

地域循環共生圏の構築に資する経済的理論及び 定量的評価手法の開発と国内自治体における実証的研究

馬奈木俊介
九州大学

主:【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
副:【重点課題②】ビジョン・理念の実現に向けた研究・技術開発
(1-1)「地域循環共生圏」の創造に向けた理論の構築と地域での実証
研究実施期間:令和2年度～令和4年度

研究体制

【役割】	【氏名】	【部署／役職】
リーダー	馬奈木 俊介	九州大学大学院工学研究院／主幹教授
研究分担者	藤井 秀道	九州大学大学院経済学研究院／教授
研究分担者	木附 晃実	九州大学基幹教育院／准教授
研究分担者	岸上 祐子	九州大学大学院工学研究院／特任助教
研究分担者	YOO Sunbin	九州大学都市研究センター／助教
研究分担者	吉田 賢一	九州大学都市研究センター／特任助教
研究分担者	CHEN Shuning	九州大学都市研究センター／特任助教

はじめに(研究背景①)

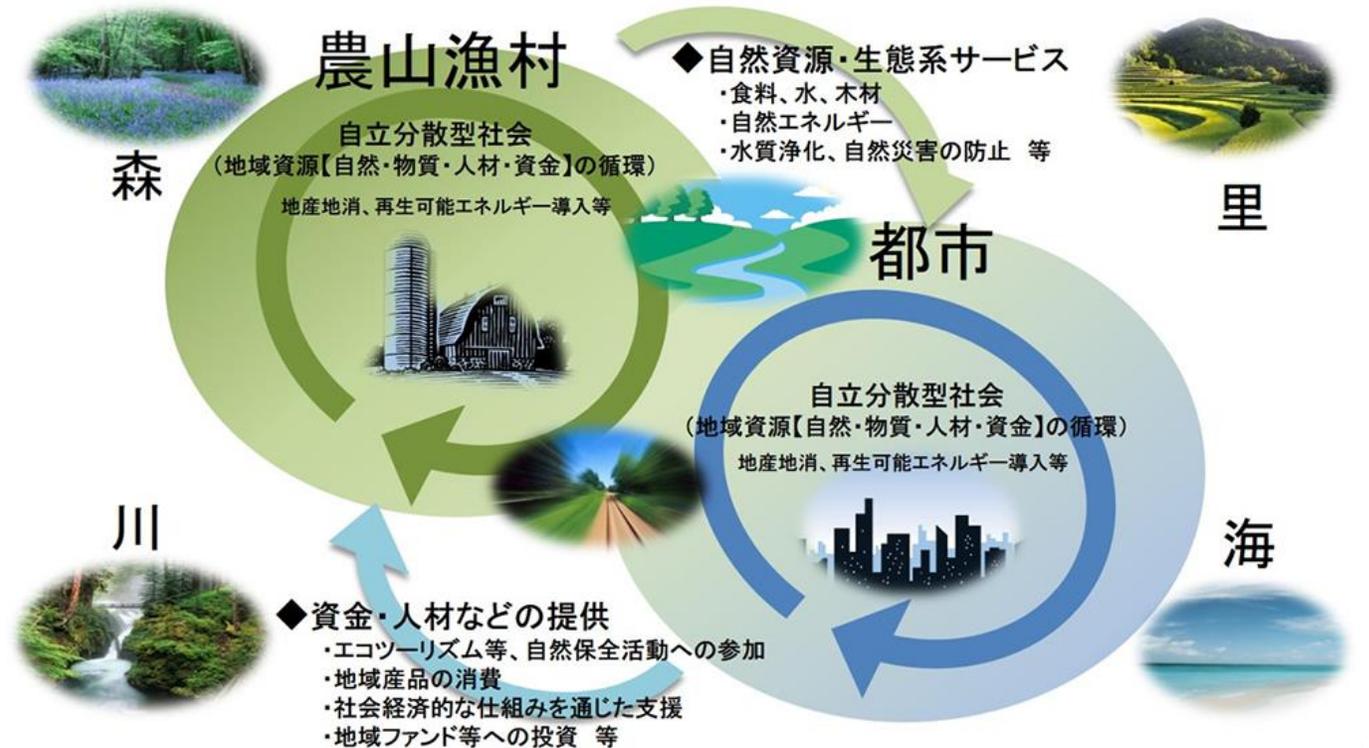
・持続可能な社会の実現に向けて

「自立・分散型」

- 都市と農山漁村のそれぞれが地域資源を活用し、「自立分散型社会」を形成。
- ネットワークを形成し、地域資源の相互提供を、地域の特性に応じて補完しつつ行い、相互に支え合う。

