

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1 社会・生態システムの統合モデルの構築と 科学-政策インターフェースの強化

体系的番号:JPMEERF16S11510

研究実施期間:平成28(2016)年度~令和3(2020)年度

テーマ1代表(サブテーマ1(1)) 武内和彦・東京大学未来ビジョン研究センター/
地球環境戦略研究機関(IGES)

サブテーマ1(2) 齊藤修・国連大学サステナビリティ高等研究所(UNU-IAS)

サブテーマ1(3) 亀山康子・国立環境研究所(NIES)

サブテーマ1(4) 松下和夫・地球環境戦略研究機関(IGES)

テーマ1 社会・生態システムの統合モデルの構築と 科学-政策インターフェースの強化



達成目標:

- 我が国を中心に、生態系レベルの事象に焦点をあて、人口動態の変化や土地利用変化等による**自然資本や生態系サービスの自然的・社会経済的価値の将来予測・評価**が可能となるような社会・生態システムの将来シナリオ分析の**統合モデル**を構築する
- **統合的情報プラットフォーム**を整備し、テーマ2からテーマ4までの研究成果・統合モデルによる予測評価結果を活用するための一連のスキームを構築するとともに、今後の我が国における**生物多様性政策**に反映させる
- 将来シナリオ構築と自然資本・生態系サービスの予測評価の方法論を**アジアの他地域**に適用しつつ、世界、アジア地域及び日本国内の**科学-政策インターフェース**を強化するための要因分析とそれに基づく**政策提言**をする

- 1-1. 統合的な情報プラットフォームの整備を通じた社会・生態システムの統合モデルの構築(東大)
- 1-2. 将来シナリオ毎の基本フレーム分析(UNU-IAS)
- 1-3. 気候・生態系変動に関する変化要因(ドライバー)と政策オプションの分析(NIES)
- 1-4. 自然資本・生態系サービスに関する国際的な科学-政策インターフェース強化とアジア展開(IGES)

テーマ・サブテーマ間の協力関係



テーマ1

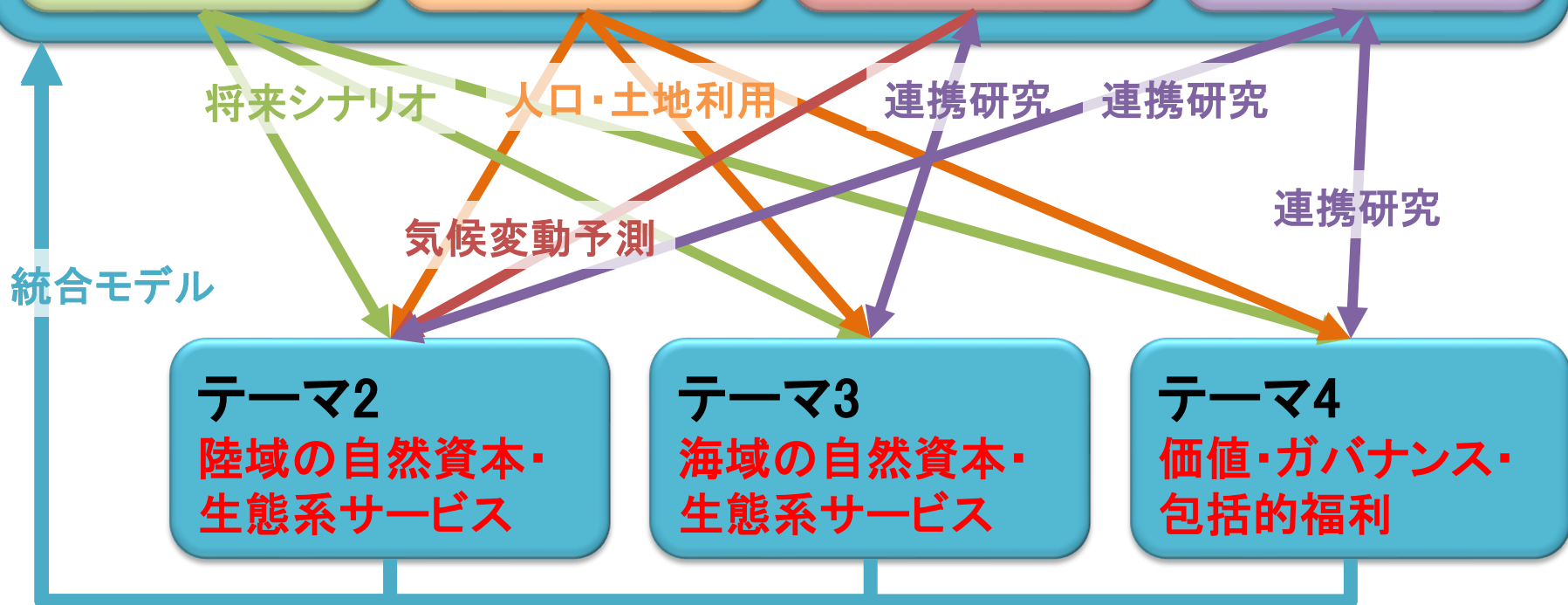
社会・生態システムの統合モデルの構築と科学-政策インターフェースの強化

サブテーマ1(1)
統合モデル
将来シナリオ

サブテーマ1(2)
人口・土地利用
の基本フレーム

サブテーマ1(3)
気候変動
緩和・適応策

サブテーマ1(4)
科学-政策イン
ターフェース



サブテーマ1(1) 統合的な情報プラットフォームの整備 を通じた社会・生態システムの統合モデルの構築



研究開発目的・目標

- 統合的な情報プラットフォームの更新・機能強化を通じて社会・生態システムの統合モデルによるシナリオ分析を促進する
- 能登・佐渡の生態系サービス評価範囲の拡大、シナリオ分析の高度化を図るとともに、自然資本や生態系サービスの保全、持続的な利用を促す政策を提言する

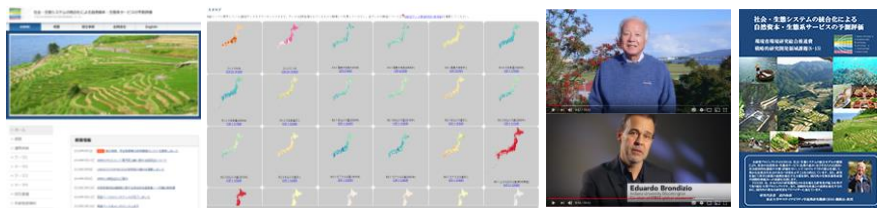
研究開発内容

①全国レベルの将来シナリオ構築

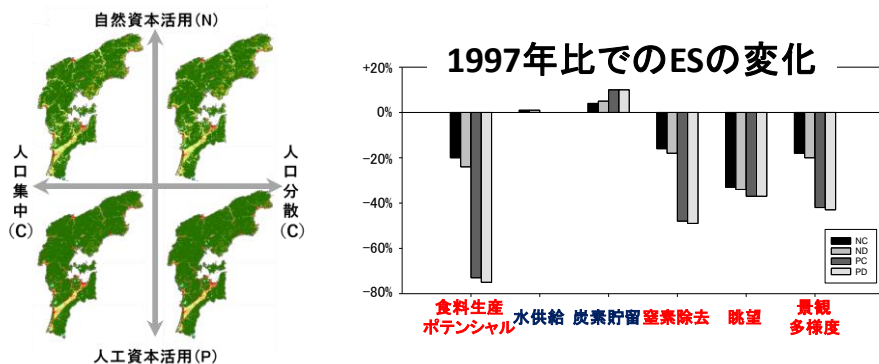
デルファイ法を活用して主要な不確定要因・基調条件を抽出する方法を考案

③情報プラットフォームの整備

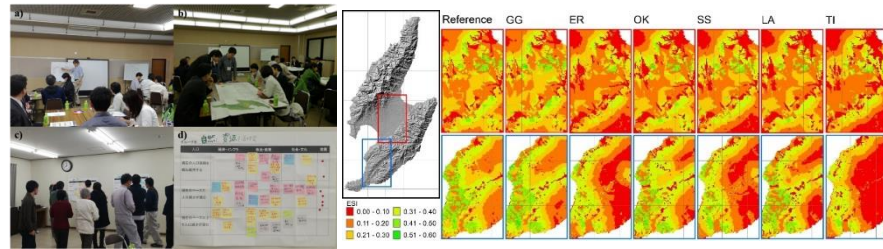
ウェブサイトの構築・コンテンツの拡充
広報資料(動画・パンフレット)、マッピングツールの開発



