

【2-1805】

気候変動影響・適応評価のための 日本版社会経済シナリオの構築

(JPMEERF20182005)

平成30年度～令和2年度

重点課題 主:【重点課題⑦】気候変動への適応策に係る研究・技術開発
副:【重点課題①】持続可能な社会の実現に向けたビジョン・理念の提示
行政要請研究テーマ(行政ニーズ)
(2-2)気候変動の影響予測の精緻化に向けた国際的に整合された
社会経済シナリオの構築に関する研究

〈研究代表機関〉	国立研究開発法人国立環境研究所
〈研究代表者〉	松橋啓介
〈研究分担機関〉	埼玉県環境科学国際センター
〈研究協力機関〉	京都大学、立命館大学

1. はじめに(研究背景等):

- 世界SSP: Shared Socioeconomic Pathways
 - 気候変動研究における共通の分析基盤として提供
- 世界5地域より詳細な共通の取り組みは見られない
- 各国の状況や将来見通しに整合しない
→ 国別の社会経済シナリオ(SSP)が必要

2. 研究開発目的:

わが国の気候変動影響・
適応評価に利用可能で、
世界SSPに対応した、
日本版社会経済シナリオを
構築する

行政ニーズ(2-2)「気候変動の影響予測
の精緻化に向けた国際的に整合された
社会経済シナリオの構築に関する研究」
に正面から取り組むもの

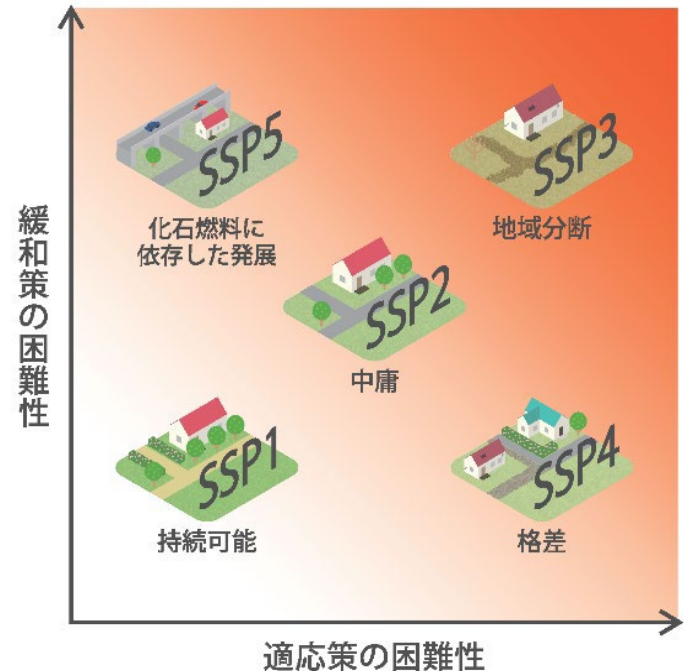


図1.3 SSP1-5の関係

3. 研究目標

全体目標：わが国の気候変動影響・適応評価に利用可能で、世界SSPに対応した、日本版社会経済シナリオを構築する

サブテーマ1：日本版SSPの叙述シナリオ構築と定量化情報の整備

(松橋啓介／国立環境研究所)

世界SSPの考え方と国内の計画・政策等を踏まえて、緩和・適応策の検討に使いやすく、日本国内の社会経済状況の将来変化を描出する**叙述シナリオを構築**する。

これと対応して、日本全国の陸域を対象に、2次メッシュあるいは3次メッシュの空間解像度で、人口・GDP・土地利用および農業、水資源、人間健康等について**定量化情報を作成・提供**する。

さらに、**全国都道府県における活用**を念頭におき、働き方や暮らし方を考慮した社会経済シナリオの活用方法を提示する。

サブテーマ2：埼玉県をモデルケースとする気候リスクの経済評価と中長期適応計画の作成

(本城慶多／埼玉県環境科学国際センター)

サブテーマ1で開発する日本版SSP(社会経済シナリオ)を受け取り、**埼玉県を対象として気候変動の影響評価を実施**するとともに、適応策の検討を行う。具体的には下記2点の達成を目指す。

・埼玉県に関連する気候リスク指標(エネルギー支出、熱中症救急搬送者数)を予測するための統計モデルを構築し、気候シナリオと社会経済シナリオをモデルに入力することで、2050年までに想定される気温上昇が県民生活に与える影響を経済的に評価する。

・影響評価の結果を県の温暖化対策課と共有し、適応策の方向性について意見交換を行うとともに、研究成果を分かりやすく解説する非専門家向けの記事を作成し、埼玉県地域気候変動適応センターのWEBサイト(SAI-PLAT)で情報発信を行う。

4. 研究開発内容

世界版SSP

整合性担保

日本版SSP

影響評価・適応策に活用

既往の各種
予測・計画・
シナリオ

位置
づけ

関連取り組み
経産省RITE
Scenarios Forum

対話・
比較

NIES適応PG
地域適応センター
推進費2-1708,
2-1801. 文科省
統合D(5)

情報
交換

日本および国内
自治体での気候
リスク評価と適応
策の検討・推進

貢献

叙事的シナリオ

理念・考え方

推進費S-3,
NIES持続社会PG

定量的シナリオ

ダウンスケール

推進費2-1402,
2-1702,2-1711

『気候変動影響・適応評価のための日本版社会経済シナリオの構築』

サブテーマ(1) 日本版SSPの叙述シナリオ構築と定量化情報の整備

国立研究開発法人国立環境研究所

1-1) 日本叙述シナリオ

◇世界SSPの考え方と国内の計画・政策等を踏まえ、日本国内の社会経済状況の将来変化を描出する叙述シナリオを構築

モデル分析に
必要な条件

1-2) 国内定量化情報

◇日本全国の陸域を対象に、3次メッシュ等の空間解像度で、人口・GDP・土地利用および農業、水資源、人間健康等について定量化情報を作成・提供

パラメータの
設定根拠

叙述シナリオ

定量化情報

定量化
情報

1-3) 都道府県での活用

◇日本の社会経済シナリオと都道府県の統計や計画等を踏まえて、都道府県での特徴を反映したSSPの活用方法を整理・提供

社会経済シナリオ、活用方法

ニーズや課題フィードバック

サブテーマ(2) 埼玉県をモデルケースとする気候リスクの経済評価と中長期適応計画の作成

埼玉県環境科学国際センター

◇埼玉県を対象とし、都道府県の経済・人口試算結果に基づく気候リスクの経済評価を行い、埼玉県の中長期適応計画に直接貢献するとともに、検討上の課題等を整理

1-1) 日本版SSP叙述シナリオの構築

国立環境研究所(NIES)

