指標で表わす GS、および経済・社会・環境の総合的な指標群で幸福度を測定する BLI を取り上げ、双方の発展・改善可能性を検討した。また、これらを結び付け得るものとして、幸福度というアプローチを用いて環境を金銭価値で評価するという、近年新しい研究を実施した。

レビューからは、各国や国際機関が新たな指標に向けて、様々な取組を開始していることが改めて浮き彫りとなった。しかし、本研究で実施したような GS の精緻化や、BLI などの指標群の統合、さらに幸福度アプローチを用いた自然資本の経済価値評価に関する取組は国際的にも少ない。本研究が極めて重要な意義を有することが伺われる。

表 5.1 統合指標

	BOD	DEA		HDI	1人あたり所得
		case 1	case 2	case 3	
オーストラリア	1.0000	0.4964	0.4793	0.6836	0.9841 47566
オーストリア	0.9894	0.5405	0.6062	0.7232	0.9341 41063
ベルギー	1.0000	0.7001	0.8339	0.8680	0.9384 38580
ブラジル	0.7877	1.0000	1.0000	1.0000	0.7524 10521
カナダ	1.0000	0.7485	0.6751	0.8099	0.9596 40023
チリ	0.7053	0.9069	0.8496	1.0000	0.8480 13689
チェコ	0.9450	0.6563	0.8911	1.0000	0.9171 25553
デンマーク	1.0000	0.3850	0.4447	0.4716	0.9469 37377
フィンランド	1.0000	0.4831	0.5490	0.5692	0.9320 34765
フランス	0.9236	0.6320	0.7273	0.7308	0.9352 34385
ドイツ	1.0000	0.5893	0.7270	0.7510	0.9564 36226
ギリシャ	0.9418	0.5169	0.6188	0.6631	0.9171 30201
ハンガリー	0.9260	0.6396	0.8848	0.8888	0.8618 18001
アイスランド	1.0000	0.3934	0.4784	0.4784	0.9532 40096
アイルランド	1.0000	0.4016	0.5467	0.5481	0.9617 35878
イスラエル	0.9391	1.0000	1.0000	1.0000	0.9394 28452
イタリア	0.9148	0.6410	0.7234	0.7925	0.9245 30895
日本	1.0000	0.4599	0.5650	0.7289	0.9511 35011
韓国	0.9455	0.5826	0.8064	0.9124	0.9447 26675
ルクセンブルク	1.0000	0.3937	0.4612	0.6014	0.9171 93388
メキシコ	0.7043	0.8364	1.0000	1.0000	0.8098 12887
オランダ	1.0000	0.5926	0.6558	0.7414	0.9617 44583
ニュージーランド	1.0000	0.5194	0.4279	0.6071	0.9628 30797
ノルウェー	1.0000	0.2653	0.2355	0.3393	1.0000 56499
ポーランド	0.9895	1.0000	1.0000	1.0000	0.8576 18366
ポルトガル	0.8528	0.6016	0.8563	0.8685	0.8555 22339
ロシア	0.9368	1.0000	1.0000	1.0000	0.7938 15704
スロバキア	0.9406	0.7383	1.0000	1.0000	0.8810 21414
スペイン	1.0000	0.5369	0.7206	0.7228	0.9288 30908
スウェーデン	1.0000	0.6259	0.7008	0.7008	0.9543 39295
イスス	1.0000	0.5033	0.5625	0.7386	0.9554 44375
トルコ	0.7617	1.0000	1.0000	1.0000	0.7333 10886
イギリス	1.0000	0.7763	0.9207	0.9207	0.9139 37001
アメリカ	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9628 45614

1. 序論

1.1. GDP の有用性と限界

多くの国家は、国内総生産（Gross Domestic Product: GDP）という数値の増大を発展の目標や指標として掲げてきた。これは GDP の成長が、衣食住など、より多くの物質的な充足を国民に提供し、それが豊かさの象徴として捉えられてきたからである。また、GDP の成長は平均寿命や識字率の上昇とも相関し、国民の健康や教育などの社会的な側面に対しても正の影響を及ぼしてきたことも事実である（秋山、1999）。

しかし、昨今、頻繁に議論されているように、この GDP にも限界がある。GDP は 1 年間に国内で生み出された財やサービスの付加価値の合計であるが、製造や輸送等に伴う自然資本の減少や生態系サービスの劣化など、環境に対する外部不経済はここでは考慮されていない。すなわち、GDP を短期的に増加させようと努力してきた結果、自然資源などの経済基盤が加速度的に損なわれてきているのである。ここから、果たして我々の経済は持続可能であるのかという疑問が生まれてくる。GDP という指標はこの問い合わせに対し、現在のところ答えを用意していない。

また、GDP は果たして、国内の人々の福利や生活満足度を良く表わすかという疑問がある。これについては多くの実証研究がなされており、Easterlin (1974) は、一人当たり所得と主観的幸福度の関係を国際的に比較分析した結果では、有意な相違は見られないとして、Frey and Stutzer (2002) は、所得と幸福度の関係を時系列で分析した場合、長期的には一人当たり所得が上昇しても個人の幸福は増大しないとしている。また、筒井 (2009) は、1958 年からの 40 年間で実質 GDP が 6 倍に増加した日本においても、生活満足度はあまり上昇していないことを示している。これらの研究から明らかのように、GDP や所得の上昇は必ずしも人々の幸福度の向上を意味しないのである。

近年の関心が高い持続可能性、そして人類の永遠のテーマである人々の幸福、これらを測定する上で、GDP はある側面の計測ツールとしてしか役割を果たさない。経済成長に伴い、環境や社会の問題が顕在化する現代、国家の目標をいま一度再考する上で、GDP を補完もしくは代替するような指標が必要であろう。

1.2. 補完・代替指標の模索

この GDP の限界を克服しようとする試みは 1980 年代後半頃より始められてきた。このような新たな指標開発における潮流の特徴は、視点が主に、GDP の代替ではなく、補完に置かれていることであろう。これはすなわち、経済が成熟した社会においても未だに所得がひとつの重要な要素であることを表わしている。近年に開発してきた指標を類型化するならば、GDP を調整するものと GDP (もしくは所得) を相対化するものの 2 つに大別できるであろう。

前者の例としては、世界銀行が中心となり進めている Adjusted Net Savings もしくはジェニュイーン・セービング (Genuine Savings: GS)、そして国連が 1993 年から長期的な取組を進めている環境経済統合勘定 (System of Environmental-Economic Accounting: SEEA) が挙げられる。GS は総貯蓄から固定資本減耗を引いた上で、教育への投資を正、自然資源の減少と汚染による健康被害を負として計算したものであり、持続可能性を表わす指標として注目されている。SEEA は、従来の国民経済計算を、環境指標としての資源利用や汚染排出を物量的・金銭的を取り入れるように拡張したもの

であり、現在は、世界銀行と共同で、生態系サービスの概念を反映させる取組を進めている。総じてこれらは、現在の GDP の概念を調整することで、主に経済と環境の持続可能性を単一の指標で評価しようとしているものと捉えることができる。

一方、GDP（もしくは所得）を相対化する指標の例としては、国連開発計画（United Nations Development Programme: UNDP）が中心となり 1990 年代より推進している人間開発指数（Human Development Index: HDI）や、ブータンの事例で有名な国民総幸福（Gross National Happiness: GNH）が挙げられる。HDI は、一人当たりの国民総所得（Gross National Income: GNI）という指標に、就学年数という教育指標と平均寿命という健康指標を加え、それらをひとつにまとめて指数化したもので、各国の社会経済的・文化的な生活の程度を表わしている。GNH は、さらに所得の要素を希薄化させたもので、33 の指標群の中のひとつに家計収入を置き、それを家計の資産と設備と合わせて生活水準とし、そしてこれを精神衛生、健康、教育、文化、良い政治、コミュニティ、環境、時間の 8 つと並列させている。このような潮流の延長線上に、経済協力開発機構（Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD）が 2011 年に発表したより良い暮らし指標（Better Life Index: BLI）も位置づけられるであろう。内閣府が進めている幸福度研究も、3 本柱として「経済社会状況」「心身の健康」「社会的関係性」を挙げている点で類似であり、総じてこれらは経済・社会・環境を統合させた指標群を目指しているものと考えられる。

1.3. 本研究の構成

本研究では、上記のような政策的・学術的背景の下、経済・社会・環境の持続可能性を単一指標で表わす GS、および経済・社会・環境の総合的な指標群で幸福度を測定する BLI を取り上げ、双方の発展・改善可能性を検討する。また、これらを結び付け得るものとして、幸福度というアプローチを用いて環境を金銭価値で評価するという、近年新しい研究を実施する。併せて、現在主に国際機関が研究を進めている関連指標の動向を調査し、本研究の国際的意義や、本研究との関連性を検討する。

以下に本報告書の構成を示す。

第 2 章：持続可能性・幸福度関連指標に関する情報収集

第 3 章：ジェニュイン・セービング指標の精緻

第 4 章：幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価

第 5 章：より良い暮らし指標の統合化

第 6 章：結論

2. 持続可能性・幸福度関連指標に関する情報収集

2.1. はじめに

経済や社会の発展度合いを測る尺度としての国内総生産（Gross Domestic Product: GDP）の限界や、豊かさに対する意識の変化等を背景に、GDPを補完する指標の必要性が国際的に議論されている。このような議論の流れの中で、持続可能性や人間の福利などの広範な観点を含む指標体系の開発が国際社会で活発化している。

特に最近では、持続可能性や人間の福利などの広範な観点から、経済協力開発機構（Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD）のグリーン成長指標（Green Growth Indicators: GGI）やよりよい生活イニシアティブ（Better Life Initiative: BLI）、国連環境計画（United Nations Environment Programme: UNEP）のグリーン経済指標、世界銀行の富の会計（Inclusive Wealth Index）及び生態系サービスの経済価値評価（Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services: WAVES）など、国際機関が主体となった実践的なより構造化された指標を志向する取り組みが増えている。また、こうした取り組みの前提として、自然資本や資源生産性などの指標上の取り扱いについても蓄積がなされているほか、国際連合においても、環境・経済統合勘定（System of Environmental-Economic Accounting: SEEA）の中核枠組みが国際基準として合意された。さらに、2012年国連持続可能な開発会議（United Nations Conference on Sustainable Development: UNCSD）（通称リオ+20）においてグリーン経済の重要性が合意されたことに加えて、持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: SDGs）が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る（Box 2.1 参照）。

こうした動向を受け、日本でも、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。また、同年12月に内閣府から「幸福度に関する研究会報告—幸福度指標試案—」が公表されたが、今後はさらに持続可能性面も加味し、上記の国際的蓄積を踏まえたより構造的・実践的な指標体系の整備が期待される。平成24年度以降の検討に対しては、たとえば幸福度に有意な要因の追加的な情報の提供や、環境・持続可能性などの点からの補完的な議論など、本研究が貢献する余地があるものと考えられる。

本章では、各国政府及び国際機関の資料や担当者からのヒアリング、リオ+20などの国際会議等の動向等をもとに、持続可能性を測る指標群の現状について最新国際動向を分析する。特に、我が国において環境・経済・社会を統合的に評価するための指標およびその活用方法を提案し、またこの指標を用いて、我が国におけるグリーン経済の進捗状況や幸福度に係る政策を評価するという本研究の目的を踏まえ、まず、持続可能性関連指標について情報収集およびレビューを実施する。ここでは、グリーン経済/グリーン成長に関する用語の定義とともに、自然資本関連指標、資源生産性関連指標など近年とくに議論が活発化している分野に着目する。また、指標体系のフレームワーク（指標の目的、定義、全体の構造や要素間の関係性）を把握し、その上で、第四次環境基本計画等における議論も踏まえ、今後日本において環境・経済・社会を総合的に評価する指標体系を策定する際に必要となる視点や方向性について考察する。

なお、本章では、持続可能な開発／発展や持続可能性については、環境と開発に関する世界委員会（World Commission on Environment and Development: WCED）による、1987年に公表された報告書「我ら共有の未来」の中で定めた持続可能な開発の定義である「将来世代のニーズを満たす能力

を損なうことがないような形で、現在の世代の二一ズも満足させるような開発」を基本的な理解とし、かつ、トリプルボトムライン（環境、経済、社会）を考慮した発展と考え、ほぼ同義のものとして扱う。日本語訳の微妙なニュアンスの違いを避けるためにも、固有のフレーズ以外では、持続可能性という用語を用いる。持続可能な開発／発展や持続可能性の意味の違いを厳格に明確にしようとする議論もあるが、本章は、近年の持続可能性・幸福度関連指標の国際動向を追うことが主目的であるため、扱わないこととする。

Box 2.1 SDGs 開発の議論動向

2012 年のリオ+20 では、SDGs に関する政府間交渉プロセスの立ち上げと SDGs に関するオープン・ワーキング・グループの発足に加え、SDGs は 2015 年以降の国連開発アジェンダに整合的なものとして統合すべきことが合意された。これを受け、SDGs やポスト MDGs の開発の国際的な議論が盛んになっている。

最近の国際的な議論は、ポスト 2015 年開発アジェンダに関するハイレベル・パネルの最初の準備会合として 2012 月 12 月の 2012 年 6 月のポスト 2015 年開発アジェンダに関するアジア太平洋地域コンサルテーション会合（インドネシア・バリ）であろう。同会議では、次の 4 点が議題となった。

- 国家間及び国内における衡平性、社会包摂性
- 経済発展と成長：雇用創出と貧困削減のための国家能力構築とグローバル・パートナーシップ
- 対応力（レジリエンス）、衡平性と環境・持続可能性：国家及び地球規模の枠組み
- 国・グローバルレベルにおける持続可能な開発のためのガバナンス構築

また、同会議では、2015 年以降の新たな目標は、経済、社会、環境及びガバナンスの 4 つの領域を考慮する必要がある等という議論も交わされた。これらの観点が今後のポスト MDGs や SDGs の大きな枠組みになる分野として考えられる。なお、開発アジェンダに関するハイレベル・パネルは世界各地での会合を経て、2013 年 5 月には最終報告書が発表する予定となっている。

出典：IGES ホームページ：

http://www.iges.or.jp/jp/commentary/commentary_201212_miyazawa.html

2.2. グリーン経済／グリーン成長に関する国際的潮流・議論の進展

持続可能性の国際動向の中でも、近年のグリーン経済／グリーン成長に関する議論の高まりは、重要な取組の一つといえる。また、これらの指標の基盤として、グリーン経済の概念や、その重要な要素である自然資本の概念、さらには、国際貿易の影響を勘案した消費ベース・生産ベース指標などの概念に関する検討も深められている。そこで、本節では、これら概念の定義や各種関連用語の関係性や類型化などを中心に議論を進める。

2.2.1. グリーン経済、グリーン成長

本項では、各種国際機関で用いられているグリーン経済またはグリーン成長の定義に関する議論を

行う。

グリーン経済は、2012年リオ+20での成果文書である「The Future We Want(私たちが望む未来)」によって、国際的な政策課題として国際的に合意されたといえる。しかしながら、国際的に合意された標準的定義が存在する段階にあるとは言えない。

グリーン経済という用語を用いる主な国際（地域）機関やイニシアティブには、リオ+20の成果文書、UNEP グリーン経済イニシアティブ、欧州環境庁（European Environment Agency: EEA）などがある¹。この中でも、グリーン経済指標の開発については、UNEP が取り組んでおり、2012年にグリーン経済指標に関する最初のガイドラインが発表された。

また、OECD や国連アジア太平洋社会経済委員会（United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific: UNESCAP）は、グリーン「経済」ではなく、グリーン「成長」を用いている。グリーン成長についても、同様に国際的に合意された確固たる統一的定義はなく、各機関がそれぞれの定義に応じて指標開発をはじめとした各種活動を進めている。

まず、UNEP、OECD、EEAにおけるグリーン経済／成長に関する考え方や指標の構造には、以下のような特徴を見ることができる。

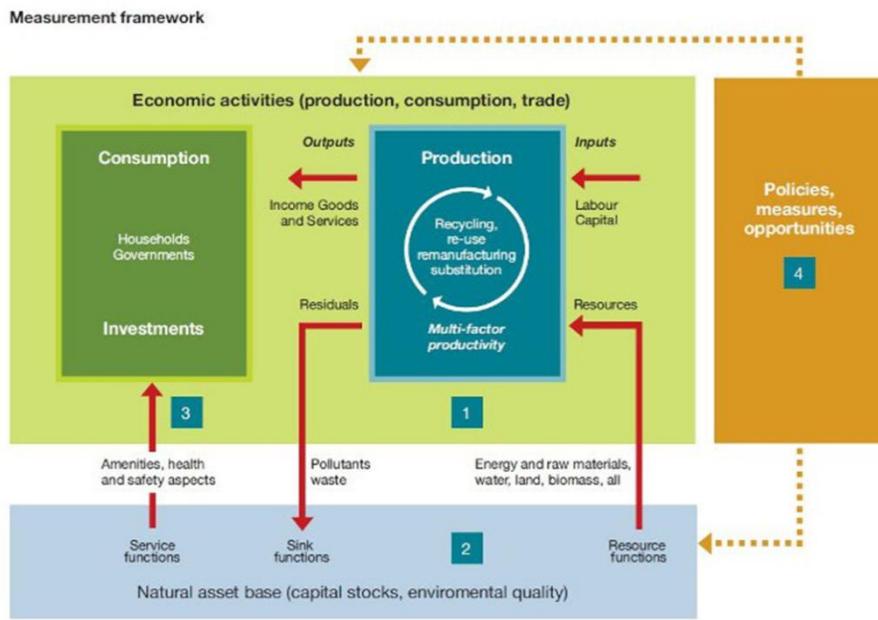
[UNEP]

UNEP から 2011 年に発表されたグリーン経済に関する報告書「Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication」(UNEP, 2011) の構成をみると、3つの分野に分けられている。1つ目が自然資本への投資、2つ目が資源効率への投資、3つ目がグリーン経済への移行のための支援（政策などの手段）となっている。自然資本への投資は、自然資本の質と量を高めるための取り組みであり、主に農業や漁業、林業など自然資本と直接に関わる産業が中心となっている。一方、資源効率への投資は、自然資本からのインプットを、経済システム（人工資本）においていかに効率的に用いていくか、という点を中心とした取り組みであり、再生可能エネルギー、製造業、廃棄物、建設、運輸、ツーリズム、都市などの産業が中心となっている。

[OECD]

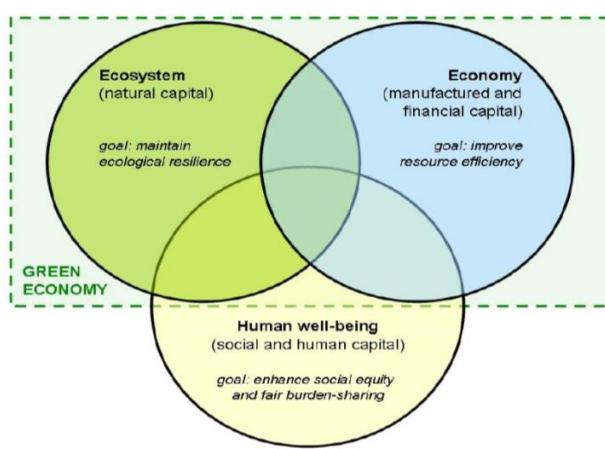
環境・資源生産性、自然資産ベース、環境面での生活の質、経済的機会と政策対応が主だった構成要素となっている。（図 2.1）

¹ なお、国内では、『日本再生戦略』や『「グリーン成長の実現」と「再生可能エネルギーの飛躍的導入』に向けたイニシアティブ』などでは、現状、グリーン経済（戦略）という用語が一般的である。他の機関のグリーン経済／成長の定義が、経済や環境側面全体を対象としていることに比較して、エネルギー分野に集中している点に特徴がある。



出典：OECD, 2011a

図 2.1 グリーン成長指標の構造



出典：EEA ホームページ

図 2.2 EEA におけるグリーン経済の概念図

[EEA]

EEA のグリーン経済は、生態系システム（自然資本）における生態系の復元力の維持と経済（人工資本）における資源効率の向上から構成されている。また、人間の福利の一部が含まれるような構造となっている。

さらに表 2.1 にまとめた定義をみると、共通して取り上げられている要素があることがわかる。具体的には、1) グリーン経済の構成要素 (Constituents) としての資源効率や低炭素、生態系サービス、自然資本、加えて、2) グリーン経済を通じた目的や到達点 (Objective、Goal) としての雇用、経済発展、社会包摂、貧困削減、幸福などがあげられる。

しかし、その高い共通性の一方、グリーン経済とグリーン成長の間は、経済と成長という用語の違

いが示すように目指している目的に差異がみられる。つまり、グリーン経済/成長の構成要素（Constituents）と到達点（Goal）は共通しているが、その間にある目的（Objective）に違いがある傾向が見て取れる。具体的に言えば、グリーン経済は、資源効率や低炭素、生態系/自然資本などグリーン経済の構成要素の改善を通じた所得や雇用増加などの社会福祉的側面を強調している。一方で、グリーン成長については、それら構成要素の改善による経済機会の創出や経済活動の発展に相対的に主眼が置かれている傾向が見える。しかし、到達点については、双方とも最終的には幸福や繁栄などに帰結している傾向が見て取れる。ただし、幸福や繁栄の定義や幸福・繁栄と持続可能性との差異や関係性までは言及されていない。

表 2.1 国際機関等におけるグリーン経済または成長に関する定義・解釈等事例

グリーン成長	OECD (2011)	グリーン成長は、自然資産が、我々の幸福を左右する資源と環境サービスを持続して提供することを確保しながら、経済の成長と発展を促進することである。そのためには、持続的な成長を支え、新たな経済機会を創出する投資とイノベーションを促進しなければならない。
	UN-ESCAP (2010)	グリーン成長とは、環境的に持続可能、低炭素、かつ社会包摂的な発展を促進する経済発展（progress）である。グリーン成長の達成には、より少ない資源の利用および排出によって、経済成長と福祉を達成する道筋を描くことを含む。
グリーン経済	UNEP (2011, 2012)	グリーン経済とは、環境上のリスクや生態系上のリスクを大きく減少させながら、人間の幸福や社会的公正を高める経済である。それは、低炭素であり、資源効率的であり、社会的包摂的である。グリーン経済においては、炭素排出や公害を減らし、エネルギーと資源効率を高め、生物多様性と生態系サービスのロスを防ぐような公共投資及び民間投資によって所得と雇用の成長が促される。
	EEA	グリーン経済とは、我々を支える自然システムを維持しながら、増加する繁栄を生み出すような経済である。資源効率と自然システムの2つの課題に取り組む。
	UNCSD (2012)	パラ 56：(略) 我々は、グリーン経済が、地球の生態系の健全な機能を維持すると同時に、貧困の撲滅、持続的な経済成長、社会的包摂の強化、人間の幸福の改善、すべての人々に対する雇用機会及びディーセントワークの創出に寄与すべきであると強調する。 パラ 60：我々は、持続可能な発展及び貧困撲滅の文脈におけるグリーン経済が、天然資源の持続可能性を管理する能力を強化し、より小さな環境への影響で、資源効率を高め、廃棄物を軽減すると認識する。 パラ 61：我々は、非持続可能な消費及び生産パターンに対する緊急的な行動が、環境の持続可能性への取り組み、生物多様性及び生態系の保護と持続可能な使用の推進、天然資源の再生、持続的且つ平衡な経済成長の推進において、必須であることを認識する。

出典：各種機関ウェブサイトなど

[グリーン経済と持続可能な開発／持続可能性の関係性]

表 2.2 を別の観点から検証すると、グリーン経済／成長が「環境」と「経済」と「社会」という、持続可能な発展の達成するための3つの柱を含んでいることがわかる。しかし、グリーン経済と持続可能な発展（ないしは、持続可能性）との関係性については、リオ+20で国際的に合意された成果文書「The Future We Want」のパラグラフ 56 に明確にグリーン経済が持続可能な開発を達成するためのツールであるとして示されており、グリーン経済=持続可能性とはならないことは明確にされている。

表 2.2 グリーン成長／経済の定義に用いられる主な用語

代表的用語と その分類		各種定義で用いられている類義用語				
		グリーン成長		グリーン経済		
		OECD	UNESCAP	UNEP	EEA	UNCSD
構成要素	資源効率	資源効率	より少ない 資源利用	エネルギー・資源効率	資源効率	持続可能な 消費と生産 資源効率
	低炭素		低炭素	炭素排出削減		
	自然資本 ²	自然資産	環境的に 持続可能	生物多様性		
	生物多様性			自然システム	生物多様性	
	生態系 サービス	環境サービス			生態系 サービス	生態系
目的・ 方向性	雇用			所得 雇用の成長		雇用機会 Decent work
	経済発展	経済機会	経済発展			経済成長
	社会包摶		社会包摶	社会的包摶		社会的包摶
	貧困削減			社会的公正		貧困削減
到達点	持続可能な 発展					持続可能な 発展
	幸福		福祉	幸福	繁栄	幸福の改善

出典：各種定義より著者まとめ

注：文脈が重複すると考えられる用語については複数行にまたがって記入している。

パラ 56.（中略）この点に関し、我々は、持続可能な開発及び貧困撲滅の文脈におけるグリーン経済を、持続可能な開発を達成するために実行できる重要なツールと認識するとともに、政策決定のための意見を提供し得るが、柔軟性のない規則となってはならないと考える。我々は、グリーン経済が、地球の生態系の健全な機能を維持すると同時に、貧困の撲滅、持続的な経済成長、社会的包含の強化、人間の幸福の改善、すべての人々に対する雇用機会及びディーセントワークの創出に寄与すべきであると強調する。（UNCSD, 2012）

また、UNEP（2011）の報告書においても、「グリーン経済のコンセプトは、持続可能性にとってかわるものでないが、持続可能性の達成は、経済を正しい方向にむかせるかによっている。化石燃料をベースとしたブラウン経済モデルを通じた新しい富の創出は、社会の統合や環境や資源の破壊には十分取り組んでいかなかった。」としている。さらに、同報告書では、1987 年 WCED による持続可能な開発の定義である「将来世代のニーズを満たす能力を損なうことがないような形で、現在の世代のニーズも満足させるような開発」を、まず「今日の福利の増加が、明日の福利の減少とならない。つまり、将来世代が、少なくとも現世代で利用可能な同レベルの経済機会と、その結果としての経済的福利を受ける権利があるべきである³。」としている（UNEP, 2011）。その上で、社会が現代の経済活

² 自然資本は、一般に、再生・非再生可能資源および土地や生態系などすべてを含んでいる（OECD, 2011a）。自然資本と生態系の類型化については、後段に示す。

³ なお、自然資本も考慮した持続可能な発展に関する資本アプローチでは、資本（人的・知的資本、物理的資本、自然資本）間の代替性が重要な観点となる。これは、強い持続可能性と弱い持続可能性（Heal, 2012; Neumayer 2010 など）の議論にも関連するが、持続可能性の強弱に関する議論は本論

動や福利を増加させるために今日の全資本ストックをどのように使い、また、将来世代の福利のために、どのように今日の全資本ストックを保全・増強させるべきかを問うている（UNEP, 2011）。

なお、持続可能性については、自然資本も含めた資本ストックの動き（フロー）をグリーン経済指標によって表現しようとしていると考えらえる。このような自然資本などの資本ストックの非減少をもって持続可能性の要件とする資本アプローチの考え方が採られた包括的資本指標（Inclusive wealth index: IWI）やジェニュイン・セービング（Genuine savings: GS）（いずれも詳細は後述）などの統合型指標の精緻化が進められ、国際議論が活発化している。

以上をまとめて、グリーン経済／成長と持続可能性などの関係性を概念化しようと試みた図が図2.3である。

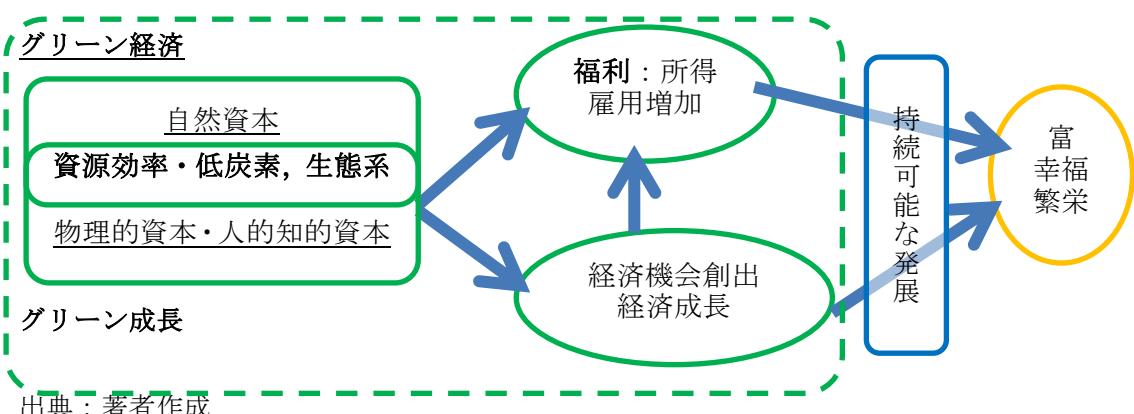


図2.3 グリーン経済／成長の構成要素と目指すべき方向性に関する整理

2.2.2. 自然資本の定義と類型化

以上のように、グリーン経済やグリーン成長において自然資本は極めて重要な要素として位置づけられているが、グリーン経済やグリーン成長自体には、自然資本に関する定義や類型が示されているわけではない。

そもそも自然資本とは、製造資本や人的資本など人間の手で作られる人工資本に対し、自然の手で作られる資本を言う。自然を資本とみなす考え方は、1970年代にE.H.シーマッハ³によって提起され、さらに持続可能な発展の概念構築に向けた議論の中で精緻化されていった。

以下では、これらの議論の中から、自然資本の定義及び類型に関するいくつかの論者や国際機関の見解を整理した上で、それらを可能な限り包含する定義を提示する。

1) 既存の定義や論考

i) Costanza and Daly (1992)

Costanza and Daly (1992)では、将来、財やサービスのフローを生み出すストックという資本の機能的定義に基づき、概ね以下の整理を行っている。まず、自然資本は、鉱物や化石燃料などの再生不能資本と森林などの再生可能資本に分けられる。再生不能資本のフローはストックを取り崩して採

³ 著者仮訳。

掘されるのに対し、再生可能資本のフローは生態系財と生態系サービスに分けられる。生態系財は木材などストックを収穫したものだが、太陽エネルギーで自ら再生する。生態系サービスは浸食防止など未収穫のストックから得られる恩恵である。自然資本が生み出すフローの総称を自然所得という。

ii) Dasgupta (2012)

Dasgupta (2012) では、利用形態や価値に応じて自然資本の分類を試みている。まず、自然資本は、果実や蜂蜜のように直接消費できるものと、化石燃料や疾病制御用の薬のように生産の中で間接的に使用されるもの、さらには、きれいな空気や淡水のように直接的にも間接的にも利用できるものがある。

また、自然資本の価値は、功利主義的な利用価値（例：食料や中核的な生物種の供給源）、審美価値（例：美しい景観）、本源的価値（例：靈長類や聖木）、オプション価値（例：熱帯雨林の遺伝資源）があるとしている。これらの価値は、自然資本から採取される生産物のフローの形でもたらされることもある（例：木材、ゴム、蜂蜜、葉、樹皮）、ストックとしての存在からもたらされることもあり（例：森林被覆）、その両方である場合もある（例：流域）。

さらに、化石燃料のような枯渇性資源もあれば、水や木材や花粉媒介のような再生資源も存在する。後者は注意して用いれば持続可能に利用することができるが、再生産の速度を超えて採取すれば枯渇する。

iii) Daly and Farley (2011)

Daly and Farley (2011) では、自然資本は自然のサービスと有形の自然資源のフローを生み出すストックとして定義される。これらのフローには、太陽エネルギー、土地、鉱物、化石燃料、水、有機物、そしてこれらの要素が生態系の中で相互作用を起こすことによって生み出される様々なサービスが含まれる。

Daly and Farley (2011) は、さらに自然資源を 2 つの軸で分類している。第一の軸は、生物資源と非生物資源である。生物資源には、木材や魚介類などの再生可能資源、そして廃棄物の吸収能力を含む生態系サービスが含まれる。非生物資源には、化石燃料、鉱物資源、水、リカード的土地、太陽エネルギーが含まれる。第二の軸は、ストック・フロー資源とファンド・サービス資源である。ストック・フロー資源は、生産物に物質的に変形されるもので、消費によって減少する。また、抽出の速度は制御できるほか、貯蔵することができる。非生物資源のうち化石燃料や鉱物資源、生物資源のうち再生可能資源がこれに該当する。一方、ファンド・サービス資源は、ファンドは一定の速度でサービスを供給する。生産物に物質的に変形されず、使用によって消耗することはあるが、ストック・フロー資源と異なり消費の対象ではない。また、一定速度でしか使うことはできず、貯蔵することはできない。非生物資源のうちリカード的土地、生物資源のうち生態系サービスがこれに該当する。水は文脈に応じて両方の側面を持ち得る。

iv) 世界銀行

世界銀行は、開発教育プログラム (The Development Education Program: DEP) の用語集の中で、自然資本を、土地、水、鉱物のような、生産に用いられる自然資源のストックとして定義し、さらにそれを再生可能なものと再生不可能なものに分けている。また、総合的富 (Total wealth) の 1995 年、

2000年、2005年の推計に当たっては、具体的に、作物、牧草地、木材、非木材林、保護地域、石油、天然ガス、石炭、鉱物の総計として自然資本を捉えている。

v) OECD

OECDは、統計局の用語集の中で、自然資本を経済的生産のために自然資源のインプットと環境サービスを供給する役割を持った自然資産として定義し、具体的には、自然資源ストック、土地、生態系の3つの主要分類の要素から成り立つものと定義している。

2) 自然資本の定義と類型に関する提案

以上のような各論者や各機関の整理を参考に、自然資本に関して以下のような定義及び類型を提案することができる。

i) 自然資本の定義

Costanza and Daly (1992) や Daly and Farley (2011) は、「将来、財やサービスのフローを生み出すストック」という資本の機能的定義に基づいていている。世界銀行や OECD の定義は、特に生産へのインプット・フローに限定しているものの、基本的に同様の資本の機能的定義に根ざしている。一方、Dasgupta (2012) は、自然資本が何によって構成されるかは例示しているものの、自然資本自体についての説明は行っていない。そこで、自然資本全般の定義としては、Costanza and Daly (1992) や Daly and Farley (2011) が用いた資本の機能的定義を援用し、「自然資本とは、自然によって形成され、かつ、将来、人間に便益をもたらす財やサービスのフローを生み出すストックである」として考えることが適切であり、かつ簡明で使いやすいと考えられる。

ii) 自然資本の類型

上記の各論者の機関の整理では、ストックとしての自然資本自体の性質や機能（生物か非生物か、再生可能か否か、枯渇性があるか否かなど）と、自然資本の生み出すフローとそれによって人間が受け取る便益の性質（財かサービスか、利用は間接的か直接的か、便益は利用価値か審美価値かなど）とが混在している。そこで、自然資本の類型化を行う場合は、ストックである自然資本自体の類型と、自然資本が生み出すフローの類型とに分けて考えると整理がしやすい。ただし、当然のことながら、ストックの類型は、フローの性質によっても影響を受けることに留意が必要である。

[ストックの類型]

ストックの類型としては、上記の各論者や各機関の整理に見られた、生物／非生物、再生可能／再生不可能、枯渇性、ストック・フロー／ファンド・サービスの観点から、以下のような分類を行うことができる。

なお、上の表の生物資本と表流水及び地下水については、広くは生態系の介在によって生み出されるものであることから、生態系資本として分類することもできる。

また、森林、土壤、水産物、野生動物、表流水、地下水（化石水除く）、土壤水などは、生産物に物質的に変形され、消費によって減少するという意味ではストック・フローだが、持続可能な形で用いる限りは、ストックの変化なしに供給サービスを提供するファンドと考えることができることから、

ファンド・サービス資源に分類した。

さらに、再生可能性については、人間の経済時間の範囲内での再生可能であるかどうかによって判断した。したがって、数百年単位で再生する屋久杉やジャイアント・セコイア、数千年から数億年単位で再生する化石地下水などは再生不可能資本とした。

表 2.3 自然資本に関するストックの類型

生物／非生物	再生可能／再生不可能	例	枯渇性の有無	ストック・フロー／ファンド・サービス
生物	再生可能	森林、土壤、水産物、野生動物	枯渇性あり	持続可能な形で利用する場合はファンド・サービス
	再生不可能	屋久杉、ジャイアント・セコイア	枯渇性あり	採取する場合はストック・フロー、採取しない場合はファンド・サービス（文化サービスなど）
非生物	再生可能	表流水、地下水（化石水除く）、土壤水	一時的には枯渇性あり	持続可能な形で利用する場合はファンド・サービス
		太陽エネルギー、風力、潮力、地熱	枯渇性なし	ファンド・サービス
	再生不可能	化石燃料、化石地下水、地下鉱物ストック	枯渇性あり	ストック・フロー

出典：著者作成

[フローの類型]

フローの分類については、SEEAにおける整理に従うことが適切と考えられる。後述するように、SEEAにおいては、環境資産を中心枠組み（SEEA-Central Framework: SEEA-CF）に記述される環境の個々の構成要素と、実験的生態系勘定に記述される生態系との二つの側面から考えており、フローとしては、前者からはSEEA-CFで類型化された自然投入が、後者からは実験的生態系勘定に記述される生態系サービスが生み出される。

このうち、SEEA-CFにおける自然投入の具体的な類型は、表 2.4 の通りである。

一方、実験的生態系勘定における生態系サービスの具体的な類型は、CICES（Common International Classification of Ecosystem Services）に従うこととされている。CICESは、国連ミレニアム生態系評価以降、生態系と生物多様性の経済学（The Economics of Ecosystems and Biodiversity: TEEB）を含め様々な分類が乱立していることを受け、これらの整合性を図り、生態系サービスに関する国際的な標準的分類を確立することを目的として検討されているものである。具体的には、SEEA改訂作業の一環として、EEAが2009年に提唱し、様々な専門家が参加した電子フォーラム（e-Forum）を経て、2010年に国連環境・経済勘定に関する専門家委員会（UN Committee of Experts on Environmental - Economic Accounting: UNCEEA）にて原案が提案され、現在も継続して議論が行われている。2011年現在の類型案は表 2.5 の通りである。

表 2.4 SEEA-CF における自然投入の類型

自然資源投入	生産において利用される採取物 鉱物・エネルギー資源 石油資源 天然ガス資源 石炭・ピート資源 非金属鉱物資源（石炭・ピート資源除く） 金属鉱物資源 土壤資源（採掘されたもの） 自然木材資源 自然水産資源 その他の生物資源（木材・水産資源除く） 水資源 表流水 地下水 土壤水 自然資源残余
再生可能資源からのエネルギー投入	太陽 水力 風力 波力・潮力 地熱 その他の電力及び熱
その他の自然投入	土壤からの投入 土壤栄養分 土壤炭素 その他の土壤からの投入 大気からの投入 窒素 酸素 二酸化炭素 その他の大気からの投入 その他の自然投入

表 2.5 CICES の生態系サービス分類 (v3, 2011)

テーマ	クラス	グループ	種類
供給	栄養	陸生動植物	商業用作物
			自給自足用作物
			商業的畜産
			自給自足用畜産
			食用の野生動植物の収穫
		淡水動植物	商業用漁業 (天然個体群)
			自給自足用漁業
			養殖
			食用の淡水植物採取
	海洋動植物	商業用漁業 (天然個体群)	商業用漁業 (天然個体群)
			自給自足用漁業
			養殖
			食用の海洋植物採取
	飲料水	水の貯蔵	
		水の浄化	
調節	鉱物	生物鉱物	非食用植物繊維
			非食用動物繊維
			装飾用資源
			遺伝資源
			医療資源
	エネルギー	非生物鉱物	鉱物資源
			植物起源資源
		再生可能バイオ燃料	動物起源資源
			風力
			水力
			太陽
			潮力
			熱
	廃棄物の調節	生物分解	植物による分解
			微生物による分解
		希薄化と隔離	希薄化
			濾過
			隔離・吸収
	フローの調節	空気フローの調節	防風林
			通風
		水フローの調節	流水の減衰と吐出し量
			水の貯蔵
			堆積
		質量フローの調節	波力の減衰
			浸食保護
物理的環境の調節	大気の調節	大気の調節	全球的な気候の調節 (炭素隔離含む)
			地方・地域の気候の調節
	水質の調節	水質の調節	水の浄化と酸素処理
			水の冷却
	土壤生成と土壤質の調節	土壤生成と土壤質の調節	土壤の肥沃度の維持
			土壤の構造の維持

生物環境の調節	生物環境の調節	ライフサイクルの維持と生息域保護	花粉媒介 種子の拡散
		害虫・疾病の制御	生物制御メカニズム
		遺伝子プールの保護	生育個体数の維持
文化的	象徴的	審美的、遺産	ランドスケープの性質 文化的ランドスケープ
		精神的	原始性、天然性 希少な場所・生物種
	知的・経験的	レクリエーションとコミュニティ活動	カリスマ的またはアイコン的な野生生物や生息域 狩猟・最終の対象
		情報と知識	科学的 教育的

2.2.3. 生産ベース指標と消費ベース指標

生産と消費がグローバル化した現状を踏まえれば、資源効率（資源生産性指標）を含む持続可能性指標の構築にあたって、国際貿易を通じた環境影響をどのように捉えるかは極めて重要な問題である。

例えば温室効果ガスなどの廃棄物の排出については、国外に輸出される財の生産のために国内で廃棄物が排出されることもあれば、逆に国内で消費される財の生産のために輸出元の国で廃棄物が排出されることもある。したがって、排出を国内での生産に紐付けて考えるのか、あるいは国内での消費に紐付けて考えるのかによって、各国における温室効果ガスの排出量の計上の仕方や排出削減義務などの責任負担の構成が異なってくる。特に後者の消費ベースの排出量については、近年、仮想炭素（virtual carbon）や隠れた炭素（embodied carbon）などの指標をもとに多くの分析が展開されているほか、OECD グリーン成長指標においても、生産ベースの炭素生産性（production-based CO₂ productivity）と需要ベースの炭素生産性（demand-based CO₂ productivity）の両方を指標として計上している。同じように自然資源についても、仮想水（virtual water）や仮想土地（virtual land）などの概念が考案され、国際貿易を通じた自然資源の利用状況の評価が行われてきている。

しかし、これらの分析では、生産ベースと消費ベースとを、どのような場合にどのような根拠に基づいて使い分けるべきかという点については、必ずしも包括的な検討が提示されているわけではない。そこで以下では、外部性の生産の場合と資源利用の場合に分けて、試論的に生産ベースと消費ベースの視点の整理を行う。

1) 外部性の生産の場合

ここで想定しているのは、第一に、温室効果ガスや有害物質などの排出による地球温暖化や健康被害など、廃棄物の排出に伴う外部性と、第二に、熱帯雨林やマングローブによる洪水や高潮被害など、自然資源の採取や破壊に伴う外部性の二つである。

廃棄物の排出に伴う外部性については、廃棄物の排出者ないし排出国に責任を帰する考え方と、廃棄物の排出を通じて製造された財の最終消費者ないし最終消費国に責任を帰する考え方がある。Atkinson et al. (2012) の言葉で言えば、前者は生産に伴う排出（production emission）についての責任であり、後者は消費に伴う排出（consumption emission）についての責任ということになる。責任の履行方法としては、温室効果ガスなどの排出削減義務の負担や、気候変動によって島嶼国などで

生じる損害の保証義務などが考えられる。

一方、自然資源の採取や破壊に伴う外部性については、理論的には、資源の採取者ないし資源の保有国に責任を帰す考え方と、資源を用いて製造する財の生産者ないし生産国に責任を帰す考え方、さらには資源自体または資源を用いて製造する財の最終消費者ないし最終消費国に責任を帰す考え方の3つがあり得る。責任の履行方法としては、資源利用量の制限を課したり、森林破壊によって生じる洪水などの被害の補償義務を負わせたりすることが考えられる。

2) 資源の利用の場合

ここで言う資源については、Daly and Farley (2011) の区分を参考に、理論的には次の二つを想定している。第一は、利用によって資源量が減少することを前提としたストック・フロー資源である。これには、典型的には鉱物資源や化石燃料など再生不可能な自然資源が該当する。また、再生可能ではあるが、人間の経済時間の範囲内では再生されない化石帶水層の地下水やジャイアント・セコイアなどの巨木林などもこれに該当する。第二は、資源量を減少させることなく資源ないし便益を提供することができるファンド・サービス資源である。例えば、化石帶水層など補充速度の遅い地下水を除けば、一国が一定期間に利用可能な再生可能な水資源の量は降水量や地形によって固定されており、これは取水量によって変動することはない。また、持続可能な利用が行われている限りは、生態系サービスを生み出す多くの生態系資本もファンド・サービス資源に該当する。例えば、再生可能な管理が行われている森林資源や漁業資源や土壌からは、毎年一定の持続可能な収穫が期待できる。ただし、これらの資源を持続不可能な形で利用する場合は、ファンド・サービス資源ではなくストック・フロー資源としてその増減を捉える方が適切である。

こうした資源の理論的区分を前提に、以下、資源の賦存量の計上方法、資源枯渇の責任の所在、資源生産性を判断する際の考え方、資源利用の公平性を判断する際の考え方について整理する。

i) 資源の賦存量の計上方法

資源の物理的な賦存量については、基本的には、資源が地理的に属する国にこれを計上することが一般的であると考えられる。GS や IWI などの持続可能性指標においても、自然資本の計上先は当該資本が地理的に属する国としている。ただし、公海など各国の管轄が及ばない領域の資源の扱いや、鮭や鰐のように各国の領海を横断して回遊する漁業資源の扱いについては、別途の検討が必要である。

ii) 資源枯渇の責任の所在

上記のように資源の賦存量をその地理的な保有国に計上する考え方の背後には、単なる領有権などの制度上の根拠のみならず、実際には資源枯渇の責任の所在をめぐる一定の仮定が存在する。

たとえば、Atkinson et al. (2012) は次のように整理している。すなわち、Martinez-Alier (1995) が指摘するように、こうした計上方法の下で GS を推計すると、持続不可能な国は資源輸出国である発展途上世界に分布する傾向にあるが、貿易を通じた「ecological balance of payments」を考えれば、途上国からの資源に依存する先進国こそが本来は持続不可能であると考えることができる。しかし、これについては、輸出用であるなしに関わらず国内の自然資源の減少への備えについては、資源を採掘する側の国が責を負うべきであるとの反論が可能である (Atkinson and Hamilton, 2002)。

また、理論上は、途上国は自然資源の輸出による対価を人的資本や製造資本への投資に割り当てる

ことで総資本（包括的な富）の減少を回避することができるし、先進国は自然資源の輸入に割り当てる資金の分だけ、国内の資本への投資を諦めざるを得ないことから、持続可能性の評価に当たって ecological balance of payments による補正を行う必要はないとも考えられる。

しかし、オープンアクセスによる過剰採取リスクが存在する場合やガバナンス上の失敗など、その他何らかの要因で市場価格が真の希少価値を反映しない場合には、輸入国は輸出国が失う自然資源の真の価値を完全に補償していないことになる (Atkinson et al., 2012)。また、当然のことながら、上記①で検討したように、資源の採取に外部性が伴う場合は、採取によって当該資源が枯渇するかしないかにかかわらず、地理的な賦存とは異なる責任の構成が可能である。

Atkinson et al. (2012) は、こうした考え方を踏まえ、資源利用量を生産ベースと消費ベースに分けて計算し、特に、消費ベースでの資源消費分を、消費国の世界的な持続可能性への貢献から差し引くことを提唱している。しかし、厳密には、1) の議論と同様、資源の採取者ないし資源の保有国に責任を帰す考え方と、資源を用いて製造する財の生産者ないし生産国に責任を帰す考え方、さらには資源自身または資源を用いて製造する財の最終消費者ないし最終消費国に責任を帰す考え方の 3 つがあり得よう。なお、現在のところ、貿易を通じた間接的な資源枯渇の責任を問う制度は存在しないが、理論的には、責任の履行方法として、資源利用量の制限を課す、真の希少性から算出される理論価格と市場価格との差額の負担を求める、また、ファンド・サービス資源の場合は、資源回復の費用負担や再生可能水準を超えた分の補償を求めるなどの方法が考えられる。

iii) 資源生産性を判断する際の考え方

資源生産性については、定義上、資源を用いて財を製造する生産国におけるそれを評価することになる。ただし、実際の評価対象は、当該資源を国境を超えて輸送することが物理的・経済的に可能であるか否かで変わってくる。鉱物資源や化石燃料など国境を超えた輸送が物理的かつ経済的に可能な資源については、資源を輸入して財の生産を行う国における生産性が評価対象となる。それに対し、土地など物理的に輸送が不可能なファンド・サービス資源や、農業や工業に用いる水のように輸送が物理的にも経済的にも現実的ではない資源については、当該資源が賦存する国における生産性が評価対象となる。その場合、仮想土地や仮想水のような消費ベースの指標を用い、当該生産量を財の輸出手の国で生産していたと仮定した場合に必要とされる水や土地の量と、実際に財の輸入元の国（資源の賦存国）で用いた水や土地の量とを比べることで、国境を超えた貿易による資源生産性の改善効果や財の配分の効率性を評価することができる (Yang et al., 2006; Liu et al., 2009)。

iv) 資源利用の公平性を判断する際の考え方

資源利用の公平性については、第一に、資源自身または資源を用いて製造する財の最終消費者ないし最終消費国の資源利用量に着目する考え方と、第二に、資源を用いて製造する財の生産者ないし生産国の資源利用量に着目する考え方があり得る。

エコロジカル・フットプリントや仮想水、仮想土地は、消費ベースでの資源利用量を測る指標として考案されたもので、多くの理論研究・実証研究が蓄積されている。さらに、Atkinson et al. (2012) は、アメリカや日本など 20 各国について、各国における生産ベースでの資源利用量と消費ベースでの資源利用量を推計し、比較している。

しかし、どのような理論的根拠に基づき、具体的にどのような基準で公平性を判断するかについて

は、これらの研究からは必ずしも明らかではない。エコロジカル・フットプリントについては、一人当たりのグローバル・バイオキヤパシティと各国の一人当たりのエコロジカル・フットプリントを比較することで、公平性の判断の目安としているものの、耕作地、牧草地、炭素吸収地など生態学的・経済学的性質の異なる複数の資源が包括的に計上されているため、必ずしも具体的な公平性の判断に有効な視点を提供しているわけではない。

第一に、実際の環境容量はあくまで個別の資源ごとに生じるため、例えば世界の総エコロジカル・フットプリントがグローバル・バイオキヤパシティの範囲内でも、一部の資源のフットプリント（例：カーボン・フットプリント）が環境容量（例：炭素吸収力の限界）を超える場合もある。したがって、EFだけでは資源利用の配分・分配や人々の行動変容の指針とはならず、個別の資源ごとに環境容量と消費量の関係を見て、公平性を判断していく必要がある。

また、第二に、化石燃料や鉱物資源のように、それ自体を国境を超えて取引し、移動させることができるストック・フロー資源と、水や土地のように、それ自体は国境を超えて取引したり移動したりすることができないファンド・サービス資源とでは、公平性の判断の論拠が異なってくる可能性がある。特に、水や耕作地など、事実上物理的に移動できない資源についての環境容量は地域ごとに存在するため、たとえ世界の総エコロジカル・フットプリントがグローバル・バイオキヤパシティの範囲内でも、局地的な資源制約を超てしまえば意味はない。したがって、それを回避するためには、不公平性を前提に各国の EF をそれぞれのバイオキヤパシティ内に限定するか、貿易など何らかのメカニズムを通じて、国境を超えた資源利用によって局地的な環境容量を回避しながら公平性を担保する以外はない。

このように、公平性の判断に消費ベースの指標と生産ベースの指標のどちらを用いるべきかについては、当該自然資源の生態学的・経済学的性質に応じたさらなる検討が必要である。

なお、資源効率と自然資本（生態系の限界）の関係については、下記の Box 2.2 に示す、2012 年 12 月に最新のローマクラブ報告書として出版した「破産しつつある自然：われらのプラネタリー・バウンダリーの否定」の議論が興味深い。

Box2.2 プラネタリー・バウンダリーと成長のジレンマ

「各生態系の収容能力限度」を定量化する試みとして、Rockstrom et al. (2009) が提唱しているプラネタリー・バウンダリー（地球環境の限界）アプローチが注目されている。これは、人間の活動の基盤として不可欠な生物物理学的プロセスのうち、最も重要と考えられる気候安定化や窒素循環などのいくつかのプロセスについて、地球の環境容量の限界を定量化し、人類が安全に活動できる領域（safe operating space）を定義しようとするものであるが、リオ+20 における国際交渉において議論されるなど国際政策プロセスにおいても広く認知されつつある。

プラネタリー・バウンダリーの提唱者であるロックストローム博士と、スウェーデン国会議員および欧州議会議員として気候変動や化学物質管理などの国際環境問題を扱ってきたヴィークマンが、2012 年 12 月に最新のローマクラブ報告書として出版した「破産しつつある自然：われらのプラネタリー・バウンダリーの否定」では、プラネタリー・バウンダリー研究の最新の知見として、気候変動に加え、窒素循環、リン循環および生物多様性に関するプロセスですでに人間活動による環境への影響がプラネタリー・バウンダリーを超えていることを示している。

人類がすでにプラネタリー・バウンダリーを超てしまっているという認識は、国際社会が直面する持続可能な開発をめぐる膠着状況を理解するうえで重要である。特に一人当たりで見た地球環境へのインパクトが世界平均を大きく上回る先進国が直面する「成長のジレンマ」についての建設的な議論に欠かせない認識である。「成長のジレンマ」とは、これまで先進国が実現してきたような経済成長はプラネタリー・バウンダリーのような環境制約を考えると持続不可能であろうが、一方で経済成長をやめる「脱成長」は社会経済システムを不安定化させてしまう、というジレンマである。

世代内衡平の原則から、中国やその他の途上国が先進国並みの生活スタイルおよび経済パフォーマンスを実現するすべての権利を有することを踏まえると、キャッチアップされる側である先進国において全世界の人が同時に採用可能な生活スタイル・経済パフォーマンスを実現できていないことこそが、プラネタリー・バウンダリー内での持続可能な開発を世界的に目指すうえでの障害であることが明らかになる。

成長のジレンマに対する解として、技術革新により資源効率性や環境効率性を劇的に高める成長と資源利用・環境負荷の切り離し（デカップリング）に大きな期待が寄せられている。しかし現在の経済社会システムにおけるGDP成長の役割を考えるならば、効率性改善のみに頼った持続可能な生産と消費の実現は不可能であろう。持続不可能なレベルまで消費が高度化している先進諸国がさらなるGDP成長を追求せざるを得ないのは、金融システム、年金制度あるいは雇用制度などがGDP成長に依存したシステム設計になっているからである。このようなGDP成長依存システムのもとでは、効率性改善の果実が資源利用・環境負荷の絶対量削減ではなく、より急速なGDP成長に使用されることは必然の帰結である。したがって、デカップリングのみで成長のジレンマを解決しようとするのではなく、まず成長に依存しない制度設計に作り替えたうえで、プラネタリー・バウンダリー内でいかに豊かな生活を実現できるか、という形で持続可能な開発の問い合わせるべきである。デカップリングが十分でなければ地球がもたないという状況ではなく、デカップリングを実現するごとに生活の質が向上するという状況でこそ技術革新へのインセンティブも働くであろう。能力的にも経済的にも恵まれた先進国がプラネタリー・バウンダリー内で魅力的な豊かな生活を実現するグリーン経済モデルを実現することで、はじめて新興国・途上国に対して自分達のグリーン経済モデルを推奨することが可能になる。

2.3. 各種関連指標の構造比較分析—近年の国際動向を中心に—

本項では、2.1で述べたように持続可能性に係わる指標を中心に、近年特に国際機関などでも議論や取組が活発な指標に関するレビューを行った（表2.6）。

まず、特に進展が昨今目覚ましく、Rio+20を経て政策的な注目度も高いグリーン成長・グリーン経済の関連の動向を取りまとめることとした。これらは、様々な指標をまとめたダッシュボード型指標セットであるといえる。

次に、持続可能性を測る統合指標のうち、昨年発表されたInclusive Wealth Index（IWI）についてまとめた。持続可能性を測る統合指標にはGenuine Savings（GS）もあるが、GSについては次章で扱うため、ここでは、一部GSとIWIの関係にも触れつつ、Inclusive Wealth Indexを中心に扱った。

続いて、個別指標を見ていく。2.2 で示したようにグリーン経済・グリーン成長の大きな柱の一つとなっている資源効率（生産性）に関連する指標や勘定の取組を整理した。さらに、指標算出のための統計の基礎という視点から、環境経済勘定も対象とした。特に、UN から 2012 年新たに発表された環境・経済統合勘定（SEEA : System of Environmental-Economic Accounting）セントラルフレームワークは、本項で取り上げている指標との互換性に関する議論が活発化している。環境経済勘定は、国民経済計算の体系に基づく、環境と経済との関係把握という点においても重要と考える。

また、勘定については、生態系に関する勘定開発が盛んになっており、それら取組も対象とした。生態系については、グリーン経済・グリーン成長のもう一つの大きな柱である自然資本のうち、定量化が難しいものとして取り扱われてきたが、近年それを定量評価する動向が活発化している。

幸福度指標に関しては、OECD の Better Life Initiative (BLI) について取り上げた。なお、この BLI については、後段で詳しく取り上げるため、ここでは概要にとどめている。また、幸福度指標に関する内閣府の取組もあるが、国内動向であるため対象外とした。

以下、各動向をまとめると。

表 2.6 本項で取り上げる指標一覧

ダッシュボード型指標セット	グリーン経済	UNEP : グリーン経済指標
	グリーン成長	OECD : グリーン成長指標
持続可能性統合指標	UNEP・UNU-IHDP : Inclusive Wealth Index	
個別指標：勘定の取組も含む	資源生産性関連指標	EU : A Resource Efficient Europe ドイツ : German Resource Efficiency Programme オーストリア : Resource Efficiency Action Plan
	環境経済勘定	UN : SEEA EU : 環境経済勘定 オランダ : NAMEA
	自然資本・生態系勘定	UN : SEEA 実験的生態系勘定 EU : 生態系勘定 英国 : 生態系勘定 カナダ : 生態系勘定システム オーストラリア環境勘定
幸福度指標	OECD : BLI	

出典：著者まとめ

2.3.1. UNEP グリーン経済指標

1) 概要／背景

グリーン経済が必要であるとの国際的な議論の高まりとともに、国連統計局が、UNEP 等の国連機関とともに、グリーン経済を評価する新しいアプローチの開発がリオ+20 を通じて求められていた。

UNEP におけるグリーン経済指標の検討は、2012 年のリオ+20 以前から進められていたが、リオ+20 においても、その成果文書である「The Future We Want」のパラグラフ 63 において、グリーン経済に取り組む政府などの主体がグリーン経済の評価手法の確立に取り組むことも確認されている。

63. (略) 我々は、最も有効な科学的数据及び統計を使用して、持続可能な開発及び貧困撲滅の文脈

におけるグリーン経済の政策の機会、課題、コスト、利益を考慮することが重要になると認める。(以下、略) (UNCSD, 2012)

2) 基本情報

i) 開発主体

UNEP グリーン経済イニシアティブ

ii) 開発年

グリーン経済イニシアティブは 2008 年に立ち上げられた。以降、グリーン経済指標の開発も議論され、2012 年に「Measuring Progress towards an Inclusive Green Economy」がグリーン経済指標の基本的な枠組みを示すガイドブックとして発表された (UNEP, 2012)。指標マニュアルの開発も進行中である (Bassi, 2012)。

iii) 計測対象・期間

明確な記述はないが、各年のデータを算出するものと考えられる。

iv) 法制度との関連

明確な記述はないが、UNEP としては、グリーン経済指標を、各国のグリーン経済政策の評価ツールとして使用されることを期待している。ただし、その際グリーン経済指標の構成は、各国の状況に応じてカスタマイズされるべきだとされている。

3) 指標の目的

グリーン経済の定義に含まれている人間の福利 (Human Well-being)、社会的公正 (Social Equity)、環境リスクの削減、生態上の枯渇 (Ecological Scarcity) を測るものとされている。

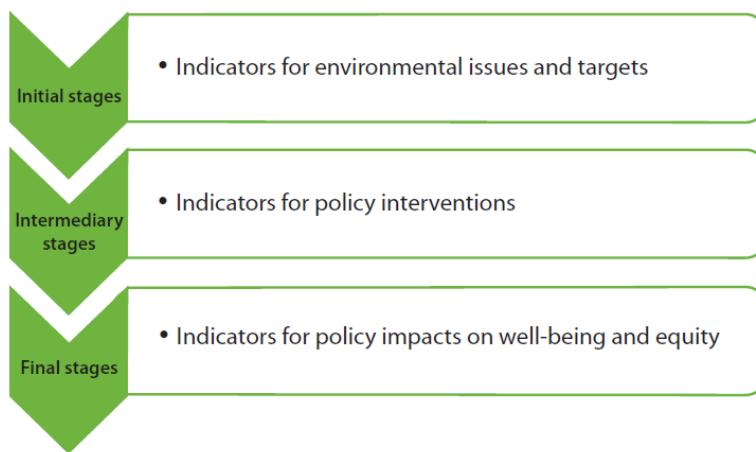
また、グリーン経済が、持続可能な発展と貧困削減を達成するための手段であることも踏まえ、グリーン経済の測定においては、グリーン経済の現状のみならず、どのようにしてグリーン経済に到達するかという点が強調されている。

そして、グリーン経済がその達成のために適用される政策プロセスについても測定されるべきだとしている。

4) 指標の内容

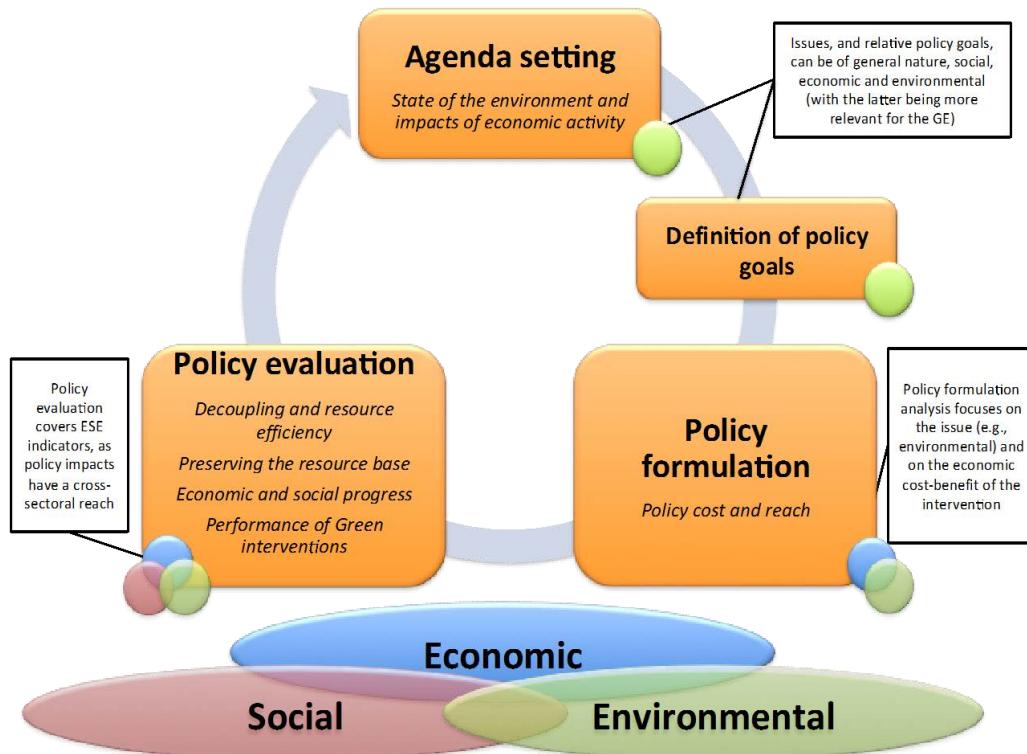
UNEP 指標は、特に 1) アジェンダ設定、2) 政策形成、3) 政策評価の 3 段階において適用されるべきとの立場をとっている。そこで、アジェンダ設定に「環境課題と目標」指標、政策形成に「政策介入」指標、政策評価に「福利や厚生への政策影響」指標を適用することを想定している。

i) 指標の構造



出典：UNEP, 2012

図 2.4 グリーン経済政策の各段階における指標（1）



出典：Bassi, 2012

図 2.5 グリーン経済政策の各段階における指標（2）

ii) 領域と個別統計

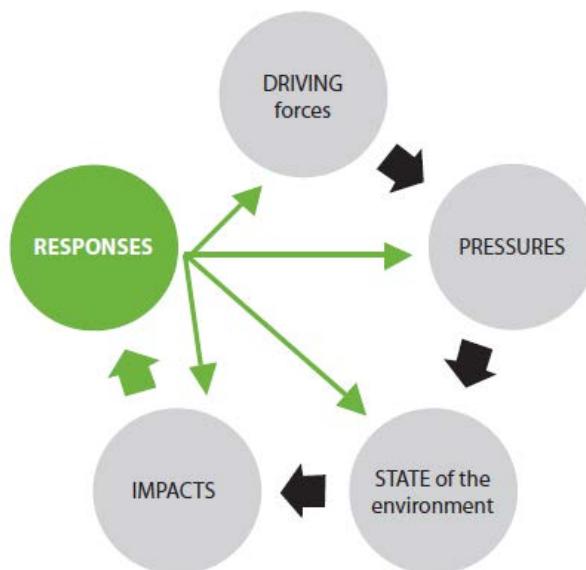
以下にあげる各領域の指標は、UNEP の報告書において例示されているものである。同報告書においては、グリーン経済指標は、基本的には各国が各国の状況に応じて決めるべきものであるとされている。

