

Environment Research and Technology Development Fund

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

「自然資本・生態系サービスの社会経済的価値の予測評価と
自然資本の重層的ガバナンス」

(JPMEERF16S11540)

平成28年度～令和2年度

Predictive Evaluation of Socio-Economic Values of Natural Capital and Ecosystem Services and
Multi-level Governance of Natural Capital

(英文パンフレット等 : https://www.env.go.jp/policy/kenkyu/suishin/english/gaiyou/gaiyou_6.html)

〈研究代表機関〉

国立大学法人京都大学

〈研究分担機関〉

学校法人慶應義塾

国立大学法人九州大学

〈研究協力機関〉

国立大学法人滋賀大学

公立大学法人広島市立大学

令和3年5月

目次

I. 成果の概要	・・・・・・・・・・	1
1. はじめに（研究背景等）		
2. 研究開発目的		
3. 研究目標		
4. 研究開発内容		
5. 研究成果		
5-1. 成果の概要		
5-2. 環境政策等への貢献		
5-3. 研究目標の達成状況		
6. 研究成果の発表状況		
6-1. 査読付き論文		
6-2. 知的財産権		
6-3. その他発表件数		
7. 国際共同研究等の状況		
8. 研究者略歴		
II. 成果の詳細		
II-1 社会経済的価値の評価手法の開発と自然資本のよき重層的ガバナンスの解明	・・・・・・・・	13
(国立大学法人京都大学)		
要旨		
1. 研究開発目的		
2. 研究目標		
3. 研究開発内容		
4. 結果及び考察		
5. 研究目標の達成状況		
6. 引用文献		
II-2 自然資本の重層的ガバナンスの類型化と可視化	・・・・・・・・・・	28
(学校法人慶應義塾)		
要旨		
1. 研究開発目的		
2. 研究目標		
3. 研究開発内容		
4. 結果及び考察		
5. 研究目標の達成状況		
6. 引用文献		
II-3 包括的な福利指標の開発と地域的展開	・・・・・・・・・・	43
(国立大学法人九州大学)		

要旨

7. 研究開発目的

8. 研究目標

9. 研究開発内容

10. 結果及び考察

11. 研究目標の達成状況

12. 引用文献

III. 研究成果の発表状況の詳細	58
IV. 英文Abstract	65

I. 成果の概要

課題名 S15-4 自然資本・生態系サービスの社会経済的価値の予測評価と自然資本の重層的ガバナンス

課題代表者名 浅野 耕太（国立大学法人京都大学 教授）

研究実施期間 平成28年度～令和2年度

研究経費

(千円)

	契約額	実績額 (前事業年度繰越分支出額含む)
平成28年度	31,347千円	31,347千円
平成29年度	31,347千円	31,198千円
平成30年度	29,780千円	29,780千円
令和元年度	31,347千円	31,347千円
令和2年度	31,347千円	31,347千円
合計額	155,168千円	155,019千円

本研究のキーワード 社会経済的価値、重層的ガバナンス、包括的福利、生物多様性地域戦略、自然資本

研究体制

- (サブテーマ1) 社会経済的価値の評価手法の開発と自然資本のよき重層的ガバナンスの解明（国立大学法人京都大学）（JPMEERF16S11514）
- (サブテーマ2) 自然資本の重層的ガバナンスの類型化と可視化（学校法人慶應義塾）（JPMEERF16S11515）
- (サブテーマ3) 包括的な福利指標の開発と地域的展開（国立大学法人九州大学）（JPMEERF16S11516）

研究協力機関

国立大学法人 滋賀大学

公立大学法人 広島市立大学

1. はじめに（研究背景等）

近年、加速化し、深刻さを増す生物多様性の減少に伴い、我が国の自然資本の劣化・減耗が進行し、そこから湧出される生態系サービスによって支えられている社会全体の持続可能性が脅かされる事態がいま憂慮されている。それを避けるために各地で自然資本の適切なガバナンスが鰻鮎の急として求められているが、そこには1つの大きな障害がある。それは自然資本が提供する多岐に亘る生態系サービスが我々の日々の活動に様々な影響を及ぼすものであるため、学術的なレベルでもそれらの全容は余すことなく解明されておらず、またそれらが国民に広く認識され、自然資本保全に関する国民的合意が得られているとはいいがたい状況にあるということである。こうした状況では、市場等を介した自然資本の適切な需給調整がうまく働かず、市場の失敗は不可避のものとなり、また適正評価に裏付けられたガバナンスを実行することは難しい。

2. 研究開発目的

本研究は、大いなる見えざる国富の消失ともいうべき、我が国の自然資本劣化に焦点を当て、自然資本のよきガバナンスを実現するための道筋を解明しようとするものである。生態系サービスの湧出源としての自然資本の適切な保全は、日本社会全体の持続可能性の観点からも重要である。本研究では、実証的な観点から、包括的な自然資本・生態系サービスの社会経済的価値の評価枠組みの構築、自然資本のよきガバナンスに向けた多様な主体による協働統治の可能性の予備的な検討を行うものである。

3. 研究目標

全体目標	テーマ2・3による自然資本・生態系サービスの自然的価値のモニタリングの成果をふまえ、社会経済的価値の予測評価を行い、それらを将来的に維持・向上させるための施策のあり方について検討を行う。さらに、様々なレベルのステークホルダーの効果的な協働を促し、自然資本を適正に協治していくための重層的ガバナンスのあり方を解明する
サブテーマ1	社会経済的価値の評価手法の開発と自然資本のよき重層的ガバナンスの解明
サブテーマリーダー/所属機関	浅野耕太/国立大学法人京都大学
目標	レクリエーション地への訪問者が得る間接効用や農山漁村における居住者のアイデンティティ効用ならびに森里川海の連環などに関する研究成果をふまえ、将来シナリオを念頭に、過年度までに構築した価値評価モデルを活用して、自然資本・生態系サービスの社会経済的価値の予測評価に繋げる。さらに、その評価と重層的ガバナンスとの関係性をふまえて、自然資本・生態系サービスの利用・保全にむけた施策のあり方を検討する。
サブテーマ2	自然資本の重層的ガバナンスの類型化と可視化
サブテーマリーダー/所属機関	大山耕輔/学校法人慶應義塾
目標	これまでの研究で得られた実証データの更なる分析を行い、加えて全体会合兼アドバイザー会合で指摘された生物多様性施策と地域や産業の振興との連携の現状についても精査する。これらを踏まえて生物多様性保全のガバナンスを理論的にも整理し、最終的にその類型化、可視化を提案する。
サブテーマ3	包括的な福利指標の開発と地域的展開
サブテーマリーダー/所属機関	馬奈木俊介/国立大学法人九州大学
目標	自然資本の保全は、人類の福利の維持および持続可能性の基盤をなすものとして重要である。日本全国に分布する自然資本の今後の傾向を予測することで、持続可能性を維持しながら自然資本の効果的な保全を行うための有用な材料を得ることができる。本サブテーマでは、PANCESの4つのシナリオをベースに、農

	<p>地・森林・海域の自然資本の各要素を含めて自然資本価値の将来予測を行う。 また、こうした自然資本や人工資本、人的資本に加え、幸福度や生活満足度等のより主観的な尺度を包含した包括的な福利の計算も行う。</p>
--	---

4. 研究開発内容

(1) 社会経済的価値の評価手法の開発と自然資本のよき重層的ガバナンスの解明

平成28年度：自然資本の社会経済的価値に関する環境評価手法の最新の研究動向を踏まえて、自然資本の有用性を明らかにするための分析ツールを開発した。日本全国を分析対象とした分析ツールを主に開発したが、事例対象地域（北海道、能登・佐渡、沖縄）も後の分析射程に収められるよう配慮することで今後の地域での「解像度」の高い評価の足がかりとした。

平成29年度：Web 調査を実施し、現状の認識の下での自然資本保全に対する社会経済的価値評価のデータ収集・分析を行った。重層的ガバナンスの把握のために前年度に引き続きデータを収集すると同時に、分析目的に即した形式にデータを整理・加工した。また、前年度に構築された分析ツールを用い、収集データの一部を用いて試行的分析を行った。得られる知見は分析ツールの構築にフィードバックし、分析モデルの精緻化を図った。

平成30年度：森里川海の連環モデルを構築、試行的に瀬戸内海における陸域由来の基礎生産力向上サービスと海域の供給サービスを定量化した。また、最適輸送理論に基づくレクリエーション価値評価手法を開発し、試行的に全国各地の紅葉名所の評価を実施した。さらに、アイデンティティ経済理論に基づく農山漁村住民の居住地選択モデルを構築、過疎地域を対象にweb調査を実施し、地域固有生態系サービスの利用頻度と現住地での定住確率との正の相関を実証した。

令和元年度：最適輸送理論による紅葉名所の評価モデルを拡張し、紅葉の色づきやその多様性等を含む、自然が有する質・量的情報の社会経済的価値評価を行った。また、農山漁村における生態系サービスの利用状況やガバナンスへの評価を考慮しながら、住民の定住性に寄与するアイデンティティ効用の規定構造の解明を進めた。さらに、森里川海連環モデルをもとに生態系サービスの社会経済的価値評価を行うとともに、地域産業連関分析による生態系サービスの包括的評価の実践と拡張を試みた。

令和2年度：前年度までに研究成果を、将来シナリオに基づく土地利用形態の変化予測を、過年度までに構築した価値評価モデルに組み込むことで、自然資本・生態系サービスの社会経済的価値の予測評価に繋げた。さらに、その評価と重層的ガバナンスとの関係性をふまえて、自然資本・生態系サービスの利用・保全にむけた施策のあり方を検討した。

(2) 自然資本の重層的ガバナンスの類型化と可視化

平成28年度：自治体の生物多様性地域戦略の策定状況に関するアンケート調査を実施し、地域戦略の策定過程の分析を通じて、地域の生態系ガバナンスの実態を測定した。同時並行して、ガバナンスの概念枠組みの検討・構築を進め、S-15全体との調和をとるためガバナンスワーキンググループでのガバナンス概念に関する議論を3回実施した。

平成29年度：初年度に測定したアンケート調査結果と、ガバナンス概念に関する議論を踏まえた上で、地域の自然資本ガバナンスの概念枠組みを構築した。構築したガバナンスの概念枠組みをS-15全体の共通事例サイトに適用しつつ、枠組みの精緻化を図った。また、並行して実施する社会調査に基づき、各類型ごとの要因や効果、条件のメカニズムについて仮説を構築した。

平成30年度：自然資本の管理水準を高く保つ良いガバナンス、管理水準を低下させる悪しきガバナンスの違いを検討した。政策形成過程が中心であった過去2年度の調査に加え、政策実施過程の分析を行う。過去の調査から導き出された仮説も踏まえ、市区町村を対象としたアンケート調査を実施した。

令和元年度：市区町村を対象にした政策実施過程のアンケート調査の集計・分析を進め、仮説の検証を行った。市区町村の計画・戦略が、実際の政策実施過程にどのような効果をもたらしているかについて検証した。グローバルレベル、ナショナルレベルの重層的なガバナンス構造が、政策実施のローカルな現場にどの程度浸透しているかを検証した。

令和2年度：これまでの分析結果を踏まえ、自然資本の管理水準を高く保つ良いガバナンスが実現する条件がいかなるものか整理した。このため、必要に応じ自治体等にインタビューを行い、アンケート調査の仮説を異なる方法論の調査で検証した。これらを踏まえ、市区町村を単位として地域の自然資本の重層的ガバナンスの各類型を導出した。その上で、重層的ガバナンスの各類型が、自然資本の管理水準にどのような違いをもたらすかを明らかにした。

(3) 包括的な福利指標の開発と地域的展開

平成28年度：人工、人的、自然資本の推計に用いるデータを収集した。ツールの開発は、日本全体を対象として行うため、それに必要なデータ収集を開始した。本研究における最小単位として、個人の集合体としての県レベルのデータを人工資本、人的資本、社会関係資本、主観的福祉（幸福度）に関して集めた。

平成29年度：各資本の推計を行い、ツールの開発を進めた。地域展開の準備も行った。前年に引き続きデータ収集を行い、経年データの構築を目指しつつ、各資本の推計を行い、全国レベルにおける分析ツールの開発を進めた。地域展開の準備として、対象となる事例地域を訪問した。

平成30年度：他テーマの事例地域にて、包括的富の指標を地域展開するための準備を進めた。主に地域レベルのデータ収集を行った。また、自然資本の価値および包括的福利指標の構築に関するアンケート調査を行い、農地・森林・海域の保全に対する日本の世帯の支払意思額を調査した。

令和元年度：前年度に引き続き包括的富の指標を地域展開するための準備を進めた。また、アンケート調査の回答データを基にして、農地・森林・海域の自然資本の保全に対する平均支払意思額の推定・決定要因の分析を行った。

令和2年度：包括的富指標の地域展開のための準備及び地域展開を行った。また、アンケート調査のデータと他テーマの人口予測・土地利用予測データを組み合わせ、自然資本の富としての価値の将来予測を、PANCESシナリオを用いて行った。さらに、包括的福利を構成する要素の相対的重要性を分析した。これまでの自然資本、包括的富、包括的福利指標に関する一連の研究について、その成果の対外発信（学会報告、学術誌への論文投稿等）を行った。

5. 研究成果

5-1. 成果の概要

本研究では、陸域・海域の自然資本・生態系サービスの自然的価値のモニタリングを基礎に、社会経済的価値の予測評価を実施するための方法を開発するとともに、それらを将来的に維持・向上させるための施策のあり方について検討を行った。さらに、様々なレベルのステークホルダーの効果的な協働を促し、自然資本を適正に協治していくための重層的ガバナンスのあり方についての検討を行った。

サブテーマ（１）「社会経済的価値の評価手法の開発と自然資本のよき重層的ガバナンスの解明」では、陸域・海域における生態系の観測データと価値評価モデルとの接合を試みることで、①農作物生産への貢献を介した花粉媒介昆虫の貢献、②野生花粉媒介者の生息地としての農地・森林生態系のレジリエンスの価値を評価するとともに、森里川海の連環構造の中で生み出される社会経済的価値として、③流域上流の土地利用と下流の牡蠣養殖の生産力との関係を解析し、将来の森林減少が牡蠣生産にもたらす損失を予測することで、これまで未解明であったこれらの生態系サービスの社会経済的価値とその価値生成過程を考慮した自然環境の保全政策の重要性を指摘した。また、自然レクリエーションの価値を評価するための新たな手法として、④人々のレクリエーション・サイトへの訪問確率のデータから全国レベルでの余暇消費行動と自然環境の質的屬性との関連を推定するモデルを開発するとともに、その最初の実践として、全国の紅葉狩りの名所を対象とする分析を試みた。さらに、生態系サービスの利用や認知度に関するwebアンケート調査を実施することで、⑤一般の人々が生態系サービスに対して抱く価値とcompetence（生態系サービスに対する知識や親しみ）とのポジティブな関係、並びに⑥地域住民による地域固有生態系サービスの利用と地域での定住傾向とのポジティブな関係を示した上で、自然環境の保全に対する社会的支持を得る上での人々の生態系サービスの利用促進や生態系サービスに関する理解の深化の重要性、人口分散型シナリオを実現する上での地域固有生態系サービスの利用促進の重要性を指摘した。

サブテーマ（２）「自然資本の重層的ガバナンスの類型化と可視化」では、市町村の自然環境保全担当の職員に対するサーベイ調査を実施することで、自然資本のガバナンスの構造に関する定量分析を行った。①政策形成段階に関する分析から、生物多様性地域戦略の策定において影響力のあったステークホルダーの傾向的特性（環境志向、民間・市民主導）、策定の可能性と正の相関を持つ自治体特性（職員数、環境専門家の影響力、環境省による補助事業の実施期間）と負の相関を持つ自治体特性（影響力のあるステークホルダーの多さ）を示した。また、②政策実施段階に関する分析から、各市町村による自然資本のガバナンス構造を「理念啓発型（環境省型）」「要望応答型（農林水産省型）」「専門人材不足型（その他）」の３類型に整理し、それぞれのガバナンス類型が抱える課題を検討した上で、自然資本のよきガバナンスの理想像・目標として、理念啓発型、要望応答型の双方の特徴を併せ持つネットワーク型重層的ガバナンスを掲げ、その実現に不可欠なステップとして環境部局と農林水産部局に代表される関連部局との連携を指摘した。

サブテーマ（３）「包括的な福利指標の開発と地域的展開」では、全国規模のインターネット調査を行うことで、①農地・森林・海域など13種の自然資本それぞれの維持に対する家計の支払意思額を推定の規定構造および地域差を検証した上で、②それを基にPANCESの４つの将来シナリオの予測評価を行うことで、自然資本の価値を維持し持続可能性を実現するにあたって、人口分散型社会を促進していくことが効果的であることを示した。また、③自然資本に人工資本、人的資本を加えた包括的富の指標を国、都道府県、市区町村レベルで作成し、自治体との連携の下、同指標に基づく政策決定や予算配分決定に関する協力を進めた。さらに、別途アンケートを行うことで、④日本の人々の包括的福利における世界、日本、身の回りの各レベルにおける自然資本の状態の相対的重要度を明らかにした。

5-2. 環境政策等への貢献

本研究の成果として得られた知見からの政策提言として、Policy Briefに記載した事項を以下にまとめる。

(1) 自然資本内の格差や地域差を考慮した自然資本・生態系サービス改善の政策

自然資本の保全は、人類のウェルビーイングの維持および持続可能性の基盤をなすものとして、近年世界の研究者・政策決定者の関心を集めている（Costanza et al., 2014）。日本国内においても、2018年4月に閣議決定された第五次環境基本計画に注目すると、これまでの環境基本計画でほとんど登場してこなかった自然資本について頻繁に言及されており、近年の自然資本に対する関心の高まりを示して

いる。

持続可能性を促進する1つの方法として、その基盤をなす自然資本やそれらがもつ生態系サービスを金銭単位で価値化するというものがある。多くの研究が特定のエリアの森林、農地、サンゴ礁、海域、マングローブ林等様々な自然資本の保全に対する支払意思額（WTP）を推計しており、Costanza et al. (1997、2014) に代表されるいくつかの研究ではそうした個別の研究を対象に便益移転法をベースとしたメタ分析を行い、様々な自然資本の網羅的な価値化を試みている。しかし、国単位で自然資本の価値を算出した研究は少なく、日本の農地・森林・海域に見られる地域の特徴を考慮した網羅的な自然資本の価値推計は行われていない。

本研究では、日本全国の農地・森林・海域を含む自然資本の維持に対するWTPとその要因を分析した。日本全国の個人7,556人を対象にウェブアンケート調査を行い、水田、畑地、果樹園、牧草地、人工林、天然林、海岸防災林、マングローブ林、サンゴ礁、干潟、藻場、砂浜、漁場の13項目の維持にそれぞれ世帯から最大で支払える金額を支払カード形式で質問した。要因分析によって、ほぼすべての項目の保全に対するWTPが、性別、年齢、世帯人数、世帯年収、対象エリアへの訪問頻度、対象項目への主観的重要度に有意な影響を受けることが分かった。また、藻場の維持に対するWTPはほかの項目に比べて相対的に低く、これは藻場の生態系サービスへの認知の低さによるものである可能性がある。その場合、環境教育等で自然資本が持つ生態系サービスに対する認知を広めていく必要があると言える。

日本の八地方区分による地域差分析によると、要因分析で採用した説明変数だけでは説明できない地域差があることが判明した。例えば北海道地方は平均世帯年収が8地方中7位にもかかわらず、ほとんどの項目の保全に対するWTPが比較的高かった。サンゴ礁やマングローブ林など南方に多く分布し、回答者の訪問頻度が低い自然資本についても、その維持へのWTPは平均世帯年収の高い関東地方に次ぐ2番目の水準であった。北海道地方独特の高い環境意識が存在していると考えられる。自然資本の効果的な維持のために、こうした地域差も考慮して自然資本・生態系サービス改善の政策を実施していく必要があると言える。

(2) 地域住民としてのアイデンティティ効用の向上による農山漁村人口流出の抑制

農山漁村からの人口流出が続いている。その背景には都市が有する生活の利便性や雇用・所得など面での圧倒的な比較優位が考えられるが、一方で、都市に移転しない住民もいる。そのような場合、なぜ人々が都会に移転するのかを問うだけではなく、なぜそこにとどまり続けるのかを解明することも、農山漁村からの人口流出の抑制策を検討する上で有用な論点である。

本研究では、人々が農山漁村にとどまり続ける理由の1つとして、そのコミュニティの一員であることで享受するアイデンティティ効用（Akerlof & Kranton (2000)、以下ID効用）に着目した。ID効用は自身が所属するコミュニティの社会的ステータスが高いと思えるほど向上し、また、そのコミュニティの社会規範と自身が調和していると思えることでも向上する。今住んでいる農山漁村で高いID効用を得ている住民ほど、都市に移転した場合の厚生損失が大きいいため、現住地にとどまる可能性が高いと考えられる。また、農山漁村の強みである豊富な生態系サービスの利用がこのID効用とどう関係しているかも、重要な論点となろう。

以上の推論を検証するため、2017年度に中規模人口の64市町村、2018年度に過疎地域指定された646市町村の住民を対象にweb調査を実施した。この調査では、現住地と東京23区を選択肢とする居住地の選択型実験を行った。

主な分析結果をまとめる。①現住地の社会的ステータス（魅力）への評価は東京の魅力への評価よりも低い、現住地の社会規範と自身の生活様式との調和（なじみ）への評価は東京よりも高い。②現住

地固有の文化的サービスの利用頻度が高い被験者ほど、現住地の魅力となじみへの評価が高い。選択型実験の結果、③現住地の魅力となじみを高く評価する被験者ほど、東京への移転ではなく、現住地にとどまる選択をする確率が高い。④③の関係は、文化的サービスの利用頻度が高い被験者ほど強い。

以上から、現住地固有の文化的サービスを利用する住民ほど、その住民としてのID効用関数の説明変数である魅力となじみの値が高く（②）、それぞれの係数値も高いことが確認された（④）。このように、文化的サービスの利用は二重の経路で農山漁村住民のID効用とポジティブな関係を有している。これらはあくまで相関関係に過ぎないが、導き出される提言として、地域固有の伝統行事や固有の自然を活用した野外レクリエーション、環境学習を促進することが、農山漁村の人口流出を抑制する上で有効と言えそうである。

テーマ1のシナリオ分析との関連でいえば、地域固有の文化的サービスを利用する住民ほど、東京などの大都市に移転したいと考えないため、人口分散型シナリオによって維持される経済厚生が高いと言える。また、上述の推論から、各地域で固有の文化的サービスの利用を促進することで、人口集中型に対する分散型の比較優位を高められる可能性がある。

(3) 人々の余暇消費活動からみた自然環境の経済価値評価の必要性

花見、紅葉狩り、潮干狩りなどは国民一般に親しまれているレクリエーションであるが、それらに場を提供する地域の魅力は地域の自然環境やその属性変化により、少なからぬ影響を受ける。将来起こりうる環境変化が我が国の余暇消費活動にもたらす影響を予測する上で、人々の余暇消費活動と自然環境の関連をリアルタイムで把握できるような方法はこれまでなく、この空隙を埋めるモデルを開発することの新規性は高い。

本研究では、最初の試みとして、日本国内の紅葉狩りの名所835箇所を対象に、各都道府県に居住する旅行者がどの名所にどの程度のレクリエーション価値を見出しているのかを効用を直接推定することで定量的に示す。その際、最適輸送理論の枠組みを利用し、効用最大化に基づく離散選択モデルを線形計画問題として再定式化したモデルを構築した。そして、旅行者が各名所を選択する確率をビックデータの一つであるモバイルデータより求め、選択確率から離散選択モデルを合理化する効用を直接的に導き出した。大都市や観光都市では人々はアクセスの良い市街地にある都市公園や名勝に惹きつけられる一方、地方では交通条件が多少悪くとも郊外の森林や溪谷などの名所にも価値を見出している結果が得られた。次に、以上の予備的研究より得られる知見に基づき、人々が各名所を訪問することに見出す効用とそれら名所が有する自然属性情報（植生の色づきや分布域、その時期等の変化等）を支出関数に組み込むことで、それら自然属性の社会経済的価値を導出する。

人々が余暇消費活動を通じて自然属性に見出す社会経済的価値を可視化する分析ツールを新たに開発したことは、我が国のレクリエーションの未来の姿を探る上で有益であろう。

(4) 森里川海の連環の恵みを測る

雨は森や農地を育み、そこから川へと流れ込む有機物、堆積物、栄養塩は、物理的、化学的、生物学的過程を経て河口の豊かな生物相を支える基となる。こういった陸域から海域へと連なる物質循環は私たちの生活の基礎をなしてきた（Likens and Bormann 1974）。しかし、森里海川のつながりは人の目には見えにくく、それゆえそれらつながりを知らぬ間に改変・分断してしまう恐れがある（山下・田中 2008）。生態系の改変およびそれらの分断を防ぐためには、森里海川の連環の恵みを可視化し、人々がその重要性を認識することがその一助となるであろう。

森里海川の連環の恵みを可視化する試みとして、広島湾における牡蠣養殖業とその集水域である太田川流域の土地利用の関係に着目し、土地利用変化が沿岸域で行われる人間活動に与える影響を定量的に測ることとした。分析によって得られた主な知見は次の通りであった。牡蠣の生育段階によって至適な植物プランクトン量は異なるが、全般的に基礎生産力は不足傾向にある。広島湾奥部の基礎生産力は太田川流域の森林に影響を受けるが、その影響は即時的ではなく長期にわたって緩やかに発現する。

以上の知見に基づき、過去10年の森林減少率が今後も続くとして仮定した場合、広島湾奥部で営まれる牡蠣養殖が被る被害額を算出する。2015年を基準年とした場合、その他要因を一定とすると、森林減少の結果、広島湾奥部での牡蠣生産は2050年には7%、2100年には20%減少することが分かった。さらに、将来最も起こりうるシナリオとして森林減少と海水温上昇が同時に進行する状況を想定した上で、流域内の1 km²の森林保全による広島湾奥部での牡蠣生産量減少緩和効果は、将来的に24.2億円から37.5億円にのぼることが分かった。1km²の森林保全にかかる機会費用がおよそ4.8億円であることを勘案すると、集水域での森林保全による広島湾奥部での基礎生産力向上がもたらす社会的便益はその機会費用を上回ることが示唆された。包括的な流域管理を目指す上で、森里海川の連環を適切に考慮することが不可欠であることが本事例で明らかとなった。

(5) 政府全体として生物多様性保全施策を強力に推進する体制の構築

生物多様性関連の施策は、環境省をはじめ、農林水産省、国土交通省など複数の中央省庁が関係しており、国家戦略においても複数の省庁の取組みが明記されている。地方自治体においても、生物の保護活動に加えて、増えすぎた鳥獣の管理、防災・減災施策における生態系の活用など多種多様な取組みが行われている。

こういった生物多様性の保全に向けた現場の役割を果たすことが多い地方の取組みについては、全国の地方自治体に対して行ったアンケート調査に対する回答において具体的なデータが数多く寄せられており、関連する部局、施策の連携、協力の状況など、その属性や文脈に応じ様でない手法や特徴を持つことが明らかになってきた。例えば、農林水産部局が主担当になる場合が多い鳥獣被害対策や狩猟・漁業活動の規制といった分野においては、ステークホルダーからの要望や利害調整が必要な要望応答型の施策の実施率が高い。他方、より生物多様性に専門的に対応する部署が主担当となる場合が多い環境関連の企画・立案、教育・啓発活動、調査・研究活動、生物多様性保全のための保護・保全活動などの分野については、理念・科学による理念啓発型の施策の実施率が高いという結果が見出されている。

このように、全国の地方自治体のガバナンスの分析を通じて明らかになったのは、生物多様性保全の分野においては、環境省を中心とした合理的行政の観点からの理念啓発型のアプローチが目立つ企画立案過程や鳥獣被害対策のように短期的な損益に力点を置く要望応答型アプローチ主体の農業関連の施策実施過程のように、施策の内容、担当部局の業務特性、中央省庁との関係によりガバナンスのあり方が異なる状況にあることである。このような複雑な分野において政策の一層の推進を図るためには、ネットワーク型のガバナンスの実現を目指して、入り組んだ個々の施策の固有の事情をよく踏まえ対応しつつこれら多様な諸施策をより高次の次元で総合的に統合して一層推し進める体制をつくる必要があると考えられる。

具体的には、関連施策の一層の推進のため、内閣に生物多様性に関する本部を設置し、環境省のリーダーシップの下関連施策を政府全体として総合的に推進し、省庁や地方自治体の関係する部局や施策の連携・協力の実現・強化を目指す体制を構築することが有効である。特に、鳥獣保護管理においてみられるような環境省、農林水産省などの重要省庁の所管の垣根を越えた連携協力の実現と深化は、今後の生物多様性保全の成功の鍵であり、その実現に向けた意識改革、体制作り、支援・評価体制作りを含む総合的な取組みが強く求められる。

(6) 市区町村に対する生物多様性地域戦略の策定支援

2008年に生物多様性基本法が施行され、地方公共団体にも生物多様性地域戦略策定の努力義務が課されている。しかし、昨今の厳しい財政状況において、生物多様性の保全は市区町村にとって必ずしも優先順位の高い課題ではなく、2017年3月末時点で、地域戦略を策定した市区町村は全体の約4%である。

本研究では生物多様性地域戦略の策定に影響する要因を、市区町村を対象としたアンケート調査から分析している。分析の結果、環境省が「地域生物多様性保全活動支援事業」を実施していた年度は、支援事業を実施していない年度と比べ、地域戦略を策定する市区町村が統計的に有意に増加していることが明らかとなった。人口や財政力など他の要因の影響を考慮した上でも、補助事業が非常に有効であることが確認された。

また、職員数が多く、非都市部面積が広く、策定過程における環境専門家の影響力がある市区町村程、地域戦略が策定される傾向も明らかになった。職員数が多く行政能力に余裕があり、非都市部の面積が広く保全対象となる自然が豊かである市区町村ほど、地域戦略を策定する傾向が明らかとなったが、現実にはこの2つの変数は反比例の関係にある。職員数は人口規模と強い正の相関があり、都市部の市区町村ほど職員数も多く、財政規模も大きい傾向がある。一方、自然環境が豊かな非都市部の領域を多く抱える市区町村は、行政需要の高さに反して職員数が少ない。その結果、職員数が少なく自然環境が豊かな市区町村では、自然環境の保全に関わる行政サービスが本来の適正な水準よりも過少となる恐れがある。

アンケート調査によると、地域戦略未策定の市区町村のうち、実に67%が生物に関する知識の不足、職員数の不足を理由として挙げており、未策定理由の1位と2位を占めている。これらの結果を踏まえると、地域戦略未策定の中小規模の市区町村に対する財政、専門知識、人員の面でのまとまった支援は、地域戦略の普及に有効である可能性が高いと考えられる。また、これらの支援や戦略の策定を通じて、首長など政治的リーダーシップに関心を持ってもらったり産業や経済関連の施策など関連施策との連携の可能性や相乗効果によるお互いの政策効果の向上を検討してもらったりする機会が増える可能性があるだろう。

上記の研究結果と検討を踏まえれば、中小規模の市区町村に対して環境専門家派遣などの人的支援や財政支援を実施することは、地域戦略の策定を推進し生物多様性の主流化を進める上で有効である可能性が高いので、恒久的な支援枠組の構築など具体的な施策を立案実施すべきと考えられる。

(7) 自然資本内の格差や地域差を考慮した自然資本・生態系サービス改善

これまでの多くの研究で、自然資本の効果的な保全を目的として、特定地域の特定の自然資本の価値の計測が行われてきた。しかし、国単位で自然資本の価値を算出した研究は少なく、日本の農地・森林・海域に見られる地域的特徴を考慮した網羅的な自然資本の価値推計は行われていない。そこで、日本全国の個人7,556人を対象にウェブアンケート調査を行い日本全国の農地・森林・海域を含む13種類の自然資本の維持に対するWTPとその要因を分析した。要因分析によって、ほぼすべての項目の保全に対するWTPが、性別、年齢、世帯人数、世帯年収、対象エリアへの訪問頻度、対象項目への主観的重要度に有意な影響を受けることが分かった。また、藻場の維持に対するWTPはほかの項目に比べて相対的に低く、これは藻場の生態系サービスへの認知の低さによるものである可能性がある。その場合、環境教育等で自然資本が持つ生態系サービスに対する認知を広めていく必要がある。