世界SSPの描写と追加的情報を基に、スケールを国に変更、日本の特徴を反映、要因を追加。

描写+追加的情報

描写

3. SSP3：地域分断 - 困難な道

3.1. 描写

ナシヨナリズムが再び台頭し、競争力や安全保障、地域における紛争に対する懸念によって、世界各国と日本の関心は国内ないし近隣諸国との関係に向かうこととなる。国際的な枠組みの数が少なく、また相対的に力が弱いこと、環境やその他の国際的な課題を解決するための協調や協力が不足し、各国が自国のみに関心を持つ傾向は更に強化される。政策は時を縫うごとに、国内や地域内の安全保障に関する事項へと向けられるようになる。こうした政策領域には、貿易障壁も含まれ、特にエネルギー資源や農産物市場が主要な領域となりうる。世界各国と日本はエネルギーと食糧に関する安全保障の目標を可能な限り自国内で達成することに集中し、より広範な発展を犠牲にすることとなる。市民の政治参加は後退し、より統制的な経済と権威主義的な政府に向かう。意見や立場が異なる人々の間での対話や相互理解が進まず、他者に対して不寛容な、分断された社会となる。教育や技術開発への投資は減少し、関連産業が衰退する。経済発展は遅く、消費は物質集約的で、格差は深まり続ける。国内のほとんどの地域は人口急減と財政難に直面し、標準的な生活水準を維持するためのインフラやサービスをすべての人々に提供することが困難になり、比較的豊かな地域のまわりには極端に貧困な地域が存在することとなる。環境問題の解決に対する優先順位が低くなることで、環境破壊が大きく進行してしまう地域も現れる。経済が停滞すること、環境に対する関心が限定的となることとの両方が作用して、持続可能な社会への移行はほとんど進まない。日本では出生率が著しく低下し、2050年には人口が約9,300万人まで減少する。国際協力に関する困難さと技術発展の遅さに加え、資源集約性と化石燃料依存度の高まりにより、気候変動の緩和に向けた取り組みが相対的に難しくなる。生活環境の悪化、医療・教育等の人への投資の減少、所得の低迷、国際的な法制度と連携した効率的な国内制度の不在により、多くの地域で気候変動の適応に向けた取り組みも相対的に難しくなる。

3.2. 追加的情報

社会の原動力

地域のアイデンティティや文化に対する関心が改めて高まるとともに、国際競争力と国家安全保障に関する懸念も高まっていくことで、社会はグローバル化についてより懐疑的になり、国内またはせいぜい近隣諸国の課題と利益にますます焦点を当てるようになる。こうした傾向が進捗することによって、段階的かつ時間をかけて、1945年から1990年までの冷戦時代に類似しつつも複数の極を持つ、複数の国々からなるブロックに分断された世界へと移行してゆく。こうしたブロック間での交流はほとんどない。定期的、かつ直接的ないし間接的な地域ブロック間の紛争の発生を含む競争は、持続可能な開発目標の達成に向けた進捗を弱めることにつながる。

政策や制度と社会の状況

世界各国では国家の安全保障と主権に焦点を当てているため、政府機関が社会の意思決定を支配しており、日本も例外ではない。世界の多くの地域で権威主義体制が出現、または強化され、制度の効率性の低下につながっている。日本国内でも市民の政治参加は後退し、政策的な意思決定を一部の人々が実質的に独占している。異なる意見や特徴を持つ人々同士での対話や相互理解がほとんど行われず、他者に対して不寛容な社会となっている。民間部門と公共部門とが互いに絡み合っており、不正行為も相当な水準にまで達している。環境政策の優先度は非常に低い。

グローバルなガバナンスや制度は弱く、協力とコンセンサスも不足している。効率的なリーダーシップや、問題解決のための能力はほとんどなく、社会は不安定化する。

人間開発

経済的な停滞に伴って、教育、年金、医療・福祉、出産・育児支援といった人への投資が減少している。そのため人材育成が進まず、技術開発で遅れをとり、競争力が低下して経済的にも低迷するという負の連鎖が生じている。男女間の平等や公平性は世紀を通じてほとんど変化しない。

経済とライフスタイル

すべての地域における経済成長の鈍化は、他の要因の中でも特に、国際協力がほとんど存在しないことや、教育および発展のための技術への投資が少ないことに起因する。産業構造は転換が進まず、経済は停滞する。こうした潮流は、社会の階層化を強化し、恵まれない人々に対する改善はほとんど見られない。格差は特に都市で、広く存在している。国内のほとんどの地域は深刻な人口減少と財政難に直面し、最低限の生活水準を維持するためのインフラやサービスをすべての人々に提供することが困難になり、比較的豊かな地域のまわりには極端に貧困な地域が存在することとなる。消費は物質集約的となっており、大量消費が進むが、経済の停滞とともに消費の対象はより安価な財へと移っている。世界は非グローバル化し、安全保障に対する懸念から、エネルギー資源や農産物の市場を含む国際貿易は制限されている。

人口と都市化

日本では、将来の経済状況の不透明さや、教育、出産・育児への支援の縮小に伴い、出生率が著しく低下し、2050年には人口が約9,300万人まで減少する。都市への一極集中は進む。しかし都市部への移住者の多くは、賃金の低い職にしか就くことができず、富裕層との格差が広がっていく。貧困層が居住する地区では、インフラの整備が十分に実施されず、スラム化し、治安も悪化する。一方で地方では都市への移住によって人口が流出し続け、集落やコミュニティの消失も多数生じる。