②事例地域におけるシナリオ分析 【能登】全国シナリオのダウンスケール



【佐渡】住民参加型でのシナリオ構築



サブテーマ1(1) 全国将来シナリオの構築



自然資本・コンパクト型社会

自然資本・分散型社会

自然資本活用

- 高い食料・資源自給率(国産志向)
- 国内漁業資源の管理
- エコツーリズム需要の拡大
- グリーンインフラやEco-DRRの拡大
- 再生可能エネルギーの利用拡大



人口集中

人口分散

- コンパクトシティ化の進展
- 集中型の熱・エネルギー
- 低・未利用地の再自然化
- 目的志向の繋がり強化

- 田園回帰の進展
- 分散型の熱・エネルギー
- 地方分権のさらなる進展
- 地縁に基づく繋がり強化

- 食料・資源の輸入拡大(海外志向)
- 養殖の拡大
- ICTやAIの活用による生産性の向上
- 従来型のインフラの拡充
- 発電・エネルギー利用の高効率化
- 二酸化炭素貯留技術の活用

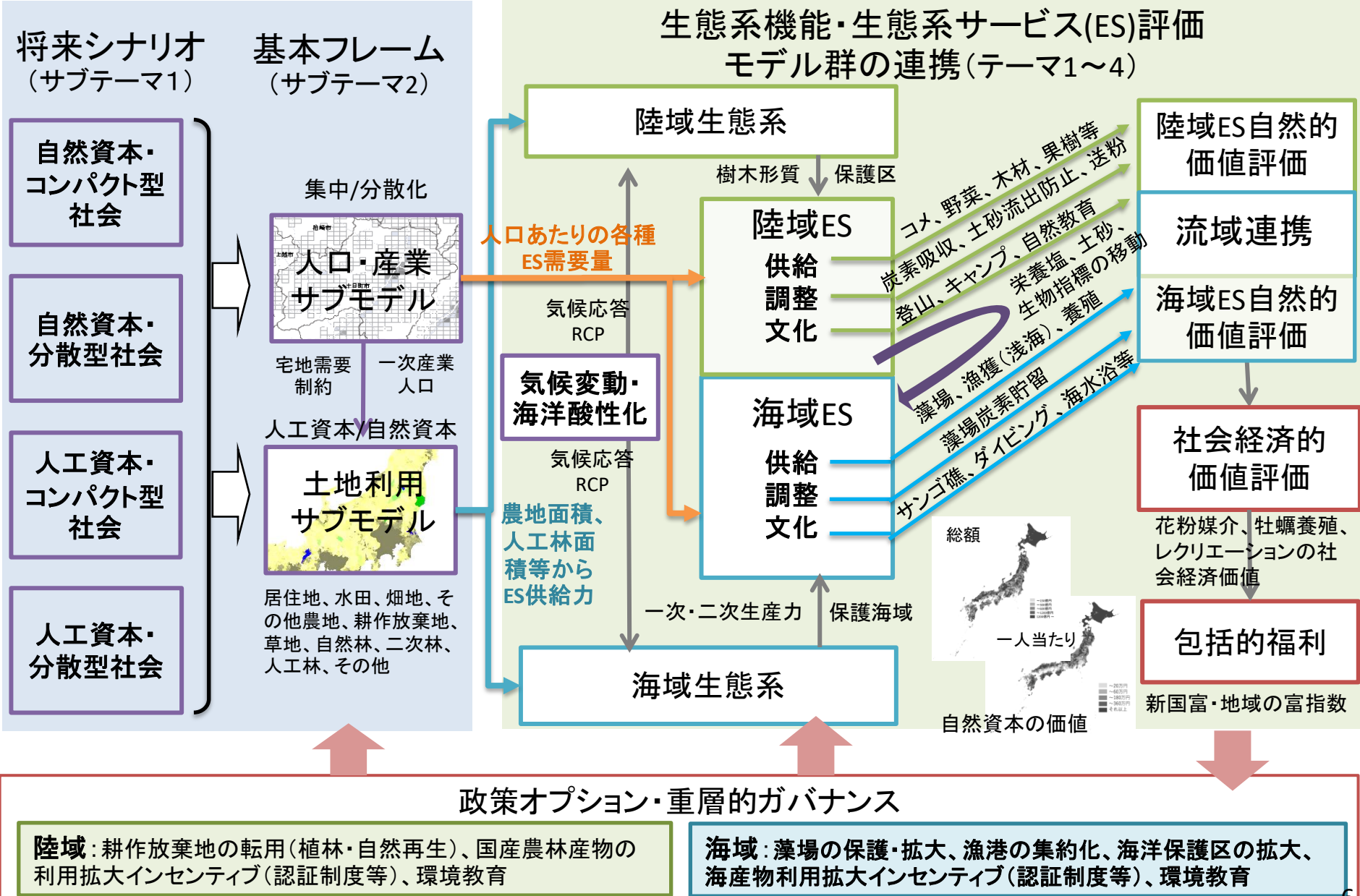
人工資本・コンパクト型社会

人工資本・分散型社会

人工資本活用



社会・生態システムの統合モデルの全体像



サブテーマ1(1) 情報プラットフォームの構築



PANCESの公式HP上に下記の情報を一般公開 (<https://www.nies.go.jp/pances/>)

- ① 現時点で公表可能な研究成果のWebマップ
 - ② 生態系サービス評価を活用した行政施策立案のグッドプラクティス
- 2021年度に国立環境研究所に管理を移管済

メニュー

シナリオ別人口予測 | シナリオ別土地利用予測 | シナリオ別供給サービス予測 | エコロジカル・フットプリント | 沿岸域環境要因

シナリオ別2050年人口分布予測

無居住化なし: 533943822
 無居住化あり: 533943822

市区町村別の集計

行政区	人口
千代田区	79,339
中央区	188,272
港区	331,393
新宿区	339,737
文京区	247,705
台東区	226,174
墨田区	268,723
江東区	581,738
品川区	448,455
目黒区	286,486
大田区	744,823
世田谷区	908,546
渋谷区	541,462
中野区	304,989
杉並区	593,877
豊島区	291,104
北区	324,640
荒川区	232,897

メッシュレベルでのシナリオ間比較

人口: 無居住化なし / 無居住化あり

現況(2015年) | 現状趨勢

コンパクト型: 強 / 弱 | 分散型: 強 / 弱

閾値の入力... | 以下 | 絞り込み

データ作成: 環境省環境研究総合推進費S-15「社会・生態システムの統合化による自然資本・生態系サービスの予測評価(PANCES)」サブテーマ1-(1)および1-(2)

行政課題の類型から探す

生物多様性や生態系サービスに関する主な行政課題として、下表に示す8つの類型を挙げました。それぞれの類型にあてはまる事例（課題）の内容から、参考となる事例の番号を参照してください。