参考: 第五次環境基本計画の概要

「一極集中型」



はじめに(研究背景②)

自然資本がアジェンダ



BRIEFING ROOM

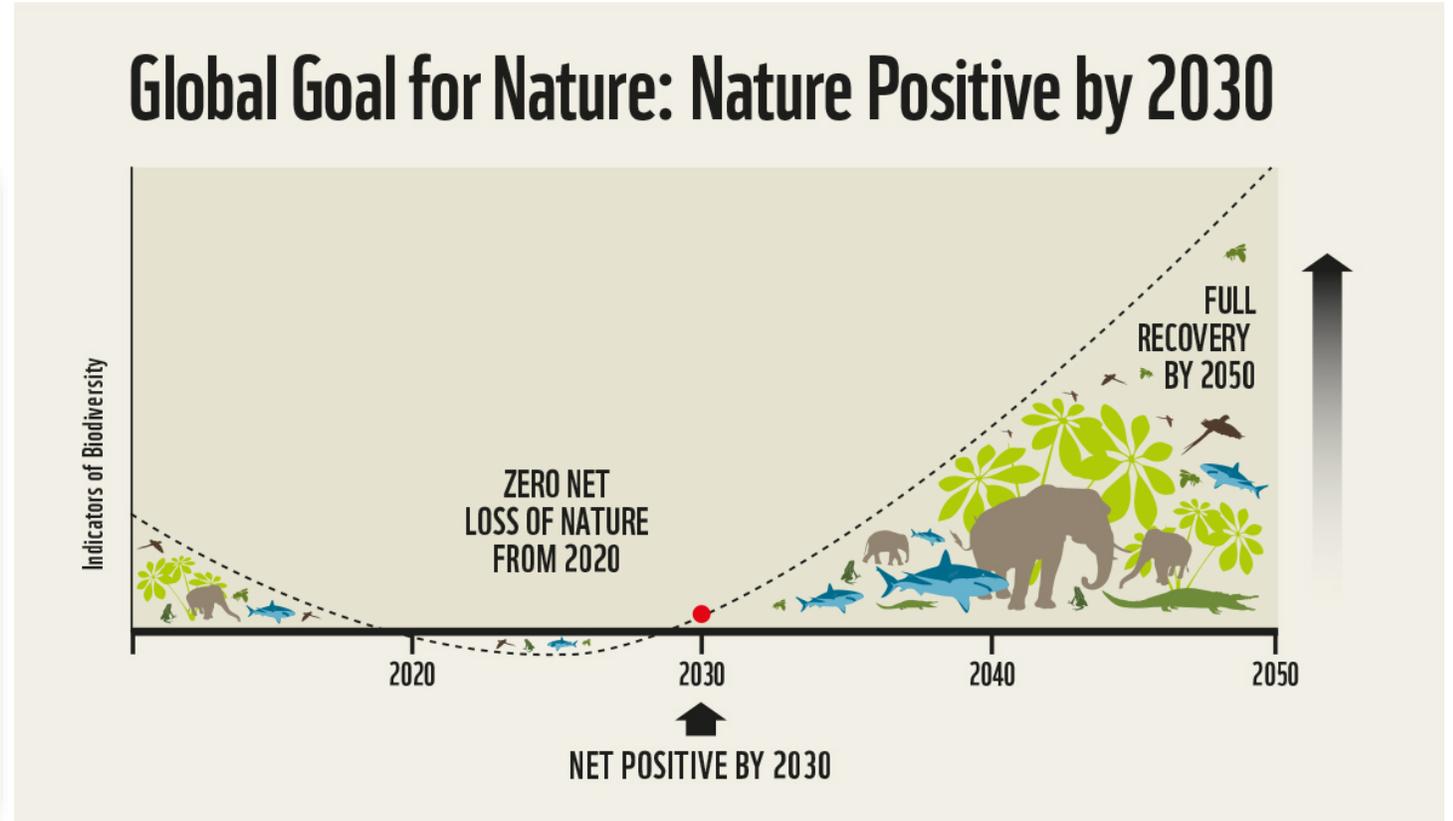
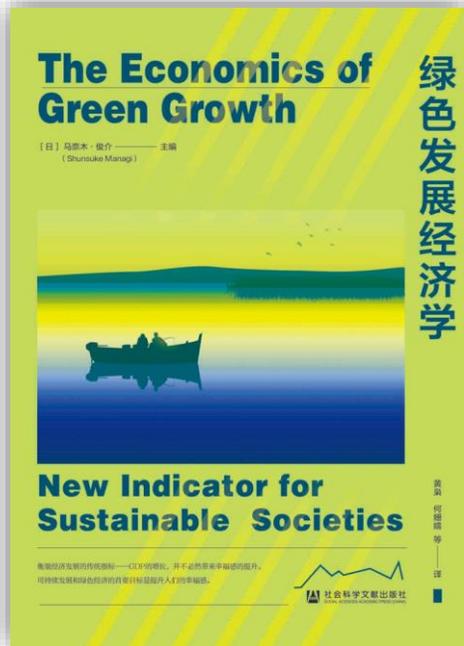
A New National Strategy to Reflect Natural Assets on America's Balance Sheet