[環境課題と目標指標]

UNEPとして、環境は、第一に取り組む分野、かつ、指標群のエントリーポイントとして位置づけている。これは、環境課題の解決なしには、経済のグリーン化はならないという UNEPの考え方に基づくものである。この指標領域は、アジェンダ設定指標としても位置付けられている。そのため、この領域の指標は、課題を同定し、優先順位を付け、追跡するとともに、原因と結果を知るためのものとしている。

そのような指標を定めるために用いた手法が、Driving force, Pressures, State of the Environment, Impacts and Responses (DPSIR) 枠組みである（図 2.6）。DPSIR によって、経済活動と影響（例えば、生物多様性の減少、生態系削減、人間の福利の消滅）との因果関係を見ようとしている。他、経済活動と環境影響との定量的関係を見るに当たり、SEEA や UNEP による持続可能な消費と生産指標が取り上げられている。

上記を踏まえてまとめられた UNEP 環境課題に関する指標例を表 2.6 にしめす。地球温暖化に加えて、生態系サービス、資源効率、および化学物質と廃棄物など経済活動に伴う影響に焦点があてられている傾向がみえる。水・大気汚染など、公害・生活環境に係わるものについては、ここには含まれず、[福祉と公正分野の健康] に分類されている。



出典：UNEP , 2012

図 2.6 DPSIR 枠組み

[政策介入指標]

UNEP のガイドブックでは、政策介入指標として、グリーン投資、グリーン財政改革、外部性の価格評価、生態系サービスの価値評価、グリーン調達、グリーン職業技能訓練に関連する指標を例示している（表 2.8）（UNEP, 2012）。

UNEPにおいて、グリーン経済アプローチは環境・社会・経済面の複合的便益が最も高い分野を同定することであり、その分野への投資を行うことであるとなっている。グリーン経済アプローチにおける政策介入は、（環境劣化の低減と人間の福利と社会的公正などにおける）課題への取組や目標達成

のために、投資フローを変化させる方法に着目すべきだとされている。そのための政策オプションは、特に資本投資、インセンティブそして、規制であると述べている（UNEP, 2012; Bassi, 2012）。

そして、それらの政策オプションを評価するための政策介入指標は、政策オプションの予想コストと便益の推計を支援するもの、およびそれらの政策が目標に到達するために十分かどうかの評価を助けるものである。

表 2.7 環境課題指標例

気候変動	炭素排出 (ton/year) 再生可能エネルギー (エネルギー (電力) 供給中の割合) (%) 一人当たりエネルギー消費 (Btu/person)
生態系サービス	森林面積 (ha) 水圧力 (%) 土地・海洋保全地域面積 (ha)
資源効率	エネルギー生産性 (Btu/USD) 物質生産性 (ton/USD) 水生産性 (m3/USD) CO2 生産性 (ton/USD)
化学物質と廃棄物	廃棄物収集 (%) 廃棄物リサイクルおよびリユース (%) 廃棄物発生量 (ton/year) 又は埋立地面積 (ha)

表 2.8 政策介入指標例

グリーン投資	研究開発投資 (% of GDP) 環境製品・サービスセクター投資 (USD/year)
グリーン財政改革	化石燃料、水、漁業補助金 (USD or %) 化石燃料税 (USD or %) 再生可能エネルギーインセンティブ (USD or %)
外部性の価格評価、生態系サービスの価値評価	炭素価格 (USD/ton) 生態系サービスの価値 (例：水供給など)
グリーン調達	持続可能な調達関連の支出 (USD/year and %) 政府事業の CO2 生産性・物質生産性 (ton/USD)
グリーン職業技能訓練	訓練支出 (USD/year and % of GDP) 訓練者数 (person/year)

[福利や公正への政策影響指標]

この領域では、福利や公正への政策の影響を評価している。この領域の指標は、政策形成段階で環境課題に対して設定された当初の目標に追加的に示される政策効果（環境・社会・経済）に関する指標で、グリーン経済政策による間接的影響（健康など）や直接的影響（雇用など）によって表現される指標である。例を示すと、政策目標が一人当たり二酸化炭素排出量を削減する場合の政策介入は、向こう 10 年間 GDP の 1 パーセントを毎年太陽光や風力発電技術へ投資することであるが、この場合、CO2 削減という排出削減目標のほかに、所得や雇用への変化などの効果が期待される（UNEP, 2012）。

<福利指標>

グリーン経済アプローチでは、経済指標が人間の福利に関する大部分を示すと想定されている。そ

のため、この指標分野では、環境製品とサービスセクター（Environmental goods and service sector: EGSS）⁴やグリーン雇用（Green Jobs）⁵に着目している。ただし、これらの雇用は、「Decent work」でなければならないとしている（UNEP, 2012）。

＜社会的公正指標＞

社会的公正指標は、貧困削減や、構成、社会包摂、包摂的富（Inclusive Wealth）などの面を含む、人や社会の発展を測定するものである。グリーン経済のプロセスにおける人の進展（human progress）や社会公正指標には、様々な直接的（資源アクセス、栄養、雇用）・間接的影響（健康、教育・技能、人間開発指数（Human Development Index: HDI）等関連指標への影響）があるとされている（UNEP, 2012）。

ただし、本指標を分析するに当たっては、リバウンド効果（GDP が高くなり水やエネルギーへのアクセスが高まることによって天然資源消費強度が上がる）への注意が必要であるとしている。（UNEP, 2012）。

これらの考え方に基づいて示された本領域の指標例を表 2.9 に示す。

⁴ EGSS 定義：“The environmental sector includes the provision of environmental technologies, goods and services for every kind of use. For statistical purposes, only technologies, goods and services that have been produced for the environment ('environmental purpose') are included in the scope of the environmental sector. ‘Environmental purpose’ means that the technology, good or service has been produced for the purpose of: Preventing or minimising pollution, degradation or natural resources depletion; Reducing, eliminating, treating and managing pollution, degradation and natural resources depletion or restoring environmental damage to air, water, waste, noise, biodiversity and landscapes; Carrying out other activities such as measurement and monitoring, control, research and development, education, training, information and communication related to environmental protection and/or resource management.”（Eurostat, 2009）

⁵ 国際労働機関（International Labour Organisation: ILO）による Green jobs の定義：Green jobs are those jobs maintained or created in the transition process towards a green economy that are either provided by low-carbon intensive industries (enterprises) or by industries (enterprises) whose primary function is to greening economy (ILO-IILS, 2011)

表 2.9 福利や公正への政策影響指標例

雇用	建設 (person, %) 運営管理 (person, %) 得られた所得 (USD/year) ジニ係数
EGSS のパフォーマンス	付加価値 (USD/year) 雇用 CO2 および物質生産性 (e.g., USD/ton)
総合的な富	天然資源ストックの価値 (USD) 年間純付加 (削減) 価値 (USD/year) 識字率 (%)
資源へのアクセス	近代エネルギーへのアクセス (%) 水へのアクセス (%) 衛生へのアクセス (%) 健康ケアへのアクセス (%)
健康	飲料水における有害化学物質のレベル (g/L) 大気汚染が原因の入院患者数 100,000 人あたりの交通 (道路) 事故死者数

[データ収集／方法論]

グリーン経済指標の開発・普及においては、UNEP は、国際的に共通のデータセットの開発とともに、途上国のデータ収集・分析に関する能力開発が重要であると指摘している（UNEP, 2012）。

国際資源パネルによる、多くの国が経済による環境影響について異なるアプローチやデータ分類を用いているという指摘を踏まえ、国際的に共通したデータ収集や分析手法を開発することが課題として指摘されている。一方で、すでに国際エネルギー機関 (International Energy Agency: IEA) や国際連合食糧農業機関 (Food and Agriculture Organisation: FAO)、気候変動に関する国際連合枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) などの国際的に共通化されたデータベースも適宜活用できるとしている。加えて、SEEA 等が、国際的に共通の統合的データセットとして、有効であるともしている。国際機関などが、グリーン経済政策プロセスと持続可能な進捗を測定する仕組みを明確に定義して、SEEA などへの国際機関の取組をますます強化する必要性が強調されている（UNEP, 2012）。

2.3.2. OECD グリーン成長指標

1) 概要・背景

グリーン成長指標は、OECD が、2009 年に開始した「グリーン成長戦略 (Green Growth Strategy)」の一環として開発した指標である。

グリーン成長とは、「自然資産が人類の幸福のよりどころとなる資源と環境サービスを提供し続ける状態を確保しながら、経済成長及び発展を促進していくこと」と定義される。OECD は、グリーン成長を促進するため、2011 年 5 月の閣僚理事会に合わせ、包括的な戦略「グリーン成長に向けて (Towards Green Growth)」を公表した。グリーン成長指標はその一環として公表された指標群で、グリーン成長の決定要因を特定するとともに、その実現に向けた政策分析や進捗評価に資する情報を提供することを目的としている。

2) 基本情報

i) 開発主体

OECD

ii) 開発年

2011 年 5 月に暫定指標を公表。その後 OECD は、ヘッドライン指標や個別指標の開発を進め、改訂版を 2013 年初頭に公表する予定。

iii) 計測対象・期間

OECD 加盟各国及びその他の主要国が対象。2011 年に暫定指標による計測結果を公表（計測期間は指標により異なる）。

iv) 法制度との関連

特になし。

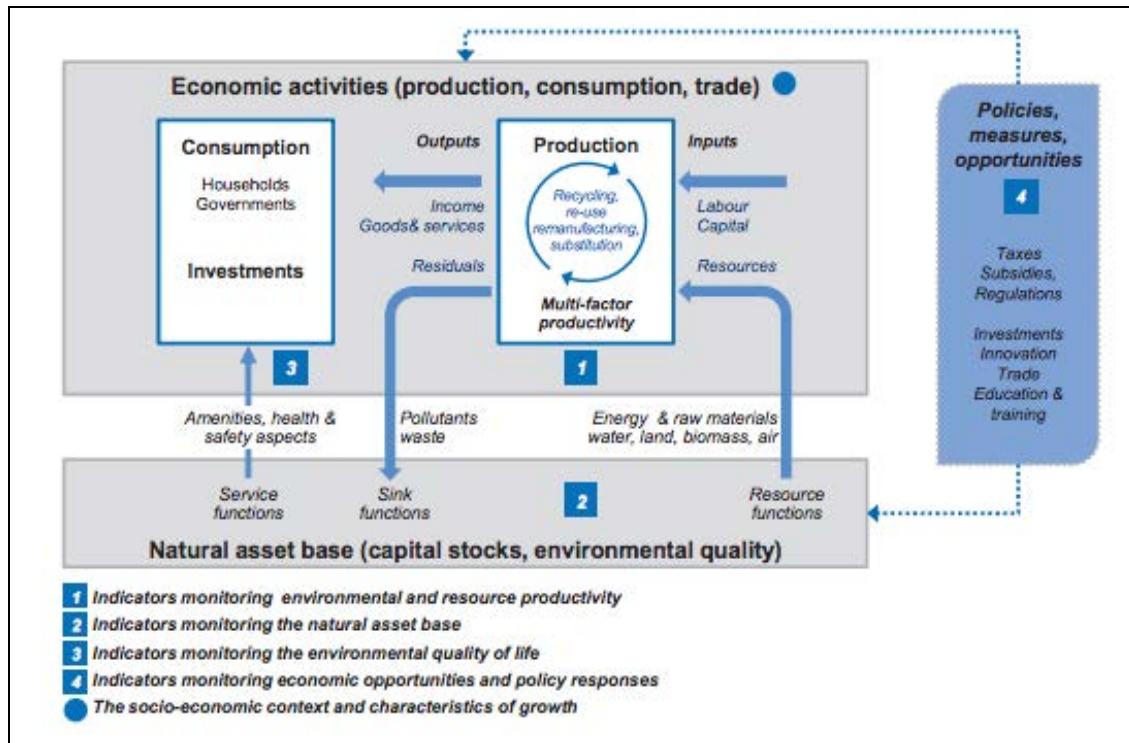
3) 指標の目的

- グリーン成長の決定要因とそれらのトレードオフや相乗効果を明らかにすること。
- 政策分析や進捗評価のために適切な情報を提供すること。すなわち、傾向や構造変化を観測し、さらなる分析や政策対応が必要な課題を明らかにすること。
- 公の議論においてグリーン成長に関する課題の輪郭を明らかにし、政策のパフォーマンスの評価を促すこと。

4) 指標の内容

i) 指標の構造

グリーン成長指標は、背景となる「社会経済的文脈と成長の性質」のほか、「環境・資源生産性」、「自然資産ベース」、「環境面での生活の質」といった、経済活動と自然資源ベースとの相互作用の各側面、さらにその両者に働きかける政策対応としての「経済的機会と政策対応」という 5 つの領域に属する指標群により構成される。各領域の間には図 2.7 のような関係性が想定されており、それぞれの領域でのパフォーマンスが上がることによって、総体としてグリーン成長を促進する構図が描かれている。



出典：OECD, 2011a

図 2.7 グリーン成長指標の構造

ii) 各領域と個別統計

表 2.10～2.14 参照。

表 2.10 社会経済的文脈と成長の性質

経済成長、生産性と競争	経済成長と構造 GDP 成長と構造；純可処分所得
	生産性と貿易 労働生産性；多要素生産性 貿易で加重した単位労働コスト 貿易の相対的比重：(輸出+輸入)／GDP
	インフレーションと相対価格
	労働市場 労働力率と失業率
労働市場、教育、所得	社会人口動学パターン 人口増加率、構造と密度 期待平均寿命：出生以後の健康な生活を送る年 所得不平等：ジニ係数 教育上の達成：教育水準と教育へのアクセス

表 2.11 環境・資源生産性

炭素・エネルギー生産性	1. CO ₂ 生産性	1.1 生産ベース CO ₂ 生産性 GDP / エネルギー関連 CO ₂ 排出量 1.2 需要ベース CO ₂ 生産性 実質所得 / エネルギー関連 CO ₂ 排出量
	2. エネルギー生産性	2.1 エネルギー生産性 GDP／一次エネルギー総供給量 (TPES) 2.2 セクター別エネルギー集約度 製造業、運輸、家計、サービス業 2.3 再生可能エネルギー・シェア TPES 中シェア、電力生産量中シェア
資源生産性	3. 物質生産性(非エネルギー)	3.1 需要ベース物質生産性 実質可処分所得に関連づけ (総合指標；構成要素別の物量) ・国内物質生産性 (GDP / 国内物質消費 (DMC)) -生物物質 (食料、その他バイオマス) -非生物物質 (金属鉱物、産業鉱物) 3.2 廃棄物生産集約度と回復率 セクター別、GDP or VA 当り、一人当たり 3.3 栄養フローとバランス (N, P) ・農業における栄養バランス (N, P) 農地面積当たり、農業生産における変化
	4. 水生産性	水消費量当たり VA、セクター別 (農業については、灌漑地 ha 当たり灌漑用水)
多要素生産性	5. 環境サービスを反映した多要素生産性 総合指標；構成要素別の貨幣量	

表 2.12 自然資産ベース

再生可能ストック	6. 淡水資源 利用可能な再生資源 (地下水、表流水、国別、地域別) とそれらの取水速度
	7. 森林資源 森林面積・体積；経年ストック変化
	8. 漁業資源 生物学的限界内にある魚類ストックの比率 (グローバル)
非再生可能ストック	9. 鉱物資源 選別された鉱物の利用可能なストック又は埋蔵量 (検討中)：金属鉱物、産業鉱物、化石燃料、重要原料；それらの採掘速度
生物多様性と生態系サービス	10. 土地資源 土地被覆タイプ、土地転換、変化 自然状態から人工状態への変化とその状態 ・土地利用：状態と変化
	11. 土壤資源 農地その他における表土流出の度合い ・浸食クラスごとの、浸食の影響を受ける農地面積
	12. 野生生物資源 ・農地や森林に住む鳥の個体数の傾向、飼育鳥の傾向 ・絶滅危惧種：哺乳類、鳥類、魚類、維管束植物 確認された種における割合 ・豊富な種の傾向

表 2.13 環境面での生活の質

環境面での健康及びリスク	13. 環境による健康問題と関連リスク (例: 環境面での状況悪化によって失われた健康な人生の年数)	
	14. 自然又は産業によるリスクからの影響とそれによる経済損失	
環境サービスとアメニティ	15. 下水処理と飲料水へのアクセス	15.1 下水処理を利用できる人口 15.2 安全な飲料水に持続的にアクセスできる人口

表 2.14 経済的機会と政策対応

技術とイノベーション	16. グリーン成長にとって重要な R&D 支出 再生可能エネルギー (エネルギー関連 R&D に占める割合) 環境技術 (全 R&D に占める割合、タイプ別) 全ての目的のためのビジネス R&D (全 R&D に占める割合)	
	17. グリーン成長にとって重要な特許 特許協力条約に基づく各国の申請数に占める割合 -環境関連特許と全ての目的のための特許 -環境関連特許の構造	
	18. 全てのセクターにおける環境関連イノベーション	
環境財と環境サービス	19. EGS の生産	19.1 EGSS における粗付加価値 (GDP に占める割合) 19.2 EGSS における雇用 (全雇用数に占める割合)
国際金融フロー	20. グリーン成長にとって重要な国際金融フロー (全フロー及び GNI に占める割合)	20.1 ODA 20.2 炭素市場 20.3 外国直接投資 (検討中)
価格と移転	21. 環境関連税制 環境関連税収の水準 (総税収に占める割合、労働関連税収との比率) 環境関連税制の構造 (税ベースのタイプ別)	
	22. エネルギー価格付け 最終消費価格における税のシェア	
	23. 水価格付けとコスト回復 (検討中) 以下に関する指標によって補完 ・環境関連補助金 (検討中) ・環境支出: 水準と構造 (公害緩和・制御、生物多様性、自然資源利用・管理)	
規制・管理アプローチ	検討中	
訓練とスキル開発	検討中	

iii) ヘッドライン指標

先述のように、現在 OECD では、2011 年報告書からの改訂作業を進めており、2013 年初頭には改訂版が公表される見込みである。以下では、OECD からのヒアリングを踏まえ、本報告書執筆時点での把握される改定点のうち、ヘッドライン指標に関係する部分について記述する。

ヘッドライン指標は、グリーン成長指標の上述の各領域に対応して、表 2.15 のように、計 6 つないし 7 つの指標が選定される見込みである⁶。

⁶ 著者らが実施した OECD 担当者インタビューによる (2012 年 12 月)。

表 2.15 グリーン成長指標のヘッドライン指標

領域	テーマ	ヘッドライン指標の候補
環境・資源生産性	炭素生産性	1. CO ₂ 生産性
	資源生産性	2. 非エネルギー物質生産性
	多要素生産性	3. 環境サービスを含む多要素生産性
自然資源ベース	再生可能・再生不能資源	4. 自然資源利用インデックス
	生物多様性と生態系	5. 土地利用・土地被覆の変化
環境面での生活の質	環境面での健康及びリスク	6. 大気汚染 (PM2.5)
経済的機会と政策対応	技術とイノベーション、環境財と環境サービス、価格と移転、その他	未定

このうち、CO₂ 生産性については、生産ベース指標と需要ベース指標の両方を想定している。

環境サービスを含む多要素生産性（全要素生産性）は、従来の多要素生産性で念頭に置かれてきた労働と資本の貢献を除いたソロー残差について、さらに自然資本の貢献分を勘案するものである。そのことにより、人工資本についての技術革新の問題と、自然資本からの投入の問題とを峻別し、経済成長や技術革新戦略などについてより適切な政策的含意を引き出すことができる。

自然資源利用インデックスは、様々な自然資源の価値を市場評価によってウェイト付けして合算したものである。組み込まれる自然資源については、SEEA-CFにおける分類に従って選択される見込みである。なお、後述の包括的な富指標と自然資源利用インデックスとの相違点は、前者は資本の推移を通じて各国の持続可能性を評価するものであるのに対し、後者は純粋に資源利用の推移を見ることを目的としており、それだけで持続可能性の判断に用いることが想定されているわけではない。また、包括的な富指標では各資本の限界的な社会的価値（シャドウプライス）で当該資本をウェイト付けするのに対し、自然資源利用インデックスでは、単純に各自然資源の市場評価によってウェイト付けを行っており、外部性などの評価などを予定しているものではない。さらに、（この点は現時点の包括的な富指標も同様であるが、）組み込まれている自然資源は SEEA-CF のそれであり、生態系サービスや生態系資本は勘案されていない。

2.3.3. 包括的な富指標

1) 概要・背景

包括的な富指標（IWI）は、UNEP と国連大学地球環境変化の人間・社会的側面に関する国際研究計画（United Nations University - International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change: UNU-IHDP）の合同報告書「包括的な富に関する報告書（Inclusive Wealth Report）」で提示される中核的な指標である。同報告書は、2012 年 6 月に、リオ+20 に合わせて 2012 年版が公表され、今後も隔年で、各国の包括的な富や個別の資本の状況などが公表される予定である。毎回、個別テーマについても掘り下げる予定しており、2012 年度版のテーマは自然資本であった。ジェニュイン・インベストメントの提唱者一人である、環境経済学者のパーサ・ダスグプタ教授（ケンブリッジ大）が科学アドバイザーを務める。

2) 基本情報

i) 開発主体

UNEP、UNU-IHDP

ii) 開発年

2012年6月に2012年版報告書を公表。今後も隔年で公表。

iii) 計測対象・期間

2012年度版では、オーストラリア、ブラジル、カナダ、チリ、中国、コロンビア、エクアドル、フランス、ドイツ、インド、日本、ケニア、ナイジェリア、ノルウェー、ロシア、サウジアラビア、南アフリカ、イギリス、アメリカ、ベネズエラの20カ国を対象とし、1990年から2008年までの各資本の状況等を計測。

iv) 法制度との関連

特になし。

3) 指標の目的

- 人間の福祉についての長期的な視点と持続可能性の尺度を与える定量的な情報及び分析を提供する。
- さらに、主に以下の目的に貢献する。
 - 各国が持続可能な軌道にあるか否かの分析を試みるとともに、各国政府にグリーン経済への移行を評価する基準を提供する。
 - 特に自然資本の重要性に焦点を当てながら、富の様々な構成要素とその経済発展へのリンクについての包括的な分析を実施する。
 - 各国の福祉を監視する隔年報告書の公表により、持続可能な発展に向けた進捗の指標を提供する。
 - 各国によるアセット・ポートフォリオ・マネジメントの考え方に基づく政策の形成を補助し、促進する。

4) 指標の内容

i) 指標の構造

報告書では、各国における人工資本、製造資本、自然資本のそれぞれのストックの社会的価値を推計するとともに、これらの総計としての包括的な富の変化分をIWIとして算出することで、個別資本と包括的な富の両面から各国の富の推移を分析している。

包括的な富は、理論上は、以下の計算式によって与えられる。

$$W(t) = Q(t) + \sum_i P_i(t)K_i(t)$$

ただし、 $W(t)$ は t 時点での富(wealth)である。 $Q(t)$ は時間資産のシャドウプライス、 $P_i(t)$ は資本

□

資産 $K_i(t)$ のシャドウプライスで、いずれも資産の限界的な変化がもたらす世代間福祉 $V(t)$ の変化分として求められる。

この時、

$$dV(t)/dt = \sum_i P_i(t) dK_i(t)/dt + Q(t)$$

が成立することから、世代間福祉が一定期間中に増加することと、一定のシャドウプライスの下で富が同期間に増加することとが同義となる。したがって、ジェニュイン・セイビングの議論と同じく、シャドウプライスで評価した富の変化分を推計すれば、当該国または地域が持続可能な軌道にあるか否かの評価をすることが可能となる。

なお、報告書の整理は、類似の先行的な取り組みとして世界銀行のジェニュイン・セイビングを挙げ、包括的富指標との相違点を以下のように整理している。なお、報告書では、ジェニュイン・セイビング（ないし調整純貯蓄（adjusted net saving））の理論における富を、包括的富（inclusive wealth）と区別するため、総合的富（comprehensive wealth）と呼んでいるため、ここでもその呼称に従う。

第一に、世界銀行は、富は割引された消費フローであるとしており、消費は常に持続可能な軌道にあるとの仮定を暗に置いている。調整純貯蓄が負であれば、その分を差し引くことで、資本ストックを不变とする消費水準、すなわち持続可能な消費水準を導くことができる。それに対して、包括的富の枠組みでは、消費の持続可能性についての仮定は置かれない。富は経済の資本資産ベースの社会的価値であると定義しており、したがって、富の増減はこれらの資産ベースの増減から直接測ることができる。

第二に、総合的富の場合、自然資本と製造資本以外の資本は全て無形資本（intangible capital）として扱われている。それに対して、包括的富では可能な限り個別の資本を区別して扱うことで、政策決定者に多くの情報を提供することに務めている。例えば昨年の報告書では、自然資本と製造資本に加え、人的資本についても別途推計を行っている。

第三の相違点は、気候変動損害の扱いである。気候変動損害については、排出源と損害とが地理的・時間的に異なることから、各国が実際に気候変動によって受ける損害が、当該国の排出割合とは必ずしも一致しないという問題が生じる。Atkinson et al. (2012)によると、炭素会計における気候変動損害の扱いについては、大きく分けて2つの方向性がある。一つは、世界全体の温室効果ガスの排出の結果、自国の領域内で生じる損害を控除するやり方である。もう一つは、自国の排出量によって世界のどこかしらに生じる社会的費用を控除するやり方である。包括的富の枠組みでは、基本的には前者に近いアプローチを採用している。すなわち、包括的富報告書では、世界全体で生じる気候変動損害（世界全体の炭素排出量に社会的費用（US\$50）を乗じたもの）を、Nordhaus and Boyer (2000)の手法に基づいて分配している。Nordhaus and Boyer (2000)では、各国が被る損害を、世界のGDPに占める各国のGDPの割合に比例させることで近似している。包括的富報告書も、Arrow et al. (2012)に習い、基本的にはこの手法を踏襲している。一方、世界銀行は、後者の手法に基づいて損害を計上している。

ii) 各領域と個別統計

表 2.16 富の算出に用いられた重要変数

人的資本	<ul style="list-style-type: none"> ・年齢・性別別人口 ・年齢・性別別死亡確率 ・割引率 ・雇用 ・教育面での達成 ・雇用報酬 ・年齢・性別別労働力
製造資本	<ul style="list-style-type: none"> ・投資 ・減価償却率 ・資産寿命 ・生産高成長率 ・人口 ・生産性
自然資本	<ul style="list-style-type: none"> A. 化石燃料 <ul style="list-style-type: none"> ・埋蔵量 ・生産量 ・価格 ・レント B. 鉱物 <ul style="list-style-type: none"> ・埋蔵量 ・生産量 ・価格 ・レント C. 森林資源 <ul style="list-style-type: none"> ・森林ストック ・商業的に利用可能な森林ストック ・木材生産量 ・木材生産量の価値 ・レント ・森林面積 ・非木材便益（NTFB）の価値 ・NTFB の採取に用いられた森林面積の割合 ・割引率 D. 農地 <ul style="list-style-type: none"> ・作物生産量 ・作物価格 ・レント ・作物収穫面積 ・割引率 ・恒久的耕作地面積 ・恒久的牧草地面積 E. 漁業 <ul style="list-style-type: none"> ・漁業資源ストック ・漁獲の価値 ・漁獲の量 ・レント
健康資本	<ul style="list-style-type: none"> ・年齢別人口

	<ul style="list-style-type: none"> ・年齢別死亡確率 ・統計的な生活の価値 ・割引率
IWIにおける調整	<p>A. 全要素生産性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・技術革新 <p>B. 炭素被害</p> <ul style="list-style-type: none"> ・炭素排出 ・炭素価格 ・気候変動の影響 ・GDP <p>C. 石油キャピタルゲイン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・埋蔵量 ・石油生産 ・石油消費 ・価格 ・レント

出典：UNEP and UNU-IHDP（2012）

2.3.4. 資源効率関連指標の国際動向（EU、ドイツ、オーストリア、日本、中国）

2.3.4.1. 資源効率関連指標（EU）

1) 概要／背景

資源効率を測る指標である資源生産性指標はグリーン経済／成長指標、各種持続可能性指標においても取り上げられており、国際社会の注目も高い。また、資源生産性指標を用いた政策評価については、日本に加えて、EU をはじめ、欧州各国で非常に盛んである。日本は、循環型社会形成推進基本計画において、EU・欧州各国はこれまで国家持続可能な発展戦略内の持続可能性指標の一つとして資源効率関連指標は政策評価手段として用いられてきた。

特に、欧州連合（European Union: EU）については、資源効率に特化した戦略策定が新たな展開をみせている。2005 年に発表された「Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources」において、持続可能な資源利用や資源効率の向上を目的とした戦略を発表した。その戦略中でも、資源生産性指標による政策評価やその目標設定に取り組むことを表明している。Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources は、2011 年に発表された「A resource-efficient Europe - Flagship initiative of the Europe 2020 Strategy」に引き継がれ、同年発表された同戦略のロードマップにも継続して資源生産性指標による政策評価・目標設定、また、さらなる関連指標の開発に取り組むことが明示された。近年そのロードマップに示されたように、資源生産性指標など同戦略に関連する指標に関する目標設定や新たな指標が開発され発表されている。

欧州内の各国家に視点を移すと、ドイツ、イタリア、オーストリアなどは、国家持続可能な発展戦略や、各国の独自の計画において資源生産性関連指標を政策に適用させてきた。近年は、欧州委員会（European Commission: EC）の A resource-efficient Europe も受けて、ドイツやオーストリアでは、資源効率に着目した政策を開発し、その中で資源生産性指標などに関する目標などを設定している。

欧州以外の国では、中国が、第 12 次国家 5 か年計画（循環経済分野）その下部計画である循環経済に関する戦略において、資源生産性指標などの適用を開始している。

なお、本項では、EC を中心として、資源効率関連指標の概要を整理していく。ドイツ、オースト

リアについても補完的に概要を記載する。国際動向を対象としているため日本国内の資源生産性指標の取組については、ここでは省略する。

なお、資源効率関連指標を算出するため、一般的な方法論は、物質フロー指標勘定（Economy-wide Material Flow Accounting: EW-MFA）である。日本や欧州各国の研究者を中心に OECD および欧州連合統計局（Eurostat）において開発され確立されてきた（Weisz H, et al. 2007; OECD, 2008 等）。基本的には、方法論に関してはそちらを参照されたい。ただし、以後本文中に用いる物質フロー指標の略称の理解のために、関連の物質フロー指標の関係図を図 2.8 として示す。

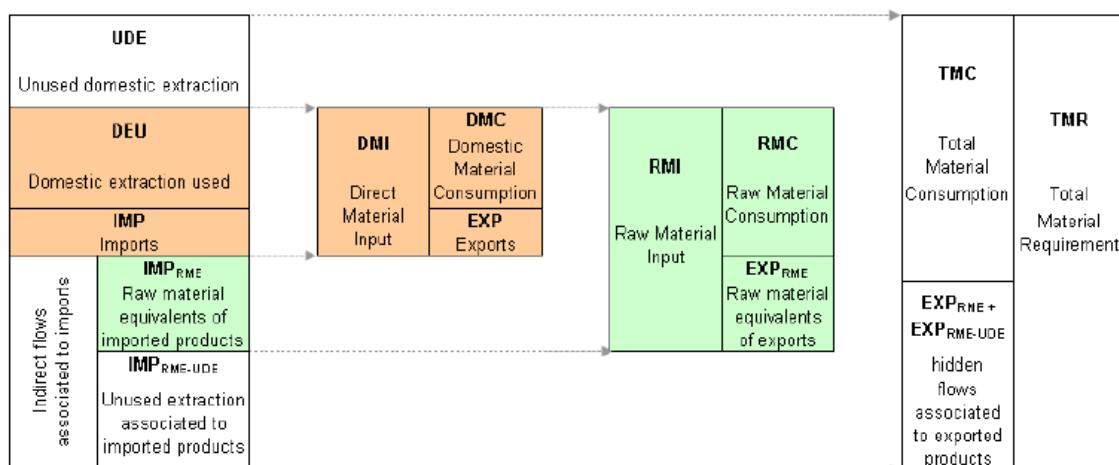
2) 基本情報 (EC)

i) 開発主体

EC、DG Environment、Eurostat、EC-Joint Research Center (JRC)

ii) 開発年

1993 年ごろより、MFA 指標算出の検討が EC において開始されている (IGES, 2010)。



出典 : EC, 2012a

図 2.8 資源効率関連物質フロー各種指標関係図

iii) 計測対象・期間

[対象]

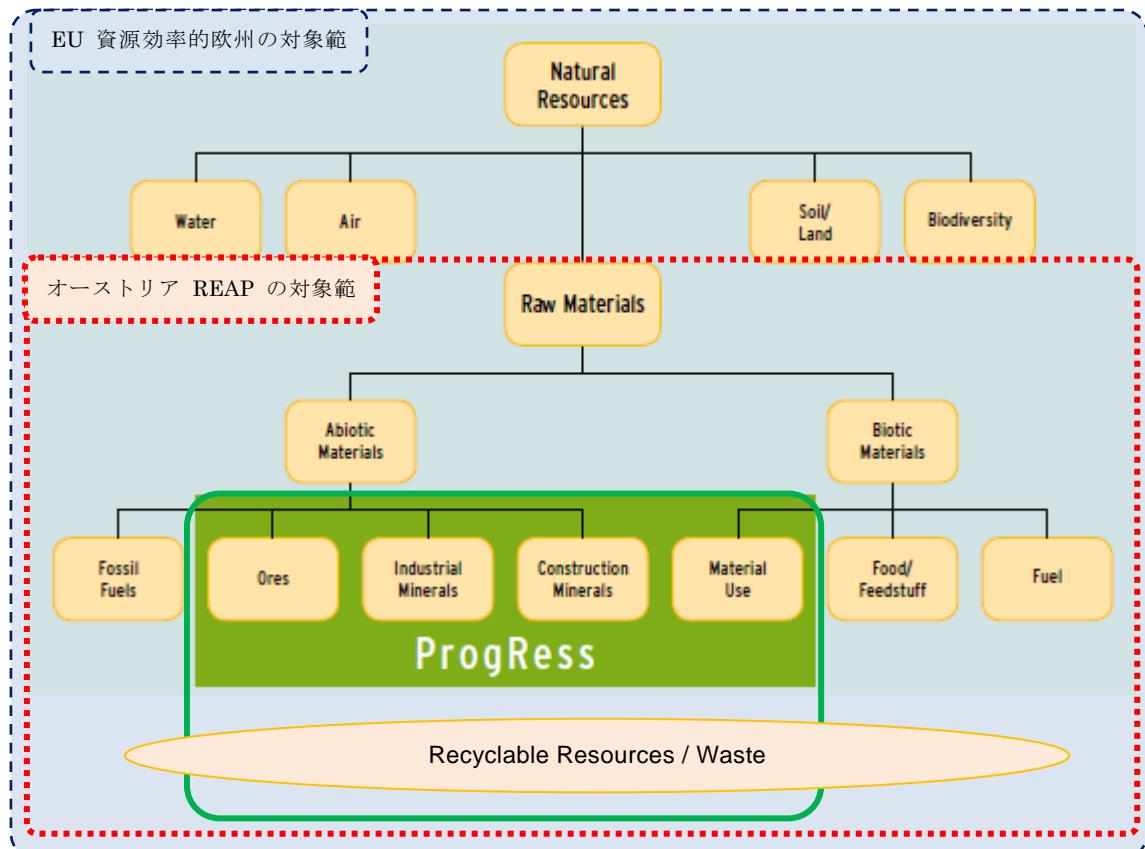
EC 全体を範囲としている。また、資源効率的な欧州のロードマップにおける対象資源を指標が網羅する構成になっている。

資源効率的な欧州ロードマップにおける対象資源 (EC, 2011b) : 廃棄物、生態系サービス、生物多様性、鉱石・金属、水、大気、土地・土壤、食物 (海洋資源含む)、建設用鉱石 (インフラストラクチャー)。

ただし、統合指標である資源生産性指標では、生態系サービスや生物多様性、土地・土壤などは対象から外れる。

なお、後述のドイツ (German Resource Efficiency Programme: ProgRess) やオーストリア

(Resource Efficiency Action Plan: REAP) での資源効率戦略において対象とされている資源についても比較・参考のために図 2.9 に表示する。いずれの政策においても各種天然資源（一次資源）に加えて循環資源（二次資源）も重要な対象資源として取り扱われているが、データの制限から指標には十分に反映されない。



出典 : German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (2012) をもとに、Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management (2012)、EC (2011b) を参照して著者追記

図 2.9 EU・ドイツ・オーストリアにおける資源効率戦略対象資源

[計測期間]

年ベースのデータ測定である。しかし、データによってデータの収集から公表までに 2~3 年を要している指標も存在する。

iv) 法制度との関連

2001 年より持続可能な開発戦略において、資源生産性指標が採用され始める。加えて、2005 年の Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources より、資源生産性指標など物質フロー指標に関する目標設定に関する記述がなされた。

Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources の後継政策として、A resource-efficient Europe – Flagship initiative of the Europe 2020 Strategy が 2011 年に発表された。

この戦略において、目標設定もなされた資源生産性を含む指標セットを発表することが明確に示された。基本的な指標の枠組みは、2012年に公表され、パブリックコンサルテーションが2012年7～10月にかけて行われたところである⁷。

本項では、A resource-efficient Europe – Flagship initiative of the Europe 2020 Strategyに基づいて2012年に示された資源効率関連指標を中心に以下で整理していく。

3) 指標の目的

指標の目的は、資源効率の進捗を測ること、特に、天然資源の利用可能性や、資源の効率的利用状況、廃棄物の発生・リサイクル、そして環境や生態系へ環境影響を測る（EC, 2011a）ことである。指標には、自然資本、生産と消費の観点、成長と競争力、リスクと持続可能性閾値といった課題が反映される（EC, 2012a）。

また、指標の利用方法としては、主に以下の3つがあげられている（EC, 2012a）。

- 資源効率的・低炭素経済に向けた進捗を測定し、官民の意思決定者を導くこと。また、資源効率的欧州のロードマップの進捗を測ること。また、加盟国のベンチマークや比較作業を支援すること。
- 資源効率に関する目標設定が可能かどうかを、情報を得た状態での議論（Informed Discussion）を行うための準備をすること。
- 資源と経済の関係の重要性についてのコミュニケーションを行うこと。

加えて、共通の合意された指標をEUでもつことが、政策的取り組みや目標設定に有効であるとしている⁸。

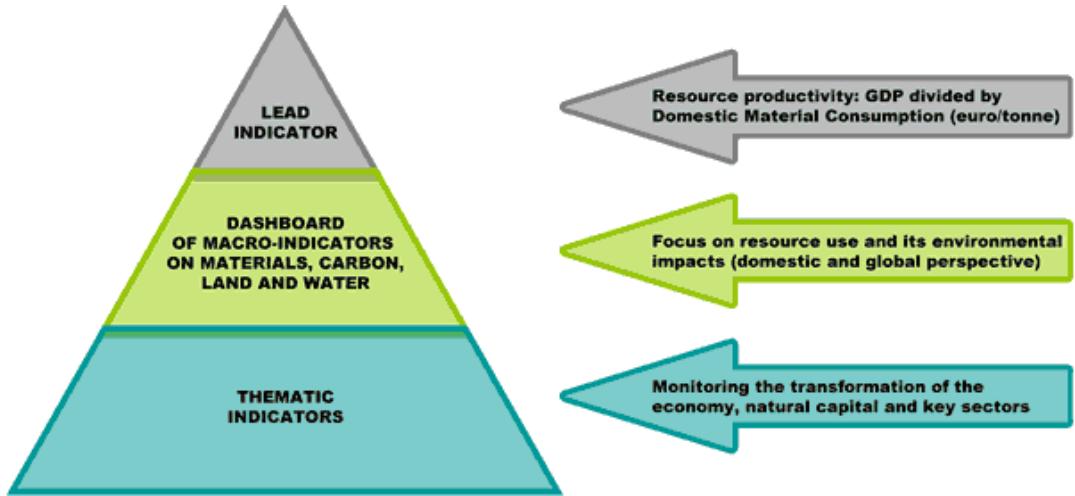
4) 指標の内容

i) 指標の構造

3層からなる指標構造が明確に規定されている（図2.10）。

⁷ Online Resource Efficiency Platform (OREP), last accessed at 2012.01.24:
http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/index_en.htm

⁸ Online Resource Efficiency Platform (OREP), last accessed at 2012.01.24:
http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/index_en.htm



出典：OREP⁹

図 2.10 EU の資源効率関連指標群の構造

第1層目の主要指標(Lead Indicator)を資源生産性GDP／DMC(Domestic Material Consumption:国内物質消費)としている。ただし、DMCは、物質資源のみを対象をしている。対象とする物質群は、化石燃料、鉱石、金属、バイオマス（木材、食物など）であり、水や土地などロードマップで対象とされている資源全体は網羅されていない（EC, 2012a）。また、環境の相互依存関係についても表現しないという課題があることから、その他の指標（第2層、第3層）も含むダッシュボード型の指標として全体を構成している（EC, 2011b）。

第2、3層において考慮する指標の範囲は、水、土地、物質、炭素（以上、第2層を中心）、環境影響、自然資本、生態系、EU消費によるEU外地域への影響等、資源効率的欧州のロードマップで示された取組分野に関連する指標である。

ii) 各領域と個別統計

〔指標の選定基準〕

指標の選定にあたっては、RACER手法がとられている（EC, 2012a）

- Relevance – i.e. closely linked to the objectives to be reached
- Acceptability – e.g. by staff and stakeholders
- Credibility for non-experts, unambiguous and easy to interpret
- Easiness to compute: based on available data or data collection possible at low cost
- Robustness – They should not be susceptible to manipulation

この他、タイムライン、政策決定への適合性、統一性、範囲も考慮して設定される。「統一性」については、境界設定、勘定原則および統計システムやSEEAなどの環境経済統合勘定との強い関連付けが想定されている。また、「範囲」とは、多くの加盟国において利用可能な指標であるということを想

⁹ Online Resource Efficiency Platform (OREP), last accessed at 2012.01.24 : http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/index_en.htm

定している。

a) 第1層主要指標：資源生産性

[主要指標：DMCを用いた資源生産性]

GDP/DMC (Euro/Ton) という資源生産性指標を主要指標とした。物質フロー勘定から算出した DMC を用いた資源生産性指標が、資源効率的欧洲の文脈において現状で最も適した指標だととの判断からである。これについては、①データの利用可能性が高い (IGES, 2012)、②国際比較性が高い、③方法論がかなり確立されている、④国家勘定とも関連付けやすいという点が利点としてあげられている (EC, 2012a)。

しかし、GDP/DMC は、国家の生産という面が強く、国境外で生じている環境影響を反映しておらず、DMC は重量を評価する指標であるため、資源枯渇性や経済価値、資源利用による環境影響といった資源使用の全体像を評価できていないという課題があげられている。(EC, 2012a)。

なお、物質フロー勘定に基づいた資源消費に係わる指標では、総物質消費 (Total Material Consumption: TMC) や一次資源等価換算消費量 (Raw Material Consumption: RMC) の検討も Eurostat で進められている (EC, 2012b)。

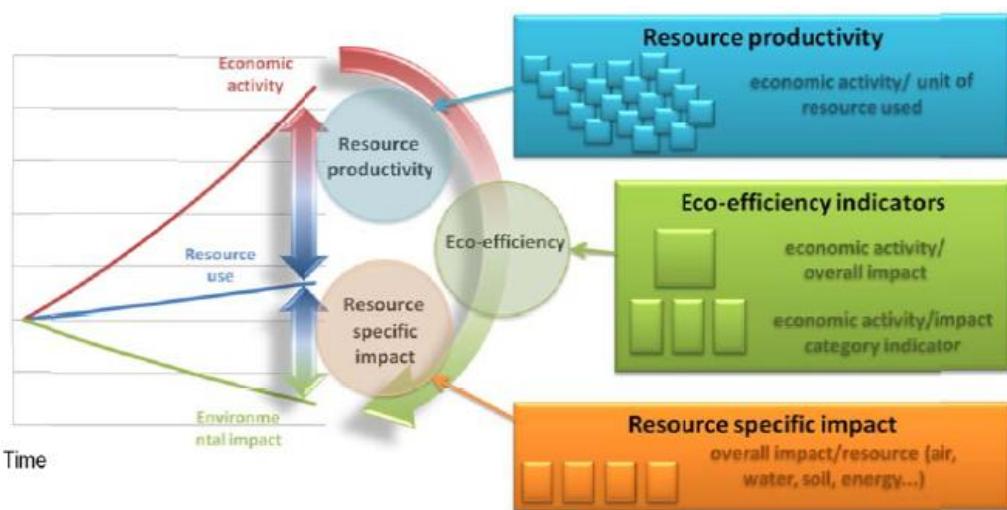
[自然資本と資源利用による環境影響に関する新たな主要指標の開発]

上記の資源生産性指標の課題を踏まえて、自然資本と資源の利用による環境影響に関する主要指標も検討しようとしている (EC, 2011c)。この指標の開発は、EC の研究機関である JRCを中心として進められ、Life Cycle Thinkingに基づき資源利用と環境影響などを関連付けた資源効率指標を開発、2012 年その指標の枠組みや方法論に関する報告書が発表された (EC, 2012b)。なお、この開発は、2005 年の Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources に基づき開始され、後継政策の、A resource-efficient Europe – Flagship initiative of the Europe 2020 Strategy に引き継がれたこととなる。

JRCにおいて検討してきた自然資本と資源利用による環境影響に関する指標 (Eco-Efficiency 指標) は、「明確な」消費と関連の資源消費による環境影響と GDP のデカップリングの程度を示すもの (Eco-efficiency 指標 = GDP 等の経済パフォーマンス (Euro) / Overall Impact) である。資源生産性指標 (Resource Productivity Indicator) と資源の使用による負の環境影響のデカップリングの程度を測る資源別影響指標 (Resource Specific Impact Indicator) によって補完される構造となっている (図 2.11) (EC, 2012b)。

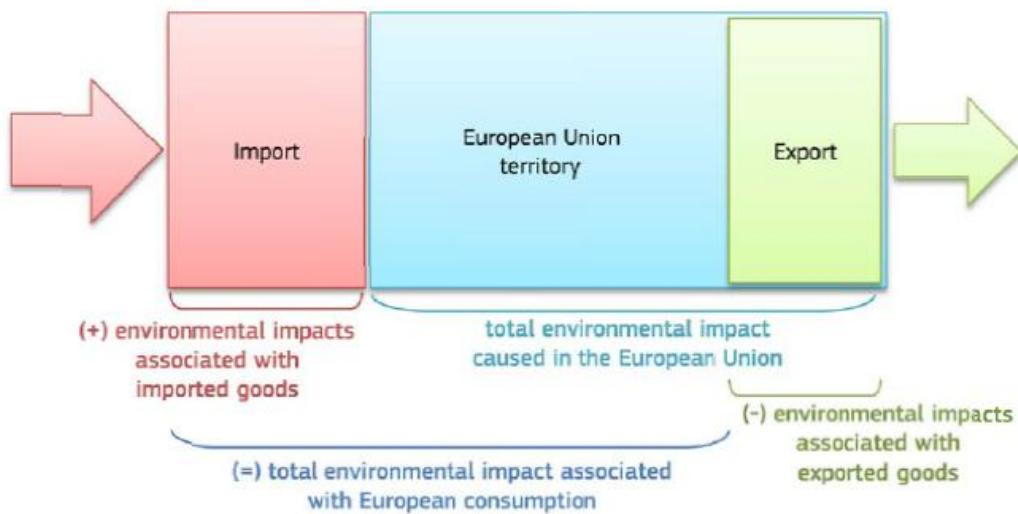
対象範囲は、EU 地域内での消費にともなう環境影響である。そのため、輸入品 (および輸入品の生産) に関する環境影響は対象となり、輸出品に関する環境影響は対象外となる (図 2.12) (EC, 2012b)。

また、分母にあたる overall performance を算出するためには、原材料の採掘量や土地利用変化、sink としての環境への物質排出および再生可能エネルギー生産量などの一次データをまず収集する。次に、それら各種一次データに様々な影響カテゴリーによって定めた重みづけスキームを用いて (図 2.13)、環境影響に関する統合指標を算出する。



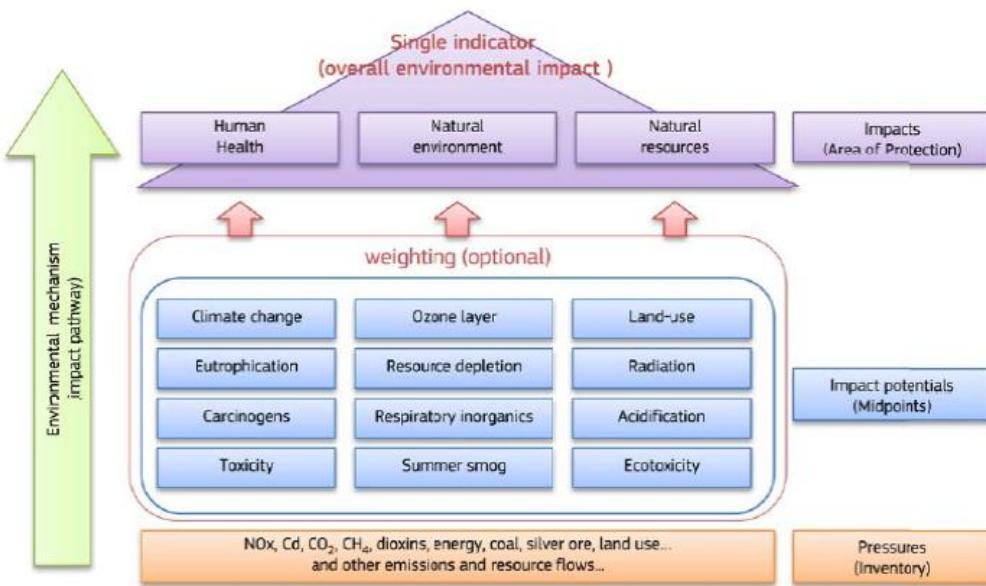
出典：EC, 2012b

図 2.11 Eco-Efficiency - 資源生産性 - 資源別影響各指標関係



出典：EC, 2012b

図 2.12 Eco-Efficiency 指標対象範囲



出典：EC, 2012b

図 2.13 Eco-Efficiency 指標のための環境影響算出に用いる重みづけスキーム概念図

b) 第2層：ダッシュボード：資源と環境影響

物質・水・土地・炭素のマクロレベルの消費と生産指標をダッシュボード型指標として、主要指標の補完として取り上げている。ただし、物質資源については、第1層にある DMC が指標となる。このダッシュボード指標群は、主要指標とともに、主要資源の明確なストックとフローを表現しており、容易に理解・測定・情報交換を測ることができることが想定されている（EC, 2012a）。

また、将来的には、これらのダッシュボード指標を①資源使用、②環境影響、③国内使用、④海外資源需要の4つの観点を網羅する形で指標群を構成したいと考えている（EC, 2012a）。

		Resource use-oriented		Environmental impact-oriented	
		<i>Domestic resource use (resources directly used for domestic production and consumption)</i>	<i>Global resource demand (domestic resource use plus resource use embodied in trade)</i>	<i>Environmental impacts related to domestic resource use</i>	<i>Environmental impacts related to global resource demand</i>
Material use	Domestic material use	Global material demand	<i>Territorial part of Life-Cycle Resource Indicator (of Environmentally-weighted Material Consumption)*</i>	Life-Cycle Resource Indicator (Environmentally-weighted Material Consumption)*	
	Domestic Material Consumption	Raw Material Consumption	<i>Territorial GHG Emissions</i>	Global GHG emissions Carbon Footprint	
Energy use and climate	Domestic energy use	Global energy demand	Domestic GHG emissions	Global GHG emissions Carbon Footprint	
	Gross Inland Energy Consumption	Energy Footprint	<i>Territorial GHG Emissions</i>		
Water use	Domestic water use	Global water demand	Domestic water exploit.	Global water exploit. Global Water Consumption Index	
	Water consumption (Water abstraction)*	Water Footprint	<i>Water Exploitation Index</i>		
Land use	Domestic land use	Global land demand	Domestic LU intensity	Global LU intensity <i>eHANPP, LEAC and other indicators on ecosystem quality</i>	
	Domestic Land Demand	Actual Land Demand (Land Footprint)	<i>Human Appropriation of Net Primary Production</i>		

Note: * ... short-term proxy indicator for the medium-term desired indicator

出典：BIO intelligent Service et al., 2012

図 2.14 資源効率的欧州における資源効率指標群：マクロ資源消費指標の将来的枠組み¹⁰

c) 第3層：政策効果測定のためのテーマ別指標

ロードマップにおいて提案された取り組みやマイルストーンの実績評価を行うための指標である。テーマごとに、関連指標をできる限り一つに限定するようなアプローチがとられた（EC, 2012a）。以上をまとめて、表 2.17 にあるように各層・各分野の指標がされている。これは、EC 内で現状データが利用可能なものであることを条件に設定されたものである。そのため、いくつかの分野が指標によって表現されていない。また、今後指標の継続的な改善についても、計画されている（EC, 2012a）。

¹⁰ 図 2.14 にある Life Cycle Resource Indicator は、上記の Eco-efficiency 指標と同義であると考えられる（BIO intelligent Service et al., 2012）。

表 2.17 資源効率的欧州における資源効率指標群：現状提示されている指標

テーマおよび指標		データ	参照年	
第1層：主要指標				
資源	資源生産性 (GDP/DMC)	Eurostat	2009	
第2層：ダッシュボード指標				
土地	人工土地・建設地域	Eurostat	2009	
水	水採掘インデックス	EEA	2007	
炭素	温室効果ガス排出量	EEA	2010	
第3層：テーマ別指標				
経済の転換	消費パターンの変更	なし		
	効率的生産の促進			
	廃棄物の資源への転換	全廃棄物発生量 都市廃棄物 都市廃棄物リサイクル率 都市廃棄物リサイクル率	Eurostat Eurostat Eurostat Eurostat	2008 2010 2010 2010
	研究革新支援	エコ革新インデックス	Eco-innovation Observatory	2011
	適正価格化	環境税	Eurostat	2009
	生態系サービス	なし		
	生物多様性 鉱石と金属 水			
自然資本と生態系サービス	清浄な大気保全	浮遊粒子状物質濃度 浮遊粒子状物質濃度が基準値を超える地域のEU人口	EEA EEA	2009 2009
	土地と土壤	水による土壤侵食 総栄養バランス (窒素とリン)	JRC Eurostat	2012 2008
	海洋資源	生物学的安全限界を超えた漁獲	ICES	2010
キーセクター	食物への取組	肉・酪農製品の一人当たり消費 (年)	Netherlands Environmental Assessment Agency	2007
	建造物の向上	平米あたりの暖房エネルギー消費	EEA、ODYSSEE MURE	2009
	効率的モビリティーの確保	Average CO ₂ emissions / km for 新規乗用車の kmあたりの CO ₂ 平均排出量	EEA	2010
		交通から有害物質排出量	EEA	2010
ガバナンスとモニタリング	資源効率的な革新と投資への投資	なし		

出典：EC (2012a) をもとに著者追記

iii) データ収集／方法論（資源生産性指標を中心に）

主要指標となっている資源生産性は、MFA の方法論に基づいて算出されるものである。しかし、使

用されているデータや方法論については、開発に携わった研究者からは、その他の勘定手法とのシステム境界、物量換算するための係数、または、不完全な廃棄物・リサイクルなどの物質循環関連のデータなどが主な課題としてあげられている (Fisher-Kowalski et al, 2011)。また、RMC や TMC などライフサイクル評価 (Life Cycle Assessment: LCA) や貿易が関係する指標については、依然開発途中段階である (Fisher-Kowalski et al, 2011; BIO intelligent Service et al., 2012)。

一方、現在新しく国連で改訂された SEEA で、MFA に基づいたデータの報告が必要であること (UN, 2012) から、SEEA が国際的に実施された際には、資源生産性関連データの利用可能性や国際比較性の向上が期待される。

なお、物質フロー指標以外にも、第 2 層、3 層にて様々な指標が設定されているが、現状利用可能なデータがないため設定がなされていない生態系のデータについては、SEEA の一部として実施されている EEA による土地・生態系勘定の開発によって補完される見込みである。

2.3.4.2. 資源効率関連指標（ドイツ）

1) 概要／背景

ドイツにおいて資源効率を測る指標として、2002 年より国家持続可能性戦略 (National Sustainability Strategy) において原材料資源生産性指標 (Raw material productivity Indicator (GDP/DMI of abiotic raw materials¹¹)) が採用されてきた (BMU, 2008; BMU, 2012 等)。この指標が 2012 年に発表されたドイツ資源効率プログラム (German Resource Efficiency Programme (ProgRess)) にて見直しがかけられた (BMU, 2012)。

2) 基本情報

i) 開発主体

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU)

ii) 開発年

上記 1) の概要／背景を参照のこと。

iii) 計測対象・期間

ProgRess では、鉱石、産業鉱物、建設鉱物、また、生物資源のうち物質利用（木材など）するものを対象としている。ただし、指標については、ドイツの場合、バイオマス（食糧や燃料として使われる生物系資源）は反映されない。

iv) 法制度との関連

ii) にも示したが、ドイツの資源効率関連指標は、2012 年に発表された ProgRess に適用されているものである。ProgRess は、2002 年に発表された国家持続可能性戦略を受けて 2010 年に発表された原材料戦略の後継政策といえる。関連の EU 政策は、ProgRess 上では、Thematic Strategy for the Sustainable Use of Natural Resources (EC, 2005) とされている (BMU, 2012)。ただし、上述の通

¹¹ 非生物物質（原材料、中間・最終製品）から農業・林業製品を除く (BMU, 2008)。

り、この政策はすでに「資源効率的な欧洲」に引き継がれている。

3) 指標の目的

資源利用の経過や原因の評価を確実にするため、また、資源効率に変化をもたらす開発のための要因を特定するため (BMU, 2012)。

4) 指標の内容

資源生産性を測る指標として、原材料資源生産性指標 (Raw Material Productivity Indicator (= GDP/DMI of abiotic raw materials)) がある。それに加えて、補完指標として、分母を一次資源等価換算した場合 (DMI_{RME} (一次資源等価換算物質投入量)、 DMC_{RME} (一次資源等価換算国内物質消費)) の資源生産性も評価していく。

i) $RMI=DMI_{RME}$ (一次資源等価換算物質投入量)

従来の DMI では、輸入製品については、輸入製品の重量のみ考慮される。資源強度が高い産業の海外移転の影響や、輸出国での当該製品を製造するために投入された資源消費も考慮するため DMI_{RME} を測ることとした (BMU, 2012)。

ii) $RMC=DMC_{RME}$ (一次資源等価換算国内物質消費)

一方、 DMI_{RME} (一次資源等価換算物質投入量) では、資源消費の二重計測になるため国際的な統合 (足し合わせ) が不可能となる。資源消費の重複計測をさけ、国際生産パターンおよびドイツの輸出加工型経済も考慮して、 DMC_{RME} (一次資源等価換算国内物質消費) も計測することとした (BMU, 2012)。

なお、国際比較性を担保するために EU の方法にならい、ProgRess の対象外の食物などの生物系資源も含めて計測される。

これら 2 つに加えて、さらに TMC も計測する。

iii) TMC

地層への影響や生息環境、土地利用変化、水バランスなど採掘時の環境影響も考慮するため、鉱石採掘の際にでた採掘がれきなどの使用されない採掘量を考慮した総資源消費を採用することとした (BMU, 2012)。なお、消費であるため、ドイツ国内の消費による影響を見ていることとなる。

iv) データ収集／方法論

OECD と Eurostat において確立された EW-MFA の方法論が用いられている。

各種国際機関の取組との比較可能性を確保するため、公的統計にも (国際的に) 調和したデータ構造が必要であるとしている。そのため、国家経済勘定と十分に関連付けられた環境経済勘定が重要であるとしている (BMU, 2012)。

また、ProgRess では、閉鎖性サイクル管理 (Closed-cycle Management) を一つの重点分野としている。一時資源と二次資源 (循環資源) の望ましいバランスについて分析することを狙っている。これに関連して循環資源に関する指標についても開発検討中である。具体的には、産業別の循環資源の

カスケード利用に関する指標、リサイクルの効率（途上国でのリサイクルシステムとの比較も含む）、一次資源の採掘による環境影響との比較、全物質投入中の循環資源の割合などに関する指標開発を検討中である（BMU, 2012）。

2.3.4.3. 資源効率関連指標（オーストリア）

1) 概要／背景

Austrian Resource-Efficiency Action Plan (REAP) .