日本の8地方区分による地域差分析によると、要因分析で採用した説明変数だけでは説明できない地域差があることが判明した。例えば北海道地方は平均世帯年収が8地方中7位にもかかわらず、ほとんどの項目の保全に対するWTPが比較的高かった。サンゴ礁やマングローブ林など南方に多く分布し、回答

者の訪問頻度が低い自然資本についても、その維持へのWTPは平均世帯年収の高い関東地方に次ぐ2 番目の水準であった。北海道地方独特の高い環境意識が存在していると考えられる。自然資本の効果的な維持のために、こうした地域差も考慮して自然資本・生態系サービス改善の政策を実施していく必要がある。

(8) コンブ場とサンゴ礁の気候変動の社会経済的価値（支払い意思額）

気候変動や開発等の影響を軽減し、沿岸環境を保全することに対する市民の支払意思額に関して、コンブ場、海藻藻場、海藻とサンゴの混成域、アマモ場、干潟、サンゴ礁の6つの生態系の場の評価を行った。2100 年を想定し、沿岸環境税を設立するという前提で選択型実験を適用した。その結果、沿岸域の自然環境の変化を防ぐための払意思額で最も高かったのは北方のコンブ場と南方のサンゴ礁であり、次いで干潟と海藻藻場とが同程度、混成域とアマモ場が同程度となった。気候変動により、コンブ場は北にシフト、サンゴ礁は白化により衰退すると予測されるため、国全体として将来の自然資本の価値が低下すると考えられる。

(9) 包括的富を用いた将来シナリオ分析

現在および将来世代の福祉への貢献も含めた価値を計算できる包括的富の手法を用い、日本全国の自然資本の価値の将来予測を行い、PANCES シナリオごとの持続可能性を検証した。予測結果から、地方部・都市部両方において、ND シナリオが2050 年時点で最大額の陸域自然資本を維持することが判明した。また、耕作放棄農地の森林転換が陸域自然資本の増加をもたらすポテンシャルを有していることがわかった。加えてアマモ場および海藻藻場の価値のシナリオ別予測も行い、人口分散シナリオが人口集中シナリオと比較して相対的にこれらの沿岸自然資本を維持することを示した。全般的な傾向として、効果的に人口分散を促進していくことが、陸域・海域の自然資本を保全し、持続可能性を実現するための1 つの有効な対策になりうることが示された。

<行政等が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政等が活用することが見込まれる成果>

プロジェクト全体で作成したポリシーブリーフ、政策決定者向けサマリー（冊子体）は全都道府県、地域戦略作成済の地方自治体に送付されており、将来予測を含む自然資本の社会経済的価値の評価、農山漁村人口流出のメカニズムならびに自然資本に対する重層的ガバナンスの類型化と可視化は、今後の生物多様性国家戦略の見直し、生物多様性地域戦略の新規作成・見直しを行う上で有用な知見を提供しうることが期待できる。

5-3. 研究目標の達成状況

サブテーマ（1）「社会経済的価値の評価手法の開発と自然資本のよき重層的ガバナンスの解明」では、陸域・海域における生態系の観測データと生態系サービスの社会経済的価値評価モデルとの接合を図ることで、自然環境と人間社会の関係を考慮した上での自然資本・生態系サービスのより多角的な価値評価を可能にすることができた。また、最適輸送理論を応用した新たな自然レクリエーションの評価モデルを開発したことで、既存の訪問率データで全国レベルの余暇消費行動の分析・評価が可能になった。さらに、一般の人々の生態系サービスに対するcompetenceや生態系サービスの利用頻

度と環境保全に対する支払意思額や農山漁村における住民の定住傾向とのポジティブな関係も示された。以上の成果を踏まえて、自然資本・生態系サービスの利用・保全に関して重要・有用と思われる幾多の新知見を得、有益な政策を提言したことより、当初の目標を上回る成果をあげることができたと考える。

サブテーマ（２）「自然資本の重層的ガバナンスの類型化と可視化」では、施策実施状況の違いやガバナンス構造の違いから、自治体ごとの自然資本のガバナンス形態を「理念啓発型」「要望応答型」「専門人材不足型」の3つに類型化することができ、この3類型をベースに、将来における人口動態に伴う職員数の増減や市町村合併の加速から、各自治体のガバナンス形態が現状と異なる形態に移行する可能性を検討することができた。以上より、当初の目標どおりの成果をあげることができたと考える。

サブテーマ（３）「包括的な福利指標の開発と地域的展開」では、農地・森林・海域など各要素の維持に対する家計の支払意思額を推定し、それを基にPANCESの4つの将来シナリオの予測評価を行った結果、自然資本の価値を維持し持続可能性を実現する上で、人口分散型社会を促進していくことが効果的であることを示した。また、国、都道府県、市区町村レベルでの包括的富の指標を作成し、自治体との協定および協定自治体における政策立案材料を提供した。さらに、様々な尺度を包含した包括的な福利を計算する最新の手法を引用し、日本の人々の包括的福利における様々な側面の相対的な重要度を明らかにしたことより、当初の目標を上回る成果をあげることができたと考える。

6. 研究成果の発表状況

6-1. 査読付き論文

<件数> 46件

<主な査読付き論文>

- 1) 宮川蘭奈, 松下京平, 浅野耕太 (2017) 花粉媒介昆虫の農作物生産への貢献—送粉サービスの喪失に伴う厚生損失の評価. 農村計画学会学会誌, 第36号1巻, 53-58.
- 2) Yoshida, Y., Matsuda, H., Fukushi, K., Ikeda, S., Managi, S., Takeuchi, K. (2018) Assessing Local-scale Inclusive Wealth: A case study of Sado Island, Japan. Sustainability Science 13: 1399–1414. (IF: 5.301)
- 3) Matsushita, K., Taki, H., Yamane, F., Asano, K. (2018) Shadow Value of Ecosystem Resilience in Complex Natural Land as a Wild Pollinator Habitat, American Journal of Agricultural Economics 100(3): 829-843. (IF=3.028)
- 4) Ikeda, S., Managi, S. (2019) Future Inclusive Wealth and Human Well-being in Regional Japan: Projections of Sustainability Indices based on Shared Socioeconomic Pathways. Sustainability Science 14(1): 147–158. (IF: 5.301)
- 5) Saito, O., Hashimoto, S., Managi, S., Aiba, M., Yamakita, T., DasGupta, R., Takeuchi, K. (2019) Future Scenarios for Socio-Ecological Production Landscape and Seascape. Sustainability Science 14(1): 1-4. (IF: 5.301)
- 6) Wakamatsu, M., Managi, S. (2019) Examining Public Support for International Agreements on Tuna Management and Conservation. Ecological Economics 156: 337-349. (IF:4.482)
- 7) 小田勇樹, 大山耕輔 (2019) 生物多様性地域戦略策定要因の分析—市町村における政策波及モデルの検証. 公共政策研究, 第18号, 90-102.
- 8) Saito, O., Kamiyama, C., Hashimoto, S., Matsui, T., Shoyama, K., Kabaya, K., Uetake, T., Taki, H., Ishikawa, Y., Matsushita, K., Yamane, F., Hori, J., Ariga, T., Takeuchi, K. (2019) Co-design of National-Scale Future Scenarios in Japan to Predict and Assess Natural Capital and Ecosystem Services, Sustainability Science, 14(1): 5–21. IF=5.301(2019)

- 9) Imamura, K., Takano, K.T., Kumagai, N.H., Yoshida, Y., Yamano, H., Fujii, M., Nakashizuka, T., Managi, S. (2020) Valuation of coral reefs in Japan: Willingness to pay for conservation and the effect of information, *Ecosystem Services* 46: 101166. (IF: 6.330)
- 10) Kumagai, J., Wakamatsu, M., Hashimoto, S., Saito, O., Yoshida, T., Yamakita, T., Hori, K., Matsui, T., Oguro, M., Aiba, M., Shibata, R., Nakashizuka, T., Managi, S. (2021) Natural capitals for nature's contributions to people: the case of Japan, *Sustainability Science*. (IF: 5.327)

6-2. 知的財産権

特に記載すべき事項はない。

6-3. その他発表件数

査読付き論文に準ずる成果発表	8 件
その他誌上発表（査読なし）	19 件
口頭発表（学会等）	36 件
「国民との科学・技術対話」の実施	1 件
マスコミ等への公表・報道等	1 件
本研究に関連する受賞	1 件

7. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

8. 研究者略歴

研究代表者

浅野 耕太

ロチェスター大学博士課程中退、経済学博士、
現在、京都大学大学院人間・環境学研究科教授

研究分担者

1) 大山 耕輔

慶應義塾大学院法学研究科修了、法学博士、
現在、慶應義塾大学法学部教授

2) 馬奈木 俊介

ロードアイランド大学大学院修了、経済学博士、
現在、九州大学大学院工学研究院教授

II. 成果の詳細

II-1 社会経済的価値の評価手法の開発と自然資本のよき重層的ガバナンスの解明

国立大学法人京都大学 浅野 耕太

〈研究分担者〉

国立大学法人京都大学 宇佐美 誠

国立大学法人京都大学 佐野 亘

〈研究協力者〉

国立大学法人滋賀大学 松下 京平

公立大学法人広島市立大学 山根 史博

〔要旨〕

自然資本・生態系サービスが人間社会にもたらす恩恵には未だ解明・価値評価が進んでいない領域がある。本研究では、実証的なアプローチからこれら未知なる領域の開拓に取り組むことで、自然資本・生態系サービスが有する社会経済的価値をより多角的に評価することを可能にする分析ツールを開発するとともに、自然資本のよき重層的ガバナンスの実現を念頭に、それらの分析ツールを将来シナリオの下での予測評価に活用することで有用な政策的インプリケーションの導出を図ってきた。

本研究の成果は多岐に渡るが、大まかに3つに分類することができる。第1に、テーマ2・3との連携により生態系の観測データと社会経済的価値の評価モデルとの接合を試みることで、①花粉媒介昆虫が農作物生産への貢献を介して生産者余剰・消費者余剰の双方に与える影響、②野生花粉媒介者の生息地としての農地・森林生態系のレジリエンスの価値を評価するとともに、③流域内における森里川海の連環をモデル化することで上流の土地利用変化が下流の牡蠣養殖の生産力に及ぼす影響を解析し、森里海に関わる多様な利害関係者間での生態系サービスのトレード・オフを解明した。こうした成果から、生態系と人間社会との関係を解明・可視化し、その知見を自然資本・生態系サービスの利用・保全策の検討に組込んでいくことの重要性を示した。

第2に、自然資本が湧出するレクリエーション価値を測る新たな手法として、④最適輸送理論を援用することで、人々のレクリエーション・サイトへの訪問確率からその行動を生み出す源泉となる効用を類推し、全国レベルでの人々の余暇消費行動と自然環境の質的属性との関連を推定するモデルを開発するとともに、その最初の実践として、テーマ2との連携により全国の紅葉狩りの名所を対象とする訪問活動と名所周辺の自然属性の関連に焦点を当てた分析を試みた。これにより、将来起こり得る自然環境の質的变化が人々の余暇消費行動およびレクリエーション・サイトの価値に与える影響を予測し、その影響を念頭に置いた自然資本の保全政策の検討が可能になった。

第3に、一般の住民の目線からの生態系サービスの価値評価の構造、並びに地域固有の生態系サービスが地元住民にもたらす新たな機能の解明を試みた。その結果、⑤生態系サービスの認知度や恩恵の実感、利用頻度が高い、すなわち生態系サービスに対する**competence**（生態系サービスに対する知識や親しみ）が高い人ほど、調査対象とした能登地域における生態サービスの価値を高く評価する傾向が示され、また、⑥全国の農山漁村の住民を対象とした調査では、各々の地域における固有の生態系サービス（文化的サービス）をよく利用する住民ほど、その地域の一員としてのアイデンティティ効用が高く、都市に移住しにくい傾向が示された。こうした成果から、生態系サービスの保全策を進める上で、生態系サービスに対する人々の**competence**を高めることの有効性、並びに、農山漁村からの人口流出を緩和

し人口分散型シナリオを実現する上で、地域固有の文化的サービスの利用を促進することの有用性が示唆された。

1. 研究開発目的

自然資本の社会経済的価値に関する環境評価手法の最新の研究動向を踏まえて、自然資本の有用性を明らかにするための分析ツールを開発し、日本全国を分析対象とした分析ツールの開発および事例対象地域（北海道、能登・佐渡、沖縄）への適用可能性を検討する。将来シナリオに基づく土地利用形態の変化予測を構築した価値評価モデルに組み込み、自然資本・生態系サービスの社会経済的価値の予測評価に繋げる。最終的に、その評価と重層的ガバナンスとの関係性をふまえて、自然資本・生態系サービスの利用・保全にむけた施策のあり方を検討する。

2. 研究目標

レクリエーション地への訪問者が得る間接効用や農山漁村における居住者のアイデンティティ効用ならびに森里川海の連環などに関する研究成果をふまえ、将来シナリオを念頭に、過年度までに構築した価値評価モデルを活用して、自然資本・生態系サービスの社会経済的価値の予測評価に繋げる。さらに、その評価と重層的ガバナンスとの関係性をふまえて、自然資本・生態系サービスの利用・保全にむけた施策のあり方を検討する。

3. 研究開発内容

- ① 花粉媒介昆虫が農作物生産への貢献を介して生産者余剰・消費者余剰の双方に与える影響
- ② 野生花粉媒介者の生息地としての農地・森林生態系のレジリエンス価値評価

植物は花粉媒介によって種子生産を行っている。このことは、人の手によって栽培されている農作物についても同様である。しかし、近年花粉媒介昆虫の世界的な減少が報告されており、このことによって農業が大きな影響を受ける可能性があることから、送粉サービスという生態系サービスの重要性が広く認識され始めている（Potts et al. 2010）。また、政策立案者や農業従事者の今後の意思決定のために、送粉サービスの減少が農業に与える影響を金銭的な価値として評価することが求められる中、その評価方法が議論されている。以上を踏まえ、本研究では①既存の農作物生産にかかる統計データおよび既存の生態学的データを用いて、花粉媒介昆虫の農業生産への貢献の社会経済的価値を消費者および生産者の双方の視点から評価した上で、②テーマ2との共同研究から得られた農業生産、花粉媒介昆虫の多寡ならびに農地近傍の花粉媒介昆虫の生息地環境に関する生態学的データを用いて、送粉サービスを含む農地・森林生態系のレジリエンス価値を評価した。

送粉サービス喪失に伴う経済的損失は、農産物価格の変化を通じて生産者のみならず消費者にも転嫁される。送粉サービスを潜在的に保障する自然環境の保全は農業生産者だけではなく全国民の大きな利益となりうる。なお、授粉を必要とする農作物生産において重要な役割を果たす花粉媒介昆虫の個体数はその生息地である農地周縁の森林環境と線形関係にあるのではなく、森林環境がある一定の水準（閾値：threshold）を下回ると花粉媒介昆虫の個体数が急減するような非線形関係にある可能性がある。その場合、農地近傍での花粉媒介昆虫の生息地環境の劣化という外的攪乱に対して頑健（レジリエント）な農作物生産を行うためには、農地の管理・運営のみならず、関係する森林環境を適切に保全し、花粉媒介昆虫の個体数が急減しないよう努めることの意義を示すことは学術的にも政策的にも重要である。

- ③ 森里川海の連環の恵みを測る

雨は森や農地を育み、そこから川へと流れ込む有機物、堆積物、栄養塩は、物理的、化学的、生物学

的過程を経て河口の豊かな生物相を支える基となる。こういった陸域から海域へと連なる物質循環は私たちの生活の基礎をなしてきた (Likens and Bormann 1974)。しかし、森里海川のつながりは人の目には見えにくく、それゆえそれらつながりを知らぬ間に改変・分断してしまう恐れがある (山下・田中 2008)。生態系の改変およびそれらの分断を防ぐためには、森里海川の連環の恵みを可視化し、人々がその重要性を認識することがその一助となる。

本研究では、森里海川の連環の恵みを可視化する試みとして、1972年から2014年の43年に亘る長期データを用いて、広島湾における牡蠣養殖業とその集水域である太田川流域の土地利用の関係に着目し、土地利用変化が沿岸域で行われる人間活動に与える影響を定量的に測定した。太田川流域では、当該期間中に、水田や畑作・果樹園が激減すると同時に、天然林から人工林への遷移が進んでおり、それらは、空間的・時間的動態を通じて湾内の水域環境に与え、最終的には牡蠣養殖に影響を及ぼすことが予想される。農林業をはじめとする陸域での人間活動と沿岸域における経済活動の関連を可視化することで、多様な利害関係者を含む包括的な流域ガバナンスに向けて有益な知見を提供することが期待される。

④ 人々の余暇消費活動からみた自然環境の価値評価

自然が有する生態系サービスのうち、物質等の供給サービスや大気や水質に関わる調整サービスの社会経済的価値については数多くの研究がなされてきた一方で、景観やレクリエーションなどの文化的サービスに関する研究は、分析手法の制約やデータの入手可能性等の理由から更なる研究の深化が期待されている領域である (Milcu et al. 2013)。以上を研究背景として、本研究では、テーマ2と連携しつつ、自然が有する文化的サービスの社会経済的価値を評価する新たな分析手法を開発し、我が国で古くから親しまれている紅葉狩りを分析対象とした実証研究への応用を試みる。具体的には、NTT docomoが有償提供するモバイル空間統計 (2017年時点) および (株) KADOKAWAが運営するウォーカープラスに掲載されている全国835箇所の子葉名所の位置情報を結びつけ、紅葉時期に相当する10月から12月にかけての週末の全国の人々の訪問行動データから、紅葉名所周辺の自然環境属性に人々が見出す社会経済的価値を解明する。とりわけ、モバイル空間統計には携帯電話等の位置情報を利用したビッグデータが収納されている。これによって、紅葉特有の短期間での色づきの変化という従来では考慮しきれなかった人々の詳細な行動パターンが把握できるようになったため、きわめて高精度な水準で、将来起こり得る自然環境の質的变化が人々の余暇消費行動およびレクリエーション・サイトの価値に与える影響を予測し、その影響を念頭に置いた自然資本の保全政策の検討に研究知見を活用することが可能となった。

⑤ 未知なる生態系サービスに対する人々の価値評価と competence

Heath and Tversky (1991) による実験以降、不確実性下での意思決定を扱う研究分野において、人々が直面している問題への知識が豊富で親しみを感じる状況では、不確実性回避の傾向が弱まるとする competence 仮説が盛んに実証されてきた。現時点では、自然資本や生態系サービスの概念・機能などへの理解が社会全体に十分に普及していないと想定すると、そうした未知なる対象がもつ社会経済的価値やその保全・利用への社会投資 (政策) に対する人々の評価にも competence が影響している可能性がある。これは、将来シナリオの予測評価や情報提供効果の検証に取り組む上で重要な視点である。そのことを念頭に、人々の価値評価をその不明確さを含めて計測するための調査手法 (質問形式) と、competence をはじめとする諸要因との関係を解明するための分析手法 (計量経済モデル) を開発し、2016年度にそれらの有効性を確かめるための試験的なweb調査を実施した。この調査は、能登地域の農地・森林生態系が地域の内外の住民にもたらしている調整・文化的サービスの価値を問うものであり、調査対象者を⑦能登地域、⑧近隣都市の金沢市、⑨遠方の都市の京都市・大阪市、⑩より遠方の東京都の住民とすることで、自然や生き物に関する知識や親しみ、生態系サービスの認知度・利用頻度、能登地域に関する知識という面での competence の地域差を把握しつつ、それらと価値評価との関係を分析できるようにした。

⑥ 地域での定住が住民にもたらす経済厚生とその規定構造の実証的解明

地方人口の減少が進行する中、地方自治体にとって、いかに地元の人口流出に歯止めをかけるかが喫緊の課題となっている。その糸口として、人々の居住地選択を左右し得る諸要因、特にどのような「地元の強み」が地域住民の経済厚生を高め、地域に留まる選択に寄与し得るかについての構造を実証的に解明することは有用である。本研究では、その際の理論的基礎として Akarlot and Kranton (2000) が提唱したアイデンティティ経済学のフレームワークを援用する。アイデンティティ経済学は、人々の社会集団選択に焦点を当てた記述理論である。例えば、人口の東京一極集中の問題を念頭に、ある地域住民が「現在住んでいる市町村」という社会集団に留まるか、「東京」という社会集団に移るかの選択に直面しているとする。住民は得られる効用が高い方の集団を選ぶが、この理論で効用を規定するのは、集団に所属することで獲得する社会的ステータスと、集団が持つ社会規範への順応のしやすさであり、これらへの評価が高いほど、その集団に所属することで得る効用は高い。現市町村に対するこれら評価に寄与し得るものとして、そこに住んでいるからこそ享受できる地域固有の生態系サービスの利用が考えられる。以上を念頭に、本研究では、全国から選抜した自治体の住民を対象にweb調査を実施した。この調査では「現市町村に留まるか東京に転居するか」といった居住地の選択型実験を行い、現市町村に留まることの経済厚生を試算するとともに、その社会ステータスや社会規範への順応のしやすさへの評価と経済厚生との関係、並びに、そうした評価と地域固有生態系サービスの利用状況との関係を分析した。

4. 結果及び考察

① 花粉媒介昆虫の農作物生産への貢献：送粉サービスの喪失に伴う厚生損失の全国評価

植物は、花粉媒介によって種子生産を行っている。このことは、人の手によって栽培されている農作物についても同様であり、世界の主要作物 124 作目のうち 87 作目、すなわち 70%が昆虫や鳥などによる送粉の動物媒介を必要としている (Potts et al. 2010)。しかし、近年花粉媒介昆虫の世界的な減少が報告されており、このことによって農業が大きな影響を受ける可能性があることから、送粉サービスという生態系サービスの重要性が広く認識され始めている。政策立案者や農業従事者の今後の意思決定のためにも、送粉サービスの減少が農業に与える影響を金銭的な価値として評価することが求められる中、その評価方法が議論されている。

本稿では Gallai et al. (2009) や Winfree et al. (2011) による送粉サービス減少に伴う生産者余剰の損失額評価に加えて、送粉サービスが減少した場合の代替費用や消費者余剰の損失額を含めた推計を行えるよう分析枠組みの拡張を行なった。代替費用や消費者余剰を考慮して送粉サービスの価値を推計した報告は我々の知る限り存在しないが、送粉サービスの代替費用を含めることで、農業生産の利潤の変化をより正確に知ることができ、これに消費者余剰の損失額を加えることで、厚生全体の損失額として送粉サービスの価値評価を行うことができる。特に、農作物の生産量の減少やそれに伴う価格の上昇が我々消費者に与える影響は大きいため、消費者余剰の損失額を推計することは、極めて有用である。送粉サービスの喪失に伴う作目別の厚生損失額を表 1.1 に、これらの分析指標となる代表的な値を表(1)-2 に示す。厚生損失額として評価された花粉媒介昆虫の作物別貢献額は、2014年時点で大きいものから、りんご 985 億円、メロン 489 億円、日本なし 358 億円、いちご 339 億円、もも 267 億円、すいか 204 億円と推計された。いちごは昆虫への送粉依存度が 0.25 と低いにも関わらず、生産額の大きさから貢献額が大きい結果となっている。これら上位 6 作目に続くキウイフルーツは、貢献額としては 85 億円と比較的小さな値になっているものの、生産額 108 億円の 78%であることを考えれば、非常に大きな値といえる。以下は昆虫への送粉依存度の低い作目が続く結果となった。

貢献額の内訳を見ると、貢献額が最も大きいりんごでは、送粉サービスが失われた場合の生産者の損失額が大きくなっているが、メロン、日本なし、もも、すいか、きゅうり、トマト、なすの 7 作目では送粉サービスが失われることでむしろ生産者余剰は増加するという結果になった。また、りんごのように生産者余剰が減少する作目でも、それが厚生損失額全体に占める割合は低く、むしろ消費者余剰の減少が厚生損失額に占める割合の方が大きいことが見て取れる。これは、送粉サービスの喪失が生産者の

みならず、我々消費者にも大きな影響を与えることを示唆している。とりわけ、すいかやメロンは送粉依存度が 0.95 であるにも関わらず、送粉サービスが失われた場合の方が、利潤が大きくなるという結果になった理由は、昆虫依存度の高さが生産量減少に伴い生産費用が大幅に減少すること、もしくは需要の価格弾力性に依拠して作物価格が高騰すること等にある。例えば、すいかにおいては、生産費用が大幅に減少することに加えて、需要の価格弾力性（表 1.2 E 列）が -1 より大きいため、作物価格の高騰によって産出額が増大する。一方、メロンにおいては、需要の価格弾力性が -1 より小さいために作物価格の変化幅は小さく、それゆえ産出額は減少するが、生産費用の減少（節約）が産出額減少分を補うほどに大きい。これらの結果、すいかやメロンでは利潤が大きくなる。

表 1.1 送粉サービスの喪失に伴う作物別厚生損失額（億円：2014 年時点）

作目名	ΔPS				ΔCS	ΔSW
	$\left(1 + \frac{1}{E}\right) P \cdot \Delta Y$	$C_r \Delta Y$	$C_r \Delta q$		$-\frac{1}{E} \cdot P \cdot \Delta Y$	
りんご	-407	-219	20	-207	-777	-985
メロン	-10	-163	11	143	-632	-489
日本なし	-100	-120	7	12	-371	-358
いちご	-126	-75	10	-61	-279	-339
もも	107	-59	6	160	-426	-267
すいか	191	-274	10	455	-659	-204
キウイフルーツ	-46	-19	1	-28	-57	-85
みかん	-33	-17	23	-39	-37	-76
きゅうり	69	-30	12	87	-140	-53
トマト	35	-67	18	84	-125	-40
なす	61	-223	7	277	-301	-23
かき	-10	-13	11	-9	-9	-18

表 1.2 厚生損失額の構成要素となる主な値

作目名	D	$P \cdot Y$ (億円)	E	C_r (千円)	$\Delta Y = -Y \cdot D$ (t)	$P \cdot \Delta Y = -P \cdot Y \cdot D$ (億円)
りんご	0.65	1,822	-1,523	41	-530,595	-1,184
メロン	0.95	676	-1,016	103	-159,220	-642
日本なし	0.65	725	-1,271	68	-175,955	-471
いちご	0.25	1,619	-1,452	183	-41,000	-405
もも	0.65	492	-0.75	66	-89,050	-320
すいか	0.95	492	-0.71	81	-339,625	-468
キウイフルーツ	0.95	108	-1,804	64	-30,020	-103
みかん	0.05	1,395	-1,881	38	-43,735	-70
きゅうり	0.05	1,424	-0.508	109	-27,440	-71
トマト	0.05	1,791	-0.719	182	-36,995	-90
なす	0.25	958	-0.797	277	-80,675	-240
かき	0.05	392	-2.142	108	-12,030	-20

消費者余剰の変化も含めて分析を行ったことで、安価な農作物の供給を通して、生産者のみならず、我々消費者も生態系サービスの一つである送粉サービスの恩恵を受けていることが定量的に示された。本稿の結果から送粉サービスを潜在的に保障する自然環境の保全が、全国民の大きな利益となりうることが示唆され、送粉サービスを考慮した地域の環境保全政策の新たな可能性が明らかになった。

② 野生花粉媒介者の生息地としての農地・森林生態系のレジリエンス価値評価

野生の花粉媒介昆虫が重要な働きをする農作物の一つにソバがある。テーマ 2 は、日本を代表するソバ産地として知られる茨城県常陸太田市で現地調査を行い、複数のソバ畑におけるソバの結実率、観察された花粉媒介昆虫の個体数、ソバ畑周辺の森林・草地面積率（花粉媒介昆虫の生息地）に関する生態学的データを収集している。テーマ 4 ではこれら生態学的データを活用し、送粉サービスを含む農地および森林から構成される複合的な生態系（以降、農地・森林生態系）のレジリエンス価値を評価した。

表 1.3 ソバ生産に関する閾値推定

	Regime 1		Regime 2	
	Eastern honeybees ≤ 1		Eastern honeybees > 1	
	Coef.	Std.err.	Coef.	Std.err.
Constant	-24.229	3.827 ***	-2.690	0.674 ***
Ln(eastern honeybees)	-0.200	0.059 ***	0.212	0.108 *
Ln(non-honeybee insects)	6.155	1.085 ***	0.062	0.180
Year dummy (base = year 2007)	-0.752	0.789	0.006	0.150
Observation	109		372	
R-squared	0.277		0.011	
Average seed set ratio	0.140		0.171	

Notes: Asterisks *, **, *** indicate 10%, 5%, and 1% significance levels, respectively

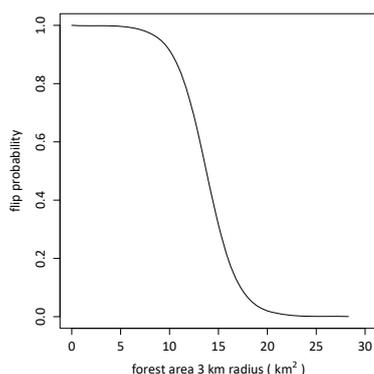


図1.1 生態系のレジームシフト発生確率

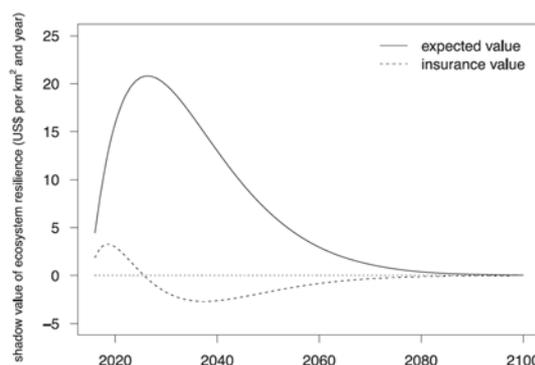


図1.2 農地・森林生態系の生態系レジリエンスの社会経済的価値

本研究では、農地・森林生態系のレジーム・シフト発生確率を求めるにあたり、まずは Hansen (2000) の閾値推定 (Threshold Estimation) を用いてソバ生産に関連する農地・森林生態系のレジーム状態を、ソバの結実率と花粉媒介昆虫の個体数の関係から識別する。分析結果を表 1.3 に示す。代表的な花粉媒介昆虫であるニホンミツバチの観測個体数が 1 以下と少ない場合、そうでない場合に比べてソバの結実率は 18%減少することが分かった。これは、農地・森林生態系にレジーム・シフトが生じることで農作物生産が約 18%低下することを意味する。これは、レジリエンス価値の導出時に必要となる、生態系におけるレジーム・シフトに伴う生態系サービスの価値の差分として解釈することができる。

次に、図 1.1 に農地・森林生態系にレジーム・シフトが発生する (ソバ畑で観測されるニホンミツバチの個体数が 1 を下回る) 確率とニホンミツバチの生息地であるソバ畑周辺の森林面積の関係を Logit model を用いて表した。生息地である森林面積が減少するに伴い、農地・森林生態系のレジーム・シフト発生確率が急増することが見て取れる。

以上の知見に基づき、ソバ生産に関連する農地・森林生態系のレジリエンス価値を算出したものが図 1.2 である。本研究では、農地・森林生態系のレジリエンス価値を単位面積当たり (1 ha) のソバ畑周辺に位置するニホンミツバチの生息地としての森林 (平均的面積) で表しており、その経済価値は 97.96 万円となった。対象地域である常陸太田市には約 224 ha のソバ畑があるため、それに対応する農地・森林生態系のレジリエンス価値は 2.2 億円と導出される。なお、ソバ畑面積とソバ畑平均的農地価格とを併せると、ソバ畑の農地資本としての価値は 4.9 億円となる。従来の当該地域の自然資本 (生態系) が有する社会経済的価値の評価枠組みにおいては、この 4.9 億円のみが計上されるが、農地・森林生態系のレジリエンス価値を含めた場合、社会経済的価値は総額 7.1 億円に上る。本知見は、自然資本の未知なる有用性を見落とすことが自然資本の社会経済的価値の過小評価につながることを示すと同時に、農作物の生産場所としての農地保全だけでなく、その周縁を形成する自然資本 (ここでは花粉媒介昆虫の生息地としての森林) も適切に保全対象として含める必要があるという自然資本の保全政策に関して重要な知見を提供するものである。