AUGUST 18, 2022 • BLOGS

The Dasgupta Review –
Independent Review on the
Economics of Biodiversity
Interim Report



April 2020



目的

- 地域循環共生圏の理論モデルをつくり実証を行う。そして、社会実装する。
- 第5次環境基本計画「地域資源を包括的に評価する体系の導入」、「自然資本・人工資本・人的資本を持続可能な形で最大限に活用し、地域内における環境配慮型の投資・消費を活発化」に貢献する経済理論モデルを構築し、実証する。
- 上記目標達成のために、新国富(IW: Inclusive Wealth)指標を用いた地域循環共生圏の評価指標を使い、その評価を行う。
 - ・例: 日本学術会議 サステナブル投資小委員会 報告書 (2023)

地域圏としての持続可能な発展

- 各都市・都市全体での持続可能な発展のためには、地域間のつながりが必要不可欠である。
 - 各地域にはそれぞれ比較優位になる資本がある。
 - 農山漁村・・・森林資源や水資源など自然資本
 - 都市部・・・人的資本や資金
 - 3種類の資本が減少しないように経済成長を続ける「持続可能な発展」が目標。
 - 持続可能性を考察対象とすることは、経済学の研究において極めて重要。
- 人間が自然をどのように扱うべきか、ウェルビーイングを維持しつつ、世代間の公平性の問題に焦点が当てられる。

新国富指標の応用例

- 大気汚染が人的資本損失を通じて新国富指標をどの程度低下させるのかを分析 (Lancet Planet Health掲載)

大気汚染 ↑

→ 人的資本 ↓

→ 新国富指標 ↓

Health and economic impact of air pollution in the states of India: the Global Burden of Disease Study 2019



India State-Level Disease Burden Initiative Air Pollution Collaborators*

Summary

Background The association of air pollution with multiple adverse health outcomes is becoming well established, but its negative economic impact is less well appreciated. It is important to elucidate this impact for the states of India.

Methods We estimated exposure to ambient particulate matter pollution, household air pollution, and ambient ozone pollution, and their attributable deaths and disability-adjusted life-years in every state of India as part of the Global Burden of Disease Study (GBD) 2019. We estimated the economic impact of air pollution as the cost of lost output due to premature deaths and morbidity attributable to air pollution for every state of India, using the cost-of-illness method.

