



環境研究総合推進費  
戦略的研究開発領域課題(S-15)

# テーマ 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

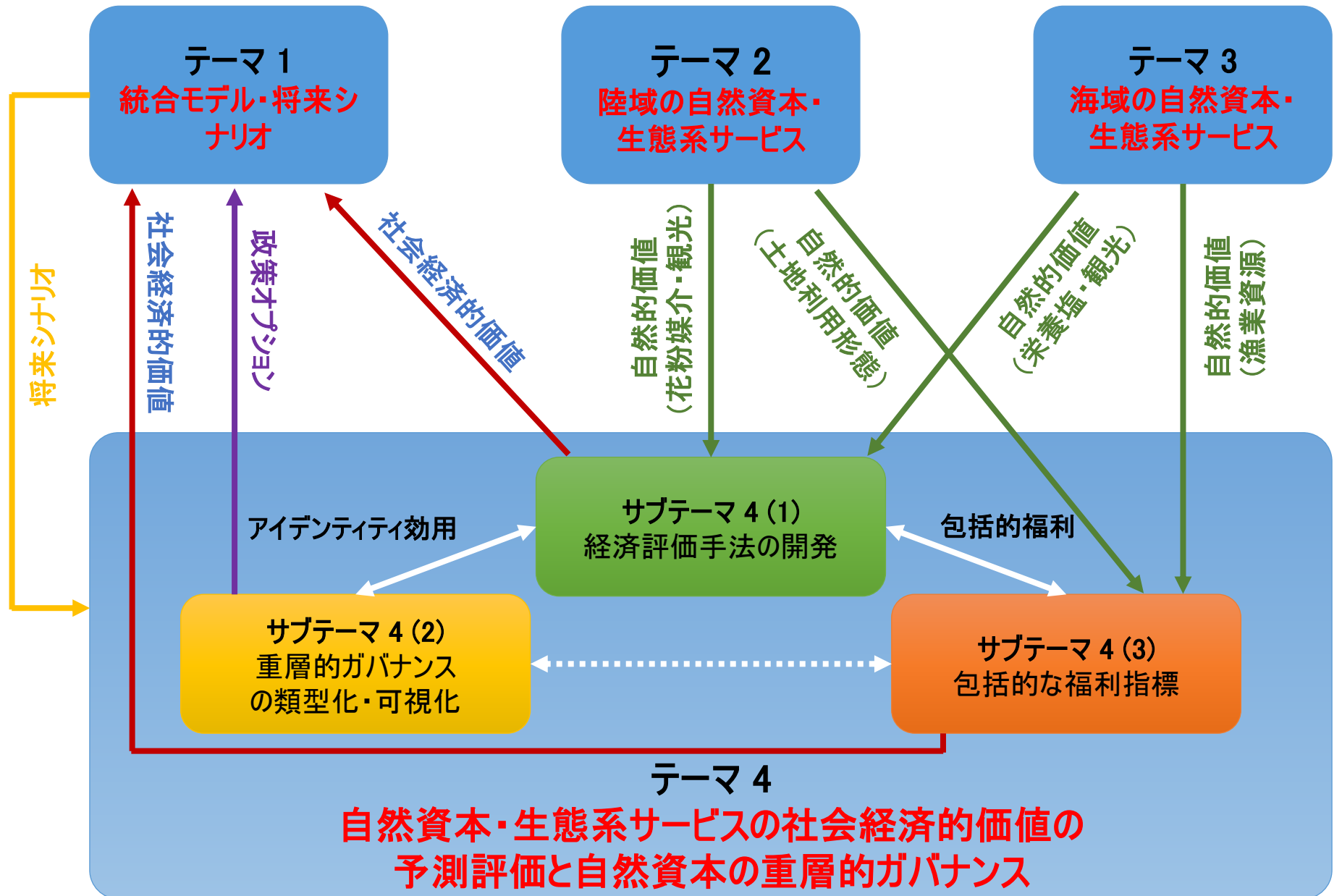
体系的番号: JPMEERF16S11540

研究実施期間: 平成28年度(2016)～令和3年度(2020)

テーマ 4 代表(サブテーマ 4 (1))  
京都大学大学院人間・環境学研究科  
教授 浅野耕太

サブテーマ 4 (2) 大山耕輔・慶應義塾大学  
サブテーマ 4 (3) 馬奈木俊介・九州大学

# テーマ・サブテーマ間の協力関係



# 4(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



## 研究開発目的

自然資本・生態系の観測データと価値評価モデルを接合し、**未解明の生態系サービスの価値とその価値生成過程を考慮した自然環境保全政策**のあり方を検討する。また、自然環境保全に対する社会的支持を得る上で、人々の生態系サービスの利用や理解の深化の果たす役割を明らかにする

## 研究目標

- 自然資本・生態系サービスの社会経済的価値の**評価モデルの開発と実践への適用**
- 一般住民の生態系サービスの**利用頻度や理解の程度と生態系サービス評価の関係**の実証的検証

## 研究開発内容

- 社会経済的価値評価手法の開発および実践
  - **生態学的閾値とレジリエンス概念**を組み込んだ生物経済学モデル
  - **時空間ダイナミクス**を考慮した森里川海の連環モデル
  - **余暇消費**に関するビッグデータを活用した一般均衡厚生測度モデル
- 一般住民にとっての生態系サービス
  - **知識や親しみ**を考慮した便益認知モデル
  - **アイデンティティ効用**の定量化手法