③ 森里川海の連環の恵みを測る

本研究では、森里海川の連環の恵みを可視化する試みとして、広島湾における牡蠣養殖業とその集水域である太田川流域の土地利用の関係に着目し、土地利用変化が沿岸域で行われる人間活動に与える影響を定量的に検証した。分析に用いるデータは、太田川流域の土地利用変化ならびに広島湾の牡蠣養殖に関する1975年から2014年の長期データである。当該期間は太田川上・下流域で人為的改変および自然撓乱によって様々なパターンでの土地利用変化が観察されると同時に（図1.3：Kamada and Nakagoshi, 1996）、広島湾では水質規制の影響もあり基礎生産力が低下した時期に当たる（図1.4：Hori *et al.*, 2018）。

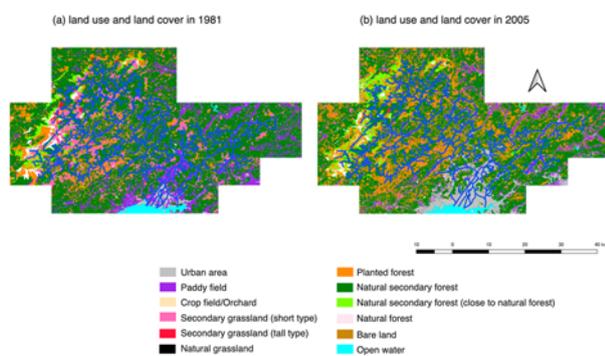


図1.3 太田川流域における土地利用変化

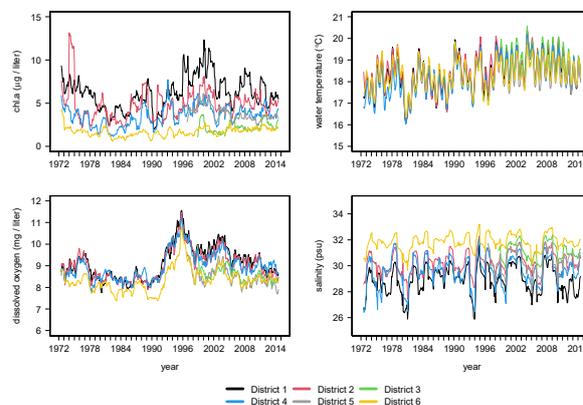


図1.4 広島湾における水質環境

分析によって得られた主な結果は次の通りである。①牡蠣の生育にとって重要となる身入り期に当たる5-6月および10-11月に植物プランクトンの不足傾向にある一方、植物プランクトンが豊富になる7-9月の夏季には過多傾向にある。②広島湾における植物プランクトンの多寡と太田川上・下流域の土地利用は関連がある。天然林は正の関連を示す一方で人工林は負の関連もしくは関連を有さない。上流域における水田は負の関連を示す一方、上・下流域における畑・果樹園はともに正の関連を示す。③太田川流域の土地利用は植物プランクトンへの影響を通じて牡蠣生産量に即時的な影響だけではなく長期にわたる影響を与える（図1.5）。

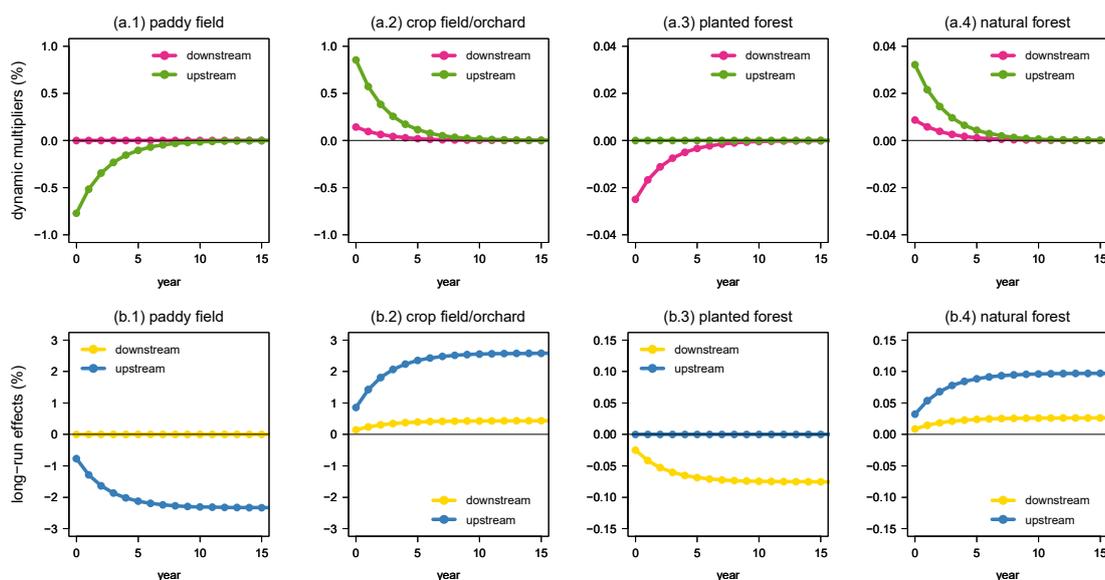


図1.5 太田川流域における土地利用と広島湾の牡蠣生産量の動学的関係

分析期間において太田川流域では上・下流域で天然林が減少する一方で人工林が増加したが、これは広島湾の水質影響を通じて牡蠣生産に負の影響をもたらすことを意味する。加えて、ある時点での森林の質的・量的変化はおよそ10年という長期にわたって牡蠣生産に影響を及ぼすことが示唆された。農地

利用に関してはその農地利用形態に応じて牡蠣生産に異なる影響を与えることが明らかとなった。具体的には、上流域の水田は植物プランクトンとの負の関連を通じて牡蠣生産に負の影響を与える一方、上・下流域ともに畑・果樹園は植物プランクトンとの正の関連を通じて牡蠣生産に正の影響を与える。本知見は、詳細な農地利用形態を分析に組み込むことで初めて得られた知見である。なお、基本単位量当たりで見ると、農地が牡蠣生産に与える影響は森林がそれに与える影響よりも相対的に大きい。太田川流域では森林面積がその多くを占めることから、陸域ならびに海域における社会活動を踏まえた包括的な流域ガバナンスにおいて農地および森林の適切な管理が不可欠であることが示唆された。

最後に、本研究では海域における社会活動について牡蠣養殖のみを分析対象としたが、包括的な流域ガバナンスを実現するためには次のような課題が残されている。まず、太田川流域における土地利用が広島湾の水質に及ぼす影響は海水浴等のレクリエーションにも関連する。次に、土地利用が水質に及ぼす影響以外にも大気質に及ぼす影響も考慮する必要がある。それゆえ、包括的な流域ガバナンスの実現には、利害関係者の範囲を農林水産業だけではなく都市住民等を含めた上で、生態系サービス間のトレード・オフも考慮に入れた、より精緻なモデルを開発する必要がある。

④ 人々の余暇消費活動からみた自然環境の価値評価

花見、紅葉狩り、潮干狩りなどは国民一般に親しまれているレクリエーションであるが、植生の色づきや分布域、その時期等の変化により、人々の利用形態は少なからぬ影響を受ける。将来起こりうる環境変化が余暇消費活動にもたらす影響を予測する上で、人々の余暇消費活動と自然環境の関連を推定するモデルを開発することは重要である。

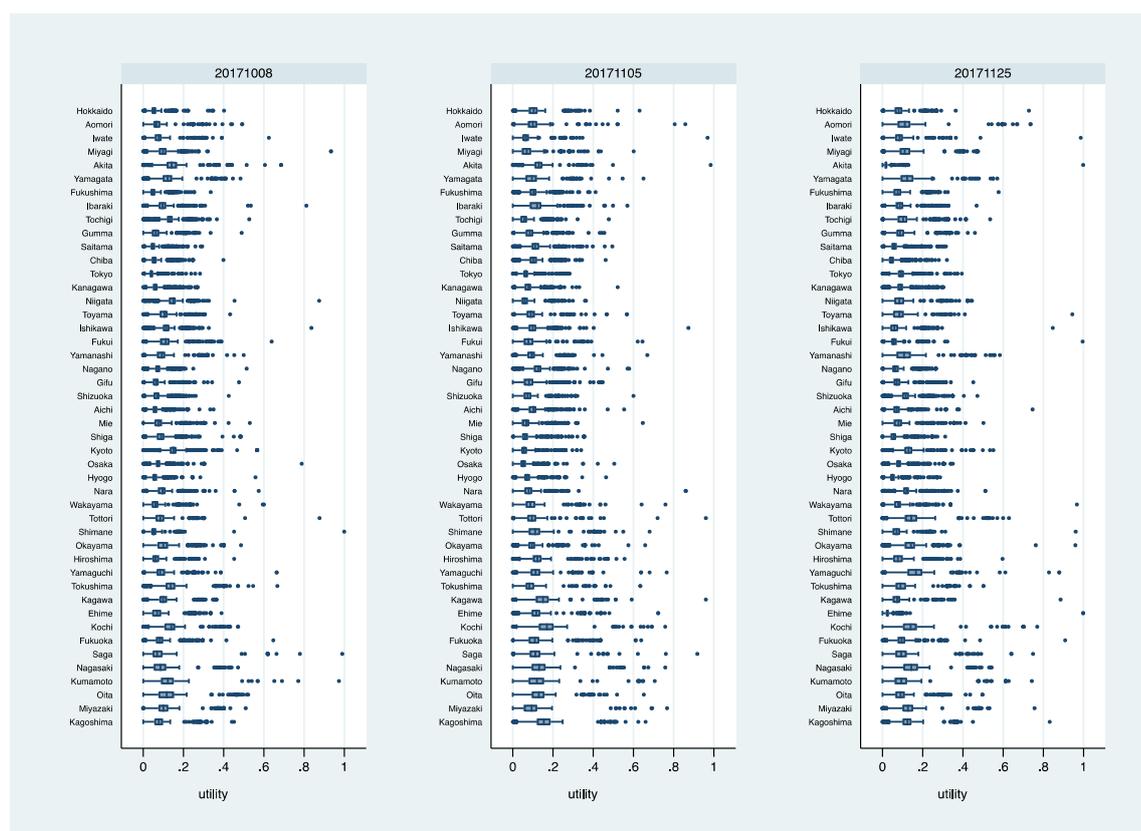


図 1.6 都道府県別の紅葉名所毎訪問確率と効用（例：2017年10月8日、11月5日、11月25日）

自然環境の変化が人々の余暇消費活動に与える影響はこれまでも膨大な研究がなされている分野である。実際、理論的側面からは、余暇消費活動において環境の社会経済的価値は、間接効用から導かれる補償変分（Compensation Variation: CV）もしくは等価変分（Equivalent Variation: EV）の概念を用い

て、 $CV/EV = \partial E(p, q, u) / \partial q$ と評価できることが明らかとなっている (Phaneuf and Requate 2017)。なお、上述の等式内の E は所得、 p はレクリエーション利用にかかる費用、 q は環境属性、 u は効用である。しかしながら、理論的分析枠組みを実証分析に適用するためには、補償変分／等価変分の構成要素の一つである観察不可能な効用 u を定量化するという難題が残されており、これまでは効用を直接的に定量化する方法ではなく、いくつかの仮定のもとで間接的に扱う手法が用いられてきた。そこで、本研究では、数学の分野でしばしば用いられる最適輸送理論 (Galichon 2016) を援用し、人々のレクリエーション行動に関する顕示的データ (複数あるレクリエーション場所への訪問確率) からその行動を生み出す源泉となる効用を類推することで、環境の価値を直接的に求める手法を開発した。

具体的な分析手順は以下の通りである。まず、McFadden (1981) による離散選択問題における社会的余剰関数から、その凸共役関数を導出し、導出された凸共役関数は最適輸送理論におけるモンジュ・カントロヴィッチの双対性問題として捉えられることを示した。そして最後に、モンジュ・カントロヴィッチの双対性問題を線形計画問題として解くことで、観測される人々の行動 (e.g. レクリエーション地への訪問) を無理なく説明しうるその源泉としての効用を定量的に求めることができることを示した。

第二に、古くから日本国内で親しまれている紅葉狩りに着目し、開発した分析手法を実証分析に適用した。まず、分析対象となる全国の紅葉名所は (株) KADOKAWA が運営する観光情報サイト『ウォーカープラス』の 2018 年度版に掲載されている日本国内の紅葉名所地 835 箇所と定めた上で、NTT docomo が有償提供する『モバイル空間統計』の紅葉時期データ (10 月第一週から 12 月第二週の週末) を利用し、延べ全国約 1 億 1100 万人以上の行動と居住地データが紐づいたビッグデータを用いて、紅葉時期における人々の紅葉名所への訪問確率を都道府県別に計算し、人々が各紅葉名所への訪問に見出す効用値 u を定量化した (図 1.6: 都道府県別の紅葉名所と効用の関係)。

また、 CV/EV を計算する上で必要となるその他変数については以下の手順で収集した。支出関数 E に相当する所得は、訪問行動が携帯電話の位置情報に基づく個人の行動様式によって表されていることを考慮して、総務省による 2017 年度家計調査から一人当たり世帯所得で表すこととした。同様に、レクリエーション利用にかかる費用 p は各都道府県から紅葉名所までの交通形態の違いを考慮するため、国土交通省の都道府県間流動表によって整理されている自動車、鉄道、飛行機別の利用割合とそれぞれの交通手段を用いた場合の交通費 (および機会費用) を用いて加重和された一人当たり交通費用で表した。最後に、環境属性 q に関するデータはテーマ 2 によって整備・提供されたデータを利用した。具体的には、紅葉名所から半径 r km 圏内 ($r = 1, 3, 5, 10$) にある植生 (広葉樹自然林面積 km^2)、土地利用 (湖沼水辺距離 km 、河川水辺距離 km 、土地の複雑さ)、およびその他観光資源属性 (宿泊施設数、史跡等施設数) 等である (土地利用およびその他観光資源属性については紅葉名所が含まれる 2km メッシュ内のデータも利用可能である)。なお、紅葉狩りの人手に影響を及ぼすと想定される気象条件 (降水量、日照時間、気温) も気象庁が提供するアメダスデータから入手し、分析時には制御変数として用いた。

以上のデータに基づき、支出関数を推定した結果を表 1.4 に記す。なお、最適輸送理論によって導出される効用 u は都道府県、日時ごとであり、推定の際には都道府県、日時ごとで支出関数 E に効用 u が与える影響が異なりうることを考慮するため線形混合モデルを用いた。まず、加重和旅行費用は正で統計的に有意であり、紅葉狩りによる効用を一定とすると、旅行費用 (レクリエーション利用料) が増加すると、それに併せて所得も増加する必要があることを意味している。次に、効用値は正で統計的に有意であり、その他要因が一定とすると、効用を高めるためには所得増加が必要であることを意味している。これらから、支出関数が有すべき性質を満たしていることが確認できる。次に、植生、土地利用、その他環境属性に関する結果を確認する。宿泊施設および湖沼水辺距離は負で統計的に有意であり、紅葉名所付近に十分な宿泊施設があること、そして水辺環境が存在していることを紅葉名所への訪問を検討する際に人々は好材料として考えていることを意味している。一方、文化施設数および土地の複雑さ (Terrain Ruggedness Index: TRI) は正で統計的に有意であり、紅葉狩りの訪問先としては人々は文化施設が密集していない場所 (多くの場合は都市近郊ではなく郊外の紅葉名所) を好み、また土地の起伏が厳しい場所は避けられる傾向にあることが分かった。

表 1.4 線型混合モデルによる推定結果

Dependent variable Ln(income per capita)				
	Coef.	Std.Err.	Coef.	Std.Err.
Travel cost	0.000086	0.000010 ***		
Environmental quality / attributes			Weather conditions	
Accommodation capacity at 2km mesh	-0.000607	0.000264 **	Sunlight at origin	0.003276 0.001353 **
Cultural site at 2km mesh	0.000947	0.000321 ***	Squared sunlight at origin	-0.000630 0.000114 ***
Lake coastline length at 2km mesh	-0.000372	0.000159 **	Temperature at origin	0.011336 0.001339 ***
River length at 2km mesh	-0.000050	0.000061	Squared temperature at origin	-0.000253 0.000043 ***
Terrain Ruggedness Index at 2km mesh	0.000727	0.000090 ***	Sunlight at destination	0.000640 0.000367 *
Park	0.000262	0.000339	Squared sunlight at destination	-0.000041 0.000030
Temple / Shrine	0.002629	0.000387 ***	Temperature at destination	-0.000756 0.000123 ***
Deciduous areas < r = 1000m	-0.001031	0.000510 **	Squared temperature at destination	-0.000033 0.000005 ***
Deciduous areas < r = 3000m	-0.000103	0.000058 *	Constant	7.842143 0.007417 ***
Utility				
ΔU (difference from base utility)	0.039530	0.014208 ***		
U ₀ (base utility)	-0.002894	0.003852		

最後に、落葉広葉樹自然林面積は半径 1km および 3km 圏内の双方で負で統計的に有意であり、とりわけ前者の係数は後者の係数よりも絶対値として大きな値を取っている。すなわち、人々は落葉広葉樹が多い名所を好んで訪れる傾向にあり、広範囲に落葉広葉樹が存在することも重要ではあるが、より狭い範囲に落葉広葉樹が集中している場所を人々はより好むことを意味している。さらに、落葉広葉樹自然林面積に関する係数を用いると、落葉広葉樹の限界社会経済的価値を求めることができる。具体的には、名所から半径 1km 圏内で落葉広葉樹が 1km²増加することに対して人々は所得が 0.1134%(=0.1031%+0.0103%) 減少することを許容するため、平均的一人当たり世帯所得が 2,769 千円であることを利用して、紅葉名所から半径 1km 圏内の落葉広葉樹 1km²の社会経済的価値は 3,140 円(=2,769 千円 × 0.1134%)、半径 1km 圏外かつ 3km 圏内の落葉広葉樹 1km²の社会経済的価値は 285 円(=2,769 千円 × 0.0103%) と求めることができる。今後、気候変動や土地利用変化によって紅葉名所周辺の植生分布が質・量ともに変化する可能性が考えられるが、本研究の分析結果を用いることで、それら不確実な攪乱事象に伴う社会的影響の大きさは限界社会経済的価値を用いて算出することが可能となる。

⑤ 未知なる生態系サービスに対する人々の価値評価と competence

Web 調査（調査名「自然と生き物がもたらすサービスに関する意識調査」）を 2017 年 2 月 10 日から 14 日にかけて実施した。Web 調査会社インテージとモニター契約を結ぶ 15 歳以上の住民から抽出した計 11,993 名に調査協力を依頼した結果、2,448 名（20.4%）の有効回答が得られた。調査票（説明文と質問）

は、能登地域の「森林生態系の調整サービス」、「森林生態系の文化的サービス」、「農地生態系の調整サービス」、「農地生態系の文化的サービス」の価値を問う 4 つのパターンを用意し、各被験者にどれか 1 つのパターンを無作為に提示した。表 1.5 にパターン別・居住地別の有効回答者数を示す。どの調査票パターンにも共通する質問として、「自然・伝統を重んじたライフスタイルへの嗜好」、「自然や生き物への知識・親しみに対する自己評価」、「自宅から自然豊かな場所までの移動時間」、「供給サービスの認知度・利用頻度」、「調整サービスの認知度・実感」、「文化的サービスの認知度・利用

表 1.5 パターン別・居住地別有効回答数（名）

		調査票のパターン				居住地別計
		森林		農地		
		調整	文化	調整	文化	
居住地	能登地域	31	29	29	23	112
	金沢市	115	125	119	129	488
	京都市・大阪市	241	243	221	228	933
	東京都	225	232	236	222	915
	パターン別計	612	629	605	602	合計 2,448

頻度」、「能登地域に関する知識」、「生物多様性の悪化に対する印象」を聞いた。これら質問への回答を地域間で比較した結果、能登地域の被験者は他の地域に比べて (a) 自然豊かな場所の近くに住み、(b) 生態系サービスの中に認知度や実感・利用頻度が低い項目があり、特に認知度に関してそうした項目が多く、(c) 能登地域に関する知識が豊富なことが確認された。

能登地域の生態系サービスへの価値評価をその不明確さも含めて計測するため、被験者に自身が抱く評価額の 90% 信頼区間の下限と上限を聞いた。図(1)-7 は「森林生態系の調整サービス」の調査票パターンを割り振った被験者に提示した質問である。ここでは参照点として能登地域と金沢市、石川県全体における林業生産額の過去 5 ヶ年の平均を、農地生態系の調整・文化的サービスの価値評価を依頼した被験者には、農業生産額の 5 ヶ年平均を提示した。この質問への回答から、評価額が含まれる区間を識別した。例えば、下限として「4,421 万円より多い」を選択した場合、下限額は区間 4,421 万円～1 億 3,980 万円に含まれる。下限額・上限額それぞれの区間の同時選択確率と competence などの諸要因との関係を最尤推定した (表 1.6)。

問. 能登地域の森林の生態系が、現時点でこの地方の内外の人々にもたらしている調整サービスの価値を金額に換算すると、1 年間あたり何円 (少なめにみた金額) から何円 (多めにみた金額) になると思いますか? ほぼ間違いなく (10回に9回) 的中すると思う範囲で予想した場合の「少なめにみた金額」と「多めにみた金額」について、当てはまる番号をそれぞれ 1 つ選んでください。

	少なめにみた金額	多めにみた金額
1,398万円以下	○	○
1,398万円より多いが、4,421万円以下 (以下同様)	○	○
4,421万円より多い	○	○
1億3,980万円より多い	○	○
2億8,100万円 (金沢市の年間の林業生産額) より多い	○	○
4億4,210万円より多い	○	○
13億9,800万円 (能登地域の年間の林業生産額) より多い	○	○
28億5,300万円 (石川県全体の年間の林業生産額) より多い	○	○
44億2,100万円より多い	○	○
139億8,000万円より多い	○	○
442億1,000万円より多い	○	○
1,398億円より多い	○	○

図 1.7 生態系サービスの価値評価に関する質問

表 1.6 価値評価額の下限・上限に関する構造モデルの推定結果

	森林生態系				農地生態系			
	調整サービス		文化的サービス		調整サービス		文化的サービス	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
定数項	4.661 ***	4.607 ***	3.371 **	6.882 ***	8.663 ***	9.331 ***	9.452 ***	12.084 ***
居住地 (能登地域をベースとする)								
金沢市	0.538	0.733	-0.081	0.342	0.470	0.541	0.658	-0.597
京都市・大阪市	0.553	0.593	-0.014	0.833	0.673	0.762	0.971	-0.134
東京都	0.469	0.736	0.252	1.031	0.899	1.057	0.702	-0.173
社会経済属性								
女性ダミー	-0.482 **	-0.208	-0.168	-0.107	-0.089	0.051	-0.642 **	-0.247
年齢 (対数)	-0.065	0.470	0.374	0.016	-0.367	0.020	-0.717 *	-0.627 *
世帯年収 300 万円未満 (ダミー)	0.479 *	0.449 *	-0.299	0.039	-0.003	0.051	-0.085	0.452
世帯年収 700 万円以上 (ダミー)	0.189	-0.043	0.056	0.056	0.026	0.175	0.357	0.383
自然への competence								
自宅から自然豊かな場所までの移動時間 15 分未満 (ダミー)	0.047	-0.074	-0.662 **	-0.096	-0.368	0.138	-0.428	-0.379
自宅から自然豊かな場所までの移動時間 1 時間以上 (ダミー)	0.360	0.423 *	-0.215	0.060	-0.848 ***	-0.276	0.084	0.082
自然・生き物に関する知識の自己評価 (5段階評価)	-0.025	-0.169	-0.031	-0.136	-0.119	-0.467 **	-0.185	0.052
自然・生き物に対する親しみの自己評価 (5段階評価)	0.022	0.239	0.106	-0.081	-0.056	0.197	0.020	-0.233
生態系サービスへの competence								
調整サービスの認知度 (因子スコア)	0.325 ***	0.327 **	-	-	0.051	0.219	-	-
調整サービスの恩恵の実感 (因子スコア)	0.256 **	0.263 *	-	-	0.180	0.098	-	-
文化的サービスの認知度 (因子スコア)	-	-	0.134	0.231 *	-	-	0.332 **	0.171
文化的サービスの利用頻度 (因子スコア)	-	-	0.249 *	0.322 ***	-	-	0.334 **	0.400 ***
自然・伝統を重んじたライフスタイルへの嗜好 (因子スコア)	0.126	0.014	0.054	0.093	0.165	0.076	-0.011	0.074
能登地域への competence								
能登地域に関する知識 (因子スコア)	0.193	-0.197	-0.082	-0.051	0.304 *	0.045	0.371 **	-0.065
能登地域への訪問回数 (対数) ※能登地域の被験者以外	-0.024	-0.052	0.135	0.220	-0.024	0.078	-0.008	0.196
生物多様性の悪化に対する印象								
恐ろしさ	0.321 **	0.218	0.062	0.009	0.032	0.288 **	0.505 ***	0.587 ***
未知性	0.181	0.085	0.407 ***	0.376 **	0.349 **	0.308 **	0.320 **	0.150
σ (誤差項の標準偏差)	2.327 ***	2.366 ***	2.411 ***	2.348 ***	2.533 ***	2.653 ***	2.527 ***	2.463 ***
ρ (誤差項間の相関係数)		0.634 ***		0.594 ***		0.582 ***		0.655 ***
対数尤度		-2644.2		-2748.8		-2705.1		-2508.0
AIC		5370.4		5579.5		5492.3		5098.1
標本サイズ		603		622		599		590

(註) *: 10%, **: 5%, ***: 1%有意。なお、世帯年収が無回答であった被験者は標本から除外している。

主な結果をまとめる。第一に、社会経済属性や competence などを制御した場合、能登地域の森林・農地生態系がもたらす調整・文化的サービスの価値評価の下限・上限のそれぞれについて、居住地による有意な差は確認されなかった。第二に、サービスの認知度や恩恵の実感、利用頻度が高い被験者ほど、能登地域の調整・文化的サービスの価値を高く評価しているケースが複数確認された。第三に、能登地域に関する知識が豊富な被験者ほど、同地域の農地生態系の調整・文化的サービスの価値の下限を高く

評価していた。第四に、生物多様性の悪化に対する印象として、恐ろしさや未知性を強く感じる被験者ほど、同地域の調整・文化的サービスへの評価が高いことが複数確認された。

この推定結果を基に能登地域の森林生態系サービスに対する被験者各自の価値評価額の下限・上限を試算した結果、その標本平均は一世帯当たり年間 2 億 1,455 万円～21 億 9,976 万円であった。Competence 向上の効果を予測するため、推定結果において有意であった自然や生き物、生態系サービス、能登地域への competence 要因が最大限向上した場合の評価額を試算した結果、標本平均は 6 億 1,732 万円～39 億 951 万円と下限・上限額ともに増加する。同様に competence 効果を試算すると、森林生態系の文化的サービスは現状の 1 億 5,521 万円～17 億 4,569 万円から 1 億 5,521 万円～56 億 5,166 万円へと上限額が増加、農地生態系に関しては、調整サービスが現状の 13 億 8,520 万円～187 億 205 万円から 13 億 8,520 万円～67 億 2,135 万円へと上限額が減少、文化的サービスが現状の 13 億 4,318 万円～132 億 8,741 万円から 127 億 7,245 万円～536 億 227 万円へと下限・上限額ともに増加する。

このように、competence の向上を通じて、生態系サービスの価値に対する人々の評価額が大きく変化しうることが確認された。生態系サービスの保全・利用のための政策予算を効率的に配分する上で、各々のサービスに対する人々の価値評価は不可欠な情報であるが、生態系サービスの概念や機能などへの理解が社会全体に十分浸透しているとは言いがたい現状では、人々の価値評価が過少もしくは過大になっている可能性を否めない。これらを適正な評価に補正する道筋として、competence の向上が果たす役割は大きいと言える。

⑥ 地域での定住が住民にもたらす経済厚生とその規定構造の実証的解明

Web 調査（調査名「自然の恵みと地域の魅力に関する意識調査」）は対象地域を変えて 2 回実施した。1 回目の調査は人口中規模の自治体の住民を対象に実施したものであり、全国から人口 20 万人未満の自治体を 64 団体選定し（表 1.7）、Web 調査会社インテージとモニター契約を結ぶ 15 歳から 79 歳の住民から抽出した計 61,282 名に調査協力を依頼、2017 年 12 月 18 日から 22 日にかけて調査を実施し、7,000 名（11.4%）の有効回答を得た。調査対象とする自治体は原則的に「人口密度が低いながらも 80 以上の標本サイズが確保できそうな自治体」を条件に、各府県から 1～2 自治体、北海道については各総合振興局から 1 自治体ずつを選定した。

2 回目の調査は人口小規模の自治体の住民を対象に実施したもので、過疎地域自立促進特別措置法で過疎地域として公示された 646 自治体を対象に、同じく Web 調査会社インテージとモニター契約を結ぶ 15 歳から 79 歳の住民から抽出した計 49,798 名に調査協力を依頼、2017 年 12 月 18 日から 22 日にかけて調査を実施し、9,708 名（19.5%）の有効回答を得た。

いずれの調査でも、被験者には、現在の自治体だからこそ利用（もしくは実感・関与）できる生態系サービスの利用状況（供給サービス 6 項目、調整サービス 3 項目、文化的サービス 8 項目の計 17 項目）、選択型実験で提示する居住地に対して感じる魅力（社会的ステータスの代理変数）とそこでの生活様式への馴染み（社会規範への順応のしやすさの代理変数）、および「現在の自治体に留まるか東京に移転するか」の選択型実験（図 1.8、属性水準の組合せが異なる計 4 問を提示）に回答してもらった。なお、過疎地域を対象に実施した第 2 回調査では、現在の自治体と東京に加えて、道府県庁が所在する市も選択肢に加えた。その他、世帯年収や就労状況についてはモニター登録情報を活用した。

表 1.7 調査対象自治体

北海道(8自治体)
江別市・北見市・釧路市・岩見沢市・帯広市・北斗市・小樽市・苫小牧市
東北地方(6自治体)
青森県十和田市、岩手県一関市、宮城県大崎市、秋田県大仙市、山形県酒田市、福島県会津若松市
関東地方(8自治体)
茨城県龍ヶ崎市、栃木県日光市・足利市、群馬県桐生市、埼玉県加須市、千葉県原市、神奈川県鎌倉市・南足柄市
中部地方(11自治体)
新潟県佐渡市・三条市、富山県射水市、石川県小松市、福井県鯖江市、山梨県甲斐市、長野県安曇野市、岐阜県多治見市、静岡県富士宮市・藤枝市、愛知県犬山市
近畿地方(10自治体)
三重県伊勢市・松阪市、滋賀県彦根市・近江八幡市、京都府宇治市・木津川市、大阪府河内長野市、兵庫県三田市、奈良県桜井市、和歌山県橋本市
中国地方(6自治体)
鳥取県米子市、島根県出雲市、岡山県津山市、広島県廿日市市・東広島市、山口県山口市
四国地方(4自治体)
徳島県徳島市、香川県丸亀市、愛媛県西条市、高知県高知市
九州地方(11自治体)
福岡県太宰府市・宗像市、佐賀県唐津市、長崎県諫早市、熊本県八代市、大分県別府市、宮崎県延岡市、鹿児島県霧島市、沖縄県石垣市・竹富町・沖縄市

問. この先、進学や就職、転職、退職、結婚や出産などの機会に引っ越しを考える可能性が出てくるかもしれません。そのときに、①居住地、②世帯年収の変化、③平日の労働時間が異なる、以下の4つの選択肢があったとしたら、あなたはどれを選ぶと思いますか？

(注1) ①居住地の「東京に引っ越す」は、現在ご同居されているご家族全員でお引越しになる場合を想定してください。ここで「東京」とは東京23区のことです。
東京に引っ越す場合、現在の市町村に住んでいるからこそ利用できた生態系サービス（供給・調整・文化）は利用できなくなるか、現在よりも利用しにくくなるものとお考え下さい。
 また、**現在の市町村でつちかった他の住民との関係も疎遠になるものとお考え下さい。**

(注2) ②世帯年収の変化は、年収の変化だけでなく物価の変化を考慮したうえで、現在よりもお金で買えるモノやサービスがどれだけ増えるか・減るか・変わらないかを表したものです。