2) 基本情報

i) 開発主体

Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management

ii) 開発年

資源効率を測る資源生産性指標は、オーストリアの持続可能性戦略において 2002 年より採用され、目標設定も開始されている。同戦略をうけて、2012 年に発表された REAP において、指標や目標の見直しが行われた。

iii) 計測対象・期間

1 年ごとに指標を計測していく。REAP の対象としている資源は図 2.15 の通りであり、指標についても、それらの資源が対象として計測される。

iv) 法制度との関連

REAP は 2012 年 1 月にオーストリアの農業・森林・環境・水管理省によって REAP が採択、発表された。また、REAP は、EU 内で初めて、EU の資源効率的な欧州の政策をうけて開発された国家レベルの資源効率戦略という位置づけである。

3) 指標の目的

指標やその目標設定に当たっては、以下のような政策の目標や目的が反映されている。REAP の政策目的は、資源消費を減らし、資源効率によって環境・経済・社会に関する多くの革新的な機会を作りだすことである。そのため、国際的に国内的に資源消費および環境影響を削減し、経済の競争力を高め、社会公正を確保するとしている。

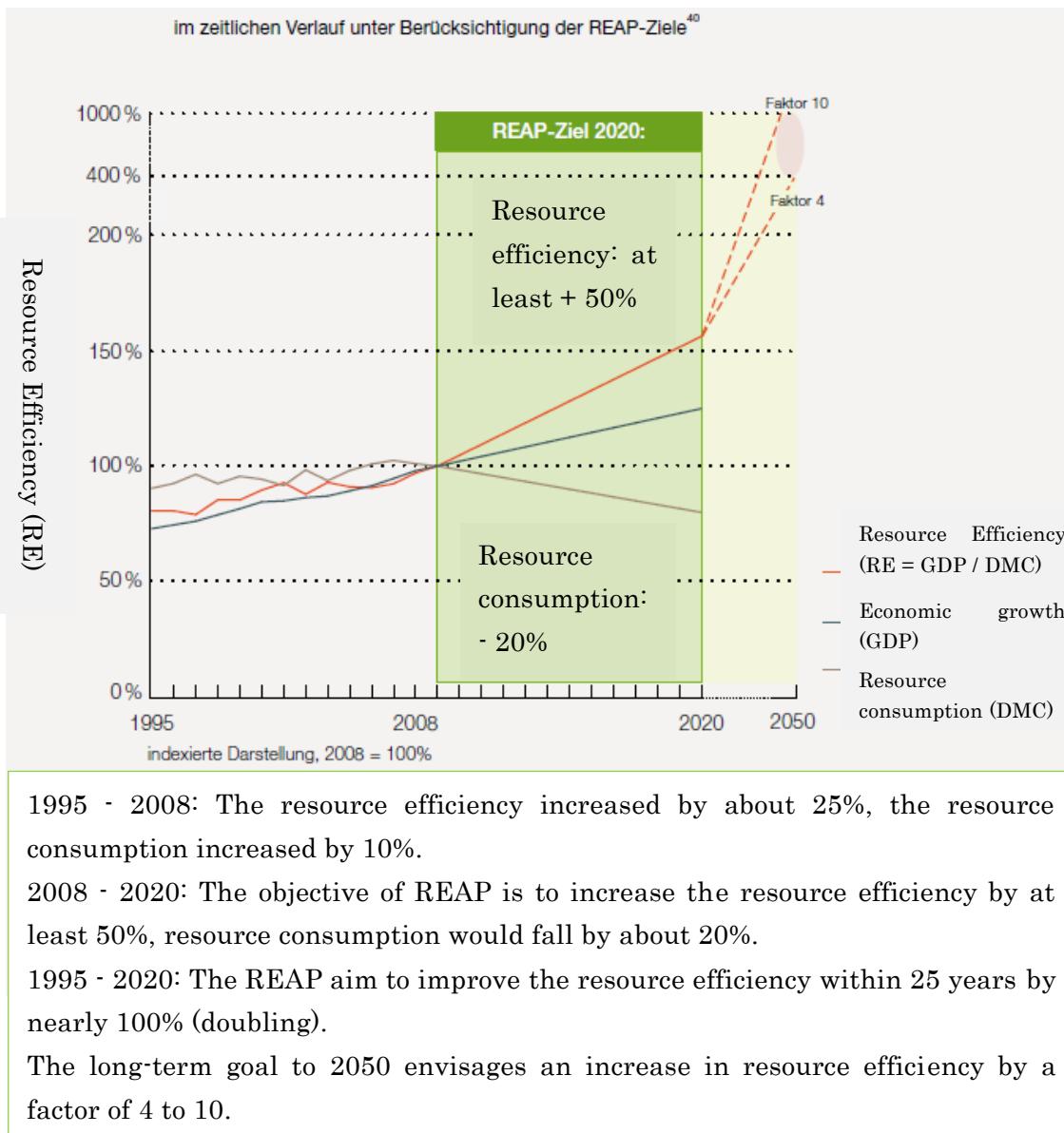
以上を踏まえ、以下のようないくつかの目的を持っている。

- 持続可能な資源供給を確保すること
- ビジネスや産業への革新的・資源効率的な技術・製品・サービスの設計に関する支援を行って、新しい市場の開拓や輸出機会を開拓する
- 労働市場でのグリーン雇用創出促進

さらに、資源効率の向上による資源消費の絶対量の増加（リバウンド効果）を避けるため量的成長から質的成長の転換へのアプローチが開始されている。

4) 指標の内容

資源生産性(GDP／DMC)、および DMC を中心的な指標として、中長期目標を掲げている(図 2.15)。



出典:Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, 2012

図 2.15 オーストリア資源効率関連指標および目標設定

- 中期目標としては、2020 年までに、資源効率（資源生産性=GDP／DMC）を少なくとも（2008 年を基準として）50 パーセント改善する（DMC を 20 パーセント削減することが必要）

- ・ 長期目標としては、2050 年までに絶対的デカッピングを実現し、資源効率をファクター4~10 のレベルで改善する

方法論は、その他欧州各国と同じ OECD／Eurostat の EW-MFA を用いている。データや方法論に関する主な課題として、国際的な資源効率指標の定義の問題、欧州各国でも統一しきれていない指標の定義（データ分類）の問題、輸出国であるという特徴を踏まえた途上国への影響の測定（総物質関与総量（Total Material Requirement: TMR）の検討）、データの不完全性などがあげられている。

2.3.5. 環境経済勘定

2.3.5.1 環境・経済統合勘定（SEEA）

1) 背景

1992 年に地球サミットで採択されたアジェンダ 21においては、意思決定における環境と開発の統合された環境・経済勘定体系の確立が謳われた。これを踏まえ、国連は 1993 年の国民経済計算の改訂に際し、そのサテライト勘定として SEEA を導入した。SEEA は、その後、2003 年に大規模な改訂が行われたが、さらに 2007 年の第 38 回国連統計委員会において、UNCEEA に SEEA 改訂検討の要請がなされたことを受け、同年より 2 度目の改訂作業が開始された。

今次改訂作業は、①中核枠組み（SEEA-CF）、②実験的生態系勘定（Experimental Ecosystem Accounts）、③拡張と応用（Extensions and Applications）の 3 つの部分に分けて検討が行われている。このうち、SEEA-CF については、2012 年 2 月に開催された第 43 回国連統計委員会において、環境経済勘定に関する初の国際基準として採択された。

並行して実験的生態系勘定及び拡張と応用についても議論が継続され、2013 年 2 月の第 44 回国連統計委員会において報告がなされる見込みである（実験的生態系勘定については後述）。

2) SEEA-CF の基本的な構造

SEEA-CF は、大きく分けて、i) 経済内及び経済と環境の間における物質とエネルギーの物量フロー、ii) 環境資産のストックとその変化、iii) 環境に関連した経済活動及び取引の 3 つの領域を計測するものである。

具体的な勘定表としては、a) 自然投入、生産物、残余のフローを示す物量及び貨幣単位の供給使用表、b) 期首・期末における個々の環境資産の物量及び貨幣単位のストック及びその変化を示す資産勘定、c) 資源枯渇を調整した経済的集計値に焦点を当てた一連の経済勘定、d) 環境目的で行われた経済活動の取引その他の情報を記録する機能勘定によって構成される。

3) SEEA-CF における自然資源の類型

SEEA-CF では、環境と経済の間の物的フローのうち、環境から経済への投入を「自然投入」、経済内のフローを「生産物フロー」、経済から環境へのフローを「残余」として、物量供給使用表に記述している。自然投入の類型は表 2.4 の通りである。

また、これらの自然投入を生み出すストックを、環境資産として位置付けている。先述のように、SEEA では、環境資産を 2 つの側面から考えている。第一の側面は、個々の環境の構成要素に着目し

たもので、SEEA-CF に記述される。具体的には、表 2.18 の分類がこれに該当する。このうち、木材資源と水産資源を含む全ての生物資源、鉱物・エネルギー資源、土壤資源、水資源を自然資源という（育成自然資源と土地は除かれる）。これらの環境資産は、水の浄化、炭素貯蔵、洪水緩和といった環境サービスからの便益など、環境資産の間接利用による非物質的便益には着目していない。また、土壤栄養分など、自然資源の中に体化されている個々の要素は含まれない。

第二の側面は、生態系に着目したもので、SEEA-CF ではなく実験的生態系勘定に記述されるこれについては、次節において詳述する。

表 2.18 SEEA-CF における環境資産の類型

鉱物・エネルギー資源	石油資源 天然ガス資源 石炭・ピート資源 非金属鉱物資源（石炭・ピート資源除く） 金属鉱物資源
土地	
土壤資源	
木材資源	育成木材資源 自然木材資源
水産資源	育成水産資源 自然水産資源
その他の生物資源（木材・水産資源除く）	
水資源	表流水 地下水 土壤水

2.3.5.2. EU 環境経済勘定

1) EU 環境会計戦略

ヨーロッパではこれまで、環境保全と管理費用の勘定、物的フロー勘定、および環境関連産業連関分析において成果を挙げており、1990 年代から各国でこれらの勘定が行われてきた。しかし、いずれもヨーロッパ全域で統一された取組として実施されてこなかったことが問題視され、2003 年に採択された EU 環境会計戦略では、これら 3 つの勘定および生態系勘定の統合を優先事項として位置づけ、Eurostat が中心となり取り組んできた。

2) ヨーロッパの環境経済勘定に関する EU 規制 691/2011

2011 年 7 月 6 日に採択されたこの規制は、2013 年からの EU 加盟国による環境勘定データの提供を義務付けた。大気排出勘定、業種ごとの環境税勘定、および物的フロー勘定の 3 つのモジュールを含む。この規制により、EU 加盟国から比較可能なデータ収集のための枠組みが設定され、また、今後開発が予測される新たなモジュールの導入に向けた基盤が示された。この規制は、国連や世界銀行などによる国際的な SEEA 開発プロセスに対する EU による対応の一部であり、Eurostat、EEA などの協力のもと実施されている。

2.3.5.3. オランダ環境勘定

1) 概要／背景

オランダは環境会計の実施において長い歴史を持ち、1991年にはすでに環境勘定を含む国民経済計算マトリックス（National Accounting Matrix including Environmental Accounts: NAMEA）を導入。現在は2003年版SEEAを適用した形で環境勘定を進めている（表2.19参照）。

2) 基本情報

i) 開発主体

国家会計局（National Accounts Department）が中心となり実施。環境統計、エネルギー統計などを扱う外部組織とも密に連携。

ii) 開発年

1) 概要／背景を参照

表2.19 オランダの環境勘定の歴史

年	活動
1991年	NAMEAを導入
1993年	初のパイロット版試算結果を発表
2002年	1997年に実施したパイロットプロジェクトをもとに、にオランダ環境会計を拡張、水資源勘定を含む国民経済計算マトリックス（National Accounting Matrix including Water Accounts: NAMWA）を追加
2009年	持続可能な開発に着目し、会計局以外に経済、環境、社会的開発に関わる研究機関との連携のもとSEEAへ拡張

iii) 計測対象・期間

毎年勘定

3) 指標の目的

環境データを国民所得勘定に結びつけ、環境指標と経済指標の一貫した比較を可能とする。主な利用者は、研究機関（オランダ環境影響評価局、オランダ水質研究所、エネルギー研究所、等）や政策担当者（環境省、経済担当省庁、産業担当省庁、技術開発担当省庁、水質管理担当省庁、等）、Eurostat等が含まれる。

4) 指標の内容

i) 指標の構造

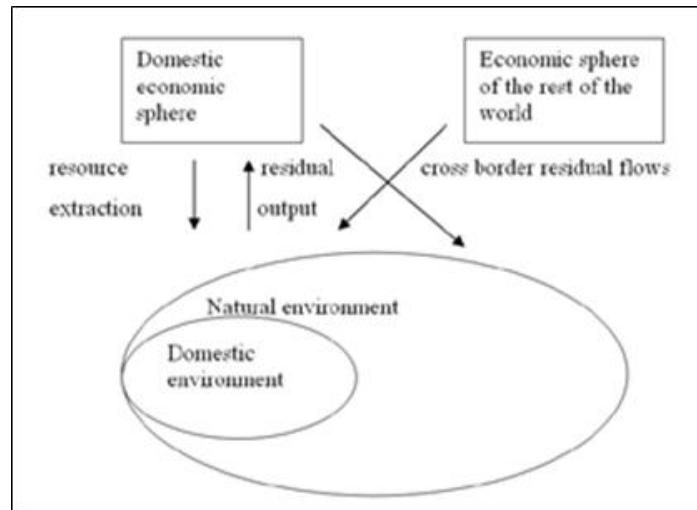
オランダ環境勘定はNAMEAマトリックス、大気排出の詳細勘定、NAMWA、エネルギー勘定、廃棄物勘定、石油及びガス勘定、及び環境税勘定の7つの核で構成されている。

NAMEAは、既存の国家勘定マトリックスに2つの拡張勘定を追加する形となっている。一方は、温室効果やオゾン層の損失などの環境問題テーマごとの勘定であり、もう一方は二酸化炭素や二酸化硫黄のような環境物質の排出量の物的勘定である。勘定の対象となる環境問題や環境物質はオランダ住宅国土計画環境省が選定したうえでオランダ議会が採択することとなっている。住宅国土計画環境

省は選定された各環境問題テーマに対し、環境物質の排出による影響を重みづけして1つの指標をデザインすることにより、それぞれの環境問題におけるサマリー指標を確立した。

NAMWAはNAMEAと同じ構成で特に水資源において拡張したものである。

2009年からはオランダ国家会計局がSEEAを導入するため環境勘定を拡張し、物的フロー勘定や環境産業勘定、環境補助金勘定、環境許認可、気候変動勘定およびマクロ経済分析等を追加した。



出典：De Haan, 2001

図 2.16 オランダ NAMEA の構造

ii) 各領域と個別統計

表 2.20 および図 2.17 参照。

表 2.20 NAMEA の対象

環境問題テーマの勘定	環境物質排出量の物的勘定
温室効果	二酸化炭素 (CO ₂)
オゾン層の損失	亜酸化窒素 (N ₂ O)
酸化	メタン (CH ₄)
富栄養化	フロン類 (CFCs) 及びハロン類
廃棄物	窒素酸化物 (NO _x)
排水	二酸化硫黄 (SO ₂)
化石燃料	アンモニア (NH ₃)
	リン (P)
	窒素 (N)

ACCOUNT (classification)	Goods and services (product-groups)	Consumption of households (purposes)	Production (industry)	Generation of income (value added categories)	Distribution of income and consumption (sectors)	Capital	Taxes (types)	Rest of the world, current	Rest of the world, capital	Substances	Environmental themes	TOTAL
Goods and services (product groups)	Consumption of households	Intermediate consumption		Consumption of government	Gross capital formation		Exports (fob)				Use at purchasers' prices	
Consumption of households				Consumption of households						Emission of pollutants by consumers		Consumption of households
Production	Output at basic prices									Emission of pollutants by producers		Output at basic prices
Generation of income (value added categories)		Net value added				VAT not handled over to the government	Compensation of employees from r.o.w.					Origin of generated income
Distribution of income and consumption			Net national generated income	Property income and current transfers		Taxes less subsidies	Property income and current transfers from r.o.w.					Current receipts
Capital		Consumption of fixed capital		Net national savings			Capital transfers from r.o.w.			Other domestic emission of pollutants and changes in natural resources		Capital receipts
Financial balance					National net lending (+) or net borrowing (-)			Net lending from the rest of the world				
Taxes (types)	Taxes less subsidies on products		Other taxes less subsidies on production	Current taxes on income and wealth			Current taxes on income and wealth from r.o.w.					Tax payments (less subsidies)
Rest of the world, current	Imports (cf)		Compensation of employees to r.o.w.	Property income and current transfers to r.o.w.		Current taxes on income and wealth to r.o.w.		Surplus of the nation on current transactions	Cross border pollution from r.o.w.			Current payments to the rest of the world
Rest of the world, capital					Capital transfers to r.o.w.							Capital payments to the rest of the world
Substances		Absorption by producers					Cross border pollution to r.o.w.			Contribution to environmental themes		Destination Of substances
Environmental themes					Environmental indicators							Theme-equivalents
TOTAL	Supply at purchasers' prices	Consumption of households	Input at basic prices	Destination of generated income	Current expenditures	Capital expenditures	Tax receipts (less subsidies)	Current receipts from the rest of the world	Capital receipts from the rest of the world	Origin of substances	Theme-equivalents	

図 2.17 NAMEA マトリックス

iii) SEEA への拡張に伴う追加統計

- 物的フロー (Physical flows)
- 環境補助金
- 排出許認可
- EGSS
- 気候変動

2.3.6. 生態系勘定の国際動向

2.3.6.1. SEEA 実験的生態系勘定

1) 背景

先述のように、SEEA の今次改訂では、SEEA-CF と並行して、生態系に焦点を当てた実験的生態系勘定の検討が進められている。実験的生態系勘定は、2012年6月の第7回UNCEEA（リオデジヤネイロ）を経て、同年10月にはオタワで開催されたロンドングループ会合において草稿が検討され、現在、2013年2月の第44回国連統計委員会に向けた議論がなされているところである。以下は、統計委員会に提出された草稿に基づく検討状況である。

2) 実験的生態系勘定の基本的な構造

SEEA では、生態系は、生物コミュニティ（例：植物、動物、微生物）とその非生物的環境が環境の構造・過程・機能を提供する機能的単位として相互作用する動的複合体を含む地域として定義される。実験的生態系勘定は、生態系の構造や機能を生態系サービスとそれを供給する生態系資産の2つ

の概念から捉え（図 2.18 参照）、それぞれを生態系サービス勘定及び生態系資産勘定の 2 つの物量単位の勘定として構成している。さらに、試行的にではあるが、これらの貨幣評価についても方法論上の論点を提示している。

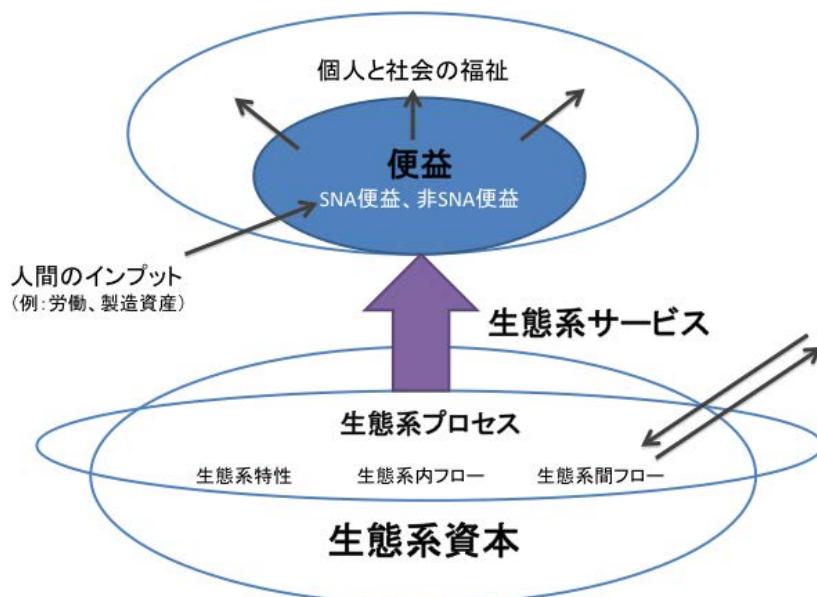
なお、他の会計と同様、実験的生態系勘定もストックとフローによって構成される。このうちストックは生態系資産によって表されるが、フローには、生態系サービスと生態系資産の変化の 2 つの意味があることに留意する必要がある。

i) 生態系サービス

生態系サービスは、生態系の機能によって供給され、人間によって受容される便益と定義される。したがって、生態系サービスは、社会及び人間に対する便益の創出に直接寄与する、生態系からの「最終アウトプット」だけを含む概念とされ、生態系内・生態系間のフローは生態系サービスには含めない（これらは生態系資産において考慮）。同じ理由から、一部最終アウトプットとして扱えるものを除き、基盤サービスは原則として生態系サービスに含めていない。

先述の通り、生態系サービスの具体的な類型は、SEEA の今次改訂と並行して検討が進む CICES に準拠している。また、SEEA-CF に含まれる鉱物や燃料資源、太陽光・風力・潮力など再生可能なエネルギー源の捕捉、光合成に使われる太陽エネルギー、環境によって提供される空間なども生態系サービスには含めていない。

生態系サービスがもたらす便益と国民経済計算（The System of National Accounts: SNA）の生産境界の関係については、SNA の生産過程に生態系サービスがインプットの一つとして使われる場合を「SNA 便益」、SNA の生産過程を経ずに生態系サービスが直接便益を与える場合を「非 SNA 便益」とし、さらに前者を SNA の分類に従って、天然生物資源（収穫時以外ほとんど経済主体の関与がないもの）と育成生物資源（経済主体の関与が大きいもの）に分けることで、SNA との整合性を図っている。



出典：United Nations, 2012b

図 2.18 生態系サービスのフローモデル

ii) 生態系資産

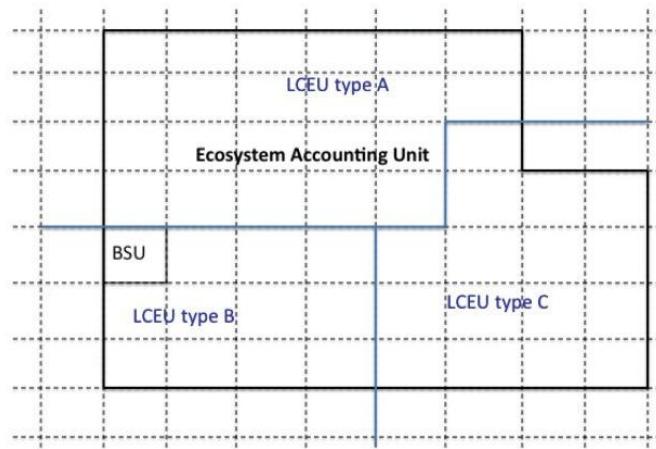
一方、生態系資産は「相互に機能し合う生物・無生物要素とその他の性質の組み合わせを含んだ空間エリア」と定義される。生態系資産の測定は、第一に、生態系の状態 (ecosystem condition) と生態系の規模 (ecosystem extent)、第二に、生態系サービスの期待フロー (expected ecosystem service flows) という 2 つの観点から行われる。

生態系の状態とは、生態系資産の全体的な質を表し、生態系の規模は、生態系資産の面積を表す。生態系サービスの期待フローは「所与の生態系サービス群についての、生態系資産からの将来の全生態系サービスフローの物量単位の集計的測度」である。

一般に、生態系資産が生態系サービスをもたらす能力 (capacity) は、生態系の状態と規模の関数であると考えられる。しかし、これら 2 つの観点には単純な関係は存在せず、むしろ非線形で経時に変化すると考えられる。したがって正確な測定のためには、多様な測度を用いることが求められる。

iii) 統計単位

計測・集計にあたっての統計単位としては、「生態系勘定単位 (Ecosystem Accounting Units: EAU)」、「基本空間単位 (Basic Spatial Units: BSU)」、「土地被覆／生態系機能単位 (Land Cover / Ecosystem functional Units: LCEU)」の 3 段階の単位を用いる。EAU は SEEA における生態系勘定のための報告単位で、通常は行政単位で固定される。BSU は計測の基本となる小規模な空間区域で、典型的には地図上をグリッドで仕切ることで設定される。一方、LCEU は、森林地帯や農耕地など、土地被覆などの特質を共有する複数の隣接する同質的な BSU によって構成される。図 2.19 の例に示されるように、LCEU は一つの EAU の中に複数存在したり、複数の EAU をまたがって広がることもある。



出典：United Nations, 2012b

図 2.19 3 つの種類の統計単位

2.3.6.2. EU 生態系勘定

- 1) 背景
- i) EU2020 年生物多様性戦略

EU 生物多様性戦略において、「加盟国は、欧州委員会の支持を得て、2014 年までに各国領土内で生態系の状態とそのサービスを評価・地図化し、さらに、2020 年までに EU および各国レベルでそれらサービスの経済価値の評価と会計・報告システムへの統合を行う」こととしている（目標 2・活動項目 5）。

ii) SEEA2012 に対する EU 対応

国連における SEEA 実験的生態系勘定の議論と並行しヨーロッパでは EEA によって 2010 年から生態系資本勘定の実施可能性調査が行われた。この調査結果と、EU の「Beyond GDP イニシアティブ」や TEEB などの経験に基づき、EEA は試験的生態系資本勘定の枠組みを提案している。

2) EU における生態系勘定の導入に向けた試み

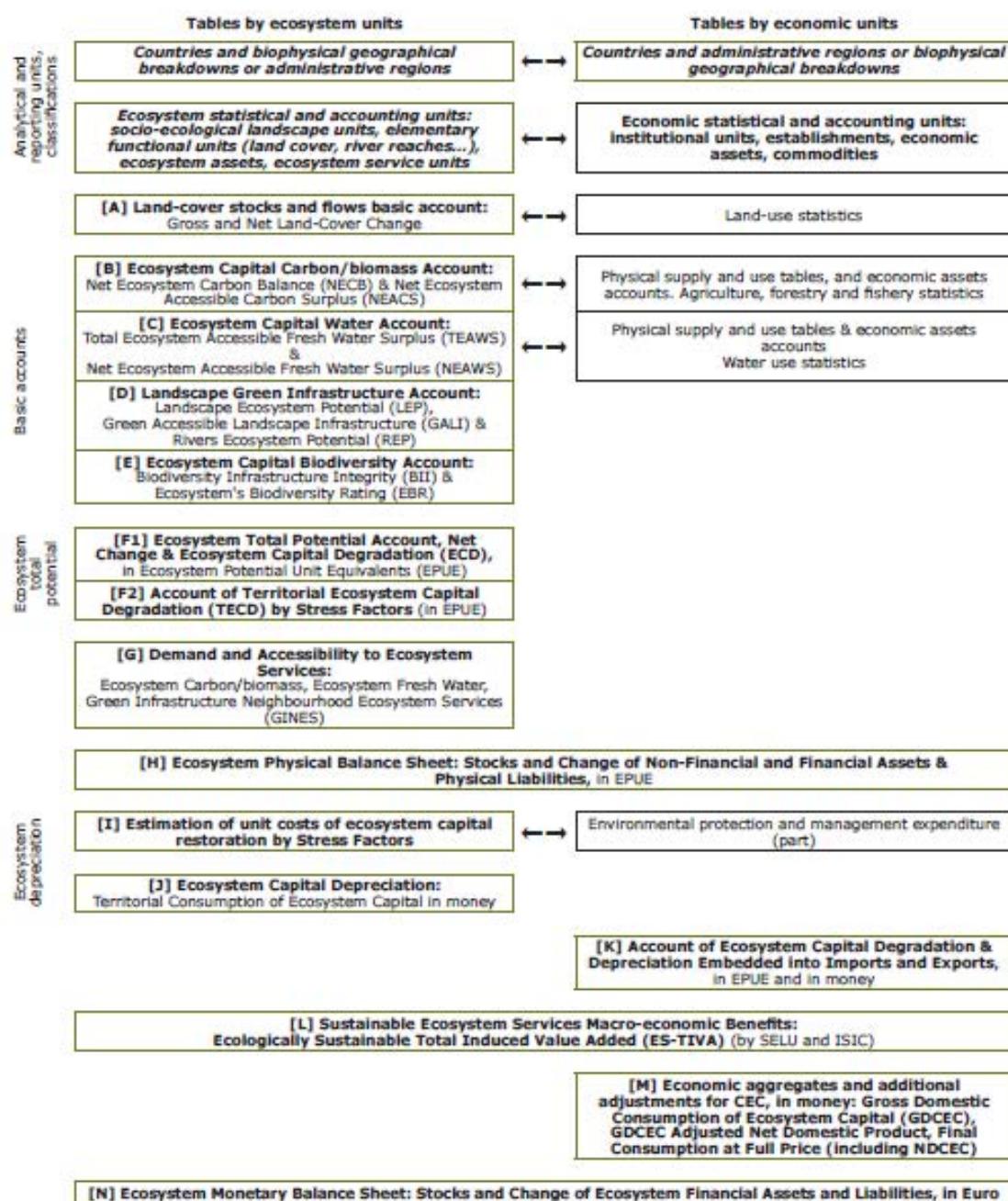
i) EU における簡易生態系勘定の迅速実施と生態系資本勘定枠組みの提案

2009 年末に EEA は、既存統計データを活用した「迅速実施」イニシアティブとして、簡易生態系資本勘定の試験的プロジェクトを発足した。同プロジェクトでは、生態系資本勘定の実施可能性を評価するとともに、さらに大枠の国家勘定に組み込めるような指標や統計を特定することを目的としており、プロジェクトの経験を踏まえて、総合的な生態系資本勘定の枠組みが提案された。

簡易生態系資本勘定の構築にあたっては、EEA による土地利用勘定や MFA／NAMEA 実施経験、Eurostat による環境費用勘定などが重要な基礎となっている。また、EU における「Beyond GDP」、資源効率、環境政策（自然保護および環境責務に関する EU 指令、水枠組み指令など）などの政策ニーズから、生態系勘定への強い支持が得られている。

簡易生態勘定は、主に 27 の EU 加盟国におけるトップダウン型勘定の実施を目指している。全ての生態系（湿地、森林、農地、海、大気など）に関して、2000 年～2010 年の年次勘定の実施を予定しており、既存のモニタリングデータ（土地被覆、植生指標、気象データ、生物多様性、環境報告など）および正式統計データ（農業生産や林業生産など）の有効利用を想定している。2012 年までに物理的勘定を実施し、続いて必要に応じ金銭的勘定を行う予定としている。ヨーロッパの物理的勘定のデータ基盤としては、Eionet や欧州宇宙機関、JRC との協力の元で実施した 1990 年から 2006 年の Corine 土地被覆インベントリが使用されている。また、EEA のデータベースも JRC や Eurostat の持つデータベースと共に、パイロット勘定を行うために重要な情報源として活用されている。

Figure 2.1 Simplified ecosystem capital accounting structure (SECA)



出典：EEA, 2011

図 2.20 簡易生態系資本勘定の構成要素

Simplified Ecosystem Capital Accounts - Fast Track Implementation Plan

	6 INDEXES		EEA	EEA & EUROSTAT	Eurostat
<i>Land accounts</i>	Land cover accounts		Vegetation profiles	Resource use	Sectors use
	Land cover accounts update	Landscape ecosystem potential (LEP) upgrade: mini-features & ecotones	External and internal LC change (from vegetation profiles)	<i>Land use flows sealing/ transport / population (with JRC)</i>	<i>Supply & Use of land, ecosystem services (with JRC)</i>
<i>Integrated carbon accounts (biological, fossil, emissions...)</i>	Biomass/bio-C accounts		Vegetation dynamic profiles (vegetation index analysis)	Provisioning services: crops (DGAgri Land Parcel Identification System), forestry, fisheries	Supply & Use Bio-Carbon, fossil C and GHGs emissions, NAMEA bio-C
	Net Primary Production balances + anomalies	Soil balances (soil carbon - agriculture and forest / water / erosion)			Expenditure C tradable Permits / Carbon Taxes
<i>Water accounts (quantity, quality, use)</i>	Water systems accounts			Water use and in situ use of water systems: fishing, damming, amenity	Water Supply & Use, NAMEA-Water
	Water balances + anomalies	Water systems quality / physico-chemistry / fragmentation	Water systems biological potential		Protection/ management expenditures: water
<i>Biodiversity index and accounts</i>	Biodiversity index	Biodiversity cross analysis		Biodiversity # Land use	Protection/ management expenditures: land & biodiversity
	From species status reporting to Art17 and Specialisation Index	Biodiversity # NPP/Biomass	Biodiversity # Landscape Ecosystem Potential		
<i>Interdependency index and accounts (artificial inputs, trade...)</i>				Agriculture inputs: subsidies /chemicals / energy / water / genes	Virtual flows Virtual flows embedded into internat'l trade Land/Carbon/Water
<i>Health indexes and accounts</i>		Soil resilience		Urban health	
		Soil intoxication/ biodiversity		Life expectancy / socio-economy / metabolism	

出典：EEA, 2010

図 2.21 簡易生態系勘定の迅速実施計画における EEA と Eurostat のデータ管轄

2.3.6.3. 英国生態系勘定

1) 概要／背景

英国環境勘定は国家勘定のサテライト勘定であり、大気放出物質、エネルギー消費、石油・ガス埋蔵量、一次材の売買、環境税及び環境保全支出のデータを産業、商業、家庭セクターごとに提供するものである。また、環境勘定は国家勘定の産業分類に似たものを採用しており、EU や国連が提唱する枠組みに沿っている。英国環境勘定は、国連の国家勘定 1993 年版の枠組みに沿った、2003 年版 SEEA に適合する形で統合されている。さらに、現在は経済パフォーマンスと社会の進歩の測定に関する委員会 (The Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress: CMEPSP) による 2009 年のスティグリツ報告書をきっかけに、自然資本勘定の実施に向けて取り組んでいる。スティグリツ報告書の提案を検討するため、2011 年に国家統計局 (Office for National Statistics: ONS) が国家幸福度評価プログラムの一環として国家会計拡張プロジェクトを開始。2012 年中に、2020 年までの生態系サービス等自然資本の勘定を含めた環境会計制度設立に関するロードマップを策定予定である。

2) 基本情報

i) 開発主体

プロジェクト管理は、国家幸福度評価プログラムの一環として ONS が担う。

ONS は、英国環境・食料・農村地域省 (Department for Environment, Food and Rural Affairs: Defra) の評議会と大臣に毎月定期報告を行う。

自然資本委員会が設立され、生態系勘定の導入プロセスを監督している（本委員会は大蔵大臣に対する説明義務を持つ）(Defra, 2012)。また、同委員会については以下のような役割があげられている。

- 自然資産の持続不可能な利用が、いつどこでどのように行われているか助言
- 自然資本の保全と再生に向けた活動を優先的に実施するための、経済分析に基づく政府への提言
- 研究協議会や学術研究コミュニティとの討議を踏まえた、将来の自然資本の保全や増加に向けた提言や意思決定の改善のための助言

ii) 開発年

1999 年から、ONS は国民会計年報に、解説付きの環境勘定の章を含めている。統計情報に関しては 2003 年から環境勘定報告書にて発表してきた。生態系サービス等自然資本の勘定を含めた環境勘定制度は 2020 年までの設立を目指している。

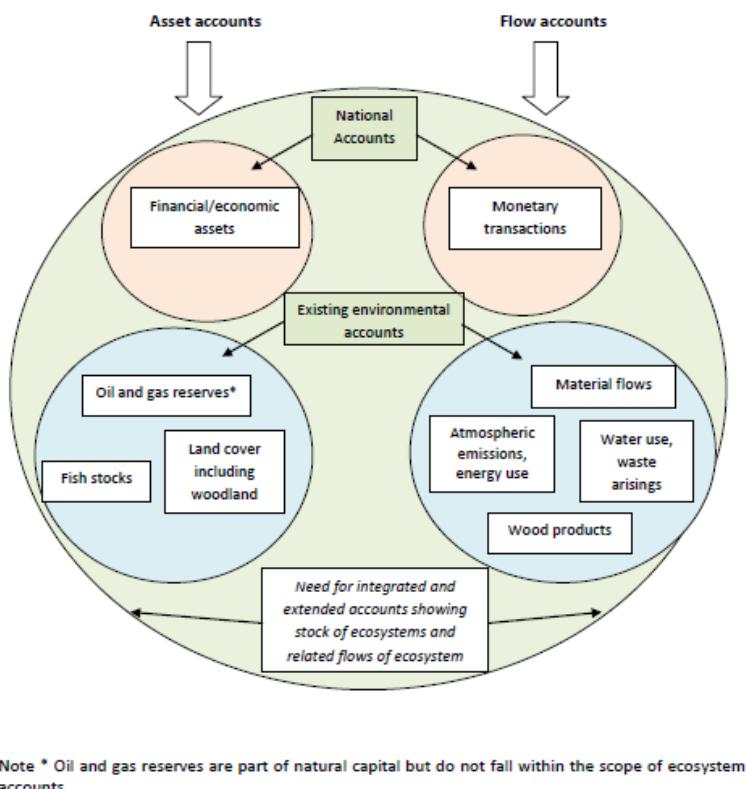
iii) 計測対象・期間

英国環境勘定は、国内統計データをもとに 2003 年から毎年 2 回公表されてきた。2010 年の利用者コンサルテーションをもとに、2011 年 6 月以降は年次発表となっている。

iv) 法制度との関連

2011 年 6 月に発表された英国自然環境白書により、「私たちは自然資本を政府会計の中心に位置づ

ける。英国統計局との協働のもと、英国環境勘定に自然資本を導入する（…中略）2012年には、2020までのさらなる改善のロードマップを発表する。私たちはいずれ、物理的ストックの価値評価から、そこから得られるサービスの価値評価へと移行する。これは、国家生態系評価の結果をもとにさらなる研究をもって実現してゆく。」（Defra, 2011）として、英国政府のコミットメントを示した。



出典：ONS, 2012

図 2.22 国家勘定、既存環境勘定と将来的な生態系勘定の関係

3) 指標の目的

自然資本勘定の導入によって環境勘定を改善することにより、英国政府は自然資本ストックと生態系サービスのフロー、および経済活動のつながりを示すことを目指している。これにより、環境データの管理改善、自然資本の管理改善、環境政策の焦点の明確化、環境破壊や資源枯渇を環境容量や限界を評価する枠組みの確立、実データに基づいたセクターまたは地域政策の発展、人々の幸福に関する理解の改善などが期待されている。

4) 指標の内容

i) 指標の構造

既存の環境勘定枠組みには、自然資源勘定（Natural Resources Accounting）、物理的フロー（Physical Flows）、金銭勘定（Monetary Accounting）が含まれている。自然資本の勘定は、森林に関するパイロット勘定をもとに、枠組みを検討してゆく予定である。

ii) 各領域と個別統計

既存の英国環境勘定は SEEA2003 の枠組みに沿って統合されており、下記の領域を含む。

a) 自然資源勘定

表 2.21 自然資源勘定

石油とガスの抽出量と埋蔵量	物理的及び金銭的測量データ
土地被覆	英国内の自然景観と生息域面積及びその状態に関するデータ
林業	英国内の林地面積、多様性、および木質製品の消費量データ
漁業	3つの海域における特定漁獲量とストックに関するデータ（2001年の漁業ストックデータが統合されたが、資金削減によりフォローアップは行われていない）

b) 物的フロー

表 2.22 物的フロー

化石燃料・エネルギー消費	業種ごとの化石燃料とエネルギー消費量の内訳
大気放出物質	業種ごとの温室効果ガスと酸性雨先駆物質排出量の内訳
マテリアル・フロー	英国内で消費される自然資源や生産物の総質量
廃棄物	放射性廃棄物も含めた、英国内で排出される廃棄物の推定総量
水	英国の事業者による地下水及び感潮部を除く表流水の消費量

c) 自然資産ベース

表 2.23 自然資産ベース

環境税	環境税からの政府収入
環境保全支出	英国政府及び事業者による環境保全支出の内訳

上記に加え、現在 ONS は、森林を対象に試験的な物理的・金銭的勘定を進めている。

- 森林の物理的資産勘定
- 供給サービスキャパシティの勘定
- 木材資源の金銭的勘定
- 森林の文化的および調整サービスの評価（非金銭的フロー勘定）
- 文化的・調整・その他サービスの金銭的勘定
- 供給・文化的・調整サービスに基づく森林の金銭的資産勘定

iii) データ収集／方法論

国家勘定や環境勘定の経験を生かし、ONS が主な統計データ総括者として試験的な統計や正式統計として扱えそうなものを収集・統合する。Defra は生態学の専門性を生かし、生態系勘定の主な利用者となる可能性が高いとともに、新たな研究やデータ収集の資金源となることが見込まれる。生態系勘定はトップダウンで実施され、自然資本の価値の概観を把握するためのものとなる。現時点では、妥当な期間で勘定することを前提に、大まかな推算作業を想定しており、今後数年かけて改善していく。また、すでに ONS が実施している他の価値評価とも関連付けることを目指している。

iv) 自然資本勘定の導入に向けたタイムライン

現状では、ロードマップのパブコメを終了し、林地におけるパイロットスタディを開始している。また、トップダウン統計収集のアプローチに関する議論や林地以外にも農地における試験的勘定の実施に関するディスカッションペーパーが発表されている。

表 2.24 自然資本勘定の導入に向けたタイムライン

2012年9月30日	2020 年までの生態系サービス等自然資本の勘定を含めた環境勘定制度設立に関するロードマップ策定に向けたパブコメ
2012年秋	森林の生態系勘定に関するパイロット調査の結果確認
2012年10月末	ステークホルダーアルワークショップ
2012年12月	ロードマップ策定・発表
2013年秋	森林の生態系勘定のデータ統合 森林の供給サービスに関する物理的及び金銭的勘定の統合と、生態系全体の勘定パイロットを実施する
2013年から2014年	2013 年の進捗はパブコメ結果や国際的基準の設定、及び森林の生態系勘定の結果などによる。総合的な生態系勘定の確立に向け、次の優先事項は土地利用や土地被覆に関する生態系勘定となることが予測される。
2014年初旬	進捗確認および利害関係者との検討
2014年から2015年	優先生態系（2～3種）の勘定結果を発表
2017年まで	追加の生態系勘定の実施と、過去の勘定におけるデータギャップの補足
2020年まで	生態系勘定の結果発表と補足

2.3.6.4. カナダ生態系勘定システム

1) 概要／背景

カナダでは、生態系の価値評価に関しては複数の事例があり（エイデシー保護候補地域の価値評価、ペンビナ研究所による寒帯林評価など¹²⁾、生態系価値評価研究インベントリなども提供している。2010年には、生態系の現状と傾向に関する報告書（Ecosystem Status and Trends Report）を発表し、生物多様性情報連邦パートナーシップも設立されている。生態系サービスのための地球観測イニシアティブや、陸域生態系モニタリングなどの取り組みも行われている。カナダ農務省では、農業環境指標やウェブ上のマップの提供・管理¹³、天然資源省では、生態系の価値評価に有用な多くの指標やマップの提供を行っている¹⁴。

しかし、生態系勘定の導入には達しておらず、カナダ統計局におけるウェブマッピングやデータ提供、生態系の財・サービスの標準分類や基準化、カナダ全土にわたる生態系の価値評価、経済統計と環境勘定の連結などが不足している。この現状を踏まえ、2011年5月からカナダ統計局は、生態系の財・サービスの測定（Measuring Ecosystem Goods and Services: MEGS）に向けた、3年間のパイロットプロジェクト（実施予算 225万米ドル）を進めている。

¹² http://www.borealcanada.ca/documents/BorealBook_CCNC_09_enFINAL.pdf

¹³ www.ecozones.ca

¹⁴ www.GeoBase.ca

2) 基本情報

i) 開発主体

主な開発主体はカナダ統計局であるが、カナダ環境省、農務農産食品省、水産海洋省、天然資源省、産業省、財務省、人材技能開発省を含むその他の部局も、プロジェクトの初期設計に関与しており、今後、データの主要なユーザーとなることが見込まれる。他のデータユーザーは、自治体や州政府など、地域の意思決定者を含む。例えば、評価データは、パフォーマンスレポート、環境アセスメントや土地利用計画におけるトレードオフの決定を促すために使用される可能性が高い。

ii) 開発年

現在開発途中

iii) 計測対象・期間

カナダ政府は生態系勘定の導入に向け、下記のデータ整備を目指している（Statistics Canada, 2011）。

- 土地被覆・水域生態系に関する空間データの構築
 - 複数時点の過去データと最新データ
 - 可能な限りの詳細データ（30～50m）
 - 陸上、淡水、沿岸、湿地、海洋生態系を含む
 - 標準に基づく生態系の分類
- 生態系の質や財・サービスの評価とのつながり
 - 大気質、水質、種の多様性、生態系の生産性、土地被覆、気候保全、受粉、水管理、などのデータ
 - 生態系サービスごとに分類するための標準作成
- 多様な生態系を対象に金銭的価値を割り当てるための方法論や基準の確立

iv) 法制度との関連

今後 2014 年までの実施期間において、MEGS プロジェクトのもと、カナダ統計局による下記の活動が想定される。

- 既存の地理情報インフラの調和・標準化
 - より詳細な空間データの確保（リモートセンシングを含む）
 - 土地被覆データと生態系の財・サービスを関連付ける
- 生物・物理的データの標準化と環境勘定への統合に向けたステークホルダーとの協力
 - 生態系の財・サービスの評価につながる計測手法の開発
 - 地域ごとの分析に向けた既存の空間データの統合
 - 新たな生物・物理的データの収集と普及に向けたパートナーとの協働
- 既存の生態系評価手法から、生態系の財・サービス評価手法開発への発展に向けたステークホルダ

一・国際社会との協力

これらの実現に向け、統計局は作業を主導する部局横断のワーキング・グループを形成し、政策の妥当性を確保するため、利害関係者と連携を進めてゆく。また、生態系の質に関する重要な生物・物理的データの取得と、外来種、受粉、気候制御などの特定の評価課題に焦点を当てたインベントリの作成、データ配信（ウェブマッピングサービス含む）の展開が期待されている。生態系の評価手法に関するパイロット研究の実施にもとづいた土地被覆と生態系の分類や、生態系の質の指標、生態系サービスの分類方法などの開発を目指すこととしている（Statistics Canada, 2011）。

現在、MEGS プロジェクトは発足から 1 年以上経過し、約 60 人のメンバーからなる技術ワーキング・グループを設立するとともに、州政府や大学にも参加を促すためアウトリーチを行っている。実行委員会（運営）および運営委員会（活動の優先順位の決定）も結成され、毎月定例会議を開催している。他にもチームの能力開発に向けワークショップ等を開催している。土地被覆データの標準分析手法の確立に向けて取り組んでおり、勘定手法を実証するために国内 4 つの湿地にてケーススタディを進めている（Statistics Canada, 2012）。

3) 指標の目的

MEGS プロジェクトは、生態系勘定の試験的実施を目指して設立された、生態系の財・サービスの評価を支える統計インフラを整備するカナダの部局横断的プロジェクトである。空間データのインフラ整備、生物・物理学的なデータへのアクセスの向上、生態系サービスの評価に関する研究の実施等を目的としている。そのためには、分野横断的な協力体制や政府の政策目標との互換性が必要となり、さらに新たな国際基準及び評価方法に沿っていることが原則となる。

MEGS プロジェクトを通じて、カナダ統計局やパートナー組織（カナダ環境省、カナダ農務・農産食品省、水産海洋省、天然資源省、講演管理局、政策ホライズンズ局）は空間データインフラの開発、生物物理学的データの統合、評価への一貫したアプローチの確立を含め、生態経済計算体系のための統計的インフラを構築している。

4) 指標の内容

i) 指標の構造

MEGS の生態系勘定には、生態系の標準分類（湿地、湖沼/河川、森林、放牧地など）ごとの生態系のストックと、生態系の財・サービスのフローに関する物理的・金銭的・定性的なデータの構築が想定されている。物理的ストックデータは、生態系の範囲や大きさの情報、および定性的評価も含まれ、もう一方で物理的、金銭的フローは生態系が提供する財とサービスの量と価値を測定することとなる。Costanza et al. (1997) による生態系サービスの世界年間平均価値の推算手法を参考に、MEGS プロジェクト計画では、グリッド構造の勘定を検討している。この表の構成要素としては、CICES 分類に従って、生態系、その管理策やヘクタール毎の生態系の財・サービスの価値等が含まれている（詳細情報未公開）。

2.3.6.5. オーストラリア環境勘定

1) 概要／背景

オーストラリアは現在、国際的報告基準として採択された SEEA2012 の中核枠組みに沿って水勘定とエネルギー勘定を作成している（Environmental Information Advisory Group, 2012）。2010 年からは、環境情報国家計画イニシアティブ（National Plan for Environmental Information: NPEI）の一環として、環境勘定の拡張が進められている。気象局が統計局や他部局との協働のもと、オーストラリア全土で環境勘定の活動を支援し、生態系勘定を含む総合的な環境勘定のフレームワークを開発している。中でも、オーストラリア統計局（Australian Bureau of Statistics: ABS）が統計データの統合に大きく貢献しており、気象局は、環境勘定の構成要素をテストして、今後、生態系の勘定手法を優先的に開発してゆく（Australian Bureau of Meteorology, 2013）。オーストラリア統計局（ABS）は、過去 15 年間で様々な環境勘定を実施してきており、ビクトリア州やクイーンズランド州政府機関、オーストラリア国立大学、クイーンズランド大学、流域管理当局、科学者、「憂慮する科学者のウェントワース・グループ」などが主体となって実施した試験的な環境勘定にも貢献してきている（ABS, 2011）。

2) 基本情報

i) 開発主体

気象局と統計局を中心に NPEI の環境情報アドバイザリ・グループも統合的環境勘定の開発を監督している。このアドバイザリ・グループは司法長官局、統計局、気象局、オーストラリア連邦科学産業研究機構（The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation: CSIRO）、農務・漁業・林業省、気候変動とエネルギー効率省、国防省、保健・高齢化担当省、国土交通省、イノベーション・産業・科学・研究・高等教育省、内閣、地方政府・アート・スポーツ担当省、資源エネルギー観光省、持続可能性・環境・水・人と社会省、オーストラリア地球科学研究所、マレー・ダーリング川流域庁、財務省など多様な利害関係者が所属している。

ii) 開発年

オーストラリアの生態系勘定を含む新たな環境勘定フレームワークの草案は、2012 年後半に公開され、勘定枠組みは 2013 年初頭に完成する予定である。

iii) 計測対象・期間

気象局は現在、貯水量や流れ、水利権や水の利用可能性に関する情報を提供し、毎年国家水勘定を発表している。統計局は、試験的にグレートバリアーリーフ地域において景観の変化を特定・計測する土地勘定を実施しており、今後拡大する予定である。現在はこのような個別要素の試験的勘定を進めており、生態系勘定全体の計測対象と実施期間に関しては、検討中である（Australian Bureau of Meteorology, 2013）。

iv) 法制度との関連

オーストラリア政府は、2010 年に策定された NPEI のもと、環境情報の質とカバレッジの向上に努

めている。NPEI イニシアティブは、意思決定を支援するために、質の高い情報へのアクセスの改善と、既存の環境情報のより良い収集、管理、利用を促進する。環境変化の勘定や、様々な意思決定による環境、経済や社会への影響を理解するために有用な基準や枠組みを開発する。気象局と持続可能性・環境・水・人と社会部によって実施されている。NPEI イニシアティブの最初のフェーズでは、2010 年から 2014 年まで、国家環境勘定の拡張に必要となる活動のスコーピングを行う (Australian Bureau of Meteorology, 2013)。

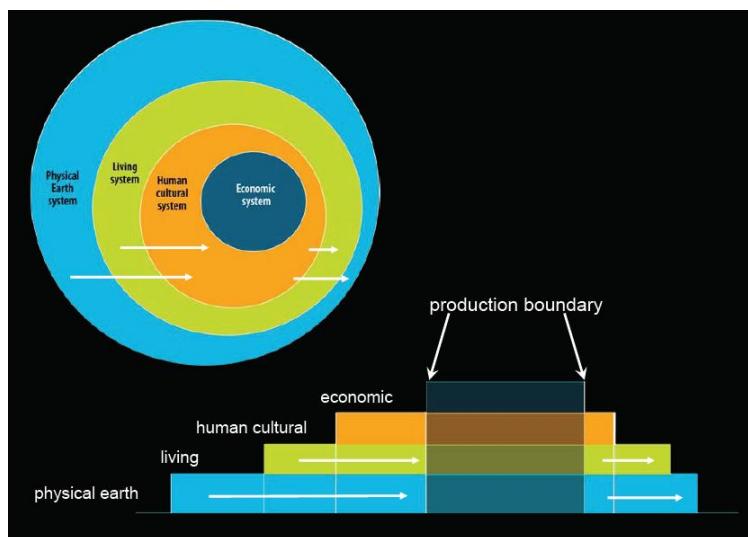
3) 指標の目的

国家の土地、空気、水資源など、環境の変化を監視、検出、予測する能力を向上させることを目的とした NPEI の一環として、生態系勘定の設計が検討されている。

4) 指標の内容

i) 指標の構造

既存の環境勘定は、土地、水の利用量・賦存量、エネルギー利用の動向及び温室効果ガス排出量、環境保護支出についてデータを統合している。現在新たに検討されている「共通視点モデル（ジョイント・パースペクティブ・モデル）」は、経済学、生態学や他分野にまたがるオーストラリアの環境勘定のための理論的基盤を確立するための構想であり、世界を①物理的システム、②生命システム、③人的・文化的システム、および④経済システムで構成されるものととらえている。このモデルは、システムアプローチに則り、環境勘定の既存のモデルとの明確なつながりを示すことができる。現在、環境勘定の構成要素ごとに試験的勘定を行い、生態系の勘定手法を優先的に開発している。オーストラリアの環境勘定フレームワークは 2013 年初頭に完成する予定であるが、生態系勘定の具体的な構成要素に関しては現在検討中であるため、詳細情報は未公開である。



出典 : Australian Bureau of Meteorology, 2012

図 2.23 ジョイント・パースペクティブ・モデルの指標構造

ii) 各領域と個別統計

- ①物理的システム：地球の物理的基盤。地形図などの空間データ。
- ②生命システム：地球の生物基盤。土地被覆や生息地、生態系などの空間データ。
- ③人的・文化的システム：社会を通じて蓄積された知識基盤。
- ④経済システム：財・サービスに基づく人間活動。概ね SNA に含まれる。

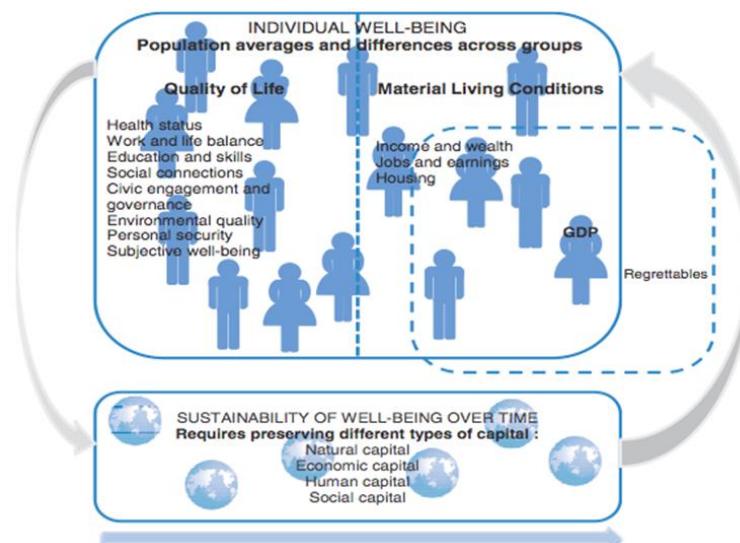
iii) データ収集／方法論

オーストラリア統計局は、環境勘定の開発と実施において、国内外の機関と密接に協力してきた。オーストラリア国内では、統計局、気象局や持続可能性・環境・水・人と社会省が共同で NPEI イニシアティブ、国家環境報告書の作成、環境勘定を実施している。NPEI は、環境勘定を信頼性の高い環境情報によって支えるため、特に重要な取り組みとなっている。また、国家レベルでは、統計局は資源エネルギー観光省と気候変動とエネルギー効率省と協力し、SEEA に基づくエネルギーと温室効果ガス排出の勘定に必要なデータ整理を行っている。州レベルでは、統計局はクイーンズランド州とビクトリア州政府と緊密に協力し、土地勘定の試験的な開発を行っている。

2.3.7. OECD—Better Life Initiative

OECD は、2007 年から開始した「社会進歩計測に関するグローバルプロジェクト」の一環として、国連等とともに幸福度指標の検討を進めてきたが、2011 年 5 月の OECD 創設 50 周年に合わせ、Better Life Initiative を立ち上げ、幸福度指標の概要となる報告書「How's Life? :Measuring Well-Being」を公表した OECD (2011d)。

報告書では、Stiglitz et al. (2009) における検討も踏まえ、その時々の個人の幸福をダッシュボード式で指標化するとともに、これらの幸福感を通時的に実現する基盤として、持続可能性の要件についても触れている（図 2.24）。



出典：OECD (2011d)

図 2.24 OECD : Better Life Initiative 報告書の枠組み

まず、個人の幸福は、所得や雇用、住居などの「物質的生活条件」(material living conditions) と、健康やワーク・ライフ・バランス、教育・スキルなどの「生活の質」(quality of life) の2つの領域によって規定されている。大気汚染などの環境面の状況が現在世代に及ぼす影響については、後者の領域の一部として指標化されている。一方、こうした個人の幸福を将来世代に継承していくためには、その基盤として、自然資本、経済資本、人的資本、社会関係資本などの各種の資本の維持が必要であるとして、これらを「幸福の通時的な持続可能性」の領域で論じている。ただし、当該領域の具体的な指標化作業については、今後の改訂に委ねられている。

環境面の質にかかる指標としては、上述の「生活の質」の領域に位置付けられるものとして、「大気の質」、「疾病における環境負荷」、「地元の環境に関する満足感」、「緑の空間へのアクセス」の各分野について、それぞれ、PM10 の含有率¹⁵、1,000 人あたりの障害調整生命年 (Disability-Adjusted Life Years: DILYs)¹⁶、空気の質及び水の質についての満足感、緑の空間へのアクセスといった統計を提示している。このうち、空気の質及び水の質についての満足感、緑の空間へのアクセスは、環境についての人々の主観的認識についても計測を行っている。

また、これらの指標は OECD の加盟国である先進国を主な対象としたものであることから、欄外ではあるが、「基本的な環境サービスへのアクセス」の分野として、途上国にとって深刻な課題である、安全な飲み水、充実した衛生施設、廃水処理へのアクセスについて世界各国の比較を行っている。

2.4. 結論

本章では、持続可能性・幸福度関連指標について、特に近年議論が活発化している OECD の GGI、BLI、UNEP グリーン経済指標、欧州委員会の「資源効率的な欧州」における資源生産性関連指標群、SEEA などの環境経済国民勘定、SEEA 実験的生態系勘定などの生態系勘定等の議論の動向を対象としたレビューを行った。レビューにあたり、グリーン経済等の定義とともに、指標体系のフレームワーク（指標の目的、定義、全体の構造や要素間の関係性）に着目して、その論点や各指標の関係性の整理を行うことを試みた。

これらの動向を総じて概観すると、リオ+20 を経て、グリーン経済の国際的認識が高まり、国際機関・各国での取り組みが始まっていることも確認された。各機関ともそれぞれのグリーン経済（または成長）の定義に沿って、政策の方向性を同定し、かつそれに沿った指標構造を確立している。

グリーン経済の大きな要素である資源効率や低炭素、自然資本の保全などを測る（フロー）指標を中心組み立てられたダッシュボード型指標セットとなっている。さらに、グリーン経済の目的となっている経済機会や雇用などの福利の向上などの進捗も図る指標も付加されるような形となっている。（参考資料を 2.5 として、第四次環境基本計画総合的環境指標と OECD グリーン成長指標、UNEP グリーン経済指標の比較表を添付する。）

地球温暖化や水・大気汚染等生活環境・公害分野に加えて、グリーン経済・成長においては、資源効率（生産性）や自然資本への影響、さらに、EGSS やグリーン雇用等が、それらに加えて重要視さ

¹⁵ 大気中に浮遊している粒子状物質のうち、粒径が $10 \mu m$ (0.01mm) 以下のもの。

¹⁶ 死が早まることで失われた生命年数と健康でない状態で生活することにより失われている生命年数を合わせた時間換算の指標。

れる分野として確立されてきている。これに関連し、資源効率に特化した戦略・指標政策評価、自然資本の価値評価・勘定体系の開発が活発化している。さらに、これらを評価するためのデータベースとして SEEA への国際的な期待と各種指標との整合性／互換性向上の必要性が高まっている。

このような国際動向の大きな流れを踏まえて、今後は、以下のような対応が必要ではないかと考えられる。

Box 2.3: WAVES イニシアティブ

世界銀行は、各国における自然資本勘定への移行を支援するため、国連機関、各國政府や NGO、学術研究機関やその他の機関を含む WAVES パートナーシップを 2010 年 10 月に生物多様性条約国会議にて発足した。

WAVES は DFID (英国)、日本、およびノルウェーが出資し、運営委員会によって監督されている。生態系勘定のための方法論開発は環境経済学、自然科学、国家勘定の専門家の集まりである政策・技術委員会によって導かれている。プログラムは 2 段階のフェーズで実施され、準備段階 (2011 年 1 月 2012 年 6 月まで) とそれに続く、4 年間の実施段階 (2012 年から 2015 年) から構成されている。



- 目的
 - 環境勘定を 6~10 カ国で確立し、国の政策分析や開発計画にこれらを組み込む。
 - 生態系勘定のための国際的に合意されたガイドラインを策定。
 - グローバル・パートナーシップを通じた環境勘定の普及
- 準備フェーズのハイライト：
 - TEEB や国連グリーン経済、OECD のグリーン成長、貧困環境イニシアティブ (UNDP/UNEP)、多くの学術研究パートナー、NGO や各國政府、民間セクターの努力の上に構築された、グローバル・パートナーシップの確立。
 - 生態系勘定の方法論を開発するための政策・技術専門委員会の設置。
 - 5 つの発展途上国における自然資本勘定の実装に向けた作業計画準備。
 - マルチドナー基金が設立され、実施段階 (2012 年~2015 年) の予算 15 百万ドルの確保に向け資金調達を継続中

WAVES 第 2 回パートナー会議が 2012 年 4 月に開催され、準備段階 (2011 年) の終了を示すとともに、実施期間 (2012 年~2015 年) が開始された。WAVES の活動成果を見直し、今後の各國の取り組みや作業計画、および生態系勘定の手法開発における進展が共有された。今後 4 年間で、WAVES イニシアティブは各國における計画実施や主要目標の達成に向けて活動支援を行う (<http://www.wavespartnership.org/waves/> より)。

1) 国際プロセスへの政府の積極的関与

これらの動向は議論が開始直後であるか、近年急激に活発化されたものが多い。国際比較可能性の向上等のために、各種政策プロセスへの日本政府、日本関係研究者の積極的関与が必要であると考え

られる¹⁷。

資源効率や自然資本に加えて、グリーン経済の重要な要素として同定されてきたグリーン雇用、EGSSについては、その定義や計測に関する議論が国際的にも開始されてきたばかりである。そのため、それらの動向を政府としても十分に把握し、かつ日本としての立場を発信することが有効ではないかと考えられる。低炭素や資源効率（資源生産性）関連の指標については、日本の取組はこれまで国際的に主導的な役割を果たしてきている一方、EGSSについては、Eurostatによる取組が目立つ。「The Environmental goods and services sector – A data collection handbook」の発表やOECDのグリーン成長指標におけるEurostatのEGSS定義の参考などである。一方で、グリーン雇用については、ILOが他の国際機関とともに、その定義策定のための活動を開始している¹⁸。

さらに、統計データの基盤としてSEEA等の国際基準との整合性／互換性の向上が強調されているケースが多く、これについても国内での積極的な対話や統計の整合性の向上、国外での情報交換が重要ではないかと考えられる。

2) 指標のさらなる構造化：主要指標の設定、指標のヒエラルキー化

また、それぞれの指標の取組には、各々の政策の目的と整合する明確な構造が組み立てられている場合多い。各種指標の枠組みを反映させるとすると、例えば、図2.25に示したような国民にとってわかりやすい政策・指標のさらなる構造化などが必要である。具体的には、主要指標の設定や指標群の階層化などの整理が必要となろう。

¹⁷2012年12月に、ジュネーブにおいてUNEP主催のグリーン経済指標に関する会議「Measuring The Future We Want: An International Conference on Indicators for Inclusive Green Economy」における50組以上の発表者のうち、欧州からの参加者を中心に、中国（5組以上）、韓国、タイ、インドネシアなどの政府関係者の参加の一方で、日本からの参加者は著者らのみであった。指標や統計の検討状況において日本の経験の発信とともに、国際動向の共有という点でも、より積極的な関与が求められるところである。

<http://www.unep.org/greeneconomy/WorkshopsConferences/MeasuringTheFutureWeWant/tabid/105556/language/en-US/Default.aspx>

¹⁸「Measuring The Future We Want: An International Conference on Indicators for Inclusive Green Economy」でのEurostatおよびILOによるプレゼンテーションに基づく。

目指すべき社会の方向性:持続可能な発展、現在世代の幸福の拡大等

ハイブリッド指標体系:統合指標+構造化された個別指標

統合指標(持続可能性・富)

例:Genuine Savings/IW指標

構造化された個別指標群 (グリーン経済/成長)

自然資本

環境面生活の質

資源効率

主要指標

補完指標

主要指標

補完指標

その他(EGSS, グリーン雇用)

主要指標

補完指標

主要指標

補完指標

データ基盤としての環境・経済統合勘定(SEEA)の整備

その他データベースとの互換性の向上

幸福度指標(内閣府)や各種幸福関連指標との関連付けの検討

図 2.25 國際動向を反映させた場合の国ベースの指標体系

3) 自然資本関連指標

本研究では、SEEA-CF をはじめとする環境経済国民勘定の国際動向、並びに、SEEA 実験的生態系勘定をはじめとする各国の生態系勘定の国際動向についての整理を行った。これらの動向を踏まえ、特に自然資本とそれが生み出すフローについては、今後の我が国での指標化に向けた検討の中で主に以下の点に留意する必要があると考えられる。

[自然資本の定義と類型の整理]

本研究でレビューを行ってきた持続可能性指標では、いずれも自然資本が極めて重要な位置を占めているが、残念ながら、自然資本の定義や類型については、そもそも明示的に示されていないか、それぞれの取り組みの間で統一的な見解が存在するわけではない。今後、我が国で自然資本関連の指標化を行う際には、国際的な動向や議論も踏まえながら、自然資本の概念についてより明確な定義付けを行う必要がある。

そこで本研究では、自然資本の概念についての様々な論者や機関の見解の整理を行うとともに、試論的に、これらをでき得る限り包含する形で、定義と類型化の検討を行った。その結果、自然資本全般については、「自然によって形成され、かつ、将来、人間に便益をもたらす財やサービスのフローを生み出すストック」として定義するとともに、ストックである自然資本自体の類型と、自然資本が生み出すフローの類型とに分けて類型化の提案を行った。特に、自然資本が生み出すフローの類型については、本論で触れた SEEA-CF の自然投入や CICES の生態系サービス類型が国際的な標準となっていく可能性が高いことに留意が必要である。

[生態系勘定の整備]