### 未知なる価値

- レジリエンス
  - 森里海の連環
  - 一過性の自然景観
- テーマ2・3との連携**

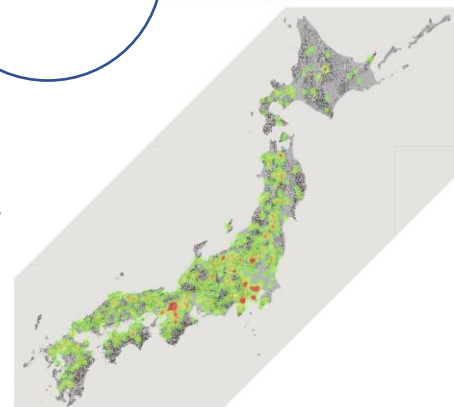
### 自然との関わり方

- アイデンティティ
  - 魅力となじみ
  - 定住志向と人口維持
- テーマ1との連携**

自然資本  
生態系サービス

### 人の認知

- 知識と親しみ
  - 評価への影響
- 事例地区(能登)での評価**



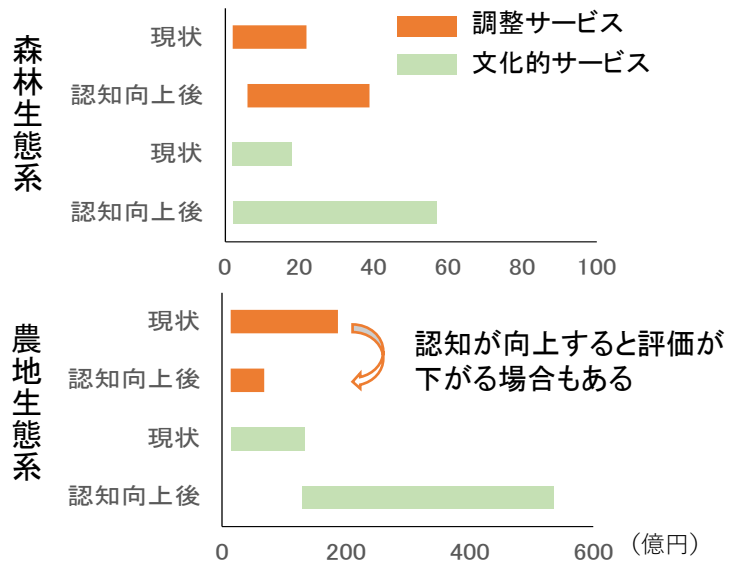
# 4(1) 一般住民にとっての生態系サービスの社会経済的価値評価



- 一般住民による生態系サービス評価は当人の自然資本・生態系サービスに対する知識や関わり方と関連するため、環境保全への社会的支持を得る上でその関連性を解明することが重要
- **地方における人口減少**は自然資本の保全に負の影響を与え、かつそこでの生態系サービスの過小利用の原因となるため、地域に留まる住民の特性把握が求められる
- **分析目的**: 人の**自然に対するコンピテンス**(知識や親しみ)を生態系サービスの価値評価に組み込んだ**便益認知モデル**および地域住民としての**アイデンティティ効用の定量化手法**を開発し、一般住民にとっての自然資本・生態系サービスの社会経済的価値評価を行う

テーマ2と連携

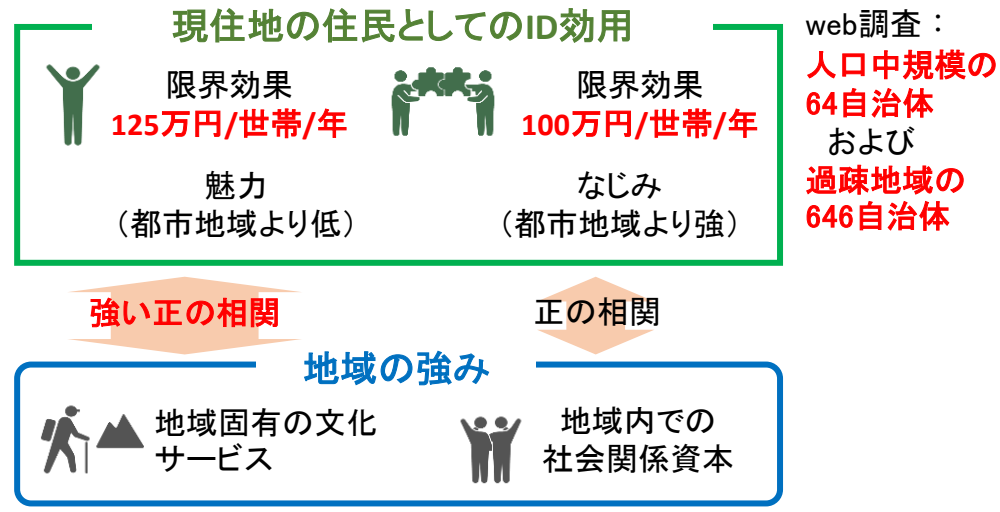
## 自然へのコンピテンスを生態系サービスの価値評価に組み込んだ便益認知モデルの開発



web調査: 能登

- 2,448名の15歳以上
- 自然への親しみと評価額の関係

## 地域住民のアイデンティティ効用の定量化手法の開発と構造分析による生態系サービスの価値評価

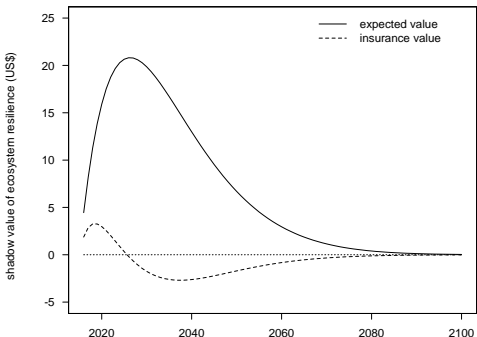
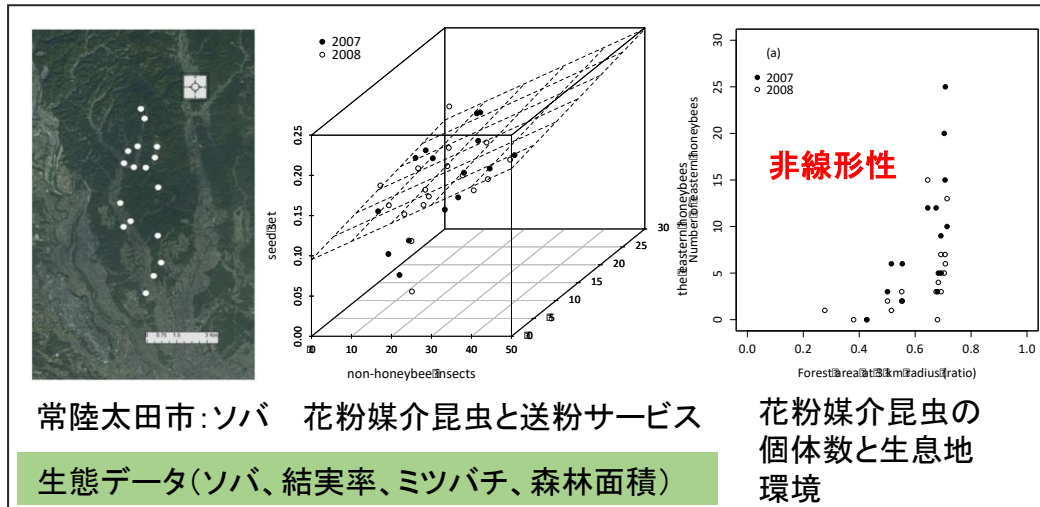


生態系サービスの利用促進は、社会関係資本の蓄積以上に**人口減少の抑制効果**を発揮する可能性  
 → **自然の恵み**による人口維持

# 4(1) 送粉サービスの社会経済的価値評価モデル

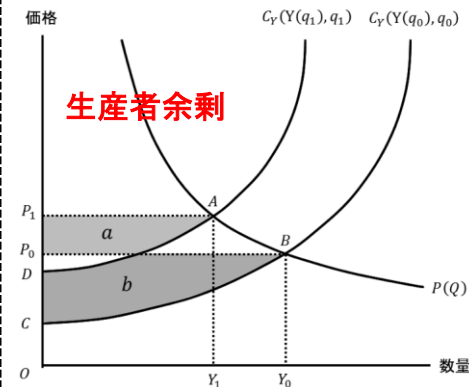


- 多くの農作物生産にとって花粉媒介昆虫による送粉サービスは不可欠であるが、近年、生息地の開発等により花粉媒介昆虫の世界的な減少が報告されている
- 政策立案者や農業従事者の今後の意思決定には、送粉サービスの減少が農業に与える影響の社会経済的価値を評価することが求められるが、その評価方法の開発は発展途上にある
- **分析目的**: 市場メカニズムを組み込んだ**社会余剰分析モデル**および生態学的閾値とレジリエンス概念を組み込んだ**生物経済学モデル**を開発し、送粉サービスの価値評価手法を確立