技術

一般的に、投資の水準が低く、新たな技術の他の地域への転移も非常に限られているため、技術の発展は非常に遅い。エネルギー技術の変化も遅く、主にエネルギー安全保障を改善するための、国内の化石資源の開発に向けられている。農業技術の転移は非常に限られたものとなっている。

環境と資源

環境問題への対処の優先度が低いため、深刻な環境破壊が生じる地域も現れる。日本は、国内でのエネルギーや食糧安全保障の目標を達成することに焦点を当てている。国内のエネルギー供給を維持し、非従来型の化石燃料資源を開発することが求められている。国内市場は厳しく規制され、競争的でない。土地利用規制がほとんど存在しないため、土地をめぐって農業者と開発者の急激な対立により、森林破壊が続いている。

課題

気候変動の緩和に関する取り組みは相対的に難しくなる。その理由は、エネルギー効率性の改善がほとんどみられないために、エネルギー需要が引き続き増加していくことにある。日本では、現在のエネルギーシステムからの技術的な構造改革は行われず、安価な石炭火力を中心とする火力発電や原子力発電を主要な電源として利用し続けている。新たな

な分散型エネルギー技術の発展は遅く、コストの低減も進まず、利用は限定的となっている。さらに重要なことは、国内外の協調行動を促進する機関が存在せず、ガバナンスの機能が限られていること、技術的な能力も低く、研究開発への投資も少ないことが、緩和を進める力の低下につながることである。

気候変動の適応に向けた取り組みも相対的に難しくなる。その理由は、人間も自然システムも非常に脆弱となっていることにある。また、国内外のガバナンス、制度、リーダーシップが、多面性を持つ脆弱性への対処において相対的に弱いことや、国内での制度が効率性に組み合わされていないことにも起因している。人的資本やインフラへの投資が不十分となっていることが、高い脆弱性につながる。極端に貧困な地域での脆弱性は著しく高まる。これらの要因により、多くの地域で適応を進める力が低下する。

図0.2 日本版SSPの叙述シナリオにおいて新たに修正あるいは追加した記述の量 (SSP3の例)

1-1) SSPのイメージ図の作成

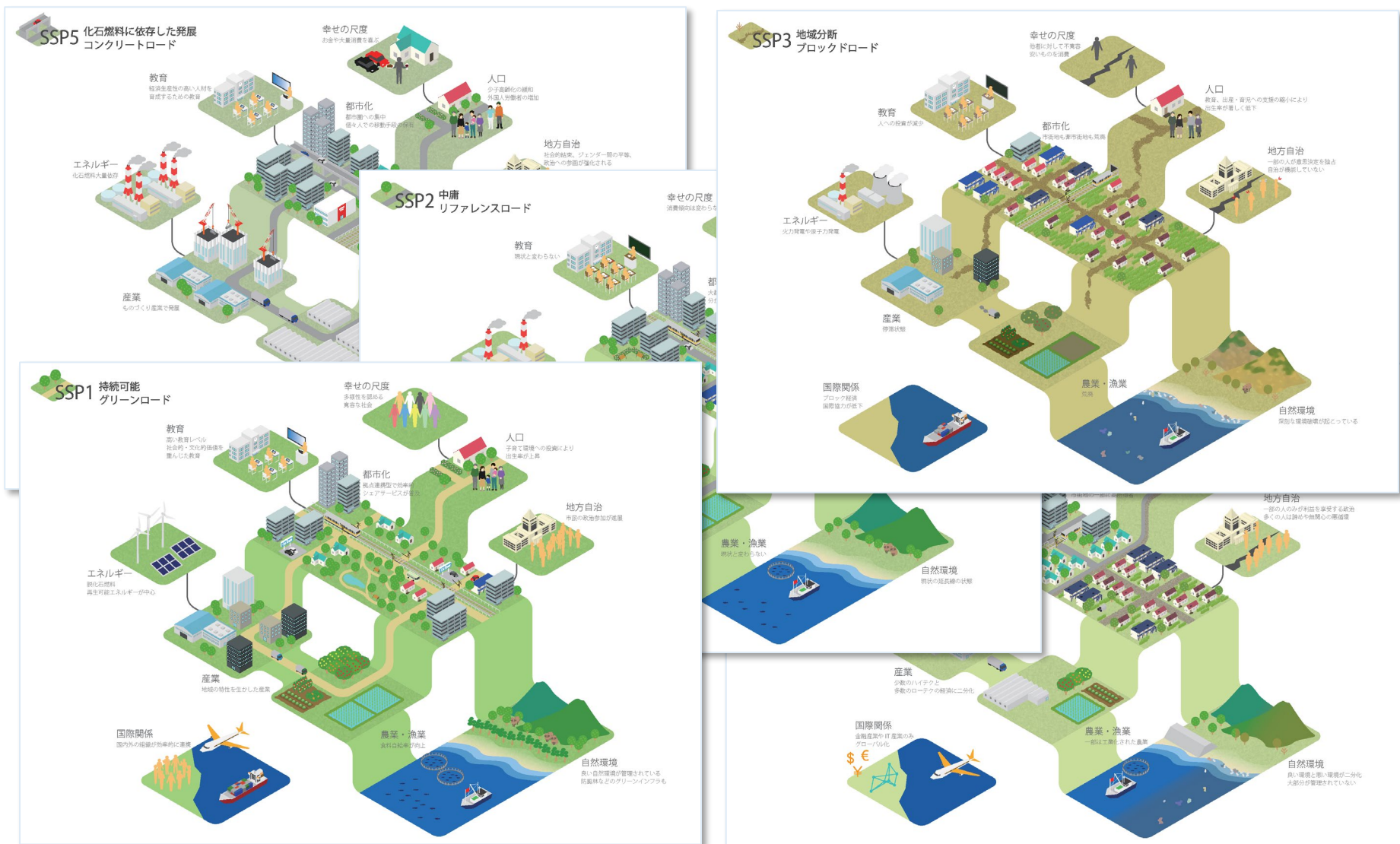


図0.3 イメージ図の例(SSP1~5)