Findings 1.67 million (95% uncertainty interval 1.42–1.92) deaths were attributable to air pollution in India in 2019, accounting for 17.8% (15.8–19.5) of the total deaths in the country. The majority of these deaths were from ambient

Lancet Planet Health 2020

Published Online
December 22, 2020
[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30298-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30298-9)

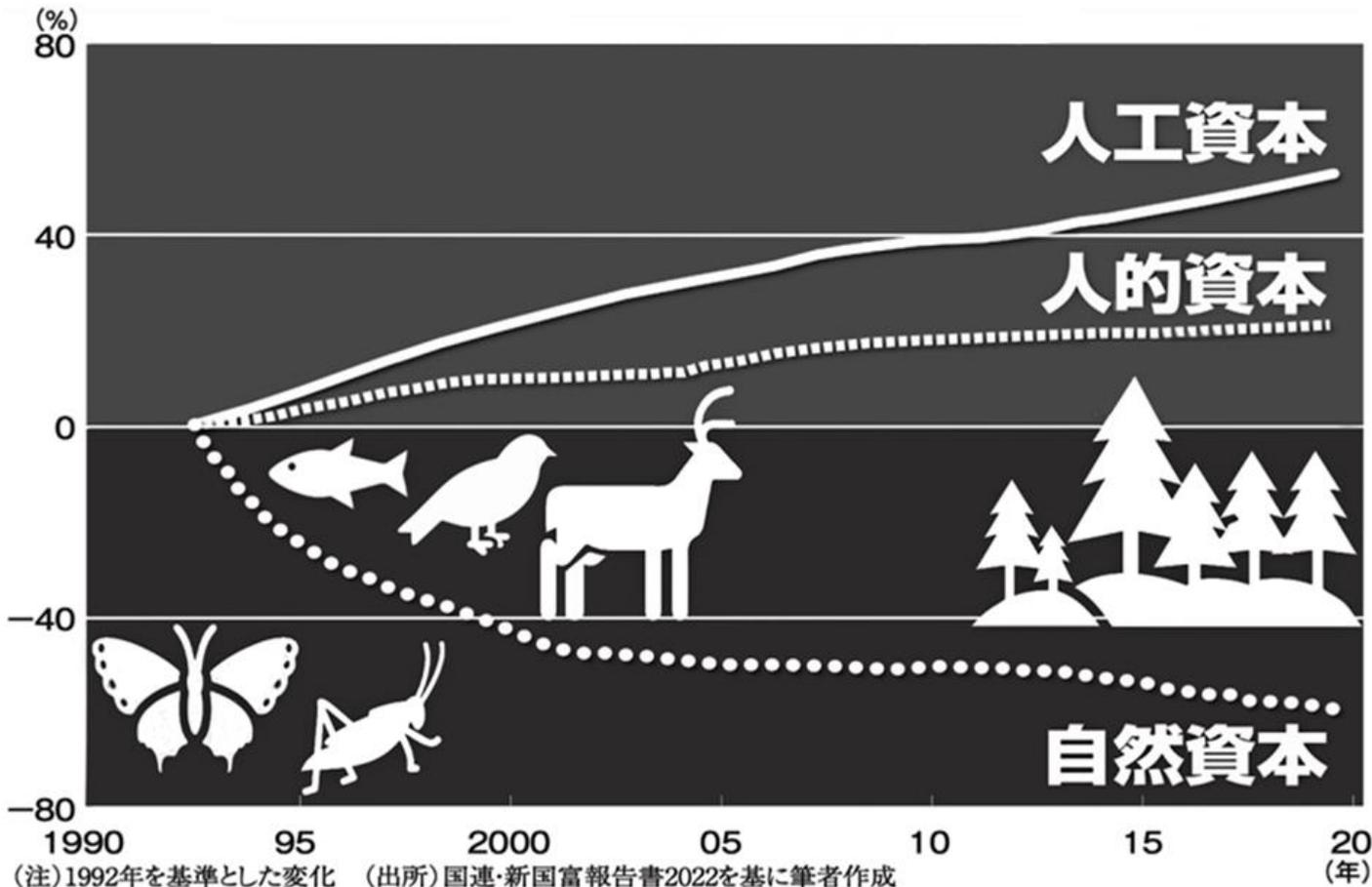
*Collaborators are listed at the end of the Article

Correspondence to:
Prof Lalit Dandona, Indian
Council of Medical Research,
New Delhi 110029, India
lalit.dandona@icmr.gov.in