(注3) 既にご退職か、ご休職・求職中、ご就職前などの理由で無職の方は、③平日の労働時間は無視してお答えください。

(注4) ①居住地、②世帯年収、③平日の労働時間以外の事柄（通勤時間、家の広さなど）はすべて現在と変わらないとお考え下さい。

	□	□	□	□
①居住地	現在の市町村にとどまる	現在の市町村にとどまる	東京に引っ越す	東京に引っ越す
②世帯年収の変化 (物価調整済み)	現在よりも10%減る	現在よりも20%増える	変化なし	現在よりも10%増える
③平日の労働時間	7時間	9時間	10時間	8時間

図 1.8 選択型実験の質問

以下、回答時間が短い10%の被験者と、選択型実験の分析に必要な世帯年収の情報が得られなかった被験者を除いた回答（人口中規模地域 5,853 名、過疎地域 8,220 名）について分析した結果をまとめる。まず、現在の自治体だからこそ利用できる生態系サービスの利用状況 17 項目の回答を用いた因子分析を行い、潜在因子「地域固有生態系サービスの利用状況」を抽出し、被験者ごとに因子スコアを算出した。この因子スコアの下位 25%のグループの被験者を「低利用者」、中位 50%を「中利用者」、上位 25%を「高利用者」とし、以下の分析においてグループ間比較を行う。この因子分析では因子負荷量が 0.6 未満の項目を取り除いており、その結果、7 項目が残ったが、それらはすべて文化的サービスであった。次に、選択型実験で提示する居住地のそれぞれについて、その地域社会の一員であることによつて得られるアイデンティティ効用の構成要素である魅力（社会的ステータス）と生活様式への馴染み（社会規範への順応のしやすさ）に対する評価の集計結果を表 1.8 に示す。全体的傾向として、現市町村は東京 23 区や近郊都市に比べて魅力に対する評価が低い一方、生活様式への馴染みに対する評価が高いことと、地域固有の生態系サービスをよく利用するグループの被験者ほど現市町村の魅力と生活様式への馴染みの双方に対する評価が高いことが分かる。

表 1.8 各居住地の魅力と生活様式への馴染みへの評価（上：人口中規模地域、下：過疎地域）

人口中規模地域	低利用者 N = 1,662		中利用者 N = 2,727		高利用者 N = 1,464	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
魅力(5段階評価)						
現市町村	2.440	(1.039)	2.868	(1.013)	3.258	(1.088)
東京23区	3.322	(1.222)	3.387	(1.180)	3.303	(1.209)
生活様式への馴染み(5段階評価)						
現市町村	2.685	(0.987)	3.187	(0.891)	3.554	(0.866)
東京23区	2.398	(1.034)	2.484	(1.039)	2.630	(1.122)

過疎地域	低利用者 N = 2,025		中利用者 N = 4,138		高利用者 N = 2,057	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
魅力(5段階評価)						
現市町村	2.027	(0.994)	2.438	(1.043)	2.794	(1.143)
道府県庁所在地	2.381	(1.177)	2.759	(1.125)	2.959	(1.101)
東京23区	3.159	(1.292)	3.418	(1.152)	3.358	(1.194)
生活様式への馴染み(5段階評価)						
現市町村	2.579	(0.985)	3.066	(0.926)	3.414	(0.928)
道府県庁所在地	2.624	(0.957)	2.937	(0.886)	3.136	(0.948)
東京23区	2.314	(1.016)	2.379	(1.023)	2.481	(1.096)

最後に、選択型実験の回答を基にランダム係数ロジットモデルを用いて選択肢ごとの間接効用関数を

推定した結果を表 1.9 にまとめた。「現市町村に留まる」という選択肢特有の定数項は有意に正であり、地域固有生態系サービスをよく利用するグループほど限界支払意思額 (MWTP、marginal willingness-to-pay) が大きいこと、すなわち、東京や近郊都市に引っ越すよりも現自治体に留まった場合に得られる経済厚生が高いことが示された。魅力 (社会的ステータス) については、地域固有生態系サービスの利用状況がどのレベルであっても、現市町村のものの方が東京や近郊都市に比べて MWTP が高く、居住地の魅力に対する評価が高まることによるアイデンティティ効用の改善効果が最も高いのは現市町村であることが示された。一方、生活様式への馴染み (社会規範への順応のしやすさ) についても、現市町村のものの方が東京や近郊都市に比べて MWTP が高く、居住地へのなじみに対する評価が高まることによるアイデンティティ効用の改善効果が最も高いのは現市町村であることが示された。また、その効果は地域固有生態系サービスをよく利用するグループほど大きいことが示された。

以上より、現市町村の魅力や生活様式への馴染みに対する住民の評価を高めることができれば、住民がその地域社会の一員であることで享受するアイデンティティ効用を高め、現市町村に定住する傾向を高めることが示された。また、地域固有の生態系サービスをよく利用するグループほど、現市町村の魅力や生活様式への馴染みへの評価が高く、かつ、これらの評価が高まることによるアイデンティティ効用工場の効果が高いことが示された。その生態系サービスは因子分析の結果から文化的サービスに絞られていることから、地域固有の伝統行事や固有の自然を活用した野外レクリエーション、環境学習を促進することが、地域からの人口流出を抑制する上で有効と言えそうである。

表 1.9 ランダム係数ロジットモデルの推定結果 (上：人口中規模地域、下：過疎地域)

人口中規模地域	低利用者 N = 1,662			中利用者 N = 2,727			高利用者 N = 1,464		
	b	σ	MWTP	b	σ	MWTP	b	σ	MWTP
居住地特有序数項									
現市町村	1.218 **	2.008 **	3.16百万円	1.905 **	1.921 **	5.18百万円	2.222 **	2.207 **	8.86百万円
魅力に関する居住地特有パラメータ									
現市町村	0.721 **	0.037	1.87百万円	0.690 **	0.299 **	1.88百万円	0.556 **	0.035	2.22百万円
東京23区	0.457 **	0.285 **	1.19百万円	0.457 **	0.401 **	1.24百万円	0.458 **	0.251 *	1.83百万円
なじみに関する居住地特有パラメータ									
現市町村	0.657 **	0.067	1.71百万円	0.657 **	0.045	1.79百万円	0.622 **	0.145	2.48百万円
東京23区	0.805 **	0.002	2.09百万円	0.951 **	0.003	2.59百万円	0.843 **	0.009	3.36百万円
平日の労働時間 ※就労者のみ	-0.422 **	-	-1.09百万円	-0.421 **	-	-1.15百万円	-0.361 **	-	-1.44百万円
世帯年収(百万円)	0.385 **	-	-	0.368 **	-	-	0.251 **	-	-
対数尤度	-7540.36			-11862.11			-6266.73		
擬似決定係数	0.1818			0.2156			0.2281		
過疎地域	低利用者 N = 2,025			中利用者 N = 4,138			高利用者 N = 2,057		
	b	σ	MWTP	b	σ	MWTP	b	σ	MWTP
居住地特有序数項									
現市町村	0.196	1.739 **	-	0.485 **	1.823 **	1.32百万円	0.671 **	1.843 **	2.71百万円
道府県庁所在地	0.765 **	0.149	1.87百万円	0.935 **	0.007	2.55百万円	0.516 *	0.280	2.00百万円
魅力に関する居住地特有パラメータ									
現市町村	0.474 **	0.016	1.16百万円	0.516 **	0.056	1.41百万円	0.288 **	0.023	1.13百万円
道府県庁所在地	0.124 **	0.006	0.30百万円	0.168 **	0.002	0.46百万円	0.087 *	0.059	0.34百万円
東京23区	0.071	0.128 **	-	0.097 **	0.130 **	0.27百万円	0.085	0.088	-
なじみに関する居住地特有パラメータ									
現市町村	0.445 **	0.016	1.09百万円	0.460 **	0.016	1.26百万円	0.484 **	0.013	1.92百万円
道府県庁所在地	0.330 **	0.001	0.81百万円	0.329 **	0.001	0.90百万円	0.375 **	0.048	1.53百万円
東京23区	0.375 **	0.174 **	0.92百万円	0.446 **	0.117 *	1.22百万円	0.412 **	0.002	1.67百万円
平日の労働時間 ※就労者のみ	-0.316 **	-	-0.77百万円	-0.343 **	-	-0.94百万円	-0.299 **	-	-1.26百万円
世帯年収(百万円)	0.408 **	-	-	0.367 **	-	-	0.252 **	-	-
対数尤度	-9818.12			-19444.00			-9679.38		
擬似決定係数	0.1256			0.1526			0.1514		

注) 係数は正規分布するものと仮定した。bは分布の平均値、 σ は標準偏差の推定値である。**: 1%, *: 5%有意。

5. 研究目標の達成状況

当初の目標を上回る成果をあげたと考える。

まず、テーマ2・3との連携を通じて、陸域・海域における生態系に関する観測データと社会経済的価値評価との接合を図り、自然環境と人間社会との連関を考慮した、自然資本・生態系サービスのより精緻な価値評価モデルを構築し、土地利用などの将来シナリオが社会厚生にもたらす諸々の効果を予測可能にしたことで、自然資本・生態系サービスの利用・保全のあり方の検討に資する知見を得ることがで

きた。また、最適輸送理論を応用して開発した自然レクリエーションの評価ツールは独創性が高く、その実践例は現時点では紅葉狩りの分析に留まってはいるが、花見や潮干狩りなどにも援用可能であり、かつ既存データで全国レベルの評価が可能という点で有用性が高い。さらに、一般の住民の生態系サービスに対する *competence* と生態系保全に対する支払意思額、地域固有生態系サービスの利用頻度と地元住民の定住傾向とのポジティブな関係を解明したことで、環境教育・体験の促進が環境保全に対する公共投資への社会的支持を高め、農山漁村からの人口流出を抑制する可能性を示すことができた。

6. 引用文献

- 1) Akarlof, G.A., Kranton, R.E. (2000) Economics and Identity, *The Quarterly Journal of Economics* 115: 715–753.
- 2) Galichon, A. (2016) Optimal transport methods in economics. Princeton University Press.
- 3) Gallai, N., Salles, J-M., Settele, J., Vaissière, B.E. (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68: 810–821.
- 4) Hansen, B.E. (2000) Sample Splitting and Threshold Estimation. *Econometrica* 68(3):575–603.
- 5) Heath, C., Tversky, A. (1991) Preference and Belief: Ambiguity and Competence in Choice under Uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty* 4: 5–28.
- 6) Hori, M., Hamaoka, H., Hirota, M., Lagarde, F., Vaz, S., Hamaguchi, M., Hori, J., Makino, M. (2018) Application of the coastal ecosystem complex concept toward integrated management for sustainable coastal fisheries under oligotrophication. *Fisheries Science* 84: 283–292.
- 7) Kamada, M., Nakagoshi, N. (1996) Landscape structure and the disturbance regime at three rural regions in Hiroshima Prefecture, Japan. *Landscape Ecology* 11: 15–25.
- 8) Milcu, A.L., Hanspach, J., Abson, D., Fischer, J. (2013) Cultural Ecosystem Services: A Literature Review and Prospects for Future Research. *Ecology and Society* 18(3): 44.
- 9) Phaneuf, D.J., Requate, T. (2017) A course in environmental economics—theory, policy, and practice. Cambridge University Press.
- 10) Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 25: 345–353.
- 11) Winfree, R., Gross, B.J., Kremen, C. (2011) Valuing pollination services to agriculture. *Ecological Economics* 71: 80–88.

II-2 自然資本の重層的ガバナンスの類型化と可視化

学校法人慶應義塾

法学部 大山 耕輔

<研究協力者>

日本大学

法学部 小田 勇樹

学校法人慶應義塾

大学院法学研究科 茂垣 昌宏（令和元～令和2年度）

[要旨]

本研究では、自然資本のよきガバナンスを解明するための基盤的研究として、自然資本の重層的ガバナンスの類型化と可視化に取り組んだ。本研究では、市町村を分析の基礎単位として、市町村の自然環境保全担当の職員に対するサーベイ調査を実施し、ガバナンスの構造に関する定量分析を行った。本研究の分析は、大きく整理して①政策形成段階の分析と、②政策実施段階の分析の2つに整理することができる。

政策形成段階の分析では、生物多様性地域戦略の策定過程におけるステークホルダーの関係に着目した分析を行った。市区町村の担当部局の職員に対し「地域戦略の内容に影響力のある（未策定の場合は影響力があると想定される）人・組織は誰か」という質問を行った結果を元に、対応分析を用いて回答傾向の近い自治体を類型化・可視化した。分析の結果、環境志向一開発志向という軸と、政治・行政主導一民間・市民主導という軸が析出された。地域戦略を策定している自治体は、環境専門家の影響力があるとする回答が多く、影響力のあるステークホルダーの傾向が環境志向&民間・市民主導であることが示された。対応分析からは、ステークホルダーの関係距離と、ガバナンス構造の全体的な分布は分かるものの、実際に地域戦略の策定（≒自然資本のよきガバナンス）につながる変数までは分からないため、地域戦略の策定要因に関するイベントヒストリー分析を実施した。地域戦略の策定状況を従属変数として、市町村の職員数、非都市部面積などの社会経済的要因をコントロールした上で、策定に影響力のあるステークホルダーを表すダミー変数などの政治・行政要因の変数を投入した。分析の結果、職員数の多い大規模な自治体、環境専門家の影響力があると回答した自治体、環境省の補助事業が実施されていた期間は、地域戦略の策定可能性が高まることが明らかになった。また、影響力のあるステークホルダーの数が多自治体は、地域戦略の策定可能性が低くなることが示され、マルチステークホルダーによる利害調整の問題が明らかになった。

以上の政策形成段階の分析結果を踏まえた上で、本研究では市町村における政策実施段階の分析を行った。生物多様性地域戦略の有無は市町村における自然環境保全活動の成果指標として捉えることができるものの、地域戦略を策定しているからといって実際の政策実施が活発であるとは限らない。本研究では政策実施に関する市町村職員へのサーベイ調査を実施し、自然環境保全に関する施策の実施状況を調査した。加えて、自然環境保全政策の担当部局が、どのような業務を抱える性質の部局かについても調査を行い、担当部局の業務特性に基づいた類型化を行った。本研究では担当部局の特性に基づき市町村のガバナンス構造を、農林水産業に関する業務を兼務せず生物多様性保全を専門とする①理念啓発型（環境省型）、農林水産業関係の業務を兼務し地域のステークホルダーとの関係が深い②要望応答型（農林水産省型）、いずれにも当てはまらない③専門人材不足型（その他型）の3類型に整理した。

そして、析出された3類型に基づき、実施施策との関係についての対応分析を行い、市町村のガバナンス構造の類型化・可視化を試みた。分析の結果、理念啓発型は都市部の大規模自治体が多く、計画・戦略、教育、調査など、生物多様性保全の理念や専門知識に基づいた施策の実施率が相対的に高い傾向が示された。一方、要望応答型は、非都市部で人口規模の小さな市町村が多く、鳥獣害対策、収穫・漁獲規制、環境保全型農業など、農林水産業に関連する施策の実施率が相対的に高い傾向が示された。

本研究が示した3つのガバナンス類型は、いずれも生物多様性の主流化という観点からは発展途上の

段階にある。理念啓発型の自治体は、農林水産部局とのセクショナリズムの問題から、実効性の高い施策の実施率はそれほど高くない。一方、要望応答型の自治体は、小規模な市町村が多いこともあり生物多様性保全の理念・専門知識や、実施施策のラインナップが不十分な状況にある。専門人材不足型の自治体においては、鳥獣害対策以外の施策がほとんど実施されていない段階にある。本研究の分析結果から示唆される自然資本のよきガバナンスの理想像・目標は、現状の理念啓発型、要望応答型の双方の特徴を併せ持つ、ネットワーク型重層的ガバナンスである。グローバルレベルで議論されている生物多様性保全の理念・専門知識を、ローカルな現場の施策に浸透させるとともに、農林水産業に代表されるステークホルダーとの密な関係を築き、重層的なガバナンス構造が理想的なガバナンス像であることが明らかになった。自然資本のよきガバナンスを実現する上では、環境部局と、農林水産部局に代表される関連部局との連携が必要不可欠である。市町村の行政活動は、国の省庁の政策領域の区分に大きな影響を受けており、地球温暖化対策のように内閣に推進本部を設けるなど、内閣主導による省庁間の連携強化が求められる。

1. 研究開発目的

自然資本の管理水準、さらには社会経済的価値を向上させる上で、政府による政策的介入は重要である。自然環境の保全を推進するための政策形成や、その実施過程において、自然資本の重層的ガバナンスのあり方の違いは、政府による政策的介入の結果に対し大きな影響をもたらすと考えられる。自然資本に対するガバナンスのあり方は多様であるが、どのようなガバナンスが自然環境の保全を促進する政策形成・実施をもたらすのであろうか。本研究では、行政学・公共政策学の観点から、自然資本に対する重層的ガバナンス構造の類型化と可視化に取り組み、自然資本のよきガバナンスに向けた多様な主体による協働統治の可能性の予備的な検討を行う。

2. 研究目標

これまでの研究で得られた実証データの更なる分析を行い、加えて昨年12月の全体会合兼アドバイザリー会合で指摘された生物多様性施策と地域や産業の振興との連携の現状についても精査する。これらを踏まえて生物多様性保全のガバナンスを理論的にも整理し、最終的にその類型化、可視化を提案する。

3. 研究開発内容

本研究では、自然資本の重層的ガバナンスの構造を解明する上で、ローカルレベル、特に市町村（および特別区）における自然環境保全のガバナンスを分析の対象とした。市町村は「基礎自治体」とも呼ばれる通り、地域レベルの政策形成・実施の最小単位でもある。市町村には人口100万人を超える都市部の政令市から、人口1000人未満の離島・中山間地域の村まで、社会経済環境が異なる多様な地域が含まれる。自然資本の重層的ガバナンスのあり方も多種多様であることが推定され、地域ごとのガバナンスの違いを比較・分析する上で最適な対象である。また、全国の市町村数（特別区含む）は1,741団体と、定量的なアプローチに十分なだけの団体数があり、サンプルサイズの観点からも分析対象として最適な単位である。

本研究は、①政策形成段階の定量分析、②政策実施段階の定量分析の2つの分析で構成されている。①政策形成段階の定量分析と、②政策実施段階の定量分析については、市区町村の担当部局に対するサーベイ調査を、③重層的ガバナンス構造の定性分析については、インタビュー調査を含む事例分析を実施している。

(1) 政策形成段階の定量分析

地域における重層的ガバナンスの構造を調査する上で、本研究では公共政策論の見地から、政策形成段階のガバナンスと、政策実施段階のガバナンスに、政策の段階を分割して分析を実施した。まず、①政策形成段階の定量分析として、生物多様性地域戦略（以下、地域戦略）を題材に、市町村のサーベイ調査を実施している。自然資本に対するガバナンスの構造を測定する上で重要な要素は、政策過程におけるステークホルダーである。地域戦略は市町村の自然環境保全に関する総合的な戦略であり、その策定においては地域の様々なステークホルダーが幅広く関与する。地域戦略の策定過程を取り上げることで、各市町村のガバナンスの構造を概観することが可能となることから、分析の対象とした。

政策形成段階の分析において「誰が権力を有しているか」という点が政治学的に重要な観点となる（例えばDahl(1961)など）。本研究では、地域戦略の策定過程において大きな影響力を有するステークホルダーが誰なのかを測定することで、市町村ごとの自然資本のガバナンスの違いを捉えようと試みている。例えば、首長が主導するガバナンス、担当部局など行政主導のガバナンス、学者・環境団体等の専門家主導のガバナンス、農林業者主導のガバナンスなど、政策形成のガバナンスは理論上、多様なパターンが想定し得る。市町村のガバナンスの構造（影響力の大きなステークホルダーの組み合わせ）にどのような傾向が存在するのかを明らかにするため、本研究では対応分析（コレスポンデンス分析）を実施し、重層的ガバナンスの類型化・可視化に取り組んだ。

分析に用いたデータ（影響力の大きなステークホルダーが誰か）は、サーベイ調査によって収集した。具体的には、地域戦略の策定・実施に際して、どのようなステークホルダーが参加したか、影響力が大きいかなど、ステークホルダーの関係性、態様を測定し、データ化、指標化した。調査は平成28年度に地域戦略の策定状況を問わず、全国の市町村（特別区含む）に対し実施した。調査票は、全国の市町村の自然環境保全政策の担当部局に対して回答を依頼した。生物多様性地域戦略を策定している市町村は、基本的に地域戦略の担当部局の職員が回答者となり、未策定の市町村は地域戦略の策定を担当する可能性が高い部局の職員が回答者となっている。地域戦略未策定の市町村には「仮に策定するとしたら」との仮定をした上で回答を依頼した質問項目も含まれている。地域戦略策定済みの市町村に対する調査は、同じくガバナンスに関連するテーマを取り扱っているサブテーマ1(4)、2(3)と連携し、ガバナンスWGとして共同調査の形で実施している。

さらに、対応分析の結果を踏まえた上で、市町村ごとのガバナンス構造の違いが、自然環境保全の取り組みに対してどのような違いを生むかを明らかにするため、地域戦略の策定要因を分析した。地方公共団体における地域戦略の策定は努力義務とされてから久しいが、市町村における策定は遅々として進んでいない。地域戦略を策定することそのものを自然環境保全の積極的な取り組みであると捉えるならば、どのようなガバナンス構造が地域戦略を策定する可能性を高めるのであろうか。本研究では、地域戦略の策定状況（未策定=0, 策定=1）を従属変数とし、上述の対応分析によって析出された、ガバナンス構造を示す変数（影響力の大きなステークホルダー）を独立変数として、イベントヒストリー分析（離散時間ロジスティック回帰）を行った。市町村ごとの政治・社会経済環境の違いをコントロールするため、サーベイ調査によって収集したステークホルダーの変数の他、行政学・公共政策の先行研究で重要性が指摘されている、首長・地方議会の党派性に関するデータを収集し分析に投入したモデルも並行して分析している。時間の経過を考慮したイベントヒストリー分析を行うことで、様々な外的要因をコントロールした上で、ガバナンスの構造の違いや、環境省の支援事業の効果の有無を検証することが可能となる。

(2) 政策実施段階の定量分析

政策形成段階の分析としては地域戦略の策定過程を対象としたが、地域戦略を策定していない市町村が、自然環境保全に全く取り組んでいないかといえばそういうわけではない。地域戦略という形で総合的な政策が導入されていない場合でも、個別の施策として自然環境保全の取り組みが行われていることは多い。また、地域戦略を策定していたとしても、戦略が机上の空論となり、十分な政策実施にまで至っていない場合もあり得る。地域における自然資本のガバナンスの実情を捉えるには、政策形成段階のガバナンスに加え、政策実施の実態を捉えることが不可欠である。

本研究では、政策形成段階の分析と同様に、全国の市町村（特別区含む）に対し、平成30年度にサーベイ調査を実施した。調査票は市町村の「生物・生態系の保護を担当されている部署等、生物多様性の保全に近い業務を担当されている方」に回答を依頼する形で実施し、自然環境保全政策の担当職員ないしは一番担当に近いと言える職員が回答者となっている。

政策実施段階の分析では、市町村の自然環境保全政策の担当部局と、自然環境保全に関する施策（生態系の調査、環境保全型農業、鳥獣被害対策等）の実施状況の関係を分析した。日本の地方自治体では、各部局・各担当者が複数の業務を兼務する複数担当制が一般的（伊藤 2020）であり、自然環境保全に関連する業務を所管する部局も、自治体ごとに大きく異なることが想定される。生物多様性保全の専門部局がある場合もあり得るが、緑化を担当する部局が兼務する場合もあれば、環境政策全般を担当する部局がその他の環境問題と合わせて兼務する場合や、農林水産業関連の部局が自然環境保全を兼務するなど、様々な政策実施体制が想定しうる。担当部局がどのような性格の部局か、どのような業務を兼務している部局かという変数は、担当部局の職員の価値基準や政策の方向性、政策手段を規定するだけでなく、日常の業務内で密接に関係のあるステークホルダーの違いを生むことになる。本研究では、サーベイ調査の結果を元にクロス表の分析とともに、対応分析（コレスポンデンス分析）を用いて、市町村における担当部局の性格と、施策の実施状況の関係を類型化・可視化した。

4. 結果及び考察

（1）政策形成段階の定量分析の結果及び考察

市区町村のステークホルダーの關係に着目した、ガバナンス構造の類型化・可視化の結果は図2.1の通りである。この図は対応分析を用いて、「地域戦略の内容に影響力のある（未策定の場合は影響力があると想定される）人・組織は誰か」という質問に関して、回答傾向が類似する自治体同士が近くに配置されるよう、数量化し、二次元で整理したものである。黒い点が各自治体の位置を表している。縦のY軸は、政治・行政のステークホルダーと、民間・非政府ステークホルダーを分類する軸として読み取れる。横のX軸は、生態系保全志向の強さ、弱さが表れた軸として読み取れる。市区町村ごとに影響力の大きな人・組織は異なりつつも、行政、環境専門家、市民など一定のまとまり（類型）が存在する。X軸、Y軸のパーセント表記は、各軸が全体の散らばりのどの程度の割合を説明できているかということを示している。対応分析は独立変数の数が増加すると説明力が低下するため、両軸とも説明力はあまり高くないが、分布の20%程度が説明できていると言える。

図2.2は、図2.1の全国の自治体の分布を、地域戦略の策定状況ごとに分割して表したものである。左上は全自治体の分布（図2.1と同様の内容）であり、赤い点は質問の選択肢であるステークホルダーの位置を示すものである。例えば、環境省や都道府県の点に近い位置にプロットされた市区町村は、それらのステークホルダーの影響力が大きいと回答していることを示している。右上は地域戦略策定済み、左下は策定予定の団体だけをプロットした分布である。地域戦略を策定した団体は、環境専門家の影響力が大きい右下のエリアに相当する団体が多い傾向が見て取れる。一方、未策定の団体は全体的にバラつきが大きく、行政主導の傾向が見て取れる。ただし、対応分析の結果は、単に各自治体の回答傾向を類型化・可視化したものに過ぎない。政策形成過程の各ステークホルダーの変数に加えて、社会経済環境などを統制しなければ、ガバナンスの構造と自然環境保全の取り組みの積極性（地域戦略の策定状況）との関連性は明確でない。

図2.1 対応分析の結果（地域戦略の内容に影響力のある人・組織）

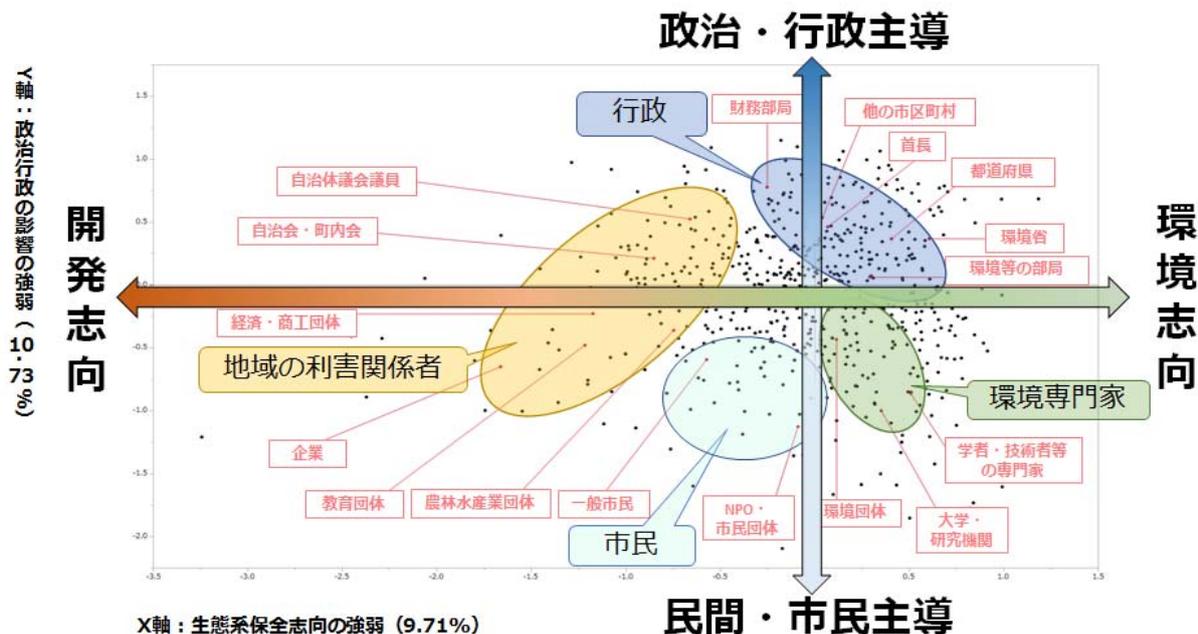
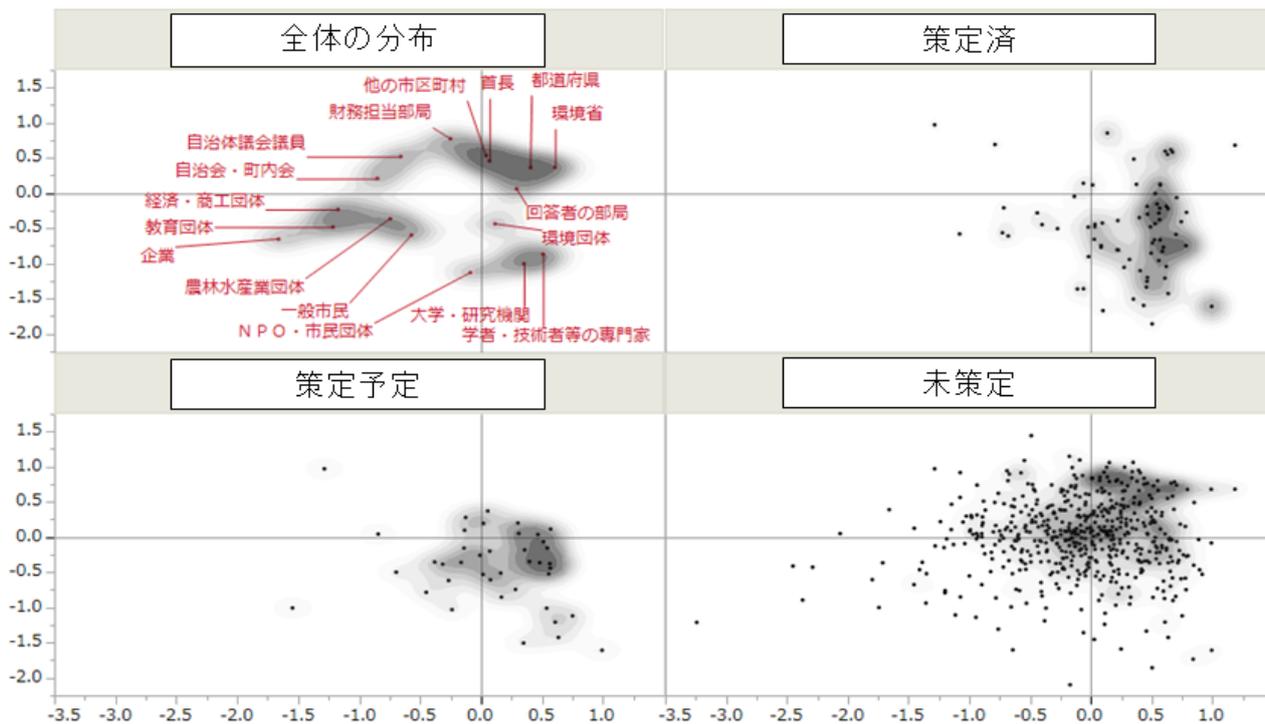


図2.2 策定状況ごとの市区町村分布



そこで、地域戦略の策定状況とステークホルダーの関係について、イベントヒストリー分析を実施した結果が表2.1である。分析データはパーソン・ピリオドデータ形式であり、それぞれの市区町村に対して各年度の標本が存在する構造である。加えて都道府県レベルの変量効果を考慮したモデルとなっている。別途、市町村を1つのレベルとした分析も行ったが有意な差は確認できなかったため、都道府県レベルのマルチレベルモデルを採用している。都道府県の中には、千葉県のように県下の市町村に対

して地域戦略策定の働きかけ・情報提供を行っているところもあるため、策定状況に対する都道府県単位での影響が生じているものと考えられる。各変数の係数は変数間での比較が可能となるよう、データを基準化した上で分析した結果を掲載している。