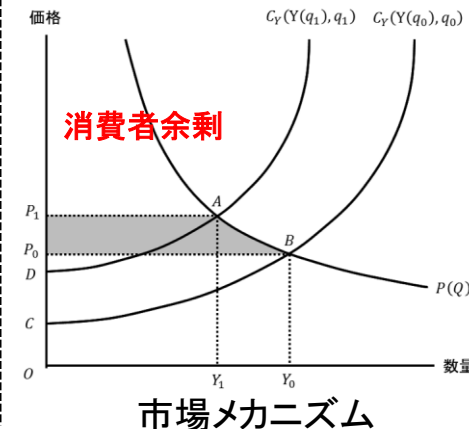
生態学的閾値とレジリエンス概念を組み込んだ**生物経済学モデル**

- ニホンミツバチの生息地保全価値
- 畑周辺の森林 = **97.96 万円/ha**
  - 畑土地価格の **50%** に相当



## テーマ2と連携

送粉サービス減少に伴う農産物価格上昇に対する消費者の反応 (**需要の価格弾力性**) を考慮



送粉サービスの水準変化による影響は農作物ごとに**生産者と消費者とで異なる**

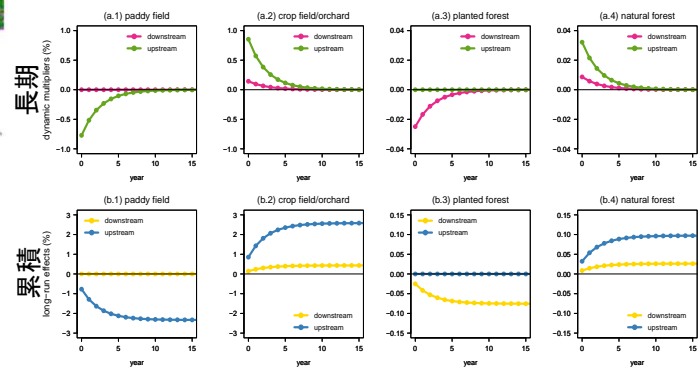
# 4(1) 森里川海の連環分析モデル



- 流域土地利用と沿岸域のつながりは生態学および経済学の双方の視点から研究されてきた
- しかし、生態学および経済学の知見を分析モデルに取り入れた研究は依然として発展過程で、多様な利害関係者を含む包括的流域管理に資する政策的根拠を十分には提示できていない
- **研究目的**: 流域土地利用が沿岸域に及ぼす影響を**空間・時間的動学性**を考慮した**森里川海の連環モデル**を開発し、連環が生み出す生態系サービスの社会経済的価値の評価手法を確立

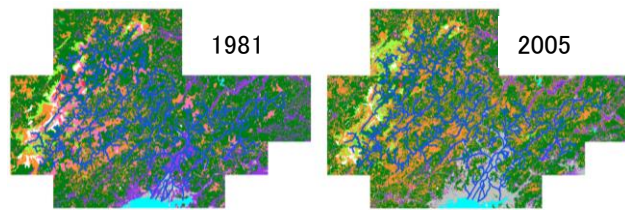
## テーマ3との連携

### 流域土地利用と牡蠣生産の長期的関連

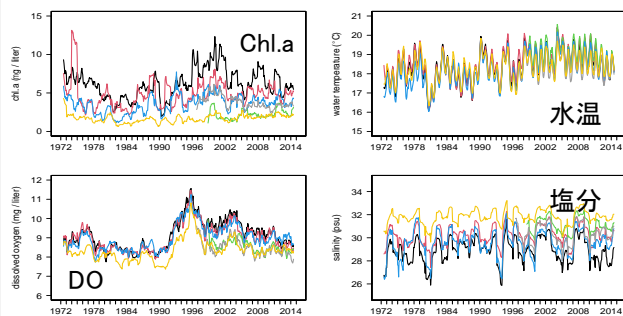


### 分析結果

- 牡蠣養殖に関連する流域土地保全価値  
**畑作地: 4,249(下流)、25,347(上流)万円/ha**  
**天然林: 257(下流)、954(上流)万円/ha**
- 上流域での保全価値は機会費用を上回るが、下流域では逆に下回る
- 人工林は統計的に有意な関連なし、もしくは負の関連



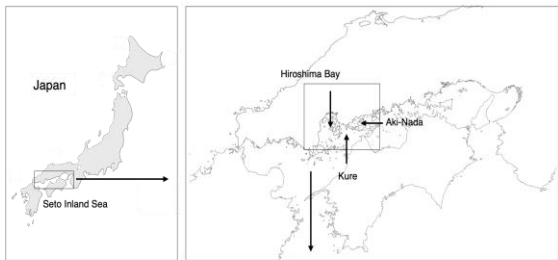
太田川流域の土地利用変化



広島湾の水質環境

空間・時間的動学性を考慮した  
**森里川海の連環モデル**の開発

流域土地利用—水質—牡蠣生産  
の関連



### 牡蠣養殖

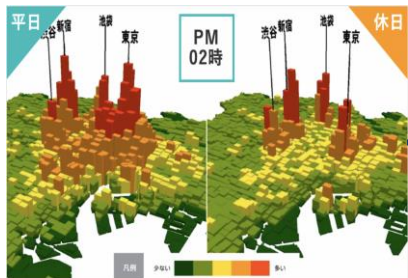


# 4(1) 文化的サービスの価値評価モデル:レクリエーション



- レクリエーション地への人々の訪問行動に影響を及ぼす自然環境に関しては多くの既存研究が存在する
- 一方、レクリエーション地の自然環境に関連する人々の選好とそれら自然環境が有する社会経済的価値に関する研究は依然として不十分(季節変動、全国の潜在的訪問地等)
- **研究目的:**人々の行動に関するビッグデータを利用した**一般均衡厚生測度モデル**を開発し、レクリエーションに関連する自然環境の社会経済的価値評価手法を確立