1-1) 日本を対象とした将来シナリオのデータベース化とその特徴の分析

国立環境研究所(NIES)

- 研究論文、機関レポート、委員会資料等の16文献から、152個の将来シナリオをデータベース化

→ 日本シナリオデータベース(JSD)

- 各変数を世界SSPの日本域情報(SSP)と比較した、日本の将来シナリオ(JSD)の特徴を分析

→ 人口減少が著しい→ 原子力発電エネルギー供給量を小さく想定したシナリオが含まれる→ 2050年緩和シナリオでは、最終消費エネルギーが小さいシナリオ、再生可能エネルギー供給量大きいシナリオが含まれる表1-9 日本シナリオデータベース (JSD) に含まれる
主要な変数

※括弧内はデータ取得した文献数。

燃料種別・部門別等の変数の詳細については省略した。

人口 (11)	消費者物価上昇率 (3)	旅客輸送量 (2)
実質 GDP (8)	国内企業物価上昇率 (2)	貨物輸送量 (3)
名目 GDP (2)	民間最終消費成長率 (1)	一次エネルギー供給量 (6)
GDP デフレーター (1)	民間住宅投資成長率 (1)	発電量 (7)
消費 (1)	民間企業設備投資成長率 (1)	電源構成 (3)
民間最終消費支出 (1)	民間在庫品増加成長率 (1)	最終エネルギー消費量 (6)
民間固定資本形成 (1)	政府最終消費支出成長率 (1)	温室効果ガス排出量 (2)
政府最終消費支出 (1)	公的固定資本形成成長率 (1)	CO ₂ 排出量 (8)
公的固定資本形成 (1)	労働力人口成長率 (1)	石炭価格 (2)
輸出 (1)	賃金上昇率 (1)	天然ガス価格 (2)
輸入 (1)	就業者数 (2)	石油価格 (2)
労働力人口 (1)	世帯数 (3)	電力価格 (1)
完全失業率 (2)	粗鋼生産量 (5)	炭素価格 (1)
名目長期金利 (2)	セメント生産量 (5)	限界削減費用 (1)
人口成長率 (1)	エチレン生産量 (4)	政策コスト (消費損失) (1)
GDP 成長率 (5)	紙・板紙生産量 (4)	政策コスト (GDP 損失) (1)
GDP デフレーター成長率 (2)	業務床面積 (3)	追加エネルギーシステムコスト (1)
潜在成長率 (2)		

世界SSPの日本域情報に対する日本の将来シナリオの特徴を明らかにした。
日本独自のシナリオへのこれらの特徴の採否が要検討事項となる。

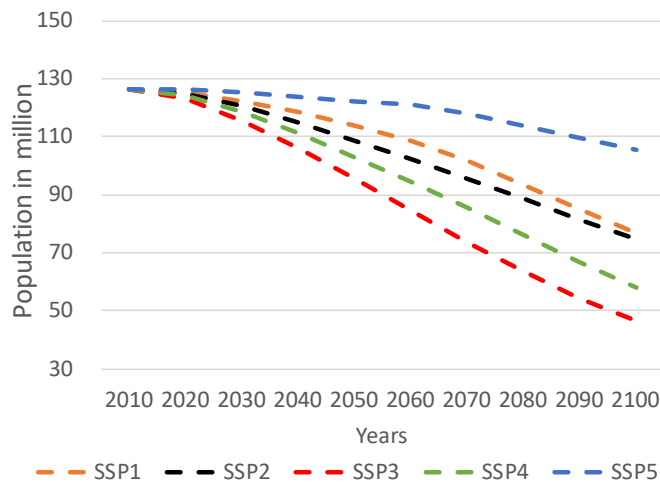
1-1) 日本版SSP1~5の推計人口の選定とGDP

国立環境研究所(NIES)

世界SSP (rich-OECDs※)

	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5
出生率	中	中	低	低	高
死亡率	低	中	高	中	低
移民	中	中	中	中	高

※ OECD加盟国のうちGDPが比較的高い国の群

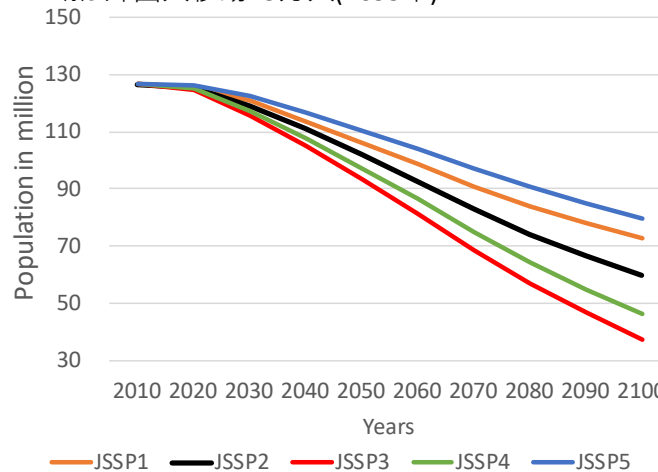


日本版SSP：社人研条件付推計から選定

	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5
出生率	高	中	低※1	低※2	中
死亡率	中	中	中	中	中
移民	中	中	中	中	高※3

※1 出生率1.0(2065年) ※2 出生率1.2(2065年)

※3 外国人移動25万人(2035年)



- 0) 世界SSPの日本域情報
→人口減少が顕著でない
- 1) 世界SSPの出生率、死亡率の想定に合う社人研推計を選定
→シナリオ間の差が小さい
移民考慮できない
- 2) 日本の人口減少傾向を反映するように一定比率を乗じる補正
→パラメータ等が不明なため説明しにくい
- 3) 社人研の条件付推計の中から2)と近いものを選定