類型	事例（課題）の内容	事例へのリンク
1) 土地利用の適正化	土地利用に関する計画や事業の構想（都市計画、農地開発等）の検討	事例01 事例12 事例13 事例16
2) 公共空間の適正な管理	公共空間（河川や自然公園等）の整備や環境管理に関する計画や利用規制の検討	事例02 事例03 事例15
3) 事業の環境影響緩和	各種の開発事業における環境影響の緩和制度の検討・導入（環境影響評価）	事例04
4) 保護地域の指定・評価	自然保護区の設定や見直し等の計画に関する検討（利用規制するエリアの指定等）	事例05 事例06
5) 事業の実施判断	開発事業と同等の機能（水質浄化、洪水調節、斜面保護施設等）を生態系が有する場合の政策判断	事例07
6) 環境汚染問題の解決	土地利用や開発事業等によって発生する環境問題（環境汚染、種の減少等）の調整・補償	事例08 事例09 事例14 事例17
7) 適切な負担額の設定	公共空間（自然公園等）の利用料や環境保全のための税負担等設定及び合意形成	事例10 事例11
8) 横断的な施策の実施	多様な部局にまたがる横断的な政策の検討（生物多様性戦略等）と実施、情報提供	事例18 事例19

統合指標としてエコロジカル・フットプリントの他、シナリオ別の人口、土地利用、供給サービス、沿岸域環境要因のデータを収録

行政課題類型、地域戦略の施策・取組分類で検索可能

サブテーマ1(2) 将来シナリオ毎の基本フレーム分析

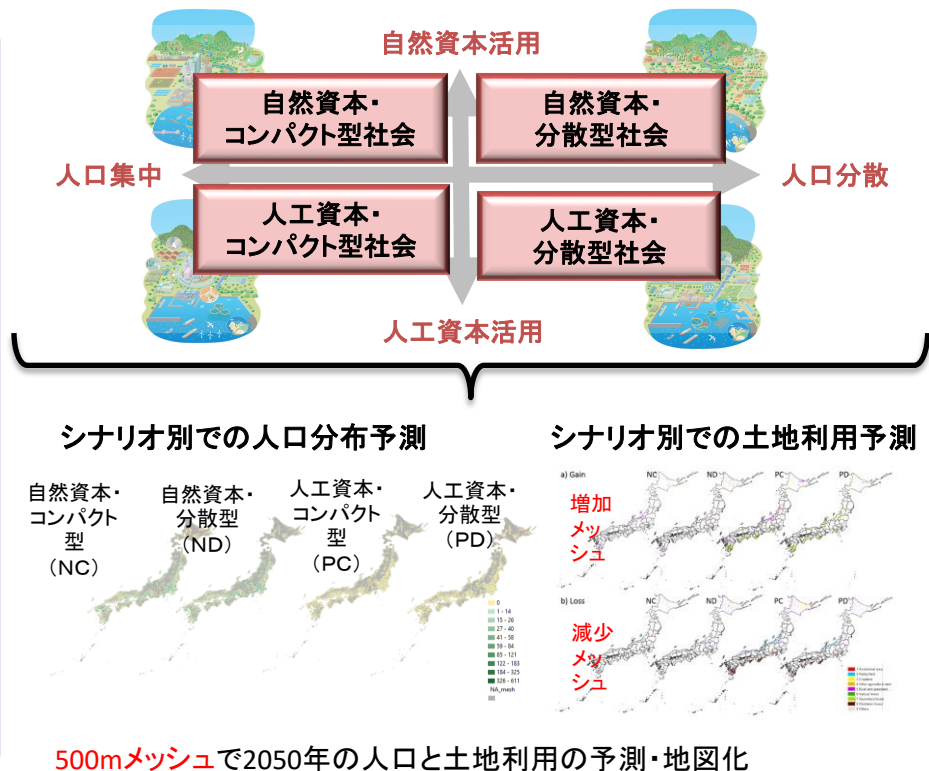


研究開発目的・目標

- 複数の将来シナリオのストーリーライン(定性的な叙述)に応じた**人口動態、土地利用**の2050年までの変化を**予測するモデル**をプロジェクト全体で共通の**基本フレーム**(人口・土地利用)として検証可能な手続きのもとで提示
- 人口予測に基づき、代表的な生態系サービス(農産物・海産物)の**将来的な需要**の評価を行うとともに、土地利用予測から生態系サービスの**供給力**の評価を行い、**需給ギャップ分析**の方法論と分析結果を提示

研究開発内容

- ① 将来シナリオ毎の**人口分布**の予測評価
- ② 将来シナリオ毎の**土地利用**の予測評価
- ③ 移住と二地域居住、**関係人口**の実態把握と予測評価モデルの開発
- ④ 生態系サービスの**需給ギャップ分析**
- ⑤ 事例研究サイト(**石川県**)における高空間解像度のシナリオ分析
- ⑥ アジア展開:**バングラデシュ**での参加型シナリオ作成
- ⑦ **モデリングトレーニングセミナー**の実施
- ⑧ **政策支援ツール**開発



サブテーマ1(2) 2050土地利用・人口分布推計結果の概要



■土地利用シナリオ分析結果概要(解像度:500mメッシュ)

土地利用被覆割合	1998	BAU	コンパクト×自然資本			コンパクト×人工資本			分散×自然資本			分散×人工資本						
	%	%	%	(BAU比)		%	(BAU比)		%	(BAU比)		%	(BAU比)					
住宅地	4.2	4.2	3.5	-6.0	0.0	6.0	3.8	-6.0	0.0	6.0	3.7	-6.0	0.0	6.0	4.0	-6.0	0.0	6.0
水田	8.6	7.5	8.3				6.9				8.8				7.6			
畑地	3.8	3.3	3.9				3.3				4.1				3.6			
その他耕作地	3.1	2.7	3.1				2.5				3.2				2.8			
放棄農地	0.1	0.3	0.0				0.4				0.0				0.2			
草地・その他植生	2.7	3.9	3.7				6.8				1.4				3.9			
自然林	13.8	13.8	14.1				13.8				14.1				13.8			
二次林	19.4	17.4	19.4				21.3				19.4				21.3			
人工林	20.0	22.6	19.7				16.7				20.8				18.4			
その他	24.3	24.3	24.3				24.3				24.3				24.3			

■人口分布シナリオ分析結果概要(解像度:500mメッシュ)

概要データ	2015	BAU	コンパクト型		分散型				
	実数	実数	実数	BAU比(%)	実数	BAU比(%)			
人口総数(万人)	12,709	10,192	10,199	0.0	30.0	10,176	-60.0	-30.0	0.0
居住メッシュ数	471,066	425,776	413,013			450,606			
無居住化メッシュ数	-	45,248	58,053			20,460			
居住メッシュの平均人口密度 (人/500mメッシュ)	270	239	248			226			

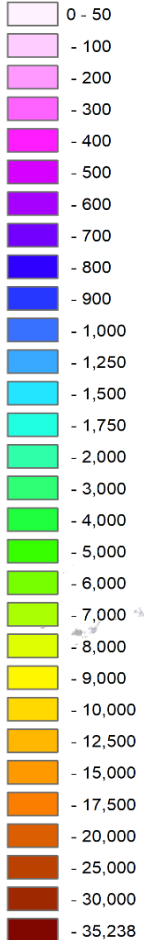
サブテーマ1(2) 年齢別・シナリオ別人口分布推計



結果

■ 非居住エリア
■ 無居住化メッシュ
[属する1kmメッシュで全コーホートが1人未満のメッシュ(国交省基準)]

居住エリア
(人口密度[人/500mメッシュ])