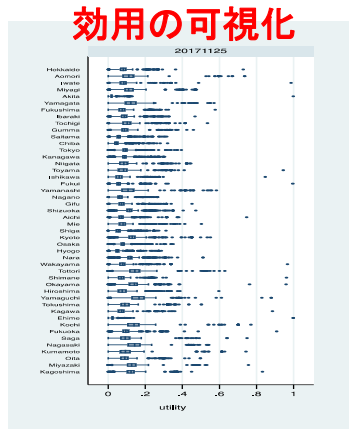
テーマ2・3と連携



モバイル空間統計  
2kmメッシュ(日・時間)



自然属性情報(テーマ2・3)



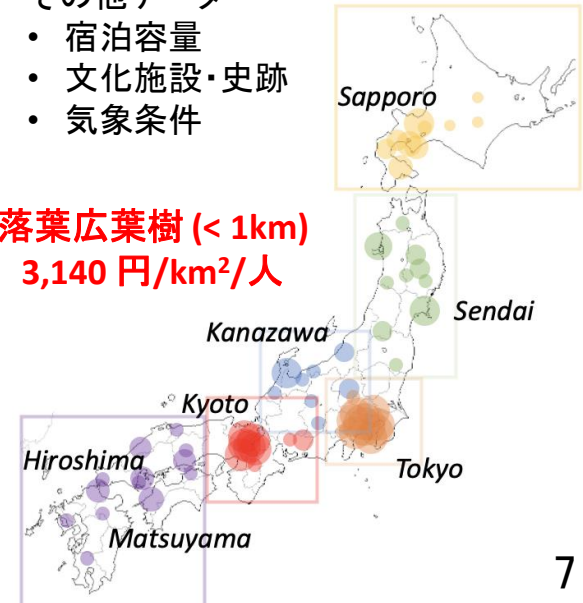
自然属性データ

- ・ 落葉広葉樹(面積・色付割合)
- ・ 水辺環境(湖畔・河川距離)
- ・ 地形の複雑さ

その他データ

- ・ 宿泊容量
- ・ 文化施設・史跡
- ・ 気象条件

落葉広葉樹 (< 1km)  
3,140 円/km<sup>2</sup>/人



## 4(2)重層的ガバナンスの類型化と可視化



### 研究開発目的

行政学・公共政策学の観点から、政府による政策的介入に大きな影響を与える、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。

### 研究目標

- 市区町村の政策**形成**段階における重層的ガバナンスの類型化と可視化
- 市区町村の政策**実施**段階における重層的ガバナンスの類型化と可視化

### 研究開発内容

- 市区町村における**生物多様性地域戦略に関するサーベイ調査**(1(4)、2(3)と連携して実施)
- 地域戦略の**策定過程**における**ガバナンス構造の対応分析**(可視化)
- 地域戦略**策定要因の計量分析**(策定可能性を高めるステークホルダー、ガバナンス構造、環境省による補助金の効果検証)
- 市区町村における自然環境保全政策**担当部局と実施施策の関係**について**理念型の抽出・対応分析**(類型化と可視化)



## 4(2) 政策形成段階のガバナンス構造の分析： 地域戦略の策定要因(利害関係者、補助金)のプロビット回帰



- **全市区町村**を対象、地域戦略の策定可能性をパネルデータで検証
- 地域戦略の策定=1, 未策定=0を従属変数としたプロビット回帰
- 職員の回答(地域戦略に影響力がある人)を分析に投入

変数	係数
影響力があるステークホルダーの数	-.484***
環境専門家の影響力がある (大学・学者・環境団体)	.346***
一般職員数(対数化)	.314***
環境省の支援事業	.229**
一般市民・非環境NPOの影響力がある	.209***
同格自治体の策定率	.065**
生物多様性基本法成立からの経過年数	.039
人口集中地区面積の占める割合	.038
財政力指数	.029

- **マルチステークホルダーが地域戦略策定段階の最大の課題**
- 影響力があるステークホルダーが多いと利害対立の調整困難
- 環境専門家、市民・NPOの影響力があると地域戦略を策定
- **環境省支援事業の効果あり**  
(H22-26年度, 地域生物多様性保全活動支援事業)