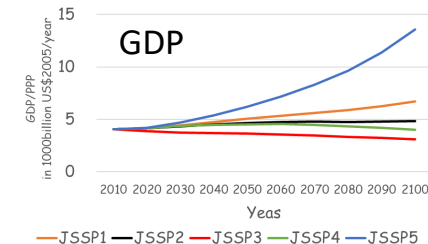


図1.5 日本版SSPの人口シナリオ

※条件付推計：出生、死亡、外国人移動を仮定した詳細な感応度分析

日本の人口減少傾向を反映、設定条件の明確さ、自治体等における使いやすさを勘案して、国立社会保障・人口問題研究所(社人研)による人口推計の条件付推計の中から、世界SSP1~5に対応するものを選定した。叙述シナリオの議論にも適合する内容。日本国内の分析における共通の条件として活用することが望ましい。

1-3)都道府県別人口と1-2)土地利用メッシュシナリオの整備

国立環境研究所(NIES)

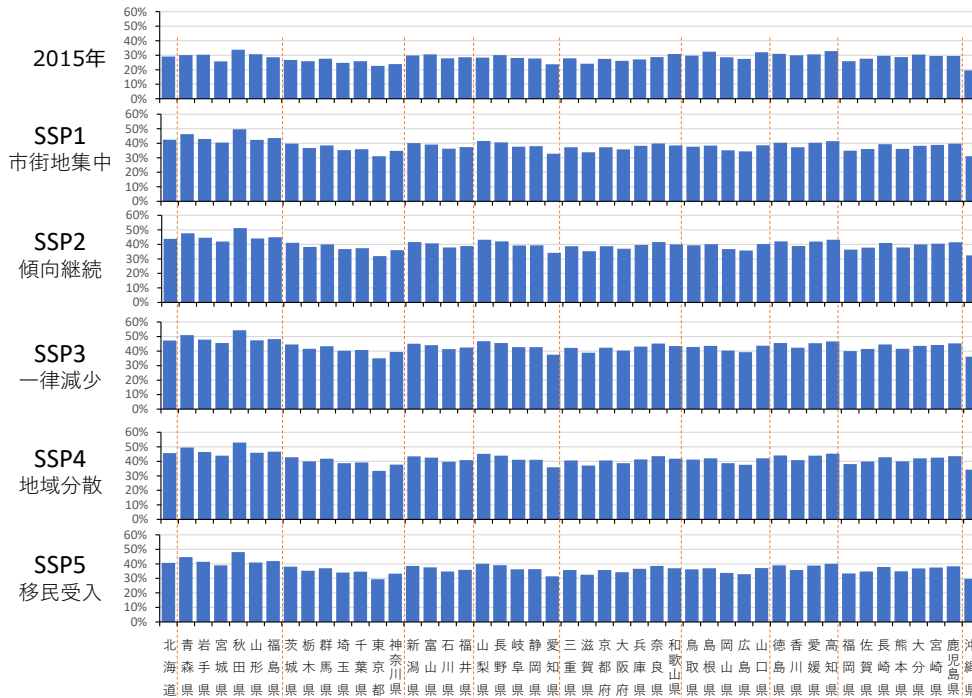
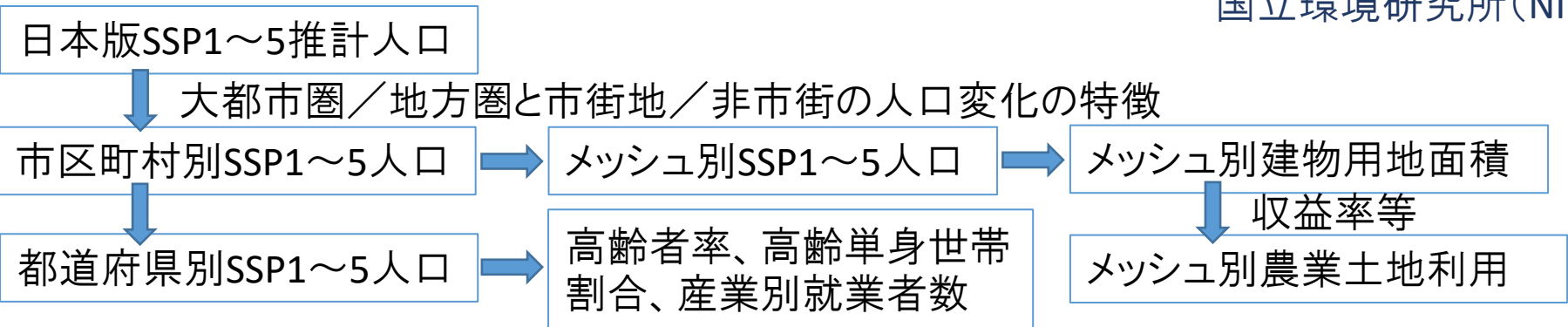