2015年
総人口:1億2709万人

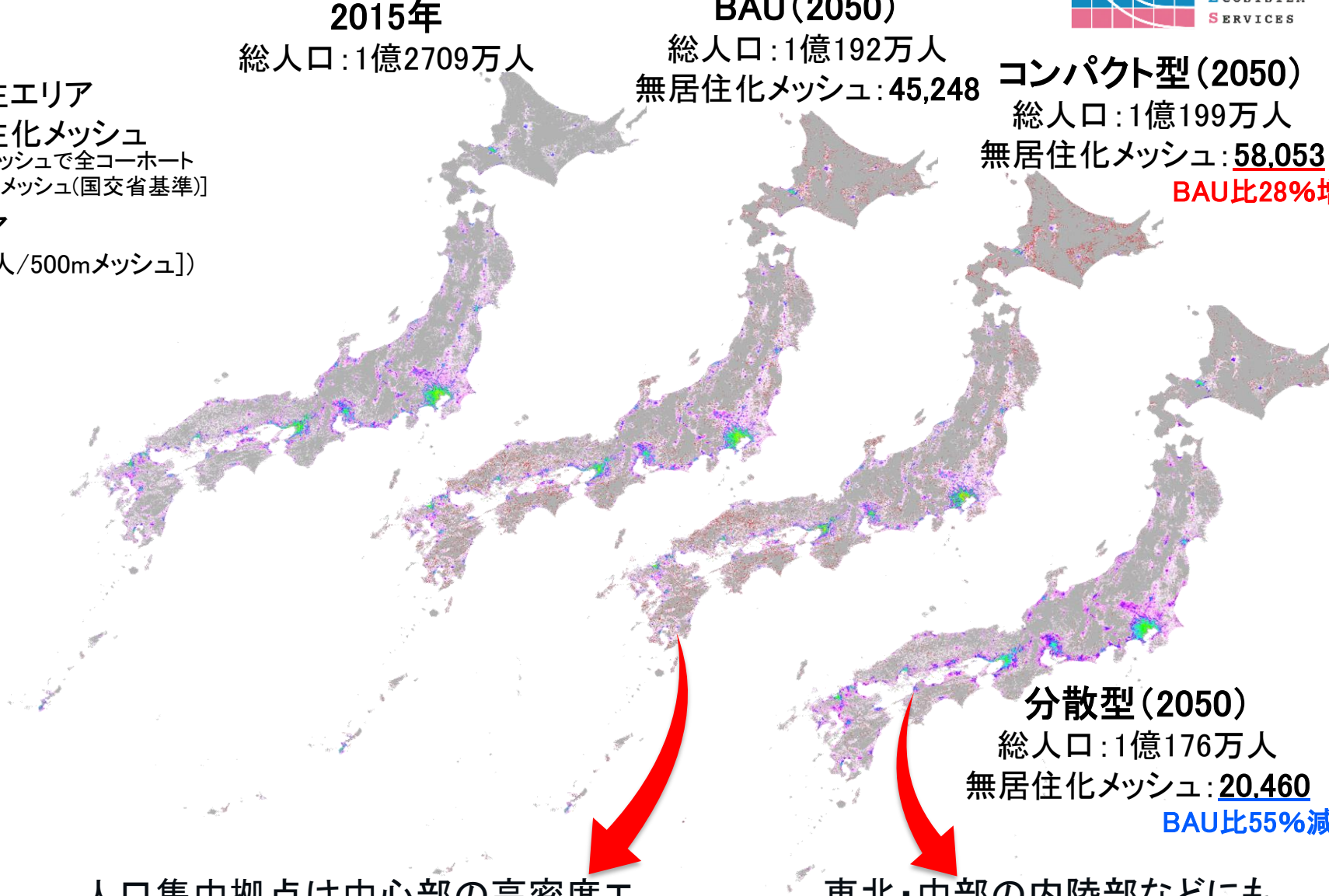
BAU(2050)
総人口:1億192万人
無居住化メッシュ:45,248

コンパクト型(2050)
総人口:1億199万人
無居住化メッシュ:58,053
BAU比28%増

分散型(2050)
総人口:1億176万人
無居住化メッシュ:20,460
BAU比55%減

人口集中拠点は中心部の高密度エリアに人口がより集中する都市構造となり、無居住化メッシュは増える

東北・中部の内陸部などにも人口集中拠点が多数分散的に形成され、無居住化メッシュは減る



1(2)生態系サービス需給ギャップの可視化手法の開発

入力

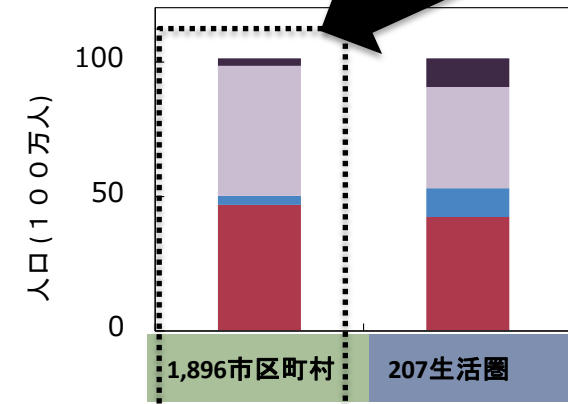
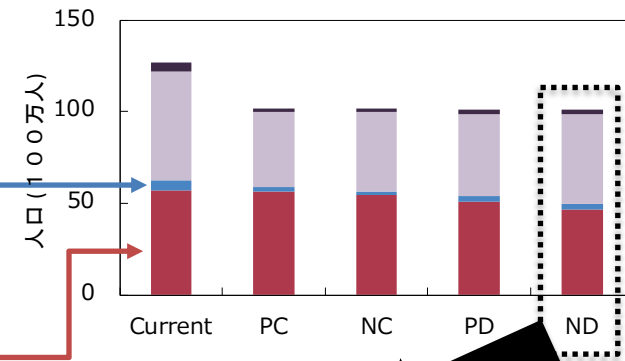
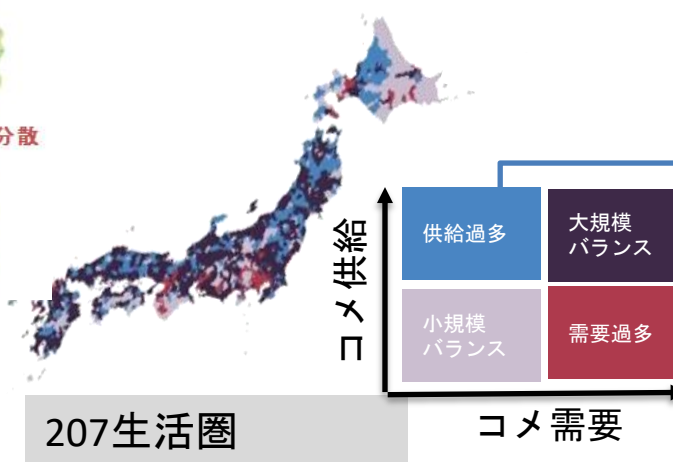
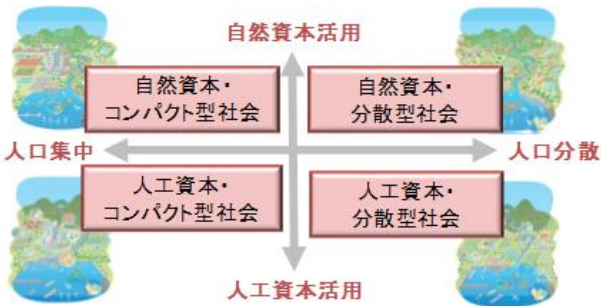
計算