自然資本関連指標の構築に当たっては、そのベースとして、自然資本の中でも重要な位置を占める生態系に関する統計情報の整備が不可欠である。本論で見てきたように、国連では SEEA-CF と並行して実験的生態系勘定の検討が行われており、本年の統計委員会で報告がなされる見込みである。また、EU、カナダ、イギリス、オーストラリアなど各国でも生態系勘定の整備が着々と進みつつある。

翻って我が国では、森林や湿地など一部の地域の生態系に関する貨幣評価などの試みはなされているものの、全国の生態系の物量ベースでの包括的な把握とその勘定体系への統合はなされていない。我が国の自然資本関連指標の整備に当たっては、SEEA-CF に基づく環境・経済統合勘定の整備とともに、SEEA 実験的生態系勘定などの動向を踏まえ、生態系についても勘定の整備を急ぐ必要がある。その際には、各国の生態系勘定と同様、衛生情報や地理情報システム（Geographic Information System: GIS）を活かし、グリッドを統計単位とした包括的な物量情報の整備を行うべきである。

なお、生態系勘定の目的は、一国の生態系資産を包括的に計測することで、政策決定者に対して、生態系の利用やストックに関する正しい情報を提供することであるが、実際には、これに関連するより幅広い用途が考えられる。例えば、第一に、特定の生態系について、どの主体がどのような便益をどの程度得ているのか、それに対しどの主体がどの程度の費用を負担しているのか、どの主体に最も喫緊のニーズがあるのかなど、セクター間や経済主体間の便益と費用の分布状況やそのトレードオフを把握し、開発計画や環境政策（税制・補助金含む）の設計に活用することができる。第二に、本論でも概説した、包括的な富などの富の勘定（Wealth Accounting）の基礎を提供することで、政策間のトレードオフやメリット・デメリットを評価し、持続可能な発展に寄与する政策経路を特定することに貢献する。第三に、企業の事業活動や観光、日常生活などの経済活動が生態系に及ぼす影響や、逆に、生態系が事業活動や健康や収入、安全、文化的アメニティ、インフラ、遺産など、様々な分野の基盤として果たす役割を評価するための基礎を提供することができる。その結果、様々なセクター、分野（健康・衛生、安全など）において横断的に生態系への配慮を促進することに貢献し得るほか、それぞれの政策プロセスでの生態系サービスへの考慮は総合的な福利の向上にも貢献する。

[都市鉱山ストックの把握と評価]

自然資本のうち鉱物資源については、これまで地下資源の可採埋蔵量の評価が中心であった。この点、我が国では、ごく一部を除き、埋蔵量が微少であるか採掘コストが高く、多くの資源を海外からの輸入に頼ってきた。その意味で、地下資源のみで鉱物資源を評価した場合、自然資本のストック量は大陸国などと比べて極めて少ない。

しかし、今後、一部の金属については世界全体でも埋蔵量が限られる中で、アジアを中心として鉱物資源への需要が急激に増加することが予想されることから、海外の地下資源の輸入に依存するだけでなく、国内に存在する都市鉱山の活用が極めて重要な課題となってくると考えられる。

そこで、自然資本指標の構築に際しては、地下資源のみならず、都市鉱山についても資源ストックとして捉え、地下資源と同様、「可採埋蔵量」や「生産量」を評価していく必要がある。

4) 資源生産性関連指標

資源生産性関連指標に関しては、OECD グリーン成長指標や UNEP グリーン経済指標にも位置付けられている。気候変動分野での温室効果ガス排出量等や生態系分野と並び、重要な政策分野の指標

として国際社会で認識されてきているといえる。これについては、大きく 4 点の着目すべき動向・関連課題があると考えている。

[欧州における資源効率政策・指標目標設定の活発化]

EU が欧州における資源効率政策・指標設定の動きを加速している。特に EC による EU の中期戦略のフラッグシップ・イニシアティブとして「Resource Efficient Europe: 資源効率的なヨーロッパ」及びその実施のためのロードマップが 2011 年に公表された。この流れをうけて、ドイツやオーストリア等の複数の国で資源効率に関する国家戦略を発表する国々も見られ始めている。EU、ドイツ、オーストリアにおける資源効率戦略においても、資源効率を測る指標である資源生産性 (GDP/DMC または DMI) などの物質フロー指標が適用、目標設定が進められている。これらの資源消費の重量をベースとした資源生産性指標（資源デカップリング指標）は、EU ベースで設定されていることに加え、各国で各国の状況に応じたカスタマイズ化が図られている。

また、効率がますことにより、さらなる資源消費が促されてしまうリバウンド効果への注意が喚起されている。今後、特に先進国は、資源効率の上昇よりは絶対的な資源消費が重要であるため、欧州各国では、資源効率とともに、DMC などの資源消費の絶対量の推移を併用している。資源消費の絶対量も指標として並行採用する一方で、リバウンド効果の測定や、資源消費を削減するための社会システム変革などリバウンド効果を避けるための政策を評価する指標なども検討の余地がある。

[物量ベースの資源効率から影響ベースの資源効率への視点拡張]

一方で、物量ベースの資源効率から影響ベースの資源効率への視点拡張の動きがみられる。資源消費の重量をベースとした資源生産性指標に加え、ライフサイクルアプローチが適用された資源消費に伴う環境影響を算出し、それと GDP との関係を測るための指標（影響デカップリング指標）の開発が EU で進んでいる。

環境影響を算出するための重みづけの方法などについて、今後さらに議論が必要となる部分はおおくあろうが。しかし、環境影響の評価についての物質フロー指標の限界は、長く議論されてきている。加えて、国境を超える場合も想定した指標開発であることから、貿易などを通じた環境影響の相互依存関係を明確にできる可能性が高い。

上記の取組が、EU 全体で適用されることになれば、それが国際社会においても大きな流れとなる可能性がある。途上国の関心も高い視点ではなかろうか。

さらにいえば、当該政策では、資源消費に関する新たな税制も検討されていることをふまえると、このことが新たな国際交渉の議論の芽となる可能性は否定できない。

[循環型社会の評価に関する課題：日本と欧州の緊密連携の再構築]

EU、ドイツ、オーストリアそれぞれの資源効率戦略においては、資源としての廃棄物・循環型社会の構築が非常に重要視されている。これは、天然資源（一次資源）のあらたな採掘を、循環資源（二次資源）の活用によって避けられ、ひいては環境影響の削減につながる方との姿勢からである。しかし、循環資源量等に関するデータについては、上記 3 か国・地域においても改善が必要な今後の検討課題とされている。

この点で、日本が循環基本計画において資源生産性指標を適用してきている。物質フロー指標の方法

論の検討と同様に、2次資源の活用量の十分な把握や希少資源リサイクルによる環境負荷や経済発展への影響など日本と欧州の緊密な連携が国際社会への大きな貢献となるであろう。

[SEEAへの注目：データの不完全性や各種データベースの関連付け（互換性）]

指標の国際比較性を考えた際に、指標の定義の統一化や用いているデータベースの国際調和また、各種データベースの互換性などが必要となる。資源生産性指標を算出し、また各種国際/国内統計、国民経済計算、産業連関表のシステム境界や互換性が重要となる。このような背景もあることから SEEA の開発と調和の重要性が強調されている。さらに資源消費に伴う環境影響を算出するとなれば、LCA データとの関連付けの方法についての国際的な議論が重要であろう。

5) 生産ベース指標と消費ベース指標

本論で述べたように、生産と消費がグローバル化した現状を踏まえれば、資源効率（資源生産性指標）を含む持続可能性指標の構築にあたって、国際貿易を通じた環境影響をどのように捉えるかは重要な問題である。特に、Atkinson et al. (2012) でも指摘されているように、我が国は、UNEP and UNU-IHDP (2012)において、20カ国中唯一、包括的な富と自然資本を同時に増加させているものの、実際には、生産・消費両面において海外の自然資本に依存している。したがって、国際貿易を勘案した生産ベース指標と消費ベース指標の整備は、我が国の持続可能性指標の構築に当たって極めて重要な課題であると考えられる。

特に消費ベース指標に関しては、特に近年、仮想炭素や隠れた炭素、仮想水や仮想土地などの概念が考案され、国際貿易を通じた自然資源の利用状況の評価が行われてきている。しかし、持続可能性の評価に当たって、生産ベース指標と消費ベース指標とを、どのような場合にどのような根拠に基づいて使い分けるべきかという点については、必ずしも包括的な検討が提示されているわけではない。本論では、外部性の生産の場合と資源の利用の場合に分けて、損失や賦存量の計上方法、責任の所在、資源利用にかかる生産性や公平性の判断根拠などについて、視点の整理を行った。

今後は、こうした整理を踏まえ、特に近年国際機関等で整備が進む多地域産業連関表 (Multi-regional Input-Output Table: MRIO) を活用しながら、我が国における生産ベース指標と消費ベース指標の整備を進めていくことが重要と考えられる。

6) 環境・経済統合勘定

以上の個別指標の検討の中でも述べてきた通り、持続可能性指標の構築に当たって、そのベースとしての環境経済国民勘定の役割は極めて大きい。本論で述べたように、折しも、国連では、昨年、SEEA-CF が正式に国際基準として採択されたところである。今後、国際社会における持続可能性指標の議論は、SEEA-CF で提示された、環境と経済の相互関係の概念枠組みや、環境資産の定義や類型、様々なストック・フローの計上方法などを基準として進められることは間違いない。

我が国においては、これまで SEEA1993、SEEA2003 の策定に当たって、環境・経済統合勘定の推計が隨時行われてきたが、今後は、SEEA-CF に準拠しつつ、より高い頻度で環境・経済統合勘定の推計を行い、持続可能性指標の構築の基礎として、そして、様々な環境政策や経済政策の議論の基礎として、活用していくことが望まれる。

7) おわりに

今後は、本章における持続可能性関連指標のレビューを踏まえ、特に以下の項目について分けてさらなる検討を深めたい。

- 本章において整理した各指標の構造・枠組みを踏まえ、我が国における持続可能性指標において考え得る指標の構造・枠組みについて包括的な議論を深め、選択肢を検討する。
- 特に個別の指標分野として、自然資本関連指標、資源生産性関連指標、生産ベース指標と消費ベース指標に力点を置きつつ、各分野の国際動向を踏まえながら、我が国において考え得る具体的な指標の選択肢を検討する。

これらの動向は近年急激に取組が活発化しているため、それらの動向の進捗も引き続き検証していく。また、国レベルにおける各種指標に基づく政策評価や政策形成の優良事例を収集し、その実効性や有用性について定性的評価を実施する。

2.5. 参考資料

環境基本計画指標群、OECD グリーン成長指標、UNEP グリーン経済指標比較表

分野	日本:第4次環境基本計画 指標	OECD:グリーン成長指標 指標	分野	UNEP:グリーン経済指標 指標	分類
地球温暖化	<ul style="list-style-type: none"> ・温帯効果ガスの排出量及び吸収量 ・国の機関の排出削減状況 ・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 ・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 ・森林等の吸収源対策の進捗状 			<p>炭素排出 (ton/year) 一人当たりエネルギー消費 (Btu/person)</p>	環境課題:気候変動
生物多様性の保全及び持続可能な利用					
① 生物多様性への理解・配慮の向上に関わる指標	<ul style="list-style-type: none"> ・「生物多様性」の認識状況及び生物多様性国家戦略認知度 ・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 ・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 ・多様な主体による都市の緑地管理状況を示す指標 ・「じゅうまるプロジェクト」及びグリーンウェイへの参加団体数等 ・田園自然環境の創造に着手した地域の数 ・バイオマスの利用量及び新産業の規模 ・木材の供給量と需要量 ・都道府県によるエフアーマー累積新規認定件数 ・市町村によるバイオマス活用推進計画の策定数 ・森林經營計画の策定面積 ・森林認証面積(「緑の循環」認証会議(SGEC)、森林管理協議会(FSC)) ・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 				
② 持続可能な利用の促進に関わる指標					
(補助指標)					
③ 生物多様性の保全・再生に関わる指標	<ul style="list-style-type: none"> ・自然公園面積(国立公園、国定公園、都道府県立自然公園) ・都市域における水と緑の面的な確保状況を示す指標 ・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) ・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 			<p>土地・海洋保全地域面積(ha)</p>	環境課題:生態系サービス
④ 情報整備、参加型計画立案等の強化に関わる指標	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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」 ・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」 ・脊椎動物、昆蟲、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 ・森林面積、育成単層林、育成複層林、天然生林 ・保安林面積 ・国有林の保護林面積 ・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 ・1/25.000植生図整備状況 ・生物多様性地域戦略の策定自治体数 ・地域連携保全活動状況(計画策定自治体数及び協議会数) 	<p>農地や森林に住む鳥の個体数の傾向、飼育鳥の傾向 絶滅危惧種: 哺乳類、鳥類、魚類、維管束植物 確認された種における割合 豊富な種の傾向</p> <p>森林面積・体積: 経年ストック変化</p>	<p>自然資産</p>	<p>森林面積 (ha)</p>	

分野	日本:第4次環境基本計画	OECD:グリーン成長指標	UNEP:グリーン経済指標
	指標	指標	指標
	分野	分野	分類
物質循環の確保と循環型社会の構築	<ul style="list-style-type: none"> ・資源生産性 ・循環利用率 ・最終処分量 ・1人1日当たりのごみ排出量 ・1人1日当たりに家庭から排出されるごみの量 ・事業系ごみの総量 ・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 	物質生産性(非エネルギー) 3.1 需要ベース物質生産性:国内物質生産性(GDP / 国内物質消費(DMC))	環境・資源生産性
			廃棄物リサイクルおよびリユース (%)
			廃棄物発生量 (ton/year) 又は埋立地面積 (ha)
			廃棄物収集 (%)
水環境保全			環境課題: 化学物質と廃棄物
事象面で分けた各量点分野における個別指標群	<ul style="list-style-type: none"> ・公共用水域の環境基準達成率 ・地下水の環境基準達成率 ・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 ・水質等のモニタリング地点 ・主要な閉鎖性水域における汚濁負荷量 ・廃棄物の海洋投入処分量 ・再生水の利用量 ・湧水の把握件数 ・森林面積(育成単層林、育成複層林、天然生林)《再掲》 ・彈力的管理を行なうダム数 ・雨水貯留浸透施設の設置数 ・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 ・主要な閉鎖性海域の干潟・藻場面積 ・生態系の保全の観点から田畠自然環境の創造に着手した地域数 ・里海の取組箇所数 ・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 ・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) ・ホタレンジヤーへの応募数 ・全国水生生物調査の参加人数 	利用可能な再生資源(地下水、表流水、国別、地域別)とそれらの取水速度 森林面積・体積: 経年ストック変化	
大気環境保全	<ul style="list-style-type: none"> ・大気汚染物質に係る環境基準達成率 ・有害大気汚染物質に係る環境基準、指針値達成率 		
包括的な化学物質対策の確立と推進			
環境中の残留状況に係る指標	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・各種の環境調査・モニタリングの実施状況(調査物質数、地点数、媒體数) ・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) 		
環境への排出状況に係る指標	<ul style="list-style-type: none"> ・PRTR制度の対象物質の排出量及び移動量 ・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 		
リスク評価に係る指標			

日本: 第4次環境基本計画		OECD: グリーン成長指標	UNEP: グリーン経済指標		
分野	指標	指標	分野	指標	
環境負荷と経済成長の分離度	環境効率性 資源生産性	生産ベースCO2生産性:GDP / エネルギー関連CO2排出量 需要ベースCO2生産性:実質所得 / エネルギー関連CO2排出量 物質生産性(非エネルギー):需要ベース物質生産性:国内物質生産性(GDP / 国内物質消費(DMC))	環境・資源生産性 環境・資源生産性	CO2 生産性 (ton/USD) エネルギー生産性 (Btu/USD) 物質生産性 (ton/USD)	環境課題:資源効率
環境と経済との統合的向上	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	EGSセクターにおける粗付加価値(GDPに占める割合)と雇用(全雇用数に占める割合)	経済的機会と政策対応	付加価値 (USD/year)、雇用 (jobs)	福利・公正: EGSS
III 持続可能な資源利用	再生可能資源投入割合			再生可能エネルギー(エネルギー(電力)供給中の割合)(%)	環境課題:気候変動
環境 の各 分 野 を 機 構 的 に 捉 えた 指 標 群	環境技術や環境情報の整備状況	特許協力条約に基づく各国の申請数に占める割合 -環境関連特許と全ての目的のための特許 -環境関連特許の構造			
	環境情報に関する国民の満足度				
	日本と世界の環境面での相互依存性	消費ベース(フットプリント)の指標、エコロジカル・フットプリント 消費ベース(フットプリント)の指標、資源生産性(消費ベース) 資源の自給率(食料、木材、エネルギー)			
	日本の環境面での国際貢献度	○国: 環境分野に関するODA拠出額 ○都市: 国際に関連した環境活動を行っている自治体数 ○企業: — ○NGO/NPO: —			
	持続可能な社会を支える自然資本	森林面積・森林蓄積量 農場・干潟面積			
	持続可能な社会を支える人工資本	○生活基盤: 都市域における水と緑の面的な確保状況を示す指標 ○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			
	持続可能な社会を支える社会関係資本	○主体の力: 【国民】体験型の環境教育・環境学習に参加した国民の割合 【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 【事業者】ISO14001、エコアクション21等の登録事業数 ○主体間の連携: 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			
	環境と社会経済の関係を端的に表す指標	環境効率性:二酸化炭素排出量:GDP 資源生産性: GDP:天然資源等投入量 環境容量: エコロジカル・フットプリント 生活の質: 環境に対する満足度を示す指標			

日本:第4次環境基本計画		OECD:グリーン成長指標		UNEP:グリーン経済指標	
分野	指標	指標	分野	指標	分類
	廃棄物生産集約度と回復率 農業における栄養バランス(N.P) 水生産性 環境サービスを反映した多要素生産性 労働生産性:多要素生産性 貿易で加重した単位労働コスト 貿易の相対的比重:(輸出+輸入)/GDP インフレーション:相対価格 労働力率と失業率 人口増加率、構造と密度 期待平均寿命:出生以降の健康な生活を送る年 所得不平等:ジニ係数 教育上の達成:教育水準と教育へのアクセス 生物学的限界内にある魚類ストックの比率(グローバル) 選別された鉱物の利用可能なストック又は埋蔵量(検討中):金属鉱物、産業鉱物、化石燃料、重要原料、それらの採掘速度 土地被覆タイプ、土地転換、変化 自然状態から人工状態への変化とその状態 土地利用:状態と変化 農地その他における表土流出の度合い 浸食クラスごとの、浸食の影響を受ける農地面積 環境による健康問題と関連リスク 自然又は産業によるリスクからの影響とそれによる経済損失 下水処理を利用できる人口 安全な飲料水に持続的にアクセスできる人口		環境・資源生産性 社会経済的文脈と成長 ジニ係数 環境面の生活の質 研究開発投資 (% of GDP) 環境製品・サービスセクター投資(USD/year)	水生産性 (m3/USD) ジニ係数 (%) 大気汚染が原因の入院患者数 (person) 水へのアクセス(%)、飲料水における有害化学物質のレベル (g/litre)	環境課題:資源効率 福利・公正:雇用 福利・公正:富 福利・公正:健康 福利・公正:資源アクセス・健康 政策形成:グリーン投資
	グリーン成長にとって重要なR&D支出、再生可能エネルギー、環境技術、その他 全てのセクターにおける環境関連イノベーション グリーン成長にとって重要な国際金融フロー(全フロー及びGNIIに占める割合):ODA、炭素市場、外国直接投資(検討中) 環境関連税収の水準(総税収に占める割合、労働関連税収との比率) 環境関連税制の構造(税ベースのタイプ別) エネルギー一価格付け(最終消費價格における税のシェア) 水価格付けニスト回復(検討中) (環境関連補助金(検討中)、環境支出:水準と構造(公害緩和・制御、生物多様性、自然資源利用・管理)) 規制・管理アプローチ(検討中) 訓練とスキル開発(検討中)	経済的機会と政策対応	化石燃料税(USD or %) 再生可能エネルギーインセンティブ(USD or %) 炭素価格(USD/ton) 化石燃料、水、漁業補助金 (USD or %) 訓練支出 (USD/year and % of GDP) 訓練者数 (person/year)	化石燃料税(USD or %) 再生可能エネルギーインセンティブ(USD or %) 炭素価格(USD/ton) 化石燃料、水、漁業補助金 (USD or %) 訓練支出 (USD/year and % of GDP) 訓練者数 (person/year)	政策形成:グリーン財政改革 政策形成:外部価格評価 政策形成:グリーン財政改革 政策形成:グリーン財政改革 政策形成:グリーン職業技能訓練 環境課題:資源効率 政策形成:グリーン財政改革、生態系サービス価値評価 政策形成:グリーン調達 福利・公正:資源アクセス 政策形成:グリーン財政改革、生態系サービス価値評価 福利・公正:雇用 福利・公正:富 福利・公正:健康
			水圧力 (%) 生態系サービスの価値(例:水供給など) 持続可能な調達関連の支出(USD/year and %) 政府事業のCO2生産性:物質生産性 (ton/USD) 近代エネルギーへのアクセス (%) 衛生へのアクセス (%) 健康ケアへのアクセス (%) 建設 (person, %) 運営管理(Operation and management) (person, %) 得られた所得 (USD/year) EGSS-CO2 および物質生産性 (e.g., USD/tion) 天然資源ストックの価値 (USD) 年間純付加(削減)価値 (USD/year) 100,000人あたりの交通(道路)事故死者数 (transport related)	水圧力 (%) 生態系サービスの価値(例:水供給など) 持続可能な調達関連の支出(USD/year and %) 政府事業のCO2生産性:物質生産性 (ton/USD) 近代エネルギーへのアクセス (%) 衛生へのアクセス (%) 健康ケアへのアクセス (%) 建設 (person, %) 運営管理(Operation and management) (person, %) 得られた所得 (USD/year) EGSS-CO2 および物質生産性 (e.g., USD/tion) 天然資源ストックの価値 (USD) 年間純付加(削減)価値 (USD/year) 100,000人あたりの交通(道路)事故死者数 (transport related)	

3. ジェニュイン・セービング指標の精緻化

3.1. はじめに

本章では、持続可能性指標として世界銀行が提唱するジェニュイン・セービング (Genuine Savings: GS) について、その精緻化に取り組む。GSは、従来の固定資本減耗を差し引いた正味の人工資本形成に、教育に対する支出を将来への投資とみなして人的資本形成として追加する一方で、自然資本の減耗および汚染による被害の影響を自然資本減耗として差し引いたものである。GSには技術進歩や効率性改善の影響が反映されていないという批判に対して、現状では人的資本や自然資本を考慮していない従来の国内総生産 (Gross Domestic Product: GDP) に基づく全要素生産性 (Total Factor Productivity: TFP) の調整で対応している。しかしながら、GSという指標の本質はその包括性にある。すなわち、GSは人工資本だけでなく、人的資本や自然資本など福祉の源泉たる包括的な資本の動向を測定することに寄ってこそ持続可能性指標たり得ている。その意味で、そのGSを調整するときに、人工資本および労働を投入とし、GDPを産出とみなして計測される従来のTFPでは不十分であるのである。

そこでGS指標の精緻化としての本年度の取り組みは、包括的な資本をインプットとし、GSをアウトプットと考えて、GSを調整するのにふさわしいTFPを測定することである。そのために包括的な資本ストックを計算しなおし、TFP測定のためのデータを揃える。これは、GSのデータとして提供されている世界銀行の世界開発指標 (World Development Indicators: WDI) は資本ストックの変化のみが提供されており、ストック量のデータがないためである。ストック量を求めるために、入手可能なさまざまなデータを収集し、データセットを構築した。そのうえで、このデータセットを利用して包括的な資本を考慮したTFP(本章ではこれを Inclusive Capital (IC) based TFPと呼ぶ)を求め、これを用いて再度GSの推計を行うことで、より精緻な指標を提出し、従来の持続可能性評価の妥当性を検討した。IC-based TFPの推計にはノンパラメトリック手法を用いることで、従来よりも情報に富むTFPを推計することに成功し、従来のGS指標をかなり改善することができた。この結果を従来の研究と比較することにより、本研究の成果が明確化される。

本章では、GS指標の現状と課題を確認し、またGSの限界を踏まえて推進されている包括的富指標 (Inclusive Wealth Index: IWI) についても確認しながら、GSおよびIWI共通の大きな問題としてTFPの重要性を位置づけて、持続可能性指標の精緻化ならびに本研究成果を報告する。

3.2. ジェニュイン・セービングの現状と課題

3.2.1. ジェニュイン・セービングの定式化と計測項目

GSは持続可能性指標としてとりわけ経済学的なアプローチとして注目されており、国内外で研究が進められている(佐藤、2011)。この指標の背景には、1987年のブルントラント委員会による「環境と開発に関する世界委員会」報告書「Our Common Future」で示された持続可能な発展の定義がある。そこにおける持続可能な発展とは、「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) の邦訳(大来佐武郎監訳)を一部改訳)である。

経済学的な定式化のために、ニーズを福祉と考えてGSは定式化されている。すなわち、持続可能

な発展とは永続的に福祉が減らないような発展 (Non-Declining Well-being) のことである (Arrow et al., 2003)。数式で表現するならば、毎年の福祉を U として次のように定義される。

$$V_t = \int_0^t U e^{-\delta(t-t')} dt \quad (3.1)$$

$$SD \circ \frac{dV}{dt} \geq 0 \quad \text{for all } t$$

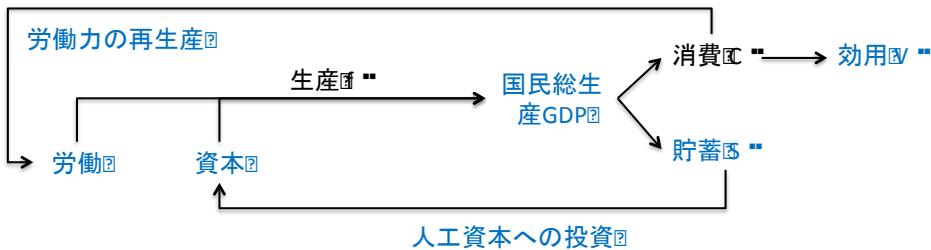
ただし δ は社会的割引率である。

ここで 2 つのアプローチがある。1 つは福祉そのものを計測しようとするものであり、もう 1 つは福祉の源泉に着目してそれを計測しようとするものである。ダスグプタは前者を構成要素とよび、後者を決定要因と呼んだ (Dasgupta, 2004)。そして GS を始めとするいわゆる資本アプローチ (Capital Approach) は後者に含まれるものである。Arrow et al. (2003) はある条件のもとで構成要素アプローチと決定要因アプローチがともに福祉の非減少性 (つまり持続可能性) を測定することになることを示した。

福祉の源泉を生産基盤 (Productive base)、あるいは包括的富 (Inclusive wealth) と呼ぶ。そして GS はその時間的な変化分を表すものである。つまり、GS が正であることは福祉の生産基盤が拡大していることを意味しており、GS が負であることは福祉の生産基盤が縮小していることを意味する。持続可能な発展とは、将来世代の福祉が減らないことを要請するものであるため、ここから GS が非負であることが持続可能な発展の基準となるわけである。

ここまで議論でも明らかなように、持続可能性を測定するための資本アプローチの本質は、その包括性にある。ここにこれまでの経済指標 (GDP はもちろん、経済的ストックのみに着目するもの) を超えて計測する必要が生じる。こうした一連の取り組みは、「GDP を超えて」という議論にも集約されていく。理解のために、通常のマクロ経済モデルとの比較で GS 概念を表したのが図 3.1 である。

通常のマクロ経済モデルとGDP



資本の包括化と包括的な投資とGS

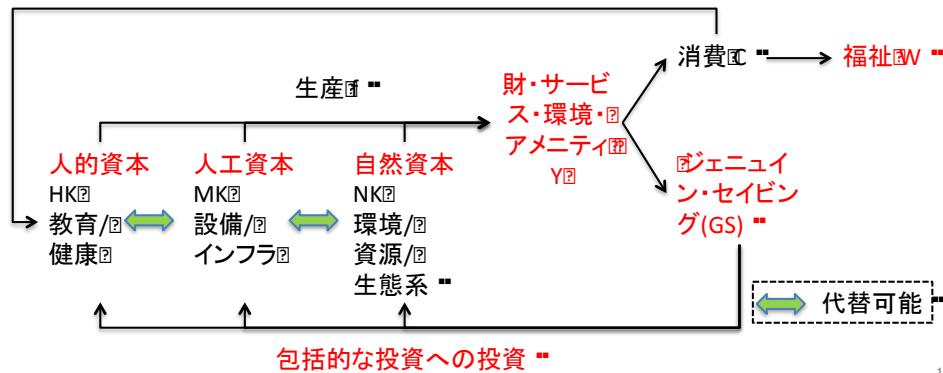


図 3.1 GDP と GS

この図から分かる通り、GS という概念は GDP と比べて次の特徴がある。

- フローではなく、フローを生み出す源泉となっているストックに着目している
- ストックには、狭義の経済的資本（人工資本）だけでなく、自然資本など必ずしも市場的価値をもたないものも包括的に取り込まれている。
- 狭義の効用でなく、福祉（Well-being）という概念を評価の基礎に据えている。つまり消費の内容が通常の財・サービスだけでなく、環境やアメニティなどを始めとする非市場財の消費も含める形で拡大されている。
- 毎年の生産物は、人工資本・自然資本・人的資本を投入物として生産される。そしてその生産物は消費されるか貯蓄（再投資）されるかが選択される。この再投資分、投入で劣化した資本の減少分を上回っていたら持続可能となる。また、消費が多くて再投資が少なくなってしまうと、持続不可能と判定される。

このように、GS は非常に包括的な対象を扱っており、概念としては非常に豊かになっている。とはいっても、福祉の源泉となるあらゆる資本資産を計測することは困難を極める。そこでまず第一に、資本を三分類して検討していくことになる¹⁹。すなわち、人工資本、人的資本、自然資本である。議論を円滑にするために数式を用いて定式化しておくと、人工資本、人的資本、自然

¹⁹ Dasgupta (2004) では知識資本や資源配分メカニズムなど、さらに広範な議論を展開している。ただし、ここでは本研究の貢献を明確化するために、多くの先行研究で採用している三分類で議論する。

資本をそれぞれ K_M 、 K_H 、 K_N で表すとすると²⁰

$$W_t = p_M K_M + p_H K_{Ht} + p_N K_{Nt} \quad (3.2)$$

となる。GS は (2) 式の時間微分により得られ、次のように定義される。

$$GS_t = \frac{dW_t}{dt} = p_M \frac{dK_M}{dt} + p_H \frac{dK_{Ht}}{dt} + p_N \frac{dK_{Nt}}{dt} \quad (5.3)$$

ここで p_M 、 p_H 、 p_N は、各資本のシャドウプライスである。このシャドウプライスは、理論的には環境評価手法で見られる定式化のように社会的余剰として測定されるべきものであり、モデルで内生的に決定されることが望ましいが、それは簡単な問題ではないため、ほとんどのデータベースでは外生的に与えられた数値（市場価格あるいはレントなど）によって代理されることが多い。

さて、こうした理論的背景と定式化に基づく GS (3) 式を実際に計測する段階で問題となるのは、次の 3 点である。すなわち、

- 1) 測定対象となる資本の選定
- 2) 資本ストック量の計測
- 3) シャドウプライスの計測

すべての福祉の源泉たるストックを測定対象とするのはあきらかに現実的に不可能である。従って、重要な対象が漏れていなかという観点で精査していくことになる。それでは、世界銀行が提供している GS 指標の測定項目について上記の三項目を検討してみよう。測定対象は次の表 3.1 のようにまとめられる。

表 3.1 世界銀行による GS 指標の作成

	目的・対象	測定項目	データ
人工 資本 MK	■ 生産活動により生産される人工資本ストック(建物、設備、インフラなど)	・経済資本への投資	・国民純貯蓄(国民粗貯蓄から固定資本消費を減じたもの)
人的 資本 HK	■ 人間が蓄える資本ストック(教育、健康など)	・教育支出	・教育支出(教育に使った支出額)
自然 資本 NK	■ 財・サービスの生産に使われる天然資源(石油、ミネラル、森林、土地) ■ アメニティやライフサポート機能をもつ自然環境(生態系、温室効果ガス)	・エネルギー消費 ■ 鉱物資源消費 ■ 森林減少 ■ 二酸化炭素排出	■ 森林面積の純変化(木材レン特で評価) ■ 石炭、原油、天然ガスの枯渇(レン特の現在価値の残存期間に対する比) -錫、金、鉛、亜鉛、鉄、同、ニッケル、銀、ボーキサイト、リンの枯渇(レン特の現在価値の残存期間に対する比) -二酸化炭素排出ダメージ(1トン20ドルで評価)

²⁰ 人工資本、人的資本、自然資本という分類は便宜的なものであり、原理的には福祉の源になり得るすべての資本が列挙される。その中には、ソーシャル・キャピタルや知識資本なども含まれる。ここでは、データの利用可能性と概念説明の簡単化のために、代表的な三類型で記述を進める。

まず人工資本であるが、これは国民経済計算体系からも自然に出てくる測定であると言える。すなわち、現在の人工資本ストック量から減耗分を差し引き、人工資本投資により形成された増加分を足しあわせて計上される。もちろんこのデータ測定も多くの議論が存在するが（野村、2004）、さしあたり大きな問題はないと考えよう。

次に人的資本であるが、その増加分を WDI では教育支出で近似している。ただちに様々な批判が想起されよう。その中でも大きな問題として、人的資本の重要項目である健康資本が含まれていないことが指摘されている。この点については、国連大学が中心に進めている IWI で取り組まれており、次の節で詳説する。人的資本をいかに計測するかについては、経済学においても専門的な議論が続けられている。従って WDI の人的資本形成の測定については、非常に粗いものにとどまっていると言わざるをえない。

自然資本については、森林資源、エネルギー資源、後部資源、二酸化炭素排出ダメージが計測されている。目的・対象の列と照らしあわせてみると、この項目だけで網羅されているとはいえないだろう。例えば、生物多様性など生態系に関するストック項目や土地資本などの重要な対象が落ちている。さらに重要な問題は、そのシャドウプライスに市場価格（レント）を用いていることである。一般に、環境・資源・生態系は外部性を有するものである。従って、それらの社会的価値は市場価格から乖離している。にもかかわらずそれらの評価に市場価格を用いていることは深刻なバイアスになっている。ただし、自然資本のシャドウプライスを計測することは大変な困難を伴う。環境の経済評価論などの研究分野と共同で取り組んでいくべき課題であるが、現時点においては市場価格にもとづいて評価されていることを念頭に指標を理解する必要がある。

この他にも、計測単位が国民国家を単位として計測しており、それらの相互関係が捨象されていること、ならびに測定がある期間で平均されていることなどといった問題点もある。この点は、例えば二酸化炭素蓄積など、国際公共財的な性質すなわち各国単位の勘定では捉えきれない性質をもつ資本ストックを評価する際に特に問題が顕在化する。つまり、ある国が排出した二酸化炭素は、その国だけで被害が現れるわけではなく、世界全体にスピルオーバーすることによって各国にダメージを与える。これは、その被害国が二酸化炭素を排出していくがいまいが発生する影響である。この場合、二酸化炭素排出ダメージは、各国の排出量のみで決定することはできず、国際的スピルオーバーすなわち国際公共財的な性質を考慮する必要が生じる。この問題について焦点を当てた分析は、第 1 期の環境経済の政策研究での成果を参照されたい（佐藤他、2012）。現時点においては、二酸化炭素の蓄積については、国際公共財的な性質をもつため各国の排出量のみで指標を構築するのではなく、世界全体の排出量をプールしてから被害額を按分するという方法が取られている（Arrow et al., 2012、UNU-IHDP, 2012）。

3.2.2. 関連指標の動向：包括的資本投資指標を中心に

前小節で見たように、世界銀行による GS 測定は限界をはらむものである。しかしながら、持続可能性指標の骨格を形成し、実際に計測段階まで到達したことは非常に高く評価されるべきである。現に、こうした先駆的な問いかけが、さらなる研究プロジェクトを進め、指標の改善につながっている。

その代表的なものとして、ケンブリッジ大学のパーサ・ダスグプタ教授を科学顧問として国連大学を中心に進められている IWI が挙げられる。その詳細は、UNU-INDP（2012）の「包括的富報告

(Inclusive Wealth Report: IWR) 2012」にまとめられているが、世界銀行の到達点を踏まえつつさらに一步を進めようとするものである。

この指標の理論は Arrow et al. (2012) に求められる。これも資本アプローチの一種であり、基本モデルは GS のそれと類似しているが、理論と実証においての相違点が強調されている。簡単にまとめるならば次のようになる。

- 理論面：GS では将来の消費経路を割り引いて現在価値に戻して富を定義している。ここでは完全経済を想定して持続可能な消費経路を前提としている。それに対して IWI では完全経済の想定をしていない。富はそれ自体の社会的価値で定義している。
- 実証的：IWI は GS よりも幅広い項目を計測することに挑戦している。たとえば人的資本における健康、自然資本における農地・漁業などの計測を行なっている。また、CO₂などのスピルオーバーする性質をもつ対象も適切に扱っている。シャドウプライスの設定もより丁寧に行なっている（たとえば森林資源のシャドウプライスに林道の近さを考慮するなど）。

このように、IWI では GS で不十分だった点を克服しようとする取り組みが見られる。それでもさらなる改善の取り組みが求められる。先に述べた計測単位（国民国家）の問題や、計測時間の問題もある。また、生物多様性など、持続可能性を考えるうえで重要な項目がいまだに残っている。

GS についても IWI についても、それら持続可能性指標の本質はその包括性にある。その本質を損なわないためにも、国レベルだけでなく世界レベルでの共同として資本の測定を進めていく必要がある。それが政策利用に耐える持続可能性指標構築するための条件となる。こうした問題意識は、本家研究プロジェクトでも強く認識されており、次年度以降のデータセット拡充の研究に関連している。

しかし本年度は、GS にも IWI に共通に当てはまり、しかも通時的に分析する上で決して見落とすことができない技術進歩ならびに効率性変化の影響を分析する。これは、従来提供されている指標からは直接的に見えないものである。

3.2.3. 持続可能性指標と全要素生産性

技術進歩や効率性変化は、TFP として測定される。世界銀行のデータは毎年の GS が提供されているが、そこからでは TFP は見えてこない。しかしながら TFP が重要であることはこれまでの研究でも強調されていることである (Arrow et al., 2004)。

持続可能性指標に TFP を考慮した研究として Arrow et al. (2004) がある。また、IWI においても TFP は考慮されており、持続可能性指標を構築する際にもやはり TFP は無視できないものとして確立している。

ところがこれまでの取り扱いは不十分である。これが本年度の持続可能性指標の精緻化の取り組みになっている。なぜ不十分かというと、従来の研究では GS 指標（あるいは IWI）について技術進歩の影響を調整するために、従来の TFP を利用している点である。従来の TFP とは、GDP の変化として資本（人工資本）と労働で説明できない残差で定義されているものである。繰り返し強調しているように、持続可能性指標の本質は考慮している資本の包括性にある。にもかかわらず、狭義の資本で計測された TFP を調整に使うのはこの本質に背くものであると考えられる。

そこで本年度の研究テーマ「GS 指標の精緻化」では、包括的な資本にもとづいて TFP を測定し、それを用いて GS を調整すると従来の指標といかに乖離するかを示すことである。これを通じて、より精緻な持続可能性指標を提供するものである。

資本を包括的にし、アウトプットを GS にすることで見えてくる要素がある。それは次のとおりである。

- ・ 自然資本利用に関する技術進歩・効率性変化が計測される。例えば省エネ技術や二酸化炭素削減技術の向上などが持続可能性指標に与える影響が計測される。
- ・ 消費の効果が計測される。消費を節約し、投資に回すことの効果が現れる。

つまり、所与の資本資産（包括的富）のもので、持続可能な発展経路を実現する能力が測定される。たとえば、同量の包括的富を有する国があったとする。そのある国は省エネ技術の進歩があり、もう1つの国はないとする。このとき、同じ資本からの生産物は前者の方が大きくなる。これが技術進歩・効率性変化として計上されるものである。また、同じ生産物を有する国が会ったとする。そのある国は消費を節約し、投資に回すとする。もう1つの国はそうでないとする。このとき、前者のほうが GS は大きくなる。こうした効果も本研究の TFP では計測される。こうした意味で、本研究の IC-based TFP は、従来の「生産性」の概念を拡張したものである。つまり、IC-based TPF は、持続可能な発展経路（高い GS）を生み出すという意味での生産性ということである。

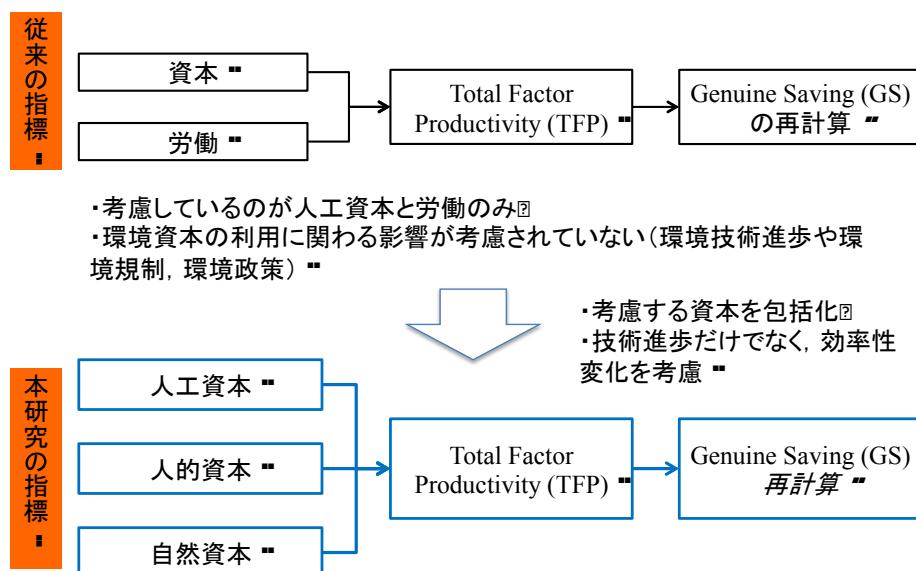


図 3.2 包括的な資本に基づく TFP の測定

3.3. 計測モデル

本研究では、IC-based TFP を Malmquist 指標で計測する。その理由は以下のとおりである。

- ・ 技術進歩だけでなく効率性変化も測定する。そのためには、フロンティアのシフトだけでなく、フロンティアへの距離を計測する。

- 包括的な資本を投入とみなすため、複数の変数がインプットとなる。
- シンプルな計測が可能

Malmquist 指標 M_o は次のように定義される (Managi, 2003)

$$M_o(y_t, x_t, y_{t+1}, x_{t+1}) = \left[\frac{d_o^t(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_o^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_o^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_o^{t+1}(y_t, x_t)} \right]^{1/2} \quad (5.4)$$

y はアウトプット (GS) であり、 x はインプット (資本) である。 d_o はフロンティアまでの距離を表す。フロンティアは、所与のインプットで最大のアウトプットを達成している国を表すため、利用可能な最高の技術水準であると考えることができる。そしてそのフロンティアまでの距離は、利用可能な最高水準になっていないという意味で非効率性を表し、その距離が大きいほど非効率であると考えられる。推計は包絡分析法 (Data Envelope Analysis: DEA) によって行われる。

3.4. データセット

上記の推計を行うためには、アウトプットとしての GS データと、インプットとしての資本ストックデータが必要であり、測定年度における完備パネルが要求される。GS のデータは世界銀行によって提供されている WDI を利用することができる。一方で、ストックデータは新たに構築する必要がある。これは、WDI で提供されているのは GS を計算するための資本の変分データであるためである。

本研究では、入手可能な複数のデータソースを組み合わせて、推計のためのデータセットを構築した。まず、1994 年の資本ストックデータとして、Kunte et al. (1999) を用いた。これにより 3.2 節でまとめた自然資本ストックの一時点が入手できる。

この基準点をもとに、恒久棚卸法 (Perpetual Inventory Method: PIM) の要領で毎年のストックデータを構築する。基本的には WDI で提供されている毎年の資本減耗のデータを 1994 年から前後に積み上げていき、毎年のストックデータを計算する。しかしデータソースごとに評価単位が異なるため、統一する必要がある。そのため 1990 年と 2000 年の GDP デフレータを用いて、すべてのデータが 2000 年米国ドルで評価されるように計算し直した。

こうした作業により、表 3.2 の 43 カ国について 1970 年から 2005 年までの完備パネルが構築された。

表 3.2 計測国リスト

1. Australia	2. Austria	3. Belgium	4. Benin	5. Bolivia
6. Botswana	7. Canada	8. China	9. Denmark	10. Dominican Republic
11. Ecuador	12. Finland	13. France	14. Ghana	15. Greece
16. Guatemala	17. Honduras	18. India	19. Ireland	20. Jamaica
21. Japan	22. Kenya	23. Korea, Rep.	24. Malaysia	25. Mauritania
26. Mexico	27. Morocco	28. Netherlands	29. Nicaragua	30. Norway
31. Pakistan	32. Philippines	33. Portugal	34. Rwanda	35. Senegal
36. Spain	37. Sri Lanka	38. Sweden	39. Thailand	40. Turkey
41. United Kingdom	42. United States	43. Venezuela, RB		

3.5. 計測結果

ここまで紹介した指標の計測モデルとデータによって推計された IC-based TFP の推計結果を報告する。表 3.3 は 43 カ国 の計測国それぞれについて、TFP だけでなく効率性変化 (Efficiency Change: EC) および技術進歩 (Technological Change: TC) についても報告している。ただし以下の節で調整に用いるのは TFP のみである。IWI で利用された Conference Board (2012) の TFP 推計と同様に、年次でみてバラつきが多くなっている。平均をとることで円滑化される。

表3.3 推計された各国の IC-basedTFP

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004		
Australia																																				
IC-based TFP	0.956	1.021	1.134	1.066	1.013	1.151	0.861	1.034	1.035	1.043	1.178	0.862	0.979	1.135	0.914	0.915	1.018	0.985	1.341	1.089	0.861	0.924	1.053	0.931	0.918	1.000	1.077	0.917	1.172	0.957	0.966	0.937	1.099	1.108		
Efficiency Change	0.980	1.092	1.071	0.996	1.041	1.177	0.899	1.028	1.021	1.053	1.134	0.846	1.043	1.219	0.928	0.914	1.110	1.006	1.384	1.095	0.795	0.847	0.953	0.883	0.925	1.005	0.939	0.844	1.207	0.925	0.958	0.986	1.194	1.116		
Technological Change	0.975	0.935	1.058	1.071	0.973	0.978	0.958	1.006	1.014	0.991	1.040	1.020	0.939	0.931	0.985	1.001	0.917	0.980	0.969	0.994	1.082	1.090	1.105	1.055	0.992	0.995	1.146	1.086	0.971	1.035	1.008	0.950	0.921	0.993		
Austria																																				
IC-based TFP	0.976	0.971	1.002	1.117	0.982	1.016	1.015	0.906	1.061	1.049	1.005	1.056	0.960	0.959	1.001	0.987	0.942	0.971	0.973	1.017	1.021	1.028	1.012	0.987	1.021	0.965	0.936	0.987	1.000	1.026	0.963	1.013	0.963	0.986	1.013	0.995
Efficiency Change	0.994	1.023	0.959	1.060	1.001	1.032	1.048	0.902	1.049	1.056	0.975	1.039	1.005	1.012	1.013	0.996	1.007	0.987	0.996	1.020	0.983	0.976	0.948	0.975	1.046	1.007	0.871	0.956	1.017	1.039	0.919	0.981	1.127	0.995		
Technological Change	0.981	0.949	1.046	1.054	0.981	0.984	0.969	1.005	1.012	0.994	1.031	1.016	0.955	0.947	0.988	1.001	0.935	0.983	0.978	0.997	1.061	1.054	1.067	1.012	0.976	0.959	1.075	1.033	0.984	0.988	1.047	1.033	0.855	0.991		
Belgium																																				
IC-based TFP	1.041	0.924	0.915	1.301	0.900	1.046	1.013	1.002	1.055	1.188	1.009	1.135	0.828	1.103	0.971	0.911	0.878	0.956	0.999	1.021	0.970	0.961	0.899	1.149	1.042	0.938	1.006	0.973	1.003	1.079	1.016	1.041	0.922	1.019	1.019	0.986
Efficiency Change	1.068	0.987	0.875	1.211	0.926	1.069	1.058	0.995	1.043	1.200	0.972	1.117	0.880	1.182	0.985	0.911	0.954	0.973	1.027	1.024	0.909	0.900	0.843	1.109	1.056	0.952	0.924	0.992	1.019	1.017	0.979	1.000	0.998	0.993		
Technological Change	0.975	0.936	1.046	1.074	0.972	0.978	0.957	1.007	1.012	0.990	1.038	1.016	0.942	0.933	0.985	1.001	0.921	0.983	0.973	0.996	1.066	1.068	1.067	1.036	0.986	0.985	1.089	0.981	0.984	1.060	1.038	1.040	0.924	1.025		
Benin																																				
IC-based TFP	1.008	0.984	0.981	1.032	0.987	1.008	1.009	1.010	1.010	1.012	1.003	1.013	1.009	1.014	1.009	1.012	0.971	1.035	1.014	1.019	1.019	1.014	1.013	1.012	1.006	1.005	1.002	0.991	0.987	1.003	0.999	0.939	1.006			
Efficiency Change	1.014	1.027	0.987	0.982	1.008	1.008	1.017	1.000	0.997	1.009	0.978	0.998	1.029	1.041	1.010	1.005	1.008	1.064	1.022	1.011	0.956	0.957	0.942	0.977	1.023	1.042	0.931	0.966	1.003	0.979	1.042	0.820	0.994			
Technological Change	0.995	0.958	0.995	1.051	0.978	1.000	0.991	1.010	1.013	1.003	1.025	1.015	0.981	0.974	0.999	1.007	1.066	1.060	1.075	1.036	0.990	0.965	1.079	1.016	0.988	1.008	1.027	1.058	1.145	1.012						
Bolivia																																				
IC-based TFP	1.002	1.013	1.023	1.012	1.012	1.003	1.034	0.985	1.028	0.994	1.034	0.992	1.011	1.008	1.007	1.006	1.027	1.007	1.029	1.009	1.017	1.006	1.007	1.007	1.006	1.000	1.010	1.003	0.994	1.001	1.068	1.136				
Efficiency Change	1.014	1.047	0.991	0.975	1.022	1.009	1.051	0.975	1.007	0.987	0.996	0.968	1.040	1.053	1.007	0.995	1.082	1.005	1.064	1.000	0.944	0.938	0.926	0.966	1.018	1.029	0.960	0.980	1.013	0.984	0.968	1.049	0.815	0.965		
Technological Change	0.989	0.967	1.032	1.037	0.990	0.994	0.984	1.010	1.021	1.007	1.038	1.025	0.971	0.957	1.000	1.012	0.950	0.962	0.966	1.009	1.077	1.072	1.087	1.043	0.989	0.978	0.914	1.027	0.997	1.019	1.026	0.954	1.310	1.178		
Botswana																																				
IC-based TFP	1.018	1.019	1.021	1.022	1.024	1.020	1.021	1.017	1.021	1.020	1.021	1.020	1.018	1.016	1.016	1.016	1.010	1.023	1.018	1.031	1.018	1.035	1.014	1.010	1.005	1.008	1.019	1.087	0.989	1.030	0.991	1.003	0.995			
Efficiency Change	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				
Technological Change	1.018	1.019	1.021	1.022	1.024	1.020	1.021	1.017	1.021	1.020	1.021	1.020	1.018	1.016	1.016	1.016	1.010	1.023	1.018	1.031	1.018	1.035	1.014	1.010	1.005	1.008	1.019	1.087	0.989	1.030	0.991	1.003	0.995			
Canada																																				
IC-based TFP	0.988	0.932	1.064	1.145	0.952	1.062	0.999	1.190	1.132	0.901	1.179	0.861	0.929	1.040	0.905	0.874	0.948	1.021	1.218	1.203	1.098	1.014	0.827	0.858	1.045	0.919	1.088	0.842	0.922	1.188	1.007	1.023	0.999	1.447		
Efficiency Change	1.018	1.010	0.997	1.057	0.985	1.091	1.052	1.182	1.114	0.911	1.128	0.843	1.000	1.128	0.921	0.874	1.045	1.044	1.262	1.211	1.006	0.920	0.740	0.807	1.052	0.903	0.923	0.753	0.945	1.117	0.980	1.074	1.183	1.453		
Technological Change	0.971	0.923	1.068	1.083	0.967	0.974	0.950	1.070	1.016	0.989	1.045	1.022	0.930	0.921	0.983	1.000	0.907	0.978	0.965	0.993	1.101	1.117	1.063	0.994	1.018	1.179	1.118	0.976	1.063	1.028	0.952	0.844	0.996			
China																																				
IC-based TFP	0.998	0.958	1.120	1.160	1.133	0.988	1.077	1.492	1.838	2.326	0.324	0.500	0.770	0.869	0.793	1.057	0.900	1.060	0.824	0.887	0.881	0.882	0.588	0.989	0.975	0.892	0.957	0.983	1.070	0.924	0.879	0.879	0.917	0.910		
Efficiency Change	1.061	1.077	0.995	1.006	1.176	1.028	1.173	1.402	1.611	2.352	0.328	0.491	0.847	0.966	0.817	1.066	1.016	1.095	0.864	0.907	0.757	0.766	0.510	0.911	0.962	0.871	0.822	0.784	0.844	1.427	0.916					
Technological Change	0.941	0.889	1.126	1.153	0.963	0.960	0.919	1.064	1.141	0.969	1.088	0.998	0.909	0.900	0.970	0.991	0.866	0.953	0.968	1.165	1.152	1.085	1.014	1.024	1.179	1.186	0.993	1.131	1.121	1.004	0.643	0.993				
Denmark																																				
IC-based TFP	0.936	0.996	1.082	1.055	0.990	1.002	0.986	1.052	1.087	1.093	1.013	0.952	0.940	0.993	0.995	0.990	1.009	0.979	1.039	0.961	1.024	0.983	0.958	0.977	0.960	1.005	0.953	0.982	0.974	0.974	1.021	0.998	1.002	0.971		
Efficiency Change	0.947	1.033	1.044	1.014	1.003	1.012	1.011	1.044	1.076	1.098	0.986	0.941	0.971	1.034	1.036	1.034	1.008	0.992	1.067	1.007	1.028	1.004	0.948	0.922	0.943	0.968	0.842									

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ghana																																		
IC-based TFP	1.012	1.016	1.020	1.011	1.020	1.011	1.013	1.009	1.023	1.024	1.025	1.012	1.018	1.021	1.022	1.023	1.020	1.016	1.019	1.015	1.026	1.011	1.009	1.012	1.006	1.011	0.988	1.008	1.007	0.813	0.992	0.980	0.996	1.008
Efficiency Change	1.032	1.073	0.973	0.956	1.041	1.029	1.048	1.004	1.010	1.031	0.991	0.994	1.074	1.086	1.036	1.023	1.093	1.021	1.035	1.004	0.935	0.920	0.904	0.952	1.004	0.987	0.838	0.897	1.037	0.977	0.962	1.034	1.138	0.998
Technological Change	0.981	0.947	1.048	1.058	0.979	0.983	0.966	1.005	1.012	0.993	1.034	1.017	0.948	0.940	0.986	1.001	0.932	0.994	0.985	1.011	1.098	1.088	1.115	1.063	1.001	1.024	1.179	1.124	0.970	0.832	1.031	0.948	0.875	1.009
Greece																																		
IC-based TFP	0.930	0.920	1.136	1.017	0.960	1.063	0.991	0.992	1.039	1.087	1.011	1.060	0.975	1.009	1.008	1.088	0.941	1.046	0.994	0.967	1.018	1.042	0.988	1.029	1.012	0.980	1.012	1.022	0.992	1.004	0.944	0.978	1.033	
Efficiency Change	0.949	0.973	1.082	0.961	0.981	1.082	1.028	0.985	1.026	1.095	0.977	1.043	1.027	1.072	1.021	1.086	1.013	1.063	1.019	0.970	0.957	0.972	0.913	0.984	1.029	0.999	0.918	0.962	1.033	0.964	0.982	0.960	1.124	1.041
Technological Change	0.980	0.946	1.050	1.059	0.978	0.983	0.964	1.007	1.012	0.993	1.035	1.017	0.949	0.941	0.988	1.002	0.928	0.984	0.975	0.997	1.064	1.072	1.082	1.046	0.984	0.981	1.103	1.063	0.989	1.029	1.022	0.983	0.870	0.993
Guatemala																																		
IC-based TFP	1.013	1.007	1.009	1.020	0.996	1.008	1.018	1.018	1.016	1.024	1.014	1.013	1.009	1.009	1.025	1.011	1.010	1.005	1.005	1.017	1.012	1.014	1.006	1.006	0.992	1.004	1.005	1.001	0.987	0.994	1.054	1.010		
Efficiency Change	1.026	1.044	0.974	0.979	1.010	1.019	1.044	1.011	1.005	1.029	0.988	0.992	1.046	1.052	1.011	1.015	1.072	1.017	1.016	0.996	0.937	0.935	0.923	0.958	1.026	1.016	0.971	0.905	1.001	0.900	0.984	1.174	1.014	
Technological Change	0.988	0.964	1.036	1.041	0.986	0.989	0.975	1.007	1.010	0.995	1.027	1.022	0.968	0.960	0.999	1.011	0.943	0.993	0.985	1.009	1.086	1.083	1.098	1.051	0.991	0.991	1.139	1.110	1.004	1.112	1.004	0.905	0.898	0.997
Honduras																																		
IC-based TFP	1.007	1.008	1.014	1.012	1.007	1.006	1.008	1.012	1.019	1.014	1.018	1.013	1.013	1.011	1.015	1.012	1.015	1.022	0.995	1.015	1.012	0.999	1.007	1.010	1.009	1.001	1.004	1.000	1.005	1.010	1.006	0.998	0.995	0.991
Efficiency Change	1.013	1.027	0.993	0.988	1.010	1.011	1.019	1.009	1.011	1.015	1.001	1.003	1.034	1.038	1.021	1.011	1.054	1.034	0.999	1.008	0.995	0.954	0.948	0.983	1.025	1.052	0.962	0.997	1.007	0.991	0.980	1.046	1.060	0.993
Technological Change	0.994	0.982	1.021	1.024	0.997	0.995	0.989	1.003	1.008	0.999	1.018	1.010	0.979	0.974	0.994	1.001	0.963	0.988	0.996	1.006	1.055	1.047	1.062	1.027	1.044	1.001	0.997	1.019	1.026	0.954	0.939	0.998		
India																																		
IC-based TFP	1.013	0.980	1.016	1.057	0.942	0.967	0.960	1.053	1.094	0.915	1.046	0.996	0.913	0.924	0.955	1.008	0.893	0.993	0.995	1.142	1.016	0.886	0.797	0.909	1.154	0.926	1.021	0.719	1.036	0.959	0.921	0.847	0.998	0.909
Efficiency Change	1.064	1.085	0.946	0.963	0.984	1.006	1.031	1.039	1.057	0.932	0.994	0.979	1.005	1.027	0.984	0.969	0.940	0.950	0.969	1.076	0.872	0.770	0.691	0.838	1.139	0.905	0.866	0.617	1.049	0.861	0.847	0.862	1.420	0.911
Technological Change	0.953	0.903	1.075	1.098	0.957	0.962	0.932	1.013	1.035	0.981	1.052	1.018	0.909	0.970	1.040	0.951	1.045	1.027	1.062	1.165	1.152	1.153	1.085	1.014	1.024	1.179	1.165	0.988	1.113	0.982	0.703	0.998		
Ireland																																		
IC-based TFP	0.978	1.001	1.048	0.969	1.015	0.994	1.014	1.036	1.038	1.007	1.076	1.012	1.002	1.016	0.990	0.976	0.995	0.993	0.945	1.013	1.029	0.949	0.995	0.957	1.032	1.017	0.955	0.946	1.009					
Efficiency Change	0.982	1.019	1.023	0.946	1.026	0.998	1.028	1.028	1.030	1.009	0.957	1.004	1.020	1.041	0.992	0.972	1.025	0.996	0.947	1.008	0.997	0.935	0.973	0.946	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Technological Change	0.995	0.982	1.023	1.024	0.994	0.996	0.986	1.007	1.008	0.999	1.020	1.008	0.982	0.976	0.998	1.004	0.970	0.997	0.998	1.005	1.037	1.022	1.012	0.957	0.955	0.948	1.009							
Jamaica																																		
IC-based TFP	1.004	1.001	1.026	0.993	1.025	1.003	1.004	1.012	1.009	1.005	1.000	1.022	0.990	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.029
Efficiency Change	1.001	1.001	1.016	0.985	1.023	1.000	1.007	1.004	1.004	1.007	0.992	0.996	1.024	1.098	0.998	0.995	1.006	0.999	0.997	0.996	0.960	0.990	1.002	0.997	0.989	1.014	1.018							
Technological Change	1.003	1.000	1.010	1.008	1.002	1.003	0.997	1.008	1.005	1.002	1.013	1.004	0.998	0.992	1.003	1.006	1.001	1.005	1.010	1.009	1.015	1.025	1.000	1.008	1.017	1.011	1.018	1.012	1.020	1.078	0.982	1.062	1.011	
Japan																																		
IC-based TFP	0.959	1.293	1.332	1.257	1.055	1.049	1.007	1.075	1.073	1.033	1.097	1.062	1.043	1.035	1.010	1.029	0.918	1.024	1.124	1.118	1.126	1.064	0.991	1.002	1.162	1.182	0.983	1.127	1.133	1.013	0.959	0.970		
Efficiency Change	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
Technological Change	0.959	1.293	1.332	1.257	1.055	1.049	1.007	1.075	1.073	1.033	1.097	1.062	1.043	1.035	1.010	1.029	0.918	1.024	1.124	1.118	1.126	1.064	0.991	1.002	1.162	1.182	0.983	1.127	1.133	1.013	0.959	0.970		
Kenya																																		
IC-based TFP	2.156	0.441	0.435	0.422	0.748	0.549	0.412	0.414	0.780	0.786	1.063	1.032	1.046	1.041	1.040	1.028	1.033	1.048	1.018	1.034	1.041	0.985	1.003	1.013	1.008	1.005	0.993	0.993	1.000	0.990	0.988	0.998	1.016	1.003
Efficiency Change	5.204	1.124	0.969	0.958	1.062	0.561	1.125	1.036	1.026	1.060	1.775	1.008	1.137	1.167	1.061	1.029	1.146	1.072	1.058	1.035	0.936	0.855	0.869	0.933	0.994	0.982	0.915	0.929	0.987	1.064	1.131	0.990		
Technological Change	0.414	0.392	0.449	0.441	0.704	0.970	0.976	0.979	0.760	0.742	0.599	1.024	0.892	0.981	0.990	0.977	0.962	0.999</																