表2.1 地域戦略の策定要因分析の結果（マルチレベルロジット回帰）

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
	係数	係数	係数	係数	係数
政治・行政要因					
首長の党派					
自民単独/自公支持・推薦		.155			
相乗り（自民+公明除く他党）		.182			
議会の党派構成					
議会自民党議席率		.081			
議会革新（共産・社民）議席率		-.059			
影響力が大きいステークホルダー					
首長			-.113		
市区町村議会議員			-.280		
環境省				.374 ⁺	.368 ⁺
都道府県				-.444 [*]	-.804 [*]
学者・環境団体			.819 ^{***}	.914 ^{***}	.916 ^{***}
NPO・市民団体・一般市民			.481 ^{***}	.514 ^{***}	.517 ^{***}
ステークホルダーの数			-1.069 ^{***}	-1.177 ^{***}	-1.192 ^{***}
社会経済要因					
一般職員数（対数化）	1.028 ^{***}	1.011 ^{***}	.786 ^{***}	.791 ^{***}	.790 ^{***}
財力指数	.315 [*]	.396 [*]	.190	.219	.218
非都市化度（面積-DID面積）	.181 ⁺	.232 ⁺	.112	.120	.120
環境省支援事業（2011-2014年度）	.370 ^{**}	.343 ^{**}	.444 ^{**}	.445 ^{**}	.449 ^{**}
時間・波及要因					
時間経過	.220	.212	.373 ⁺	.398 ⁺	.403 ⁺
準拠集団策定率	.131 ^{**}	.138 ^{**}	.139 ^{**}	.131 ^{**}	.132 ^{**}
都道府県地域戦略の有無	.239	.310 ⁺	.175	.167	.090
交差項					
都道府県影響力大×都道府県戦略有					.418
定数	-6.264 ^{***}	-6.536 ^{***}	-6.657 ^{***}	-6.690 ^{***}	-6.761 ^{***}
都道府県レベル切片	.555 ^{**}	.700 ^{***}	.603 ^{**}	.586 ^{**}	.586 ^{**}
サンプル数	11137	5487	8399	8399	8399
イベント数	82	75	68	68	68
Log likelihood	-373.5	-316.3	-291.8	-289.8	-289.2
Wald χ^2	184.9	135.3	147.7	150.3	148.55

***: $p < 0.001$, **: $0.001 \leq p < 0.01$, *: $0.01 \leq p < 0.05$, +: $0.05 \leq p < 0.1$

モデル1はガバナンスに関連する変数を除き、社会経済要因と時間・波及要因だけで構成した基礎モデルである。若干の説明を要する変数として、「時間経過」は生物多様性基本法が施行されてからの経過年数、「準拠集団策定率」は当該年度時点での同規模市区町村（規模は政令指定都市、中核市・特例市、その他の市・特別区、町、村の5段階）の策定率を表す変数である。それに対してモデル2は、行政学・公共政策の領域における先行研究で一般的に用いられる、首長・議会の党派構成から政策の採用／不採用を説明するモデルである。一方、モデル3, 4, 5は、今回のアンケート調査により「地域戦略の内容に影響力がある」ステークホルダーが誰かを問うた質問の結果を用いたモデルである。

注目すべきは、環境省支援事業の変数である。策定の支援が行われていた年度は、いずれのモデルでも地域戦略の策定可能性を高める結果となっている。外的要因の影響や、時間経過による自然増の影響を考慮した上でも、支援事業が有効であったことが確認された。

政治変数に関しては、モデル2, 3ともに、首長・議会という政治要因の変数については有意な差を確認できず、生物多様性地域戦略の政策過程において、政治家の存在感が低いことが伺える。

行政に関しては、環境省の影響力が大きいと回答した市区町村ほど、地域戦略の策定可能性が高いことを示す結果となっているが、都道府県に関しては影響力が大きい市区町村ほど未策定となる可能性が高くなる。

都道府県の変数に関する結果の解釈を深めるため、モデル4に加えて、都道府県の「地域戦略策定状況」と「影響力の有無」に関する交差項を投入したのがモデル5であるが、交差項に有意な差は確認されなかった。都道府県変数の解釈に関する仮説としては、地域戦略の内容に関して都道府県の影響力が大きいと回答した市区町村では、自然環境の保全に関して、都道府県との調整を要する何らかの事務を抱えているため、調整コストが大きく戦略の策定にマイナスの影響が生じている可能性が考えられる。都道府県に関しては今後の追加的分析が必要である。

学者・環境団体、NPO・市民団体・一般市民の影響力が大きい市区町村ほど、地域戦略が策定される可能性が高い結果となっており、政治・行政要因よりも、専門家・市民の重要性が高い政策領域であることが伺える。また、影響力が大きいとして回答があったステークホルダーの数が多くなるほど、合意形成が困難になるため地域戦略の策定を妨げていることも示されている。

ただし、ステークホルダーの変数の解釈に関しては、アンケート調査の限界を考慮しておく必要がある。未策定の市区町村は、「仮に地域戦略を策定するとしたら」という前提に基づいて、ステークホルダーの影響力について回答している。そのため、学者・環境団体等の変数と、地域戦略の策定状況との因果関係に関しては逆方向の推論も成り立ち得る。つまり、実際に地域戦略の策定を経験する過程で、学者・環境団体等の専門家の影響力の大きさを体感したため、地域戦略策定済みの市区町村ほど環境専門家の影響力が大きいという解釈である。また、ステークホルダーの数についても、単に未策定市区町村の担当者が、地域戦略を策定しない理由を正当化するために消極的な回答姿勢から多くの選択肢を選んでいいる可能性もあり得る。

社会・経済環境を統制するために投入した変数は、いずれも一般的な想定通りの結果となっており、職員数が多く、財力が豊かであり、非都市部の面積が広い市区町村ほど地域戦略を策定する可能性が高い。また、公共政策の先行研究の理論の想定通り、同規模の市区町村の策定率が高まると、横並びの同調圧力により策定の可能性が高まる結果となっている。

分析結果からの示唆として重要なポイントは次の3点である。第一に、策定支援事業の有効性である。分析の結果、H20-26年度の「地域生物多様性保全活動支援事業」を実施していた年度は、支援事業を実施していない年度と比べ、地域戦略を策定する市区町村が統計的に有意に増加していることが明らかとなった。そもそも、自然環境の保全は市区町村にとって必ずしも優先順位の高い課題ではない。2008年に生物多様性基本法が施行されてから9年が経過した2017年3月末時点で、地域戦略を策定した市区町村は全体の約4%である。同じ環境分野でも、環境基本計画の場合は、国が環境基本法を制定した1993年を基準とし、同じく9年後の2002年3月時点で、約17%の市区町村が基本計画を策定していた。もっと極端な例でいえば、生物多様性地域戦略と同様に策定が努力義務とされている「地方版総合戦略」の場合、国が総合戦略の策定を努力義務として定めた2014年12月から、わずか2年3か月後の2017年3月末時点で、99.8%の市区町村が総合戦略を策定している。もちろん、地方版総合戦略の場合、策定が交付金受給の条件となっているため単純な比較はできない。しかし、目に見えて地域経済の振興となる交付金が入り、政治家・市民ともに賛成しやすい政策であれば、戦略策定後の評価活動の負担が増えたとしても市区町村は戦略を策定しているのである。一方、生物多様性のように成果が見えづらい取り組みは、分析結果の中でも政治家に関連する変数の影響がないことから見ても、政治的要望・関心が少ない領域なのであろう。生物多様性地域戦略の政策波及には、政策の性質上、何らかの支援策が必要であると考えられるが、今回の分析では策定支援事業の有効性が確認された。

第二に、職員数の問題である。職員数が多く行政能力に余裕があり、非都市部の面積が広く保全対象となる自然が豊かである市区町村ほど、地域戦略を策定する傾向が明らかとなった。統計分析には変数として組み込んでいないが、アンケート調査では地域戦略未策定の要因も質問している。表2.2は選択した市区町村が多かった上位10の要因を並べたものである。上位2つを人的資源に関する問題が占めており、統計分析の結果と合致する結果となっている。しかし現実には、職員数と自然の豊かさという

2つの変数は反比例の関係にある。職員数は人口規模と強い正の相関があり、都市部の市区町村ほど職員数も多く、財政規模が大きい。一方、自然環境が豊かな非都市部の領域を多く抱える市区町村は、行政需要の高さに反して職員数が少ない。その結果、職員数が少なく自然環境が豊かな市区町村では、自然環境の保全に関わる行政サービスが本来の適正な水準よりも過少となる恐れがある。職員数に反して保全対象の多い市区町村に対して、重点的な支援が必要である。

表2.2 地域戦略を策定しない理由（未策定市区町村のみ回答）

	回答数	割合
生物に関する知識のある職員がいない	785	67.2%
新たな業務に取り組むための職員数が足りない	784	67.1%
策定業務のための予算が足りない	355	30.4%
生物多様性の保全よりも優先すべき政策が他にある	320	27.4%
生物多様性の保全は環境基本計画のような他の計画等に盛り込んでいる	268	22.9%
生物多様性地域戦略の存在を知らなかった	265	22.7%
自治会からの要望がない	233	19.9%
生物多様性を担当する部署が決まっていない	214	18.3%
一般市民からの要望がない	204	17.5%
環境団体からの要望がない	189	16.2%

（回答数の多い上位10のみ、複数選択可、1168市区町村が回答）

第三に、ガバナンス構造の違いである。分析の結果、学者・研究者、環境団体などの環境専門家が大きな影響力を有している市区町村では、地域戦略を策定している傾向があった。生物多様性の概念は、従来の基礎自治体の行政サービスには存在しなかったものであり、地域戦略の策定に際して、市区町村の職員は新たな専門知識の獲得が必要となる。一般的に、市区町村職員は環境分野に専念するキャリアパスを積むことは稀であり、生物の専門知識がある職員は元来育成されにくい環境にある。学者・研究者、環境団体等の専門家は、職員に生物多様性に関する専門知識を提供し、地域戦略の策定を働きかける地域の生態系保全の推進に重要な役割を果たしている。専門家が少ない地域に対して、生物多様性に関する情報提供を行う取り組みは有効であると考えられる。

また、今回の分析では、NPO・市民団体・一般市民の影響力が大きい市区町村でも、地域戦略が策定される可能性が高い傾向も確認された。同時に、首長・議会議員など、政治・行政学における伝統的な権力者が大きな影響力を持つかどうかは、地域戦略の策定／未策定に影響を与えていないことも確認された。自然環境の保全による利益は、市区町村の住民全体に還元される（場合によっては市区町村の領域外も含む）ものであり、特定の利害関係者集団が背後存在する他の政策領域（土木、農業、商工等）とは異なる性格を有している。選挙の際の組織票につながりにくい政策領域であることから、自然環境保全に関して政治的な支持を恒常的に受けることは、他の政策領域と比較して相対的に難しく、組織的な応援団の少ない領域である。

相対的に市民の影響が大きい政策領域であることから、生物多様性概念の認知度の向上、生態系保全の必要性に関する教育活動など、市民に働きかける取り組みが、長期的には生態系保全の進展を推進する上で重要であると考えられる。

（2）政策実施段階の定量分析の結果及び考察

まず、市町村において自然環境保全政策を所管する部局は、どのような性質の部局なのかという点から考察する。表2.3は、政策実施に関するサーベイ調査の回答者が所属する部局が、どのような業務を所管しているか尋ねた質問の結果である。調査票は上述の通り、各市町村の「生物・生態系の保護を担当されている部署等、生物多様性の保全に近い業務を担当されている方」に回答を依頼しており、各市町村の自然環境保全政策の担当者もしくは最も担当に近い職員が回答した結果として解釈することが可能である。回答の傾向からは、生物多様性の保全以外の、何らかの環境関係の業務と兼務している自治体が最も多い傾向が読み取れる。その一方で、自らの業務の中に「生物多様性の保全」が含まれてい

ると自己認識している市町村は全体の51.9%であり、生物多様性の保全という次元で自らの業務を位置付けている自治体は全体の半数程度であることが分かる。IPBESなどグローバルレベルでの生物多様性の議論は、必ずしもローカルな市町村レベルの行政実務の現場には浸透していない現実が示されている。

環境に次いで多いのが、鳥獣被害対策、林業、農業、水産業など、農林水産業に関わる業務である。ナショナルレベルでは農林水産省の所管する政策領域である。土木・建築、都市計画（国土交通省）や、自動・子ども、教育（文部科学省）もそれなりの割合で存在するが、大きな比重を占めているのは環境省、農林水産省の政策領域である。

表2.3 回答者の部局が所管する業務（複数選択可）

担当業務(複数選択可)	自治体数	割合(%)
環境(生物多様性の保全を除く)	837	74.1
生物多様性の保全	586	51.9
鳥獣被害対策	375	33.2
林業	204	18.1
農業	193	17.1
商業・観光業	126	11.2
水産業	106	9.4
企画・政策	59	5.2
土木・建築	44	3.9
工業	41	3.6
児童・子ども	31	2.7
教育	29	2.6
防災	27	2.4
都市計画	26	2.3
福祉	14	1.2
その他	176	15.6
無回答	2	0.2
総数	1130	100

本研究では自然環境保全政策の所管部局を、ナショナルレベルからローカルレベルへのガバナンスの重層性という観点、省庁のセクショナリズムという観点から、所管する業務の違いに応じて、①理念啓発型（環境省型）、②要望応答型（農林水産省型）、③専門人材不足型（その他型）という3つのガバナンス類型に整理する。後述する分析で示す通り、これら3つの類型は、類型ごとに、施策の実施率、実施施策の種類に関する一定の傾向が存在する。各類型の分類基準については次のとおりである。①理念啓発型は、担当業務の中に農林水産業を兼務しておらず、生物多様性保全を担当していると回答した自治体を分類している。つまり、農林水産省の政策領域との関係がなく、なおかつ生物多様性保全を担当していると自認している市区町村である。②要望応答型は、担当業務の中に農林水産業が含まれている自治体を分類している。生物多様性保全を担当していると回答したか否かにかかわらず、農林水産業とのつながりがある場合はこちらの類型に分類している。後述する類型ごとの施策実施状況を分析した際に、農林水産業との関係の有無による差が大きかったことからこのような整理区分とした。③専門人材不足型は、上記2類型のいずれにも該当しない自治体である。すなわち、農林水産業との関連性がなく、生物多様性保全を担当しているという意識がない市区町村である。

表2.4は、市区町村に対して、自然環境保全に関連する様々な施策の実施状況を質問し、その実施率を類型ごとにまとめたものである。調査票の段階では、自由記述も含め37の施策について実施の有無を

質問しており、実施形態・状況が類似している施策をまとめた上で全国的な実施率を算出している。施策ごとに最も実施率が高い類型を緑色に、最も実施率が低い類型を朱色にしている。ただし、直観的に理解しやすいよう「特にない」だけは塗分けを逆にしている。全体の傾向として、理念啓発型の自治体は総じて施策の実施率が高く、専門人材不足型の自治体は実施率が低い傾向が見てとれる。理念啓発型は基本計画（環境基本計画や地域戦略など）や、教育、調査・研究など、自然環境保全のための知識や、理念啓発を志向する政策の実施率が高い。一方、要望応答型の自治体は、鳥獣被害対策の実施率が非常に高く、農林水産業との強い関係性、現場からの要望に応じた施策を重視していることがうかがえる。環境保全型農業の導入や、規制（漁獲・収穫等に対する規制）、生物・環境保全目的の課税など、実効性の高い施策の実施率が高い傾向がある。これらの施策はいずれも農林水産業者をはじめとする、地域の現場のステークホルダーとの利害調整、合意形成がなければ導入が難しい。理念啓発型に分類される自治体よりも、農林水産業者と日常業務の中で密な関係がある要望応答型の自治体の方が、自然環境に直接的に介入する施策、導入のための調整コストが高い施策を実施しやすいものと考えられる。

表2.4 類型別の施策実施率の比較

施策名(複数選択可)	理念啓発型 (環境省型)	要望応答型 (農水省型)	専門人材 不足型
鳥獣被害	73.3%	93.2%	70.4%
基本計画	71.9%	20.0%	47.9%
外来生物の防除	61.5%	42.8%	37.4%
教育	65.4%	26.8%	35.9%
調査・研究	49.8%	26.4%	20.9%
保護・保全	43.1%	24.4%	16.0%
環境保全型農業の導入	26.1%	28.8%	15.2%
生物多様性の保全に関連する施設の整備・運営	33.4%	13.6%	9.7%
規制	13.2%	24.4%	14.7%
生物多様性に配慮した森林整備・保全	17.8%	17.6%	9.2%
生物多様性に配慮した河川・湖沼の保全	21.9%	7.2%	9.7%
インフラ整備の際の生態系への配慮施策の実施	18.2%	10.4%	11.8%
周知・広報	23.9%	4.4%	6.8%
環境・生態系に関する構想・指針の策定	18.6%	6.0%	4.7%
データ・目録作成・公開	15.2%	4.0%	3.7%
生物・環境保全目的の市区町村への寄付	10.3%	6.0%	4.2%
生物多様性に配慮した海岸の保全	8.3%	2.0%	2.6%
生物多様性の保全に関する拠点の設置	8.9%	2.4%	1.3%
商用利用	6.5%	4.4%	1.8%
防災・減災施策における生態系の活用	3.6%	4.0%	2.1%
生物・環境保全目的の課税	2.4%	5.6%	2.1%
その他	2.4%	2.8%	1.6%
特にない	3.2%	2.0%	10.2%

表2.5は、3つの類型と人口規模の関係を示したものである。理念啓発型は人口規模の大きい市町村が多く、要望応答型は人口規模が小さい市町村が多い傾向が示されている。市町村の人口規模と職員数は非常に強い正の相関関係にあり、人口規模の大きな自治体ほど職員数が多く、部局も専門分化している。生物多様性保全の概念を認識しているなど、一定の専門性を備えた職員を配置するには、職員数の多い都市部の自治体の方が適しているものと考えられる。また、自然が少ない都市部の自治体ほど公害問題や街の緑化に取り組んできた歴史的経緯もあり、理念啓発型の自治体が多いのではないかと考えられる。一方、要望応答型の自治体は、専門人材不足型と比べても、明らかに人口規模の小さな市町村に集中している傾向がある。町村をはじめとして、人口規模の小さな自治体では、職員数が少ないことに加え、農林水産業の重要性が相対的に高いことから、自然環境保全と農林水産関係の業務が兼務されることが多くなるのだと考えられる。

全体の傾向として、都市部の自治体は環境省の政策領域を所管する部局が業務を担当している理念啓発型、非都市部の自治体は農林水産省の政策領域を所管する部局が担当している要望応答型という住み分けが見られる。前者は、生物多様性保全の理念や専門知識を有しているが、現場のステークホルダーとの関係が弱く、実効性の高い施策を実施するには農林水産系の部局との壁も存在する。一方、後者は農林水産業のステークホルダーとの関係が強く、生物多様性保全の理念・知識よりも、現場の要望への対応という側面に引きずられやすい。自然資本の重層的ガバナンスの理想的なあり方としては、理念啓発型・要望応答型の双方の要素が重要である。自然資本のよりよいガバナンスを実現するには、IPBESなどグローバルレベルの問題意識や専門知識を踏まえた生物多様性保全の理念を施策に反映させつつも、ローカルレベルのステークホルダーとの密接な関係が必要である。

表2.5 部局のタイプと人口規模・実施施策数の関係

	人口規模					合計	施策実施数 (平均)
	70万人以上	70万人～20万人	20万人～5万人	5万人～1万人	1万人未満		
理念啓発型 (環境省型)	21	65	171	169	69	495	5.93
要望応答型 (農水省型)	0	4	28	92	127	251	3.74
専門人材不足型	0	18	93	171	100	382	3.28

類型ごとの実施施策の傾向、人口規模、施策実施数との関係について、対応分析を用いて可視化したのが図2.3である。対応分析には、表2.4の区分をさらに施策のカテゴリ別に集約した上で、施策実施の有無（0 or 1のダミー変数）と、担当部局の類型を投入しており、図中の各点は市町村を表している。担当部局の3類型は互いに排他的なダミー変数のため、必然的にX軸は類型を表す軸となっている。Y軸の解釈については、図中の下方向に行くほど基礎的な施策が、上方向に行くほど発展的な施策が配置されている。施策実施数は対応分析の中には組み込んでおらず、市町村の点を色分けするのに用いている。赤色の点で表現されている自治体ほど、実施している施策のバリエーションが豊富であることを示している。

図中の左下の象限を見ると、要望応答型の農林水産部局で、有害鳥獣対策や外来生物の防除などの施策だけを実施している自治体が数多く存在している。また、右下の象限には、理念啓発型の生物多様性部局であるものの、計画・構想・指針や、外来生物の防除程度しか実施していない自治体も数多く存在することが分かる。全体的に赤色が多く分布するのは右上の象限で、理念啓発型の生物多様性部局であり、なおかつ発展的施策も取り入れている自治体である。左上の象限の、要望応答型で発展的施策も実施している自治体が分布する領域と比較すると、要望応答型の方が実施施策のバリエーションがやや少ないことが分かる。表2.5からも傾向は明らかであるため紙幅の関係から図は掲載していないが、政令指定都市など人口規模の大きな市町村は施策数も多い傾向にあり、右上の象限に多く分布している。

図2.4は、図2.3を地域戦略の策定状況により分割したものである。地域戦略を策定している自治体は実施施策数が多い傾向が明確であるが、地域戦略未策定の自治体の中にも、赤色で示されており施策数が多い自治体が存在することも分かる。地域戦略策定済みの市町村のうち、担当部局が農林水産業関連の業務を兼務しており要望応答型に分類される自治体は、図中に大きく示されている佐渡市、礼文町、いすみ市、綾町、茅ヶ崎市、黒松内町の6自治体のみである。残りの地域戦略策定済み自治体は、いずれも農林水産業関連の業務を兼務していない理念啓発型に分類される。政策実施状況の分析からは、生物多様性地域戦略という施策は、主に都市部の理念啓発型の自治体を実施しているということが分かる。

図2.3 対応分析：市区町村の類型と実施施策間の関係

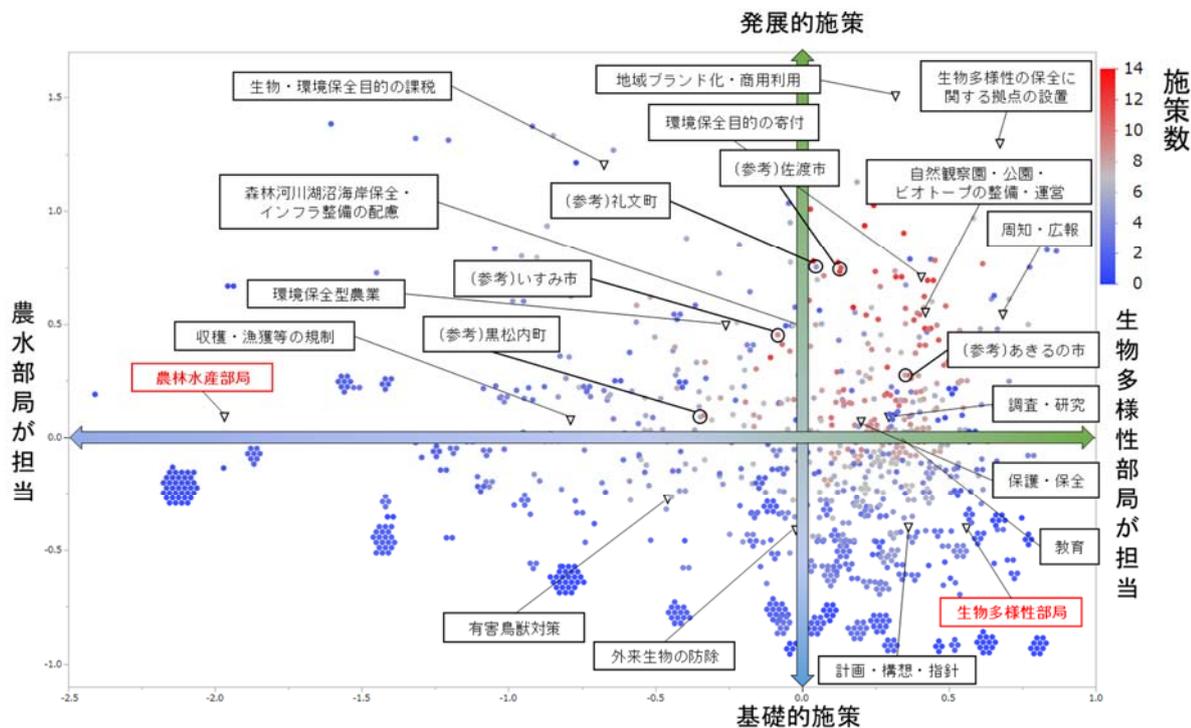
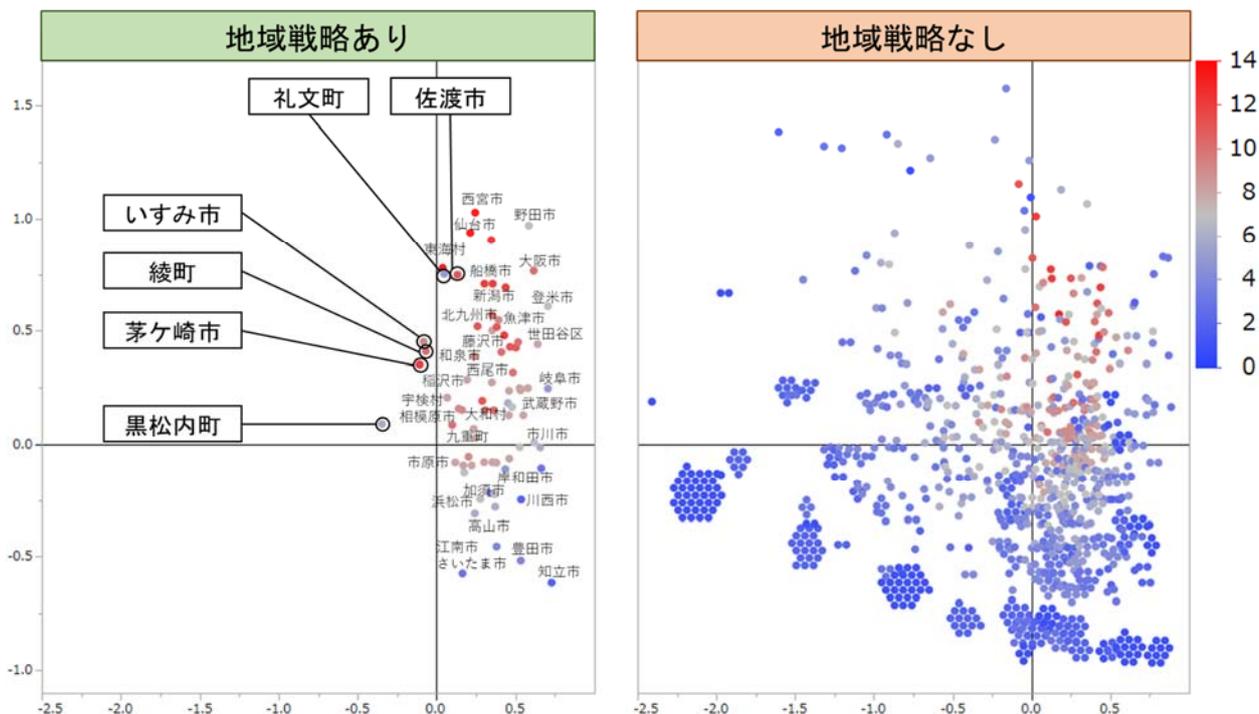


図2.4 対応分析：地域戦略の策定状況と実施施策の関係



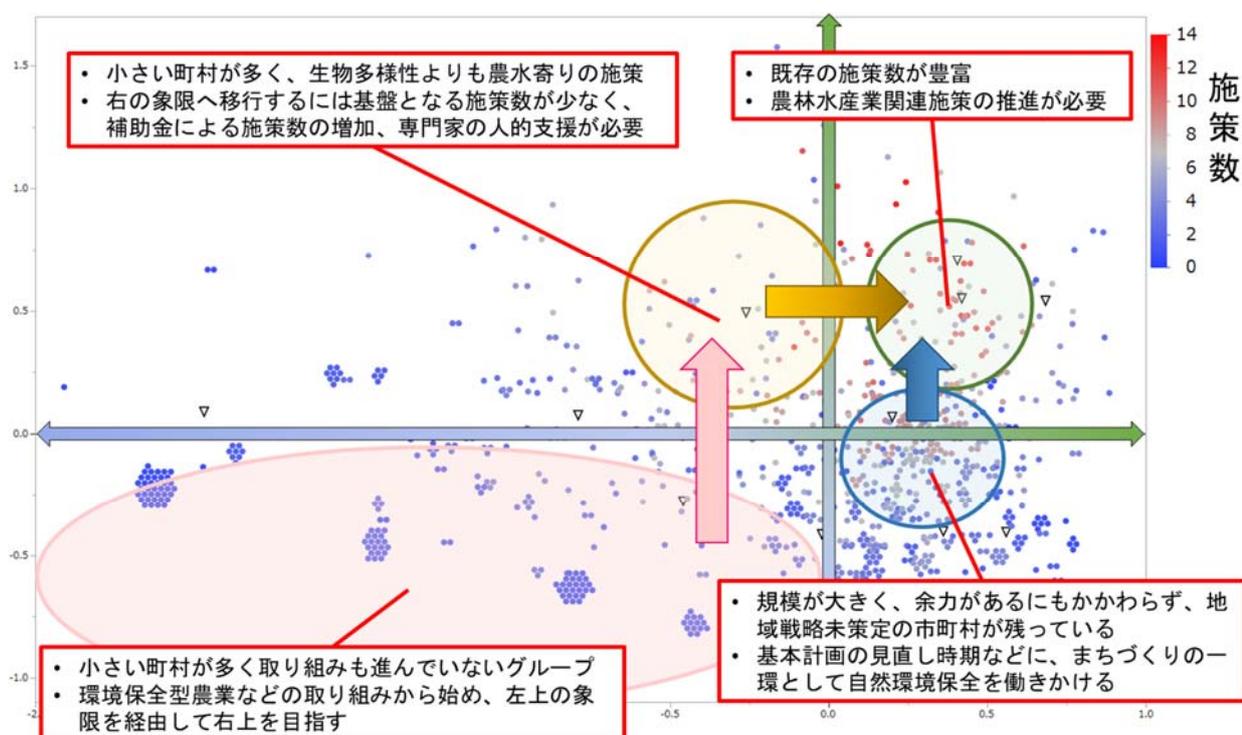
以上の分析から、市区町村における自然環境保全政策のガバナンスは、各市区町村の担当部局の性格により、実施する施策の傾向が大きく異なっていることが明らかになった。各市区町村がいずれの類型にな

るかという部分は、市町村の人口規模と、人口規模と相関のある市町村の職員数、都市化の程度が大きく影響していることもうかがえる。前述の政策形成段階の分析においても、人口規模の問題は市町村の自然環境保全の取り組みに大きな影響を与えていることが明らかになっており、ガバナンス構造を規定する重要な要因であることが分かる。生物多様性保全に関するガバナンス構造は、各地域の社会経済的環境に強く規定されており、それぞれの状況に応じた政策的対応が必要になると考えられる。

(3) 本研究の政策的示唆

図2.5は、将来的な生物多様性の主流化に向けて、グループごとにどのような対策が必要か、本研究からの政策的示唆をまとめたものである。まず、右上の象限に位置する市町村は、既存の施策数が最も豊富である。ただし、要望応答型のグループと比較すると、地域戦略の策定に代表される計画・構想や、調査・研究などの施策が中心で、実効性の高い施策の実施率はそれほど高くない。農林水産業系の部局と連携しつつ、部局の垣根を超えた施策の推進が必要と考えられる。

図2.5 生物多様性の主流化に向けた政策提言



次に、右下の象限に位置する自治体であるが、これらのグループには人口規模が比較的大きく、余力があるにもかかわらず、地域戦略も未策定で施策実施数も少ない自治体が含まれている。これらのグループには、自治体の基本計画や、環境基本計画の見直し時期などに、まちづくりの一環として自然環境保全を働きかけるのが効果的と考えられる。地域戦略を策定することが、すなわち自然環境保全の推進に直結するとは限らないが、まずは自治体のルーチンワークの中に生物多様性保全の活動を組み込むことが、生物多様性保全の主流化に向けた第一歩である。