需給ギャップ分析

PANCESシナリオ

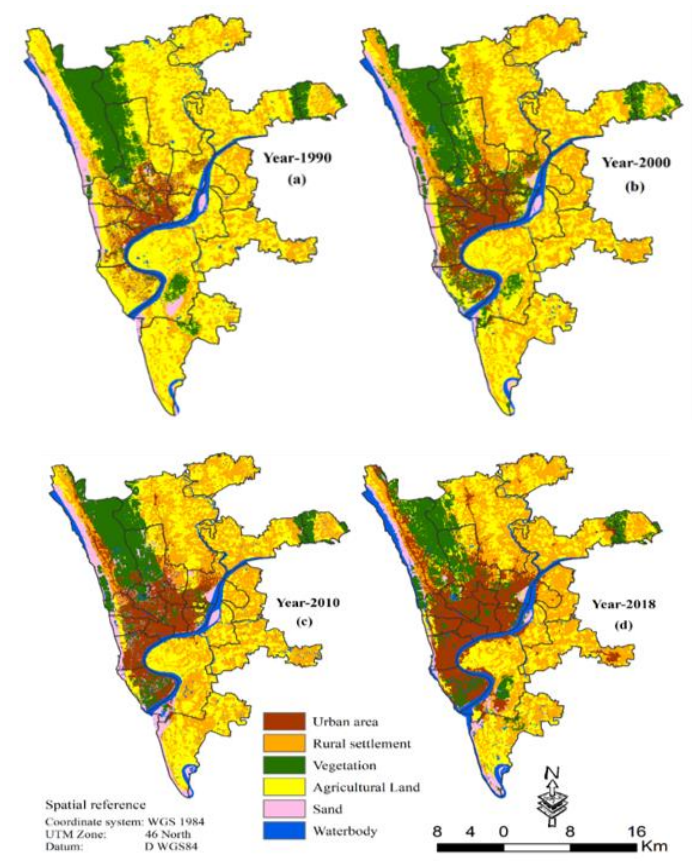
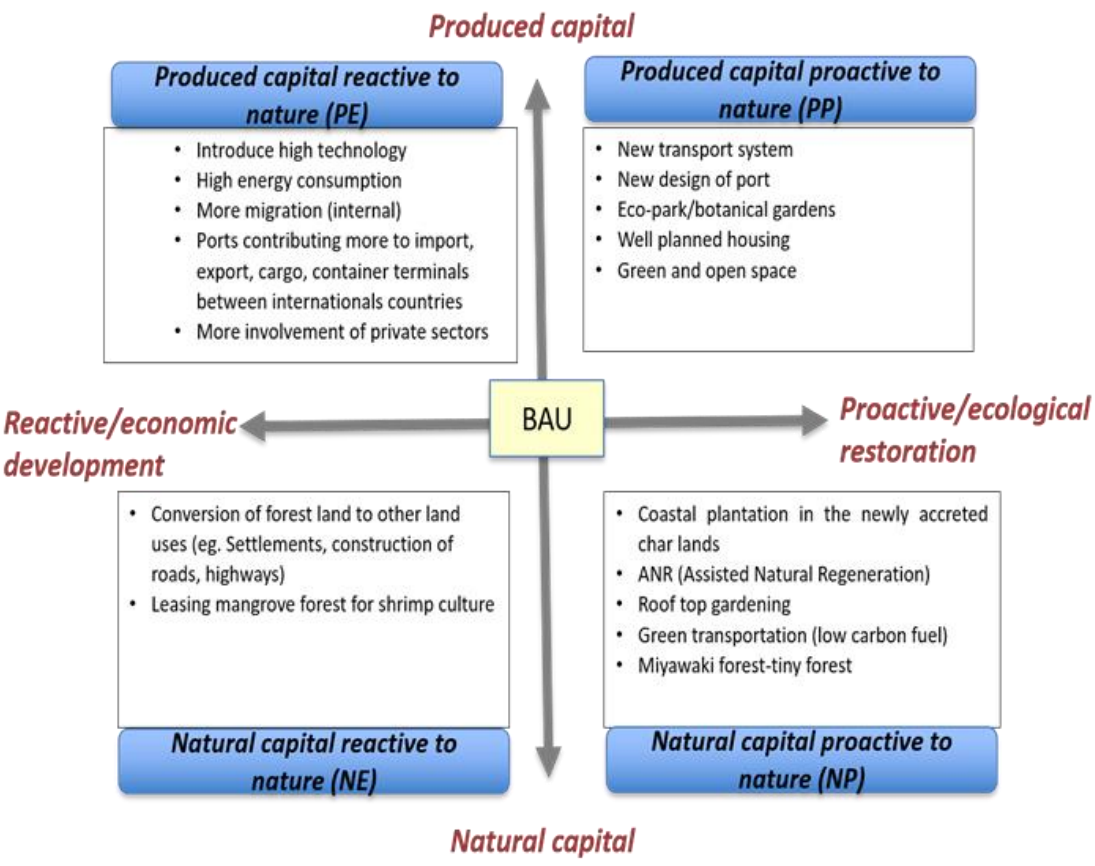
1,896市区町村

自然資本・分散型社会シナリオでの
コメ需給ギャップ分析



1(2)統合モデルの海外適用：シナリオ構築@バングラデシュ

- **対象地域**：チャトグラム首都圏 (CMA)
- **方法**：参加型ワークショップによるCMAの将来シナリオの作成と土地利用変化予測モデルの開発
 - 多分野の専門家の議論により、生態系及び生物多様性も変化をもたらすドライバーを特定
 - それに基づくシナリオ軸候補の中から参加者の投票により2軸を選択
- **結果**：「人工資本vs自然資本」と「生態系の積極的管理vs消極的管理」の2軸による4シナリオ作成



構築された4シナリオ

土地利用のシナリオ分析のためのデータ整備

サブテーマ1(3) 気候・生態系変動に関する変化要因 (ドライバー)と政策オプションの分析



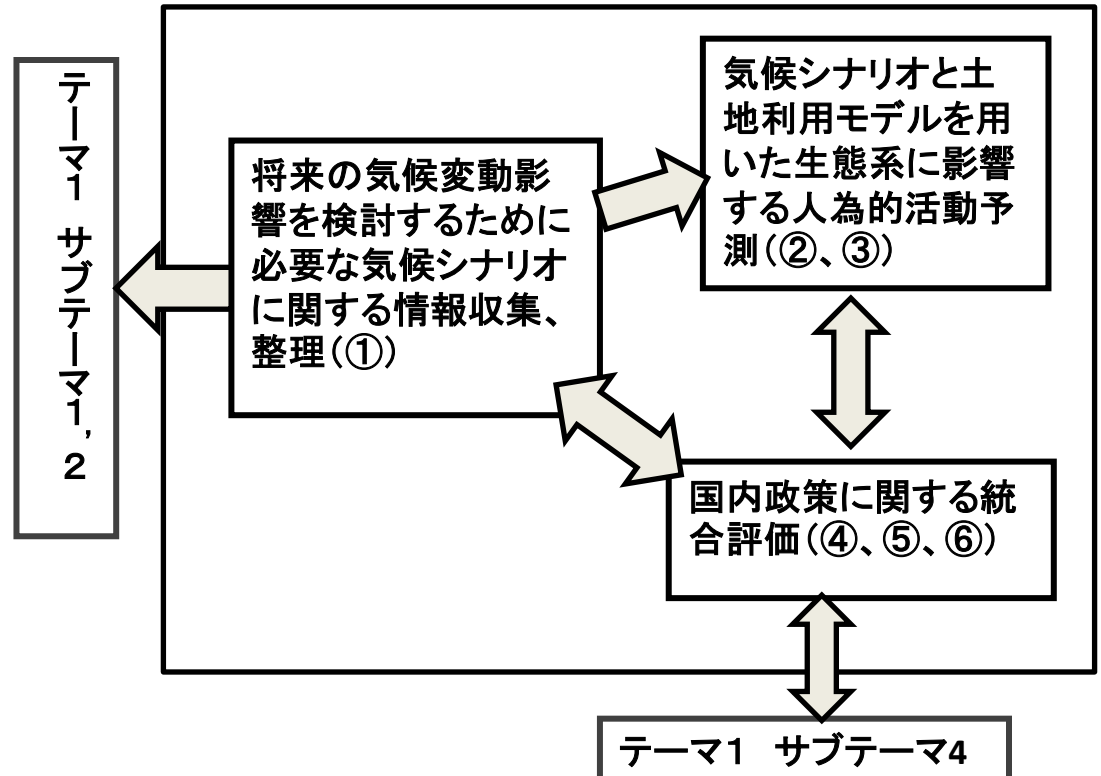
研究開発目的・目標

IPCC AR5等で用いられている**気候シナリオ**が生態系に及ぼす影響等の評価を前提としつつ、それらが**変化要因(ドライバー)**として**テーマ2, 3, 4の予測評価にどのような影響をもたらすか**を分析し、その結果を踏まえて気候・生態系政策を融合させたオプションの提示につなげる