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Nicaragua																																			
IC-based TFP	1.005	1.016	1.005	1.016	1.000	1.004	1.021	1.017	1.017	1.003	1.003	1.006	1.009	1.003	1.013	1.004	1.055	1.010	0.990	1.042	1.027	1.004	0.995	0.983	1.021	1.021	1.002	1.033	1.025	1.018	1.007	1.003	1.003	1.005	
Efficiency Change	1.010	1.031	0.987	0.995	1.002	1.007	1.030	1.015	1.009	1.003	0.987	0.997	1.026	1.025	1.018	1.003	1.087	1.020	0.996	1.042	0.988	0.975	0.953	1.041	1.090	1.104	0.895	1.146	1.076	1.061	0.963	0.920	0.996	0.967	
Technological Change	0.995	0.985	1.018	1.021	0.999	0.996	0.991	1.002	1.007	1.000	1.016	1.009	0.984	0.979	0.995	1.001	0.971	0.990	0.993	1.000	1.039	1.029	1.044	0.944	0.937	0.925	1.120	0.901	0.952	0.959	1.046	1.091	1.007	1.039	
Netherlands																																			
IC-based TFP	0.976	0.962	1.004	1.119	0.974	1.054	1.063	1.008	1.094	1.110	1.017	0.954	0.937	1.028	0.893	0.980	0.964	0.944	1.026	1.028	1.044	1.018	0.909	0.918	1.025	0.929	1.092	0.931	0.978	1.081	1.043	1.069	0.972	0.928	
Efficiency Change	1.006	1.040	0.950	1.034	1.008	1.082	1.119	1.002	1.079	1.125	0.975	0.938	1.009	1.117	0.909	0.980	1.063	0.965	1.063	1.034	0.969	0.944	0.838	0.881	1.049	0.946	0.976	0.950	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Technological Change	0.970	0.925	1.058	1.083	0.966	0.973	0.950	1.006	1.014	0.987	1.044	1.020	0.929	0.982	1.000	0.907	0.979	0.965	0.984	1.078	1.085	1.041	0.977	0.983	1.119	0.980	0.978	1.081	1.043	1.069	0.743	0.960			
Norway																																			
IC-based TFP	0.984	0.973	0.982	1.035	1.031	1.054	1.017	1.088	0.966	1.020	1.037	0.976	0.922	0.990	0.979	1.016	1.052	0.934	1.037	0.950	0.990	0.989	0.937	0.932	0.925	0.919	1.080	0.955	0.957	0.966	1.051	1.097	1.010	1.042	
Efficiency Change	0.995	1.006	0.952	0.999	1.041	1.064	1.036	1.084	0.957	1.023	1.015	0.965	0.948	1.024	0.986	1.015	1.098	0.946	1.049	0.951	0.947	0.956	0.893	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
Technological Change	0.988	0.967	1.032	1.037	0.991	0.991	1.003	1.009	0.997	1.022	1.012	0.973	0.967	0.993	1.001	0.959	0.987	0.988	0.999	1.045	1.035	1.049	0.934	0.925	0.919	1.080	0.955	0.957	0.966	1.051	1.097	1.010	1.042		
Pakistan																																			
IC-based TFP	1.008	1.542	1.517	1.289	1.146	1.104	1.085	1.147	1.113	1.110	1.097	1.031	1.111	1.109	1.019	1.146	1.075	1.089	1.028	1.090	1.154	1.040	1.053	1.109	1.022	0.913	1.054	1.045	1.011	0.972	0.965	1.032	1.188		
Efficiency Change	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
Technological Change	1.008	1.542	1.517	1.289	1.146	1.104	1.085	1.147	1.113	1.110	1.090	1.017	0.908	1.000	0.991	0.886	0.968	0.953	0.987	1.085	1.085	1.005	1.099	1.044	0.987	1.024	1.179	1.141	0.980	1.071	1.014	0.949	0.883	1.012	
Philippines																																			
IC-based TFP	0.107	0.954	0.106	1.010	0.997	1.009	1.020	1.011	1.068	1.003	1.055	1.015	1.119	1.049	0.955	0.994	0.939	0.983	0.994	0.985	1.001	1.015	0.956	1.047	0.959	0.989	1.011	0.812	0.921	1.082	0.964	1.081	0.952	0.994	
Efficiency Change	0.1049	1.039	0.948	1.028	1.034	1.038	1.077	1.004	1.030	0.996	0.982	0.923	1.144	1.080	0.909	0.930	0.988	0.941	0.969	0.937	0.859	0.882	0.829	0.966	0.946	0.966	0.857	0.756	0.939	1.046	1.140	1.055	0.982		
Technological Change	0.969	0.919	1.071	1.088	0.964	0.972	0.947	1.007	1.037	1.007	1.074	1.099	0.978	0.971	1.051	1.069	0.951	1.045	1.027	1.062	1.165	1.153	1.085	1.014	1.024	1.179	1.141	0.980	1.071	1.014	0.949	0.883	1.012		
Portugal																																			
IC-based TFP	0.928	0.969	1.122	1.130	0.984	0.964	0.961	0.958	1.010	1.050	1.040	1.001	1.049	0.970	0.936	0.952	0.993	0.964	1.010	1.025	1.014	1.058	1.037	0.991	0.991	0.976	1.029	1.078	0.997	0.992	1.032	1.044	1.039		
Efficiency Change	0.947	1.024	1.070	1.067	1.006	0.981	0.996	0.953	0.998	1.058	1.006	0.984	1.106	1.031	0.949	0.948	1.058	1.024	1.015	0.932	0.976	0.945	0.945	1.009	1.006	0.872	0.982	1.093	1.083	1.127	1.049				
Technological Change	0.980	0.946	1.049	1.059	0.979	0.982	0.965	1.005	1.013	1.004	1.017	0.949	0.941	0.987	1.005	0.938	0.994	0.987	1.010	1.087	1.083	1.098	1.049	0.990	0.985	1.120	1.044	0.987	1.035	1.020	0.948	0.902	1.012		
Rwanda																																			
IC-based TFP	1.016	1.014	1.019	1.016	1.014	1.016	1.018	1.015	1.023	1.015	1.013	1.014	1.015	1.015	1.019	1.024	1.028	1.024	1.013	0.990	0.977	0.966	0.965	0.979	0.995	1.018	1.026	1.017	1.002	0.999	1.000	1.002	1.000	0.995	0.999
Efficiency Change	1.027	1.047	0.993	0.978	1.027	1.026	1.043	1.008	1.014	1.021	1.087	1.004	1.051	1.065	1.032	1.022	1.078	1.015	1.000	0.969	0.909	0.934	0.963	1.051	1.061	0.956	0.975	1.006	0.970	0.989	1.049	1.073	1.007		
Technological Change	0.989	0.969	1.026	1.039	0.987	0.990	0.976	1.007	1.008	0.995	1.026	1.010	0.966	0.957	0.992	1.006	0.950	0.988	1.008	1.063	1.062	1.048	0.969	0.966	0.964	1.084	1.027	1.022	1.031	0.954	0.982	0.992			
Senegal																																			
IC-based TFP	1.006	1.010	1.008	1.009	0.845	1.012	1.020	1.016	1.020	1.023	1.014	1.017	1.014	1.024	1.011	1.017	1.052	0.977	1.018	1.042	1.016	1.002	1.015	1.003	0.999	1.000	1.005	0.992	0.998	1.003					
Efficiency Change	1.016	1.043	0.977	0.970	0.853	1.025	1.049	1.009	1.010	1.030	0.986	1.006	1.057	1.076	1.021	0.998	1.077	1.056	0.990	1.063	0.977	1.058	1.015	1.054	1.043	1.039	0.899	1.063	1.000	1.004	0.996	1.008	0.995		
Technological Change	0.990	0.960	1.032	1.040	0.990	0.988	0.972	1.007	1.009	0.994	1.029	1.012	0.960	0.951	0.990	1.012	0.944	0.996	1.008	1.083	1.084	1.000	1.052	0.995	1.020	1.025	1.044	0.954	0.982	1.001					
Sweden																																			
IC-based TFP	0.999	0.969	1.025	1.057	1.041	1.129	1.074	1.074	0.978	1.067	1.081	0.950	0.908	1.009	0.954	0.980	0.992	0.961	1.034	1.101	1.119	1.100	0.812	0.874	1.015	0.997	0.972	0.978	0.969	1.027	1.002	0.951	0.978	0.988	
Efficiency Change	1.020	1.024	0.978	0.905	1.063	1.148	1.046	0.969	0.967	1.075	1.047	0.935	0.953	1.067	0.965	0.979	1.063	1.077	1.058	1.015	0.909	0.934	0.963	1.051	1.061	0.956	0.975	1.006	0.970	0.989	1.049	1.073	1.007		
Technological Change	0.980	0.946	1.048	1.058	0.980	0																													

3.5.1. IC-based TFP

43カ国について IC-based TFP を Malmquist 指標で計測した結果のランキングは表 3.4 のようにまとめられる。表 3.4 で掲げている数値は、推計した 1971 年から 2004 年の期間における毎年の TFP の単純な平均値であり、後で議論する成長率ではないことに注意されたい。

43カ国全体の時間的推移は表 3.5 のようにまとめられる。全体としては比較的安定的に推移していることがわかる。1990 年代において TFP が 1 を下回っていることは過去に比べて TFP が減少していることを意味する。

表 3.4 計測された IC-based TFP のランキング (1971~2004 での平均)

1位	Mexico	1.4517	2位	United States	1.1333		
3位	Pakistan	1.0979	4位	Japan	1.0534	5位	Thailand
6位	Venezuela, RB	1.0383	7位	Canada	1.0226	8位	Australia
9位	Ecuador	1.0159	10位	Botswana	1.0149	11位	Bolivia
12位	Mauritania	1.0139	13位	United Kingdom	1.0125	14位	Malaysia
15位	Portugal	1.0107	16位	Greece	1.0103	17位	Belgium
18位	Guatemala	1.0095	19位	Nicaragua	1.0092	20位	Honduras
21位	Rwanda	1.0082	22位	France	1.0071	23位	Dominican Rep.
24位	Senegal	1.0065	25位	Ghana	1.0060	26位	Netherlands
27位	Turkey	1.0043	28位	Jamaica	1.0033	29位	Finland
30位	Sri Lanka	1.0014	31位	Spain	1.0009	32位	Sweden
33位	Norway	0.9994	34位	Philippines	0.9993	35位	Benin
36位	China	0.9981	37位	Austria	0.9973	38位	Ireland
39位	Denmark	0.9917	40位	Korea, Rep.	0.9857	41位	Morocco
42位	India	0.9724	43位	Kenya	0.9252		

表 3.5 年代ごとの全体の傾向

All countries	TFP in GS	Efficiency Change in GS	Technological Change in GS
1970's	1.0284	1.0275	1.0089
1980's	1.0414	1.0651	0.9872
1990's	0.9975	0.9571	1.0482
2000's	1.0138	1.0443	0.9847

3.5.2. TFP 調整後 GS による持続可能性判断

推定された IC-based TFP によって従来の GS を調整し、持続可能性を判定するためのより精緻化された指標を提供する。ここでは、新たに計測する指標のもつ意味を明確にするために、従来の主要な研究である Arrow et al. (2004) と比較する。その際に TFP 推計以外の手順を Arrow et al. (2004) に統一して、判定結果に違いが生じるかに着目する。

結果は表 3.6 にまとめられる²¹。第（1）列は、世界銀行の WDI から得られる国民総所得（Gross National Income: GNI）あたりの GS を示しており、本研究結果の比較対象の一つである。第（2）列は包括的富の成長率の測定期間（1970～2005）の平均値である。第（3）列は人口増加率の測定期間の平均値である。したがって、第（2）列から第（3）列を引くことにより、一人あたり富の増加率が計算される。これが第（4）列であり、TFP を考慮していないことから TFP 調整前の一人あたり包括的富増加率と表現している。そして、第（5）列が IC-based TFP の増加率である。第（4）列に第（5）列を足し合わせることにより、目的である TFP 調整後の一人あたり富増加率が計算される。これが第（6）列に示されている。

第（1）列～第（6）列までの計算手順は Arrow et al. (2004) に則っている。したがってこの計算結果（第 6 列）は、Arrow et al. (2004) の結果と比較可能である。ただし Arrow et al. (2004) で提供されている国は限られており、次節において重複する国のみをピックアップして比較を行う。もちろん、表 3.6 で提供されている 43 カ国については、IC-based TFP による新しい調整をおこなった指標となっているため、この指標でそれぞれの国の持続可能性を議論することは可能である。

43 カ国全体の IC-based TFP 調整後の一人あたり包括的富成長率は 5.61 と計算される。このことは全体としては持続可能な発展の経路に乗っていることを意味している。しかしながら表 3.6 からも明らかなように、第（6）列は非常に大きな分散をもっており、持続可能と判定される国と、持続不可能であると判定される国が混在している。資本移動が盛んなグローバル経済において、相互の依存関係が緊密化しているため、全体の結果が非負の値をとったからといって全体として持続可能であると判定するのは慎重であったほうが良い。この点については資本移動・資本依存関係を考慮した分析が必要となる。詳しくは佐藤他（2012）を参照されたい。

図 3.3 は、横軸に IC-based TFP 調整前の一人あたり包括的富成長率をとり、縦軸に調整後のそれをとったものをプロットしたものである。45 度線よりも上にプロットされている国は正の TFP をもつ国であることを示している。従来の研究と異なり、正の TFP を持つ国が比較的多く観察された。これは IC-based TFP が包括的な資本を考慮していること、消費の効果を反映していることによる結果であると考えられる。

²¹ 表 3.6 では TFP について Arrow et al. (2004) と同様の想定を採用し、TFP を 1.72 を乗じたものを GS 調整に用いている。

表 3.6 IC-based TFP を考慮した一人あたり包括的富成長率

Country	GS per GNI (1)	Growth rate of unadjusted genuine wealth (2)	Population Growth Rate (3)	Growth rate of Per capita Genuine wealth (before adjusted TFP) (4)	TFP Growth rate (5)	Growth rate of Per capita Genuine Wealth (after TFP Adjustment) (6)
1 Australia	7.2549	1.7292	1.3434	0.3858	2.7413	3.1271
2 Austria	13.6654	1.9678	0.2785	1.6892	0.3395	2.0287
3 Belgium	13.8743	2.6183	0.2261	2.3922	1.7085	4.1007
4 Benin	0.4443	0.0115	3.1947	-3.1832	0.0443	-3.1389
5 Bolivia	-2.0251	0.5407	2.2559	-1.7153	0.7102	-1.0051
6 Botswana	28.1134	1.2954	2.5422	-1.2469	-0.1059	-1.3527
7 Canada	9.7347	2.4631	1.1911	1.2720	4.2694	5.5415
8 China	15.7264	1.2460	1.3200	-0.0740	9.1296	9.0556
9 Denmark	11.3874	1.5924	0.2569	1.3355	0.3785	1.7140
10 Dominican Rep	13.1614	0.9328	2.0085	-1.0756	0.4054	-0.6702
11 Ecuador	-7.1698	1.1150	2.3060	-1.1910	0.1278	-1.0632
12 Finland	12.9313	1.1568	0.3781	0.7787	0.6385	1.4172
13 France	13.6412	2.2584	0.5052	1.7532	1.1935	2.9467
14 Ghana	2.0095	0.0298	2.6281	-2.5983	0.2045	-2.3938
15 Greece	14.2537	1.7052	0.6854	1.0198	0.9632	1.9830
16 Guatemala	2.4897	0.2751	2.4294	-2.1544	0.0056	-2.1488
17 Honduras	14.0405	0.2110	2.9879	-2.7769	-0.0773	-2.8542
18 India	10.2321	0.5854	2.0083	-1.4229	1.0627	-0.3602
19 Ireland	14.7483	2.6853	0.9521	1.7332	0.2752	2.0084
20 Jamaica	9.1327	0.1972	1.0120	-0.8147	0.1644	-0.6503
21 Japan	19.1053	23.6921	0.5771	23.1150	2.1735	25.2884
22 Kenya	12.5420	0.1216	3.2436	-3.1220	3.1936	0.0717
23 Korea, Rep.	22.2910	2.8993	1.1859	1.7134	1.2038	2.9173
24 Malaysia	13.4488	1.6793	2.4701	-0.7908	0.9132	0.1224
25 Mauritania	-17.3458	0.7089	2.5638	-1.8548	0.1184	-1.7364
26 Mexico	4.8379	0.6814	2.0521	-1.3707	165.7486	164.3780
27 Morocco	14.5214	1.0958	2.0334	-0.9375	-0.1483	-1.0858
28 Netherlands	16.1763	3.3185	0.6391	2.6794	0.3015	2.9809
29 Nicaragua	-7.9548	-0.0059	2.4566	-2.4625	0.0321	-2.4304
30 Norway	14.0762	3.0169	0.4939	2.5230	0.6574	3.1804
31 Pakistan	9.1019	0.4778	2.7293	-2.2516	1.8454	-0.4062
32 Philippines	15.0021	0.8702	2.3767	-1.5065	0.4109	-1.0956
33 Portugal	9.2816	0.6521	0.5952	0.0569	0.8032	0.8601
34 Rwanda	5.6369	0.3948	2.6083	-2.2135	-0.0815	-2.2950
35 Senegal	-0.4151	-0.0680	2.7137	-2.7817	0.1813	-2.6005
36 Spain	12.2155	1.7027	0.6762	1.0265	0.9035	1.9300
37 Sri Lanka	14.8434	0.4356	1.3563	-0.9208	-0.0157	-0.9364
38 Sweden	16.1993	2.4656	0.3180	2.1475	0.4843	2.6319
39 Thailand	19.7857	1.0142	1.6390	-0.6248	7.1610	6.5362
40 Turkey	15.2429	0.0202	2.0663	-2.0461	1.1121	-0.9340
41 United Kingdom	8.3496	1.9964	0.2053	1.7911	2.1913	3.9824
42 United States	8.7533	2.3784	1.0556	1.3227	8.3258	9.6485
43 Venezuela, RB	-3.1724	0.1491	2.6329	-2.4838	14.4187	11.9349

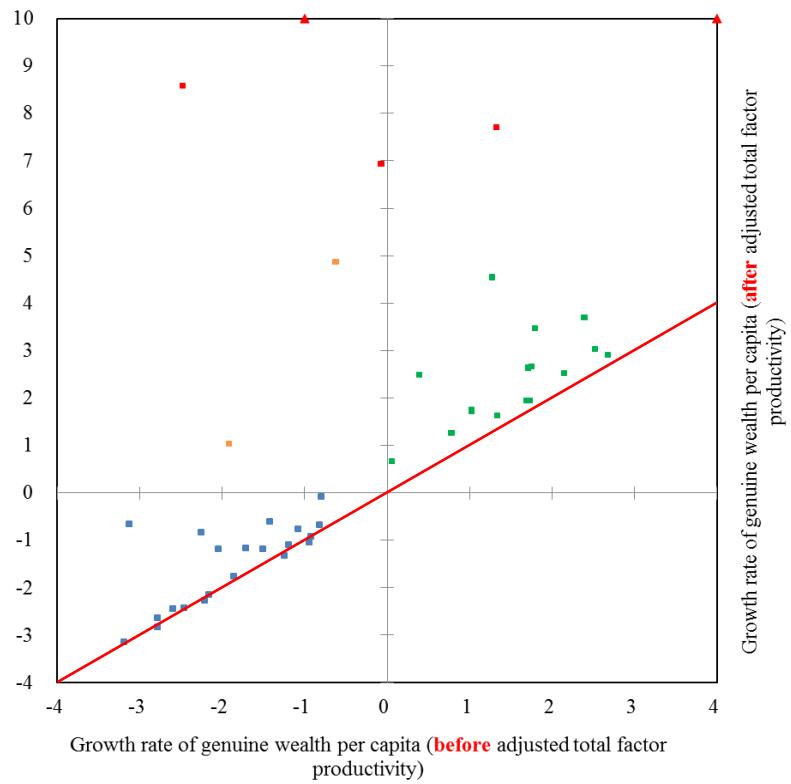


図 3.3 IC-based TFP 調整の前後比較

3.5.3. GDP-based TFP との比較

ここでは IC-based TFP の推計と全く同じ手法をもついて、GDP をアウトプットとした時の TFP とどの程度異なるかを確認する。表 3.7 および図 3.4 が示している通り、IC-based と GDP-based では推計される TFP が少なからずばらついていることが見てとれる。重要なことは、繰り返しになるが GS というコンセプトの本質がその包括性にあるということである。そのために GS の調整には包括的な資本を考慮している TFP で調整すること、すなわち IC-based TFP による調整が望ましい。このときに、GDP-based TFP と IC-based TFP が大きく異なる数値をとっている場合、いずれで調整するかは持続可能性指標に基づく判定結果を左右する要因になりえるのである。

表 3.7 IC-based TFP と GDP-based TFP による調整結果の比較

	IC-based TFP Growth rate	GDP-based TFP Growth rate	IC-based TFP adjusted IW growth	GDP-based TFP adjusted IW growth
Australia	2.7413	0.0203	3.1271	0.4060
Austria	0.3395	0.1746	2.0287	1.8638
Belgium	1.7085	0.2589	4.1007	2.6511
Benin	0.0443	0.1846	-3.1389	-2.9986
Bolivia	0.7102	0.2183	-1.0051	-1.4970
Botswana	-0.1059	0.1491	-1.3527	-1.0977
Canada	4.2694	0.1007	5.5415	1.3727
China	9.1296	-0.0905	9.0556	-0.1645
Denmark	0.3785	0.1226	1.7140	1.4581
Dominican Rep	0.4054	0.0185	-0.6702	-1.0571
Ecuador	0.1278	0.2135	-1.0632	-0.9774
Finland	0.6385	0.3037	1.4172	1.0824
France	1.1935	0.1643	2.9467	1.9175
Ghana	0.2045	-0.3157	-2.3938	-2.9140
Greece	0.9632	0.4449	1.9830	1.4647
Guatemala	0.0056	0.2021	-2.1488	-1.9522
Honduras	-0.0773	0.1709	-2.8542	-2.6060
India	1.0627	-0.3871	-0.3602	-1.8100
Ireland	0.2752	0.1606	2.0084	1.8938
Jamaica	0.1644	0.9465	-0.6503	0.1318
Japan	2.1735	0.7033	25.2884	23.8182
Kenya	3.1936	0.4161	0.0717	-2.7059
Korea, Rep.	1.2038	0.2017	2.9173	1.9151
Malaysia	0.9132	0.3210	0.1224	-0.4698
Mauritania	0.1184	0.0611	-1.7364	-1.7937
Mexico	165.7486	0.3336	164.3780	-1.0371
Morocco	-0.1483	0.4411	-1.0858	-0.4964
Netherlands	0.3015	0.0437	2.9809	2.7231
Nicaragua	0.0321	0.4469	-2.4304	-2.0156
Norway	0.6574	0.1768	3.1804	2.6999
Pakistan	1.8454	6.4999	-0.4062	4.2483
Philippines	0.4109	0.0121	-1.0956	-1.4944
Portugal	0.8032	0.5224	0.8601	0.5793
Rwanda	-0.0815	3.2663	-2.2950	1.0528
Senegal	0.1813	0.3170	-2.6005	-2.4647
Spain	0.9035	0.2826	1.9300	1.3091
Sri Lanka	-0.0157	-0.2191	-0.9364	-1.1399
Sweden	0.4843	0.0502	2.6319	2.1978
Thailand	7.1610	0.1741	6.5362	-0.4508
Turkey	1.1121	0.3114	-0.9340	-1.7347
United Kingdom	2.1913	0.1727	3.9824	1.9637
United States	8.3258	0.1105	9.6485	1.4333
Venezuela, RB	14.4187	-0.1228	11.9349	-2.6066

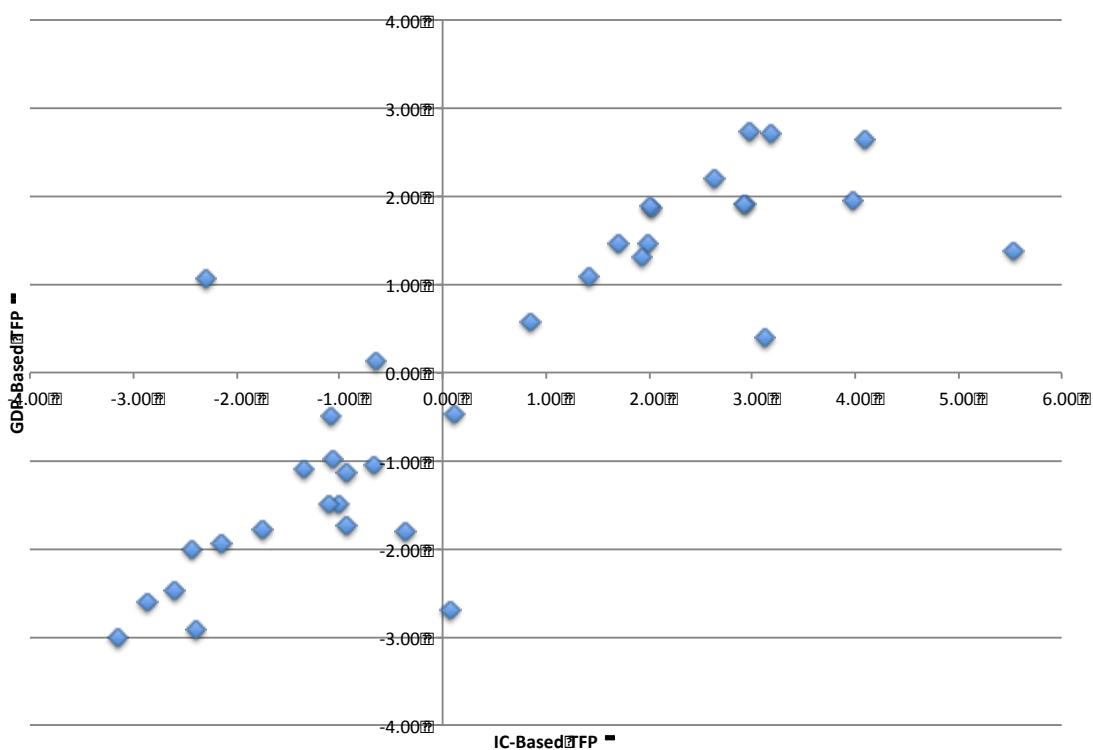


図 3.4 IC-based TFP による調整結果と GDP-based TFP による調整結果のプロット

3.5.4. 先行研究・指標との比較

この小節では、本研究で提供した IC-based TFP による調整指標がもつ意味を明らかにするために、主要な先行研究である Arrow et al. (2004) と比較して結果を検討する。すでに述べたように、表 3.6 は Arrow et al. (2004) と同じ計算手順を踏んでいるために比較が可能である。しかしながら Arrow et al. (2004) のサンプルが少ないため、ここでは重複している 5 カ国すなわちインド、パキスタン、中国、アメリカ合衆国、イギリスの結果比較を行う。

表 3.8 はこの比較をまとめたものである。ここでは TFP 調整の前後を示しているが、本研究の TFP は新たに推計した IC-based TFP によるものであるのに対して、Arrow et al. (2004) は従来の TFP を用いていることに注されたい。

この 2 つの結果で持続可能性の判定結果が異なることが興味深い。インドとパキスタンについては、Arrow et al. (2004) の結果では TFP を考慮しなければ持続不可能であるが、TFP を考慮すれば持続可能であると判定結果が変わることを主張している。これに対して本研究は、TFP を考慮する前は Arrow et al. (2004) と同じく持続不可能であるという判定は同じであるが、TFP を考慮してもなお持続不可能であると判定されている。これは IC-based TFP 成長率が先行研究よりも小さいためである。このことは、これらの国では、自然資源利用あるいは消費水準に問題があることが示唆される。そしてこうした影響は持続可能性の判定結果を覆るものであることも示唆された。

次に中国については、本研究では TFP 調整前は持続不可能と判定される状況が、TFP を考慮することで持続可能と判定されることになるという結果であった。TFP 調整前の判定が Arrow et al.

(2004) と異なるものの、TFP の正の影響が大きく、それを考慮すれば同じ判定結果となることがわかる。

アメリカ合衆国とイギリスについては、2 つの研究比較はほぼ同様の持続可能性判定結を導いている。

このように、いずれの TFP を用いるかで結果が変わり得るもの、どの程度変わるのが国によって異なることがわかる。しかしながら、自然資本利用や消費といった持続可能な発展の主要な検討事項を考慮している IC-based TFP は、持続可能な発展の政策利用において重視されるべきであると考えられる。

表 3.8 先行研究・指標との比較

	This study		Arrow et al. (2004)	
	Before TFP adjustment	After TFP adjustment	Before TFP adjustment	After TFP adjustment
India	-1.42	-0.36	-0.57	0.54
Pakistan	-2.25	-0.41	-1.35	0.59
China	-0.07	9.06	2.06	8.33
United Kingdom	1.79	3.98	1.30	2.29
United States	1.32	9.65	0.72	0.75

3.6. 結論

本研究では、従来の GS を精緻化するために技術進歩や効率性変化を測定する TFP 指標に着目し、従来の GS 指標を改善することに成功した。

GS や IWI などの近年注目を集めている持続可能性指標についてサーベイを行った結果、これら指標が持続可能性指標たりえる条件は、含まれている資本が包括的であることである点が本質的に重要である。そして、従来の研究で取り組まれてきたことは、包括性をもとめて測定項目を拡大し、深刻な数え漏らしを極力排除する方向で改善がなされてきた。しかしながら、指標を調整するうえで重要な役割を果たす TFP については、従来の狭義の投入（人工資本・労働）・産出（GDP）に基いて推計されたものが用いられてきた。このことは、持続可能性指標が備えるべき包括性にそぐわない。

そこで本研究は、入手可能なデータから 43 カ国、1970 年から 2005 年にかけての GS データと包括的ストックデータを集めて完備パネルを構築し、Malmquist index で測った IC-based TFP を計算した。

この指標およびその分析が政策利用に有用である理由は以下のとおりである。

- IC-based TFP は人工資本だけでなく、人的資本・自然資本を考慮しているため、資源利用の改善や消費の影響を測定することができる。
- したがって、省資源の生産技術など、GDP で現れない環境・資源の保全に役立つ技術・効率性の評価が可能になる。
- 省資源やグリーン経済発展といった必ずしも GDP で評価できない環境政策目標は、この指標を用いることによって評価が可能となる。
- IC-based TFP の効果を念頭において、持続可能な発展形路を実現するためには、自然資本の劣

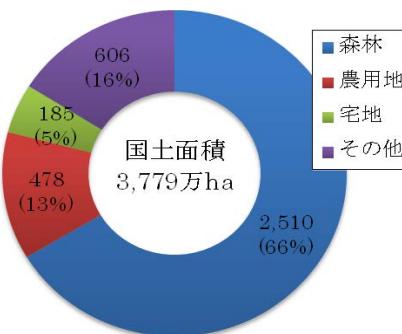
化・減少を抑制する環境規制、資源利用の効率性や技術を上昇させる環境技術投資、人工資本と自然資本の調和的蓄積を実現するグリーン投資などといった政策を執行する際に、IC-based TFPで調整した包括的富の成長率への貢献を分析することによって、いずれの政策が持続可能な発展にもっとも寄与するのかという視点での政策評価が可能となる。

本研究結果は、持続可能な発展を目指す政策を形成していくうえで極めて重要な情報基盤を提供するものである。今後はさらにデータベースを拡充し、特に枯渇性資源に乏しい我が国が注視すべき要素、すなわち枯渇性資源の対外依存性、生産可能資源の動向、健康などを含めた人的資本の動向といった、現存の持続可能性指標では十分に分析されていない点について研究を進めることが求められる。

4. 幸福度指標を用いた自然資本の金銭価値評価

4.1. 日本の森林資源、農地の現状

図4.1に示すように、日本は国土の3分の2が森林に覆われており、農用地も1割以上を占める、世界有数の緑被率を有する国である。しかし、過去には、第二次世界大戦時には木材調達のため、戦後には復興資源確保のために、大規模な森林伐採が行われた経験を持つ。現在の森林は、その後制定された「造林臨時措置法」や「分収林特別措置法」などにより、1950年代から1970年代半ばにかけて毎年30万ha以上の植林が進められたこと、そして、高度経済成長によって建築用材の需要が増大する中で、天然林を人工林に転換する「拡大造林計画」が進められたことによって形作られたといえる（林野庁、2012）。ここで「拡大造林計画」とは、主に天然林を伐採した跡地に人工林（育成林）を植林する政策であり、天然林を伐採した跡地に比較的成長の早く、経済価値の高いスギやヒノキなどの人工林を植える政策である。このような人工林が成長した現在の日本は、森林資源量としては充実しているといえる（図4.2）。



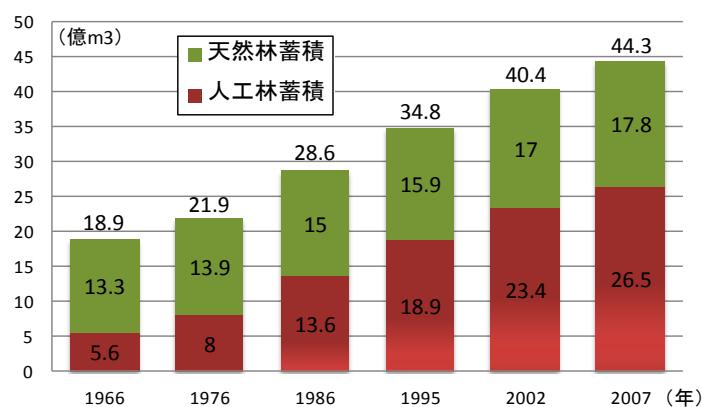
出典：林野庁「平成24年版森林・林業白書」を基に著者作成

注1：国土面積は平成17年10月1日現在の数値

注2：森林面積は平成19年3月31日現在の数値

注3：計の不一致は四捨五入による

図4.1 国土面積と森林面積の内訳



出典：林野庁「平成24年版森林・林業白書」を基に著者作成

注：各年とも3月31日現在の数値

図4.2 森林資源量の推移

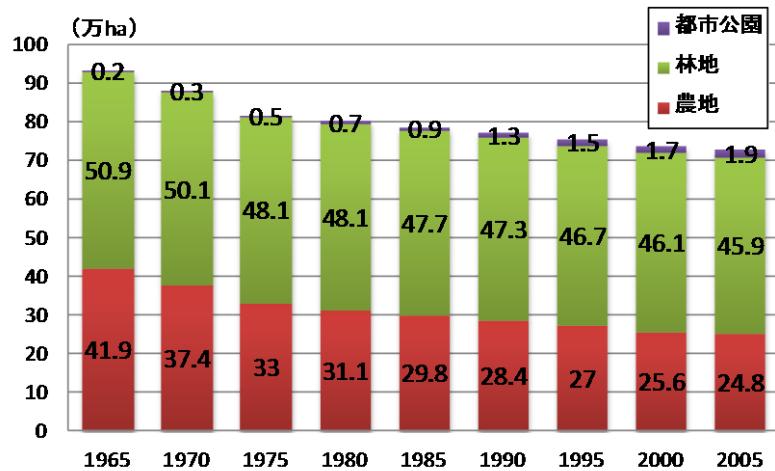
ただし、人工林の多くはいまだ間伐等が必要な育成段階にあるものの、木材として本格的に利用可能となる 50 年生以上（高齢級）の割合が年々増加していることが指摘されている。すなわち、高齢級の人工林は、2007 年時点では 35 パーセントを占めるに過ぎないが、2017 年には 6 割に達すると見込まれ、一方で近年の林業生産活動の低迷により、若齢林が非常に少ない状態にあり、今後、齢級構成の均衡がとれた森林資源の造成が必要とされている（平成 24 年版森林・林業白書）。間伐は後述の森林の有する多面的機能の発揮のために必要不可欠であることも指摘される。現在、林野庁では、総合的な間伐対策を推進しており、2008 年 3 月に改定された「京都議定書目標達成計画」において、森林吸収量の目標である 1,300 万炭素トンを確保するため、2007 年度から 2012 年度までの 6 年間に、計 330 万ヘクタールの間伐を実施することを目標としている。この結果、2004 年度から 2010 年度までに 324 万ヘクタールの間伐が実施されてきている。しかし、それでもなお、日本の人工林の約 6 割にあたる 640 万ヘクタールが、間伐が必要な森林とされている。以上のように、日本では森林資源の「量」としては充実しているものの、林業の採算性の低さを背景として、間伐等の施業が十分に実施されない、あるいは伐採しても再び植栽等が行われない、といったことを背景として森林資源の「質」の低下が問題視されている。

一方、都市部では都市化の進展に伴う緑被率の低下がみられている。図 4.3 に示すように、首都圏（埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県）における緑地（都市公園・林地・農地）面積の推移を見ると、1965 年から 2003 年の間に都市公園の面積が約 1.6 万ヘクタール増加している一方で、農地・林地が約 21.9 万ヘクタール減少しているため、緑地合計では約 22 パーセント減少している状況にある。この減少傾向は人口集中地域に顕著であり、たとえば、横浜市は図 4.4 に示すように、緑被率の低下が顕著である。同市において、樹林地面積は 1960 年に 10,344 ヘクタールであったが、1980 年には 4,999 ヘクタールに減少、1999 年には 2,732 ヘクタールにまで減少している²²。また、名古屋市を例に挙げると、図 4.5 に示すように、1990 年から 2010 年の間に緑被率が 6.5 パーセント減少（面積にして約 2,100 ヘクタール）している。大阪府でも同様の現象が起きており、大阪府市街地（市街化区域）では、1992 年からの 10 年間に緑被地面積が 2,575 ヘクタール減少し、緑被率が約 20 パーセントから約 17 パーセントに低下、大阪市市街地（市街化区域）では同 10 年間に緑被地面積が 106 ヘクタール減少し、緑被率が 10.3 パーセントから 9.5 パーセントに低下している²³（国土交通省、2006）。

²² 国土交通省資料「みどりの政策の現状と課題」

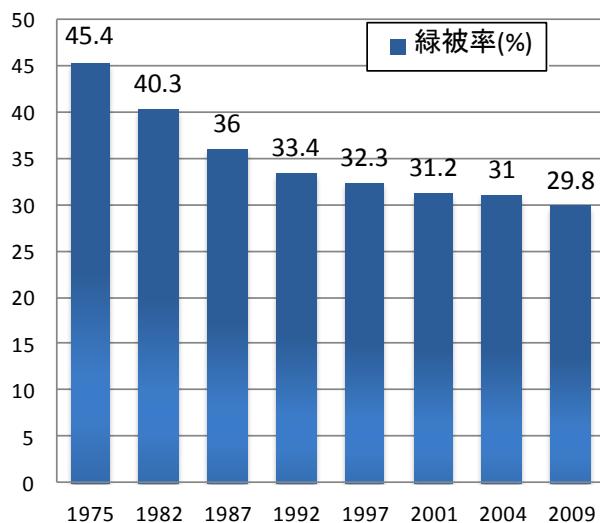
http://www.mlit.go.jp/singikai/infra/city_history/city_planning/park_green/h18_1/park_green_.html

²³ ここでの緑被地の定義は、樹林・樹木に被われた区画、果樹園、草地（芝地を含む）である。



出典：国土交通省「国土交通白書（2007）」を基に筆者作成

図 4.3 首都圏（埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県）における緑地面積の推移

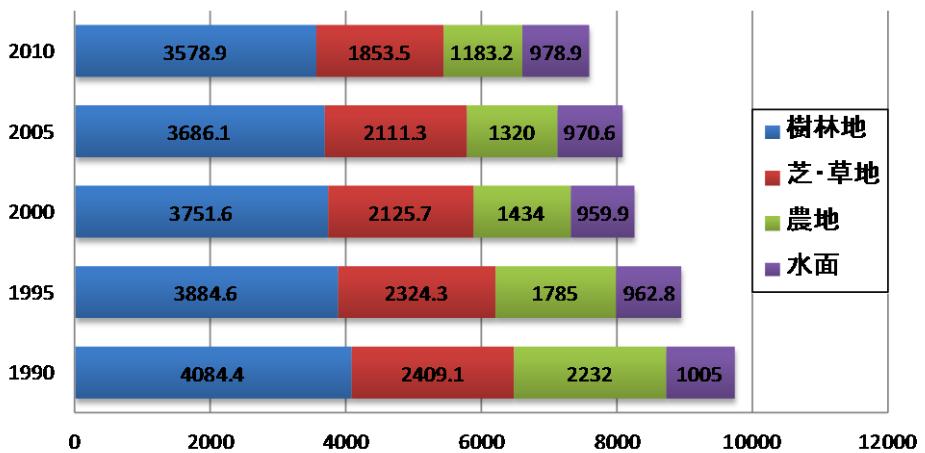


出典：横浜市ホームページを基に著者作成

<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/data/ryokuhi/ryokuhi.html>

注：緑被率は樹林地、農地、草地の合計

図 4.4 横浜市における緑被率の推移



出典：名古屋市ホームページ「緑の状況について」を基に著者作成
<http://www.city.nagoya.jp/shisei/category/53-3-3-1-0-0-0-0-0-0.html>

図 4.5 名古屋市における緑被率の推移

4.2. 緑の多面的機能

古くから人間が享受してきた森林および農業の機能には様々なものがある。日本学術会議（2001）においては、森林の機能について以下のように記述されている。

「最も根源的な森林の機能として、人類そのものが森林を舞台とした生物進化の所産であることの意味までを含む①生物多様性保全機能がある。森林の本質である環境保全機能としては②地球環境保全機能、③土砂災害防止機能／土壤保全機能、④水源涵養機能、⑤快適環境形成機能がある。日本人のここにかかわるものとしては、⑥保健・レクリエーション機能、⑦文化機能がある。さらに、⑧物質生産機能は、環境保全機能等とトレードオフの関係にあり、異質の原理に基づく機能といえる。」

ここで、それぞれの機能は、詳細には表 4.1 に示すように複数の要素から構成されると考えられる。こうした多面的機能は、重要な効用をもつ可能性が高いにもかかわらず、一般に市場が成立せず、その供給に対して支払いがなされることのない「プラスの外部効果（外部経済）」として認識される。国民がプラスの外部効果を無差別に受け取ることのできる「公共財」としての性格を有するのである。したがって、これらの機能の維持保全については、市場機構を通じて達成することは困難とされる（日本学術会議、2001）。

たとえば、森林・農業の果たす多面的機能の一領域に、文化的・社会的側面が挙げられるが、伝統的文化の継承、地域活性化といった機能は森林や農業の持つ価値として金銭価値評価が十分になされていないのが現状と言える。日本学術会議（2001）では、工業化、都市化を経て、物的な豊かさを享受した都市部においては「高地価、高家賃と狭い部屋、持ち家取得の困難、長時間の通勤ラッシュ、交通渋滞、日照不足、水と空気の汚れ、緑など自然的要素の不足、長時間労働と出世競争、地域社会の欠如と近隣関係の薄さ等々、人間生活の真の豊かさとは何かが問われるような、多くの問題に直面している」との指摘を行っている。また、「国民の間に、農林水産業の生み出す生産物の需要とともに、ふるさとの田園・森林景観や伝統的行事、ひいては自然的・農村的なリズムをもった生活スタイルなどへの強い思いが盛り上がってきており」との記述もある。人々の価値観の変化が起きている現在、

森林・農業の価値を再確認する必要性が高まっていると考えられる。

表 4.2 に示すように、農業の機能に関しても森林と同様の機能があることが前述の日本学術会議（2001）で示されている。すなわち、①持続的食料供給が国民に与える将来に対する安心、②農業的土地利用が物質循環系を補完することによる環境への貢献、③生産・生活空間の一体性と地域社会の形成・維持である。農業の多面的な機能として、環境機能、利用機能、文化機能があることが指摘されていると言える。

表 4.1 森林の多面的機能

①生物多様性保全	遺伝子保全
	生物種保全
	生態系保全
②地球環境保全	地球温暖化の緩和
	地球気候システムの安定化
③土砂災害防止機能／土壤保全機能	表面侵食防止
	表層崩壊防止
	その他土砂災害防止機能
	土砂流出防止
	土壤保全 (森林の生産力維持)
④水源涵養機能	その他の自然災害防止機能
	洪水緩和
	水資源貯留
	水量調節
⑤快適環境形成機能	水質浄化
	気候緩和
	大気浄化
⑥保健・レクリエーション機能	快適生活環境形成
	療養
	保養
⑦文化機能	レクリエーション
	景観・風致
	学習・教育
	芸術
	宗教・祭礼
	伝統文化
⑧物質生産機能	地域の多様性維持（風土形成）
	木材
	食糧
	肥料
	飼料
	薬品その他の工業原料
	緑化材料
	観賞用植物
	工芸材料

出典：林野庁ホームページ (http://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/tamenteki/con_1.html) を基に著者作成

表 4.2 農業の多面的機能

①持続的食料供給が国民に与える将来に対する安心	
	農業による物質循環系の形成
	1) 水循環の制御による地域社会への貢献（洪水防止、土砂崩壊防止、土壤侵食（流出）防止、河川流況の安定、地下水涵養）
②農業的土地利用 が物質循環系を補 完することによる 環境への貢献	2) 環境への不可の除去・緩和（水質浄化、有機性廃棄物分解、大気調節（大気浄化、機構緩和など）、資源の過剰な集積・収奪防止）
	二次的（人工の）自然の形成・維持
	1) 新たな生態系としての生物多様性の保全等（生物生態系保全、遺伝資源保全、野生動物保護）
	2) 土地空間の保全（優良農地の動態保全、みどり空間の提供、日本の原風景の保全、人工的自然景観の形成）
	地域社会・文化の形成・維持
③生産・生活空間の 一体性と地域社会 の形成・維持	1) 地域社会の振興
	2) 伝統文化の保存
	都市的緊張の緩和
	1) 人間性の回復
	2) 体験学習と教育

出典：日本学術会議（2001）をもとに著者作成

4.3. 緑の多面的機能の価値評価

前節に示したように、森林および農業は多様な機能を有している。しかし、一方で、それぞれの機能の中には定量的評価が難しいものも含まれており、価値評価に関する研究は発展途上にあると言える。たとえば、前述の日本学術会議（2001）では評価手法として代替法とトラベルコスト法を用いた試算を提示しているが、同報告書も指摘しているように、代替法は他の市場財によって代替しうる機能に適用可能な評価手法であり、代替可能な財がない場合、あるいは代替財の選択が難しい場合には評価が困難である。したがって、多面的機能の中で評価可能である対象は水質改善や土砂流出防止など一部機能の価値評価に制約される。また、トラベルコスト法は国立公園等の観光地に分析対象が限られてしまうという制約を持つ。表 4.3 に日本学術会議（2001）の価値評価を示す。

環境評価手法を用いた先行研究は多く、そこでは前述の代替法、トラベルコスト法のほかに、アンケートを用いて回答者の環境に対する支払意思額を尋ねる仮想評価法（Contingent Valuation Method: CVM）やコンジョイント分析、そして土地価格を用いて環境の価値を推計するヘドニック法が用いられてきている²⁴。仮想評価法やコンジョイント分析は利用価値だけでなく、非利用価値についても評価をすることが可能であり、市場価格の存在しない財の評価にも広く適用できるという利点を持つ。たとえば、倉増他（2011）では日本全国の世帯を対象としたアンケート結果を用いて、自分の地域に關係のある水源林保護および（地球温暖化による）農業被害の抑止に対する支払意思額を仮想評価法を用いて算出している。その結果、水源林に関しては平均で 6,351 円、農業被害に関しては 6,508 円という結果を得ている²⁵。また、地球環境戦略研究機関ほか（2012）では同じく日本全国の世帯を対象としたアンケートを行い、保護林面積率、環境保全型農業率、自然公園面積率、湿地保全面積率、絶滅危惧種保全率について、コンジョイント分析を用いて支払意思額を明らかにしている。

²⁴ 詳細なレビューは地球環境戦略研究機関ほか（2012）を参照のこと。

²⁵ 非利用価値である将来（100 年後）の環境変化や海外の環境変化についても評価を行っている。

その結果、1 パーセントの上昇に対する回答者の限界支払意思額は選好の多様性を考慮に入れたランダムパラメータ・ロジットモデルにおいて、それぞれ 196 円、2357 円、85 円、1,113 円、-132 円という結果となっている。さらに、回答者の効用パラメータには多様性が存在し、支払意思額には分布が存在するため、保全を実施する際に価値観の相違により対立が生じる可能性が高いことも指摘している。以上のように、森林や農業の多面的機能に対しては、利用価値だけでなく非利用価値についても適用可能な仮想評価法やコンジョイント分析を用いて分析を行う研究が増えてきている。また、森林や農業のアメニティとしての価値が土地価格に反映されるのであれば、ヘドニック手法も有効と考えられる。

表 4.3 代替法およびトラベルコスト法による森林および農業の価値評価

機能の種類と評価額		評価方法：評価額
森林	二酸化炭素吸収	火力発電所の二酸化炭素回収装置を代替財として評価：1兆 2,391 億円／年（代替法）
	表面侵食防止	砂防ダムを代替財として評価：28兆 2,565 億円／年（代替法）
	表層崩壊防止	土留工を代替財として評価：8兆 4,421 億円／年（代替法）
	洪水緩和	治水ダムを代替財として評価：6兆 4,686 億円／年（代替法）
	水資源貯留	利水ダムを代替財として評価：8兆 7,407 億円／年（代替法）
	水質浄化	雨水利用施設及び水道施設を代替財として評価：14兆 6,361 億円／年（代替法）
農業	保健・レクリエーション	日本の自然風景を観賞することを目的とした旅行費用により評価：2兆 2,546 億円／年（トラベルコスト法）※機能のごく一部を対象とした試算
	洪水防止	治水ダムを代替財として評価：3兆 4,988 億円／年（代替法）
	水源涵養（河川流況安定）	利水ダムを代替材として評価：1兆 4,633 億円／年（代替法）
	土壤侵食防止機能	砂防ダムを代替財として評価：3,318 億円／年（代替法）
	水源涵養（地下水涵養）	地下水と上水道との利用上の差額によって評価：537 億円／年（代替法）
	土砂崩壊防止	土砂崩壊の被害抑止額によって評価：4,782 億円／年（代替法）

出所：日本学術会議（2001）

しかしながら、仮想評価法やコンジョイント分析は表面的な回答によるバイアスや戦略的回答によるバイアス等の問題が生じやすく、一般に価値が過大評価されやすいこと、また、ヘドニック手法は環境の変化が即時に土地価格に反映されず過小評価になりがちである、という指摘が存在する点に注意が必要と考えられる（Frey et al., 2009）。この点を背景として、近年 Life Satisfaction Approach (LSA) と呼ばれる手法が注目され始めている。本研究はこの LSA に注目する。LSA は仮想評価法のように直接的に価値を問わないとアンケート回答時のバイアスを避けることが期待され、また、幸福度を通して様々な非市場財の価値を評価するため、価格への反映の問題も回避することができる

と言われている。この手法は具体的には、所得と非市場材（森林の機能など）それぞれの限界効用を推計し、その代替率をもとに非市場材の金銭価値を算出するものである。

LSA は、主観的幸福度に関する下記の式を推計することで求められる (Frey et al., 2009)。

$$SWB = f(x, y, \theta' z) \quad (4.1)$$

ここで、SWB はアンケート調査によって得られる主観的幸福度、 x は評価対象となる非市場財、 y は所得、 $\theta' z$ はその他の主観的幸福度に影響を及ぼす要因である。 x の限界変化に対する限界支払意思額 (Marginal Willingness To Pay: MWTP) は (4-1) 式を全微分し、 $dSWB=0$ とすることで得られる。具体的には下記の (4-2) 式であらわされる。

$$MWTP = -dy/dx = (\partial f / \partial x) / (\partial f / \partial y) \quad (4.2)$$

なお、この LSA を用いた研究は大気汚染や騒音に対する被害額を見積もる研究がほとんどであり、緑の金銭価値評価を行った研究の蓄積は乏しい。我々の注目をしている「緑と幸福度の関係性」について検証している研究は我々の知る限り Smyth et al. (2008)、Ambrey and Fleming (2011, 2012) 程度である。Smyth et al. (2008) は中国の都市部における公園面積は統計的に有意に幸福度を高める効果を持つことを見出している。一方、Ambrey and Fleming (2011) も同様に公園と幸福度の関係を検証している。ただし Ambrey and Fleming (2011) はオーストラリアについて、幸福度と「居住地と公園との距離」との関係を回帰分析により調べている。分析の結果、公園の存在は幸福度を増大させるが、居住地から 50 km 程度の距離の公園が最も幸福度を増大させることが見出されている。Ambrey and Fleming (2012) は緑の量の指標として、より客観的な指標として地理情報システム (GIS) の緑被率データを用いている。具体的には、オーストラリアの都市部を対象に居住地の緑被率が統計的に有意に住民の幸福度を高めるという結果を見出し、その結果を用いて、オーストラリアの主要都市における Greenspace (公園、コミュニティーパーク、墓地、競技場、国立公園、自然環境保護区) の価値を、LSA によって金銭化している。分析の結果、Greenspace の 1 パーセントの増加 (Greenspace 1% = 143 m²) に対する限界支払意思額は年間の世帯収入において 1,168 ドル、一人当たり 467 ドル (一世帯平均 2.5 人) という結果が出されている。

なお、主観的幸福度と環境指標の関係性を検証している先行研究は以下のとおりである。主観的幸福度と大気汚染の関係性を検証した先行研究としては Welsch (2002, 2006) および倉増他 (2009, 2010) がある。Welsch (2002) は環境汚染と幸福度指標の関係性について検証を行った最初の研究であり、1990 年代前半の 54 カ国の環境汚染データと各国の平均の主観的幸福度との関係を検証している。分析の結果、酸性雨及び呼吸器の疾患の原因物質である二酸化窒素 (NO₂) について統計的に有意に幸福度を低下させるという結果が得られている。また、Welsch (2006) では経年での汚染物質データを用いて分析が行われており、NO₂ と鉛について統計的に有意に幸福度を低下させることを見出している。倉増他 (2009) では、浮遊粒子状物質 (PM10)、二酸化硫黄 (SO₂)、エネルギー消費量、二酸化炭素 (CO₂) に関する 50 カ国のパネルデータを用いた推計により PM10、SO₂ のみ統計

的に有意に幸福度を低下させることを見出している²⁶。

日本を対象とした環境汚染に関する研究は我々の知る限り倉増他(2010)のみである。倉増他(2010)は日本全国の個人に対するアンケート調査を行い、アンケート対象者の最寄りの観測地点での SO₂、NO₂、一酸化炭素(CO)、光化学オキシダント(Ox)、浮遊粒子状物質(SPM)の濃度と主観的幸福度の関係について推計を行っている。分析の結果、光化学スモッグの原因物質である Ox についてのみ統計的に有意に幸福度を低下させるという結果を得ている。

以上の環境指標に関する研究から示唆されることは、人体に直接的に影響を及ぼす物質については幸福度に影響があるものの、その被害が将来であるもの(すなわちエネルギー消費量や二酸化炭素)は幸福度に影響しないということである²⁷。

既に述べたとおり、森林および農業は多様な機能を有しているが、それぞれの機能の中には定量的評価が難しいものも含まれている。適用範囲の広い手法である仮想評価手法やコンジョイント分析は直接的に価値を尋ねるため過大評価の可能性を有し、またヘドニック手法は土地価格に環境影響が反映されにくく過小評価となってしまう可能性を有す。LSA はこうしたバイアスを回避する手法として注目されており、また上述のように Smyth et al. (2008) および Ambrey and Fleming (2011, 2012) の研究で幸福度と緑の間に統計的に有意な関係性が見出されていることから、本稿はこの LSA を用いた緑の価値評価を行いたい。具体的には、独自のアンケート調査を行い、LSA に必要となる主観的幸福度、所得、主観的幸福度に影響を及ぼす要因についてデータを取得し、緑に関しては Ambrey and Fleming (2012) に従って、客観的指標である居住地域周辺の緑被率を GIS を用いて算出し、緑の価値評価を行う。

4.4. データ

本稿では 2012 年 10 月 11 日から 12 日に、関東・関西の居住者を対象とし、インターネット調査を実施した。調査にあたっては各都道府県の人口統計上の都道府県別人口比率、性別比率、年齢層比率に留意して対象者を選定している。有効回答数は 1,986 サンプルであった。

本稿では緑のデータは国土地理院の「数値地図 5000」を用いる。数値地図 5000 の収録地域は三大都市圏(首都圏、中部圏、近畿圏)であるが、本稿では後述する理由で 2 期間のデータを使用するため、中部圏については分析対象から外している²⁸。また首都圏のデータには東京都は含まれていない。数値地図 5000 の土地利用データは、15 種類の土地利用項目に分類されている。具体的には「山林・荒地等、田、畑・その他の農地、造成中地、空き地、工業用地、一般低層住宅地、密集低層住宅地、中高層住宅地、商業・業務用地、道路用地、公園・緑地等、その他の公共公益施設用地、河川・湖沼等、その他」に分類されている。

本稿は上記の土地利用区分のうち「山林・荒地等」、「田」、「畑・その他の農地」、そして「公園・緑地等」の 4 区分を「緑」と定義する。それぞれの区分の具体的な定義を以下の表 4.4 に示す。緑の定

²⁶ このほか、大気汚染に関する研究の蓄積は多く、MacKerron and Mourato (2009)、Luechinger (2009、2010)、Ferreira and Moro (2010)、Menz (2011) などがある。

²⁷ 大気汚染以外には空港騒音(van Praag and Baarsma, 2005)、気候(Ferreira and Moro, 2010; Maddison and Rehdanz, 2011)、洪水(Luechinger and Raschiky, 2009)、干ばつ(Carroll et al., 2009)などがある。

²⁸ 首都圏は 2005 年版と 2000 年版が、近畿圏は 2008 年版と 2003 年版が存在するが、中部圏に関しては 2003 年版のみ存在する。

義をこの4つにした理由は、本稿の目的が森林と農業の多面的機能の価値を考えることにあるためである。

表4.4 緑の定義

山林・荒地等	樹林地、竹林、篠地、笹地、野草地（耕作放棄地を含める）、裸地、ゴルフ場等をいう。（最小単位面積 400 m ² 、最小短辺長 20m）
田	水稻、はす、くわい等を栽培している水田（短期的な休耕田を含める）をいい、季節により畑作物を栽培するものを含む。（最小単位面積 400 m ² 、最小短辺長 20m）
畑・その他の農地	普通畑、果樹園、桑畑、茶園、その他の樹園、苗木畑、牧場、放牧地、伐採放牧地、畜舎、温室等の畑及びその他の農地をいう。（最小単位面積 400 m ² 、最小短辺長 20m）
公園・緑地等	公園、動植物園、墓地、寺社の境内地、遊園地等の公共的性格を有する施設及び総合運動場、競技場、野球場等の運動競技を行うための施設用地をいう。（最小単位面積 200 m ² 、最小短辺長 20m）

図4.6および図4.7は首都圏および近畿圏の土地利用データにアンケート対象者の居住地をプロットしたものである。緑色の部分が土地利用で「緑」に該当する地域である。本稿は居住地の緑被率をアンケート対象者の住所をもとに算出する。具体的には、居住者の住所をプロットし、そのプロットを中心として半径500メートルの円を描き、その円の面積に占める「緑」の面積割合をその居住者の自宅周辺の緑被率としている²⁹。本稿のサンプルにおける緑被率の平均は18.64パーセントである。

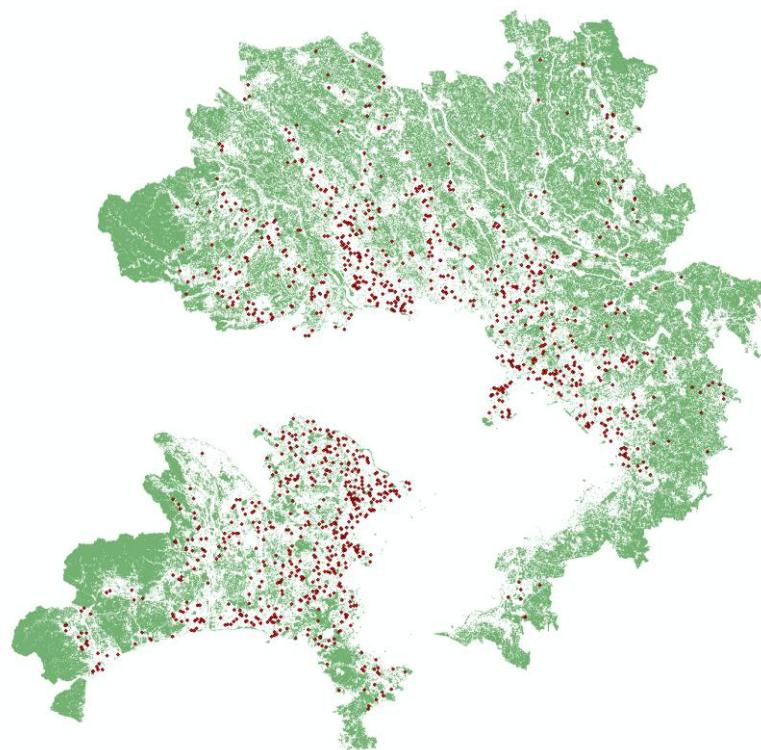


図4.6 首都圏の「緑」（緑色）とアンケート回答者（赤色）

²⁹ 本稿では普段の生活圏内として徒歩5分圏内を想定し半径500メートルとしている。

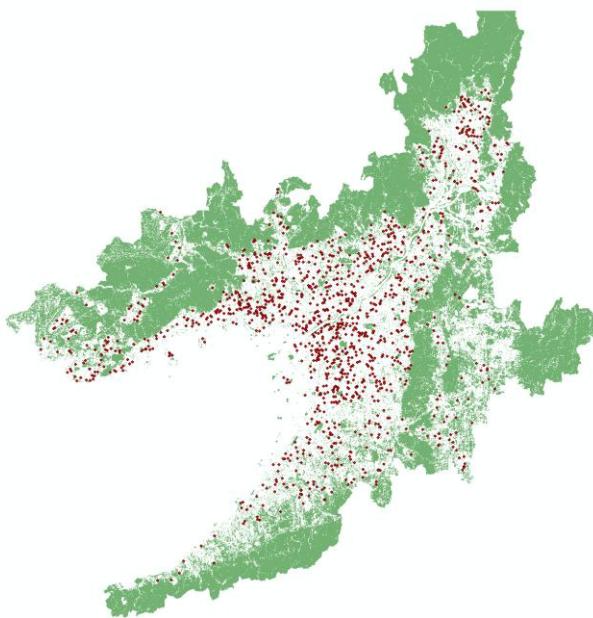


図 4.7 近畿圏の「緑」（緑色）とアンケート回答者（赤色）

なお、自宅から半径 500 メートルの緑被率、すなわち緑の絶対量が幸福度に及ぼす影響を本稿では考えるが、その際、アンケート回答者の選好の多様性および回答者の住居周辺の緑の質を考慮に入れる。既に触れたように、栗山（2011）で指摘されているように選好の多様性は価値観の相違による対立を生じさせる可能性がある。また、緑の絶対量が幸福度に与える影響にも多様性があると考えられる。すなわち、同じ緑被率であってもその緑の質が高い場合には、より幸福度を増大させる可能性が考えられる。緑の絶対量である緑被率だけでは測りきれない緑の「質」についても考慮に入れることとしたい。

以上より、本稿は緑被率以外に緑に関する指標として以下の 5 つの要素をアンケートで取得している。具体的設問は「III. 添付資料 3. アンケート調査票」に示している。

- 1) 緑の質
- 2) 緑への愛着（自宅周辺）
- 3) 緑への愛着（世の中全体）
- 4) 緑とのふれあい度合い（過去 5 年間）
- 5) 緑とのふれあい度合い（12 歳までに）

ここで、1) が自宅周辺の緑の質を把握するための設問である³⁰。緑被率の増大はその緑の質が高いほど幸福度により大きなプラスの影響を持つ可能性を考慮に入れるために回帰式に導入する。また、2) ~5) は緑に対する選好の多様性を考慮に入れるための設問である。2) は自宅周辺の緑に対する愛着であり、自宅周辺の緑へ普段から親しみを持っているかどうか、3) は自宅周辺という概念を広げて、世の中全体の緑そのものに対する愛着をどの程度持っているかを尋ねる設問である。緑被率の増大は緑への愛着が高いほど幸福度により大きなプラスの影響を及ぼすと予想される。4) は普段どの程度緑

³⁰ 理想的には GIS 等の客観データから森林等の荒廃具合、緑が整備されているか、などを指標化することが望まれるが、データの入手可能性の問題から本稿では主観的指標を用いるにとどまっている。

と触れ合う機会があるのかを尋ねる設問であり、普段から緑に接している人ほど、緑が幸福感に及ぼす影響が大きいと予想されるため尋ねている。5) は 12 歳までにどの程度緑と触れ合った記憶があるのかを尋ねる設問である。これは小さいころの緑との触れ合いが緑に対する愛着に通じ、その結果として緑が幸福度に及ぼす影響に作用する可能性を考えるために設問を設けている。

一方で、緑の多面的機能を評価するにあたって、そもそもアンケート回答者がどの程度知識として多面的機能を認識しているか、ということも緑に対する印象に影響すると考えられる。本稿では、緑の多面的機能のうち、表 4.1 で示した①生物多様性保全機能、②地球環境保全機能、③土砂災害防止機能／土壤保全機能、④水源涵養機能、⑤快適環境形成機能、⑥保健・レクリエーション機能、⑦文化機能、そして⑧物質生産機能森林の各機能を回答者に提示し、それぞれの機能についてどの程度認識していたかを尋ねることで緑の多面的機能に関する知識の指標としている。緑の多面的機能に関する知識が豊富な人は、普段緑と接することで緑の恩恵を他の人よりも強く感じる可能性があると考えられる。具体的には表 4.1 を回答者に提示した上で、8 つの多面的機能それぞれについて認識の度合いを 1 (昨日の内容を全く聞いたことがない) から 11 (機能の内容をよく理解していた) の 11 段階で評価してもらい、その平均値を多面的機能の知識の指標とした。