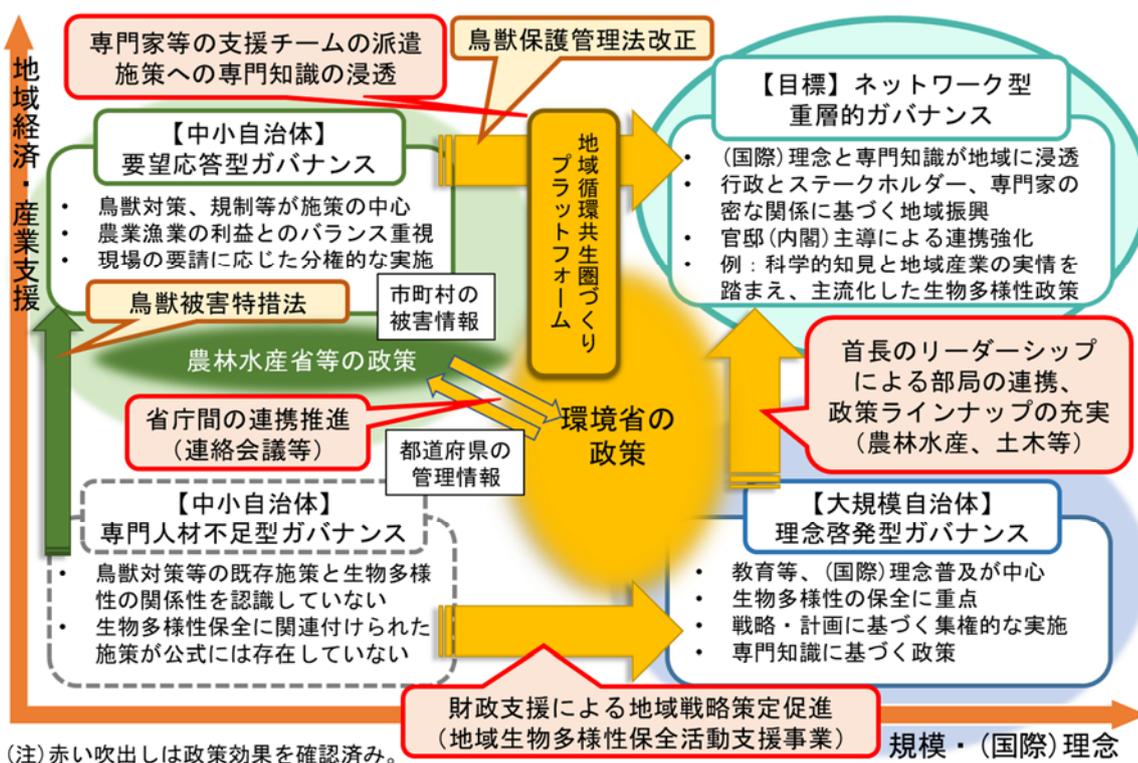
左上の象限に位置する自治体は、農林水産業関係の施策を中心に、既にいくつかの発展的な施策を実施しているものの、人口規模が小さな自治体が多い。右上の象限へ移行するには、計画や調査・研究などの基盤となる施策数が少なく、補助金による施策バリエーションの増加、専門家の人的支援が必要になると考えられる。担当部局の性質上、施策が農林水産業者の要望や利害に引っぱられやすい部分も

あると考えられる。セクショナリズムの垣根を超えて、こうした自治体に生物多様性保全の理念・知識を取り入れてもらうことが重要である。

最後に、一番左下の象限に位置する市町村であるが、このグループには小さい町村が多く、実施施策も有害鳥獣対策などごく一部に限られている。まずは環境保全型農業など、農林水産業に関連する取り組みから始め、左上の象限を経由し、最終的には右上の象限を目指すのが現実的な経路であると考えられる。

本研究では自然資本のよきガバナンスの目標として、理念啓発型と要望応答型の要素を合わせた、ネットワーク型重層的ガバナンスを掲げる。図2.6は本研究の分析の結果から得られた知見、現状のガバナンス類型と、そこから理想的なネットワーク型重層的ガバナンスへと至る経路を示したものである。現状では理念啓発型、要望応答型、専門人材不足型の3類型に該当する市町村が大多数であるが、自然資本のよきガバナンスとして理想的目標は右上に位置するネットワーク型重層的ガバナンスである。S15の事例サイトである佐渡市は、担当部局である農林水産関連の部局が地域のステークホルダーと密接に連携しつつ、生物多様性保全の理念、国際的な政策動向なども踏まえた施策を実施しており、ネットワーク型重層的ガバナンスの好例であろう。

図2.6 現状のガバナンス類型と理想的なネットワーク型重層的ガバナンス



将来的に多くの市町村がネットワーク型の重層的ガバナンスへと向かうために、特に重要となるのが環境省、農林水産省等、省庁の政策領域を横断した連携である。比較的、余力のある自治体が多く、環境省の政策領域の範囲内で活動する理念啓発型の自治体に対して、要望応答型、専門人材不足型の自治体には、農林水産業の重要性が高い中小規模の自治体が多く含まれている。自然資本が豊かな非都市部の中小自治体を動かしていかなければ、自然環境保全の実効性の面では不十分である。中小規模の自治体にとって、自然環境保全政策は農林水産業関連の部局の所管する問題であり、農林水産業とは切っても切り離せない。環境省、農林水産省（あるいは国土交通省等）という省庁の枠組みを超えた政策推進のためには、地球温暖化対策のように、内閣に推進本部を設けるなど、内閣主導による連携強化が求

められる。

5. 研究目標の達成状況

本研究では、市区町村を対象としたサーベイ調査の分析を元に、行政学・公共政策学の観点から、担当部局の所管業務に由来する組織的性格に基づいて整理した「理念啓発型」「要望応答型」「専門人材不足型」の3類型を提示し、重層的ガバナンス構造の類型化を行った。また、市区町村の生物多様性保全政策への取り組みを、政策形成／実施の段階に整理した上で、対応分析により市区町村のガバナンス類型の可視化を行った。当初の研究目標として掲げていた、重層的ガバナンスの類型化・可視化は十分に達成することができたと考えている。

上記の自己評価を行った理由は、本研究で提示した3類型が、市区町村における自然環境保全政策の施策実施状況の違い、市町村ごとのガバナンス構造の違いをうまく表現・整理することができているからである。本研究を通じて開発されたガバナンス類型は、自然資本のよきガバナンスに向けた多様な主体による協働統治の可能性の予備的な検討を行う上での分析視角となり得る。また、単なる類型化に留まらず、本研究ではこれらの類型を規定する要因として市町村の人口規模、それに由来する職員数が重要な影響を与えていることも発見することができた。将来的に各市町村の人口動態が大きく変化した場合、職員数の増減が生じ、現在のガバナンス類型からの漸進的な移行が生じる可能性が示唆される。大幅な人口減少が生じれば、現在は理念啓発型の類型に該当する自治体であっても、職員数の減少により専門の部局・担当職員を置くことができなくなり専門人材不足型となる可能性がある。あるいは、人口減少に伴う市町村合併が加速した場合、従来は十分な人的・財政的リソースがなかった中山間地域の要望応答型だった町村が、大規模自治体に吸収合併されることで、理念啓発型となる可能性もある。現状分析としての類型析出に留まらず、人口規模・職員数という各類型を規定する要因を発見したことで、人口動態の変化が地域のガバナンスにもたらす将来的な影響を予測する上で、重要な知見をもたらすことができたことから、本研究の目標は十分に達成できたと考えている。

6. 引用文献

- 1) Robert, D. (1961) *Who governs?: Democracy and Power in an American City*. Yale University Press.
- 2) 伊藤修一郎 (2020) 「政策実施の組織とガバナンス 広告景観規制をめぐる政策リサーチ」 東京大学出版会

II-3 包括的な福利指標の開発と地域的展開

国立大学法人九州大学

馬奈木 俊介

<研究協力者>

国立大学法人東京海洋大学

若松 美保子

国立大学法人九州大学

キーリー アレクサンダー 竜太

栗田 健一

熊谷 惇也

[要旨]

日本全国の農地・森林・海域を含む13の自然資本の維持に対する支払意思額(WTP)を、独自のインターネットアンケート調査を用いて推定した。推定結果から、通常 WTP の決定要因として重要とされている世帯収入、財・サービスと居住空間の近さ等の社会経済学的属性だけでは説明できない地域間の差異が確認された。自然資本・生態系サービス改善に向けた政策の実施にあたっては、そうした多様性にも注目していく必要がある。

また、わが国が将来持続可能な社会を実現するにはどのような道筋をたどるべきかを明らかにするため、自然資本の富としての価値の予測を、PANCESシナリオを用いて行った。現在および将来世代の福祉への貢献も含めた価値を計算できる包括的富の手法を用い、日本全国の自然資本の価値の2050年における値を計算し、PANCESシナリオごとの持続可能性を検証した。予測結果から、地方部・都市部両方において、自然資本ベースの人口分散シナリオが2050年時点で最大額の陸域自然資本を維持することが判明した。また、耕作放棄農地の森林転換が陸域自然資本の増加をもたらすポテンシャルを有していることがわかった。加えてアマモ場および海藻藻場の価値のシナリオ別予測も行い、人口分散シナリオが人口集中シナリオと比較して相対的にこれらの沿岸自然資本を維持することを示した。全般的な傾向として、効果的に人口分散を促進していくことが、陸域・海域の自然資本を保全し、持続可能性を実現するための1つの有効な対策になり得ることが示された。

また、自然資本だけでなく、人工資本や人的資本も踏まえた包括的富指標の都道府県レベル・自治体レベルでの推計を行った。さらに、計算された指標を用いて、自治体との提携を行い、包括的富指標を基にした政策決定や予算配分決定に関する協力を進めた。

さらに本研究では、日本の人々を対象とした調査を実施することにより、人々の包括的福利を構成する基本的側面の相対的限界効用を推定した。その中で、政策決定と個人の選択の両方の観点から、福利を構成する100を超える側面の相対的な重要性を明らかにした。また、先行研究で対象とされていたアメリカの人々と比較して、日本の人々にとっての各側面の相対的重要度に大きな違いが見つかった。本研究の結果から、各国の状況に合った包括的指標を構築するために、少なくとも国レベルで福利の基本的側面の相対的な重要性をそれぞれ推定する必要があることが示された。

1. 研究開発目的

わが国において、人口動態・土地利用等の観点からどのような道筋をたどれば持続可能な社会が実現されるかを明らかにするため、本研究では自然資本の価値化およびPANCESシナリオを用いた将来予測を行う。アンケートを用いて日本の農地・森林・海域を含む各自然資本の保全に対する世帯の支払意思額を推定する。推定額の値を用いて包括的富アプローチで各自然資本のストックとしての価値を計算し、人口予測データと土地利用予測データを用いて2050年時点での陸域・海域自然資本の価値を予測する。予測値を基に、人口集中・分散社会、自然資本ベース・人工資本ベース社会のうちどの社会を目指すことが持続可能な社会の実現にとって望ましいかを明らかにする。また、包括的富の指標を地域政策へ応用し、持続可能性を踏まえた政策指標の社会実装に向けた取り組みを進める。さらに、近年の包括的福

利指標の必要性の高まりを踏まえて、自然資本を含む様々な要素を包含した指標を構築し、空間レベルごとに区分した自然資本が人々の福利にとってどの程度の影響をもつかを明らかにする。

2. 研究目標

自然資本の保全は、人類の福利の維持および持続可能性の基盤をなすものとして重要である。日本全国に分布する自然資本の今後の傾向を予測することで、持続可能性を維持しながら自然資本の効果的な保全を行うための有用な材料を得ることができる。本サブテーマでは、PANCESの4つのシナリオをベースに、農地・森林・海域の自然資本の各要素を含めて自然資本価値の将来予測を行う。また、こうした自然資本や人工資本、人的資本に加え、幸福度や生活満足度等のより主観的な尺度を包含した包括的な福利の計算も行う。

3. 研究開発内容

① 日本の陸域・海域自然資本の保全に対する支払意思額の推定および決定要因の分析

本研究では日本の陸域・海域自然資本の価値の推定および将来予測を行うため、2019年2月に全国の個人7,556人を対象に独自のインターネット調査を行った。対象とする自然資本は、水田、畑、果樹園、牧草地、人工林、天然林、海岸防災林、サンゴ礁、藻場、干潟、砂浜、マングローブ林、漁場の13項目とした。これら自然資本は全て、日本の人々の生活、文化、社会、環境、幸福を維持する上で重要な役割を果たしている。しかし、それらの中で特に海域の自然資本は、近年減少傾向にある。

アンケートでは、支払カード形式を用いて、各自然資本を維持するために世帯から支払える最大の金額について質問した。前述の13項目の自然資本に加え、日本の自然環境全体の保全全般に対して家計から支払える最大金額についても質問した。その他、支払意思額の決定要因となると考えられる項目として、各自然資本に対する主観的な重要度、各自然資本への訪問頻度を質問し、年齢、性別、所得等の社会経済学的属性についても質問した。

支払意思額に関する質問では、各自然資本を維持していくために、年間最大で回答者の世帯からいくらかまで支払ってよいかを質問した。回答者は、画面に表示されている支払金額範囲の選択肢の中からあてはまるものを1つ選択する。その際回答者に、各自然資本の面積等に関する近年の推移、各自然資本がもつ生態系サービスのリスト、および仮想的な保全プロジェクトを行わなかった場合の自然資本の仮想的な減少量を提示し、そのプロジェクトを行うためにいくらかまで支払ってよいかを回答した。表示される生態系サービスとしては、供給サービス、調整サービス、生息・生育地サービス、文化的サービスが含まれている。

また、回答者には、仮想のプロジェクトに関する以下の4つの仮定を提示した。(1) 各自然資本の保全への支払額について回答する際、回答者は他の自然資本についての支払いを行わない。(2) 回答者が支払う金銭は、各自然資本を維持するためのプロジェクトにのみ使用される。(3) プロジェクトが実施される場合、合意した世帯だけでなく、すべての世帯が税金や関連商品の値上げ等を通して費用を負担する。(4) 支払は今後10年間続くものとする。さらに、質問したすべての項目について支払意思額を0円と回答した回答者については、支払いたくない理由について質問した。そのうち一定割合が「自分に支払う義務はないと思うから」、「支払ったお金が正しく使われるか不安だから」、「与えられた情報からでは決められないから」、「上記以外の理由」と回答したため、これらの回答を抵抗回答に分類し、WTPの推定および決定要因分析のサンプルから除外した。

質問への回答を基に、13項目の自然資本の保全および日本の自然環境全体への保全に対する支払意思額の決定要因を分析した。分析サンプルから抵抗回答を除外した上でも、ほとんどの項目について、約20%の回答者は支払意思額を0円と回答していた。近年の研究では、被説明変数が順序カテゴリである場合の回帰分析の手法として、Zero Inflated Ordered Probit (ZIOP) Model が利用されるようになっている。この手法は、順序変数の観測値のうちゼロの値の割合が高い場合に、バイアスの少ない推定値を提供できるという点で、通常の順序プロビット回帰よりも優位性を有していることが分かっている。これらの研究は、0の値が2つの異なる要因から生じている場合にZIOPモデルが好ましいことを示している。1つ

は、”always zero”の観測値と呼ばれ、例えば収入が増えても特定の自然資本にお金を払わないような人を指す。もう一つは0以外の値に遷移する可能性のある0であり、これは収入が増えた場合に支払う可能性のあるような人を指す。Always zero になるための決定要因は、支払意思額の金額の決定のされ方とは異なることが多いため、always zero を考慮しない通常の順序プロビットモデルではそのような状況を正確に推定できない。

要因分析に加えて、支払カード形式の質問回答から、各自然資本の保全に対する平均支払意思額を推定した。推定手法には Turnbull Lower Bound Mean (LBM) と Kristrom mean を用いた。どちらも支払カード方式を用いた際の平均支払意思額の推定方法として一般的に研究で利用されており、Turnbull LBM は支払意思額の各選択肢の範囲の下限値を平均に用いるのに対し、Kristrom mean は各選択肢の範囲の中央値を平均する。そのため、Kristrom meanの方が Turnbull LBMと比較して大きな値となる。

② 日本の陸域・海域自然資本の将来価値予測シナリオ分析

アンケートで推定した平均支払意思額を用いて、2050年の自然資本の価値の将来予測を市区町村レベルで行った。シナリオ予測により、どの経路がより持続可能な未来を実現しうるかを評価することができる。予測には、PANCESの5シナリオを適用した。シナリオは、BAU, NC, ND, PC, PDの5シナリオを用いた。PANCESシナリオを用いてすでに行われた人口予測データ¹⁾と土地利用予測データ²⁾を自然資本の価値の主なドライバー変数とし、シナリオ別の2050年時点の自然資本の富としての価値を算出した。

自然資本の富としての価値の算出には近年持続可能性を評価する手法として注目されている包括的富のアプローチ³⁾を用いた。包括的富における自然資本は、「資本ストック×シャドウプライス」で表される。ここで資本ストックは対象地域における森林や農地の総面積などに該当し、シャドウプライスはその資本ストック1単位当たりの変化が現在および将来世代の福祉に与える価値として計算される。

Shoyama et al. (2019)²⁾の土地利用予測データは、1kmグリッドレベルの主題図となっている。各グリッドは、(1)住宅地、(2)水田、(3)畑地、(4)その他耕作地、(5)放棄農地、(6)草地、(7)自然林、(8)二次林、(9)人工林、(10)その他に分類されている。本研究中では、水田、畑地、その他耕作地、人工林、天然林（自然林、二次林）に分類されているグリッドを利用し、各自治体内の各カテゴリに分類されたグリッドの総数を利用して2050年時点の陸域自然資本の面積を自治体レベルで予測した。

Hori et al. (2020)¹⁾の人口予測データは、日本の人口が強い人口集中、弱い人口集中、弱い人口分散、強い人口分散、現状維持のいずれかに従うことを想定し、500mグリッドレベルでの2050年の日本の人口分布の予測値を示した。この人口予測データから強い人口集中、強い人口分散のシナリオの人口予測値を用いて、自然資本のシャドウプライスを計算するための各自治体の2050年時点での世帯数を予測した。

本研究におけるアンケートで推定された支払意思額は、世帯が年間で各自然資本の維持に支払える最大金額を示している。自然資本のストックとしての価値を計算するためには、世帯ごと年間支払意思額（円/世帯）からシャドウプライス（円/ha）を計算する必要がある。まず、2015年から2050年までの人口当たり世帯数が自治体ごとに一定であると仮定し、2050年の人口予測値から2050年の世帯数をシナリオ別に予測した。次に、各自然資本の支払意思額に自治体ごとに世帯数予測値を掛け合わせ、経済状況の変化と割引率を考慮することで、各自然資本の自治体別・シナリオ別のシャドウプライスを計算した。

さらに、土地利用予測データを用いて予測した各自然資本の2050年時点でのシナリオ別面積値をシナリオ別シャドウプライスと掛け合わせることで、各自然資本の2050年時点での富としての価値をシナリオ別・自治体別に算出した。また、水田、畑地、その他耕作地、人工林、天然林の価値の総和を算出することで、自治体別・シナリオ別の2050年時点での陸域自然資本の価値の総額を算出した。

また、補助的分析として、耕作放棄地を森林転換した場合の陸域自然資本の増加分がどれほどかを定量化した。本分析では Shoyama et al. (2019)²⁾の土地利用データの各シナリオにおいて、2030年に存在する耕作放棄地を2050年までに全て森林転換したときの陸域自然資本の価値の増加分をシナリオ別に算出した。耕作放棄地転換のシナリオとして、(1)全て人工林になる、(2)全て二次林になる、(3)人工林及び二次林になる、の3つのシナリオを用意した。シナリオ(3)については、各耕作放棄地のグリッドの半径5.5km圏内の人口が500人以上であれば人工林に転換され、500人未満であれば二次林になるという仮定

を置いた。この場合、日本全国において耕作放棄地の約半分が人工林、もう半分が二次林に転換されるようなシナリオとなる。

さらに、海域自然資本の中からアマモ場と海藻藻場に着眼し、その価値の変化をPANCESシナリオに沿って予測した。元データとして環境省(1994)⁴⁾の藻場の分布データを2次メッシュに集計したものを利用した。藻場面積の推定の説明変数として、緯度、経度、水温、クロロフィルa、沿岸農地率、波当たり、潮汐の大きさ、沿岸人口、水質を利用し、勾配ブースティング法による機械学習で予測を行った。推定された面積に別稿のWTPを基に求めたシャドウプライスを乗じ、2050年時点での日本全国のアマモ場・海藻藻場の価値をPANCESシナリオ別に予測した。また、価値づけを行う人口の場合分けとして、日本全国の人々が価値づけを行う場合と、沿岸自治体に居住する人々が価値づけを行う場合の2つを設けた。

③ 包括的富の計測および地域政策への利用

人々の持続可能性を評価するためには、自然資本だけでなく、人工資本、人的資本も考慮した包括的な資本が将来世代にわたって維持されるかどうかを確かめる必要がある。それは国家レベルだけでなく、自治体レベルの政策においても重要である。最近では、地域での総合戦略においてSDGs(持続可能な開発目標)が重要視されている。そのSDGsの達成度を評価する指標として、新国富指標がある。新国富指標は、パーサ・ダスグプタ氏やノーベル経済学賞受賞者の故ケネス・アロー氏らによって開発され、SDGsに関する取り組みを総合的に評価する方法として国連に採用されている。イギリスの生物多様性の経済価値評価についての報告書「ダスグプタ・レビュー」でもこの指標を中心に据えており、国としても採用している。

新国富指標は、経済活動から生み出される建物やインフラなどによって評価される人工資本に加えて、国民の教育水準や労働環境を反映した人的資本、自然の豊かさを反映した自然資本から構成される。これら三つの資本は、遠い将来にわたって人々の生活水準の維持と向上を図る上で必要な資源である。新国富指標ではこれらの資源を金額で表示しており、社会が持続的発展可能な水準にあるかどうかを評価する際の参考指標とする(図3.1)。本研究では、日本全国の包括的富を、自然資本、人工資本、人的資本それぞれについて都道府県レベル、市区町村レベルそれぞれの空間レベルで推計する。包括的富指標の政策利用事例として、包括的富を活用した街づくりへの協力を行う。具体的には、福岡県の久山町や宮若市、そして直方市と提携して、アンケートの実施、データ分析、包括的富の計算を行い、計算結果を基に政策提言を行う。

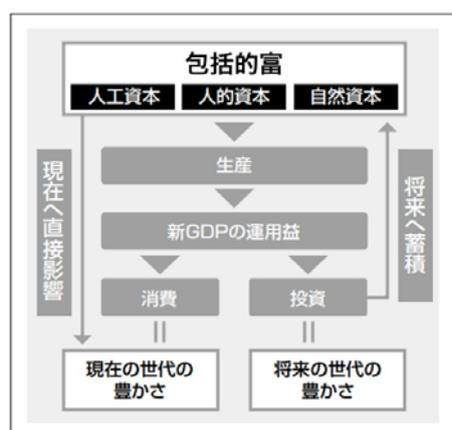


図3.1 包括的富の想定する経済フローとストック(栗田・馬奈木, 2020)⁵⁾

④ 包括的福利指標を用いた様々な項目の相対的限界効用の順序化および自然資本の重要度分析

幸福度や福利についての研究は、これまで政策指標として中心的に用いられてきたGDP等の経済指標に対する疑問や批判をベースとして近年高まりを見せている。最も大きな論点は、GDPは所得以外の人々の福利に影響する数々の要素を包含できていない、というものである。中でも、自然資本は生態系サービスの提供や文化との共存を通して人々の福利を支えているにもかかわらず^{6), 7)}、経済指標は自然環境

の豊かさを評価できない。そこで、自然資本を評価できるような福利指標の構築が必要であるといえる。

人々の福利指標を構築するには、自然資本だけでなく、精神的満足度や機会の豊かさ、道徳、他者との関係性など、福利を構成する様々な要素を考慮する必要がある。それら要因を考慮した上で、それらに比べて自然資本が人々の福利に対してどの程度相対的に重要な役割をもつかを明らかにすることで、福利向上を目的とした政策において自然資本の保全にどの程度の資源を割くべきかの検討材料となる。

近年、人々の福利を構成する様々な要素の相対的重要度を、経済理論に即して順序化する手法が開発された。Benjamin et al. (2014)⁸⁾ は、国民の福利を構成する100項目以上の基礎的な側面（幸福度、生活満足度、経済状況、物的豊かさ、精神的側面、機会、道徳、自由、平等、他者との関係、自然環境等）について、アンケートベースで相対的限界効用を推定する手法を提案し、その手法を用いてアメリカの4,600人の国民にアンケートを実施し、それらの項目の相対的重みづけを行った。彼らの結果として、政策に関連する131項目のうち、「国内の腐敗、不正、権力の濫用からの自由」が1位となり、「世界の動物、自然、環境の状態」は38位となっていた。

しかし、Benjamin et al., (2014)⁸⁾ で明らかになったのはあくまでアメリカの人々の福利を構成する要素の相対的重要度であり、日本の人々の福利とは異なる可能性がある。実際、先行研究では選好が国によって異なることが明らかになっている⁹⁾。この場合、他の国を対象とした先行研究で明らかになった項目別重みづけをそのまま利用するのではなく、日本の人々を対象とした相対的重要度の推定を新たに行う必要がある。また、Benjamin et al., (2014)⁸⁾ では、自然資本に関する項目として「世界の動物、自然、環境の状態」のみが含まれていたが、国内の自然資本や居住地周辺の自然資本など、空間レベルが異なるときにその重要度がどう変化するかは明らかではない。もし世界の自然資本より国内や居住地周辺の自然資本の方が重要であると認識されていれば、人々は自分の生活環境の近くにある自然資本により価値を感じていると考えられる。逆に、もし世界の自然資本の方が重要であれば、自分の身近にない自然環境についても身近な自然環境以上に価値を感じているということになる。

本研究では、日本の個人を対象に、人々の福利を形作る様々な側面の相対的重みづけを行う。Benjamin et al. (2014)⁸⁾ が提示した手法を用いる。彼らの手法は、効用理論に基づき、人々の福利を構成する様々な側面が持つ限界効用を定式化し、アンケートベースでその限界効用に比例する係数（相対的限界効用）を推定するものである。まず、回答者には図3.2に示す2つの選択肢が提示され、どちらの選択肢をどの程度好むかを回答させる質問を1人当たり16回行う。2つの選択肢は、福利に関わるいずれかの側面を改善するものとなっており、回答者がどちらの選択肢を選ぶかによって、どのような側面を重視したのかを分析できる。16回の質問のうち11回は回答者個人に関する側面を改善する個人的な選択、残りの5回は日本のすべての人々に関わる側面を改善する政策への投票といった形をとる。すべて現状から比較した改善度合いを示す。個人に関する側面は116個、政策に関わる側面は133項目であり、どの側面を表示するかは質問・回答者によってランダムに変化するような仕組みになっている。項目のリストはBenjamin et al., (2014) が利用していたものをベースとする。彼らのリストでは、自然資本に関する項目として「世界の動物、自然、環境の状態」が含まれていた。これに加えて、空間レベルの異なる自然資本の側面として「国の動物、自然、環境の状態」、「身の回りの動物、自然、環境の状態」を加えたものを用いる。各シナリオで、表示されている側面以外の側面に関しては変化がない旨を回答者に提示している。

	選択肢1	選択肢2
あなたの生活に対する満足度	わずかに改善する	変化なし
あなたの身の回りの動物、自然、環境の状態	変化なし	とても改善する
あなたが社会に果たす役割を持っていること	とても改善する	変化なし
あなたの社会的ステータス	変化なし	わずかに改善する

1. 選択肢1をととても好む	4. 選択肢2をわずかに好む
2. 選択肢1をまあ好む	5. 選択肢2をまあ好む
3. 選択肢1をわずかに好む	6. 選択肢2をととても好む

図3.2 回答者に提示されるシナリオの例

選択肢を被説明変数、各側面の改善度を説明変数として回帰分析を行うことで、各側面の改善度が人々の選択に与える効果の係数を推定することができ、この係数を相対的限界効用と認識することができる。図3.Yは、自然資本、包括的富、包括的福利の関係性と、本研究が対象とするトピックである①、②、③、④のそれぞれの位置づけを示している。自然資本は人工資本、人的資本とともに包括的富を構成しており、包括的富は、人々の福利にとって重要なその他の様々な要因（幸福度、精神的要素、自由、機会の多さなど）とともに包括的福利を構成している。



図3.Y 自然資本、包括的富、包括的福利の関係

4. 結果及び考察

① 日本の陸域・海域自然資本の保全に対する支払意思額の推定および決定要因の分析

抵抗回答を除外した上での各自然資本の保全に対する支払意思額を図3.3に示す。多くの自然資本について、約20%程度の回答者が支払意思額を0円と回答していることがわかる。また、どの自然資本についても1000円未満の範囲の金額を選択した割合が約75%程度を占めている。

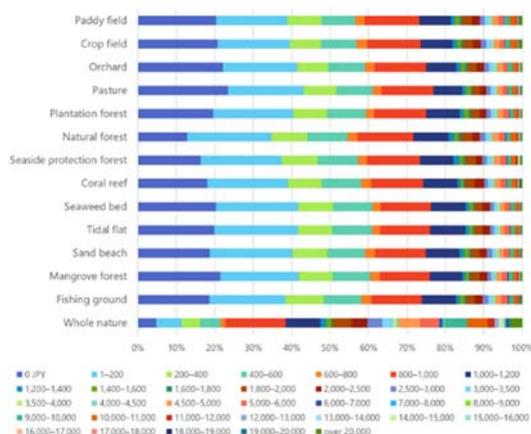


図3.3 自然資本の支払意思額の回答分布：出典：Kumagai et al. (2021)¹⁰⁾

表3.1に、回帰分析の結果を示す。Outcome equation の係数は、説明変数が支払意思額の大きさに与える効果として、splitting equation の係数は、回答者が0円以上の金額を支払う確率に対する説明変数の効果として解釈できる。Splitting equation を見ると、性別、都市居住、訪問頻度、主観的重要性は、多くの自然資本の支払意思額に有意な効果を持つことがわかる。女性の回答者は、男性よりも自然資本の維持に対して金銭を負担しようとする確率が高い。都市域に居住する回答者は、地方部の居住者と比較して、自然資本を維持するために金銭を支払おうとする確率が低い。訪問頻度、主観的重要性のどちらかまたは両方は、果樹園と牧草地を除くほとんどの自然資本の支払確率にプラスの効果を持つ。また、年齢が高い人は若い人に比べて海洋の自然資本と全体的な自然環境に金銭を払おうとする確率が高い。居住地方ダミーはほとんどが負の係数を示しており、いくつかは統計的に有意である。これはベースラインである北海道地方の居住者がその他の地方の居住者に比べて自然資本の維持に金銭を支払おうとする確率が高いことを示唆している。都市の生物多様性指標に関しては、指標6は農地への支払確率と正の相関が

あり、地方自治体が都市計画において生物多様性保全を積極的に検討している場合、自治体の住民は農地の維持に金銭を支払う傾向にあるといえる。一方で指標7は、農地や森林を維持することへの支払確率と負の相関関係があり、これは地方自治体が住民や組織に生物多様性保全に関連する活動への参加を積極的に促している場合、住民の農地や森林への支払確率が低くなることを示唆している。

Outcome equation の係数推定値を見ると、性別、大卒、世帯人数、世帯年収、訪問頻度、主観的重要度、および居住地方が多くの自然資本の維持に対する支払意思額の大きさと有意に相関することがわかる。世帯年収と訪問頻度は、すべての自然資本の支払意思額と正の相関がある。男性は女性に比べて多くの自然資本についての支払意思額が高い。また、大卒者はそうでない回答者と比べていくつかの自然資本について高い支払意思額を示す傾向にある。主観的重要度は、一部の自然資本の支払意思額に正の相関を示した。世帯人数は、多くの自然資本の支払意思額と負の相関があった。居住地方を見ると、すべての係数が負であり、その多くは統計的に有意であった。つまり、北海道地方の居住者はその他の地方の居住者に比べて自然資本を維持するための支払意思額が高いといえる。さらに、海岸線までの距離は、海岸防災林、干潟、マングローブ林、漁場を維持するための支払意思額に負の相関があった。このことから、海岸の近くに住む人々の方が、これらの自然資本に高い支払意思額を示しているといえる。