- 産業連関表である部門の自然資本減少と他地域の人口や産業などを関連づけて分析。

目標

- 各地域の特性に応じた形で持続可能性を高める取り組みの優先度を明らかにする。
- 効果的な自治体間の連携枠組みを明らかにする。



研究開発内容

- 人々のウェルビーイングに影響する内的要因を特定化
- 経済理論モデルを開発
- 定量的評価手法の開発
- 社会における展開

人々のウェルビーイングに影響する内的要因を特定化

- 社会属性(所得、年齢) (Li & Managi, 2023)

:160万件におよぶグローバルデータセットを用いた構造的因果モデルによって、すべての観察可能な因果経路を考慮。

- コミュニティ (Piao et al., 2021a)
- 自然資本との向き合い方 (Piao & Managi 2022; Li & Managi 2022)
- 人的資本(教育資本)との関係 (Piao et al., 2021b)

:6大陸37ヶ国に及ぶ個人レベルの横断調査データ

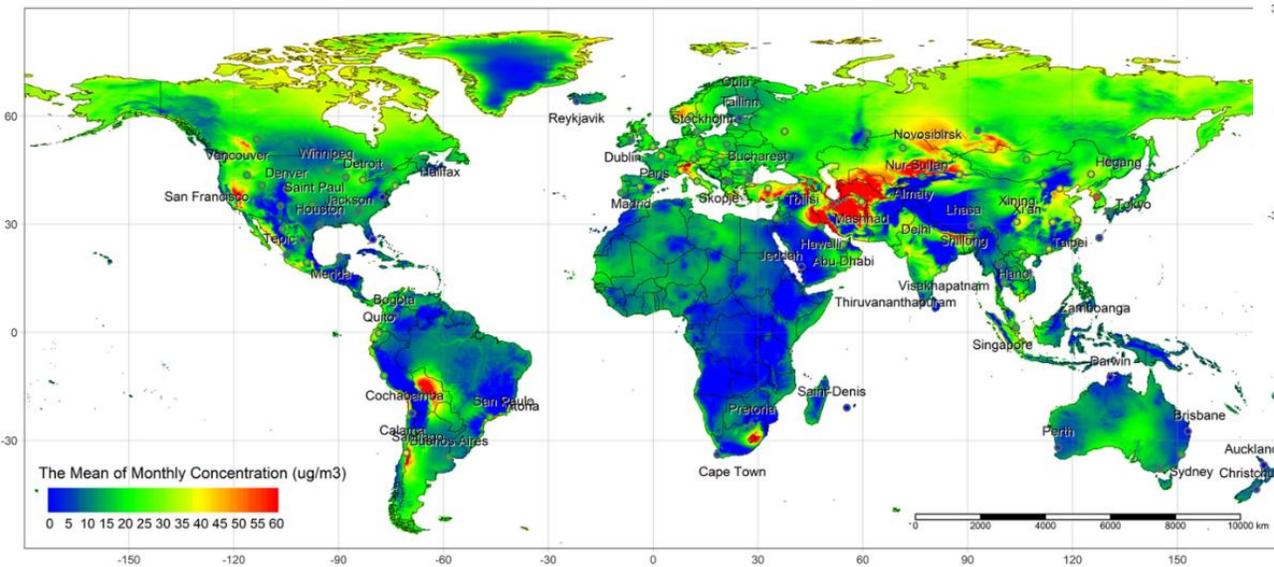


Fig. 12. Map of average monthly ground-level NO₂ concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Jan 2015 – Oct 2021.