N=8399, 疑似R<sup>2</sup>=0.25, 分析対象: 964市区町村, \*\*\*: p<0.001, \*\*: 0.001≤p<0.01

## 4(2) 政策実施段階のガバナンス構造の分析： 市区町村の担当部局の性質と実施施策の関係距離

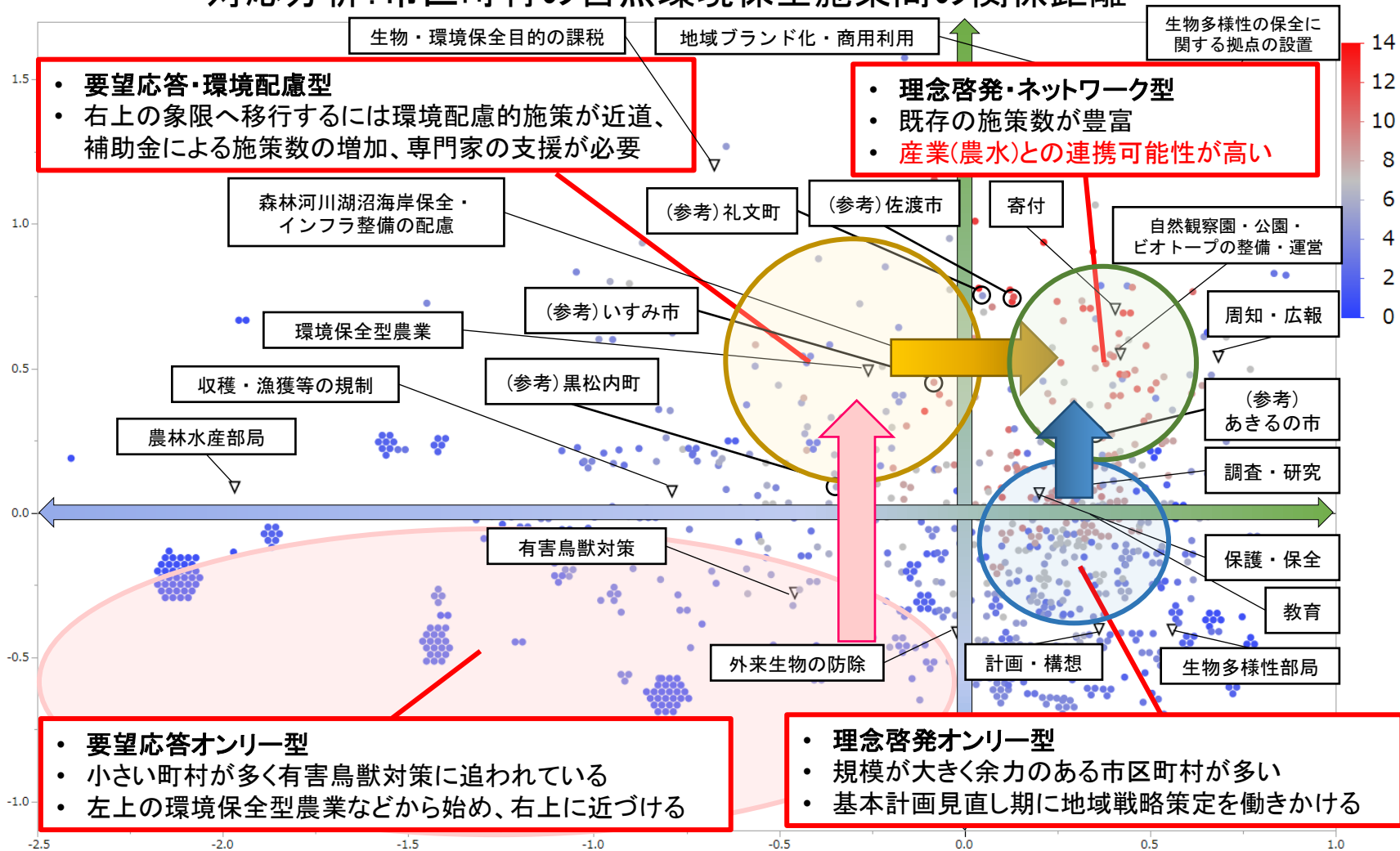


### 対応分析：市区町村の自然環境保全施策間の関係距離

発展的  
施策

施策数

基礎的  
施策



農水部局

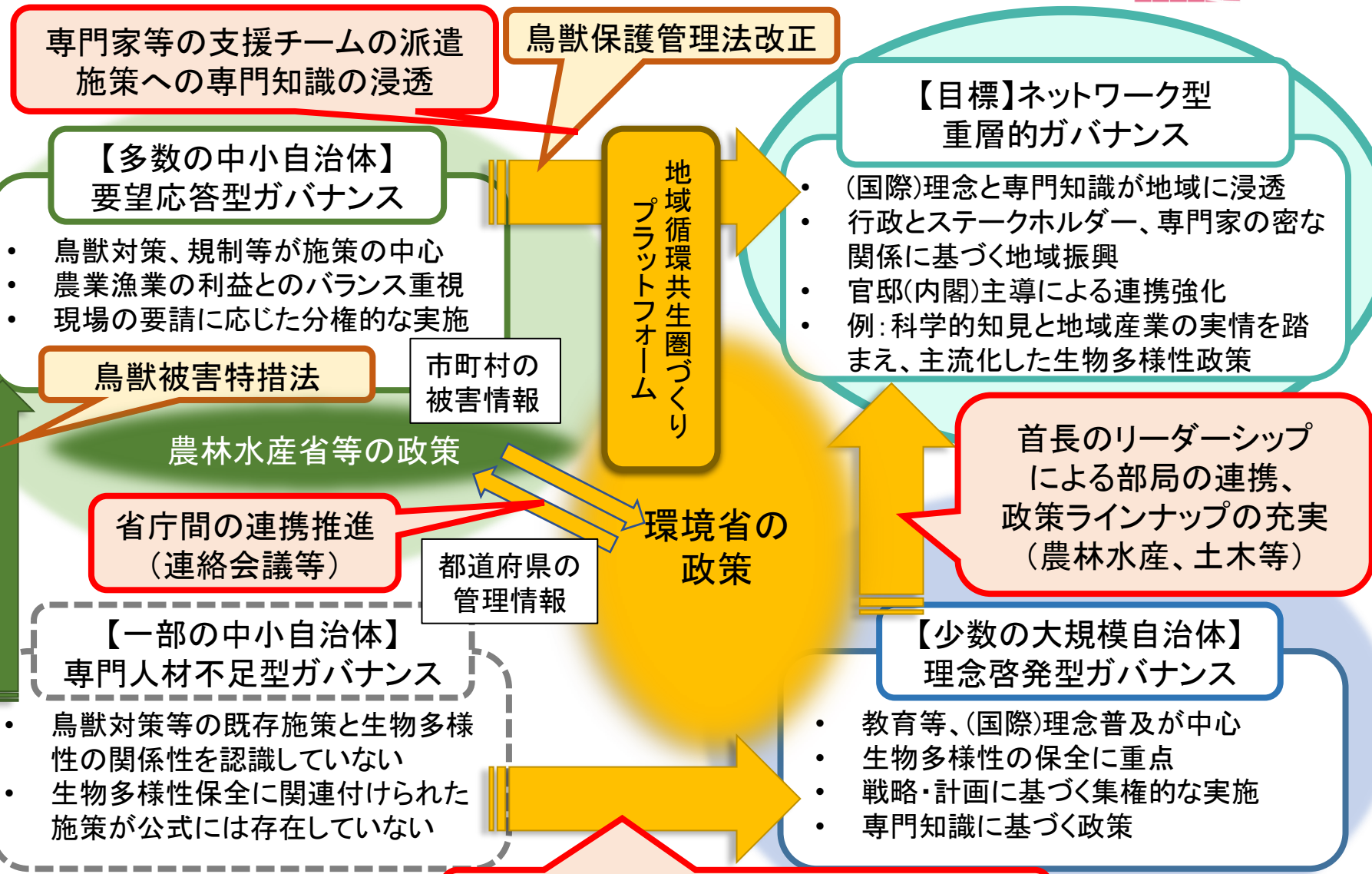
生物多様性部局

- 産業(農水省)との連携を進める上では、各自治体の状況に応じた段階別の対応が必要

# 4(2) : 地域の現状と目指すべきガバナンス



地域経済・産業支援



(注)赤い吹き出しは政策効果を確認済み。

規模・(国際)理念

## サブテーマ4(3) 包括的な福利指標の開発と地域的展開



### 研究開発目的

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い、人口集中/分散、自然資本ベース/人工資本ベース社会のうち**どのような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**。加えて、包括的富指標の**地域政策への応用**、自然資本以外の要素も包含する**包括的福利指標の構築**に取り組む

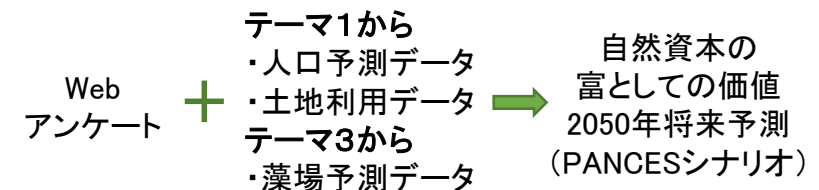
### 研究目標

- PANCESの4つのシナリオをベースにした**自然資本価値の将来予測**
- 自然資本に加え、幸福度や生活満足度等の尺度を包含した**包括的福利の計算の検討**