また、行政による土地利用計画の差違により、緑の量が増加するによりその地域の利便性に影響を与える可能性がある。人々の暮らしの状況、すなわち交通手段や利用可能な店などの様々な要素は、人々が快適な生活をおくるために重要な存在であると考えられる。こうした居住地域の環境は、幸福度に統計的に有意に影響を与える可能性が先行研究で示唆されている。たとえば Balducci and Checchi (2009) は世界 10 都市 (トロント、ニューヨーク、ロンドン、パリ、ベルリン、ストックホルム、ミラノ、北京、ソウル、東京) でそれぞれ 1,000 人程度からアンケートを採取し、幸福度と住環境の関係性を検証し、Living conditions (transports, availability of shops, parks) および Community Life (meeting with friends and neighbours, volunteering and social activities) が統計的に有意に幸福度に影響を及ぼすことが示されている。緑被率が同一の場合に利便性が低下すること、あるいは向上することについて考慮するために、本研究は利便性指標を GIS を用いて作成し、回帰モデルに導入する。具体的には、平成 17 年度国勢調査のデータを使用し、以下の 5 つの利便性指標を作成している³¹。

- 1) 生活利便施設数（居住地の住所から半径 2 キロメートル圏内）：小売店数
- 2) 生活利便施設数（居住地の住所から半径 2 キロメートル圏内）：レストラン数
- 3) 最寄りの公共文化施設までの距離
- 4) 最寄りの鉄道の駅までの距離
- 5) 最寄りのバス停までの距離

また、Balducci and Checchi (2009)において統計的に有意に幸福度を上昇させると示唆されている Community Life に関連し、普段から相談できる人が周りにいるかどうかについて尋ねることで指

³¹ 市区町村レベルの人口密度データは平成 22 年版の国勢調査から入手が可能であったが、町丁字レベルのデータは平成 17 年版が入手可能な最新のデータであったため、本稿では平成 17 年度版を用いている。

標化し、回帰モデルに導入することとする。設問は「III. 添付資料 3. アンケート調査票」を参照のこと³²。

さらに、上記利便性指標で考慮しきれない要因を取り除く目的で、居住地における町丁字レベルの人口密度データを上述の国勢調査より用いる他、都道府県ダミーもコントロール変数として考慮することとする。

なお、本稿では LSA で必要となる所得指標（世帯年収）に加えて、幸福度の先行研究で重要な要因とされてきている指標も考慮に入る。幸福度に関する回帰分析における欠落変数の問題を回避することが目的である。主観的幸福度について所得以外の要因を検証している研究としては、Tella et al. (2001)、Blanchflower and Oswald (2004)、Peiro (2006)、および筒井ら (2009) が挙げられる。Tella et al. (2001) では、失業率が統計的に有意に幸福度を低下させることが示されており、Blanchflower and Lswald (2004) では男性のほうが女性よりも幸福度が低く、また年齢については加齢に伴って幸福度は U 字型の傾向を示し、30 代と 40 代が最も幸福度が低いことを示している。また Peiro (2006) では、健康不安について統計的に有意に幸福度を低下させることが示されている。筒井ら (2009) では、加齢とともに幸福度は低下、未婚者あるいは配偶者と死別した人は結婚している人よりも幸福度が低いことが示されており、さらに性格指標に関しても分析が行われている。性格指標に関しては、競争心を持っているほど、時間割引率が高いほど（せっかちであるほど）、危険回避的であるほど（心配性であるほど）幸福度は低く、利他的であるほど幸福度が高いという結果が得られている³³。性格指標を導入することで人々の幸福度に関する回答が性格によって変動する影響を取り除くことが期待される。本稿ではこれら先行研究で用いられている要因をコントロール変数として分析に用いる。なお、上記以外のコントロール変数として、幸福度に大きく影響すると考えられる過去 5 年の出来事（深く心に傷を受けるような衝撃的なできごと（例えば、離婚、失業、大きな病気やケガ、身近な人の死））の経験回数も考慮に入れている。表 4.5 に本稿の回帰モデルで用いる指標をまとめるとめる。

上記指標の基本統計量を表 4.6 に示す。

³² 本稿では、Balducci and Checchi (2009)における Community Life の結果を踏まえ、volunteering and social activities として「環境問題に関するボランティアにどの程度参加していますか」という設問も導入して分析を行った。分析の結果、統計的に有意に幸福度と正の相関を持つことが示され、また本稿で行っている他の分析のパラメータおよびその統計的有意性に大きな違いは生じさせなかった。本稿でモデルに含めていない理由は利他性との相関が高いことによる。

³³ 幸福度に関する詳細なレビューは MacKerron (2012) を参照のこと。

表 4.5 データ概要

-
- 1) 主観的幸福度 (*Hap*)
 - 2) 所得 (世帯収入) (*Income*)
 - 3) 失業 (*Unemployment*)
 - 4) 年齢 (*Age*)
 - 5) 性別 (*Sex*)
 - 6) 結婚 (*Marriage*)
 - 7) 健康度 (*Health*)
 - 8) 時間割引率 (*TimeDiscount*)
 - 9) 危険回避度 (*RiskAversion*)
 - 10) 競争心 (*CompetitiveSprit*)
 - 11) 衝撃的出来事の回数 (*Shock*)
 - 12) 相談できる人が身近にいるかどうか (*Talk*)
 - 13) 学歴 (*School*)
 - 14) 居住地から半径 500 メートルの緑被率 (*Greenspace*)
 - 15) 自宅から徒歩 5 分圏内の緑の質 (*Quality*)
 - 16) 自宅周辺の緑に対する愛着度 (*Attachment1*)
 - 17) 世の中全体の緑に対する愛着度 (*Attachment2*)
 - 18) 過去 5 年間に森林と触れ合った経験量 (*Experience*)
 - 19) 生まれてから 12 歳になるまでの間にどの程度森林と触れ合った記憶があるか (*Experience12*)
 - 20) 森林が有する機能に関する知識量 (*Knowledge*)
 - 21) 生活利便施設数 (居住地から半径 2 キロメートル圏内) : 小売店数 (*Retail*)
 - 22) 生活利便施設数 (居住地から半径 2 キロメートル圏内) : レストラン数 (*Restaurant*)
 - 23) 最寄りの公共文化施設までの距離 (*Dis_public*)
 - 24) 最寄りの鉄道の駅までの距離 (*Dis_station*)
 - 25) 最寄りのバス停までの距離 (*Dis_busstop*)
 - 26) 人口密度 (*Popdensity*)
-

注：1) , 2) , 7) , 8) , 9) , 10) , 12) の設問文は「III. 添付資料 3. アンケート調査票」に示している

表 4.6 基本統計量

変数	データ数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
<i>Hap</i>	1986	7.215	2.057	1	11
<i>Income</i>	1986	5839301	3507769	500000	2.10E+07
<i>Unemployment</i>	1986	0.0227	0.149	0	1
<i>Age</i>	1986	46.615	13.195	16	85
<i>Sex</i>	1986	0.454	0.498	0	1
<i>Marriage</i>	1986	0.710	0.454	0	1
<i>Health</i>	1986	2.898	1.032	1	5
<i>School</i>	1986	1.523	0.700	0	3
<i>Soudan</i>	1986	2.192	0.725	1	3
<i>TimeDiscount</i>	1986	21.953	21.313	-10	100
<i>RiskAversion</i>	1986	6.514	2.293	1	11
<i>CompetitiveSpirit</i>	1986	2.752	0.982	1	5
<i>Altruism</i>	1986	1.922	0.766	1	3
<i>Shock</i>	1986	2.144	1.270	1	5
<i>Talk</i>	1986	2.192	0.725	1	3
<i>Greenspace</i>	1986	17.615	15.864	0	97.267
<i>Quality</i>	1986	5.851	2.468	1	11
<i>Attachment1</i>	1986	6.681	2.519	1	11
<i>Attachment2</i>	1986	7.359	2.205	1	11
<i>Experience</i>	1986	5.433	2.831	1	11
<i>Experience12</i>	1986	6.776	2.763	1	11
<i>Knowledge</i>	1986	6.926	2.589	1	11
<i>Retail</i>	1986	7.907	2.797	2.7	17.5
<i>Restaurant</i>	1986	3.345	1.905	1.2	9.6
<i>Dis_public</i>	1986	0.00214	0.00155	6.21E-05	0.0198
<i>Dis_sation</i>	1986	0.00852	0.00760	4.82E-05	0.0871
<i>Dis_busstop</i>	1986	0.00223	0.00194	1.78E-05	0.0272
<i>Popdensity</i>	1986	12381.09	7738.991	0	85698.84

4.5. 推計モデル

本稿では以下の 7 つのモデルを用いる。まず、基本となるモデルが (4.3) 式である。

$$\begin{aligned}
 Hap_i = & \gamma_1 Income_i + \gamma_2 Unemployment_i + \gamma_4 Age_i + \gamma_5 (Age_i)^2 \\
 & + \gamma_6 Sex_i + \gamma_7 Marriage_i + \gamma_8 Health_i + \gamma_9 School_i \\
 & + \gamma_{10} TimeDiscount_i + \gamma_{11} RiskAversion_i + \gamma_{12} CompetitiveSpirit_i \\
 & + \gamma_{13} Altruism_i + \gamma_{14} Shock_i + \gamma_{15} Talk_i \\
 & + \gamma_{16} Greenspace_i + \sum_{k=1}^n \gamma_k X_{ki} + \varepsilon_i
 \end{aligned} \tag{4.3}$$

ここで、 i はアンケート対象の個人を示している。 Hap は主観的幸福度指標、 $Income$ は所得、 $Unemployment$ は失業ダミー（失業している=1、その他が0）、 Age は年齢、 Sex は性別ダミー（女性=1）、 $Marriage$ は結婚ダミー（既婚が1、その他が0）、 $Health$ は健康度（1から5の5段階で値

が大きいほど健康に不安がないことを意味する)、School は学歴 (1 が高卒、2 が大卒、3 が大学院 (修士または博士) 卒を意味している)、TimeDiscount は時間割引、RiskAversion は危険回避度、CompetitiveSpirit は競争心、Shock は衝撃的出来事の回数、Talk は相談できる人が身近にいるかどうか(1 から 3 の 3 段階で、値が大きいほど相談できる相手がいることを意味する)である。Greenspace は居住地から半径 500 メートルの緑被率、 X がその他のコントロール変数 (利便性指標および県ダミー)、 ε は誤差項である。ここでコントロール変数は小売店数 (Retail)、レストラン数 (Restaurant)、最寄りの公共施設までの距離 (Dis_public)、最寄りの鉄道の駅までの距離 (Dis_sation)、最寄りのバス停までの距離 (Dis_busstop)、そして人口密度 (Popdensity) である。

先行研究より予想されるパラメータの符号は以下の通りである。まず、所得は正の符号、失業は負の符号が得られることが予想される。年齢は U 字型、性別は女性のほうが幸福 (正)、結婚は正、健康度は正が得られると予想される。性格指標については、時間割引率・競争心・危険回避度それぞれについて負の符号が、利他性についてはプラスの符号が得られることが予想される。また、衝撃的出来事は負、相談できる相手の有無は正が予想される。本研究が注目する緑被率については Ambey and Fleming (2012) と同様に正の符号が得られることが、利便性変数については小売店数、レストラン数については正の符号が、距離に関しては負の符号が予想される。

次に、前節で触れたように、本稿は自宅から半径 500 メートルの緑被率、すなわち緑の絶対量が幸福度に及ぼす影響を考えるが、その際、緑の質、および個々人の選好の多様性を考慮に入れること、そして緑の多面的機能に関する知識が多い人が普段緑と接することで緑の恩恵を他の人よりも強く感じる可能性を考慮するために、以下のモデルも分析することとする³⁴。

まず、自宅周辺の緑の質 (Quality) を含めたモデルが式 (4-4) である。

$$\begin{aligned}
 Hap_i = & \gamma_1 Income_i + \gamma_2 Unemployment_i + \gamma_4 Age_i + \gamma_5 (Age_i)^2 \\
 & + \gamma_6 Sex_i + \gamma_7 Marriage_i + \gamma_8 Health_i + \gamma_9 School_i \\
 & + \gamma_{10} TimeDiscount_i + \gamma_{11} RiskAversion_i + \gamma_{12} CompetitiveSpirit_i \\
 & + \gamma_{13} Altruism_i + \gamma_{14} Shock_i + \gamma_{15} Talk_i \\
 & + \gamma_{16} Greenspace_i + \gamma_{17} Greenspace_i \cdot Quality_i + \sum_{k=1}^n \gamma_k X_{ki} + \varepsilon_i
 \end{aligned} \tag{4.4}$$

次に、自宅周辺の緑に対する愛着 (Attachment1) を含めたモデルが式 (4.5) である。

³⁴ ここで、回答者の選好の多様性を考慮するための 5 つの指標、すなわち自宅周辺の緑に対する愛着、世の中全体の緑に対する愛着、過去 5 年間の緑との触れ合い経験、12 歳になるまでの緑との触れ合い経験、森林の多面的機能に関する知識はアンケート回答者の所得と相関が高い可能性がある。しかし、それぞれ所得との相関係数は 0.0749、0.0787、0.0852、0.0459、0.1256 であり、相関は比較的小小さく、多重共線性の問題は小さいと考えられる。

$$\begin{aligned}
Hap_i = & \gamma_1 Income_i + \gamma_2 Unemployment_i + \gamma_4 Age_i + \gamma_5 (Age_i)^2 \\
& + \gamma_6 Sex_i + \gamma_7 Marriage_i + \gamma_8 Health_i + \gamma_9 School_i \\
& + \gamma_{10} TimeDiscount_i + \gamma_{11} RiskAversion_i + \gamma_{12} CompetitiveSpirit_i \\
& + \gamma_{13} Altruism_i + \gamma_{14} Shock_i + \gamma_{15} Talk_i \\
& + \gamma_{16} Greenspace_i + \gamma_{17} Greenspace_i \cdot Attachment1_i + \sum_{k=1}^n \gamma_k X_{ki} + \varepsilon_i
\end{aligned} \tag{4.5}$$

次に、世の中全体の緑に対する愛着 (*Attachment2*) を含めたモデルが式 (4.6) である。

$$\begin{aligned}
Hap_i = & \gamma_1 Income_i + \gamma_2 Unemployment_i + \gamma_4 Age_i + \gamma_5 (Age_i)^2 \\
& + \gamma_6 Sex_i + \gamma_7 Marriage_i + \gamma_8 Health_i + \gamma_9 School_i \\
& + \gamma_{10} TimeDiscount_i + \gamma_{11} RiskAversion_i + \gamma_{12} CompetitiveSpirit_i \\
& + \gamma_{13} Altruism_i + \gamma_{14} Shock_i + \gamma_{15} Talk_i \\
& + \gamma_{16} Greenspace_i + \gamma_{17} Greenspace_i \cdot Attachment2_i + \sum_{k=1}^n \gamma_k X_{ki} + \varepsilon_i
\end{aligned} \tag{4.6}$$

次に、過去 5 年間の緑との触れ合い経験 (*Experience*) を含めたモデルが式 (4.7) である。

$$\begin{aligned}
Hap_i = & \gamma_1 Income_i + \gamma_2 Unemployment_i + \gamma_4 Age_i + \gamma_5 (Age_i)^2 \\
& + \gamma_6 Sex_i + \gamma_7 Marriage_i + \gamma_8 Health_i + \gamma_9 School_i \\
& + \gamma_{10} TimeDiscount_i + \gamma_{11} RiskAversion_i + \gamma_{12} CompetitiveSpirit_i \\
& + \gamma_{13} Altruism_i + \gamma_{14} Shock_i + \gamma_{15} Talk_i \\
& + \gamma_{16} Greenspace_i + \gamma_{17} Greenspace_i \cdot Experience_i + \sum_{k=1}^n \gamma_k X_{ki} + \varepsilon_i
\end{aligned} \tag{4.7}$$

次に、12 歳になるまでの緑との触れ合い経験 (*Experience12*) を含めたモデルが式 (4.8) である。

$$\begin{aligned}
Hap_i = & \gamma_1 Income_i + \gamma_2 Unemployment_i + \gamma_4 Age_i + \gamma_5 (Age_i)^2 \\
& + \gamma_6 Sex_i + \gamma_7 Marriage_i + \gamma_8 Health_i + \gamma_9 School_i \\
& + \gamma_{10} TimeDiscount_i + \gamma_{11} RiskAversion_i + \gamma_{12} CompetitiveSpirit_i \\
& + \gamma_{13} Altruism_i + \gamma_{14} Shock_i + \gamma_{15} Talk_i \\
& + \gamma_{16} Greenspace_i + \gamma_{17} Greenspace_i \cdot Experience12_i + \sum_{k=1}^n \gamma_k X_{ki} + \varepsilon_i
\end{aligned} \tag{4.8}$$

最後に、森林の多面的機能に関する知識 (*Knowledge*) を含めたモデルが式 (4.9) である。

$$\begin{aligned}
Hap_i = & \gamma_1 Income_i + \gamma_2 Unemployment_i + \gamma_4 Age_i + \gamma_5 (Age_i)^2 \\
& + \gamma_6 Sex_i + \gamma_7 Marriage_i + \gamma_8 Health_i + \gamma_9 School_i \\
& + \gamma_{10} TimeDiscount_i + \gamma_{11} RiskAversion_i + \gamma_{12} CompetitiveSpirit_i \\
& + \gamma_{13} Altruism_i + \gamma_{14} Shock_i + \gamma_{15} Talk_i \\
& + \gamma_{16} Greenspace_i + \gamma_{17} Greenspace_i \cdot Knowledge_i + \sum_{k=1}^n \gamma_k X_{ki} + \varepsilon_i
\end{aligned} \tag{4.9}$$

4.6. 推計結果

式 (4.3) から式 (4.9) の推計結果を表 4.7 から表 4.13 に示す。それぞれの表で 6 つのモデルを示しているが、それぞれ用いている推計手法および含めているコントロール変数が異なっている。具体的には推計手法については model1 から model3 が順序ロジットモデル、model4 から model6 が二段階最小二乗法である。また、コントロール変数については、model2 は model1 に利便性変数を追加したモデル、model3 はそこにさらに県ダミーを追加したモデルとなっている。同様に model5 は model4 に利便性変数を追加したモデル、model6 はそこにさらに県ダミーを追加したモデルとなっている。

なお、本稿で二段階最小二乗法を用いている理由は、所得および緑被率の同時性を考慮するためである。所得に関しては、幸福感の高い人はより所得も上昇しやすいという逆の因果の考慮、後者は幸福感の高低によって人間が緑に囲まれて住みないと感じる考えに違いが生じるという逆の因果の可能性の考慮をするために同時性を考慮している。ここで、model4 から model6 の被操作変数は *Income*, *Greenspace* および *Greenspace* の交差項であり、操作変数はアンケートで尋ねた前年度の世帯収入、過去の *Greenspace* およびその交差項である。ここで用いている過去の緑被率は首都圏が数値地図 5000 の 2000 年版、関西圏が 2001 年版を用いて作成したものである。

推計の結果を以下述べていく。まず、所得に関しては全ての表、全てのモデルで統計的に有意にプラスの符号が得られている。また、コントロール変数である失業、年齢、性別、結婚、学歴、健康度に関しても予想された符号が統計的に有意に得られている。性格指標に関しては時間割引のみ統計的に有意でない場合が多いが、その他の指標については予想通りの符号が統計的に有意に得られている。一方、利便性をコントロールするために導入した利便性指標に関しては統計的に有意な結果が得られていない。

緑被率に関しては、交差項を含めていない表 4.6 では統計的に有意な結果が得られていない。一方で、交差項を含めた表 4.7 から表 4.12 では有意な結果が得られている。このことから緑被率は単純に絶対量だけで幸福度への影響を考えることは難しい可能性が示唆される。すなわち、緑の質や緑に対する感情、あるいは過去や現在の緑との接触の機会に左右される可能性が示唆される。

表 4.7 から表 4.12 の緑被率と交差項のパラメータおよびサンプル平均を用いて LSA を用いて緑に対する限界支払意思額を計算することとする。計算の結果を以下の図 4.8 から図 4.13 に示す。図 4.8 から図 4.13 では頑健性チェックの意味で model1 から model6 の 6 つのモデルの計算結果を同時に示している。限界支払意思額は model の違いによってある程度の幅がみられることが読み取れるものの一定の幅に収まっていることが見出せる。ただし、操作変数を用いた model5 と model6 の限界支払意思額がすべての図を通して比較的高いことが特徴として読み取れる。したがって所得と緑被率の同時性考慮がパラメータに影響している可能性が指摘される。

表 4.7 推計結果（交差項なし）

	<i>Model1</i>	<i>Model2</i>	<i>Model3</i>	<i>Model4</i>	<i>Model5</i>	<i>Model6</i>
<i>Income_i</i>	6.69e-08*** (5.41)	7.03e-08*** (5.65)	7.09e-08*** (5.69)	7.23e-08*** (5.86)	7.53e-08*** (6.09)	7.59e-08*** (6.13)
<i>Unemployment_i</i>	-1.174*** (-3.95)	-1.140*** (-3.84)	-1.141*** (-3.83)	-1.084*** (-3.99)	-1.066*** (-3.93)	-1.070*** (-3.95)
<i>Age_i</i>	-0.108*** (-5.46)	-0.110*** (-5.54)	-0.110*** (-5.53)	-0.102*** (-5.50)	-0.105*** (-5.65)	-0.105*** (-5.63)
<i>(Age_i)²</i>	0.00115*** (5.76)	0.00117*** (5.85)	0.00117*** (5.85)	0.00111*** (5.84)	0.00113*** (5.98)	0.00113*** (5.97)
<i>Sex_i</i>	0.443*** (4.76)	0.445*** (4.76)	0.446*** (4.75)	0.437*** (4.95)	0.436*** (4.92)	0.435*** (4.90)
<i>Marriage_i</i>	1.091*** (10.61)	1.117*** (10.81)	1.116*** (10.79)	1.075*** (11.18)	1.098*** (11.40)	1.096*** (11.38)
<i>School_i</i>	0.136** (2.22)	0.148** (2.39)	0.150** (2.40)	0.122** (2.10)	0.134** (2.29)	0.136** (2.32)
<i>Health_i</i>	0.340*** (7.92)	0.340*** (7.90)	0.341*** (7.90)	0.304*** (7.68)	0.303*** (7.65)	0.304*** (7.67)
<i>Time</i>	-0.000861	-0.000758	-0.000761	-0.0000455	0.000114	0.000123
<i>Discount_i</i>	(-0.46)	(-0.41)	(-0.41)	(-0.03)	(0.06)	(0.07)
<i>Risk</i>	-0.0297	-0.0322*	-0.0312*	-0.040**	-0.0424**	-0.0417**
<i>Aversion_i</i>	(-1.60)	(-1.73)	(-1.68)	(-2.37)	(-2.48)	(-2.44)
<i>Competitiv eSprit_i</i>	-0.316*** (-7.13)	-0.320*** (-7.18)	-0.319*** (-7.14)	-0.298*** (-7.32)	-0.301*** (-7.39)	-0.300*** (-7.34)
<i>Altruism_i</i>	0.170*** (3.22)	0.169*** (3.19)	0.169*** (3.19)	0.150*** (2.97)	0.152*** (3.00)	0.152*** (3.00)
<i>Shock_i</i>	-0.196*** (-5.84)	-0.195*** (-5.80)	-0.195*** (-5.79)	-0.195*** (-6.19)	-0.196*** (-6.22)	-0.196*** (-6.22)
<i>Talk_i</i>	0.706*** (11.57)	0.708*** (11.58)	0.706*** (11.53)	0.639*** (11.41)	0.639*** (11.40)	0.638*** (11.38)
<i>Greenspace_i</i>	0.00110 (0.44)	0.00308 (0.99)	0.00283 (0.91)	0.00167 (0.66)	0.00489 (1.53)	0.00473 (1.47)
<i>Retail_i</i>		0.0109 (0.22)	0.00787 (0.15)		0.00910 (0.19)	0.00548 (0.11)
<i>Restaurant_i</i>		0.0591 (0.80)	0.0528 (0.65)		0.0571 (0.79)	0.0516 (0.65)
<i>Dis_Public_i</i>		-11.262 (-0.40)	-11.202 (-0.39)		-19.418 (-0.71)	-19.627 (-0.71)
<i>Dis_station_i</i>		3.778 (0.63)	3.671 (0.60)		2.356 (0.41)	2.086 (0.36)
<i>Dis_busstop_i</i>		1.468 (0.07)	-1.262 (-0.06)		2.725 (0.14)	0.592 (0.03)
<i>PopDensity_i</i>		1.96e-06 (0.33)	1.70e-06 (0.28)		2.79e-06 (0.47)	2.56e-06 (0.43)
<i>Prefecture_dummy_i</i>	No	No	Yes	No	No	Yes
<i>IV</i>	No	No	No	Yes	Yes	Yes
<i>Observatio n</i>	1986	1986	1986	1986	1986	1986

注 : ***、**、*はそれぞれ 1%、5%、10% 水準で有意であることを示す。() 内は z 値である。また、model1、model2、model3 は順序ロジット分析、model4、model5、model6 は二段階最小二乗法を用いている（被操作変数が Income、Greenspace、操作変数は前年の Income および過去の Greenspace である）。以下表 4.8～表 4.13 も同様。

表 4.8 推計結果 ($\text{Greenspace}_i \times \text{Quality}_i$ を含めたモデル)

	<i>Model1</i>	<i>Model2</i>	<i>Model3</i>	<i>Model4</i>	<i>Model5</i>	<i>Model6</i>
<i>Income_i</i>	6.56e-08*** (5.30)	6.89e-08*** (5.54)	6.96e-08*** (5.58)	7.07e-08*** (5.75)	7.36e-08*** (5.97)	7.43e-08*** (6.02)
<i>Unemployment_i</i>	-1.226*** (-4.11)	-1.198*** (-4.02)	-1.197*** (-4.00)	-1.122*** (-4.14)	-1.107*** (-4.09)	-1.110*** (-4.09)
<i>Age_i</i>	-0.108*** (-5.48)	-0.110*** (-5.57)	-0.110*** (-5.56)	-0.103*** (-5.56)	-0.106*** (-5.71)	-0.106*** (-5.70)
$(\text{Age}_i)^2$	0.00115*** (5.76)	0.00117*** (5.85)	0.00117*** (5.85)	0.00111*** (5.86)	0.00113*** (6.01)	0.00113*** (6.00)
<i>Sex_i</i>	0.447*** (4.81)	0.451*** (4.82)	0.452*** (4.82)	0.435*** (4.94)	0.435*** (4.92)	0.434*** (4.91)
<i>Marriage_i</i>	1.095*** (10.65)	1.121*** (10.86)	1.120*** (10.84)	1.073*** (11.21)	1.096*** (11.43)	1.095*** (11.41)
<i>School_i</i>	0.136** (2.23)	0.149** (2.41)	0.151** (2.43)	0.123** (2.13)	0.136** (2.34)	0.138** (2.37)
<i>Health_i</i>	0.333*** (7.76)	0.333*** (7.75)	0.335*** (7.76)	0.298*** (7.56)	0.297*** (7.53)	0.298*** (7.55)
<i>Time Discount_i</i>	-0.00122 (-0.65)	-0.00110 (-0.59)	-0.00112 (-0.60)	-0.000463 (-0.26)	-0.000321 (-0.18)	-0.000329 (-0.18)
<i>Risk Aversion_i</i>	-0.0272 (-1.47)	-0.0303 (-1.63)	-0.0295 (-1.58)	-0.0366** (-2.15)	-0.0392** (-2.30)	-0.0385** (-2.26)
<i>Competitiv eSprit_i</i>	-0.316*** (-7.13)	-0.321*** (-7.19)	-0.320*** (-7.15)	-0.298*** (-7.36)	-0.302*** (-7.43)	-0.300*** (-7.38)
<i>Altruism_i</i>	0.171*** (3.23)	0.167*** (3.16)	0.168*** (3.17)	0.148*** (2.95)	0.149*** (2.95)	0.149*** (2.95)
<i>Shock_i</i>	-0.191*** (-5.72)	-0.191*** (-5.66)	-0.191*** (-5.67)	-0.188*** (-6.01)	-0.189*** (-6.03)	-0.189*** (-6.03)
<i>Talk_i</i>	0.679*** (11.05)	0.680*** (11.04)	0.678*** (10.98)	0.612*** (10.88)	0.610*** (10.85)	0.609*** (10.81)
<i>Greenspace_i</i>	-0.0191*** (-3.20)	-0.0173*** (-2.75)	-0.0177*** (-2.79)	-0.0192*** (-3.27)	-0.0167*** (-2.65)	-0.0171*** (-2.71)
<i>Greenspace_i × Quality_i</i>	0.00267*** (3.74)	0.00270*** (3.71)	0.00272*** (3.73)	0.00276*** (3.98)	0.00285*** (4.03)	0.00289*** (4.07)
<i>Retail_i</i>		0.0189 (0.39)	0.0168 (0.32)		0.0188 (0.39)	0.0166 (0.32)
<i>Restaurant_i</i>		0.0409 (0.55)	0.0333 (0.41)		0.0368 (0.51)	0.0287 (0.36)
<i>Dis_public_i</i>		-28.086 (-0.98)	-28.658 (-0.99)		-37.014 (-1.33)	-38.021 (-1.36)
<i>Dis_station_i</i>		4.249 (0.71)	3.886 (0.64)		2.785 (0.49)	2.331 (0.40)
<i>Dis_bussto pi</i>		10.283 (0.52)	7.637 (0.38)		11.644 (0.59)	9.446 (0.47)
<i>PopDensity_i</i>		1.44e-06 (0.24)	1.24e-06 (0.21)		2.32e-06 (0.39)	2.13e-06 (0.36)
<i>Prefecture_dummy_i</i>	No	No	Yes	No	No	Yes
<i>IV</i>	No	No	No	Yes	Yes	Yes
<i>Observatio n</i>	1986	1986	1986	1986	1986	1986

表 4.9 推計結果 ($\text{Greenspace}_i \times \text{Attachment}_i$ を含めたモデル)

	<i>Model1</i>	<i>Model2</i>	<i>Model3</i>	<i>Model4</i>	<i>Model5</i>	<i>Model6</i>
<i>Income_i</i>	6.60e-08*** (5.33)	6.94e-08*** (5.56)	7.02e-08*** (5.62)	6.93e-08*** (5.68)	7.21e-08*** (5.89)	7.30e-08*** (5.95)
<i>Unemploy- ment_i</i>	-1.251*** (-4.22)	-1.221*** (-4.12)	-1.222*** (-4.11)	-1.150*** (-4.27)	-1.132*** (-4.21)	-1.139*** (-4.23)
<i>Age_i</i>	-0.116*** (-5.87)	-0.119*** (-5.97)	-0.118*** (-5.95)	-0.109*** (-5.89)	-0.112*** (-6.05)	-0.111*** (-6.04)
$(\text{Age}_i)^2$	0.00121*** (6.05)	0.00124*** (6.15)	0.00123*** (6.14)	0.00115*** (6.12)	0.00118*** (6.27)	0.00118*** (6.26)
<i>Sex_i</i>	0.441*** (4.77)	0.446*** (4.77)	0.449*** (4.78)	0.435*** (4.98)	0.434*** (4.95)	0.435*** (4.95)
<i>Marriage_i</i>	1.093*** (10.64)	1.121*** (10.86)	1.118*** (10.82)	1.062*** (11.16)	1.085*** (11.38)	1.082*** (11.35)
<i>School_i</i>	0.117* (1.91)	0.129** (2.08)	0.133** (2.13)	0.113* (1.96)	0.125** (2.17)	0.129** (2.22)
<i>Health_i</i>	0.339*** (7.89)	0.340*** (7.90)	0.341*** (7.90)	0.300*** (7.66)	0.299*** (7.64)	0.300*** (7.65)
<i>Time Discount_i</i>	-0.00132 (-0.71)	-0.00119 (-0.64)	-0.00123 (-0.66)	-0.000410 (-0.23)	-0.000242 (-0.13)	-0.000268 (-0.15)
<i>Risk Aversion_i</i>	-0.0278 (-1.51)	-0.0309* (-1.67)	-0.0302 (-1.63)	-0.0366** (-2.16)	-0.0389** (-2.30)	-0.0384** (-2.27)
<i>Competitiv- eSprit_i</i>	-0.319*** (-7.20)	-0.324*** (-7.25)	-0.323*** (-7.21)	-0.295*** (-7.33)	-0.299*** (-7.40)	-0.297*** (-7.34)
<i>Altruism_i</i>	0.154*** (2.91)	0.152*** (2.86)	0.152*** (2.86)	0.134*** (2.69)	0.135*** (2.69)	0.135*** (2.70)
<i>Shock_i</i>	-0.198*** (-5.87)	-0.197*** (-5.82)	-0.197*** (-5.83)	-0.194*** (-6.23)	-0.195*** (-6.27)	-0.196*** (-6.28)
<i>Talk_i</i>	0.662*** (10.78)	0.663*** (10.78)	0.661*** (10.73)	0.592*** (10.58)	0.591*** (10.56)	0.589*** (10.53)
<i>Greenspace_i</i>	-0.0385*** (-5.85)	-0.0368*** (-5.38)	-0.0374*** (-5.42)	-0.0364*** (-5.65)	-0.0335*** (-4.96)	-0.0340*** (-5.02)
<i>Greenspace × Quality_i</i>	0.00501*** (6.52)	0.00504*** (6.53)	0.00507*** (6.54)	0.00472*** (6.45)	0.00476*** (6.48)	0.00481*** (6.52)
<i>Retail_i</i>		0.0161 (0.33)	0.0194 (0.37)		0.0122 (0.26)	0.0137 (0.27)
<i>Restaurant_i</i>		0.0464 (0.63)	0.0311 (0.38)		0.0478 (0.67)	0.0332 (0.42)
<i>Dis_public_i</i>		-22.162 (-0.78)	-22.087 (-0.77)		-30.100 (-1.10)	-30.447 (-1.11)
<i>Dis_station_i</i>		3.856 (0.64)	4.112 (0.67)		1.972 (0.35)	1.829 (0.32)
<i>Dis_bussto- p_i</i>		12.262 (0.61)	8.622 (0.42)		12.653 (0.65)	9.987 (0.50)
<i>PopDensity_i</i>		2.03e-06 (0.34)	1.68e-06 (0.28)		2.08e-06 (0.35)	1.77e-06 (0.30)
<i>Prefecture_dum- my_i</i>	No	No	Yes	No	No	Yes
<i>IV</i>	No	No	No	Yes	Yes	Yes
<i>Observatio- n</i>	1986	1986	1986	1986	1986	1986

表 4.10 推計結果 ($\text{Greenspace}_i \times \text{Attachment2}_i$ を含めたモデル)

	<i>Model1</i>	<i>Model2</i>	<i>Model3</i>	<i>Model4</i>	<i>Model5</i>	<i>Model6</i>
<i>Income_i</i>	6.65e-08*** (5.38)	7.02e-08*** (5.64)	7.09e-08*** (5.69)	7.06e-08*** (5.75)	7.36e-08*** (5.98)	7.45e-08*** (6.04)
<i>Unemployment_i</i>	-1.178*** (-3.98)	-1.147*** (-3.88)	-1.150*** (-3.87)	-1.100*** (-4.07)	-1.084*** (-4.01)	-1.090*** (-4.02)
<i>Age_i</i>	-0.113*** (-5.71)	-0.115*** (-5.80)	-0.115*** (-5.79)	-0.106*** (-5.71)	-0.109*** (-5.86)	-0.105*** (-5.85)
$(\text{Age}_i)^2$	0.00119*** (5.95)	0.00122*** (6.05)	0.00121*** (6.03)	0.00113*** (5.99)	0.00116*** (6.13)	0.00116*** (6.12)
<i>Sex_i</i>	0.437*** (4.70)	0.440*** (4.71)	0.442*** (4.71)	0.432*** (4.91)	0.431*** (4.88)	0.430*** (4.87)
<i>Marriage_i</i>	1.091*** (10.62)	1.118*** (10.83)	1.115*** (10.80)	1.066*** (11.14)	1.089*** (11.36)	1.086*** (11.32)
<i>School_i</i>	0.121** (1.97)	0.133** (2.14)	0.137** (2.19)	0.112* (1.93)	0.124** (2.13)	0.127** (2.18)
<i>Health_i</i>	0.347*** (8.05)	0.347*** (8.05)	0.348*** (8.05)	0.308*** (7.82)	0.307*** (7.79)	0.308*** (7.81)
<i>Time</i>	-0.0000831 (-0.45)	-0.000722 (-0.39)	-0.000725 (-0.39)	0.0000189 (0.01)	0.000170 (0.09)	0.000167 (0.09)
<i>Discount_i</i>						
<i>Risk Aversion_i</i>	-0.0246 (-1.33)	-0.0277 (-1.49)	-0.0268 (-1.44)	-0.0355** (-2.08)	-0.0378** (-2.22)	-0.0370** (-2.17)
<i>Competitive</i>	-0.308*** (-6.95)	-0.313*** (-7.02)	-0.312*** (-6.97)	-0.290*** (-7.14)	-0.293*** (-7.21)	-0.291*** (-7.15)
<i>Spirit_i</i>						
<i>Altruism_i</i>	0.146*** (2.75)	0.143*** (2.69)	0.144*** (2.69)	0.129*** (2.56)	0.130** (2.58)	0.130** (2.57)
<i>Shock_i</i>	-0.206*** (-6.10)	-0.204*** (-6.04)	-0.204*** (-6.05)	-0.200*** (-6.38)	-0.201*** (-6.41)	-0.201*** (-6.42)
<i>Talk_i</i>	0.678*** (11.05)	0.680*** (11.07)	0.678*** (11.03)	0.613*** (10.91)	0.612*** (10.90)	0.611*** (10.87)
<i>Greenspace_i</i>	-0.0298*** (-4.20)	-0.0281*** (-3.83)	-0.0284*** (-3.86)	-0.0249*** (-3.60)	-0.0219*** (-3.05)	-0.00225*** (-3.12)
$\text{Greenspace}_i \times \text{Quality}_i$	0.00394*** (4.65)	0.00399*** (4.68)	0.00400*** (4.68)	0.00334*** (4.11)	0.00338*** (4.15)	0.00343*** (4.20)
<i>Retail_i</i>		0.0172 (0.35)	0.0168 (0.32)		0.0140 (0.30)	0.0131 (0.25)
<i>Restaurant_i</i>		0.0456 (0.62)	0.0347 (0.43)		0.0448 (0.62)	0.0330 (0.42)
<i>Dis_public_i</i>		-26.489 (-0.93)	-26.084 (-0.91)		-31.619 (-1.15)	-31.796 (-1.14)
<i>Dis_station_i</i>		4.816 (0.80)	4.929 (0.80)		2.774 (0.49)	2.608 (0.45)
<i>Dis_busstop_i</i>		3.749 (0.19)	0.826 (0.04)		5.143 (0.26)	2.501 (0.13)
<i>PopDensity_i</i>		2.02e-06 (0.34)	1.68e-06 (0.28)		2.88e-06 (0.49)	2.55e-06 (0.43)
<i>Prefecture_dummy_i</i>	No	No	Yes	No	No	Yes
<i>IV</i>	No	No	No	Yes	Yes	Yes
<i>Observation</i>	1986	1986	1986	1986	1986	1986

表 4.11 推計結果 ($\text{Greenspace}_i \times \text{Experience}_i$ を含めたモデル)

	<i>Model1</i>	<i>Model2</i>	<i>Model3</i>	<i>Model4</i>	<i>Model5</i>	<i>Model6</i>
<i>Income_i</i>	6.83e-08*** (5.51)	7.15e-08*** (5.75)	7.22e-08*** (5.79)	7.28e-08*** (5.92)	7.58e-08*** (6.15)	7.64e-08*** (6.19)
<i>Unemployment_i</i>	-1.161*** (-3.92)	-1.130*** (-3.81)	-1.130*** (-3.79)	-1.073*** (-3.96)	-1.055*** (-3.90)	-1.059*** (-3.91)
<i>Age_i</i>	-0.107*** (-5.43)	-0.109*** (-5.50)	-0.109*** (-5.49)	-0.103*** (-5.55)	-0.106*** (-5.69)	-0.105*** (-5.68)
$(\text{Age}_i)^2$	0.00114*** (5.68)	0.00116*** (5.77)	0.00115*** (5.76)	0.00110*** (5.83)	0.00113*** (5.97)	0.00113*** (5.96)
<i>Sex_i</i>	0.453*** (4.87)	0.456*** (4.87)	0.458*** (4.88)	0.444*** (5.05)	0.444*** (5.02)	0.444*** (5.02)
<i>Marriage_i</i>	1.062*** (10.32)	1.089*** (10.52)	1.088*** (10.51)	1.049*** (10.93)	1.072*** (11.15)	1.070*** (11.12)
<i>School_i</i>	0.131** (2.13)	0.142** (2.30)	0.144** (2.32)	0.116** (2.00)	0.128** (2.20)	0.131** (2.24)
<i>Health_i</i>	0.337*** (7.84)	0.337*** (7.84)	0.338*** (7.84)	0.299*** (7.57)	0.297*** (7.54)	0.298*** (7.55)
<i>Time</i>	-0.00106	-0.000944	-0.000972	-0.000236	-0.0000835	-0.000102
<i>Discount_i</i>	(-0.57)	(-0.50)	(-0.52)	(-0.13)	(-0.05)	(-0.06)
<i>Risk</i>	-0.0232	-0.0260	-0.0252	-0.0341**	-0.0364**	-0.0358**
<i>Aversion_i</i>	(-1.25)	(-1.40)	(-1.35)	(-2.00)	(-2.13)	(-2.09)
<i>Competitive_Spirit_i</i>	-0.317*** (-7.16)	-0.321*** (-7.21)	-0.321*** (-7.18)	-0.298*** (-7.34)	-0.301*** (-7.41)	-0.300*** (-7.36)
<i>Altruism_i</i>	0.161*** (3.05)	0.160*** (3.01)	0.160*** (3.02)	0.143*** (2.84)	0.144*** (2.86)	0.144*** (2.86)
<i>Shock_i</i>	-0.200*** (-5.93)	-0.198*** (-5.88)	-0.198*** (-5.88)	-0.197*** (-6.30)	-0.198*** (-6.33)	-0.199*** (-6.34)
<i>Talk_i</i>	0.673*** (10.92)	0.675*** (10.93)	0.673*** (10.88)	0.608*** (10.77)	0.607*** (10.75)	0.606*** (10.73)
<i>Greenspace_i</i>	-0.0132*** (-2.88)	-0.0108** (-2.21)	-0.0112** (-2.26)	-0.0120*** (-2.66)	-0.00865* (-1.76)	-0.00894* (-1.81)
<i>Greenspace_i × Quality_i</i>	0.00230*** (3.75)	0.00224*** (3.64)	0.00225*** (3.64)	0.00218*** (3.71)	0.00218*** (3.69)	0.00219*** (3.70)
<i>Retail_i</i>	0.0155 (0.32)	0.0146 (0.28)			0.0156 (0.33)	0.0153 (0.30)
<i>Restaurant_i</i>	0.0478 (0.64)	0.0388 (0.48)			0.0443 (0.61)	0.0337 (0.42)
<i>Dis_public_i</i>	-16.503 (-0.58)	-16.496 (-0.57)			-25.744 (-0.94)	-25.935 (-0.94)
<i>Dis_station_i</i>	3.502 (0.59)	3.462 (0.57)			2.259 (0.39)	2.090 (0.36)
<i>Dis_busstop_i</i>	4.713 (0.24)	1.998 (0.10)			5.682 (0.29)	3.255 (0.16)
<i>PopDensity_i</i>	2.16e-06 (0.36)	1.93e-06 (0.32)			2.90e-06 (0.49)	2.65e-06 (0.45)
<i>Prefecture_dummy_i</i>	No	No	Yes	No	No	Yes
<i>IV</i>	No	No	No	Yes	Yes	Yes
<i>Observation</i>	1986	1986	1986	1986	1986	1986

表 4.12 推計結果 ($\text{Greenspace}_i \times \text{Experience12}_i$ を含めたモデル)

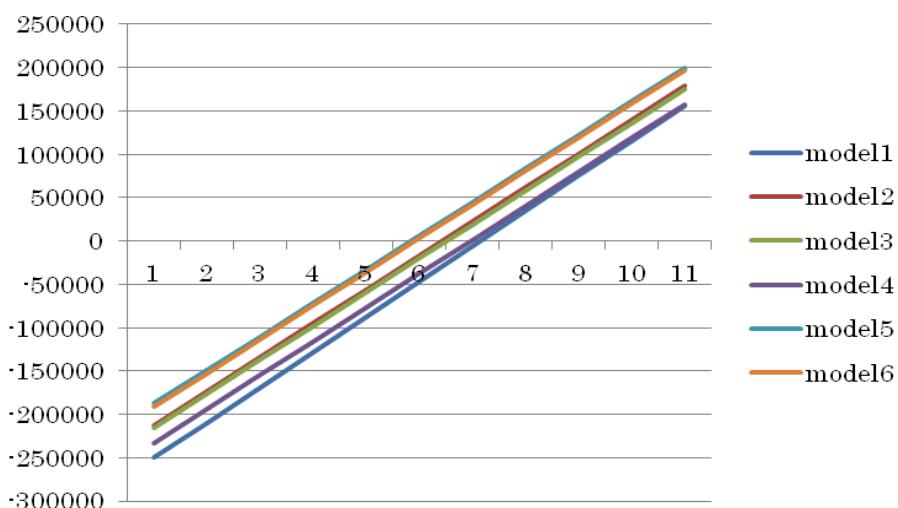
	<i>Model1</i>	<i>Model2</i>	<i>Model3</i>	<i>Model4</i>	<i>Model5</i>	<i>Model6</i>
<i>Income_i</i>	6.68e-08*** (5.41)	7.03e-08*** (5.50)	7.09e-08*** (5.69)	7.18e-08*** (5.83)	7.49e-08*** (6.07)	7.55e-08*** (6.11)
<i>Unemploy- ment_i</i>	-1.161*** (-3.91)	-1.128*** (-3.81)	-1.131*** (-3.80)	-1.075*** (-3.96)	-1.057*** (-3.90)	-1.062*** (-3.98)
<i>Age_i</i>	-0.110*** (-5.55)	-0.112*** (-5.63)	-0.111*** (-5.62)	-0.104*** (-5.61)	-0.107*** (-5.77)	-0.107*** (-5.76)
$(\text{Age}_i)^2$	0.00118*** (5.87)	0.00120*** (5.97)	0.00120*** (5.96)	0.00113*** (5.96)	0.00116*** (6.11)	0.00116*** (6.10)
<i>Sex_i</i>	0.448*** (4.82)	0.453*** (4.84)	0.454*** (4.84)	0.442*** (5.02)	0.443*** (5.01)	0.443*** (5.00)
<i>Marriage_i</i>	1.077*** (10.46)	1.103*** (10.67)	1.102*** (10.65)	1.058*** (11.01)	1.081*** (11.24)	1.079*** (11.21)
<i>School_i</i>	0.131** (2.14)	0.144** (2.33)	0.146** (2.35)	0.118** (2.03)	0.130** (2.24)	0.133** (2.27)
<i>Health_i</i>	0.341*** (7.93)	0.341*** (7.93)	0.342*** (7.92)	0.304*** (7.70)	0.303*** (7.67)	0.304*** (7.68)
<i>Time</i>	-0.000825	-0.000718	-0.000735	-0.0000539	0.0000956	0.0000874
<i>Discount_i</i>	(-0.44)	(-0.38)	(-0.39)	(-0.03)	(0.05)	(0.05)
<i>Risk</i>	-0.0256	-0.0284	-0.0277	-0.0377**	-0.0399**	-0.0394**
<i>Aversion_i</i>	(-1.38)	(-1.53)	(-1.49)	(-2.21)	(-2.34)	(-2.31)
<i>Competitiv- eSpirit_i</i>	-0.311*** (-7.03)	-0.315*** (-7.06)	-0.314*** (-7.03)	-0.294*** (-7.24)	-0.297*** (-7.30)	-0.295*** (-7.24)
<i>Altruism_i</i>	0.161*** (3.05)	0.159*** (3.00)	0.160*** (3.01)	0.141*** (2.80)	0.142*** (2.82)	0.142*** (2.82)
<i>Shock_i</i>	-0.200*** (-5.95)	-0.199*** (-5.90)	-0.199*** (-5.90)	-0.197*** (-6.27)	-0.198*** (-6.30)	-0.198*** (-6.31)
<i>Talk_i</i>	0.694*** (11.37)	0.696*** (11.37)	0.694*** (11.32)	0.624*** (11.13)	0.623*** (11.10)	0.622*** (11.09)
<i>Greenspace_i</i>	-0.0133*** (-2.65)	-0.0116** (-2.16)	-0.0117** (-2.16)	-0.0121** (-2.45)	-0.00932* (-1.76)	-0.00939* (-1.76)
<i>Greenspace_i × Quality_i</i>	0.00206*** (3.29)	0.00209*** (3.32)	0.00207*** (3.27)	0.00195*** (3.24)	0.00201*** (3.33)	0.00200*** (3.29)
<i>Retail_i</i>	0.0198 (0.41)	0.0190 (0.36)			0.0201 (0.42)	0.0191 (0.37)
<i>Restaurant_i</i>	0.0456 (0.62)	0.0372 (0.46)			0.0409 (0.56)	0.0329 (0.41)
<i>Dis_public_i</i>	-18.190 (-0.64)	-17.882 (-0.63)			-27.942 (-1.01)	-28.075 (-1.01)
<i>Dis_station_i</i>	3.750 (0.63)	3.766 (0.62)			2.616 (0.46)	2.453 (0.42)
<i>Dis_bussto- p_i</i>	5.879 (0.30)	3.487 (0.17)			5.953 (0.30)	4.002 (0.20)
<i>PopDensity_i</i>	1.38e-06 (0.23)	1.13e-06 (0.19)			2.20e-06 (0.37)	1.98e-06 (0.33)
<i>Prefecture_dum- my_i</i>	No	No	Yes	No	No	Yes
<i>IV</i>	No	No	No	Yes	Yes	Yes
<i>Observatio- n</i>	1986	1986	1986	1986	1986	1986

表 4.13 推計結果 ($\text{Greenspace}_i \times \text{Knowledge}_i$ を含めたモデル)

	<i>Model1</i>	<i>Model2</i>	<i>Model3</i>	<i>Model4</i>	<i>Model5</i>	<i>Model6</i>
<i>Income_i</i>	6.53e-08*** (5.27)	6.85e-08*** (5.50)	6.91e-08*** (5.54)	7.02e-08*** (5.72)	7.32e-08*** (5.94)	7.39e-08*** (5.98)
<i>Unemployment_i</i>	-1.195*** (-4.03)	-1.164*** (-3.92)	-1.165*** (-3.91)	-1.091*** (-4.03)	-1.074*** (-3.97)	-1.079*** (-3.98)
<i>Age_i</i>	-0.109*** (-5.53)	-0.111*** (-5.61)	-0.111*** (-5.60)	-0.102*** (-5.53)	-0.105*** (-5.68)	-0.105*** (-5.66)
$(\text{Age}_i)^2$	0.00114*** (5.71)	0.00116*** (5.80)	0.00116*** (5.79)	0.00108*** (5.73)	0.00111*** (5.88)	0.00111*** (5.87)
<i>Sex_i</i>	0.447*** (4.81)	0.450*** (4.82)	0.451*** (4.81)	0.446*** (5.07)	0.445*** (5.05)	0.445*** (5.03)
<i>Marriage_i</i>	1.090*** (10.61)	1.117*** (10.82)	1.115*** (10.79)	1.064*** (11.12)	1.087*** (11.33)	1.085*** (11.31)
<i>School_i</i>	0.110* (1.79)	0.122** (1.97)	0.125** (2.00)	0.0933 (1.60)	0.105* (1.79)	0.108* (1.83)
<i>Health_i</i>	0.342*** (7.98)	0.342*** (7.98)	0.343*** (7.98)	0.304*** (7.72)	0.303*** (7.69)	0.304*** (7.71)
<i>Time</i>	-0.000964 (-0.52)	-0.000841 (-0.45)	-0.000843 (-0.45)	-0.000163 (-0.09)	2.99e-07 (0.00)	3.12e-06 (0.00)
<i>Discount_i</i>						
<i>Risk</i>	-0.0259 (-1.40)	-0.0288 (-1.55)	-0.0280 (-1.50)	-0.0374** (-2.20)	-0.0396** (-2.33)	-0.0390** (-2.29)
<i>Aversion_i</i>						
<i>Competitive_Spirit_i</i>	-0.313*** (-7.08)	-0.317*** (-7.13)	-0.317*** (-7.10)	-0.295*** (-7.27)	-0.298*** (-7.34)	-0.296*** (-7.28)
<i>Altruism_i</i>	0.149*** (2.80)	0.146*** (2.75)	0.147*** (2.76)	0.129*** (2.56)	0.130** (2.58)	0.130** (2.58)
<i>Shock_i</i>	-0.197*** (-5.86)	-0.195*** (-5.81)	-0.196*** (-5.81)	-0.196*** (-6.25)	-0.196*** (-6.28)	-0.197*** (-6.28)
<i>Talk_i</i>	0.696*** (11.41)	0.699*** (11.42)	0.697*** (11.38)	0.624*** (11.17)	0.624*** (11.17)	0.623*** (11.15)
<i>Greenspace_i</i>	-0.0218*** (-3.76)	-0.0198*** (-3.23)	-0.0198*** (-3.22)	-0.0214*** (-3.79)	-0.0182*** (-3.02)	-0.0182*** (-3.03)
<i>Greenspace_i × Quality_i</i>	0.00307*** (4.36)	0.00304*** (4.29)	0.00302*** (4.24)	0.00312*** (4.57)	0.00308*** (4.52)	0.00308*** (4.50)
<i>Retail_i</i>		0.0164 (0.34)	0.0148 (0.28)		0.0136 (0.29)	0.0120 (0.23)
<i>Restaurant_i</i>		0.0464 (0.62)	0.0392 (0.48)		0.0464 (0.64)	0.0380 (0.48)
<i>Dis_public_i</i>		-16.828 (-0.60)	-16.361 (-0.58)		-22.960 (-0.84)	-22.735 (-0.82)
<i>Dis_station_i</i>		4.160 (0.70)	4.179 (0.69)		2.491 (0.44)	2.311 (0.40)
<i>Dis_busstop_i</i>		7.892 (0.40)	5.643 (0.28)		7.385 (0.38)	5.488 (0.28)
<i>PopDensity_i</i>		2.12e-06 (0.35)	1.84e-06 (0.30)		2.86e-06 (0.48)	2.59e-06 (0.44)
<i>Prefecture_dummy_i</i>	No	No	Yes	No	No	Yes
<i>IV</i>	No	No	No	Yes	Yes	Yes
<i>Observation</i>	1986	1986	1986	1986	1986	1986

個別の図に関して以下触れていく。まず、図 4.8 は横軸に各回答者が回答した自宅周辺の緑の質をとっている。緑の質が高いと回答した人ほど、限界支払意思額が高いことが見出される。Model によってばらつきはあるが、おおむね横軸の値がサンプル平均以上でないと、緑に対する支払い意思がないことが指摘される。また、横軸に自宅周辺の緑に対する愛着をとっている図 4.9 および横軸に世の中全体の緑に対する愛着をとっている図 4.10 においても横軸のサンプル平均前後を境に緑に対する支払意思の正負が分かれることが見出される。一方で横軸に緑との触れ合い経験をとった図 4.11 と 4.12 では、横軸がサンプル平均よりも低い段階で支払意思額が正に転じることが読み取れる。また、緑の多面的機能についても横軸のサンプル平均よりも低い段階で支払意思額が正に転じることがわかる。

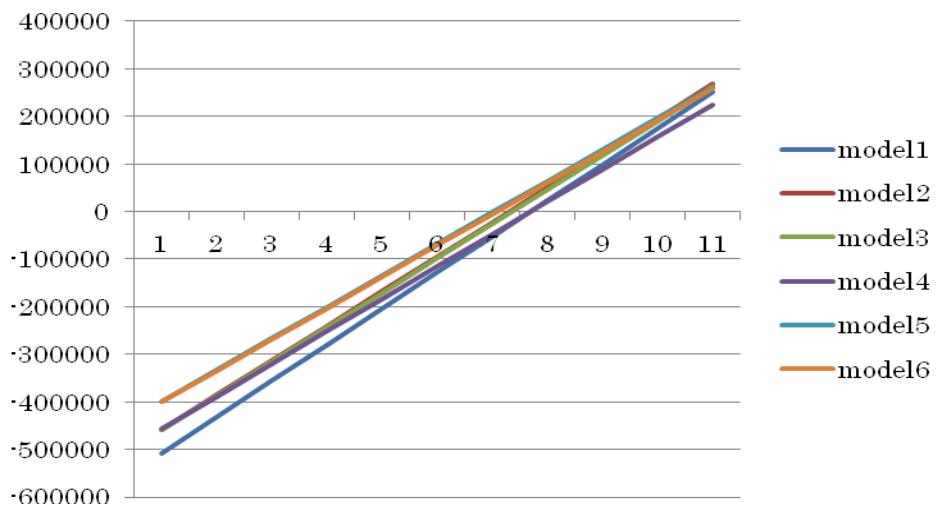
以上の図 4.8 から図 4.13 より、予想された通り、緑の質がよいほど、緑に対する愛着が強いほど、緑と触れ合っている度合が大きいほど、そして緑の多面的機能の知識が豊富なほど、緑に対する支払意思額は高いことが明らかとなった。



注：横軸の平均値は 5.85。

注：縦軸は世帯当たりの値である。世帯平均は 2.94 人である。

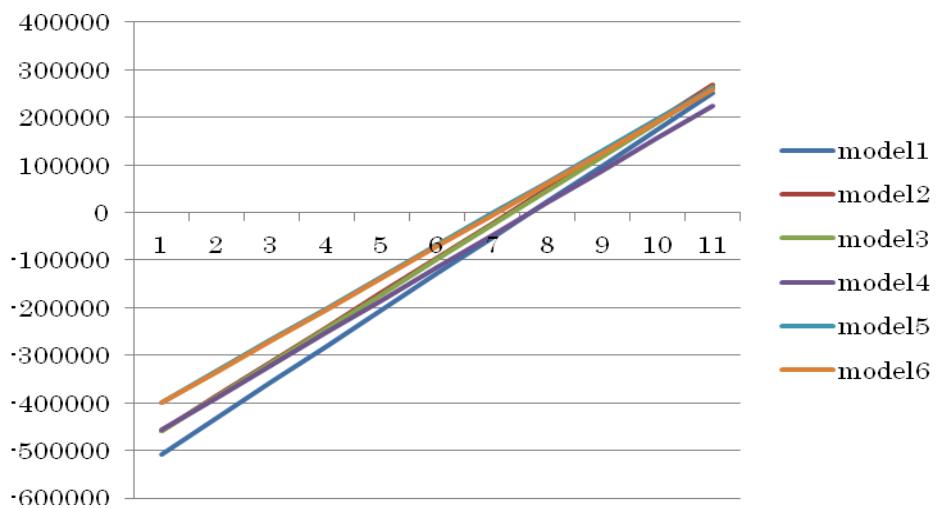
図 4.8 緑の質 *Quality* (横軸) と世帯当たり限界支払意思額 (縦軸) の関係



注：横軸の平均値は 6.68。

注：縦軸は世帯当たりの値である。世帯平均は 2.94 人である。

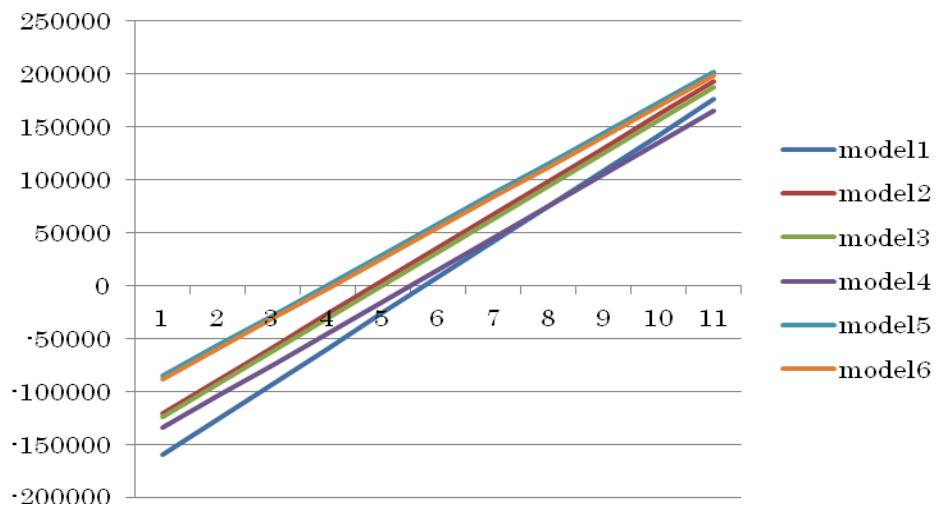
図 4.9 自宅周辺の緑への愛着 Attachment1 (横軸) と世帯当たり限界支払意思額 (縦軸)



注：横軸の平均値は 7.36。

注：縦軸は世帯当たりの値である。世帯平均は 2.94 人である。

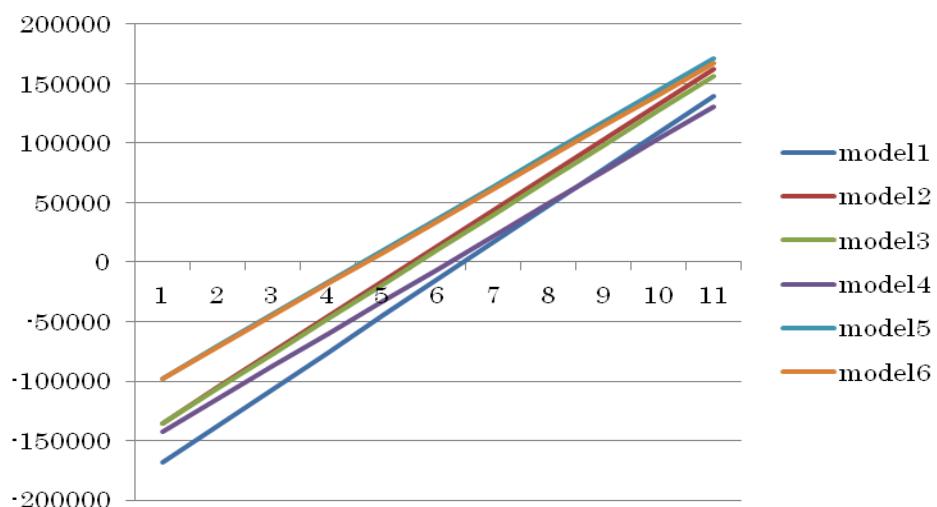
図 4.10 世の中全体の緑への愛着 Attachment2 (横軸) と世帯当たり限界支払意思額 (縦軸)



注：横軸の平均値は 5.42。

注：縦軸は世帯当たりの値である。世帯平均は 2.94 人である。

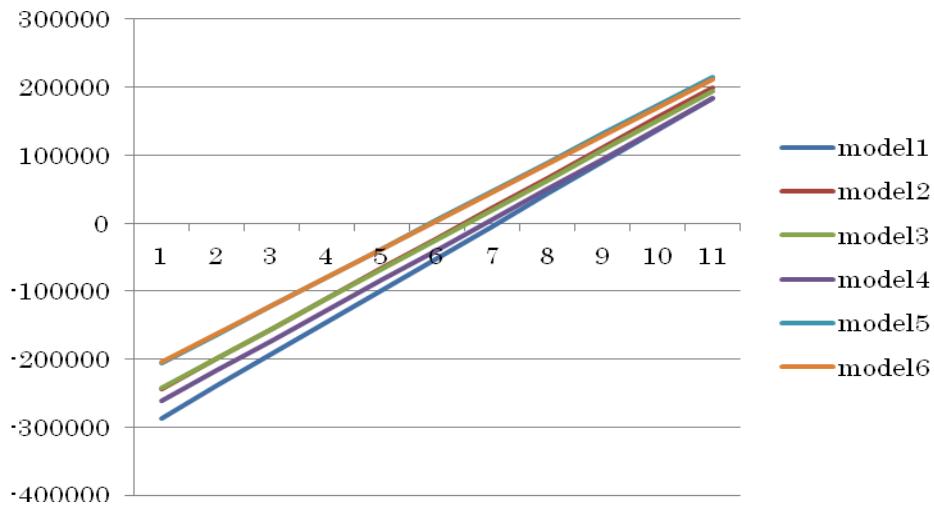
図 4.11 緑との触れ合い経験 *Experience* (横軸) と世帯当たり限界支払意思額 (縦軸)



注：横軸の平均値は 6.78。

注：縦軸は世帯当たりの値である。世帯平均は 2.94 人である。

図 4.12 12 歳までの緑との触れ合い経験 *Experience12* (横軸) と世帯当たり限界支払意思額 (縦軸)