図1.8 2050年の都道府県別65歳以上人口割合

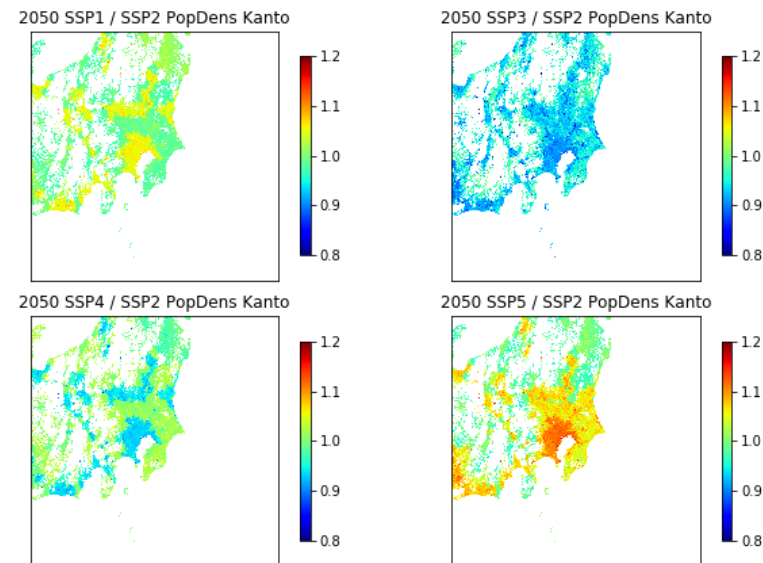
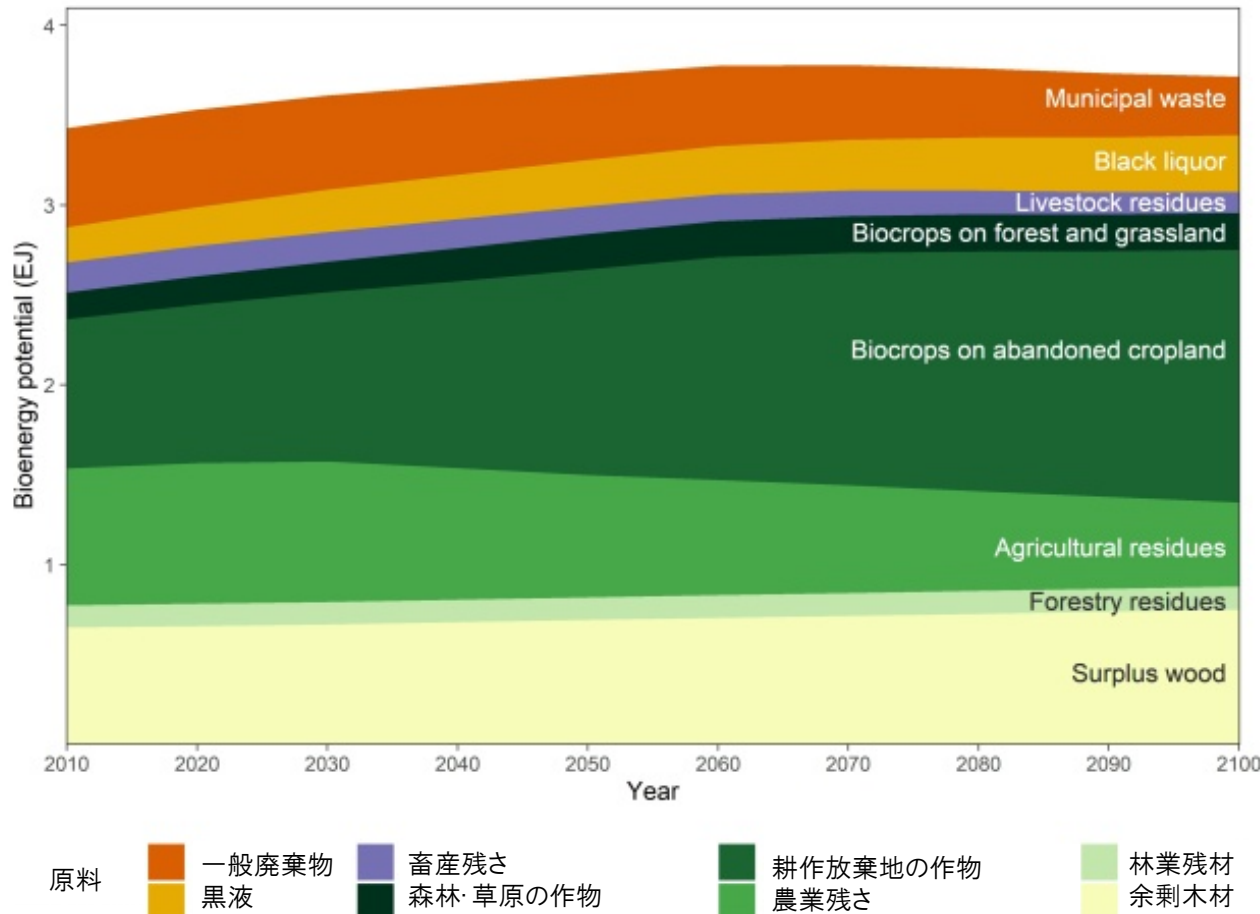


図 2050年のSSP2人口に対する各SSP人口の比

1-3) 人口・土地利用メッシュシナリオを活用した バイオエネルギーポテンシャルの推計

国立環境研究所(NIES)



バイオエネルギーの技術的潜在生産量は、3.43～3.78EJ/年(SSP2の場合)
現在の日本の一次エネルギー供給量の17.3～19.1%に相当
燃料作物が多い

費用便益分析では、エネルギー価格5USD/GJのとき、潜在生産量の約半分まで生産が可能

バイオエネルギーの国内生産量はこれまで想定してきたものよりも大きい可能性がある

図1.7 日本の原料別バイオエネルギー潜在生産量(SSP2)

4-1) 将来の気温上昇が地域の熱中症救急搬送者数に与える影響の評価(さいたま市)

埼玉県環境科学国際センター(CESS)

人口、経済、気象の指標から月別の熱中症救急搬送者数を予測する統計モデルを構築し、気候変動と少子高齢化が熱中症リスクに及ぼす複合的影響を評価した。

表2-2 熱中症リスクモデルの推計結果

説明変数 回帰係数の推定値(赤: 正值, 青: 負値, 白: ゼロ)

	屋内15歳未満	屋内15~64歳	屋内65歳以上	屋外15歳未満	屋外15~64歳	屋外65歳以上
4月ダミー		-0.747		-0.414	-0.951	
5月ダミー	0.758	0.360	0.362	0.205	-0.124	0.225
6月ダミー	-0.228	0.218			0.263	
7月ダミー	0.754	0.981	0.654	0.286	1.084	0.406
8月ダミー		0.504	0.084		0.741	0.028
9月ダミー		-0.242	-0.344	-0.022	0.138	-0.513
10月ダミー		-1.198	-0.959	-0.840	-1.280	-1.310
月平均気温		0.081		0.039	0.054	
月平均最高気温				0.169	0.023	
月平均最低気温	0.312	0.118	0.281	0.004	0.061	0.258
夏日日数						
真夏日日数					0.007	
猛暑日日数			0.060		0.012	
熱帯夜日数	0.019	0.014				
CDD22		0.003	0.001			
CDD30	0.042	0.015		0.053	0.060	0.030
電力価格	0.018	0.197	0.014	0.005	0.012	0.015
節電要請ダミー			0.023	0.406	0.395	0.094
MAE(人)	1.131	3.991	5.070	1.435	5.152	3.621
RMSE(人)	1.750	7.067	9.667	2.243	8.030	5.334