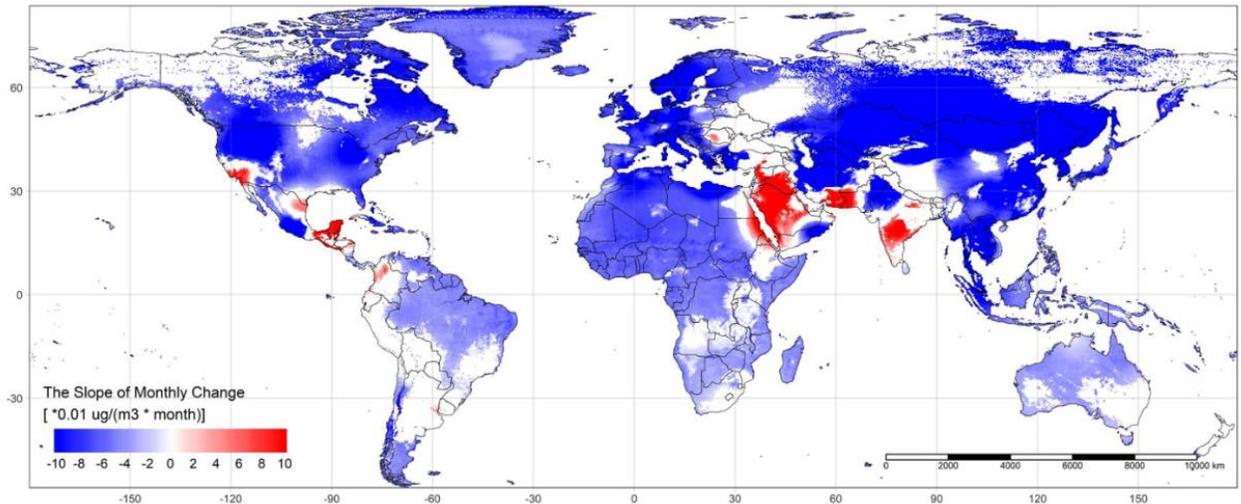
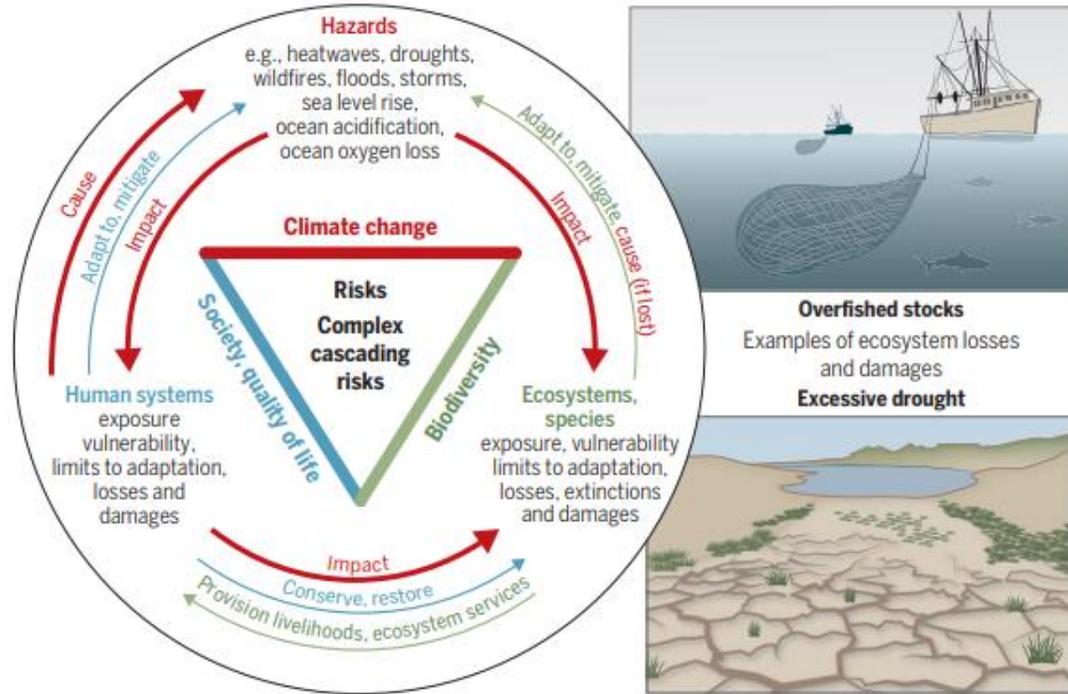