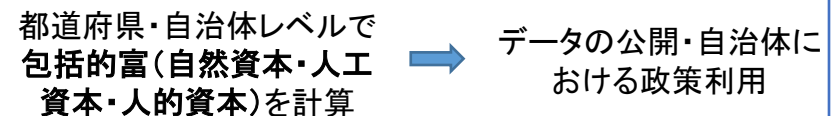
### 研究開発内容

- ① **自然資本WTP推定**: 全国の7,556人を対象にWebアンケートを実施
- ② **自然資本価値の将来予測**: 包括的富アプローチとPANCESシナリオを用いた自然資本のストックとしての価値の予測  
(**テーマ1, テーマ3からデータ提供**)
- ③ **包括的富の計測および地域への応用**: 都道府県レベル・自治体レベルで自然資本・人工資本・人的資本を計算、久山町等の地域政策に応用
- ④ **包括的福利指標**: 様々な項目の相対的限界効用の順序化・自然資本の相対的重要度の分析

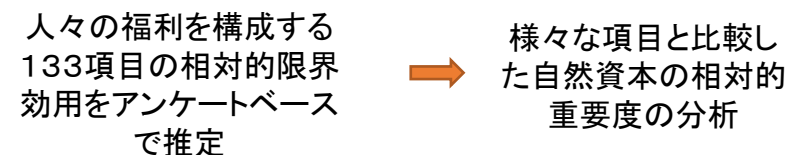
#### ①, ② 自然資本



#### ③ 包括的富



#### ④ 包括的福利



# 4(3) 包括的福利指標の開発



Easily Discover Sustainable Local Wealth throughout Japan

## EvaCva-sustainable

HOME About EvaCva-sustainable Opinions and Requests Link



### Find Inclusive Wealth Index(Capital)

You can see the regional wealth as value of Capital (Natural Capital, Human Capital, Produced Capital and Inclusive Wealth) through the comparison of cities, wards, towns and villages.



### Find Ecosystem services

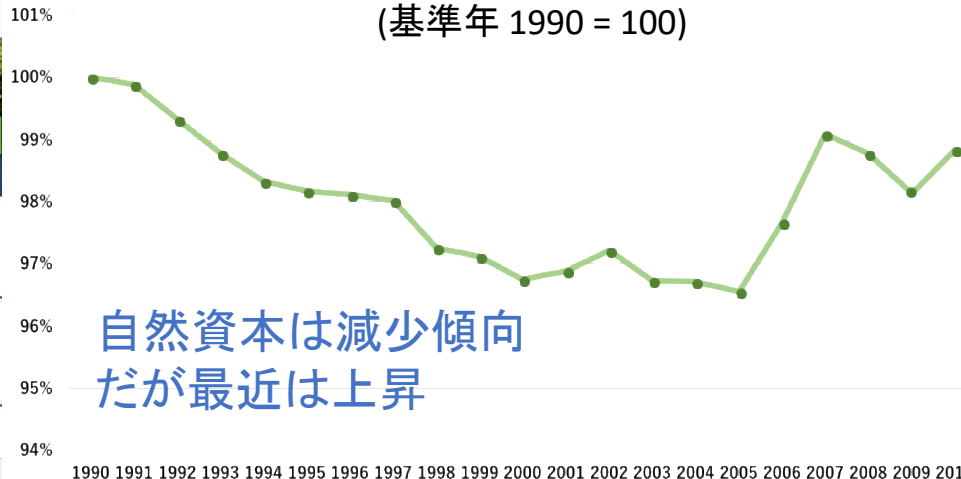
You can see the ecosystem services converted into the economic value in through the comparison of cities, wards, towns and villages.

### Please use EvaCva in these scenes.

- Find out wealth (natural capital, human capital, produced capital) of your city of residence
- Objectively grasp issues through evaluating sustainability of your local government by global indexes
- Know the value of ecosystem services and the importance of nature, such as biodiversity etc.

## 日本における自然資本の変化率

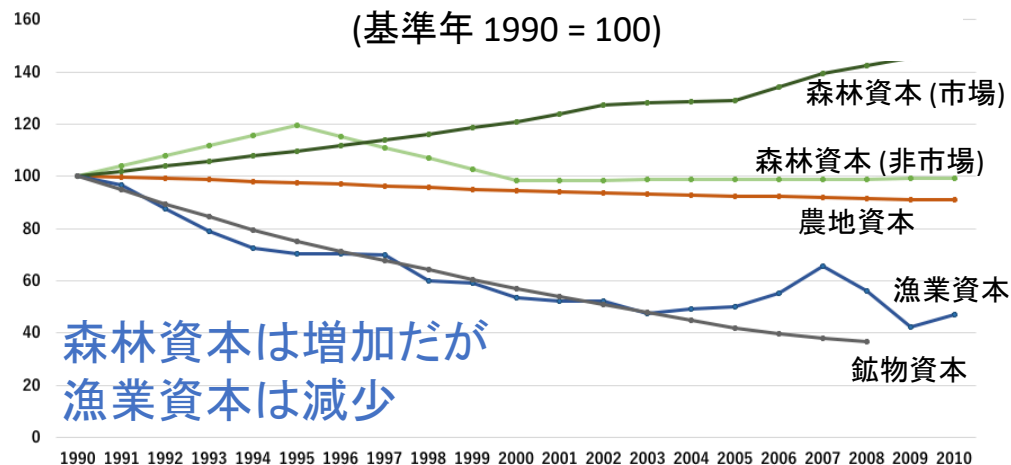
(基準年 1990 = 100)