注：横軸の平均値は 6.93。

注：縦軸は世帯当たりの値である。世帯平均は 2.94 人である。

図 4.13 森林の多面的機能に関する知識 *Knowledge* (横軸) と世帯当たり限界支払意思額 (縦軸)

次に、今回のアンケートの世帯人数のサンプル平均は 2.94 人であるため、一人当たりの値になおして具体的な数値をみると、以下の表 4.14 から表 4.19 のようになる。Ambrey and Fleming (2012) は Greenspace の 1 パーセントの増加に対する限界支払意思額は年間の世帯収入において 1,168 ドル、一人当たり 467 ドル（一世帯平均 2.5 人）という結果を示している。本稿で得られた限界支払意思額と比較すると、表 4.14 から表 4.19 における *Quality*, *Attachment1*, *Attachment2*, *Experience*, *Experience12*, *Knowledge* が平均よりも高い段階の支払意思額に相当することが分かる。

なお、収入レベルによって限界支払意思額は異なる可能性が考えられるため、平均収入を境にサンプルを二つに分けたサブサンプルにおける分析結果を補論 4.8 に示す。

表 4.14 自宅周辺の緑の質の値と一人当たり限界支払意思額 (円)

Quality	model1	model2	model3	model4	model5	model6
1	-85062	-72282.1	-73203	-79288.7	-63801.9	-65055.3
2	-71232.6	-58958.1	-59931.4	-65996	-50621.6	-51836.6
3	-57403.1	-45634	-46659.7	-52703.3	-37441.3	-38618
4	-43573.7	-32310	-33388.1	-39410.6	-24261	-25399.4
5	-29744.3	-18985.9	-20116.4	-26117.8	-11080.8	-12180.8
6	-15914.8	-5661.86	-6844.75	-12825.1	2099.508	1037.804
7	-2085.41	7662.194	6426.91	467.6269	15279.78	14256.42
8	11744.03	20986.25	19698.57	13760.36	28460.05	27475.03
9	25573.46	34310.3	32970.23	27053.08	41640.32	40693.64
10	39402.9	47634.35	46241.89	40345.81	54820.6	53912.25
11	53232.33	60958.4	59513.55	53638.54	68000.87	67130.86

表 4.15 自宅周辺の緑に対する愛着の値と一人当たり限界支払意思額（円）

Attachment1	model1	model2	model3	model4	model5	model6
1	-172679	-155769	-156407	-155265	-135507	-136234
2	-146877	-131074	-131821	-132088	-113045	-113834
3	-121075	-106380	-107235	-108911	-90581.9	-91433.2
4	-95273.1	-81685.1	-82649.7	-85734.4	-68119.2	-69032.7
5	-69471.2	-56990.4	-58063.9	-62557.5	-45656.5	-46632.2
6	-43669.3	-32295.8	-33478.2	-39380.7	-23193.9	-24231.7
7	-17867.5	-7601.11	-8892.47	-16203.8	-731.222	-1831.14
8	7934.447	17093.55	15693.26	6973.035	21731.44	20569.38
9	33736.34	41788.21	40278.99	30149.9	44194.1	42969.9
10	59538.24	66482.88	64864.72	53326.76	66656.76	65370.42
11	85340.14	91177.54	89450.45	76503.62	89119.42	87770.94

表 4.16 世の中全体の緑に対する愛着の値と一人当たり限界支払意思額（円）

Attachment2	model1	model2	model3	model4	model5	model6
1	-132491	-116687	-103898	-85518.8	-86933.3	-93038.1
2	-112323	-97340	-87826.9	-69897	-71259.6	-76767.3
3	-92154.4	-77992.9	-71755.7	-54275.3	-55586	-60496.5
4	-71986.1	-58645.9	-55684.5	-38653.5	-39912.3	-44225.8
5	-51817.8	-39298.8	-39613.3	-23031.7	-24238.7	-27955
6	-31649.5	-19951.7	-23542.1	-7409.97	-8565.04	-11684.2
7	-11481.3	-604.686	-7470.95	8211.79	7108.615	4586.515
8	8687.024	18742.37	8600.239	23833.56	22782.27	20857.28
9	28855.3	38089.42	24671.43	39455.32	38455.92	37128.04
10	49023.58	57436.48	40742.61	55077.09	54129.57	53398.81
11	69191.86	76783.53	56813.8	70698.85	69803.22	69669.57

表 4.17 過去 5 年の緑との触れ合い経験の値と一人当たり支払意思額（円）

Experience	model1	model2	model3	model4	model5	model6
1	-54448.2	-41074.6	-42113.7	-45824.9	-29068.2	-30041
2	-43014	-30407.2	-31524.8	-35619.4	-19299.8	-20288.8
3	-31579.9	-19739.8	-20935.8	-25414	-9531.44	-10536.6
4	-20145.7	-9072.36	-10346.8	-15208.5	236.9285	-784.45
5	-8711.57	1595.072	242.1467	-5002.99	10005.29	8967.749
6	2722.582	12262.5	10831.12	5202.493	19773.66	18719.95
7	14156.73	22929.93	21420.09	15407.98	29542.03	28472.15
8	25590.88	33597.36	32009.06	25613.46	39310.39	38224.35
9	37025.03	44264.78	42598.04	35818.94	49078.76	47976.55
10	48459.18	54932.21	53187.01	46024.43	58847.13	57728.75
11	59893.33	65599.64	63775.98	56229.91	68615.49	67480.95

表 4.18 12 歳までの緑との触れ合い経験の値と一人当たり支払意思額（円）

Experience12	model1	model2	model3	model4	model5	model6
1	-57202.9	-45956.6	-46085.3	-48315	-33183	-33289.6
2	-46730	-35834.8	-36154.7	-39025.3	-24039.3	-24265
3	-36257.1	-25712.9	-26224.1	-29735.5	-14895.6	-15240.3
4	-25784.1	-15591.1	-16293.4	-20445.7	-5751.89	-6215.7
5	-15311.2	-5469.27	-6362.8	-11156	3391.824	2808.938
6	-4838.28	4652.558	3567.831	-1866.23	12535.53	11833.58
7	5634.649	14774.39	13498.46	7423.529	21679.25	20858.22
8	16107.58	24896.22	23429.09	16713.29	30822.96	29882.87
9	26580.51	35018.05	33359.72	26003.04	39966.67	38907.51
10	37053.44	45139.88	43290.35	35292.8	49110.38	47932.15
11	47526.38	55261.71	53220.98	44582.56	58254.09	56956.8

表 4.19 森林の多面的機能に関する知識の値と一人当たり限界支払意思額（円）

Knowledge	model1	model2	model3	model4	model5	model6
1	-97505	-82971.8	-82448.3	-88762.9	-70002.5	-69632.2
2	-81490.5	-67869.3	-67601.4	-73661.7	-55668	-55468
3	-65475.9	-52766.8	-52754.6	-58560.6	-41333.5	-41303.7
4	-49461.4	-37664.2	-37907.7	-43459.4	-26999	-27139.5
5	-33446.9	-22561.7	-23060.8	-28358.2	-12664.5	-12975.3
6	-17432.4	-7459.16	-8213.97	-13257.1	1670.012	1188.865
7	-1417.84	7643.379	6632.899	1844.099	16004.52	15353.07
8	14596.68	22745.92	21479.76	16945.27	30339.02	29517.27
9	30611.2	37848.45	36326.63	32046.44	44673.53	43681.48
10	46625.73	52950.99	51173.49	47147.61	59008.03	57845.68
11	62640.25	68053.53	66020.36	62248.77	73342.53	72009.89

4.7. まとめと今後の課題

本稿では、緑（森林、公園緑地および農地）の多面的機能の価値を適切に評価する方策として Life Satisfaction Approach を用いた分析を行い、人々が幸福感を通して享受している森林及び農地の恩恵を金銭的に評価した。推計の結果、人々の緑に対する支払意思額は普段接している緑の質、緑と接している度合、緑に対する親しみ、そして緑の多面的機能の知識に比例して高まることを示し、緑に対する選好の多様性を明らかにした。現在進められている緑に関する政策を実行するための財源の確保に対して、人々の支払意思の多様性を明らかにすることは意義深いと考えられる。下記の表 4.20 に示すように毎年森林に対する予算が計上されているが、この金額を一人当たりで除すると、6,000 円程度の金額となる。また、近年、森林整備の充実を目的として地方自治体独自の課税（個人県民税など）が行われるようになっており、たとえば、愛知県では「あいち森と緑づくり税」として個人県民税として 500 円が計上されている。各県で過去に行われた独自課税に関するアンケートでは独自課税の認知度が低い状況にあることが指摘されており、独自課税の認知を広め、自治体の住民の理解を得ることが課題とされている。今後、より住民の意向に即した政策が望まれる。

本研究では普段接している緑の質、緑と接している度合、緑に対する親しみ、そして緑の多面的機能の知識によって緑に対する選好に多様性が生じることを明らかにした。今後の研究の発展の方向と

しては、より客観的な指標を用いた検証が有効と考えられる。本稿ではアンケートによる主観的指標を基に緑の質や緑との触れ合い、親しみ、知識に関して尋ねているが、より信頼性を高めるためにはこれらの指標についてより客観的な指標を作成する必要がある。たとえば、GIS を用いて森林の荒廃具合、間伐の程度などを指標化することが可能であれば、緑の質の指標の信頼性がより高まると考えられる。また、知識の指標も知識をクイズ形式で問うなど、より客観的指標とする工夫も必要かもしれない。また、本稿では緑として先行研究に従って、森林・公園緑地・農地全体を緑として定義して分析を行ったが、個別の評価も必要と考えられる。また、今回反映しきれていない、より身近な緑（たとえば庭の緑、街路樹、近隣住居の緑など）の指標化が GIS を用いて可能であれば、そういう指標も有効となると考えられる。

表 4.20 直近 3 カ年の林業関係予算の推移

	2010 年度	2011 年度	2012 年度
公共事業費	1970	1890	1848
非公共事業費	904	830	760
国有林野事業特別会計	4501	4500	4630
森林保険特別会計	48	46	44

出典：林野庁「森林・林業白書（2012）」をもとに著者作成

注：当初予算額。上記のほか、農山漁村地域整備交付金、地域再生基盤強化交付金（内閣府に計上）、地域自主戦略交付金及び東日本大震災復興交付金がある。

4.8. 補論 1：サブサンプルにおける限界支払意思額

収入レベルによって限界支払意思額は異なる可能性が考えられる。本補論では平均収入を境にサンプルを二つに分けた推計結果を表 4.21 および表 4.22 に示す。なお、ここでは model1 の推計結果のみ示す。他のモデルについても同様の傾向が得られている。

表 4.21 サブサンプルにおける推計結果（平均所得以下のサンプル）

	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>
<i>Income_i</i>	8.74e-08** (2.28)	7.54e-08* (1.95)	8.14e-08** (2.12)	8.51e-08** (2.22)	9.01e-08** (2.35)	8.76e-08** (2.28)	8.67e-08** (2.26)
<i>Unemployment_i</i>	-1.188*** (-3.83)	-1.251*** (-4.02)	-1.256*** (-4.06)	-1.178*** (-3.81)	-1.167*** (-3.77)	-1.166*** (-3.76)	-1.205*** (-3.89)
<i>Age_i</i>	-0.135*** (-5.50)	-0.136*** (-5.53)	-0.145*** (-5.88)	-0.141*** (-5.71)	-0.134*** (-5.45)	-0.138*** (-5.60)	-0.137*** (-5.59)
<i>(Age_i)²</i>	0.00144*** (5.76)	0.00144*** (5.76)	0.00150*** (6.01)	0.00148*** (5.92)	0.00141*** (5.65)	0.00147*** (5.87)	0.00142*** (5.70)
<i>Sex_i</i>	0.409*** (3.31)	0.423*** (3.42)	0.414*** (3.35)	0.412*** (3.33)	0.422*** (3.41)	0.418*** (3.38)	0.423*** (3.43)
<i>Marriage_i</i>	0.982*** (7.72)	0.995*** (7.81)	0.973*** (7.66)	0.979*** (7.71)	0.950*** (7.46)	0.962*** (7.55)	0.986*** (7.75)
<i>School_i</i>	0.165** (2.11)	0.168** (2.15)	0.149* (1.90)	0.155** (1.98)	0.156** (1.99)	0.163** (2.08)	0.124 (1.58)
<i>Health_i</i>	0.321*** (5.72)	0.318*** (5.68)	0.333*** (5.95)	0.331*** (5.88)	0.323*** (5.76)	0.324*** (5.78)	0.332*** (5.94)
<i>Time</i>	-0.00235	-0.00285	-0.00300	-0.00219	-0.00281	-0.00249	-0.00255
<i>Discount_i</i>	(-1.03)	(-1.24)	(-1.31)	(-0.96)	(-1.22)	(-1.09)	(-1.12)
<i>Risk</i>	-0.0521** (-2.11)	-0.0537** (-2.18)	-0.0538** (-2.19)	-0.0485* (-1.96)	-0.0450* (-1.81)	-0.0469* (-1.90)	-0.0478* (-1.93)
<i>Aversion_i</i>							
<i>CompetitiveS pirit_i</i>	-0.336*** (-5.89)	-0.334*** (-5.86)	-0.339*** (-5.96)	-0.331*** (-5.80)	-0.335*** (-5.88)	-0.335*** (-5.89)	-0.345*** (-6.07)
<i>Altruism_i</i>	0.260*** (3.67)	0.258*** (3.65)	0.238*** (3.35)	0.236*** (3.31)	0.246*** (3.46)	0.245*** (3.45)	0.227*** (3.19)
<i>Shock_i</i>	-0.181*** (-4.31)	-0.179*** (-4.25)	-0.180*** (-4.27)	-0.192*** (-4.55)	-0.187*** (-4.43)	-0.186*** (-4.41)	-0.178*** (-4.24)
<i>Talk_i</i>	0.716*** (9.06)	0.689*** (8.68)	0.672*** (8.45)	0.688*** (8.66)	0.676*** (8.48)	0.703*** (8.88)	0.712*** (9.00)
<i>Greenspace_i</i>	-0.000194 (-0.06)	-0.0234*** (-3.12)	-0.0376*** (-4.61)	-0.0259*** (-2.98)	-0.0166*** (-2.81)	-0.0144** (-2.30)	-0.0298*** (-4.18)
<i>Greenspace_i × Q uality_i</i>		0.00321*** (3.46)					
<i>Greenspace_i × A ttachment1_i</i>			0.00489*** (5.03)				
<i>Greenspace_i × A ttachment2_i</i>				0.00337*** (3.21)			
<i>Greenspace_i × E xperience_i</i>					0.00266*** (3.34)		
<i>Greenspace_i × E xperience12_i</i>						0.00212*** (2.65)	
<i>Greenspace_i × K nowledge_i</i>							0.00414*** (4.63)
<i>Observation</i>	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165

表 4.22 サブサンプルにおける推計結果（平均所得以上のサンプル）

	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>	<i>Model1</i>
<i>Income_i</i>	5.67e-08*** (2.69)	5.57e-08*** (2.64)	5.60e-08*** (2.65)	5.78e-08*** (2.73)	5.71e-08*** (2.71)	5.65e-08*** (2.68)	5.61e-08** (2.66)
<i>Unemployment_i</i>	-1.0649 (-0.79)	-1.0455 (-0.77)	-1.328 (-0.96)	-1.253 (-0.91)	-1.0932 (-0.81)	-1.146 (-0.85)	-1.090 (-0.81)
<i>Age_i</i>	-0.0614* (-1.74)	-0.0609* (-1.73)	-0.0687* (-1.95)	-0.0649* (-1.84)	-0.0614* (-1.74)	-0.0620* (-1.76)	-0.0614* (-1.74)
<i>(Age_i)²</i>	0.000644* (1.85)	0.000656* (1.83)	0.000727** (2.03)	0.000691* (1.93)	0.000662* (1.85)	0.000672* (1.88)	0.000661* (1.84)
<i>Sex_i</i>	0.532*** (3.66)	0.523*** (3.59)	0.514*** (3.52)	0.503*** (3.44)	0.537*** (3.68)	0.533*** (3.66)	0.531*** (3.65)
<i>Marriage_i</i>	1.226*** (6.40)	1.226*** (6.40)	1.265*** (6.61)	1.234*** (6.45)	1.203*** (6.26)	1.214*** (6.32)	1.224*** (6.38)
<i>School_i</i>	0.0811 (0.80)	0.0782 (0.78)	0.0523 (0.52)	0.0533 (0.53)	0.0803 (0.80)	0.0720 (0.71)	0.0765 (0.76)
<i>Health_i</i>	0.366*** (5.41)	0.359*** (5.27)	0.344*** (5.05)	0.365*** (5.38)	0.361*** (5.33)	0.363*** (5.35)	0.365*** (5.39)
<i>Time</i>	0.00197	0.00183	0.00182	0.00160	0.00205	0.00222	0.00195
<i>Discount_i</i>	(0.61)	(0.56)	(0.56)	(0.49)	(0.63)	(0.69)	(0.60)
<i>Risk</i>	-0.000105 (-0.00)	0.00270 (0.09)	0.00518 (0.18)	0.00701 (0.25)	0.00371 (0.13)	0.00301 (0.11)	0.000598* (0.02)
<i>Aversion_i</i>							
<i>CompetitiveSpirit_i</i>	-0.305*** (-4.30)	-0.307*** (-4.32)	-0.312*** (-4.38)	-0.296*** (-4.17)	-0.307*** (-4.33)	-0.296*** (-4.17)	-0.301*** (-4.23)
<i>Altruism_i</i>	0.0675 (0.84)	0.0651 (0.81)	0.0505 (0.62)	0.0433 (0.53)	0.0623 (0.77)	0.0621 (0.77)	0.0623*** (0.77)
<i>Shock_i</i>	-0.226*** (-3.96)	-0.222*** (-3.88)	-0.238*** (-4.14)	-0.231*** (-4.04)	-0.227*** (-3.98)	-0.229*** (-4.03)	-0.227*** (-3.98)
<i>Talk_i</i>	0.700*** (7.09)	0.685*** (6.86)	0.657*** (6.62)	0.672*** (6.77)	0.681*** (6.81)	0.688*** (6.97)	0.696*** (7.03)
<i>Greenspace_i</i>	-0.000374 (-0.09)	-0.00966 (-0.95)	-0.0411*** (-3.58)	-0.0360*** (-2.87)	-0.00804 (-1.05)	-0.0132 (-1.55)	-0.00526 (-0.53)
<i>Greenspace_i × Quality_i</i>		0.00122 (1.01)					
<i>Greenspace_i × Attachment1_i</i>			0.00504*** (3.81)				
<i>Greenspace_i × Attachment2_i</i>				0.00440*** (3.01)			
<i>Greenspace_i × Experience_i</i>					0.00125 (1.21)		
<i>Greenspace_i × Experience12_i</i>						0.00180* (1.73)	
<i>Greenspace_i × Knowledge_i</i>							0.000646 (0.55)
<i>Observation</i>	817	817	817	817	817	817	817

推計結果より限界支払意思額を計算すると以下の図 4.14 のようになる。全体として、平均所得以下のサブサンプルは傾きがなだらかとなる傾向が見出される。平均所得以上のサンプルは愛着のみ有意となっているが、傾きが相対的に急になっており、全サンプルや平均所得以下のサンプルと比較して、限界支払い意思額は愛着の差異に影響を受けやすいという点が指摘される。

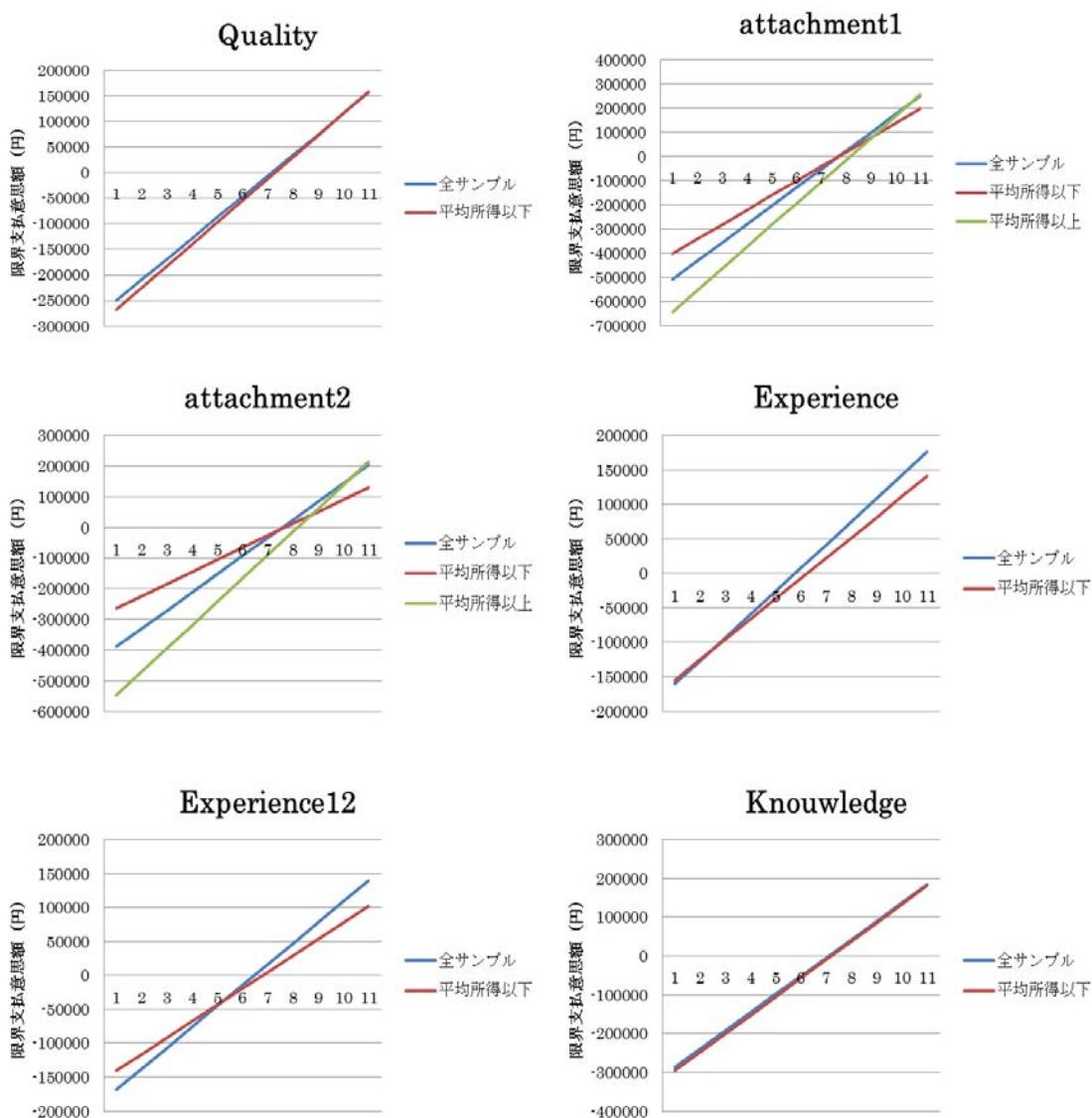


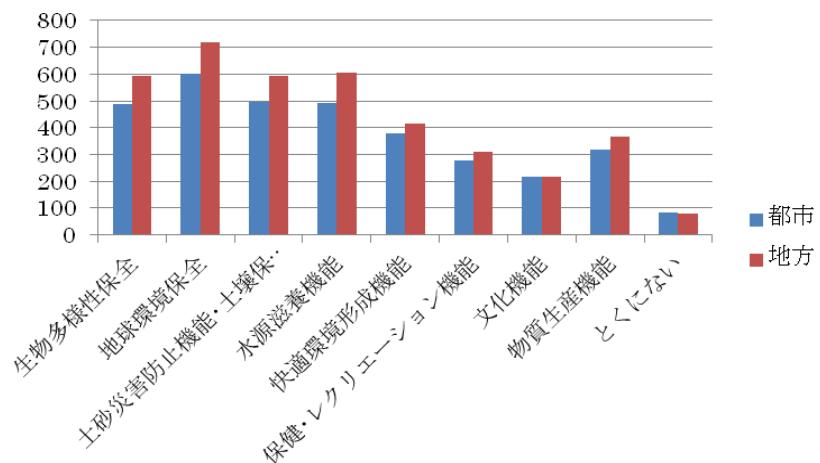
図 4.14 サブサンプルにおける限界支払意思額（統計的に有意なもののみ）

4.9. 補論 2：国民の望む森林政策

森林の多面的機能に関して「あなたは、今後、森林・林業行政に何を望みますか。特に力を入れて欲しいと思うこと全てをお選びください。」という質問を今回のアンケートでは行っている。アンケート結果を図 4.15 に示す。環境保全機能である地球環境保全機能が最も高く、土砂災害防止機能／土壤保全機能、水源涵養機能、快適環境形成機能への期待が比較的大きいこと、そして生物多様性保全機能への期待も比較的大きいことが読み取れる。

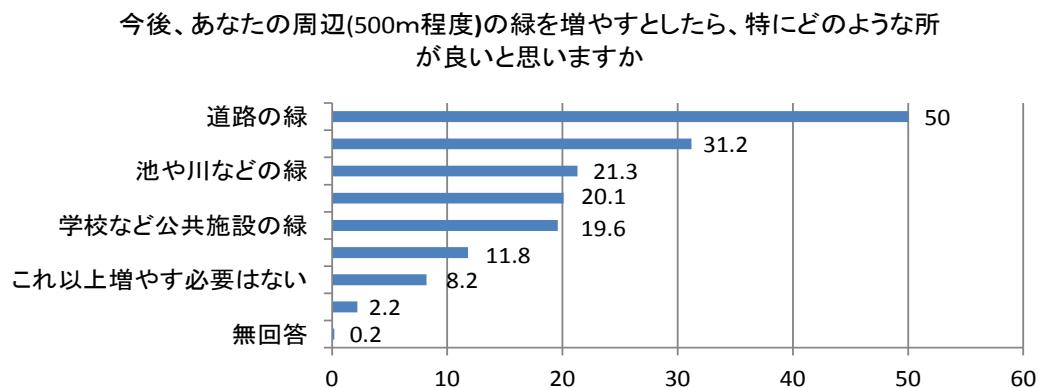
なお、都市住民の緑に関する意識調査において、「緑は必要だ」とする回答が多くみられる。たとえば、「緑を増やしていくべき」というアンケート結果が 7 割を超えている愛知県名古屋市の調査では、「あなたの周辺（500m 程度）で緑を増やすとしたらどのようなところがよいか」という問い合わせに、図 4.16 に示すように「道路の緑」が 5 割を超えて最も多くなっている。また今後の都市緑化の取り組みへの要望は、図 4.17 に示すように「公園緑地の整備」、「道路の街路樹を増やす」、「緑の伐採を規制す

る地区を設ける」の順となっている。



注：ここでは回答者の居住地の人口密度の平均で2グループに分けることで回答者を都会と地方のサンプルに分けて示している

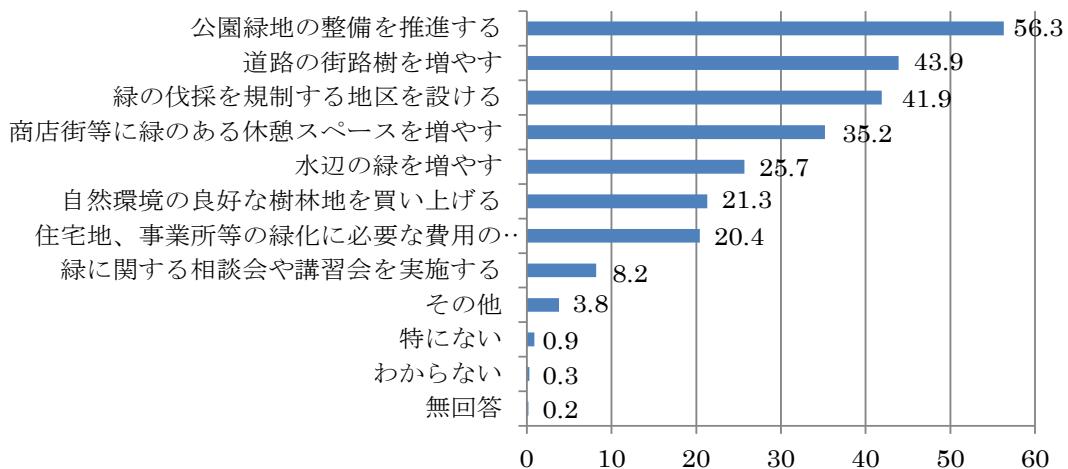
図 4.15 今後、森林・林業行政に何を望むか



出典：『緑の都市再生ガイドブック』をもとに作成

図 4.16 緑を増やす場所に関する調査例（愛知県）

あなたは、都市の緑化に関して、今後、愛知県にどのような取り組みを望んでいますか



出典：『緑の都市再生ガイドブック』をもとに作成

図 4.17 都市の緑化に対する要望例（愛知県）

図 4.16 より、周辺の緑を増やす場所については「道路の緑」に次いで「公園の緑」との回答が多いのに対して、緑化に関してどのような取り組みを望むかの質問に対しては「公園緑地の整備を推進する」に次いで「道路の街路樹を増やす」との回答が多いことがわかる。このことから、公園の緑は道路の緑よりは豊富ではあるが、利用者が満足できるほどの整備がされておらず、公園整備に対する要求が高くなっていると考えられる。一方で道路の緑については、どちらの質問に対しても割合が高くなっています。これは、身近な緑の満足度に影響を与えるのは街路樹の緑が果たす役割が大きい可能性を示唆している。

森林の多面的機能の発揮の必要性や、都市の緑の存在の重要性が述べられている中、長山他（1993）は、身近な緑の多少感が京都市全体への満足度に影響するかどうか、どの緑の多少感が影響するのかを分析している。この研究では、京都市民を対象に緑に関するアンケート調査を行い、物理的な緑量（緑被率）と緑に対する満足度の関係、及び市民の主観的緑量（緑の種類別多少感）と満足度の関係を分析し、その結果、緑地の存在は周辺住民の緑の満足度を高め、その形態としては閉鎖型より開放型の方がより効果が高く、また主観的緑量のうちで身近な緑の満足度に影響を与えるのは、近所の生垣の多少感であるが、中心部では街路樹や社寺の緑、田畠以外の緑の少ない南部では、田畠の緑が果たす役割が大きいことを明らかにしている。

このように、都市に存在する緑の種類、質、空間的分布などによって住民の緑に関する満足度も影響されていることがわかるが、李他（1990）はさらに、居住地の緑環境の評価を行うに際し、緑の種類別重要度を明らかにすることを目的として、住民が直接求めている緑の種類、住民による現実の緑の認知度と満足度の重回帰分析、条件設定による実験計画法による検討を行っている。その結果、住民が直接求めている緑は庭の緑が非常に強く、続いて公園の緑、山・丘陵の緑という結果が得られている。また住民による現実の緑の認知度と満足度の関係では庭の緑、公園の緑、山の緑の認知度が緑

の満足度に強く影響し、条件設定による実験計画法では街路樹や庭の有無が緑の満足度に強く影響していることが明らかとなった。さらに公園に関しては面積より距離、また山の場合は山の利用可能性が距離より強く影響する傾向が示された。すなわち、公園や山に関しては利用可能性が評価に強く影響していることが考えられる。

緑のもつ効果に対する研究としては山本他（1993）が挙げられ、そこでは都市における存在形態の異なる緑地（古墳）を対象に、周辺居住者の意識調査を通じて、居住環境形成に係わる緑地の存在効果（森林が存在することによって得ることのできる効果）を明らかにすることを目的としている³⁵。その結果、緑地の存在効果に対する評価は、自然供給効果に対する評価が高く、次いでアメニティ効果となっており、しかもこれらの効果圏域は広い、ということを明らかにした。また可視状況や接触頻度も緑地の存在効果に影響を及ぼし、緑地が見え、接触頻度が高いほど、存在効果に対する評価が高くなることが明らかにしている。すなわち、緑地の存在は住民の緑の満足度を高め、緑が存在することによって得られる効果は、「緑の豊かさを感じる」などといった、自然供給効果であり、続いて「住み心地が良い」などのアメニティ効果であること、さらに、これらの効果が及ぶ範囲は広いが、緑地が見え、接触頻度が高くなると、存在効果に対する評価はさらに高くなる、ということが指摘されている。

また、緑との接触の仕方は生活行動のパターン、つまり生活圏の広がりの違いなどの様々な条件や要因によって異なる。橋本（1980）は、森林に近い地域では、日常的に森林を利用しているという回答比率が市街地より高いのに対し、森林を利用する目的については市街地の住民の方が登山・休養・キャンプ・散歩など多面的であり、一方で森林に近い地域の住民の目的は職業としての仕事や、肥料の利用など共通的なものに集中している、ということを明らかにしている。そのため、緑の少ない都市では、森林に行く目的として登山などの保健休養活動を行っていると考えられるが、森林との距離が遠くなり、接触頻度も高くないため、都市に住む住民は森林の存在効果に対する評価は高くないと考えられる。

さらに、居住地別の森林に期待する機能は、安村他（1999）によると、山村、都市共に最も期待度が高いものは、水源涵養・土砂災害防止機能であり、それに対し保健休養機能に対する期待は両地域共に相対的に低いことが明らかになっている。

緑の満足度に関係性が深いと考えられる、環境意識の決定要因に関する先行研究としては、Swenson and Wells（1997）があり、環境意識は世帯収入と正の相関を持つことを指摘している。また、Scott and Willits（1994）は環境意識が年齢と正の相関を持つことを示している。また、Videras et al.（2012）は環境行動の決定要因に関する分析を行い、その結果、行動の内容によって傾向は異なるものの、環境行動の有無には経済状況・年齢・教育が概ね影響し、さらには性格も影響することが明らかにした。また、周りの人々の関わり合い（普段、同僚、隣人及び家族と環境問題について話をするかどうか）も重要な要因となることを明らかにしている。

本補論では、環境意識の決定要因の先行研究で用いられている説明変数を考慮に入れたうえで、緑の満足度の指標である Quality を被説明変数とし、説明変数に緑被率を含めたモデルの推計を行う。ここでは、緑被率のデータとして国土地理院の数値地図 5000 を用いるが、Greenspace に加えて、表 4.4 に示した公園・緑地等（Kouen）、山林・荒地等（Sanrin）、田（Ta）、畑・その他の農地（Hatake）

³⁵ ここでいう緑地の存在効果とは、微気象調節効果、騒音軽減効果、自然供給効果、アメニティ効果である。

という 4 つの緑に関する緑被率データを作成し、分析で用いることとする。本補論の目的は緑の満足度と緑被率の関係性を明らかにすることである。

多重共線性の問題を回避するために、モデルを以下のように複数設定する。

$$\begin{aligned} Quality_i = & \beta_1 Income_i + \beta_2 Age_i + \beta_3 Sex_i + \beta_4 Health_i + \beta_5 Knowledge_i \\ & + \beta_6 Attachment_i + \beta_7 Experience1_i + \beta_8 Experience2_i \\ & + \beta_9 Henka_i + \beta_{10} Hikaku_i + \beta_{11} Volunteer_i + \beta_{12} Popdensity_i \\ & + \beta_{13} Greenspace_i + \beta_{14} (Greenspace_i)^2 + \tau_i \end{aligned} \quad (4.10)$$

$$\begin{aligned} Quality_i = & \beta_1 Income_i + \beta_2 Age_i + \beta_3 Sex_i + \beta_4 Health_i + \beta_5 Knowledge_i \\ & + \beta_6 Attachment2_i + \beta_7 Experience1_i + \beta_8 Experience2_i \\ & + \beta_9 Henka_i + \beta_{10} Hikaku_i + \beta_{11} Volunteer_i + \beta_{12} Popdensity_i \\ & + \beta_{13} Greenspace_i + \beta_{14} (Greenspace_i)^2 + \tau_i \end{aligned} \quad (4.11)$$

ここで、緑被率に関しては、*Greenspace*だけでなく、公園・緑地等 (*Kouen*)、山林・荒地等 (*Sanrin*)、田 (*Ta*)、畑・その他の農地 (*Hatake*) という 4 種類の個別の緑被率に関する分析を行う。多重共線性の問題を回避するために個別に説明変数を含めたモデルとする。 τ_i は誤差項である。コントロール変数として *Henka* (居住地域の過去 10 年の緑の変化量)、*Hikaku* (生まれた場所の緑と比較して、現在の居住地はどの程度の緑の量があるか)、*Volunteer* (環境ボランティア経験量) を導入している。他の説明変数はすでに定義したとおりである。

緑被率が同じであっても、緑の多面的機能の知識がない場合には、緑に対する満足度が低くなると考えられ、また、緑に愛着を持っていない場合も同様に満足度が低くなる可能性が考えられる。同様に、緑の量が同じであっても、普段からハイキングや山登りなど自然と親しんで、自然との触れ合い経験が豊富である人々は緑に対してより満足度が高い可能性が考えられる。以下が緑被率を含めたモデルである。なお、緑被率は非線形の可能性を考慮に入れるために二乗項まで含めている。

また、被説明変数として上記は自宅から 5 分圏内の森林や緑に対する満足度 (*Quality*) を用いたが、自宅から 5 分から 15 分圏内の森林や緑の満足度(以下 *Quality2* とする)についても検証を行うため、被説明変数を *Quality2* とし、同様の説明変数を用いた分析も行う。

表 4.6 以外の指標の基本統計量は表 4.23 のとおりである。

分析結果を表 4.24、表 4.25、表 4.26、表 4.27 に示す。所得および性別に関しては全てのモデルで統計的に有意にプラスの符号が得られている。年齢については逆 U 字型の傾向健康度に関しては正の符号が得られているが、一部のモデルでは有意性は得られていない。以上のコントロール変数はおおむね予想通りの符号が得られている。

表 4.23 基本統計量

	データ数	平均	標準偏差	最小値	最大値
<i>Quality2</i>	1986	6.180	2.385	1	11
<i>Henka</i>	1986	5.215	1.480	1	11
<i>Hikaku</i>	1986	4.976	2.095	1	11
<i>Volunteer</i>	1986	1.443	0.600	1	3
<i>Kouen</i>	1986	5.524	6.528	0	80.590
<i>Sanrin</i>	1986	5.494	13.220	0	95.658
<i>Ta</i>	1986	3.245	7.531	0	62.029
<i>Hatake</i>	1986	4.464	6.704	0	53.555

表 4.24 推計結果（被説明変数：*Quality*, 説明変数に *Attachment1* を含めたモデル）

Specification	Model(a)	Model(b)	Model(c)	Model(d)	Model(e)	Model(f)
<i>Income</i>	2.50e-08** (2.46)	2.68e-08*** (2.69)	2.53e-08** (2.51)	2.62e-08*** (2.61)	2.50e-08** (2.46)	2.50e-08** (2.46)
<i>Age</i>	-0.0299* (-1.75)	-0.0233 (-1.39)	-0.0291* (-1.72)	-0.0241 (-1.43)	-0.0301* (-1.77)	-0.0296* (-1.74)
<i>Age</i> ²	0.000296* (1.68)	0.000224 (1.29)	0.000290* (1.65)	0.000231 (1.33)	0.000299* (1.70)	0.000292* (1.66)
<i>Sex</i>	0.168** (2.25)	0.178** (2.43)	0.169** (2.27)	0.179** (2.43)	0.168** (2.26)	0.167** (2.25)
<i>Health</i>	0.0588* (1.68)	0.0615* (1.79)	0.0656* (1.88)	0.0530 (1.53)	0.0574 (1.64)	0.0595* (1.70)
<i>Knowledge</i>	-0.0843*** (-5.54)	-0.0841*** (-5.62)	-0.0822*** (-5.42)	-0.0858*** (-5.70)	-0.0841*** (-5.53)	-0.0844*** (-5.55)
<i>Attachment1</i>	0.420*** (26.68)	0.390*** (24.88)	0.413*** (26.32)	0.400 *** (25.47)	0.419*** (26.67)	0.419*** (26.60)
<i>Experience</i>	0.0455*** (3.00)	0.0419*** (2.81)	0.0406*** (2.69)	0.0465*** (3.10)	0.0456*** (3.01)	0.0460*** (3.03)
<i>Experience</i> 12	0.0314** (2.08)	0.0301** (2.03)	0.0315** (2.10)	0.0300** (2.01)	0.0302** (2.00)	0.0316** (2.09)
<i>Henka</i>	0.160*** (5.91)	0.171*** (6.39)	0.155*** (5.74)	0.172*** (6.42)	0.161*** (5.94)	0.163*** (6.00)
<i>Hikaku</i>	0.231*** (11.57)	0.207*** (10.42)	0.234*** (11.76)	0.206*** (10.34)	0.233*** (11.66)	0.230*** (11.50)
<i>Volunteer</i>	-0.0966 (-1.56)	-0.0954 (-1.57)	-0.0866 (-1.40)	-0.105* (-1.71)	-0.0962 (-1.56)	-0.0975 (-1.58)
<i>Popdensity</i>	-1.40e-05*** (-2.91)	-3.64e-06 (-0.68)	-1.66e-05*** (-3.44)	-5.31e-06 (-1.09)	-1.74e-05*** (-3.46)	-1.10e-08** (-2.11)
<i>Greenspace</i>		0.0229*** (3.73)				
<i>Greenspace</i> ²		-0.0000697* (-0.88)				
<i>Kouen</i>			0.0439*** (4.14)			
<i>Kouen</i> ²			-0.000479* (-1.86)			
<i>Sanrin</i>				0.0417*** (7.86)		
<i>Sanrin</i> ²				-0.000265*** (-4.55)		
<i>Ta</i>					-0.0118 (-1.00)	
<i>Ta</i> ²					-0.0000246 (-0.07)	
<i>Hatake</i>						0.00996 (0.80)
<i>Hatake</i> ²						-0.0000199 (-0.05)
<i>Observation</i>	1986	1986	1986	1986	1986	1986

注：***、**、*はそれぞれ 1%、5%、10% 水準で有意であることを示す。() 内は z 値である。また、順序ロジット分析を用いている。以下表 4.23～表 4.25 まで同様である。

表 4.25 推計結果（被説明変数：*Quality*, 説明変数に *Attachment2* を含めたモデル）

Specification	Model(a)	Model(f)	Model(b)	Model(c)	Model(d)	Model(e)
<i>Income</i>	1.50e-08 (1.56)	1.64e-08* (1.73)	1.52e-08 (1.59)	1.58e-08* (1.66)	1.49e-08 (1.55)	1.51e-08 (1.57)
<i>Age</i>	-0.0346** (-2.14)	-0.0297* (-1.86)	-0.0339** (-2.10)	-0.0298* (-1.86)	-0.0346** (-2.14)	-0.0346** (-2.14)
<i>Age</i> ²	0.000322** (1.93)	0.000270 (1.63)	0.000317** (1.91)	0.000270 (1.63)	0.000324** (1.95)	0.000322** (1.93)
<i>Sex</i>	0.158** (2.24)	0.167** (2.39)	0.159** (2.26)	0.168** (2.39)	0.159** (2.26)	0.158** (2.23)
<i>Health</i>	0.0558* (1.68)	0.0558* (1.70)	0.0614* (1.85)	0.0506 (1.54)	0.0539 (1.62)	0.0560* (1.69)
<i>Knowledge</i>	-0.0456*** (-3.16)	-0.0454*** (-3.18)	-0.0439*** (-3.05)	-0.0466*** (-3.26)	-0.0454*** (-3.15)	-0.0458*** (-3.18)
<i>Attachment2</i>	0.474*** (31.74)	0.450*** (30.12)	0.469*** (31.41)	0.458*** (30.64)	0.473*** (31.76)	0.473*** (31.67)
<i>Experience</i>	0.0524*** (3.64)	0.0496*** (3.48)	0.0484*** (3.37)	0.0531*** (4.72)	0.0523*** (3.64)	0.0528*** (3.67)
<i>Experience</i> 12	0.0519*** (3.62)	0.0506*** (3.58)	0.0520*** (3.64)	0.0510*** (3.59)	0.0505*** (3.53)	0.0521*** (3.64)
<i>Henka</i>	0.104*** (4.04)	0.112*** (4.41)	0.0994*** (3.88)	0.113*** (4.44)	0.105*** (4.08)	0.105*** (4.09)
<i>Hikaku</i>	0.218*** (11.52)	0.201*** (10.62)	0.221*** (11.67)	0.199*** (10.46)	0.221*** (11.67)	0.217*** (11.45)
<i>Volunteer</i>	-0.137** (-2.34)	-0.137** (-2.36)	-0.129** (-2.21)	-0.143** (-2.46)	-0.136** (-2.33)	-0.138** (-2.36)
<i>Popdensity</i>	-1.17e-05*** (-2.57)	-5.20e-06 (-1.03)	-1.39e-05*** (-3.03)	-4.75e-06 (-1.03)	-1.64e-05*** (-3.45)	-9.44e-06* (-1.91)
<i>Greenspace</i>		0.0328*** (5.31)				
<i>Greenspace</i> ²		-0.000141* (-1.74)				
<i>Kouen</i>			0.0362*** (3.60)			
<i>Kouen</i> ²			-0.000414* (-1.70)			
<i>Sanrin</i>				0.0343*** (6.79)		
<i>Sanrin</i> ²				-0.000235*** (-4.25)		
<i>Ta</i>					-0.0194* (-1.74)	
<i>Ta</i> ²					0.0000820 (0.26)	
<i>Hatake</i>						0.0113 (0.95)
<i>Hatake</i> ²						-0.000194 (-0.51)
<i>Observation</i>	1986	1986	1986	1986	1986	1986

表 4.26 推計結果（被説明変数：*Quality2*, 説明変数に *Attachment1* を含めたモデル）

Specification	Model(a)	Model(f)	Model(b)	Model(c)	Model(d)	Model(e)
<i>Income</i>	2.93e-08*** (2.63)	3.15e-08*** (2.90)	2.96e-08*** (2.68)	3.06e-08*** (2.80)	2.92e-08*** (2.62)	2.94e-08*** (2.64)
<i>Age</i>	-0.0177 (-0.95)	-0.00992 (-0.54)	-0.0169 (-0.91)	-0.0105 (-0.57)	-0.0179 (-0.96)	-0.0177 (-0.95)
<i>Age</i> ²	0.000232 (1.20)	0.000140 (0.74)	0.000225 (1.17)	0.0001462 (0.77)	0.000235 (1.21)	0.000231 (1.19)
<i>Sex</i>	0.272*** (3.33)	0.276*** (3.48)	0.271*** (3.33)	0.281*** (3.50)	0.272*** (3.33)	0.271*** (3.31)
<i>Health</i>	0.0506 (1.32)	0.0547 (1.46)	0.0601 (1.57)	0.0431 (1.14)	0.0490 (1.27)	0.0513 (1.33)
<i>Knowledge</i>	-0.0588*** (-3.45)	-0.0607*** (-3.66)	-0.0566*** (-3.34)	-0.0622*** (-3.72)	-0.0589*** (-3.46)	-0.0591*** (-3.47)
<i>Attachment1</i>	0.137*** (6.86)	0.122*** (6.25)	0.135*** (6.78)	0.127*** (6.45)	0.138*** (6.91)	0.136*** (6.79)
<i>Experience</i>	0.0918*** (5.51)	0.0828*** (5.10)	0.0842*** (5.07)	0.090*** (5.53)	0.0915*** (5.50)	0.0925*** (5.55)
<i>Experience12</i>	0.0583*** (3.50)	0.0548*** (3.38)	0.0580*** (3.50)	0.0550*** (3.36)	0.0569*** (3.41)	0.0587*** (3.52)
<i>Henka</i>	0.175*** (5.88)	0.188*** (6.46)	0.167*** (5.66)	0.190*** (6.51)	0.176*** (5.91)	0.178*** (5.99)
<i>Hikaku</i>	0.328*** (15.18)	0.286*** (13.38)	0.330*** (15.37)	0.287*** (13.38)	0.330*** (15.28)	0.326*** (15.06)
<i>Volunteer</i>	-0.0274 (-0.40)	-0.0333 (-0.50)	-0.0160 (-0.24)	-0.0424 (-0.64)	-0.0271405 (-0.40)	-0.0295 (-0.43)
<i>Popdensity</i>	-2.12e-05*** (-4.02)	-5.63e-06 (-0.97)	-2.46e-08*** (-4.67)	-8.87e-06* (-1.67)	-2.52e-08*** (-4.58)	-1.65*** (-2.88)
<i>Greenspace</i>		0.0234*** (3.67)				
<i>Greenspace</i> ²		-0.000135 (-1.57)				
<i>Kouen</i>			0.0613*** (5.29)			
<i>Kouen</i> ²			-0.000731*** (-2.60)			
<i>Sanrin</i>				0.0573*** (9.98)		
<i>Sanrin</i> ²				-0.000369*** (-5.84)		
<i>Ta</i>					-0.0161 (-1.24)	
<i>Ta</i> ²					0.0000508 (-0.14)	
<i>Hatake</i>						0.0210 (1.53)
<i>Hatake</i> ²						-0.000290 (0.66)
<i>Observations</i>	1986	1986	1986	1986	1986	1986

表 4.27 推計結果（被説明変数：*Quality2*, 説明変数に *Attachment2* を含めたモデル）

Specification	Model(a)	Model(f)	Model(b)	Model(c)	Model(d)	Model(e)
<i>Income</i>	2.93e-08*** (2.63)	3.15e-08*** (2.90)	2.96e-08*** (2.68)	3.06e-08*** (2.80)	2.92e-08*** (2.62)	2.94e-08*** (2.64)
<i>Age</i>	-0.0177 (-0.95)	-0.00992 (-0.54)	-0.0169 (-0.91)	-0.0105 (-0.57)	-0.0179 (-0.96)	-0.0177 (-0.95)
<i>Age</i> ²	0.000232 (1.20)	0.000140 (0.74)	0.000225 (1.17)	0.0001462 (0.77)	0.000235 (1.21)	0.000231 (1.19)
<i>Sex</i>	0.272*** (3.33)	0.276*** (3.48)	0.271*** (3.33)	0.281*** (3.50)	0.272*** (3.33)	0.271*** (3.31)
<i>Health</i>	0.0506 (1.32)	0.0547 (1.46)	0.0601 (1.57)	0.0431 (1.14)	0.0490 (1.27)	0.0513 (1.33)
<i>Knowledge</i>	-0.0588*** (-3.45)	-0.0607*** (-3.66)	-0.0566*** (-3.34)	-0.0622*** (-3.72)	-0.0589*** (-3.46)	-0.0591*** (-3.47)
<i>Attachment1</i>	0.137*** (6.86)	0.122*** (6.25)	0.135*** (6.78)	0.127*** (6.45)	0.138*** (6.91)	0.136*** (6.79)
<i>Experience</i>	0.0918*** (5.51)	0.0828*** (5.10)	0.0842*** (5.07)	0.090*** (5.53)	0.0915*** (5.50)	0.0925*** (5.55)
<i>Experience12</i>	0.0583*** (3.50)	0.0548*** (3.38)	0.0580*** (3.50)	0.0550*** (3.36)	0.0569*** (3.41)	0.0587*** (3.52)
<i>Henka</i>	0.175*** (5.88)	0.188*** (6.46)	0.167*** (5.66)	0.190*** (6.51)	0.176*** (5.91)	0.178*** (5.99)
<i>Hikaku</i>	0.328*** (15.18)	0.286*** (13.38)	0.330*** (15.37)	0.287*** (13.38)	0.330*** (15.28)	0.326*** (15.06)
<i>Volunteer</i>	-0.0274 (-0.40)	-0.0333 (-0.50)	-0.0160 (-0.24)	-0.0424 (-0.64)	-0.0271405 (-0.40)	-0.0295 (-0.43)
<i>Popdensity</i>	-2.12e-05*** (-4.02)	-5.63e-06 (-0.97)	-2.46e-08*** (-4.67)	-8.87e-06* (-1.67)	-2.52e-08*** (-4.58)	-1.65*** (-2.88)
<i>Greenspace</i>		0.0234*** (3.67)				
<i>Greenspace</i> ²		-0.000135 (-1.57)				
<i>Kouen</i>			0.0613*** (5.29)			
<i>Kouen</i> ²			-0.000731*** (-2.60)			
<i>Sanrin</i>				0.0573*** (9.98)		
<i>Sanrin</i> ²				-0.000369*** (-5.84)		
<i>Ta</i>					-0.0161 (-1.24)	
<i>Ta</i> ²					0.0000508 (-0.14)	
<i>Hatake</i>						0.0210 (1.53)
<i>Hatake</i> ²						-0.000290 (0.66)
<i>Observations</i>	1986	1986	1986	1986	1986	1986

緑の多面的機能の知識量については、自宅から 5 分圏内の Quality を被説明変数としたモデルでは統計的に有意にマイナスの符号が得られ、一方で自宅から 5 分から 15 分圏内の Quality2 を被説明変数としたモデルでは頑健な結果が得られていない。このことは、自宅から 5 分から 15 分圏よりも、より近い 5 分圏内という身近な場所について、森林の有する機能についての知識量が多い人は、機能の発揮に対して厳しい判断を示唆していると考えられる。

居住地域周辺の緑に対する愛着度については、居住地域から 5 分圏内でも 5 分から 15 分圏内でも、正で統計的に有意な結果が得られている。一方で世の中全体の緑に対する愛着度についても正で統計的に有意な結果が得られている。このことから、居住地域および世の中全体の緑に対する愛着度が強いほど、満足度の水準が高い可能性が示唆される。

次に、緑との触れ合い経験量は、居住地域から 5 分圏内でも、5 分から 15 分圏内でも、現在から過去 5 年間までの経験量および生まれてから 12 歳までの経験量のいずれも満足度と正の相関を持つ結果が得られた。このことから、緑との触れ合い経験は緑の満足度を上げる要因となると考えられる。

次に、居住地域の過去 10 年間の緑の変化量に関しては、居住地から 5 分圏内・5 分から 15 分圏内、いずれも正で統計的に有意な結果となっている。このことは、過去 10 年間で居住地の緑が増えたとする人は満足度が上がる傾向にあることを意味する。また、生まれた場所の緑と比較した現在の居住地の緑の量も、居住地域から 5 分圏内、5 分から 15 分圏内、いずれも正で統計的に有意となっている。このことから生まれた場所の緑と比較して、現在の居住地の緑の量の方が多いと感じた場合、緑の満足度が上がる、ということが考えられる。

環境ボランティア経験量に関しては統計的に有意な結果は頑健には得られていない。ただし、居住地域から 5 分から 15 分圏内の緑の満足度との間には、一部のモデルで負の相関が示されている。これは、ボランティア経験を多くしている人たちほど、質の良い森林や緑を望むため、居住地域周辺の緑に対する満足度は下がってしまうことを意味している可能性が考えられる。

以下緑被率に関して触れていく。まず、*Ta* と *Hatake* に関しては一部のモデルを除いて統計的に有意な結果が得られていない。一方で、*Kouen* および *Sanrin* の緑被率は統計的に有意な結果が得られている。Greenspace に関しても統計的に有意な結果が得られていることから、Greenspace が満足度に及ぼす影響のうち、大きく寄与しているのは *Kouen* そして *Sanrin* と考えられる。また、Greenspace、*Kouen*、*Sanrin* について、満足度とこれらの緑被率は、逆 U 字型の関係にあることが示されている。推計で得られた有意なパラメータを用いて満足度のピークの緑被率を計算すると表 4.28 のようになる。得られた緑被率は現在の平均的な緑被率と比較して大変高いものであり、緑被率の増大は緑の満足度増大に寄与することが示唆される。

表 4.28 推計されたパラメータから算出した最適な緑被率 (%)

	被説明変数	Greenspace	Kouen	Sanrin
表4.24	自宅から5分圏内の緑被率 (Quality)	164.276	45.825	77.642
表4.25	自宅から5分圏内の緑被率 (Quality)	116.312	43.720	72.979
表4.26	自宅から5分から15分圏内の緑被率 (Quality2)	有意ではない	41.929	77.642
表4.27	自宅から5分から15分圏内の緑被率 (Quality2)	有意ではない	39.986	73.446

5. より良い暮らし指標の統合化

5.1. 背景

世界各国の人々の厚生（Well-being）は、1人あたり国内総生産（Gross Domestic Product : GDP）（もしくは所得）によって比較される場合が多かった。しかし徐々に、人々の生活には環境や安全性のような所得以外の要素も大きく影響するという認識が広まるにつれて、厚生を把握する新たな指標の作成への機運が高まり、多くの研究が積み重ねられてきている。過去20年間で、厚生についての指標への理解は大きく前進した。過去の研究の成果およびまだ解決していない問題などは、仏サルコジ大統領の諮問で設けられた「経済パフォーマンスと社会進歩の計測に関する委員会（スティグリツ委員会）」の報告書にその詳細がまとめられている（Stiglitz et al., 2009）。

GDPに代わる厚生の指標として、国連開発計画（United Nations Development Programme: UNDP）は、人間開発指数（Human Development Index: HDI）を考案し、1990年から毎年「国連人間開発報告書」で世界各国のHDIを公表している。だがこのHDIは、所得・教育・寿命についての3つの指標の加重平均であり、教育と寿命以外の非経済的要因を含まない点が問題視されている。OECDは長い間、生活の質などの社会統計の整備に取り組んできた。より適切に厚生を把握できる指標へのニーズが国際的に高まるなか、OECDは、創設50周年の節目に、OECD Better Life Initiativeという取組みを始めた。そしてOECDは、この取組みの一環として、上記のスティグリツ委員会の提言も検討に入れながら、人々の厚生を特徴付ける最も本質的な11の要因を特定した。そしてさらに、各要因をOECD加盟国34各国について指標化した。これが「より良い暮らし指標（Better Life Index: BLI）」である。BLIは、所得や住居のような「物質的な生活水準」にとどまらず、環境や安全性やワークライフバランスといった「生活の質」にも及ぶ³⁶。これは、前述のHDIよりも包括的に人々の厚生を捉えたものといえる。しかしその一方で、BLIは11の指標群であるという性質上、各要因について指標に基づくそれぞれの国際比較が可能であるものの、11の指標群全体によって特徴付けられる厚生を、包括的に比較することができないという問題がある³⁷。

前述のようにBLIには指標群が集計されていない問題がある。一般的に、安易な集計は個々の指標の価値を損なうので行うべきではないものの、実際には、複数の指標群を同時に比較することは困難である。そのため多くの厚生についての研究では、往々にして、指標の一部に限定し、たとえば環境や教育など的一部の領域の分析に特化してしまう傾向がある。だがそれでは、暮らしの様々な側面から厚生を捉えるという当初の目的から離れてしまう恐れがある。これら11の指標群をどのように集計するかという問題は、特に、競争力・市場統合化・持続可能性といった多面的な概念を取り扱う場合に、問題になることが多い。そのため現在では、指標群をどう適切に集計して、望ましい統合指数を作成するか、という研究も一方では進展している（OECD, 2008）。

そこで本年度の研究では、統合指標についての最新の研究成果を応用しつつ、11の指標群を集計して統合指標を作成し、そして厚生という面からOECD加盟国を中心とした34か国のパフォーマンスの比較を行う。具体的には、次の2つの手法によって統合指標を作成したうえで、厚生の国際比較を

³⁶ 作成方法や11の要因についての各国の状況はOECD（2011）にまとめられている。

³⁷ なお、ウェブサイト（OECD Better Life Index: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/>）では、この統計の利用者が、自分で11の要因について自分でウエイトを設定できるようになっており、設定したウエイトをもとに各国のデータが集計され、比較できるようになっている。

行う。第一の方法は、近年様々な分野の統合指数で幅広く応用されている「Benefit of the Doubt アプローチ (BOD)」である (Mahlberg and Obersteiner (2001)、Despotis (2005)、Cherchye et al. (2007)、OECD (2008))。この手法は、加重平均により指数群を集計する方法だが、その際、各国共通のウエイトをただ 1 つに決めるのではなく、国に応じて異なるウエイトを用いるところに特徴がある。各国のウエイトは、その国の統合指数の値が最も高くなるように決められる。その結果、各国の統合指数は、その国が高い数値を持つ指標により大きなウエイトを、そして低い数値を持つ指標により小さいウエイトをつけて集計したものになる。

ウエイトに関連した、HDI の問題点の 1 つとしては、各国で一律のウエイトの下で計算されており、全ての国が納得するようなウエイトを考えるのは難しいという側面がある。BOD では、ある国が特定の指標で高い値をとるという状況を、その国が当該の指標をより重視している証拠とみなし、その指標に高いウエイトをつける。そして、低い値をとる指標には低いウエイトをつけて集計する。そのため、先のウエイトに合意できない国があるという HDI に対する批判は当たらない。たとえば、ある国の環境の指標が高く、所得の指標が低い場合、この国は環境を所得に比べてより重視する国だと考え、環境により高いウエイトをつけて集計するのである。

BOD にはもう 1 つの解釈が可能である。それはより良い暮らしを住民に提供することが各国の役割であると考え、BLI のそれぞれの指標を各国の成果・生産物と捉えるものである。ここでは、各国のパフォーマンスを、生産の効率性という観点から評価する。つまり、より効率的に BLI を生み出す国を、より高いパフォーマンスを発揮している国として高く評価する。各国の生産の効率性は、各国のデータにより計算できる。要するに、BOD による統合指数は、この効率性と一致すると解釈が可能である。

しかし BOD は、パフォーマンスの指標として 1 つの大きな問題を含んでいる。それは、住民により良い暮らしを提供するための条件が、実際には、各国により大きく異なるにもかかわらず、BOD ではその条件が同じであると考え、各国の条件の違いを無視している点である。とりわけ厚生については近年、Dasgupta (2001) や Arrow et al. (2004) が主張するように、広義の資本である「生産的基盤 (productive base)」が、その源泉であるという考えが幅広く浸透している。一般的には、豊かな生産的基盤の下では、住民により良い暮らしを提供することは、比較的容易であると考えられている。そこで、第二の方法として、「包絡分析法 (Data Envelopment Analysis : DEA)」により統合指数を作成する。DEA は Charnes et al. (1978) によって開発され、効率性の計測に幅広く用いられているもので、BOD もその一種と考えられる。DEA を用いれば、生産的基盤の大小の違いを考慮に入れることで、BOD による統合指数を改良し、より正確に各国のパフォーマンスを評価することが可能である。このアプローチでは、同じ BLI 指標群を達成している二か国を比べた場合では、生産的基盤が貧しい国の方を高く評価する。つまり、貧しい生産的基盤から同程度の暮らしやすさを提供できた国を、生産の効率性が高く、よってより高いパフォーマンスを発揮した国とみなす。このような特徴から、DEA による統合指数の方が、効率性という観点から各国のパフォーマンスを正確にとらえていると言えるだろう。なお、厚生をもたらす条件の違いを考慮にいれ、DEA による統合指数を厚生の指標に応用した研究は、本研究が最初であることを付記しておく。

DEA に基づいて、実際に統合指数を作成する際は、各国の生産的基盤を表すデータとして、世界銀行の「包括的富会計 (Comprehensive Wealth Account)」として公開された統計を用いる。そして、物的資本・自然資本・無形資産の総計として、生産的基盤を捉える。ここでは、生産的基盤が含む資

本の範囲の変更が統合指標に及ぼす影響も合わせて検討する。

5.2. 集計方法

本研究では、OECD 加盟国を中心とした 34 か国を取り扱い、それらの国々の 11 の BLI を集計して統合指標を計算し、国際比較を行う。ただし、以降に展開する集計方法は広く応用可能な手法であり、国数や指標の数を限定することなくより一般的な形式で論じていく。

ここでは、BLI に対応する M 個の指標群によって K か国の住民の厚生が特徴付けられているとする。ある c という国は厚生ベクトル $\mathbf{y}_c = (y_{1c}, \dots, y_{Mc})$ によって特徴付けられる。このとき、 y_{mc} は c 国の m 番目の厚生指標を表す。まず最初に、様々な分野の統合指標の計算に応用されている「Benefit of the Doubt approach: BOD」について考えてみよう。BOD を用いた場合、 c 国の統合指標 $CI_{BOD,c}$ は次のように計算される。

$$CI_{BOD,c} = \max_{w_{1c}, \dots, w_{Mc}} \left\{ \sum_{m=1}^M w_{mc} y_{mc} : \sum_{m=1}^M w_{mc} y_{m,k} \leq 1 \text{ for } k = 1, \dots, K; w_{mc} \geq 0 \text{ for } m = 1, \dots, M \right\} \quad (5.1)$$