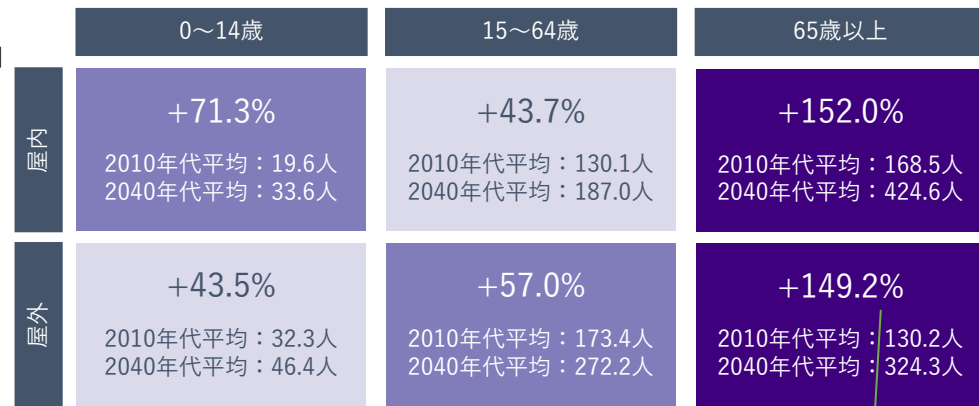


図2.9 さいたま市における年間熱中症救急搬送者数の変化率 (2010年代と2040年代。人口SSP2、RCP8.5、MIROC5。電力価格は2015年水準に固定。)

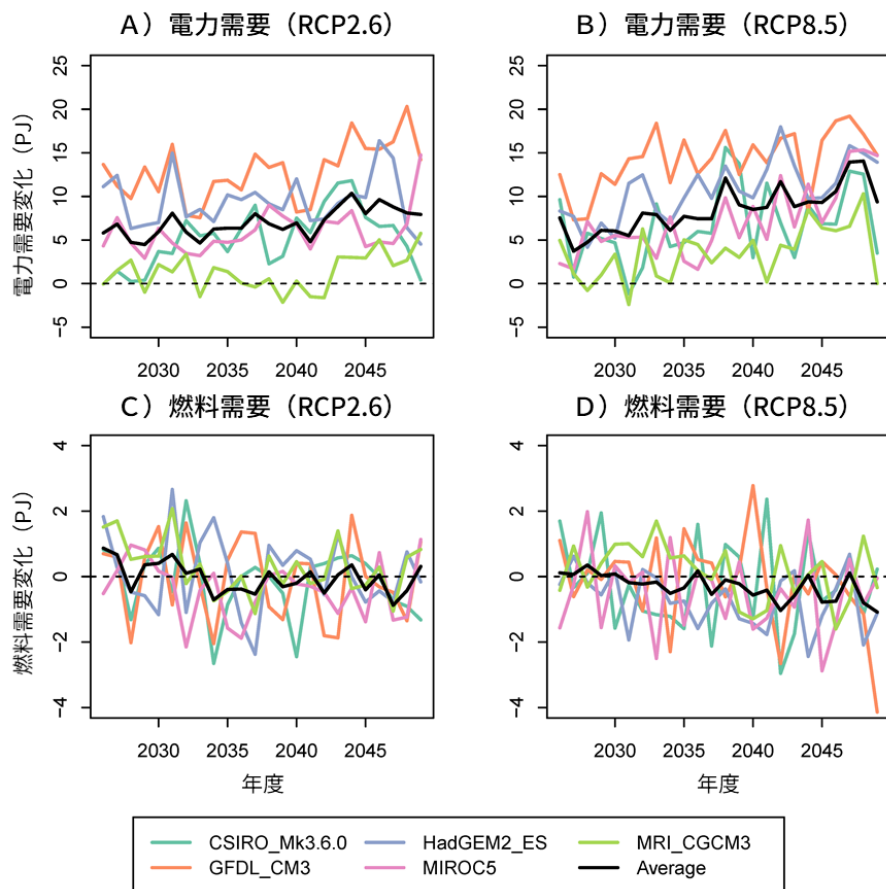
65歳以上の増加率が突出している。

最低気温(就寝中の気温)が重要

- 高齢者をメインターゲットとする適応策が必要
- 夜間の冷房利用が有効

4-2) 将来の気温上昇が地域のエネルギー支出に与える影響の評価 (埼玉県、全都道府県)

埼玉県環境科学国際センター(CESS)



(18業種合計、黒線は5モデルの平均。2010年と比較。2010年価格固定)

図2.10 埼玉県の産業・業務部門における電力・燃料需要の予測結果(2026～2049年度)

電力需要が増加傾向で、燃料需要は減少傾向。

電力需要は食料品、機械、民間サービス業など12業種で増加。

燃料需要は化学、窯業土石、金属など8業種で減少、繊維、パルプ・紙、機械では増加。

2040年代のエネルギー支出は、RCP2.6のもとで2010年度比5.8%の増加、RCP8.5のもとで同7.3%の増加。なお、燃料・電力価格の将来見込みが得られれば反映させたい。

国内では、産業・業務・家庭部門のいずれでも電力需要増加。

燃料需要は、産業増、業務横ばい、家庭大幅減。

4-3) 日本版SSP人口シナリオと整合する都道府県経済見通しの作成

埼玉県環境科学国際センター(CESS)