研究開発内容

- ①気候シナリオのダウンスケーリングとデータベース化
- ②気候変動を考慮した日本全国スケールの土地利用変化モデルの開発
- ③気候変動に対する生態系サービス評価ツールの開発
- ④**気候変動対策が生態系に及ぼす影響**に関する検討
- ⑤**メガソーラー設置が生態系に及ぼす影響**に関する分析
- ⑥再生可能エネルギー普及と生態系保全とを両立のための政策検討

分析枠組



主な成果① 気候シナリオの整備



文部科学省による気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT: Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology)により、日本国内を対象としたIPCC AR5で用いられた2つのRCP(代表的濃度経路)にもとづいた**1kmメッシュ単位**での気候シナリオを提供

時間解像度	期間	RCP	気候パラメータ	GCM
日単位	1950-2005		降水量 最高気温 最低気温 平均気温	CSIRO-Mk3-6-0 GFDL-CM3 HadGEM2-ES MIROC5 MRI-CGCM3
	2026-2050	2.6 8.5	降水量 最高気温 最低気温 平均気温	CSIRO-Mk3-6-0 GFDL-CM3 HadGEM2-ES MIROC5 MRI-CGCM3
月単位	1950-2005		降水量 最高気温 最低気温 平均気温	CSIRO-Mk3-6-0 GFDL-CM3 HadGEM2-ES MIROC5 MRI-CGCM3
	2026-2050	2.6 8.5	降水量 最高気温 最低気温 平均気温	CSIRO-Mk3-6-0 GFDL-CM3 HadGEM2-ES MIROC5 MRI-CGCM3

主な成果④ 気候変動対策が生態系に及ぼす影響に関する検討



気候変動政策「地球温暖化対策計画(2016年)」「気候変動適応計画(2015年)」、生態系保全政策「生物多様性国家戦略2012」3計画に掲げられた政策項目間の組み合わせにて、シナジー(○)トレードオフ(×)が生じる可能性をインターネット検索機能を用いて分析

地球温暖化対策計画		生物多様性保全戦略の中の保全計画																		
大項目	中項目	ク	ネ	生	の	重	自	評	環	森	里	田	都	河	沿	業	農	ズ	エ	
		ネットワ	生態系	の保全	重要地域	自然再生	評価	環境影響	森林	里地里山	田園地域	都市	河川・湿原	沿岸・海洋	業	農林水産	ズム	エコソ	ーリ	
A. 産業部門		○		△																
B. 業務その他部門	エネルギーの面的利用の拡大												△							
	その他(ヒートアイランド対策)											○								
C. 家庭部門	住宅の省エネ化											△								
D. 運輸部門	自動車単体対策(排ガス削減等)	○		○		○														
	公共交通機関及び自転車利用促進										○	○								
E. エネルギー転換部門 - 再生可能エネルギーの最大限の導入	太陽光発電 メガソーラー	×				×		×	×	×	×									
	風力発電(陸)	×				×		×	×	×	×									
	風力発電(洋上)				×									×	×					
	地熱	×		×		×		×												
	水力			×		×		×						×						
	バイオマス	×		×					△											
その他GHG	メタン(水田、畜産等)			×																△
温室効果ガス吸収源対策	健全な森林の整備(間伐、林道整備等)	○		○						○										
	効率的かつ安定的林業経営育成	△		△		△														
	木材及び木質バイオマス利用推進	○		○						○										
	都市緑化等の推進																			
	低炭素型の都市・地域構造及び社会経済システムの形成											○	○							

シナジー効果期待

トレードオフ関係となる可能性高い。

シナジー効果期待

主な成果⑤ 気候変動対策と生態系保全とのトレードオフ :メガソーラーによる生態系サービス減少量の推計



- 現在の空中写真と過去の土地利用図の比較からメガソーラー設置に伴う土地改変量を分析したところ、メガソーラー発電所の多くは**森林を伐採し開発**されていることが明らかになった
- 次に土地改変に伴う生態系サービスの変化量の分析結果を下図に示す。本プロジェクトでは生態系サービスとして**木材供給・炭素貯留・流出特性**を対象に変化量を解析したが、いずれも土地利用改変量が大きかった**森林で生態系サービスの変化量が大きかった**