この最大化問題からは、 $CI_{BOD,c}$ という統合指標は、 m 指標に対して w_m というウエイトを用いた指標群 (y_{c1}, \dots, y_{cM}) の加重平均となっていることがわかる。ウエイトは評価の対象である c 国の統合指標の値が最も大きくなるよう、内生的に決定される。上記の問題の制約式を見てみよう。第一の制約式は、指標の値の基準化にかかるもので、内生的に選ばれたウエイトをどの国に応用しても、その値は 1 以下になることを示している。第二の制約式は、全てのウエイトを正に限定している。これは、各指標が全体の厚生に良い影響を与えるものだという仮定を表す。この 2 つの制約式の結果、統合指標の値がとる範囲は $0 \leq CI_{BOD,c} \leq 1$ のようになる。複数の国々を比較するためには、上記の最大化問題を国々だけ繰り返す必要があり、そのため、各国の統合指標は、それぞれの指標を最大にするように決められることになる。

BOD による統合指標の作成については、もう 1 つの効率性による解釈が可能である。それを説明するために、まずは、指標群を各国の生産物と考える。これは、より良い暮らし（厚生）を住民に提供する役割を、各國が担っていると考えると解釈しやすいだろう。指標群という複数財を各國が生産すると考えると、当然、通常の生産活動と同じように、各指標間にはトレードオフが存在する。つまり、特定の指標をより大きくしようとすると、その代わりに別の指標は小さくなる傾向がある。具体的にどの程度のトレードオフが存在するかは、各國の生産技術に依拠する。通常の企業の生産活動については、サンプル内の企業のデータに基づき、生産可能な生産物の組み合わせを推測し、各企業で共通の生産技術をとらえる。これと同様に、BOD では、各國の指標群のデータに基づき、実現可能な指標

群の組み合わせを推測し、各国で共通の指標群の生産技術を捉える。実現可能な指標群の組み合わせである生産可能集合は Ψ_{BOD} と表され、以下のように計算される。

$$\Psi_{BOD} = \{y \in \mathbb{R}_+^M : y_m \leq \sum_{k=1}^K \mu_k y_{m,k} \text{ for } m = 1, \dots, M; \mu_k \geq 0 \text{ for } k = 1, \dots, K\} \quad (5.2)$$

Ψ_{BOD} は実現可能な指標群の組み合わせであり、無数の指標群が含まれている。効率性の計測で注目するのは、 Ψ_{BOD} の境界面である。それは通常、生産フロンティアと呼ばれる。生産フロンティアは、最も効率的に生産を行った場合に実現できる、指標群の組み合わせになっている。そのため、このフロンティアを基準として、あらゆる指標群 y を生産の効率性という観点から評価できる。 Ψ_{BOD} とBODによる統合指数 $CI_{BOD,c}$ との間には以下のようないくつかの関係が成り立つ。

$$CI_{BOD,c} = \min\{\theta : y_c/\theta \in \Psi_{BOD}\} \quad (5.3)$$

c 国 c の指標群 y_c を一律に θ で割り引くということは、指標群を対角線上に均等に拡大または縮小することである。上記の最小化問題で求められるところの、割り引いた指標群 y/θ が生産可能集合に含まれるような最少の θ とは、指標群 y/θ が生産可能集合の境界面であるフロンティアに到達するような θ ということである。つまり、式で求められる θ とは c 国 c の指標群 y_c と生産フロンティアの対角線上に測った距離を表している。

各国の全ての指標群は、生産フロンティアの下方、言いかえると、フロンティアと原点との間に存在するので、 θ は 1 以下になる。各国の指標群が、フロンティアから離れて原点に近づくほど、割り引く θ は小さくなる。そのため、BODによる統合指数は、生産フロンティア上にある指標群を国には最高の評価である 1 を、そしてフロンティア上にない国々については、フロンティアに近い国ほど高い値を与える。

観察された各国のデータを用い、データを含むように生産可能集合を推計し、そしてその境界面によって生産フロンティアを捉え、各国のデータとフロンティアまでの距離を計算するという一連のプロセスは、まさに Charnes et al. (1978) によって提唱された「包絡線分析法 (Data Envelope Analysis:

DEA)」という生産性計測の手法である。そのため、BOD は、その起源を DEA にさかのぼる、生産の効率性によって各国のパフォーマンスをとらえる考え方に基づいている。

BOD は DEA に起源を持つ手法であるが、本来の DEA とは異なる特徴を持つ。それは、投入物を考慮しない点である。厚生に関する BOD を統合指標に応用する際には、この点は、次のように正当化される。厚生を各国の住民に提供するのは、各国の「かじ取りを任せている人 (helmsman)」の役割であり、そのような責任者こそが厚生の投入物になっていると考える。「かじ取りを任せている人」は各国にそれぞれ 1 人づつ存在するため、全ての国の投入物は同じであり、投入物の違いは無視できる³⁸。

しかし、厚生が 1 人の責任者によってもたらされるという想定は、現実にその国の住民により良い生活を提供するプロセスを、適切に捉えられていない。近年、Dasgupta (2001) や Arrow et al. (2004) によって主張されるように、広義の資本である「生産的基盤」こそが、各国の住民の厚生を決定付けるものであるという考え方が広まっている。Dasgupta and Duraiappah (2012) によれば、生産的基盤は、物的資本、人的資本、知識、自然資本、制度などによって特徴付けられる³⁹。厚生を特徴付ける指標は大きく 2 つのタイプに分けられる。物質的な生活水準 (Material Living Standard) と、生活の質 (Quality of Life) である。確かに、いずれのタイプのいずれの要素を考えたとしても、国の生産的規模が豊かであるほど、その住民はそれぞれの要素に関して、高い厚生を享受できるだろう。たとえば、所得とワークライフバランスという 2 つの指標を考えてみよう。両者とも人々の厚生を形成する重要な要素である。生産的基盤が豊かであれば、それが貧しい国に比べ、労働者の長時間労働に頼ることなく、ワークライフバランスを損なうことなく、所得を増加させることが可能である。また、所得と環境を考えた場合も、生産的基盤が豊かであれば、それが貧しい国にくらべ、所得水準が同じであったとしても、より良い環境を実現することができるだろう。要するに、BOD のように投入物を各国で一定とみなすことは、各国の生産的基盤が同じだと想定することである。

BOD による統合指標は、そのような極端な仮定のため、各国の効率性を正確にとらえられておらず、各国のパフォーマンスの指標としては著しい問題を含んでいる。BOD は各国の指標群とフロンティアまでの距離を表すと説明したが、BOD の問題点をより具体的に言えば、「生産フロンティアが適切に推計できない」点に帰着できる。以下の図により解説しよう。

厚生が 2 つの指標によって特徴付けられる場合を考えよう。**A**から**D**までの 4 か国が存在するとしよう。BOD では、図 5.1 のように、各国の生産的基盤が同じと考え、最も効率的な国々の指標群を凸結合により、生産フロンティアを計測する。このことを式で表せば (5.1) のようになる。この場合、生産フロンティアは **ABC** であり、生産フロンティア上にある 3 か国の統合指標は

$$CI_{BOD,A} = CI_{BOD,B} = CI_{BOD,C} = 1$$
 となり、生産フロンティアの下にある国は、他国よりパフォーマンス

³⁸ この解釈は Lovell et al. (1995) に遡る。

³⁹ Dasgupta and Duraiappah (2012) はこの 4 つの資本に加え、人口と時間を挙げているが、特に前者の取り扱いを最も難しい問題としており、包括的富の統計においても両者を含めていない。本研究でも、この 2 つについて生産的基盤に含めずに分析する。

が劣ると評価され、その統合指数は $CI_{BOD,D} = 0D/0D'$ となる。ここでは、各国の統合指数は、対角線上の測った生産フロンティアまでの距離を表すことが明らかである。しかし問題は、4か国の生産的基盤が一定ではない場合である。いま、仮に A, C, D の3か国の生産的基盤は同じだが、 B 国のは生産的基盤は他の国の半分だったとしよう。本来生産フロンティアは、同じ生産的基盤のもとで、最も効率的な国によって実現可能な指標群である。図5.2のように、 B 国のは生産的基盤が他国と同じであれば実現できるだろう厚生の水準は \tilde{B}' と表される。生産フロンティアは ADC であり、生産フロンティア上にある3か国の統合指数は $CI_{BOD,A} = CI_{BOD,B} = CI_{BOD,C} = 1$ となり、生産フロンティアの下にある B 国は他国よりパフォーマンスが劣ると評価され、その統合指数は $CI_{BOD,B} = 0\tilde{B}/0\tilde{B}'$ となる。上記の2つの図は、生産的基盤が各国で一定と考えた場合に低く評価された D 国が実は最も効率的な国の1つであること、当初最も高く評価された国1つであった B 国が実は最も非効率的な国であることを示している。このように、本来生産的基盤が異なるにも関わらず、BODのようにその違いを無視して、統合指数を計算すると、各国のパフォーマンスを正確に捉えられないことがわかるだろう。

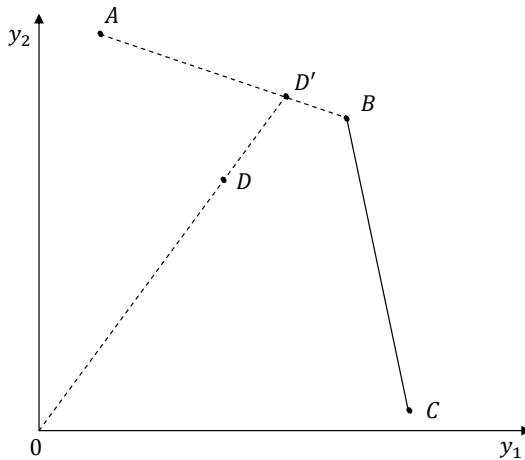


図5.1 生産的基盤は各国で一定

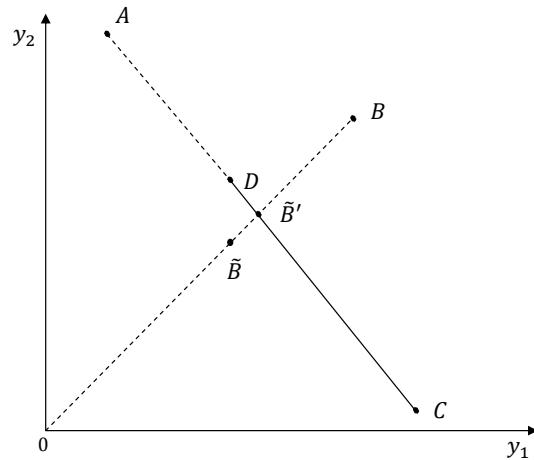


図5.2 生産的基盤は各国で異なる

本来 DEA では投入物の違いを考慮にいれて生産フロンティアと、各国の生産性を計測する。国数や指標の数と取り扱いと同じく、投入物の数を限定せずに以下説明する。ここでは、各国の生産的基盤は N 個の資本によって特徴付けられているとする。 c という国の生産的基盤は資本ベクトル $x_c = (x_{1c}, \dots, x_{Nc})$ によって特徴付けられる。 x_{nc} は c 国の n 番目の資本を表す。生産的基盤を厚生を住民

に提供する投入物と考えると、生産的基盤とそれによって生産可能な指標群の組み合わせにより、生産可能集合を次のように生産可能集合 Ψ_{DEA} を以下のように計算することができる。

$$\begin{aligned}\Psi_{DEA} = \{(x, y) \in \mathbb{R}_+^{M+N} : & y_m \leq \sum_{k=1}^K \mu_k y_{m,k} \text{ for } m = 1, \dots, M; \\ & x_n \geq \sum_{k=1}^K u_k x_{n,k} \text{ for } n \\ & = 1, \dots, N; \mu_k \geq 0 \text{ for } k = 1, \dots, K\}\end{aligned}\quad (5.4)$$

Ψ_{DEA} は Ψ_{BOD} に比べ、より正確に生産可能集合を捉えている。そのため、 Ψ_{DEA} の境界面である生産フロンティアを基準とすることで、 c 国 c の指標群 y_c を生産の効率性という観点から、より正確に評価できる。原点から対角線上に図った y_c と生産フロンティアとの間の距離は、次のように表される。

$$CI_{DEA,c} = \min\{\theta : y/\theta \in \Psi_{DEA}\} \quad (5.5)$$

上式の統合指数は BOD の定義式 (5.1) に対応するよう、次のように書き直すことができる。この定式化には、資本の加重平均を制約式に持つ。資本 n に対するウエイトを u_n とする。

$$\begin{aligned}CI_{DEA,c} = \max_{w_1, \dots, w_M, u_1, \dots, u_N} \{ & \sum_{m=1}^M w_m y_{m,0} : \sum_{m=1}^M w_m y_{m,k} \leq \sum_{n=1}^N u_n x_{n,k} \text{ for } k = 1, \dots, K; \\ & \sum_{n=1}^N u_n x_{n,0} = 1; w_m \geq 0 \text{ for } m = 1, \dots, M; u_n \geq 0 \text{ for } n = 1, \dots, N\}\end{aligned}\quad (5.6)$$

上記の式から、 $CI_{DEA,c}$ という統合指数は、 m 指標に対して w_m というウエイトを用いた、指標群 y_c の加重平均になっていることがわかる。そしてウエイトは $CI_{BOD,c}$ と同じように、評価の対象である c 国 c の統合指数の値が最も大きくなるように内生的に決定される。 $CI_{BOD,c}$ との違いは、第一と第二の制約式にある。第一の制約式は、指標の値の基準化にかかわるもので、内生的に選ばれたウエイトをどの国に応用したとしても、その値は各国の資本ベクトルの加重平均 $\sum_{n=1}^N u_n x_{n,k}$ よりも小さくなることを表す。評価の対象となっている c 国については、加重平均は 1 と一致するように決められているため、 c 国よりも生産的基盤が豊かで、資本ベクトルが大きい国 $\Sigma_{n=1}^N u_n x_{n,k}$ は 1 より大きくなり、 c 国よりも生産的基盤が貧しい国 $\Sigma_{n=1}^N u_n x_{n,k}$ は 1 より小さくなる。

その結果、*c*国が生産的基盤が比較的貧しい国である場合は、ウエイトを各国に応用した場合、多くの国で上限が1以上になり、その結果、上限が1の場合に比べ、選択可能なウエイトの組み合わせが増える。その結果、*c*国の統合指数の値 CI_{DEA} は、BODの場合 CI_{BOD} よりも大きくなる。一方、*c*国が生産的基盤が比較的豊かな国である場合は、ウエイトを各国に応用した場合、多くの国で上限が1以下になるため、上限が1の場合に比べ、選択可能なウエイトの組み合わせが減る。その結果、*c*国の統合指数の値 CI_{DEA} は、BODの場合 CI_{BOD} よりも小さくなる。ここでは、BODに比べ、生産的基盤の貧しい国をより高く評価し、豊かな国をより低く評価することになる。この手法は、(5.4) (5.5) 式を用いた効率性により統合指数と捉えるという考え方と整合的である。

5.3. データ

5.3.1. より良い暮らし指標 (Better Life Index: BLI)

OECDは、2011年に各国の住民の厚生の統計の整備・研究のため、OECD Better Life Initiativeを開始し、その一環として「より良い暮らし指標（BLI）」を公表した。これは当初は、OECD加盟34か国のみをカバーする統計であったが、翌2012年にOECDは統計の更新を行い、その際、34か国に加えブラジルとロシアの2か国の値も公開した。本研究では、2012年に公開された最新の統計を用い、ブラジルとロシアを含めた国々について、BLIの統合指数を計算する。なお、DEAによる統合指数の計算については、後に紹介する世界銀行の包括的富会計のデータを用いるため、包括的富会計に含まれていないエストニアとスロベニアを除いた、OECD加盟32か国と、前述の2か国計34か国のBLIを取り扱う。

BLIは、各国の住民の厚生の様々な要因を数値化した、11の指標群からなる。Stiglitz et al. (2009)の勧告を受け、OECDはこの11点を、人々の厚生を形作る最も根本的な要素であると特定化している。この11の指標群は、物質的な生活水準を表すものか、物質的な側面ではとらえられない生活の質を表すものかに分類される。それぞれの指標はさらに詳細な統計から作成される。11の指標群とその作成のために用いられた、より詳細な統計は次のようになる。

- 1) 住居－1: 部屋数、2: 住宅支出、3: 浴室の整った住宅の割合
- 2) 所得－4: 家計所得、5: 金融資産
- 3) 雇用－6: 雇用率、7: 収入、8: 職業の安定、9: 長期失業率
- 4) コミュニティ－10: 社会的繋がり
- 5) 教育－11: 学業成績、12: 通学期間、13: 学業成績
- 6) 環境－14: 水質、15: 大気汚染
- 7) 市民参加とガバナンス－16: 公的機関との協議、17: 投票率
- 8) 健康－18: 平均寿命、19: 健康状態

- 9) 生活満足度－20：生活上の満足
- 10) 安全－21：殺人率、22：暴力事件
- 11) ワークライフバランス－23：長時間労働、24：余暇時間

BLI の個々の指標の作成方法は、次のように説明できる。最初に、より詳細な 24 の統計を基準化する。

$$\text{基準化された統計} = 10 \times (\text{指標} - \text{最小値}) / (\text{最小値} - \text{最大値}) \quad (5.7)$$

次に、複数の指標から作成される BLI の指標については、基準化した統計の平均値を取る。たとえば、BLI の住居の指標については、部屋数、住宅支出、浴室の 3 つの統計を基準化した後、次のように作成される。

$$\text{住宅の指標} = (\text{部屋数の統計} + \text{住宅支出の統計} + \text{浴室の統計についての指標}) / 3 \quad (5.8)$$

BLI は一時点のデータである。しかし、BLI の作成のために用いられた計 24 の統計の幅は広く、2005 年から 2011 年までに及んでいる。統計の頻度を考慮した結果、BLI は、2009 年前後の時点の厚生を表していると考えられる。

それでは、各国の BLI からどのようなことが読みとれるだろう。「5.6. 補遺」の表 5.9 に BLI を掲載しているが、これを見ると、11 の項目で常に最高位、または常に最低位であるような国は存在せず、各国の値は、項目に応じて変動している。しかし全体的にみて、多くの項目で高い値を示す国としては、オーストラリア、カナダ、オランダ、ノルウェー、スウェーデン、スイス、アメリカなどが挙げられる。一方、多くの項目で低い値を示す国としては、ブラジル、チリ、ハンガリー、メキシコ、ロシア、トルコが挙げられる。後者の国々は全て、1 人当たり所得が最も低い国であるのに対し、前者の国々は、必ずしも 1 人当たり所得が最も高い国というわけではない。本研究で取り上げる 34 か国は 1 人当たり所得が高い豊かな国々が多い。その中でも数少ない所得の低い新興国が、BLI の個々の指標で最低値を示している。その結果、BLI は所得の低い国の中を 0 として、各国の指標を標準化している。

表 5.1 は BLI の記述統計をまとめている。この表と「5.6. 補遺」の表 5.9 によれば、他の OECD 諸国に比べ、所得の比較的低い新興国は、安全、コミュニティ、環境の 3 つの要素において、著しく劣った状態にある。新興国の状況は、物質的な生活水準よりも生活の質の点において、より恵まれない状況にあると言える。

5.3.2. 包括的富会計 (Comprehensive Wealth Accounts)

一国の経済規模はその GDP によって表される。そのため、経済発展は、GDP の成長率のような統計により論じられることが多い。しかし GDP には、経済活動の結果として、喪失した天然資源など

は考慮されておらず、とりわけ持続可能な発展を考える際に適当な指標とは言えない。国内に存在する全ての資本こそが、その国の人々の暮らしの向上を最終的に決定づけるのであり、それが Dasgupta (2001) や Arrow et al. (2004) が、生産的基盤と呼ぶものである。全ての資本の増減を観察することによって、はじめて持続可能な発展をとらえることができる。そのため、世界の多くの国では、国民所得会計の一部として、資本会計を設け、各国の物的資本および金融資産の変動を記録している。しかし、それ以外の資本について統計の整備が遅れているのが現状である。

これまで、世界銀行は、このような包括的な資本会計が、各国において未整備であるという現状を踏まえ、一連の研究を進めてきた (Kunte et al. (1998)、World Bank (2006)、World Bank (2011))。それらの研究では、途上国から先進国までを含んだ多くの国々について、実際に包括的富会計を作成している。包括的富 (comprehensive wealth) とは、生産的基盤に相当する概念である。包括的富会計では、金額単位で測った各国の包括的富の総量、そしてその内訳を計測している。本研究では、最新の World Bank (2011) によって報告された 2005 年の統計を用いる。なお、この統計は世界の 152 か国をカバーしている⁴⁰。包括的富の構成は、①人工資本②自然資本③無形資本④対外純資産とされており、自然資本についてより詳細に分割されている (1 : 農地、2 : 牧草地、3 : 森林 (材木用)、4 : 森林 (非材木用)、5 : 自然保護区、6 : 石油、7 : 天然ガス、8 : 石炭 (無煙炭)、9 : 石炭 (瀝青炭)、10 : 鉱物)。推計方法の概略を次に説明する。包括的富と自然資本については、資本の価値は、今後それが生み出すものの現在価値という観点から、割引現在価値を計算することにより求める。包括的富に関しては、将来の消費の総額の予想をたて、自然資本に関しては、将来のレントの予想をたて、それぞれの割引現在価値を計算する。人工資本については、設備投資のデータから恒久的棚卸法により、そして、対外純資産については Lane and Milesi-Ferretti (2007) のデータが用いられている。無形資産を、包括的富と、他の人工資本、自然資本、対外純資産との残差として計算している⁴¹。

表 5.1 既述統計 (BLI)

住宅	所得	雇用	コミュニティ	教育	環境	市民参加と ガバナンス	健康	生活満足度	安全	ワークライフ バランス
平均値	5.6	4.0	6.4	7.6	6.3	7.5	5.3	6.9	6.1	7.9
中間値	6.0	4.0	6.5	8.0	7.0	7.9	5.5	7.6	7.0	8.5
標準偏差	1.6	2.3	1.6	2.0	2.0	1.9	1.6	2.0	2.8	2.1
最大値	7.8	10.0	9.0	10.0	9.4	10.0	9.4	9.5	10.0	9.9
最小値	1.3	0.2	2.6	0.0	0.9	3.6	1.8	0.1	0.0	0.8

表 5.2 既述統計 (包括的富会計)

	生産的基盤	人工資本	自然資本	無形資産	対外純資産
平均値	457361	84443	15693	357101	125
中間値	528751	89836	8752	402159	-3378
標準偏差	251919	49614	20283	197356	23777
最大値	917529	213425	110163	799123	99449
最小値	73167	11330	2095	24364	-45995

⁴⁰ そのため、BLI は 2009 年、生産的基盤は 2005 年と、本研究で用いる 2 つのデータの時点が異なる。ここでは両者とも短期的には大きく変わることはないと考え、この時点の違いについては無視する。

⁴¹ このように残差によって無形資産をとらえているために、実際には多くの計測誤差を含んでいる可能性が高い。

World Bank (2011) による資本についての国際比較の結果は次のようにまとめられる。第一に、豊かな包括的富に恵まれた国であれ、それが貧しい国であれ、その国の包括的富の内、最大のものは無形資産である。第二に、経済発展と資本の構成についての傾向である。貧しい国は、当初比較的豊かな天然資源に恵まれているが、天然資源に依存した発展の過程で、設備投資や教育支出を通じて、徐々に人工資本や無形資産を蓄えていく。このような資本の構成はこのように発展とともに変化していく傾向にある。

それでは、本研究で対象とする 34 か国の包括的資本とその構成を見てみよう。第 8 節の「5.6. 補遺」の表 5.10 に世界銀行が公表した資本の推計値を掲載している。BLI の値が低い傾向にあった 1 人当たり所得が最も低い国々の、生産的基盤が最も貧しいことがわかる。また、「5.6. 補遺」の表 5.10 や既述統計をまとめた表 5.2 からも明らかなように、OECD 諸国においても、無形資産の規模が、その他の形態の資本を規模を圧倒している。そのため、生産的基盤の大小関係は、大半は無形資産の大小を反映したものになっている。

5.4. 分析結果

本研究では、BOD と DEA の両手法を用い、11 の BLI を集計した上で、統合指数を計算する。DEA については、世界銀行の包括的富会計のデータを用いて、生産的基盤の違いを考慮した各国のパフォーマンスを計測する。生産的基盤の計算方法として、次のような 3 つの場合を考える。

Case 1 : 生産的基盤 = 人工資本

Case 2 : 生産的基盤 = 人工資本 + 自然資本

Case 3 : 生産的基盤 = 人工資本 + 自然資本 + 無形資産 + 対外純資産

ここで理論的には包括的富を生産的基盤とみなす Case 3 が最も望ましいにもかかわらず、Case 1 と Case 2 とを考えるのは、どの種類の資本を考慮することが統合指数の値に大きな影響を与えるのかを把握するためである。また、BLI は各国の住民の厚生であり、国民の厚生を表すものではないことから、それに対応する資本も、国内に存在する資本と考える。そのため、これ以降は、包括的富会計の無形資産と対外純資産を足し合わせたものを、無形資産とみなす。

本研究の最大の成果である統合指数の計算結果は、表 5.3 にまとめられている。参考のため、HDI と 1 人あたり所得 (GDP) も、並べて掲載している。なお、HDI は 34 か国で最も値の高かったノルウェーの値を 1 として基準化している。BOD による結果では、34 か国中 18 か国の統合指数である最高値 1 であり、半分以上の国々の国際間の比較ができない。この問題は DEA による結果では緩和され、最終的な結果である Case 3 においても、最高値をとる国のは 10 と減少する。これは、生産的基盤の違いを考慮せずに生産フロンティアを計測する場合は、生産フロンティア上にあると考えられていた国々が、生産的基盤の違いを考慮して、より正確に生産フロンティアを計測してみると、実は生産フロンティア上にないという状況を表している。

表 5.4 には各統合指数の記述統計がまとめられている。ここでは DEA の方が、BOD に比べ、統合指数の値がより高くなる傾向があることがわかる。これは、DEA による統合指数が生産的基盤の違いを考慮に入れて、より正しくフロンティアの距離を計測する結果、BOD で考えられていた以上に、各

国の BLI はフロンティアから離れていることを意味している。また、Case 1 から Case 3 を比べると、生産的基盤としてカバーする資本の範囲に応じて、統合指数の値も大きく変化するということが分かる。

表 5.5 には、統合指数間の相関関係が、HDI や 1 人あたり所得との相関も含めてまとめられている。BOD による計算結果については、統合指数の値と 1 人当たり所得との間に、高い正の相関関係が認められた。特に順位相関係数によれば、HDI よりも所得との間の相関係数は高くなり、所得が高い国ほど、統合指数が大きくなるという強い傾向が確認できる。ここで例外的に、所得が小さい割に高く評価された国としては、ニュージーランド、スペイン、逆に所得が大きい割に低く評価された国としては、フランス、ギリシャ、イタリアが挙げられる。

表 5.3 統合指数

	BOD	DEA			HDI	1人あたり所 得
		case 1	case 2	case 3		
オーストラリア	1.0000	0.4964	0.4793	0.6836	0.9841	47566
オーストリア	0.9894	0.5405	0.6062	0.7232	0.9341	41063
ベルギー	1.0000	0.7001	0.8339	0.8680	0.9384	38580
ブラジル	0.7877	1.0000	1.0000	1.0000	0.7524	10521
カナダ	1.0000	0.7485	0.6751	0.8099	0.9596	40023
チリ	0.7053	0.9069	0.8496	1.0000	0.8480	13689
チェコ	0.9450	0.6563	0.8911	1.0000	0.9171	25553
デンマーク	1.0000	0.3850	0.4447	0.4716	0.9469	37377
フィンランド	1.0000	0.4831	0.5490	0.5692	0.9320	34765
フランス	0.9236	0.6320	0.7273	0.7308	0.9352	34385
ドイツ	1.0000	0.5893	0.7270	0.7510	0.9564	36226
ギリシャ	0.9418	0.5169	0.6188	0.6631	0.9171	30201
ハンガリー	0.9260	0.6396	0.8848	0.8888	0.8618	18001
アイスランド	1.0000	0.3934	0.4784	0.4784	0.9532	40096
アイルランド	1.0000	0.4016	0.5467	0.5481	0.9617	35878
イスラエル	0.9391	1.0000	1.0000	1.0000	0.9394	28452
イタリア	0.9148	0.6410	0.7234	0.7925	0.9245	30895
日本	1.0000	0.4599	0.5650	0.7289	0.9511	35011
韓国	0.9455	0.5826	0.8064	0.9124	0.9447	26675
ルクセンブルク	1.0000	0.3937	0.4612	0.6014	0.9171	93388
メキシコ	0.7043	0.8364	1.0000	1.0000	0.8098	12887
オランダ	1.0000	0.5926	0.6558	0.7414	0.9617	44583
ニュージーランド	1.0000	0.5194	0.4279	0.6071	0.9628	30797
ノルウェー	1.0000	0.2653	0.2355	0.3393	1.0000	56499
ポーランド	0.9895	1.0000	1.0000	1.0000	0.8576	18366
ポルトガル	0.8528	0.6016	0.8563	0.8685	0.8555	22339
ロシア	0.9368	1.0000	1.0000	1.0000	0.7938	15704
スロバキア	0.9406	0.7383	1.0000	1.0000	0.8810	21414
スペイン	1.0000	0.5369	0.7206	0.7228	0.9288	30908
スウェーデン	1.0000	0.6259	0.7008	0.7008	0.9543	39295
スイス	1.0000	0.5033	0.5625	0.7386	0.9554	44375
トルコ	0.7617	1.0000	1.0000	1.0000	0.7333	10886
イギリス	1.0000	0.7763	0.9207	0.9207	0.9139	37001
アメリカ	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9628	45614

表 5.4 記述統計（統合指数）

	BOD	DEA			HDI	1人あたり所得
		case 1	case 2	case 3		
平均値	0.9472	0.6519	0.7338	0.7900	0.9131	33206
中間値	1.0000	0.6137	0.7252	0.7717	0.9346	34575
標準偏差	0.0857	0.2108	0.2125	0.1852	0.0641	15595
最大値	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	93388
最小値	0.7043	0.2653	0.2355	0.3393	0.7333	10521

表 5.5 統合指数間の相関係数

	BOD	DEA			HDI	1人あたり所得
		case 1	case 2	case 3		
相関係数						
BOD	1.0000	-0.5289	-0.5273	-0.5424	0.7859	0.6314
DEA: case 1	-0.5289	1.0000	0.8977	0.8894	-0.6658	-0.5989
DEA: case 2	-0.5273	0.8977	1.0000	0.9520	-0.6799	-0.6623
DEA: case 3	-0.5424	0.8894	0.9520	1.0000	-0.6348	-0.6144
HDI	0.7859	-0.6658	-0.6799	-0.6348	1.0000	0.6604
1人あたり所得	0.6314	-0.5989	-0.6623	-0.6144	0.6604	1.0000
スピアマンの順位相関係数						
BOD	1.0000	-0.5868	-0.6493	-0.6367	0.7689	0.8136
DEA: case 1	-0.5868	1.0000	0.9235	0.9243	-0.5443	-0.5832
DEA: case 2	-0.6493	0.9235	1.0000	0.9470	-0.6507	-0.6736
DEA: case 3	-0.6367	0.9243	0.9470	1.0000	-0.5918	-0.6422
HDI	0.7689	-0.5443	-0.6507	-0.5918	1.0000	0.7790
1人あたり所得	0.8136	-0.5832	-0.6736	-0.6422	0.7790	1.0000

一方、DEA による計算結果については、BOD とは異なり、1 人あたり所得との間には、負の相関関係が認められる。統合指数と BLI そして資本との相関をまとめた表 5.6 と表 5.7 によれば、DEA による統合指数と最も大きい負の相関関係にあるのが、生産的基盤である。

また、1 人あたり所得と生産的基盤の間にも高い負の相関があることがわかる。1 人あたり所得が低い国々では、過去の設備投資と教育投資が停滞し、それが現在の貧弱な生産的基盤に結びついているからである。そのため、1 人あたり所得が大きいほど、その国の生産的基盤は豊かであり、また生産的基盤が豊かなほど、DEA による統合指数の値は小さくなる。その結果、BOD とは逆に、DEA による統合指数と所得との間には負の相関関係が成立していると考えられる。一方例外的に、生産的基盤が豊かな割に高く評価された国としては、アメリカ、イギリス、ベルギー、イスラエル、逆に生産的基盤が貧しい割に低く評価された国としては、ハンガリーが挙げられる。前者の 4 か国は、豊かな生産的基盤以上に、住民に高い厚生を提供できている国々と考えられる。

BOD と DEA の両手法とも、ウエイトが各国によって内生化されているのが特徴である。

表 5.6 統合指標と BLI および資本との相関係数

	BOD	DEA			HDI	1人あたり所得
		case 1	case 2	case 3		
BLI						
住宅	0.6515	-0.4307	-0.4716	-0.4893	0.6708	0.5796
所得	0.6263	-0.3114	-0.3686	-0.3311	0.6673	0.7724
雇用	0.6907	-0.5195	-0.6600	-0.5989	0.7383	0.7731
コミュニティ	0.7223	-0.5097	-0.5317	-0.5487	0.6800	0.5278
教育	0.8308	-0.4697	-0.4627	-0.4250	0.7372	0.3637
環境	0.6275	-0.6099	-0.5517	-0.5775	0.5901	0.5837
市民参加とガバナンス	0.3494	-0.3692	-0.4767	-0.4498	0.4181	0.4568
健康	0.4604	-0.4505	-0.5631	-0.5349	0.7345	0.5946
生活満足度	0.3601	-0.3339	-0.4984	-0.4500	0.6131	0.5369
安全	0.7847	-0.4729	-0.4425	-0.4138	0.6550	0.4165
ワークライフバランス	0.4914	-0.3931	-0.3642	-0.4462	0.3797	0.3482
資本						
人工資本	0.6449	-0.7737	-0.8194	-0.7880	0.7246	0.9109
自然資本	0.1783	-0.2850	-0.5277	-0.4849	0.2869	0.2453
無形資産	0.6659	-0.6177	-0.6847	-0.7415	0.7516	0.7730
生産的基盤	0.6689	-0.6641	-0.7298	-0.7604	0.7489	0.8539

表 5.7 統合指標と BLI および資本とのスピアマンの順位相関係数

	BOD	DEA			HDI	1人あたり所得
		case 1	case 2	case 3		
BLI						
住宅	0.6725	-0.2862	-0.3907	-0.4309	0.6412	0.6774
所得	0.6589	-0.3182	-0.4120	-0.3892	0.5998	0.8488
雇用	0.7311	-0.5074	-0.6478	-0.5645	0.7069	0.8935
コミュニティ	0.7988	-0.5926	-0.6587	-0.6733	0.6444	0.7134
教育	0.6539	-0.3518	-0.3980	-0.3338	0.6044	0.3908
環境	0.6986	-0.5395	-0.5574	-0.5840	0.5431	0.6569
市民参加とガバナンス	0.6213	-0.3929	-0.5128	-0.5332	0.4944	0.5853
健康	0.6205	-0.3730	-0.5609	-0.5269	0.7459	0.7032
生活満足度	0.5738	-0.3922	-0.5559	-0.4788	0.7064	0.7223
安全	0.5786	-0.4061	-0.4176	-0.3582	0.4872	0.3847
ワークライフバランス	0.3174	-0.3296	-0.3350	-0.4447	0.1656	0.3018
資本						
人工資本	0.7560	-0.7755	-0.7903	-0.7719	0.7299	0.9144
自然資本	0.3021	-0.1803	-0.4258	-0.3894	0.3760	0.3201
無形資産	0.7547	-0.5998	-0.6505	-0.6984	0.6964	0.8931
生産的基盤	0.7638	-0.6479	-0.6839	-0.7151	0.6799	0.9016

表 5.2 統合指標のウエイトの平均

	住宅	所得	雇用	コミュニティ	教育	環境	市民参加とガバナンス	健康	生活満足度	安全	ワークライフバランス
BOD	0.0100	0.0076	0.0011	0.0076	0.0061	0.0109	0.0065	0.0208	0.0139	0.0209	0.0104
DEA: case 1	0.0009	0.1218	0.0001	0.0004	0.0024	0.0044	0.0076	0.0115	0.0066	0.0044	0.0003
DEA: case 2	0.0184	0.0881	0.0039	0.0008	0.0020	0.0113	0.0109	0.0026	0.0057	0.0024	0.0045
DEA: case 3	0.0044	0.1213	0.0005	0.0001	0.0011	0.0082	0.0074	0.0177	0.0052	0.0063	0.0022

それでは、実際にどの指標に高いウエイトが付けられたのだろう。表 5.2 では、手法別に各国によつ

て選ばれるウエイトの平均がまとめられている。確かに BOD による統合指標は 1 人あたり所得との相関は高かったものの、BLI の所得の指標にとりわけ大きなウエイトが置かれているわけではない。むしろ BOD による統合指標においては、物質的な生活水準よりもむしろ生活の質の指標群により多くのウエイトが置かれている。なかでも、健康と安全の 2 項目について最も高いウエイトが置かれている。DEA による統合指標については、BOD に比べ、生活の質よりも物質的な生活水準を表す指標群へのウエイトが大きくなっている。なかでも、所得の指標へのウエイトが他を圧倒している。

それでは、DEA による統合指標と 1 人あたり所得との間には負の相関関係があるにもかかわらず、所得に大きなウエイトが付けられていることをどのように解釈すれば良いのだろう。「5.6. 補遺」の表 5.11 と表 5.12 では各国別のより詳細なウエイトをまとめている。BLI の各指標は最低値を 0 そして最高値を 10 となるよう基準化されているため、BOD による統合指標の計算では、各指標に置くことのできるウエイトは最大でも 0.1 である。しかし、DEA による統合指標の計算では、生産的基盤の貧しい国は、0.1 以上のウエイトを設定することができる。そして表 5.12 によれば、1 人あたり所得が低く生産的基盤の貧しい国々が、0.1 を超えた高いウエイトを、所得に置いている。その結果、各国を平均して見た場合に、所得へのウエイトが非常に大きくなつたと言える。なお、表 5.7 と表 5.8 には統合指標と BLI との相関関係についてもまとめている。これによれば、順位相関係数で考えると、BLI のなかで BOD による統合指標と最も大きい正の相関関係があり、DEA による統合指標と最も大きい負の相関関係があるのは、コミュニティについての指標だった。

DEA による統合指標については、生産的基盤に含める資本の範囲を変え、3 つの場合を計算したが、そこからどのようなことが言えるかを最後に考えてみよう。まず前述のように、Case 1 から Case 3 までで、統合指標の値は大きくなる。それゆえ、国内の全ての資本を生産基盤には含めて計算することが、各国のパフォーマンスの正確な計測には、非常に重要である。しかし一方で、表 5.5 から明らかなように、3 つの場合の統合指標の間には高い相関関係が認められる。その結果、Case 3 における DEA による統合指標についての、定性的分析は、多くの場合 Case 1 や Case 2 についてもあてはまる。特に、Case 2 と Case 3 の統合指標の相関は非常に高く、それらの統合指標と BLI や生産的基盤との相関係数は、かなり近い値である。そのため、厚生を住民にもたらすという観点から、各国のパフォーマンスを比較する場合には、無形資産まで含むような生産的基盤のデータを使うのが最も望ましい。しかし、少なくとも人工資本と天然資本についてのデータが利用可能であれば、それらを生産的基盤とみなして分析した（Case 2）としても、無形資産まで含めた場合（Case 1）にかなり近い結果が得られるだろうということである。

5.5. モデルの拡張

DEA による統合指標については、生産的基盤に含める資本の範囲を変え、3 つの場合を計算するため、本研究では、2 つの統合指標を用いた。既存の BOD には、BLI の各指標へのウエイトが、各国の統合指標の値が最大になるよう内生的に決められるという優れた点がある。しかし、BOD による統合指標の値は、厚生を住民に提供する条件は、全ての国で等しいという仮定のもとで計測された効率性を表す。言いかえれば、それは投入物が一定という仮定のもとで計測された効率性を意味する。しかしこの仮定は現実を反映していない。それゆえ、DEA を用いて、各国の生産的基盤の違いを考慮して効率性を計測することで、より正確に各国のパフォーマンスを捉える、統合指標を計算することが

できると論じている。

本研究で用いた DEA は Charnes et al. (1978) によって導入された最も基本的な、生産フロンティアまでの距離を対角線上に測るモデルに依っている。しかし、現在まで生産フロンティアを用いて効率性を計測する様々な手法が開発されており、それらは統合指標の計算にも応用可能であると考える。本節では、統合指標への応用という観点から、特に興味深い 2 つの手法について紹介し、それらを BLI の統合化に用いた場合の解釈の仕方を論じて、今後の研究の課題としたい。

通常の DEA では最も効率的な生産者から、ベンチマークとなる生産フロンティアを構築し、そのフロンティアからの距離により効率性を計測するが、山田他 (1994) による Inverted DEA は、逆に最も非効率的な生産者から、ベンチマークとなる生産フロンティアを構築し、そのフロンティアを用いて効率性を計測する。Inverted DEA による効率性の値 $CI_{invertedDEA,c}$ は、以下のように定式化される。

$$\begin{aligned} CI_{invertedDEA,c} &= \min_{w_1, \dots, w_M, u_1, \dots, u_N} \left\{ \sum_{m=1}^M w_m y_{m,0} : \sum_{m=1}^M w_m y_{m,k} \leq \sum_{n=1}^N u_n x_{n,k} \text{ for } k \right. \\ &\quad \left. = 1, \dots, K ; \sum_{n=1}^N u_n x_{n,0} = 1 ; w_m \geq 0 \text{ for } m = 1, \dots, M ; u_n \geq 0 \text{ for } n = 1, \dots, N \right\} \end{aligned} \quad (5.9)$$

BOD と同様に、inverted DEA による統合指標も、各指標へのウェイトは内生化されている。しかし、BOD では各国の統合指標が最大になるようにウェイトが決められているのに対して、Inverted DEA では逆に、各国の統合指標が最小になるようにウェイトが決められている。BLI の統合化に、BOD と Inverted DEA を応用することで、各国のパフォーマンスの上限と下限を示すことができ、ウェイトを完全に特定化しなくともある程度の国際比較が可能になると考えられる。

$$\begin{aligned} CI_{directionalDEA,c} &= \max_{\theta, \lambda_1, \dots, \lambda_K} \left\{ \theta : y_{m,k} + \theta d_m \leq \sum_{k=1}^K w_m y_{m,k} \text{ for } m = 1, \dots, M ; x_{n,c} \right. \\ &\quad \left. \leq \sum_{k=1}^K u_n x_{n,k} \text{ for } n = 1, \dots, N ; \lambda_k \geq 0 \text{ for } k = 1, \dots, K \right\} \end{aligned} \quad (5.10)$$

一方、対角線上に生産フロンティアまでの距離を捉えるのではなく、一つの方向 $\mathbf{d} = (d_1, \dots, d_M)$ を決め、その方向に生産物と生産フロンティアまでの距離を計測して効率性をもとめるのが、DEA の一種である指向性距離関数である。この距離関数は Luenberger (1992) によって導入されたものであり、上式のように定式化される。この指向性距離関数を、BLI の集計に応用した場合、ウェイトが内生化されるという特徴は失われる。ここでは、方向 \mathbf{d} をあらかじめ決めなければならない。より良い暮らしを特徴づけるような指標群の組み合わせ \mathbf{d} を決め、それを一つの代表的な生産物と考え、その生産物をどのくらい生産可能なのかという観点から、各国のパフォーマンスを計測している。別の観

点から、外的に基準となる **d** が決められれば、指向性距離関数は BLI の統合化にも応用可能であり、BOD や DEA による統合指数の妥当性の確認にも用いることができるだろう。

5.5. 結論

本研究では、各国の厚生をとらえる指標群である BLI を 1 つの統合指数にまとめ、各国のパフォーマンスを比較した。具体的には、BOD と DEA の 2 つの手法によって統合指数を作成して BLI を集計し、厚生の国際比較を行った。DEA による統合指数の作成の際には、世界銀行の包括的富会計のデータを用いて、各国の生産的基盤の違いを考慮にいれたうえで、各国のパフォーマンスを評価した。BOD による計算結果では、統合指数の値と、1 人あたり所得とのあいだに、高い正の相関関係が認められたが、一方で、DEA による計算結果では、生産基盤が最も貧しい国々の統合指数が最も高くなるなど、統合指数と生産基盤の間に高い負の相関関係が認められた。1 人あたり所得が大きい国ほど、過去の投資の結果、生産的基盤が豊かになる。そのため結果的に、DEA による統合指数の値と 1 人あたり所得との間には、負の相関関係が認められた。なお例外的に、生産的基盤は豊かだが、それ以上に BLI が高く、統合指数が高い国々も存在した。

本研究を通じていくつかの課題も明らかになった。第一に、最も高い評価である 1 を統合指数の値としてとる国が複数存在し、それらの国々の間は順位付けができるないという問題である。特に BOD の場合には、半分以上の国が最も高く評価されてしまい、結果、パフォーマンスの違いを判断できていない。第二に、指標群の基準化についてである。BLI の各指標では、最低値の国の指標を 0、最高値の国の指標を 1 として、指標を 0 から 10 までに基準化している。しかし、この基準化には、各国の指標の分布が、対象とする国の範囲によって大きく変わるなどの問題がある。他にも基準化の方法は存在するが、本研究でとりあげた、BOD や DEA の結果は、どのような基準化を採用するかで大きく変化する。より望ましい基準化の方法、または、基準化に影響を受けない、統合指数の作成方法の研究など、今後の研究が必要である。

現在、経済面だけにとどまらない社会や環境などの生活の質をも考慮して、人々の生活の状況を包括的に把握し、政策の評価に反映させることが求められている。そのためには、経済、社会、環境といった広範囲にわたる多様な指標を整備しなければならない。多様な指標の整備を進めることそれ自体が非常に重要なことではあるが、それに加えて、整備された多様な指標群をどのように効率的に利用して、政策の評価につなげるかも、統計の整備に劣らず重要な問題である。そのためには、指標群の統合化、統合指数の計算が必要不可欠である。本研究の結果から、厚生についてのパフォーマンスを比較するために、BOD と DEA の 2 つのアプローチによって関連の指標群の統合化する手法の有効性を、一定程度は、確認できた。なお、本研究では国際比較を行ったが、2 つの手法は、地域間自治体間にも応用できる汎用性の高い手法である。また、DEA の応用に際しては、生産的基盤のデータの整備が必要となる。生産的基盤には、制度や社会資本などの無形資産も含まれるが、実際にそれらを計測することは非常に難しい。特に、地域や自治体についての比較を考えた場合は、さらに困難が予想される。本研究の結果によれば、人工資本、自然資本、無形資産のどこまでを生産的基盤に含めるかによって、統合指数の値は大きく変化することが明らかとなった。しかし同時に、無形資産を考慮せずに、生産的基盤として人工資本と自然資本を含めていれば、無形資産を含んだ場合の結果を、あ

る程度は、近似できることも明らかになった。そのため、人工資本に加え、まずは自然資本についての統計を整備することが、厚生のパフォーマンスを比較には有効な策であると考えられる。

5.6. 捕獲

表 5.9～5.12 参照。

表 5.9 より良い暮らし指標

	住宅	所得	雇用	コミュニティ	教育	環境	市民参加とガバナンス	健康	生活満足度	安全	ワークライフバランス	(参考) 平均
オーストラリア	7.0	4.5	7.8	9.6	7.6	9.0	9.4	9.1	8.6	9.3	5.6	8.0
オーストリア	6.0	5.4	8.0	8.8	6.3	7.8	6.2	7.4	8.8	9.0	6.2	7.3
ベルギー	7.3	6.5	6.8	8.5	7.5	7.5	5.8	7.9	7.3	6.9	8.9	7.4
ブラジル	3.9	0.2	4.8	7.4	1.9	7.5	4.7	5.0	6.6	0.8	6.3	4.5
カナダ	7.8	6.1	7.8	8.0	7.7	8.7	5.6	9.0	8.7	9.6	6.5	7.8
チリ	3.1	0.7	4.3	5.7	3.8	3.6	4.2	6.0	5.9	5.0	6.2	4.4
チエコ	4.7	2.0	6.0	7.7	7.5	8.0	4.2	6.3	4.9	9.0	6.1	6.0
デンマーク	6.0	4.0	7.7	9.4	7.4	9.3	6.7	7.0	10.0	8.5	9.7	7.8
フィンランド	6.3	3.7	6.6	8.6	9.4	9.2	6.4	7.1	8.4	9.0	7.6	7.5
フランス	6.4	5.4	6.4	8.0	5.8	7.8	4.5	7.6	7.1	7.8	7.7	6.8
ドイツ	6.1	5.2	7.3	9.0	7.7	9.3	4.4	7.0	6.0	8.6	8.1	7.2
ギリシャ	3.8	3.1	5.4	5.5	5.7	3.9	4.7	7.9	1.5	8.5	7.9	5.3
ハンガリー	3.0	1.4	4.3	7.0	6.9	7.4	4.8	3.9	0.0	8.5	7.3	5.0
アイスランド	6.0	4.6	8.3	10.0	7.2	9.6	5.4	8.4	6.8	9.2	5.7	7.4
アイルランド	7.8	3.6	6.2	9.9	6.6	8.8	5.6	8.7	7.0	9.1	7.0	7.3
イスラエル	4.1	4.2	6.3	6.6	4.9	4.1	1.8	8.8	8.5	6.9	5.1	5.6
イタリア	5.3	5.3	5.8	7.7	5.0	6.8	5.0	7.6	3.9	8.0	7.5	6.2
日本	4.7	6.0	7.1	7.8	8.8	7.3	4.8	5.0	3.9	9.9	3.0	6.2
韓国	5.7	2.5	5.1	4.1	7.8	6.3	5.9	4.8	7.0	9.0	5.0	5.7
ルクセンブルク	6.1	8.1	8.5	8.4	4.7	9.2	6.6	7.9	7.4	7.9	7.5	7.5
メキシコ	4.2	0.9	4.5	4.6	0.9	5.0	4.7	5.2	6.9	0.8	1.6	3.6
オランダ	7.0	5.9	8.9	8.6	7.2	7.8	5.5	8.1	9.0	7.9	8.7	7.7
ニュージーランド	6.1	2.8	7.5	9.1	7.8	8.8	7.6	9.2	7.9	9.2	6.4	7.5
ノルウェー	7.5	3.9	8.8	8.5	7.3	9.2	6.3	8.5	9.2	8.9	8.8	7.9
ポーランド	3.4	1.3	5.3	7.4	7.9	5.3	5.2	4.9	2.5	9.5	6.0	5.3
ポルトガル	6.0	3.0	5.3	5.7	4.5	7.9	4.0	5.4	1.0	7.4	7.7	5.3
ロシア	7.1	1.6	5.7	6.7	6.1	4.4	1.9	0.1	1.2	6.7	7.8	4.5
スロバキア	4.0	1.3	4.0	7.8	6.6	8.4	3.1	4.9	3.4	8.8	6.8	5.4
スペイン	7.1	3.6	4.1	8.8	4.8	6.6	5.6	8.3	5.5	8.3	8.8	6.5
スウェーデン	6.6	4.9	7.2	8.0	8.1	10.0	8.2	8.5	8.3	7.8	8.2	7.8
イス	6.0	7.9	9.0	8.6	7.5	8.7	3.3	9.5	9.0	8.4	7.6	7.8
トルコ	1.3	0.9	2.6	0.0	1.4	3.8	5.5	4.9	1.2	7.3	2.6	2.9
イギリス	6.2	6.0	7.9	9.2	5.9	9.7	6.3	7.9	6.7	9.4	6.5	7.4
アメリカ	7.8	10.0	7.5	8.0	7.0	7.9	7.7	8.4	7.6	8.8	5.7	7.9

表 5.10 包括的富会計

	生産的基盤	人工資本	自然資本	無形資産	対外純資産
オーストラリア	518805	111671	39978	386381	-19225
オーストリア	570655	112799	9065	456824	-8033
ベルギー	562365	98822	4933	447515	11095
ブラジル	79143	11330	14979	54569	-1735
カナダ	538697	89811	36925	414938	-2977
チリ	101900	19268	18869	65770	-2007
チエコ	180821	44254	4596	135312	-3341
デンマーク	742955	130827	19616	591224	1288
フィンランド	570255	96566	19220	460111	-5642
フランス	586448	93619	8610	481658	2561
ドイツ	547200	98285	5715	436981	6219
ギリシャ	392814	74237	7979	326599	-16001
ハンガリー	173008	35162	5975	141296	-9425
アイスランド	902961	137470	12363	799123	-45995
アイルランド	599116	112374	11190	485980	-10428
イスラエル	327471	47232	4842	278892	-3495
イタリア	498277	89860	7502	405448	-4533
日本	548751	135866	2095	398870	11920
韓国	248180	58636	2641	190155	-3252
ルクセンブルク	917529	213425	6092	598563	99449
メキシコ	131384	21320	6641	106508	-3085
オランダ	593546	109658	13193	472371	-1676
ニュージーランド	414114	76281	52980	306124	-21271
ノルウェー	861798	183078	110163	532121	36436
ポーランド	135941	20526	8894	109935	-3414
ポルトガル	305831	59939	4204	254047	-12359
ロシア	73167	17712	31318	24364	-227
スロバキア	142372	31954	4979	110263	-4824
スペイン	408384	82194	7471	330718	-11999
スウェーデン	627951	92488	15674	528122	-8333
スイス	736795	165561	9410	506613	55211
トルコ	114830	13895	5356	97993	-2414
イギリス	662625	84861	6263	578791	-7290
アメリカ	734195	100075	13821	627246	-6947

表 5.11 統合指数のウェイト (BOD)

	住宅	所得	雇用	コミュニティ	教育	環境	市民参加とガバナンス	健康	生活満足度	安全	ワークライフバランス
オーストラリア	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.10638	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
オーストリア	0.00000	0.00561	0.01976	0.01572	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.03063	0.04369	0.00000
ベルギー	0.02865	0.00902	0.00000	0.02156	0.01497	0.00000	0.00413	0.03380	0.00000	0.00000	0.01637
ブラジル	0.00000	0.00000	0.00000	0.02591	0.00000	0.07167	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00926
カナダ	0.02220	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00229	0.09045	0.00000	0.00000	0.00000
チリ	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.06316	0.00000	0.00000	0.05263
チェコ	0.00000	0.00000	0.00000	0.01933	0.01267	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.07178	0.00903
デンマーク	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.10000	0.00000	0.00000
フィンランド	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.03986	0.00000	0.00426	0.02442	0.05055	0.00000	0.00000
フランス	0.02331	0.01652	0.00000	0.03165	0.00000	0.00000	0.00000	0.00925	0.00000	0.01796	0.02877
ドイツ	0.01952	0.01502	0.00000	0.03418	0.02302	0.02700	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00825
ギリシャ	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.08637	0.02629
ハンガリー	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.08637	0.02629
アイスランド	0.00000	0.00000	0.00377	0.00990	0.00000	0.04759	0.00000	0.04914	0.00000	0.00000	0.00000
アイルランド	0.02690	0.00000	0.00000	0.01089	0.00000	0.00000	0.00000	0.07535	0.00000	0.00000	0.00382
イスラエル	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.03125	0.07813	0.00000	0.00000
イタリア	0.00000	0.01864	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00359	0.00850	0.00000	0.05777	0.03617
日本	0.00000	0.02696	0.00368	0.03163	0.06425	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
韓国	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02416	0.00000	0.00662	0.00000	0.00898	0.07279	0.00000
ルクセンブルク	0.02896	0.02205	0.00000	0.00000	0.00000	0.07009	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
メキシコ	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00698	0.03721	0.06928	0.00000	0.00000
オランダ	0.02540	0.01592	0.00869	0.00000	0.00000	0.00000	0.00654	0.00505	0.06379	0.00000	0.00000
ニュージーランド	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00763	0.00000	0.00624	0.09707	0.00000	0.00000	0.00000
ノルウェー	0.00198	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00658	0.03649	0.06885	0.00000	0.00000
ポーランド	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01967	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.07958	0.01300
ポルトガル	0.02488	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.05455	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.03541
ロシア	0.11152	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01859
スロバキア	0.00000	0.00000	0.00000	0.01315	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.07889	0.02115
スペイン	0.00000	0.00000	0.00000	0.03701	0.00000	0.00000	0.00310	0.04465	0.00000	0.00000	0.03254
スウェーデン	0.00000	0.02461	0.00000	0.00000	0.00000	0.04825	0.04841	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
スイス	0.02542	0.00000	0.00000	0.00682	0.00000	0.00000	0.00434	0.06910	0.00000	0.00000	0.01553
トルコ	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01239	0.00000	0.00000	0.09500	0.00000
イギリス	0.00000	0.00566	0.00000	0.00000	0.00000	0.05006	0.00000	0.03365	0.00275	0.02087	0.00000
アメリカ	0.00000	0.10000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

表 5.12 統合指標のウエイト (DEA)

	住宅	所得	雇用	コミュニティ	教育	環境	市民参加とガバナンス	健康	生活満足度	安全	ワークライフバランス
オーストラリア	0.00000	0.10032	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01505	0.00138	0.00909	0.00000	0.00000
オーストリア	0.00000	0.09908	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01511	0.00000	0.01004	0.00068	0.00000
ベルギー	0.00000	0.10644	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00500	0.00000	0.00000	0.00000	0.01653
ブラジル	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.20000	0.00000	0.00000	0.00000
カナダ	0.00000	0.10315	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01547	0.00142	0.00935	0.00000	0.00000
チリ	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.03023	0.00000	0.00000	0.13248	0.00000	0.01804	0.00000
チェコ	0.00000	0.21844	0.00000	0.00000	0.00000	0.01994	0.00000	0.05077	0.00000	0.00931	0.00000
デンマーク	0.00000	0.07702	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01181	0.00000	0.00776	0.00029	0.00044
フィンランド	0.00000	0.09903	0.00000	0.00000	0.00170	0.01230	0.00453	0.00000	0.00531	0.00000	0.00000
フランス	0.02450	0.08475	0.00000	0.00000	0.00000	0.01255	0.00000	0.00000	0.00086	0.00000	0.00162
ドイツ	0.00000	0.10468	0.00793	0.00000	0.00000	0.01599	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ギリシャ	0.00000	0.12946	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00543	0.02539	0.00000	0.00000	0.00451
ハンガリー	0.00000	0.22944	0.00000	0.00000	0.00000	0.02680	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.05058
アイスランド	0.00000	0.05861	0.00342	0.00121	0.00000	0.01750	0.00007	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
アイルランド	0.03102	0.06540	0.00000	0.00000	0.00000	0.00711	0.00000	0.00000	0.00000	0.00090	0.00000
イスラエル	0.00000	0.21339	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01179	0.00000	0.00000	0.00000
イタリア	0.00000	0.11925	0.00000	0.00000	0.00000	0.00940	0.00705	0.00807	0.00000	0.00000	0.00000
日本	0.00000	0.11614	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00642	0.00000	0.00000	0.00000
韓国	0.00000	0.21423	0.00000	0.00000	0.00332	0.00000	0.03129	0.00000	0.02376	0.00000	0.00000
ルクセンブルク	0.00000	0.06425	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00575	0.00545	0.00000	0.00000	0.00000
メキシコ	0.00000	0.42741	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.05377	0.00000	0.05255	0.00000	0.00000
オランダ	0.00000	0.09647	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01442	0.00000	0.00980	0.00000	0.00055
ニュージーランド	0.00000	0.11629	0.00000	0.00000	0.00000	0.00332	0.00535	0.02106	0.00226	0.00000	0.00000
ノルウェー	0.00000	0.05612	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00546	0.00666	0.00320	0.00000	0.00000
ポーランド	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02620	0.02063	0.04825	0.00000	0.05446	0.00000
ポルトガル	0.04906	0.13497	0.00000	0.00000	0.00000	0.02142	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ロシア	0.00000	0.62500	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
スロバキア	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02360	0.00000	0.01609	0.03965	0.06683	0.00000
スペイン	0.03625	0.10284	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00865	0.00563	0.00000	0.00000	0.00000
スウェーデン	0.00974	0.07642	0.00000	0.00000	0.00120	0.02146	0.00182	0.00000	0.00276	0.00000	0.00000
スイス	0.00000	0.08766	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00484	0.00000	0.00000	0.00000
トルコ	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.03093	0.02436	0.05696	0.00000	0.06430	0.00000
イギリス	0.00000	0.09642	0.00566	0.00188	0.00000	0.02889	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
アメリカ	0.00000	0.10000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

6. 結論

6.1. 政策インプリケーション

本研究では、現在主に国際機関が研究を進めている関連指標の動向を調査するとともに、経済・社会・環境の持続可能性を単一指標で表わすジェニュイン・セービング（Genuine Savings: GS）、および経済・社会・環境の総合的な指標群で幸福度を測定するより良い暮らし指標（Better Life Index: BLI）を取り上げ、双方の発展・改善可能性を検討した。また、これらを結び付け得るものとして、幸福度というアプローチを用いて環境を金銭価値で評価するという、近年新しい研究を実施した。

レビューからは、各国や国際機関が新たな指標に向けて、様々な取組を開始していることが改めて浮き彫りとなった。しかし、本研究で実施したような GS の精緻化や、BLI などの指標群の統合、さらに幸福度アプローチを用いた自然資本の経済価値評価に関する取組は国際的にも少ない。本研究が極めて重要な意義を有することが伺われる。

上述のように、低炭素や資源効率関連の分野において、日本はこれまで国際的に主導的な役割を果たしてきているものの、包括的な指標というアプローチに関する取組については、幸福度指標に関する内閣府の研究を初めとして、緒に着いたばかりである。各種政策プロセスへの日本政府、日本関係研究者のさらなる積極的関与が必要であると考えられるが、その際、本研究のような成果は国際社会に対する意義あるインプットとなるであろう。

個別の研究成果を見るならば、それぞれに重要な政策インプリケーションを持つ。まず、「Inclusive Capital based TFP」の観点から精緻化した GS は、人工資本だけでなく、人的資本・自然資本を考慮しているため、資源利用の改善や消費の影響を測定することができ、それゆえ、国内総生産（Gross Domestic Product: GDP）で現れない環境・資源の保全に役立つ技術・効率性の評価が可能になるという利点がある。また、政策策定の際には、このような指標への貢献度を分析することにより、いずれの政策が持続可能な発展に最も寄与するのかという視点での政策評価が可能となる。

経済・社会・環境のすべてに関する BLI 指標を統合化させるという野心的な取組からは、統合手法の有効性が確認できるとともに、さらに、統合手法により異なる結果が示されることが明らかとなつた。恣意的な統合により、各国の状況を過大・過小評価する可能性があることは大きな課題であり、我が国が国際社会から誤認されないためにも、自国からより精緻な手法を対外的に示していく必要がある。同時に、指標群を統合できる可能性は、複雑になりがちな指標に関する議論を簡素化するための足がかりとなるであろう。

幸福度というアプローチを用いて、ひとつの生産基盤である森林という自然資本を評価したことは、大きな拡張性を示唆する。すなわち、持続可能性の観点からのみ捉えられる傾向にある自然資本を、幸福度という視点から分析したことは、持続可能性指標と幸福度指標の統合の余地を予感させるものである。

6.2. 今後の取組

まず、関連指標のレビューでは、今回整理した各指標の構造・枠組みを踏まえ、今後は我が国において考え得る指標の構造・枠組みについて包括的な議論を深め、選択肢を検討する必要がある。特に個別の指標分野として、自然資本関連指標、資源生産性関連指標、生産ベース指標と消費ベース指標

に力点を置きつつ、国レベルにおける各種指標に基づく政策評価や政策形成の優良事例を収集し、その実効性や有用性について定性的評価を実施する。さらに、本研究が持つ意義をさらに明らかにし、国際的に発信していく必要もあるであろう。

GSにおいては、今後さらにデータベースを拡充し、特に枯渇性資源に乏しい我が国が注視すべき要素、すなわち枯渇性資源の対外依存性、生産可能資源の動向、健康などを含めた人的資本の動向といった、現存の持続可能性指標では十分に分析されていない点について研究を進めることが求められる。

Life Satisfaction Approach (LSA) の研究の発展の方向としては、より客観的な指標を用いた検証が必要である。今年度はアンケートによる主観的指標を基に緑の質や緑との触れ合い、親しみ、知識に関して尋ねているが、より信頼性を高めるためにはこれらの指標についてより客観的な指標を作成する必要がある。たとえば、GIS を用いて森林の荒廃具合、間伐の程度などを指標化することが可能であれば、緑の質の指標の信頼性がより高まると考えられる。また、知識の指標も知識をクイズ形式で問うなど、より客観的指標とする工夫も必要かもしれない。

BLI の研究では、最も高い評価である 1 を統合指数の値としてとる国が複数存在し、それらの国々の間は順位付けができないという問題があった。また、指標群の基準化には、各国の指標の分布が、対象とする国の範囲によって大きく変わるなどの問題があった。今後は、より望ましい基準化の方法、または、基準化に影響を受けない統合指標の作成方法の研究などが必要である。