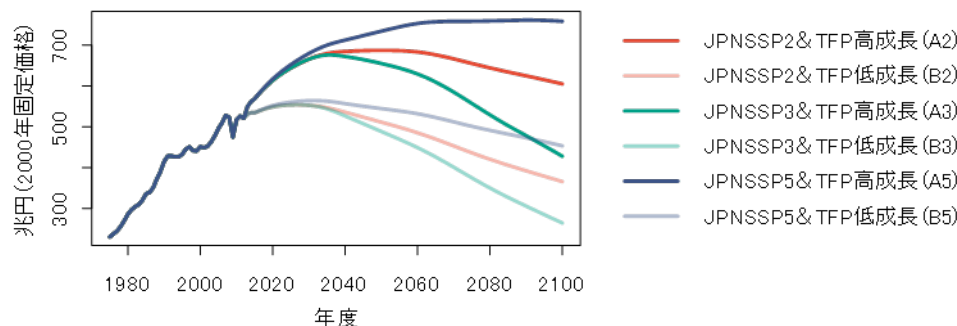


図2.12 日本のGDPの予測結果(1975~2100年)

5種類の人口シナリオ(日本版SSP)と2種類の生産性シナリオを組み合わせ、10種類の社会経済シナリオを生成

毎年のGDPは、47都道府県の県内総生産の予測値を足し合わせて算出

A) 埼玉県の県内総生産

B) 国内タイル指数

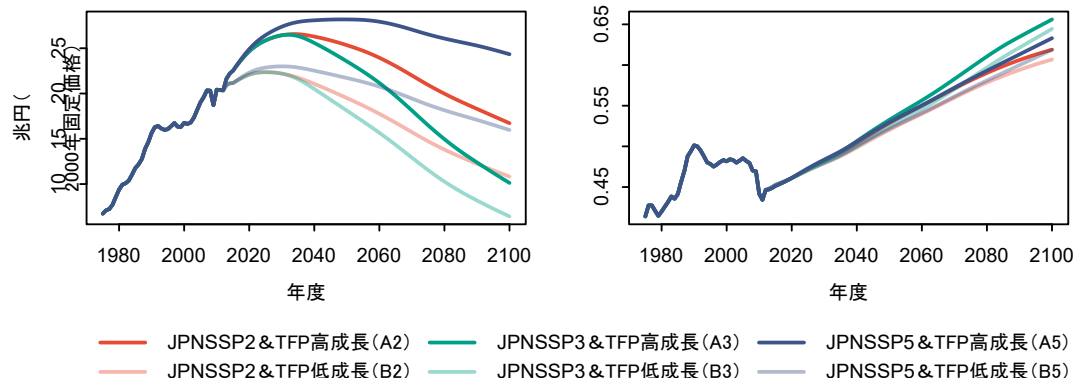


図2.13 埼玉県の県内総生産と国内タイル指数の予測結果(1975~2100年)

注:いずれも1975~2012年は経済産業研究所「R-JIPデータベース2017」による実績値。2013~2100年は計量経済モデルによる予測値。

少子高齢化による経済規模の縮小を生産性の向上によって克服することは困難

都道府県間の経済格差は拡大を続ける

5-2. 環境政策等への貢献

- 見込まれる環境政策等への貢献
 - 日本版SSPの3次メッシュ別等の人口・土地利用データは、S-18の社会経済シナリオとなる見込み。今後のわが国の影響・適応評価の発展を導く基盤データとして政策検討等に活用される
 - 日本版SSP1～5の叙述シナリオとイメージ図は、日本版SSPの共通基盤データとしての普及に資するとともに、将来の社会経済に不確実性があることを伝え、頑健な適応策の検討や、望ましい社会像の検討の参考となる
 - SSP1～5の市区町村別等の詳細な人口・世帯等データは、地方公共団体が影響・適応評価を行う際に、特に影響を受けやすい人口の将来推計値として活用できる
 - 埼玉県における影響・適応評価の事例は、今後、各都道府県においてSSPを活用する際に、具体的な手順を指し示し、結果の比較や解釈の助けとなる

6. 研究成果の発表状況

- 査読付き論文8件

- 1) Liu J., Fujimori S., Takahashi K., Hasegawa T., Su X., Masui T.: Carbon Management, 9 (5), 447-457. (2018)
Socioeconomic factors and future challenges of the goal of limiting the increase in global average temperature to 1.5°C.
- 2) 松橋啓介, 陳鶴, 有賀敏典, 金森有子: 土木学会論文集G(環境), 74 (6), II_103-II_110. (2018) 移動手段を例とした個人的な行動選択と社会的な政策転換の関係.
- 3) 越智雄輝, 藤森真一郎, 高橋潔, 松橋啓介: 土木学会論文集G(環境), 75(5), I_73-I_80. (2019) 日本を対象とした将来シナリオのデータベース化とエネルギー需給・CO2排出構造に注目したその特徴の分析.
- 4) Wu, W., Hasegawa, T., Ohashi, H., Hanasaki, N., Liu, J., Matsui, T., Fujimori, S., Masui, T. and Takahashi, K.: GCB Bioenergy, 11(9), 1041-1055. (2019) Global advanced bioenergy potential under environmental protection policies and societal transformation measures.
- 5) Wu W., Hasegawa T., Fujimori S., Takahashi K., Oshiro K.: Renewable Energy, 162:308-321. (2020) Assessment of bioenergy potential and associated costs in Japan for the 21st century.
- 6) 五味馨, 藤田壮, 越智雄輝, 小川祐貴, 大場真, 戸川卓哉: 土木学会論文集G(環境), 76(6):II_249-II_260. (2020) 地域循環共生圏による持続可能な発展の研究と基礎的な分析枠組みの提案
- 7) Chen H., Matsushashi K., Takahashi K., Fujimori S., Honjo K., Gomi K.: Sustainability Science,, 15, 985–1000. (2020)
Adapting global shared socio-economic pathways for national scenarios in Japan
- 8) K. Honjo, K. Gomi, Y. Kanamori, K. Takahashi, K. Matsushashi. :Heliyon, 7, 3, e06412. (CiteScore: 1.2)(2021) Long-term projections of economic growth in the 47 prefectures of Japan: An application of Japan shared socioeconomic pathways.

- 査読付き論文に準ずる成果発表 0 件
- その他誌上発表(査読なし) 7 件
- 口頭発表(学会等) 18 件
- 「国民との科学・技術対話」の実施 11 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 0 件