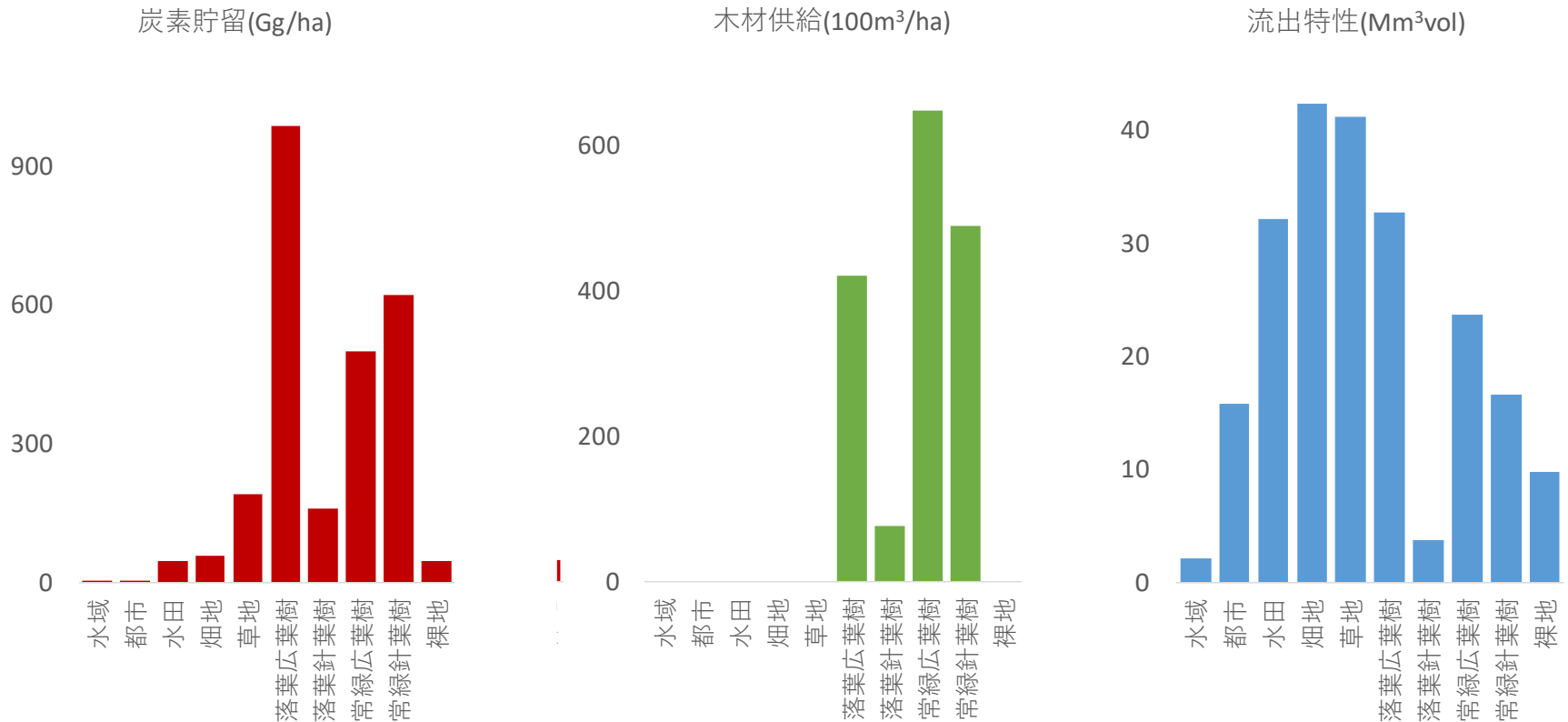


図 生態系サービス区分と土地利用区分



研究開発目的・目標

- 世界、アジア地域及び日本国内の**科学-政策インターフェース(SPI)を強化するための要因分析**とそれに基づく政策提言
- **アジア地域諸国への統合モデルの適用とS-15全体の成果発信**による各国の国別アセスメント等への貢献

研究開発内容

- ① **SPI研究の枠組・方法論の整理とスコーピング**
- ② **日本国内のローカルSPI研究**: 生物多様性地域戦略の自治体アンケート調査、佐渡の事例研究、自治体向けPolicy Briefとワークショップ(全テーマと連携)
- ③ **国際・各国のSPI研究**: IPBES評価報告書SPMの総会発言記録分析、世界各国のCBD/IPBES交渉団への質問調査
- ④ **アジア展開**: アジアワークショップ、アジア各国のSPI現状調査、アジア各国での統合化モデルの事例研究(1(2)、2(3)、4(2)と連携)

SPI構成要素	
目標	ビジョン 目的
組織体制	独立性 参加 金銭的・人的資源
プロセス	ニーズ予測 継続性 利害調整 信頼関係づくり 能力強化 順応性
アウトプット	政策への有意さ 質の評価 翻訳

- 効果要件
- ✓ 科学的信頼性
 - ✓ 政策関連性
 - ✓ 正当性
 - ✓ 反復性

- アウトカム
- 社会的学習効果
 - 行動変化
 - 政策インパクト
 - 生物多様性インパクト

SPI分析枠組

サブテーマ1(4)日本のローカルSPI：生物多様性地域戦略



生物多様性地域戦略アンケート調査

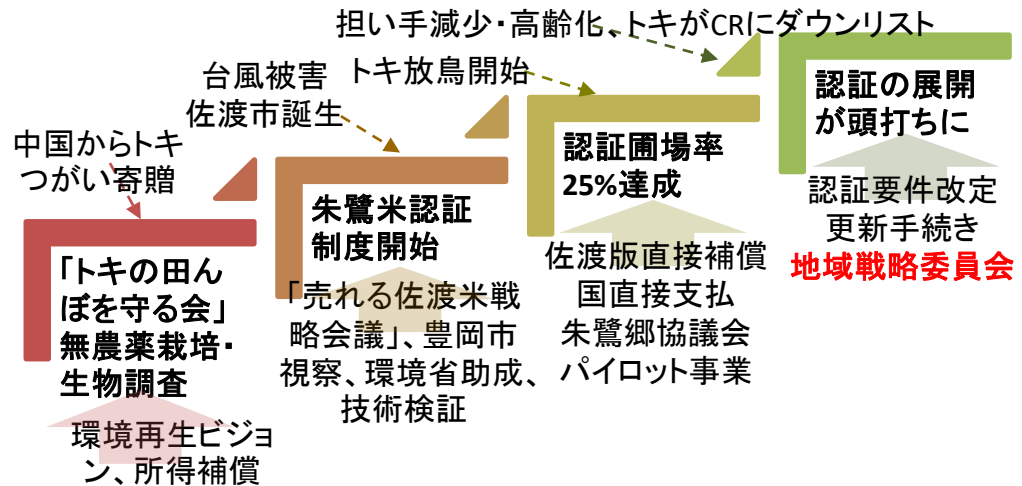
- 地域戦略策定済み66自治体の職員と策定委員から387の回答
- SPI要素の充実が知識の蓄積と活用に寄与、特に**策定委員会の効果大**
- 自治体の**複数部門の参加が幅広い生態系サービスの記載に寄与**

取組項目	知識の蓄積	知識の活用
検討委員会等	0.845 **	0.837 **
地域拠点整備	0.176	0.380 *
自治体間ネットワーク	0.305 .	0.066
独自調査・モデル事業等	0.298 .	-0.003
目録・データベース作成	0.314 .	0.305
パブコメ・レビュー等	0.349	0.694 **

地域戦略策定の体制に関する指標	ES項目数
策定に際して連携した庁内関連部局の数	0.219 ***
策定に際して連携した他の行政組織の数	0.411 .
策定期間(月)	0.037 .

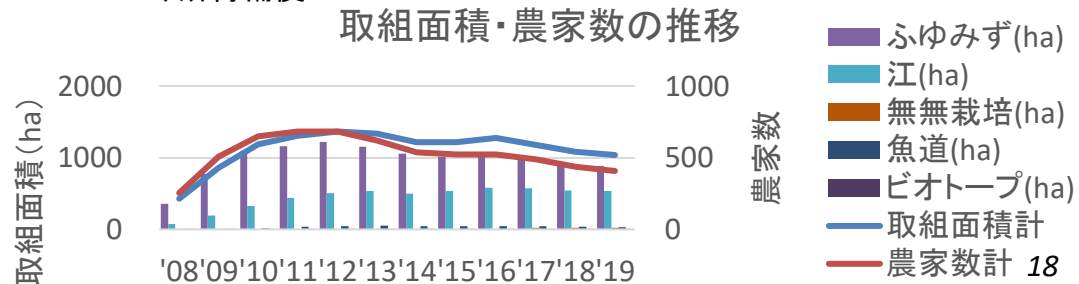
佐渡市地域戦略の事例研究

- 朱鷺認証米制度策定・普及過程のイノベーション・ヒストリー分析
- 農家、自治体や関係省庁等を含む**地域内外のネットワーク**に重要な役割
- 近年の普及停滞の打開に部門間連携と科学的根拠が重要、**地域戦略のローカルSPIとしての役割**に期待



自治体ワークショップ

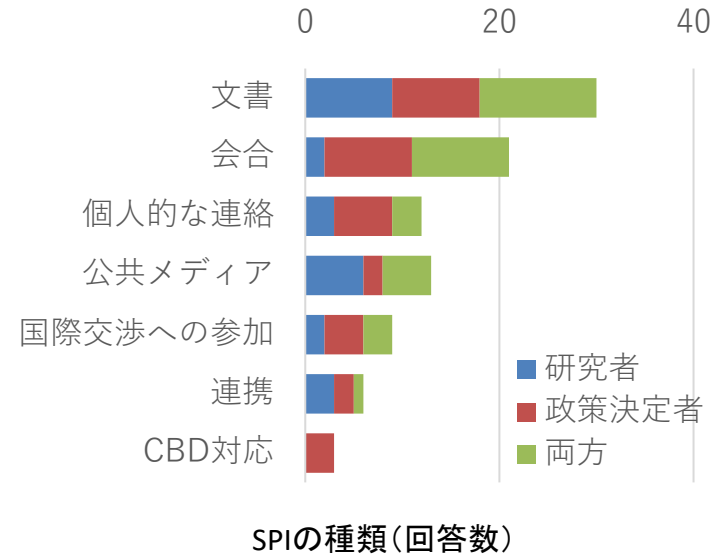
- R3/3/16に開催、19自治体が参加
- **自治体の創意工夫と研究者の協力の重要性、今後の支援への示唆**