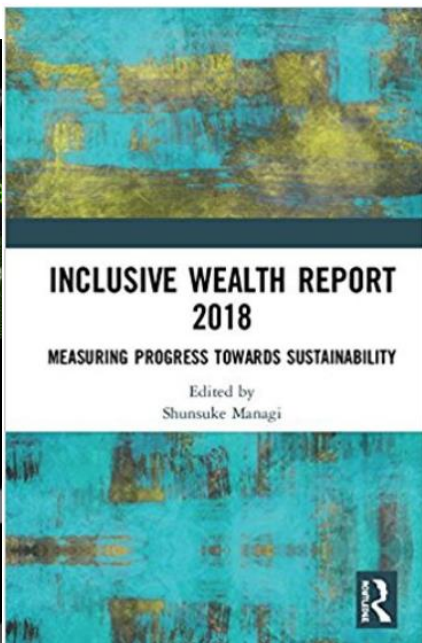
自然資本は減少傾向  
だが最近は上昇

## 自然資本の構成要素の変化率

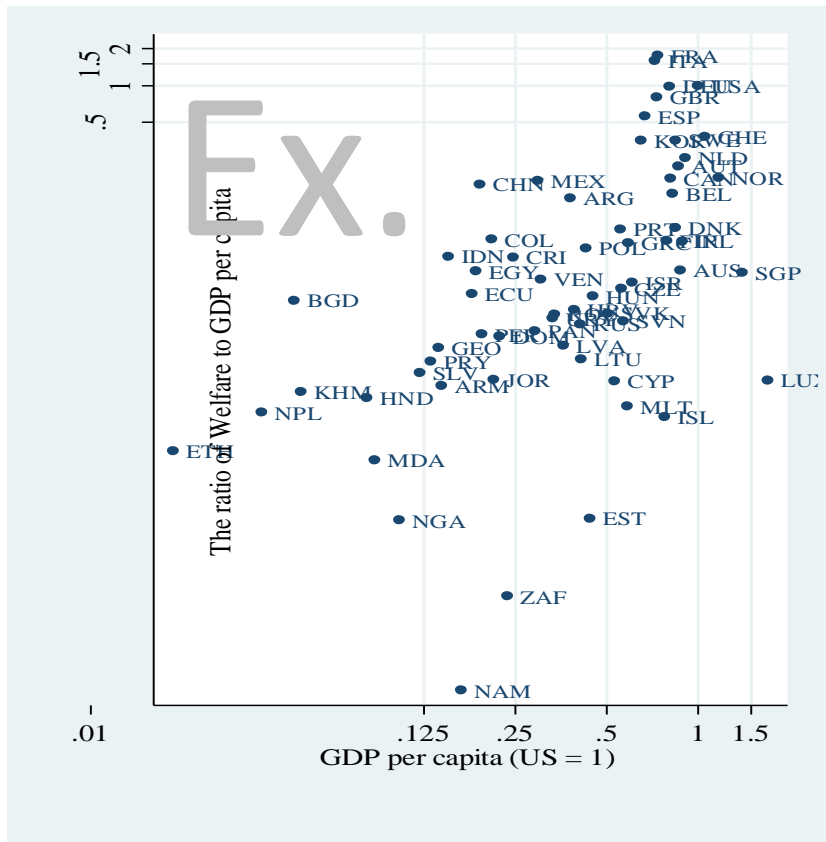
(基準年 1990 = 100)



森林資本は増加だが  
漁業資本は減少



## 4(3) 包括的福利指標の開発



包括的な福利  
Inclusive wellbeing

包括的富  
Inclusive wealth

- 人的資本 Human capital
- 人工資本 Produced capital
- 自然資本 Natural capital (再生資源)

消費  
Consumption

本研究で取り組んだ重要なトピック

- PANCESシナリオを用いた自然資本の富としての価値の将来予測
- 包括的な福利における自然資本の重要性の分析

## 4(3) インターネット調査データを用いた平均支払意思額の推定



	仮想的減少量	平均支払意思額 (2019\$/household/year)	
		Kristrom mean	Unit Kristrom mean (10 <sup>-3</sup> per ha or 10 <sup>-3</sup> per t)
田	12,500 ha	11.8 (10.5–13.0)	0.941
畑	7,500 ha	11.6 (10.3–12.9)	1.546
果樹園	5,000 ha	10.3 (9.2–11.5)	2.063
牧草地	2,500 ha	9.8 (8.7–10.9)	3.922
人工林	18,000 ha	10.1 (8.9–11.2)	0.559
天然林	10,000 ha	11.6 (10.4–12.8)	1.163
海岸防災林	22 ha	11.0 (9.8–12.2)	499.296
サンゴ礁	70 ha	10.7 (9.5–11.8)	152.361
藻場 (磯を含む)	2,000 ha	9.3 (8.2–10.4)	4.658
干潟 (アマモ場を含む)	99 ha	9.2 (8.1–10.2)	92.621
砂浜	56 ha	9.8 (8.7–10.9)	175.565
マングローブ林	1.5 ha	9.8 (8.7–11.0)	6562.749
漁場	178,000 t	10.5 (9.3–11.6)	0.059
日本の自然環境	–	40.4 (36.0–44.8)	–

要因分析 ZIOPモデルを利用し、支払確率と支払額への影響を同時に推定  
多くの自然資本に当てはまった結果を以下に示す

- **女性**は0円以上支払う確率が高いが、**男性**の方が支払額は高い
- **都市域**居住者は支払確率が低い
- 各自然資本への**訪問頻度・主観的重要度**は支払確率・額ともに正の効果
- **北海道**地方居住者は、その他の地域に比べて支払確率・額ともに高い
- 居住地が**海岸**に近いと海岸防災林、干潟、マングローブ林、漁場のWTPが高い
- **自治体**が**生物多様性を考慮**するほど、住民の農地に対する支払確率が高い
- **自治体**が**住民や団体に生物多様性保全活動への参加を促進**するほど、農地と森林への支払確率が低い

# 4(3) 自然資本の将来予測



## 日本の2050年時点の陸域自然資本価値

### 手法

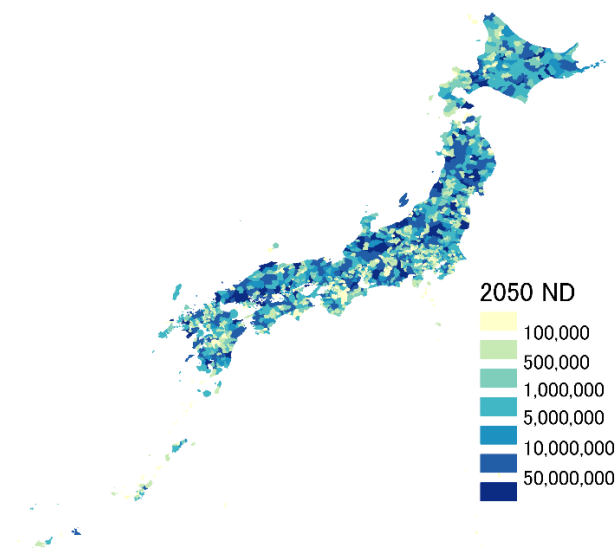
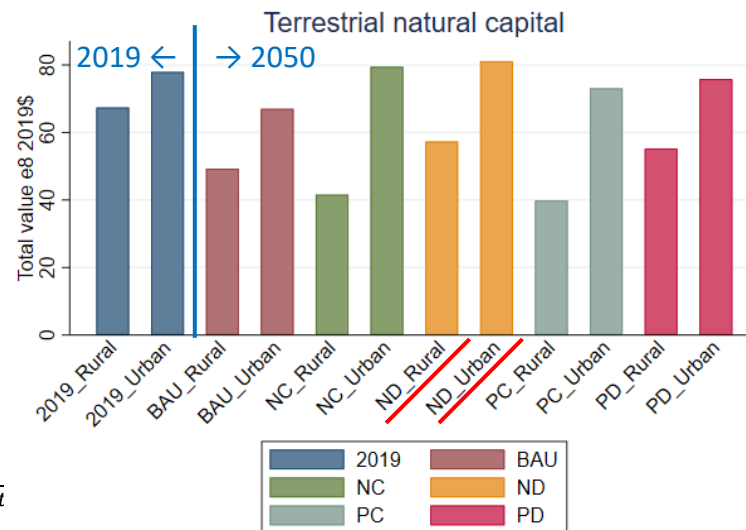
- PANCESシナリオを利用 (Saito et al., 2019) 5シナリオ: NC、ND、PC、PD、BAU
- Hori et al. (2020) の2050人口予測データから、シナリオ別に世帯数を推計
- 平均WTP推計値と組み合わせ、各自然資本のシャドウプライス(SP)を計算

$$SP_{isr} = \sum_{t=1}^{\infty} \left\{ WTP_{2019,ir} \times \frac{GDP_{2050}}{GDP_{2019}} \times \text{Number of households}_{sr} \times \frac{1}{(1 + \delta)^t} \right.$$