表3.1 ZIOPモデルによる回帰分析結果

変数	水田	畑地	果樹園	牧草地	人工林	天然林	海岸防災林
<i>Outcome Eq</i>							
女性	-0.157***	-0.166***	-0.163***	-0.130**	-0.0932**	-0.0696	-0.0883*
年齢	-0.00107	-0.00119	-0.00320*	-0.00115	-0.00276	-0.00252	-0.00276
大卒	0.0686	0.0813	0.0754	0.0821	0.0618	0.0815*	0.0709
世帯人数	-0.0347	-0.0272	-0.0311	-0.0383	-0.0506**	-0.0347	-0.0324
子供の数	0.0412	0.0411	0.0413	0.0511	0.0517	0.0421	0.0273
就労者	-0.000418	0.0164	0.0179	0.0248	-0.0506	-0.0123	-0.0369
世帯年収	0.000448***	0.000452***	0.000460***	0.000433***	0.000420***	0.000401***	0.000419***
都市居住	-0.000390	0.000828	-0.0173	-0.00785	0.0232	-0.00990	0.00509
訪問頻度	0.159***	0.140***	0.185***	0.203***	0.0904***	0.111***	0.105***
主観的重要度	0.180***	0.130**	-0.00637	-0.135	0.0553	0.0859**	0.0821
水田面積	1.79e-07						
その他耕作地面積		-4.62e-07	-4.12e-07	-2.33e-07			
森林面積					4.08e-08	-1.94e-08	1.20e-08
海岸線までの距離							-0.0471**
北海道（ベースライン）							
東北	-0.369***	-0.320***	-0.304***	-0.312***	-0.280***	-0.276***	-0.261**
関東	-0.201**	-0.188**	-0.178*	-0.151	-0.150*	-0.124	-0.164*
中部	-0.279***	-0.262***	-0.186*	-0.181*	-0.160*	-0.137	-0.184**
近畿	-0.248**	-0.237**	-0.208*	-0.146	-0.182*	-0.180*	-0.198**
中国	-0.361***	-0.338***	-0.305***	-0.297***	-0.275**	-0.226**	-0.336***
四国	-0.401***	-0.303**	-0.231	-0.196	-0.233	-0.248*	-0.316**
九州・沖縄	-0.228**	-0.214**	-0.206**	-0.225**	-0.223**	-0.209**	-0.262***
指標4	-0.00328	-0.00254	-0.00302	-0.00402*	-0.00185	-0.00240	-0.000509
指標6	-0.00470	-0.00457	-0.00533	-0.00395	-0.00110	-0.00187	-0.00290
指標7	0.00672*	0.00541	0.00703*	0.00540	0.000764	0.00167	0.00184
<i>Splitting Eq</i>							
女性	0.534***	0.760**	0.614***	0.740***	0.314**	0.281***	0.322***
年齢	-0.00314	-0.00659	-0.00468	-0.00657	0.00552	0.00253	0.00388
大卒	0.105	0.0185	-0.00603	-0.0755	0.121*	0.102	0.113
世帯人数	0.0598	0.0847	0.0714	0.1000*	0.0412	0.00708	-0.00639
子供の数	0.0329	0.0144	0.0745	0.0224	-0.00755	-0.0108	0.0344
就労者	0.00964	0.0134	-0.0268	-0.0907	0.0542	-0.0493	0.0181
世帯年収	-0.000137	-0.000172	-0.000207*	-0.000204*	-4.78e-05	5.53e-05	-1.64e-05
都市居住	-0.155*	-0.193*	-0.117	-0.176	-0.0921	-0.123	-0.102
訪問頻度	0.0767**	0.0414	0.0247	0.0479	0.140***	0.201***	0.144***
主観的重要度	0.720***	0.373***	-0.0814	0.393	0.566**	0.568***	0.371***
水田面積	7.56e-09						
その他耕作地面積		8.78e-07	4.34e-07	1.09e-07			
森林面積					1.88e-07	7.19e-07**	4.54e-07
海岸線までの距離							-0.0163
北海道（ベースライン）							
東北	-0.198	-0.136	-0.0984	-0.0240	-0.171	-0.263	-0.224
関東	-0.307*	-0.368	-0.363	-0.297	-0.240*	-0.346**	-0.288**

中部	-0.290	-0.225	-0.323	-0.303	-0.193	-0.229	-0.247*
近畿	-0.467**	-0.509*	-0.473*	-0.607**	-0.375**	-0.477**	-0.397**
中国	-0.413**	-0.373	-0.500*	-0.456	-0.255	-0.537**	-0.342**
四国	-0.308	-0.542*	-0.567*	-0.474	-0.281	-0.526**	-0.360*
九州・沖縄	-0.223	-0.310	-0.296	-0.146	-0.117	-0.137	-0.0171
指標4	0.00317	0.00246	0.00313	0.00392	0.00189	0.00425	3.79e-05
指標6	0.0133**	0.0167**	0.0133*	0.0141*	0.00577	0.00544	0.00351
指標7	-0.0168**	-0.0191**	-0.0181**	-0.0170**	-0.00972**	-0.0136**	-0.00510
定数	0.902**	1.377***	1.576***	1.532***	0.522*	1.047***	0.890***
観測数	3,103	3,104	3,095	3,093	3,107	3,116	3,111

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表3.1 (続き)

変数	サンゴ礁	藻場	干潟	砂浜	マングローブ 林	漁場	日本の自然環境
<i>Outcome Eq</i>							
女性	-0.0447	-0.0967**	-0.0998**	-0.139***	-0.0155	-0.137***	-0.0882**
年齢	0.000958	-0.00191	-0.00345*	-0.00201	0.00111	-0.00124	0.00278*
大卒	0.0892**	0.0826*	0.0915*	0.0442	0.139***	0.0856*	0.107***
世帯人数	-0.0442**	-0.0462**	-0.0346	-0.0363*	-0.0589**	-0.0409*	-0.0421**
子供の数	0.0781**	0.0548*	0.0344	0.0384	0.0619*	0.0384	0.0546*
就労者	-0.0104	0.0294	0.0587	0.0748	-0.0224	0.0480	0.0315
世帯年収	0.000389***	0.000411***	0.000442***	0.000364***	0.000413***	0.000380***	0.000550***
都市居住	0.000487	-0.0279	-0.0166	-0.0144	0.0238	0.00322	-0.0191
訪問頻度	0.167***	0.156***	0.0893***	0.112***	0.171***	0.0879***	
主観的重要度	0.0375	0.0797	0.216***	-0.0397	0.287***	0.126***	
サンゴ礁までの距離	0.000753						
藻場までの距離		-0.0236					
干潟までの距離			0.0302				
砂浜までの距離				-0.0282			
マングローブ林までの距離					0.0927*		
海岸線までの距離	-0.0235		-0.0535*		-0.0532**	-0.0434*	
北海道 (ベースライン)							
東北	-0.245**	-0.275**	-0.285**	-0.266**	-0.260**	-0.239**	-0.233**
関東	-0.146	-0.117	-0.113	-0.128	-0.0530	-0.131	-0.161**
中部	-0.147	-0.152*	-0.175*	-0.178**	-0.128	-0.241**	-0.200**
近畿	-0.181	-0.167	-0.172	-0.206**	-0.0410	-0.247**	-0.209**
中国	-0.258**	-0.247**	-0.243**	-0.264***	-0.0587	-0.331***	-0.150
四国	-0.307**	-0.205	-0.228	-0.222	-0.180	-0.290*	-0.240*
九州・沖縄	-0.248**	-0.272***	-0.304***	-0.307***	-0.138	-0.353***	-0.135
指標4	-0.00257	-0.00233	-0.00168	-0.00106	-0.00301	-0.00271	-0.00130
指標6	-0.00725**	-0.00184	-0.00159	-0.00238	-0.00694**	-0.00343	0.000258
指標7	0.00552	0.00344	0.00198	0.00258	0.00582	0.00451	-0.00186
<i>Splitting Eq</i>							
女性	0.277***	0.321***	0.345***	0.208***	0.525***	0.326***	0.231
年齢	0.00400*	0.00477**	0.00689**	0.00511**	0.00629	0.00207	0.0156***
大卒	0.0887	0.113*	0.0690	0.121**	-0.105	0.126*	-0.177
世帯人数	0.0356	0.0280	0.0193	0.0258	0.167**	0.0425	0.116
子供の数	-0.0292	-0.0166	0.000491	-0.00991	-0.0757	0.0147	-0.169
就労者	0.000497	-0.0380	-0.0871	-0.0642	0.0297	-0.0856	0.0113
世帯年収	8.82e-05	7.38e-05	5.84e-05	0.000127*	-0.000189	-9.41e-05	-2.38e-05
都市居住	-0.0695	-0.151**	-0.188***	-0.153***	-0.115	-0.213**	-0.428**
訪問頻度	0.146***	0.101***	0.172***	0.183***	0.185**	0.119***	
主観的重要度	0.904***	0.759***	0.772***	0.522***	4.279	0.725***	
サンゴ礁までの距離	0.0383						
藻場までの距離		-0.0371					
干潟までの距離			0.0493				
砂浜までの距離				0.00678			
マングローブ林までの距離					-0.442		
海岸線までの距離	-0.00320		-0.00995		0.112	0.0500	
北海道 (ベースライン)							
東北	-0.141	-0.170	0.0441	-0.103	-0.158	-0.277	3.633
関東	-0.0259	-0.189	-0.109	-0.191*	-0.379	-0.371**	-0.192
中部	-0.124	-0.177	-0.0945	-0.0752	-0.302	-0.166	0.195
近畿	-0.0924	-0.312**	-0.231	-0.264**	-0.674*	-0.463***	-0.268
中国	-0.115	-0.242*	-0.0608	-0.168	-0.859**	-0.330*	-0.418

四国	-0.200	-0.237	-0.0145	-0.0549	-0.884*	-0.450**	-0.279
九州・沖縄	0.0288	-0.0216	0.140	0.0141	-0.475	0.0320	-0.147
指標4	-0.00529*	0.00174	0.00190	0.00155	-0.00831	0.00450	0.00326
指標6	0.00385	-0.00101	-0.000177	-0.000694	0.00903	0.00339	-0.00618
指標7	-0.000947	-0.00391	-0.00260	-0.00209	-0.00132	-0.00848	-0.00765
定数	0.312	0.868***	0.389	0.423	3.758*	0.820**	2.125***
観測数	3,092	3,084	3,084	3,089	3,086	3,087	3,145

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

注：海岸線までの距離は、藻場までの距離、砂浜までの距離と強い相関があるため、藻場と砂浜の回帰式からは除外した。

回帰結果から、いくつかの有用な議論点が浮かび上がってきた。まず、共変量が支払意思額と有意な相関をもっているかどうかは、自然資本によっていくつかの違いが生じていることが分かった。例えば、天然林、サンゴ礁、藻場、干潟、マングローブ林、漁場の支払意思額は大卒者の方が高い傾向にあるが、他の自然資本は学歴と有意な関係は見られなかった。この結果についての考える考察として、高等教育の効果が考えられる。高等教育を通して、農地や人工林がもつ直接的な利用価値だけでなく、生態系サービス等の観点から間接利用価値と非利用価値のある自然資本に関する理解が深まっている可能性がある。さらに、回答者に子供がいる場合、サンゴ礁、藻場、マングローブ林の支払意思額は高い傾向にあるが、その他の自然資本は子供の数と有意な相関はない。子供がいることと特定の自然資本の支払意思額との正の関係について考えられる理由の1つは、子供がこれらの自然資本に関する環境教育を受けている可能性があげられる。子供がいる回答者は、日常会話等を通じて、子供の環境教育の効果を間接的に享受している可能性があると考えられる。

次に、都市部の居住者は、地方部の居住者よりも自然資本の維持に対して金銭を払おうとする確率が低くなることがわかった。考える理由の1つは、豊かな自然環境に囲まれてより多くの時間を過ごした可能性が高い地方部の住民に比べ、都市部の住民は、自然資本の価値をあまり感じていない可能性があることがあげられる。先行研究でも、個人が自然と共にした経験が浅いほど、自然への愛着が低く、自然を保護する意欲が低いことを示すエビデンスが存在する¹¹⁾⁻¹³⁾。さらに、すべての自然資本の支払意思額には居住地方によって違いがある。具体的には、北海道地方の居住者は、他の地方の居住者と比較して、多くの自然資本について高い支払確率と支払額の両方を示した。この結果は、北海道地方の居住者が自然環境の保全に関して高い意識をもっていることを示している。北海道地方の豊かな自然環境が、高い環境意識を醸成している可能性が考えられる。

表3.2に、自然資本の平均支払意思額の推定値を示す。一般に、Kristrom mean は Turnbull LBM よりも高い値となる。表3.2の右端の列は、ヘクタールまたはトン単位当たりの支払意思額を示している。単位当たり支払意思額は、各自然資本の総量に影響を受ける。総量の少ない自然資本の方が1単位当たりの価値は高くなる傾向にあり、単位当たり支払意思額は、総量の少ない自然資本において高い値を示している。平均支払意思額の推定値から、いくつかの有用な傾向がみられた。例えば、天然林の仮定減少量は人工林よりも少ないが、天然林の方が人工林よりも想定された減少を防ぐための平均支払意思額は高くなっている。また、海域の自然資本の中では、藻場の平均支払意思額が比較的低い値となっている。

表3.2 平均支払意思額の推定値

	仮想減少量	平均支払意思額 (2019 US\$/世帯/年)		
		Turnbull LBM	Kristrom mean	単位当たりKristrom mean (10 ⁻³ per ha or 10 ⁻³ per t)
水田	12,500 ha	11.0	11.8	0.941
畑地	7,500 ha	10.8	11.6	1.546
果樹園	5,000 ha	9.5	10.3	2.063
牧草地	2,500 ha	9.0	9.8	3.922
人工林	18,000 ha	9.2	10.1	0.559
天然林	10,000 ha	10.7	11.6	1.163
海岸防災林	22 ha	10.1	11.0	499.296
サンゴ礁	70 ha	9.8	10.7	152.361

藻場	2,000 ha	8.5	9.3	4.658
干潟	99 ha	8.3	9.2	92.621
砂浜	56 ha	8.9	9.8	175.565
マングローブ林	1.5 ha	9.0	9.8	6562.749
漁場	178,000 t	9.6	10.5	0.059
日本の自然環境	-	34.9	40.4	-

② 日本の陸域・海域自然資本の将来価値予測シナリオ分析

図3.4左のグラフは、算出された陸域自然資本の価値を都市部・地方部別に総計した値をシナリオ別に示したものである。ここで、Hori et al. (2020)¹⁾ のコンパクトシナリオにおいて人口が集中するとされている自治体を都市部、そうでない自治体を地方部としている。どのシナリオを辿っても、地方部における陸域自然資本の価値は2019年から2050年にかけて減少することがわかる。これは、地方部における人口減少の影響が大きいと考えられる。一方都市部では、自然資本ベースのシナリオ (NC, ND) のみ陸域自然資本の価値が増加している。また、都市部における陸域自然資本の価値が、シナリオが人工資本ベースか自然資本ベースかの違いに影響を受けるのに対し、地方部では人口が集中するか分散するかの違いに大きく影響を受けており、分散シナリオの方が価値は高い。結果として、NDシナリオが最大額の陸域自然資本を維持する。この結果は、自然資本ベースのシナリオにおいて都市部における農地や森林がより多く維持されること、また、分散シナリオにおいて地方部の人口が維持された結果として地方部の自然資本の価値が高くなることによるものと考えられる。図3.4右の地図は、NDシナリオを辿った場合の陸域自然資本の価値の分布を示している。

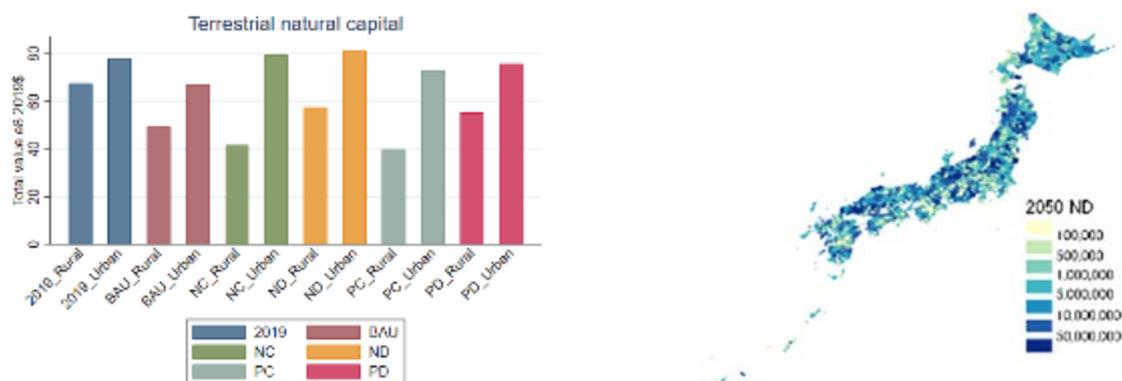


図3.4 陸域自然資本のシナリオ別予測値および空間分布 (2019 US\$) 出典：Kumagai et al. (2021)¹⁰⁾

また、図3.5に、耕作放棄地を森林転換するシナリオを用いた際の陸域自然資本の増分の推計結果を示す。図上部は耕作放棄地を森林に転換した場合の陸域自然資本の価値の増分を、転換シナリオ別・PANCESシナリオ別に示している。転換シナリオ別にみると、(2)全て二次林シナリオにおいて陸域自然資本の価値の増分が最大になることがわかる。これは、4.4節で推定された平均WTPの値が、人工林よりも天然林について大きくなるのが主な要因である。アンケート回答者は人工林よりも天然林を2倍程度高く価値付しているため、耕作放棄地を全て二次林にした方が価値の増分は大きい。また、PANCESシナリオ別にみると、PCにおいて価値の増分が最大になることがわかる。これは、2030年時点でPCにおいて耕作放棄地の面積が最も大きくなることに起因する。結果として、耕作放棄地の森林転換は、陸域自然資本の最大1%の増加をもたらすことが示された。これは、自然資本の保全という文脈において、耕作放棄地の森林転換が一定のポテンシャルを有することを示唆している。価値の増分に加えて、耕作放棄地の森林転換によってもたらされる炭素貯蓄の増加量を計算した(図3.5下部)。価値の増分が地方部より都市部において大きくなるのとは対照的に、炭素貯蓄は都市部より地方部においてより増加することが明らかになった。理由としては、価値はその地域の人口の大小に影響を受けるのに対し、炭素貯蓄は純粋に自然資本の客観的なストック量で表されるものであることが挙げられる。

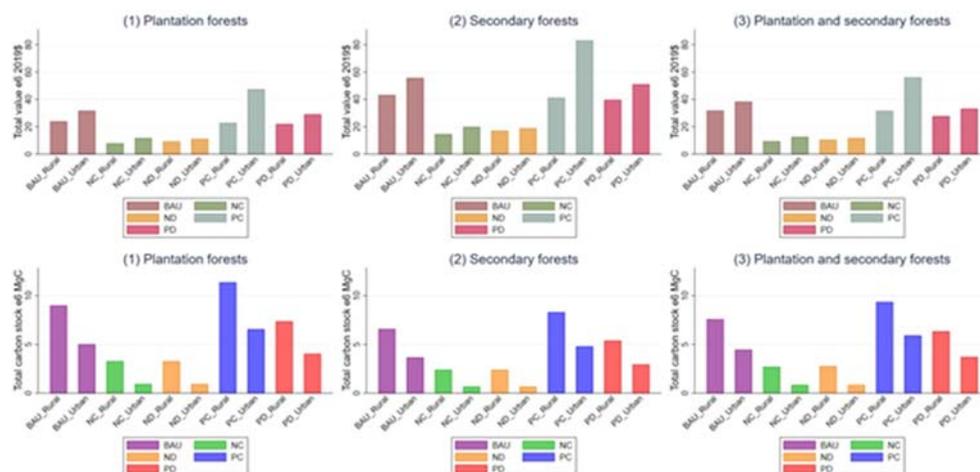


図3.5 耕作放棄地の森林転換による陸域自然資本の価値の増分（上）と炭素貯蓄の増加（下）
出典：Kumagai et al. (2021)¹⁰⁾

表3.3に、アマモ場・海藻藻場の価値の予測結果を示している。この数値は、アマモ場・海藻藻場の富としての価値について、シナリオ間の相対的な差を示している。アマモ場はNDシナリオで、海藻藻場はPDシナリオで最大の値を示している。全体的な結果として、人口分散シナリオが人口集中シナリオに比べて相対的にアマモ場・海藻藻場の価値を維持することが示された。

表3.3 アマモ場・海藻藻場の価値のシナリオ別2050年予測（e10 2019US\$）

気候変動		2019	NC	ND	PC	PD
アマモ場 (全人口)	無	393.5	374.3	381.6	364.8	373.2
	有		372.0	379.2	362.0	370.4
海藻藻場 (全人口)	無	73.7	70.8	71.6	71.5	72.2
	有		68.6	69.4	69.3	70.0
アマモ場 (沿岸人口)	無	150.7	138.1	143.6	134.6	140.4
	有		137.2	142.6	133.5	139.3
海藻藻場 (沿岸人口)	無	28.2	26.1	26.9	26.4	27.2
	有		25.3	26.1	25.6	26.3

本研究から得られる考察を述べる。全般的な傾向として、効果的に人口分散を促進していくことが、陸域・海域の自然資本を保全し、持続可能性を実現するための1つの有効な対策になり得ることが示された。自然資本の保全には、各自治体において自然資本の管理に携わる人口を維持できるかどうかの一つの重要な鍵となると考えられる。政策的な含意の一つとして、移住を促進する政策を進めることが自然資本の保全に繋がることが挙げられる。松下ら (2019)¹⁴⁾の研究では、日本の高齢者は、居住地を選択する際の要素として、周囲の自然環境を重視していることを明らかにしている。これは、地方自治体が豊かな自然環境をアピールすることが、高齢者の移住を促進するうえで効果的であることを示している。また、地方部の自然資本を効果的に維持するためには、若者の移住促進も重要である。Hori et al. (2020)¹⁾は、魅力的な雇用機会と住みやすい環境を整備することが若者の流入の鍵となることを主張している。

しかし、日本の人口は年々減少しているため、すべての地方自治体が永住者を増やして人口を維持することは現実的とは言えない。近年、二地域居住が政策立案者の関心を集めており、地域社会や自然資本の管理を行う人材を確保するための一つの手段として日本で推進されている¹⁵⁾。具体的には、平日に

都市部に住んでいる人が、週末に地方部で時間を過ごすことで自然豊かな環境の中で心と体を癒し、地方自治体は人的資源や経済効果、自然資本管理の観点から恩恵を受けることができる。また、テレワークの促進なども、二地域居住を広めるための一つの方法になりうると考えられる。

③ 包括的富の計測および地域政策への利用

本研究では、これまでに国、都道府県、市区町村単位の包括的富の指標を行った。図3.6に最新のデータを用いた2010年から2015年の都道府県別の調整済包括的富指標の成長率を示す。先にも述べたように、成長率が正の値であれば持続可能性が保たれており、逆に負の値であれば持続可能性が損なわれていることを意味していることから、全国47都道府県の持続可能性ランキングと見ることができる。左の調整済包括的富指標の総額の成長率については、1位が滋賀県、2位が広島県、3位が愛知県となっている。今回は掲載していないが、10位までは面積あたり額ランキングの顔ぶれとほぼ同じで成長率の値も似ており、ともに全体の約半分近くの22位までがプラス成長、23位以下がマイナス成長となった。人口1人あたりの成長率については、1位が福島県の6.9%で、広島県、滋賀県がともに6.0%以上の成長率で続く結果となった。福島県は、2011年の東日本大震災からの復興の効果がある一方で、原発事故による人口流出が影響していることが原因として考えられる。また、域内に都市部が多く人口が集積している自治体は、総額よりも順位を落とす傾向にあるが、全体の2/3近くがプラス成長と、総額や面積あたりの額に比べて多い結果となった。さらに、いずれも下位3県は同じであり、そのほとんどが成長率マイナス10.0%を下回っており、2010年からの5年間で持続可能性が大きく損なわれたことを意味する。このように、国や地域のもつ豊かさやその持続可能性を、モノに加え人や自然など多様な豊かさを同時に扱いながら測ることで、各国・地域にとっての強み（弱み）は何か、社会を豊かにするための政策は何かを考える上で重要な情報が得られると考える。

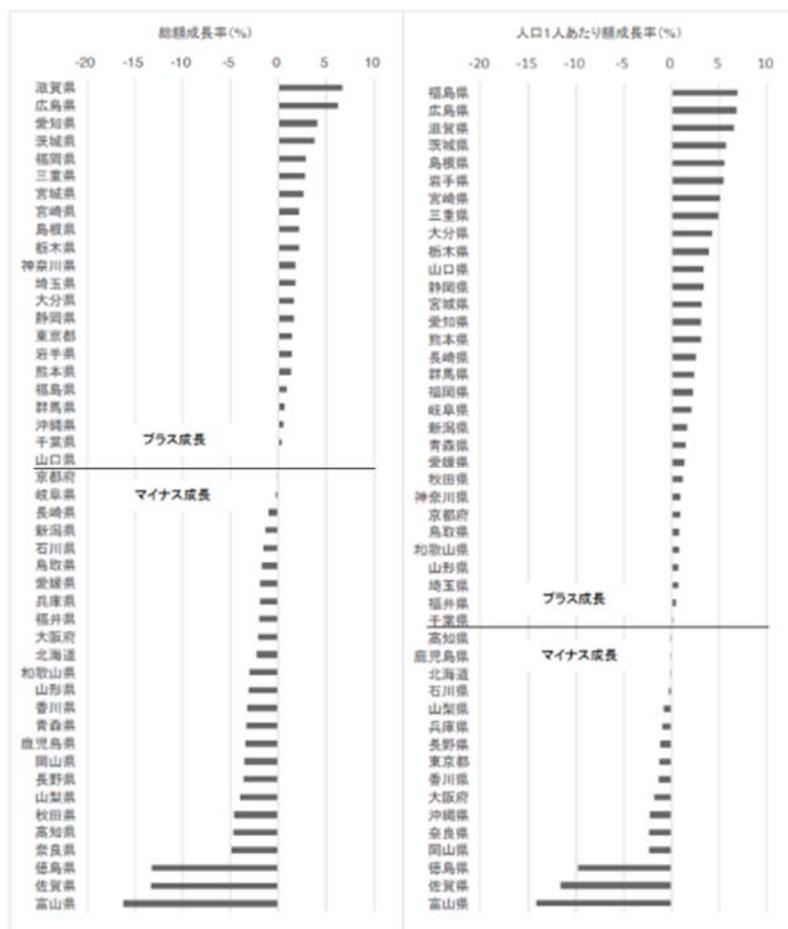


図3.6 都道府県別の包括的富成長率（2010年～2015年）

また、本研究を中心的に取り組んでいる九州大学都市研究センターは、福岡県の久山町や宮若市、そして直方氏と提携して、包括的富指標を用いた政策決定に関する取り組みへの協力を行った^{16)・18)}。久山町を例に、大学と地域の連携によるまちづくりの実践について紹介する。久山町は2017年から九州大学都市研究センターと連携して、SDGsの計測指標として、包括的富指標を導入している。2018年、久山町包括的富アンケート調査を実施し、その結果をエビデンスとして、一部の事業について新規予算化を行っている。さらに2020年3月に公表された『第2期久山町まち・ひと・しごと創生「人口ビジョン・総合戦略」』でも、久山町全体の持続可能性を総合的に測る指標として包括的富の指標を用いることが策定されており、今後の数値目標までも算出している¹⁷⁾。本指標は自治体にある三種類の富、自然資本、人的資本、人工資本を数値化する指標であり、事業を実施する前後の富の増減を比較することで、自治体の地域社会としての持続可能性が向上したかどうかの判断に用いることができる。

④ 包括的福利指標を用いた様々な項目の相対的限界効用の順序化および自然資本の重要度分析

表3.4に、アンケートベースで推定した政策に関する133個の側面の相対的限界効用を上位の項目から順に示している。政策シナリオとして重要であるということは、人々の福利の観点から、上位の項目が政策として優先されていくべきであると回答者が認識していることを示す。まず、最も重要な項目は人々の経済的な安定さであることが分かった。また、生活満足度や人々と家族の全体的な福利といった項目の重要度も高く、さらに人々の不安やストレス、イライラがないこと等も重視される傾向にあった。

表3.4 相対的限界効用推定結果（政策シナリオ）

側面	係数	標準誤差	順位	順位（アメリカ）
人々の経済的な安定さ	0.3598	0.0272	1	13
人々の生活に対する満足度	0.3179	0.0253	2	69
人々の人生と将来全般に対する安心感	0.2975	0.026	3	18
人々と家族の全体的な福利	0.2902	0.0266	4	4
人々が不安を感じないこと	0.2791	0.0249	5	117
人々が人生の中で幸運だと感じられること	0.2778	0.0254	6	70
人々の人生において恥ずべきことをしたり罪を犯したりしないこと	0.2768	0.0282	7	130
人々の人生においてストレスがないこと	0.2751	0.027	8	95
人々が人生においてイライラしないこと	0.2745	0.026	9	79
人々の健康	0.2741	0.0266	10	9

注：上位項目の一部を抜粋。

表3.5に個人シナリオの上位の項目を示している。個人シナリオにおいて上位の項目は、個人の選択という観点から福利にとって重要な項目であることを意味する。最上位項目は政策シナリオと同じく経済的な安定さであった。自分と家族の全体的な福利やストレスがないことも、政策シナリオと同様上位であった。一方、家族の幸福や人生を楽しむことなどは、個人シナリオでのみ上位であった。また、アメリカの個人と比べると、ストレス、不安、イライラ、心配がないことは、比較的高い順位となっていた。

表3.5 相対的限界効用推定結果（個人シナリオ）

側面	係数	標準誤差	順位	順位（アメリカ）
あなたの経済的な安定さ	0.3392	0.0172	1	6
あなたの家族の幸福	0.3076	0.0179	2	2
あなたと家族の全体的な福利	0.3025	0.0168	3	1
あなたがどの程度人生を楽しめるか	0.2785	0.0166	4	19
あなたの人生においてストレスがないこと	0.2767	0.0173	5	45
あなたの人生において心配がないこと	0.2711	0.0173	6	52
あなたにとって最も重要なことをするための十分な時間とお金を、あなたが持っていると感じられること	0.2669	0.0171	7	12
あなたがどれくらいの時間幸福を感じられるか	0.2662	0.0171	8	31

あなたがどの程度豊かな暮らしができるか	0.264	0.0174	9	25
あなたの生活に対する満足度	0.2563	0.0164	10	11

注：上位項目の一部を抜粋。

表3.6に、自然資本に関する側面の各シナリオにおける順位を示している。自然資本は、世界、国、身の回りの順で高い順位を示した。この結果は、日本の人々が、自分の生活に直接かかわらない自然環境に対しても高い価値を感じていることを暗示している。つまり、日本の人々が直接利用価値だけでなく、間接利用価値や非利用価値を評価している可能性が高い。また、自然資本は、個人シナリオよりも政策シナリオにおいて順位が高くなっている。そのため、私的な選択というよりは政策として重視していくべき側面であると人々に認識されているといえる。

表3.6 自然資本項目のランキング

側面	政策シナリオ (133項目中)	個人シナリオ (116項目中)
世界の動物, 自然, 環境の状態	28位	32位
あなたの国の動物, 自然, 環境の状態	31位	57位
あなたの身の回りの動物, 自然, 環境の状態	47位	59位

本研究によって得られた考察を述べる。まず、日本の人々の包括的福利にとって最も重要な側面は経済的な安定さであった。また、ストレスや不安からの解放といった側面も高い重要度を示した。これは、先行研究が示したエビデンスである、アメリカの個人の包括的福利にとって自由や選択肢の豊富さが最も重視されていたことと対照的である。考える理由の一つとしては、日本の人々が経済の安定に関して不安を感じていることや、日常的な労働や通勤においてストレスや不安を過度に感じていることが考えられる。

また、今回の日本の結果と先行研究のアメリカの人々を対象とした結果の違いから、国家間で福利を構成する要素の相対的重要度の順位は異なることが明らかになった。これは、人々の福利を向上させる政策を立案する場合、他国が国政で優先する事項を同じように優先するのではなく、各国がそれぞれの国民の福利に対応した指標を持ち、その指標をベースとして政策における事項の優先度を決定していくべきであることを暗示している。