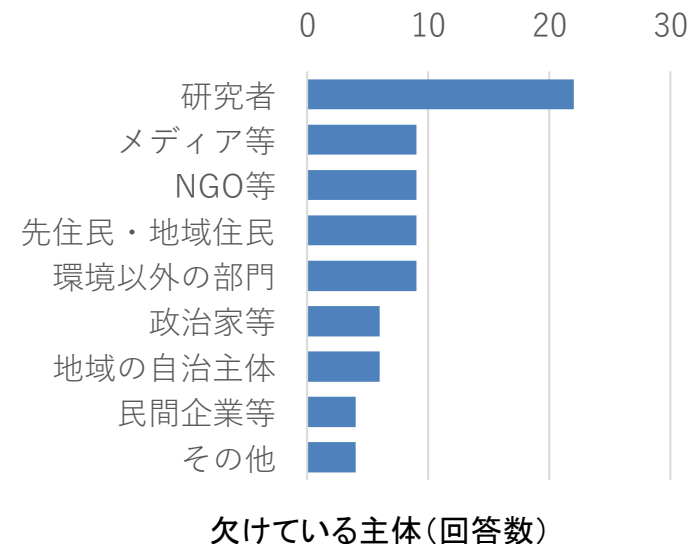
IPBES評価報告書SPM総会発言記録分析

- IPBESアジア・オセアニア地域評価報告書と地球規模評価報告書のSPM総会審議での各国発言を分析
- 地球規模評価報告書SPM審議への影響行使に大きな**地域バイアス**、**政策関連性と正当性に課題**
- 影響力の弱い国の**能力強化の必要性**、各国の**影響力とオーナーシップ向上に地域アセスメントが果たす役割**



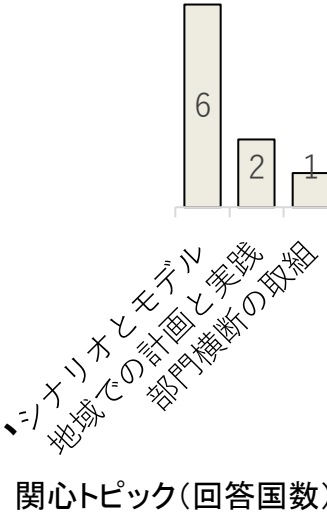
CBD/IPBES各国交渉担当への質問調査

- CBD/IPBES交渉に参加する政府担当と科学顧問計**95名(74か国)**に**質問調査**(右図:結果の例)
- 多様なSPIメカニズム、概して**効果的**
- 必ずしも**重要な主体すべての参加が得られていない**



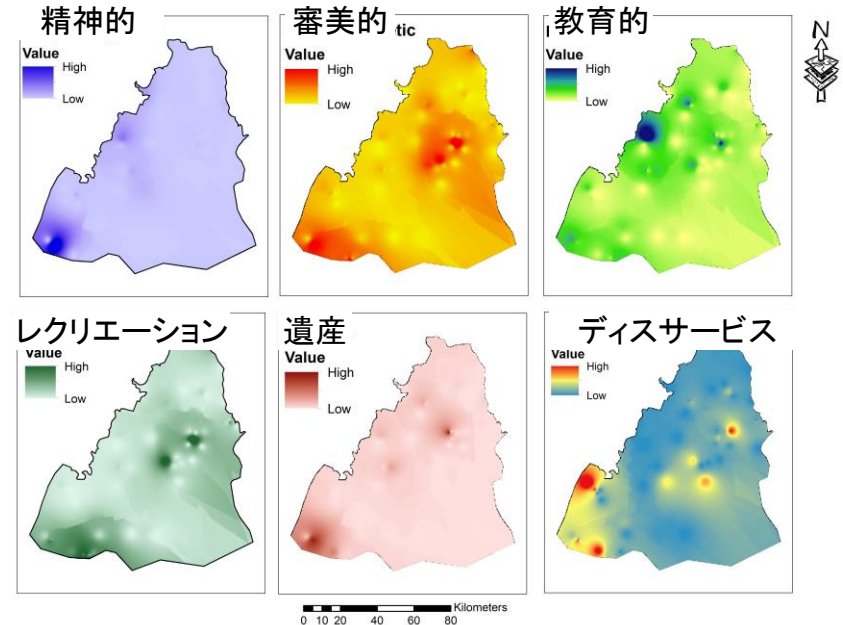
アジアSPIワークショップ

- R1/10/21バンコク、**IPBES科学-政策対話・国別アセスメント能力強化WSと合同**
- 北東・東南アジア10か国のCBD/IPBES担当者
と科学者計35名が参加、各国の**SPIの現状と課題を共有**
- 国別アセスメントを**4か国が実施中又は予定**、S-15の成果や方法論、特に**統合モデルに関心**



統合モデルのアジア展開

- フィリピン: オープンな地理空間データを用いた高解像度都市変化モデリングを実施、**データ制約下での土地利用変化モデリング**の実行可能性を検証
- インド: スンダルバンズデルタの**文化的生態系サービス**の参加型空間特性評価、能登での研究手法(Hashimoto et al. 2015)を応用
- インド: ナガランド先住民自治州の**伝統知識・慣習**が持続可能な移動耕作(*Jhum*)に果たす役割とその傾向を評価



インド・スンダルバンズデルタの文化的サービス空間特性評価 (Dasgupta et al. 2021)

環境政策等への貢献



【国内】

- 本テーマの成果は、環境省による**生物多様性及び生態系サービスの総合評価(JBO3)**の報告書に複数ページわたって記載されたほか、**次期生物多様性国家戦略検討会の資料**として活用された
- 農林水産省による**農林水産生物多様性戦略の見直し**への貢献
- ダウンスケージングしたシナリオごとの**気候モデル(GCM)データ**を整備し、他の本課題参画者に共有したことで、間接的に環境政策に貢献できた
- **生物多様性地域戦略に関する全国自治体ワークショップ**を環境省と共催、今後の地域戦略策定・見直しに関して自治体向けに解説した**政策提言(PANCES Policy Brief No.5)**を紹介、今後の自治体による地域戦略の新規策定や改定に向けた議論を深めた

【海外】

- FAOが主導する**世界農業遺産(GIAHS)**の日本における初めての認定地域としての**能登・佐渡**の自然資本・生態系サービス等の学術的観点からの知見を**生物多様性条約の締約国会議(COP13及びCOP14)のサイドイベント**等において国際的に発信
- 2019年6月には、**G20持続可能な成長のためのエネルギー転換と地球環境に関する関係閣僚会合**にあわせて、軽井沢の開催会場の展示ブースにおいて環境省の代表的な取り組みのひとつとして、S-15の研究成果を紹介するビデオが放映された
- **IPBESのアジア・太平洋地域アセスメント、地球規模アセスメント、主題別アセスメント**に執筆者(CLA, LA)および学際的専門家パネルメンバーとして貢献
- **IPBESシナリオ & モデルタスクフォース**とS-15が共同で次世代シナリオ**Nature Futures Framework(NFF)**について検討する専門家ワークショップを2020年2月日本にて開催し、S-15の研究成果をIPBESのシナリオ・モデリングのコミュニティーに広く還元
- 東アジア地域における国レベルでの生態系評価を通じた**CBDの科学-政策対話の実施支援に関するワークショップ**にて、S-15の研究成果を北東アジアの研究者・政策決定者に還元した

研究成果の発表状況



査読付き論文	58件
査読付き論文に準ずる成果発表	2件
その他誌上発表(査読なし)	22件
口頭発表(学会等)	81件
「国民との科学・技術対話」の実施	46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	2件