- Shoyama et al. (2019) の土地利用データから、各シナリオ各自然資本の面積を予測
- SPと面積の積から、**2050年各シナリオの自然資本総額を2019\$単位で推計**

### 結果

- 地方部は、2019～2050年間でどのシナリオでも自然資本が減少
- 都市部はNC、NDシナリオのみ自然資本が増加
- **NDシナリオが最大額の自然資本を維持**





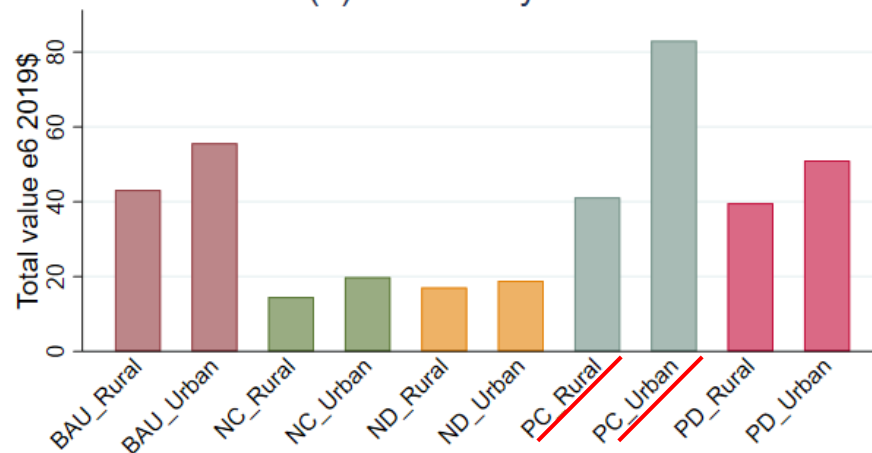
## 4(3) 耕作放棄地の森林転換 / 沿岸自然資本の将来予測



### 耕作放棄地の森林転換シナリオ分析

- 補助的シナリオ分析を行い、耕作放棄地が2030年から2050年の間に森林に転換された場合の自然資本価値の予測を行った
- 転換によって、最大1%の陸域自然資本価値の増加がもたらされることが分かった(PCシナリオ、放棄地が全て二次林になる仮定の場合)

(2) Secondary forests



### 沿岸自然資本価値の2050年将来予測 (e10 2019US\$)

- 人口分散シナリオが集中シナリオと比較してアマモ場・海藻藻場の価値を高く維持

	気候変動	2019	NC	ND	PC	PD
アマモ場 (全人口)	No	393.5	374.3	381.6	364.8	373.2
	Yes		372.0	379.2	362.0	370.4
海藻藻場 (全人口)	No	73.7	70.8	71.6	71.5	72.2
	Yes		68.6	69.4	69.3	70.0
アマモ場 (沿岸人口)	No	150.7	138.1	143.6	134.6	140.4
	Yes		137.2	142.6	133.5	139.3
海藻藻場 (沿岸人口)	No	28.2	26.1	26.9	26.4	27.2
	Yes		25.3	26.1	25.6	26.3

## 4(3) 包括的福利における自然資本の重要性



日本人々にとって、自然資本は相対的にどの程度重要か？

### 手法

効用理論に基づき、様々な基本的側面の相対的限界効用をサーベイベースで分析

113個の個人的側面 & 131個の政策的側面 + 国内/身の回りの自然資本項目の追加

### 結果(相対的限界効用による順位付け)

「あなた」項目(116項目中)

- 1位 あなたの経済的な安定さ
- 2位 あなたの家族の幸福
- 3位 あなたと家族の全体的な福利
- 4位 あなたがどの程度人生を楽しめるか
- 5位 あなたの人生においてストレスがないこと

- 32位 世界の動物、自然、環境の状態
- 57位 あなたの国の動物、自然、環境の状態
- 59位 あなたの身の回りの動物、自然、環境の状態

「人々」項目(133項目中)

- 1位 人々の経済的な安定さ
- 2位 人々の生活に対する満足度
- 3位 人々の人生と将来全般に対する安心感
- 4位 人々と家族の全体的な福利
- 5位 人々が不安を感じないこと

- 28位 世界の動物、自然、環境の状態
- 31位 あなたの国の動物、自然、環境の状態
- 47位 あなたの身の回りの動物、自然、環境の状態

	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をとても好む

# 研究目標の達成状況



<p>テーマ4</p>	<p><u>目標を上回る成果をあげた</u>          これまで未解明であった自然資本・生態系サービスの社会経済的価値およびその構造を定量的に分析できるモデルを開発するとともに、自然資本の重層的ガバナンスの類型化・可視化から得られた知見、並びに地域別・項目別の包括的富・福利の計算結果から、将来の自然資本・生態系サービスの利用・保全のあり方についての有益な政策提言を行った</p>
<p>4(1)</p>	<p><u>目標を上回る成果をあげた</u>          自然資本データに基づき、<b>送粉サービス</b>、牡蠣養殖を対象とした<b>森里海の連環</b>、自然景観の一過性を踏まえた<b>レクリエーション価値評価</b>に関する新手法を開発した。生態系サービスに関する<b>人々の認知・アイデンティティの影響</b>を踏まえ、将来シナリオにおける地域への人口定着に関する政策的含意を示した</p>
<p>4(2)</p>	<p><u>目標どおりの成果をあげた</u>          自治体のサーベイ調査から政策形成段階の類型化と可視化を行い、地域戦略の策定要因、環境省の補助金の有効性を明らかにした。政策実施段階の分析として、担当部局の性質と実施施策の関係を元に類型化と可視化を行い、担当部局の性質と実施施策の関係を明らかにした</p>
<p>4(3)</p>	<p><u>目標を上回る成果をあげた</u>          自然資本価値の推定及び将来予測、包括的富の計算及び<b>地域政策への応用</b>、包括的福利指標の構築に必要な様々な項目の<b>相対的限界効用</b>の計算を行った</p>

<p>テーマ4</p>			
<p>査読付き論文</p>	<p>46 件</p>	<p>「国民との科学・技術対話」の実施</p>	<p>1 件</p>
<p>査読付き論文に準ずる成果発表</p>	<p>8 件</p>	<p>マスコミ等への公表・報道等</p>	<p>1 件</p>
<p>その他誌上発表(査読なし)</p>	<p>19 件</p>	<p>本研究に関連する受賞</p>	<p>1 件</p>
<p>口頭発表(学会等)</p>	<p>36 件</p>		