5. 研究目標の達成状況

本研究を通して、まず、農地・森林・海域の各要素の維持に対する家計の支払意思額を推計し、その推計値を用いてPANCESの4つのシナリオをベースとした自然資本の富としての価値の将来予測を行った。予測結果により、人口分散社会を促進していくことが自然資本の価値の維持および持続可能性の達成を行う上で効果的であることを明らかにした。また、自然資本、人工資本、人的資本を包含した包括的富の指標を国、都道府県、市区町村レベルのそれぞれで推計し、包括的富の指標を用いた自治体との協定および協定自治体における政策立案材料の提供を行った。さらに、様々な尺度を包含した包括的な福利を計算する最新の手法を引用し、日本の人々の包括的福利における様々な側面の相対的な重要度を明らかにした。これらはすべて自然資本の維持、持続可能性の実現、包括的な人々の福利の計算および向上という文脈において有用な知見の提供を行っただけでなく、包括的富アプローチの社会実装にむけた地域的展開および、より様々な要素を包含する包括的福利指標の開発に向けた各側面の重みづけを行った。以上から、当初の学術的目標を上回る成果を達成できたと考えられる。

6. 引用文献

- 1) Hori, K., Saito, O., Hashimoto, S., Matsui, T., Akter, R., Takeuchi, K. (2020) Projecting population distribution under depopulation conditions in Japan: scenario analysis for future socioecological systems. *Sustain Sci.* <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00835-5>
- 2) Shoyama, K., Matsui, T., Hashimoto, S., Kabaya, K., Oono, A., Saito, O. (2019) Development of land-use

- scenarios using vegetation inventories in Japan. *Sustain Sci* 14(1):39–52. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0617-7>
- 3) Managi, S., Kumar, P. (2018) *Inclusive wealth report 2018*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351002080>
 - 4) 環境省 (1994) 「第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書 (干潟、藻場、サンゴ礁調査) 第2巻 藻場」. <https://www.biodic.go.jp/reports/4-12/r00a.html>
 - 5) 栗田健一, 馬奈木俊介 (2020) 「経済価値評価から再考する社会と大学との連携」 *学術の動向*, 25巻8号, p.8_33-8_36. https://doi.org/10.5363/tits.25.8_33
 - 6) Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S., Grasso, M. (2017) Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? *Ecosyst Serv* 28:1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
 - 7) Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., *et al.* (2018) Assessing nature's contributions to people. *Science* 359(6373):270–272. <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>
 - 8) Benjamin, D. J., Heffetz, O., Kimball, M.S., Szembrot, N. (2014). Beyond happiness and satisfaction: Toward well-being indices based on stated preference. *American Economic Review*, 104(9), 2698–2735. <https://doi.org/10.1257/aer.104.9.2698>
 - 9) Falk, A., Becker, A., Dohmen, T., Enke, B., Huffman, D., Sunde, U. (2018). Global evidence on economic preferences. *The Quarterly Journal of Economics*, 133(4), 1645–1692. <https://doi.org/10.1093/qje/qjy013>
 - 10) Kumagai, J., Wakamatsu, M., Hashimoto, S., Saito, O., Yoshida, T., Yamakita, T., Hori, K., Matsui, T., Oguro, M., Aiba, M., Shibata, R., Nakashizuka, T., Managi, S. (2021). Natural capitals for nature's contributions to people: the case of Japan. *Sustainability Science*.
 - 11) Miller, J.R. (2005) Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends Ecol Evol* 20(8):430–434. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.05.013>
 - 12) Soga, M., Gaston, K.J., Yamaura, Y., Kurisu, K., Hanaki, K. (2016) Both direct and vicarious experiences of nature affect children's willingness to conserve biodiversity. *Int J Environ Res Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph13060529>
 - 13) Zhang, W., Goodale, E., Chen, J. (2014) How contact with nature affects children's biophilia, biophobia and conservation attitude in China. *Biol Cons* 177:109–116. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.06.011>
 - 14) 松下岳史, 木附晃実, 馬奈木俊介 (2019) 「高齢者の居住地選択の要因分析」 *土木学会論文集D3 (土木計画学)*, 75巻5号, p.I_347-p.I_352
 - 15) 国土交通省 (2019) 「地方振興 活力と魅力のある地域づくり」, https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/chisei/kokudoseisaku_chisei_tk_000073.html
 - 16) 九州大学 (2020) 「直方市との連携で市総合計画の策定を推進」 <https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/topics/view/1573>
 - 17) 久山町 (2020) 「第2期久山町まち・ひと・しごと創生「人口ビジョン・総合戦略」」 <http://www.town.hisayama.fukuoka.jp/tyousei/gyousei/sennryaku/>
 - 18) 宮若市 (2018) 「宮若市・九州大学都市研究センター「新国富指標」を活用したまちづくり連携協定を締結」 <https://www.city.miyawaka.lg.jp/kiji003446962/index.html>

Ⅲ. 研究成果の発表状況の詳細

(1) 誌上発表

<査読付き論文>

【サブテーマ 1】

- 1) 宮川蘭奈, 松下京平, 浅野耕太 (2017) 花粉媒介昆虫の農作物生産への貢献—送粉サービスの喪失に伴う厚生損失の評価—. 農村計画学会学会誌, 36-1, p.53-58
- 2) Matsushita, K., Taki, K., Yamane, F., Asano, K. (2018) Shadow Value of Ecosystem Resilience in Complex Natural Land as a Wild Pollinator Habitat. *American Journal of Agricultural Economics*, 100-3, p.829-843. (IF: 2.532)
- 3) 山根史博 (2018) 不確実性認知・意思決定に関する実証研究の動向. 農業経済研究, 90-2, p.144-162.
- 4) Saito, O., Kamiyama, C., Hashimoto, S., Matsui, T., Shoyama, K., Kabaya, K., Uetake, T., Taki, H., Ishikawa, Y., Matsushita, K., Yamane, F., Hori, J., Ariga, T., Takeuchi, K., (2019), Co-design of National-Scale Future Scenarios in Japan to Predict and Assess Natural Capital and Ecosystem Services, *Sustainability Science*, 14(1), 5–21. (IF: 5.301)
- 5) Terashima, Y., Yamashita, Y., Asano, K. (2020), An Economic Evaluation of Recreational Fishing in Tango Bay, Japan, *Fisheries Science*, 86, 925–937. (IF: 1.173)

【サブテーマ 2】

- 1) 小田勇樹, 大山耕輔 (2019) 生物多様性地域戦略策定要因の分析—市町村における政策波及モデルの検証—. 公共政策研究, 18, p.90-102.

【サブテーマ 3】

- 1) Fujii, H., Managi, S. (2016) An Evaluation of Inclusive Capital Stock for Urban Planning. *Ecosystem Health and Sustainability* 2: 10 (IF: 2.315)
- 2) Iwata, K., Managi, S. (2016) Can Land Use Regulations and Taxes Help Mitigate Vehicular CO2 Emissions? An Empirical Study of Japanese Cities. *Urban Policy and Research* 34(4): 356-372. (IF: 2.556)
- 3) Behling, N., Williams, M.C., Managi, S. (2016) Japan Has Great Expectations for a Hydrogen Society. *ECS Transactions* 71(1): 1-12. (IF: 0.621)
- 4) Imamura, K., Takano, K., Mori, N., Nakashizuka, T., Managi, S. (2016) Attitudes toward Disaster-prevention risk in Japanese Coastal Areas: Analysis of Civil Preference. *Natural Hazards* 82(1): p.209-226. (IF: 2.427)
- 5) Sugiawan, Y., Islam, M., Managi, S. (2017) Global Marine Fisheries with Economic Growth. *Economic Analysis and Policy* 55: 158-168. (IF: 1.973)
- 6) Wakamatsu, M., Shin, K.J., Wilson, C., Managi, S. (2017) Can bargaining resolve the international conflict over whaling?. *Marine Policy* 81: 312-321. (IF: 3.228)
- 7) Wakamatsu, M., Shin, K.J., Wilson, C., Managi, S. (2017) Exploring a gap between Australia and Japan in the economic valuation of whale conservation. *Ecological Economics* 146: 397-407. (IF: 4.482)
- 8) Rajapaksa, D., Islam, M., Managi, S. (2017) Natural Capital Depletion: The Impact of Natural Disasters on Inclusive Growth. *Economics of Disasters and Climate Change* 1(3): 233–244. (IF: 0.63)
- 9) Fujii, H., Sato, M., Managi, S. (2017) Decomposition Analysis of Forest Ecosystem Services Values. *Sustainability* 9(5): 687. (IF: 2.576)
- 10) Yoshida, Y., Matsuda, H., Fukushi, K., Ikeda, S., Managi, S., Takeuchi, K. (2018) Assessing Local-scale

- Inclusive Wealth: A case study of Sado Island, Japan. *Sustainability Science* 13: 1399–1414. (IF: 5.301)
- 11) 若松美保子, 山口臨太郎, 池田真也, 馬奈木俊介 (2018) 新国富指標—地域での持続可能性評価と政策活用に向けて—。環境経済・政策研究, 11-2, p.43-56.
 - 12) 熊谷惇也, 馬奈木俊介 (2018) 自然資本を促進する第5次環境基本計画。環境経済・政策研究, 11-2, p.57-60.
 - 13) Aly, E., Managi, S. (2018) Energy Infrastructure and Their Impacts on Societies' Capital Assets: A Hybrid Simulation Approach to Inclusive Wealth. *Energy Policy* 121: 1-12. (IF: 5.042)
 - 14) Kurniawan, R., Managi, S. (2018) Economic Growth and Sustainable Development in Indonesia: An Assessment. *Bulletin of Indonesian Economic Studies* 54(3): 339-361. (IF: 2.143)
 - 15) Kurniawan, R., Managi, S. (2018) Measuring Long-Term Sustainability with Shared Socioeconomic Pathways using an Inclusive Wealth Framework. *Sustainable Development* 26(6): 596-605. (IF: 4.082)
 - 16) Islam, M., Yamaguchi, R., Sugiawan, Y., Managi, S. (2019) Valuing Natural Capital and Ecosystem Services: A Literature Review. *Sustainability Science* 14(1): 159–174. (IF: 5.301)
 - 17) Islam, M., Managi, S. (2019) Green Growth and Pro-Environmental Behavior: Sustainable Resource Management using Natural Capital Accounting in India. *Resources, Conservation & Recycling* 145: 126-138. (IF: 8.086)
 - 18) Ikeda, S., Managi, S. (2019) Future Inclusive Wealth and Human Well-being in Regional Japan: Projections of Sustainability Indices based on Shared Socioeconomic Pathways. *Sustainability Science* 14(1): 147–158. (IF: 5.301)
 - 19) Kurniawan, R., Managi, S. (2019) Linking Wealth and Productivity of Natural Capital for 140 Countries between 1990 and 2014. *Social Indicators Research* 141(1): 443–462. (IF: 2.212)
 - 20) Saito, O., Hashimoto, S., Managi, S., Aiba, M., Yamakita, T., DasGupta, R., Takeuchi, K. (2019) Future Scenarios for Socio-Ecological Production Landscape and Seascape. *Sustainability Science* 14(1): 1-4. (IF: 5.301)
 - 21) Sugiawan, Y., Kurniawan, R., Managi, S. (2019) Are Carbon Dioxide Emission Reductions Compatible with Sustainable Well-being?. *Applied Energy* 242: 1-11. (IF: 8.848)
 - 22) Sugiawan, Y., Managi, S. (2019) New Evidence of Energy-Growth Nexus from Inclusive Wealth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 103: 40-48. (IF:12.110)
 - 23) Yamaguchi, R., Managi, S. (2019) Backward- and Forward-Looking Shadow Prices in Inclusive Wealth Accounting: An Example of Renewable Energy Capital. *Ecological Economics* 156: 337-349. (IF:4.482)
 - 24) Yamaguchi, R., Islam, M., Managi, S. (2019) Inclusive Wealth in the 21st century: A Summary and Further Discussion of Inclusive Wealth Report 2018. *Letters in Spatial and Resource Sciences* 12: 101-111. (IF:0.846)
 - 25) Broadstock, D., Managi, S., Matousek, R., Tzeremes, N.G. (2019) Does Doing 'Good' Always Translate into Doing 'Well'? An Eco-efficiency Perspective. *Business Strategy and the Environment* 28(6): 1199-1217. (IF:5.483)
 - 26) Chapman, A., Fujii, H., Managi, S. (2019) Multinational Life Satisfaction, Perceived Inequality and Energy Affordability. *Nature Sustainability* 2(6): 508–514. (IF:12.08)
 - 27) Managi, S. (2019) Is Japan's Commercial Whaling Doomed? *Nature* 573: 34. (IF:42.778)
 - 28) Tolliver, C., Keeley, A.R., Managi, S. (2019) Green Bonds for the Paris Agreement and Sustainable Development Goals. *Environmental Research Letters* 14(6): 064009. (IF:6.096)
 - 29) Mitra, J., Wilson, C., Managi, S., Kler, P., Prayaga, P., Khanal, U. (2019) What Determines Whale Watching Tourists' Expenditure? A Study from Hervey Bay, Australia. *Tourism Economics* 25(7): 1134-1141. (IF:2.285)
 - 30) Wakamatsu, M., Managi, S. (2019) Examining Public Support for International Agreements on Tuna

- Management and Conservation. *Ecological Economics* 156: 337-349. (IF:4.482)
- 31) Yamaguchi, R., Islam, M., Managi, S. (2019) Inclusive Wealth in the twenty-first century: a Summary and Further Discussion of Inclusive Wealth Report 2018. *Letters in Spatial and Resource Sciences* 12(2): 101-111. (IF:0.846)
 - 32) Managi, S., Wang, J., Li, Z., Zhang, L. (2019) Research Progress on Monitoring and Assessment of Forestry Area for Improving Forest Management in China. *Forestry Economics Review* 1(1): 57-70.
 - 33) Tolliver, C., Keeley, A.R., Managi, S. (2020) Drivers of Green Bond Market Growth: The Importance of Nationally Determined Contributions to the Paris Agreement and Implications for Sustainability. *Journal of Cleaner Production* 244: 118643. (IF:7.246)
 - 34) Kariyawasam, S., Wilson, C., Madhubhashini, R.L.I., Sooriyagoda, K.G., Managi, S. (2020) Conservation versus Socio-economic Sustainability: A Case Study of the Udawalawe National Park, Sri Lanka. *Environmental Development* 35: 100517. (IF:2.400)
 - 35) Tanaka, K., Matsukawa, I., Managi, S. (2020) An Experimental Investigation of Bilateral Oligopoly in Emissions Trading Markets. *China Economic Review* 318: 101349. (IF:2.736)
 - 36) Managi, S., Halkos, G. (2020) Natural Capital and Ecosystem Service: Sustainable Forest Management and Climate Change. *Journal of Forest Economics* 35(2): 103-106. (IF:1.827)
 - 37) Athukorala, W., Karunarathna, M., Wilson, C., Managi, S. (2020) Conservation of Genetic Resources of Crops: Farmer Preferences for Banana Diversity in Sri Lanka. *Journal of Forest Economics* 35(2): 177-206. (IF:1.827)
 - 38) Kumagai, J., Wakamatsu, M., Hashimoto, S., Saito, O., Yoshida, T., Yamakita, T., Hori, K., Matsui, T., Oguro, M., Aiba, M., Shibata, R., Nakashizuka, T., Managi, S. (2021). Natural capitals for nature's contributions to people: the case of Japan, *Sustainability Science* 4. (IF: 5.327)
 - 39) Imamura, K., Takano, T., Kumagai, N.H., Yoshida, Y., Yamano, H., Fujii, M., Nakashizuka, T., Managi, S. (2020). "Valuation of coral reefs in Japan: Willingness to pay for conservation and the effect of information", *Ecosystem Services* 46: 101166. (IF: 6.330)
 - 40) Kurniawan, R., Sugiawan, Y., Managi, S. (2021). "Economic growth - environment nexus: An analysis based on natural capital in inclusive wealth", *Ecological Indicators* 120: 106982. (IF: 4.229)

<査読付論文に準ずる成果発表>

【サブテーマ 1】

- 1) 浅野耕太, 山根史博 (2017) 生態系サービスの湧出の場としての農村の社会経済的価値. 農村計画学会誌, 36-1, p.165-169.
- 2) 吉良貴之, 定松淳, 寺田麻佑, 佐野亘, 酒井泰斗 (2017) 「〈法と科学〉の日米比較行政法政策論—シーラ・ジャサノフ『法廷に立つ科学』の射程—」 (大会報告), 年報科学・技術・社会, 26, p.71-102.
- 3) 浅野耕太 (2018) 見えざる国富と農村協働力. 農村計画学会誌, 36-4, p.487-489.
- 4) 浅野耕太 (2020) 研究実践と逆推理 (特集 農村計画課題に迫る研究手法を磨く). 農村計画学会誌, 39-3, p.278-281.
- 5) 宇佐美誠 (2020) 気候正義: グローバルな正義と歴史的責任の交差. 思想, 1155, p.6-23.

【サブテーマ 2】

- 1) 大山耕輔 (2017) 社会—生態システム論におけるガバナンスの概念— I P B E S ・ オストロムと公共ガバナンス. 法学研究, 90-3, p.1-31.
- 2) 大山耕輔 (2017) I P B E S : 生物多様性保全に向けた重層的ガバナンス—先行研究のいくつかのレビュー. 農村計画学会誌, 36-1, p.38-41.
- 3) Oyama, K. (2020) IPBES and Biodiversity Policy: From the Perspective of Multi-level Governance. *Hogaku-kenkyu (Keio University)*, 93-1, p.21-45

【サブテーマ 3】

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表（査読なし）>

【サブテーマ 1】

- 1) 佐野亘 (2016) 書評よりよい社会のあり方を考える－後藤玲子『福祉の経済哲学』－. 経済セミナー, 113(688).
- 2) 榎澤能生編 (2016) 持続可能社会への転換と法・法律学 (宇佐美誠他). 成文堂. No.961.
- 3) 佐野亘 (2018) 方法としての「ユートピア」－非理想理論の観点から. 社会システム研究, 21, p.207-221.
- 4) 村田和代 (2018) 話し合い研究の多様性を考える (佐野亘他編著). ひつじ書房.
- 5) 日本生命財団 (編) 武内和彦, 鷲谷いづみ, 寺西俊一 (編集責任) (2019) 人と自然の環境学 (浅野耕太他編). 東京大学出版会.
- 6) 松元雅和, 井上彰 (編著) (2019) 人口問題の正義論 (宇佐美誠他). 世界思想社.
- 7) 宇佐美誠 (編著) (2019) 気候正義：地球温暖化に立ち向かう規範理論 (佐野亘他). 勁草書房.
- 8) 宇佐美誠, 児玉聡, 井上彰, 松元雅和 (2019) 正義論：ベーシックスからフロンティアまで. 勁草書房.
- 9) 佐野亘 (2020) 道徳的妥協の正当化. 関西大学法学論集, 70(2/3), 335-358
- 10) 佐野亘・松元雅和・大澤津 (2021) 政策と規範. ミネルヴァ書房
- 11) 宇佐美誠編 (2020) AIで変わる法と社会：近未来を深く考えるために. 岩波書店.

【サブテーマ 2】

特に記載すべき事項はない。

【サブテーマ 3】

- 1) Managi, S. (eds.) (2016) The Wealth of Nations and Regions. Routledge.
- 2) 馬奈木俊介, 池田真也, 中村寛樹 (2016) 新国富論：新たな経済指標で地方創生. 岩波ブックレット,
- 3) 馬奈木俊介編 (2017) 豊かさの価値評価：新国富指標の構築. 中央経済社, p.15-44.
- 4) Managi, S., Kumar, P. (2018) Inclusive Wealth Report 2018: Measuring Progress toward Sustainability. Routledge, New York, USA.
- 5) 馬奈木俊介 (編著) (2019) エネルギーの未来－脱・炭素エネルギーに向けて－. 中央経済社.
- 6) 村上周三, 遠藤健太郎, 藤野純一, 佐藤真久, 馬奈木俊介 (編著) (2019) SDGsの実践 ~自治体・地域活性化編~. 事業構想大学院大学.
- 7) Managi, S. (Eds.) (2019) Wealth, Inclusive Growth and Sustainability. Routledge, New York, USA.
- 8) Behling, N., Behling, T., Williams, M., Managi, S. (2019) Japan's Quest for Nuclear Energy and the Price It Paid: Accidents, Consequences, and Lessons Learned for the Global Nuclear Industry. Elsevier, New York, USA.

(2) 口頭発表 (学会等)

【サブテーマ 1】

- 1) 佐野亘 (2016) 政策分析の意義と今後の可能性. 日本計画行政学会第39回全国大会 (兵庫, 2016.9).
- 2) Usami, M. (2016) Distributive Goals in Climate Justice. 4th International Conference on Sustainable

- Development. (Rome, Italy, Sep. 2016).
- 3) Usami, M. (2017) Democracy, Expertise, and Climate Change. 3rd International Conference on Public Policy (ICPP3). (Singapore, Jun. 2017).
 - 4) Usami, M. (2017) The Right to Development in Climate Policy: A Philosophical Appraisal. Institute for Public Policy and Economic Analysis 2017 International Conference (IPPEAN 2017). (New York, USA, Aug. 2017).
 - 5) 法理樹里, 清水夏樹, 清水美香, 赤石大輔, 徳地直子, 星野敏, 浅野耕太 (2018) 課題解決に向けた異分野間での戦略の立て方とは?. 日本グループ・ダイナミクス学会 (実験社会心理学会) 第65回大会 (神戸, 2018.9).
 - 6) 山根史博 (2018) 地域住民としてのアイデンティティ効用と地域固有の生態系サービスとの関係, 日本公共政策学会第22回研究大会 (町田, 2018.6).
 - 7) Usami, M. (2018) Epistemic Democracy: An Examination of Judgement Democracy. Association for Social and Political Philosophy Conference (Rome, Italy, Jun. 2018).
 - 8) Usami, M. (2018) Epistemic Democracy: An Examination. 1st IVR Japan International Conference (Kyoto, Japan, Jul. 2018).
 - 9) 宇佐美誠 (2018) 気候変動の科学×哲学. 日本学術会議サイエンスカフェ (文部科学省, 2018.11).
 - 10) 松下京平 (2019) 魚を育てる森の経済システムー森と海を川でむすぶー, 日本生命財団シンポジウム (人と自然が織りなす持続可能な未来ー環境学からの提言) (東京, 2019.6)
 - 11) Usami, M. (2019) Historical Responsibility for Climate Change: The Problem of Excusable Ignorance. Keynote Speech. 2nd World Congress on Climate Change. (Hotel Muggelsee Berlin, Berlin, Germany, 27 Sep. 2019).
 - 12) Matsushita, K., Hori, M., Yamane, F., Asano, K. (2019) Shadow Value of Landscapes in Terrestrial Ecosystems Linking with Aquatic Ecosystems. Japan-Rural Planning Seminar (Shiga, Japan, Oct. 2019)
 - 13) Usami, M. (2019) Historical Responsibility in Climate Justice. International Conference on Climate Change: Impacts and Responses (Catholic University of America, Washington, D.C., 2019.4.16-17)
 - 14) Usami, M. (2019) What Challenge to Democracy Will Climate Change Present? 4th International Conference on Public Policy (ICPP4) (University of Concordia, Montreal, 2019.6.27)
 - 15) 松下京平・堀正和・山根史博・浅野耕太 (2020) 森里海の連環の恵みを測るー広島湾における牡蠣養殖の視点から太田川流域由来の基礎生産力の向上をとらえる, 水産海洋学会シンポジウム, (2020/10/09)
 - 16) Usami, M. (2020) Climate Justice: Responsibility for Past and Current Emissions. International Mobility Program on Cultural Identities Shaping Environmental Regulation in Japan. (Kyoto University, Kyoto, 2020.1)
 - 17) Usami, M. (2020) The Ethics of CO2 Capture, Utilization, and Storage: From the Perspective of Climate Justice. International Conference on Global Chains of CO2 Capture, Utilization and Storage. (Chinese University of Hong Kong, online, 2020.12)
 - 18) Matsushita, K., Hori, M., Yamane, F., Asano, K. (2021発表予定) Linking land use and land cover changes in the watershed to the value of coastal ecosystem services for landscape sustainability. ECSA58-EMECS13 (Online 2021.9)
 - 19) Hori, J., Yamane, F., Matsushita, K., Asano, K. (2021発表予定), Visualizing the linkage between human well-being and local ecosystem services: a case study in southwest Japan. The 32rd International Congress of Psychology (ICP) 2021 (Prague, Czech Republic, 2021.7)
 - 20) Hori, J., Makino, M., Oozeki, Y., Asano, K. (2021発表予定), Determinant factors affecting Japanese consumer's eco-conscious behavior to buy sustainable fishery products. Marine Socio-Ecological Systems 2020 (Yokohama, Japan, 2021.5)

【サブテーマ 2】

- 1) 小田勇樹, 大山耕輔 (2018) 市区町村における新規政策採用の要因分析—生物多様性地域戦略を事例として—. 日本行政学会2018年度研究会 (東京, May. 2018).
- 2) Oyama, K. (2019) IPBES and Biodiversity Policy: From the Perspective of Multi-level Governance. International Conference on Public Policy 4 (Montreal, Canada, Jun. 2019).
- 3) 小田勇樹, 茂垣昌宏, 大山耕輔 (2020) 生物多様性保全政策におけるネットワーク型重層的ガバナンスの挑戦—理念啓発型自治体と要望応答型自治体を超えて—. 日本政治学会2020年度研究大会 (オンライン, Sep. 2020).
- 4) 小田勇樹 (2021) より多くの自治体が生物多様性地域戦略を策定するために. 日本生態学会 (Online, Mar. 2021).
- 5) Mogaki, M., Oda, Y., Oyama, K. (2021) Resilience and Adaptation in Response to Biodiversity Challenges In Japan: From Ideocratic/Responsive to Multi-Level Network Governance. Public Policy & Administration Specialist Group Panels at the 71st Political Studies Association Online Annual International Conference (Online, Mar. 2021).

【サブテーマ 3】

- 1) Wakamatsu, M., Shin, K.J., Managi, S. (2016) The role of economics in solving international conflict: a case of whaling between Japan and Australia. 18th International Institute of Fisheries Economics and Trade (IIFET) Conference (Aberdeen, Scotland, Jul. 2016).
- 2) Wakamatsu, M., Shin, K.J., Managi, S. (2016) The role of economics in solving international conflict: a case of whaling between Japan and Australia. The 6th Congress of the East Asian Association of Environmental and Resource Economics (Fukuoka, Japan, Aug. 2016).
- 3) Wakamatsu, M., Shin, K.J., Managi, S. (2016) Measuring economic value of whale species: comparison between Australia and Japan. 18th International Institute of Fisheries Economics and Trade (IIFET) Conference (Aberdeen, Scotland, Jul. 2016).
- 4) Wakamatsu, M., Shin, K.J., Managi, S. (2016) Measuring economic value of whale species: comparison between Australia and Japan. 21st Society for Environmental Economics and Policy Studies Annual Conference 2016 (Tokyo, Japan, Sep. 2016).
- 5) 玉置哲也, 野澤亘, 馬奈木俊介 (2016) 地球温暖化による海洋環境への影響と経済被害: CCS技術の導入. 第54回土木計画学研究発表会 (秋大会) (長崎, 2016.11).
- 6) 玉置哲也, 馬奈木俊介 (2017) 水素燃料の普及と温暖化対策. 第56回土木計画学研究発表会 (秋大会) (岩手, 2017.11).
- 7) Tamaki, T., Managi, S. (2017) Economic Impacts Caused by the Diffusion of Hydrogen Energy. INFORMS annual meeting 2017 (Houston, USA, Oct. 2017).
- 8) 大山耕輔 (2018) IPBESと生物多様性保全政策—重層的ガバナンスの視点から. 日本公共政策学会第22回研究大会 (町田, 2018.6).
- 9) Wakamatsu, M., Managi, S. (2018) The effect of specific knowledge about fish stocks on willingness to pay for ecolabeled seafood. 23rd Society for Environmental Economics and Policy Studies Annual Conference 2018 (Tokyo, Japan, Sep. 2018).
- 10) Wakamatsu, M., Managi, S. (2018) The effect of specific knowledge about fish stocks on willingness to pay for ecolabeled seafood. World Congress of Environmental and Resource Economists (Gothenburg, Sweden, Jun. 2018).
- 11) Wakamatsu, M., Managi, S. (2018) Examining public support for international agreement on tuna management and conservation. International Institute of Fisheries Economics and Trade (IIFET) Conference (Seattle, Canad, Jul. 2018).

(3) 「国民との科学・技術対話」の実施**【サブテーマ1】**

特に記載すべき事項はない。

【サブテーマ2】

- 1) 自治体向けワークショップ「生物多様性地域戦略に関する全国自治体オンラインワークショップ ―今後の地域戦略の策定、改定ならびに実施にPANCESの研究成果が示唆するもの―」（主催：PANCES、2021年3月15日、オンライン開催、参加者約40名）にて講演

【サブテーマ3】

特に記載すべき事項はない。

(4) マスコミ等への公表・報道等>**【サブテーマ1】**

- 1) かんさい情報ネットten. (2021年4月29日、読賣テレビ放送・関西、気候サミット（米国主催、2021年4月22～23日）への宇佐美誠のコメントが引用された)

【サブテーマ2】

特に記載すべき事項はない。

【サブテーマ3】

特に記載すべき事項はない。

(5) 本研究費の研究成果による受賞**【サブテーマ1】**

- 1) 農村計画学会2017年度ベストペーパー賞 / 宮川蘭奈, 松下京平, 浅野耕太 (2017) 花粉媒介昆虫の農作物生産への貢献―送粉サービスの喪失に伴う厚生損失の評価―. 農村計画学会学会誌, 36-1, p.53-58.

【サブテーマ2】

特に記載すべき事項はない。

【サブテーマ3】

特に記載すべき事項はない。

IV. 英文Abstract

Predictive Evaluation of Socio-Economic Values of Natural Capital and Ecosystem Services and Multi-level Governance of Natural Capital

Principal Investigator: Kota ASANO

Institution: Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University,
Nihonmatsu, Yoshida, Sakyo, Kyoto 606-8501, JAPAN

Tel: 075-753-2911

E-mail: asano.kota.4u@kyoto-u.ac.jp

Cooperated by: Keio University, Kyushu University

[Abstract]

Key Words: Social economic values, Multi-level governance, Inclusive wellbeing, Local Biodiversity Strategies and Action Plans, Natural capital

Sub-theme 1 integrated observational data of terrestrial and marine ecosystems with economic valuation methods and valued (1) pollination services via agricultural production in Japan, (2) habitat provision services of forests surrounding agricultural land for pollinators based on the resilience notion, (3) ecosystem services generated by linkages of terrestrial and marine ecosystems focusing on oyster production, (4) ephemeral cultural services of natural capital considering its qualitative and quantitative properties with big data of people's recreational activities. In addition, web survey conducted for examining the extent to which people know and use ecosystem services revealed the effects of knowledge and familiarity for nature on the valuation of ecosystem services, and tendency that local residents who use indigenous regional ecosystem services are likely to stay at their home town. These findings suggested the significance of competence for nature in informing the policy for natural capital-based dispersed (ND) society.

Sub-them 2 analysed the governance of biodiversity conservation, which covered all municipalities in Japan, for describing policy-making processes characterised by ideocratic approaches drawn from rationality. For example, those involving the Ministry of the Environment (MOE), and the implementation processes in agriculture characterised by responsive approaches, prioritizing short-term benefits such as wildlife hazard management. To develop further biodiversity policies, a comprehensive system should be formed in which the national government deploys the policy measures currently covered by specific government ministries and local governments. For instance, the national government could establish a headquarters for biodiversity conservation in the Cabinet.

Sub-theme 3 predicted the future value of natural capital in Japan and examined whether Japanese society can be sustainable when it follows each PANCES scenarios. The inclusive wealth approach that considers the contribution to the well-being of present and future generations was used. It was found that the ND scenario maintains the highest value of terrestrial natural capital as of 2050 in both rural and urban areas. In addition, it was found that there is a greater potential for enhancing natural capital via the conversion of abandoned agricultural land into forests. The value of eelgrass beds and seaweed beds were predicted and found that the population dispersion scenario maintains these coastal natural capitals relatively compared to the population concentration scenario. Generally, it is implicated that promoting population dispersion can be one of the effective measures for conserving terrestrial and marine natural capital and achieving sustainability.