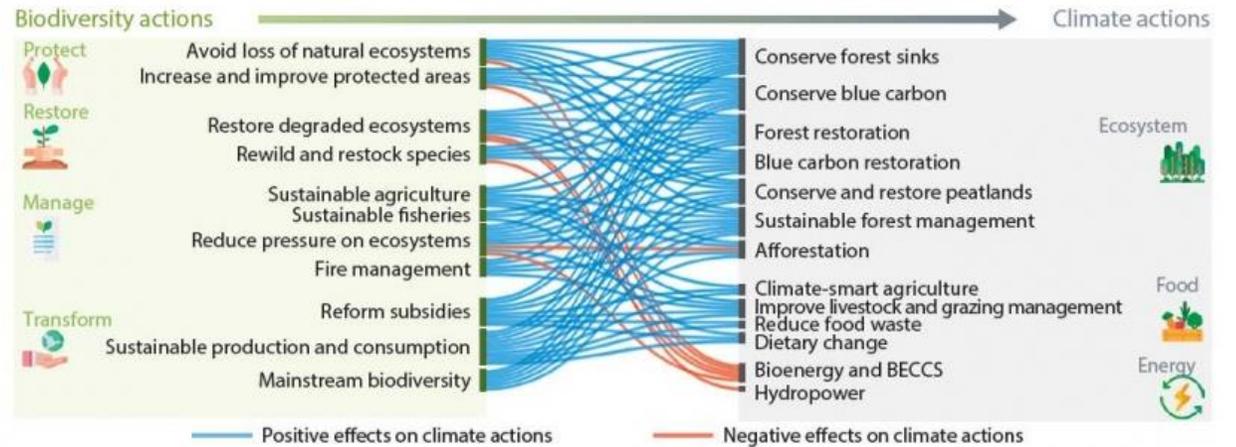
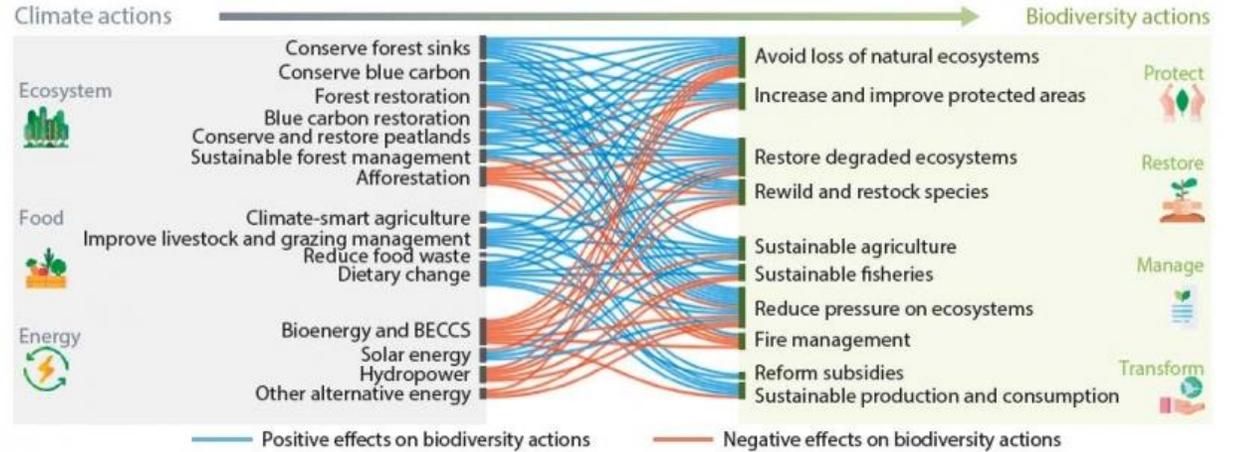
Fig. 15. Map of monthly change trends of ground-level NO₂ concentration ($0.01 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \times \text{month})$), Jan 2015 – Oct 2021.

国際における位置づけ: *Science* (2023), IPBES-IPCCでの発表



Climate, biodiversity, and human society are coupled through dynamic interactions across scales. Human-caused exploitation and climate change are increasingly threatening biodiversity and nature's contributions to people, causing losses and damages exemplified through overfished stocks and excessive drought that harm productive habitats.

Pörtner et al., *Science* **380**, 256 (2023) 21 April 2023



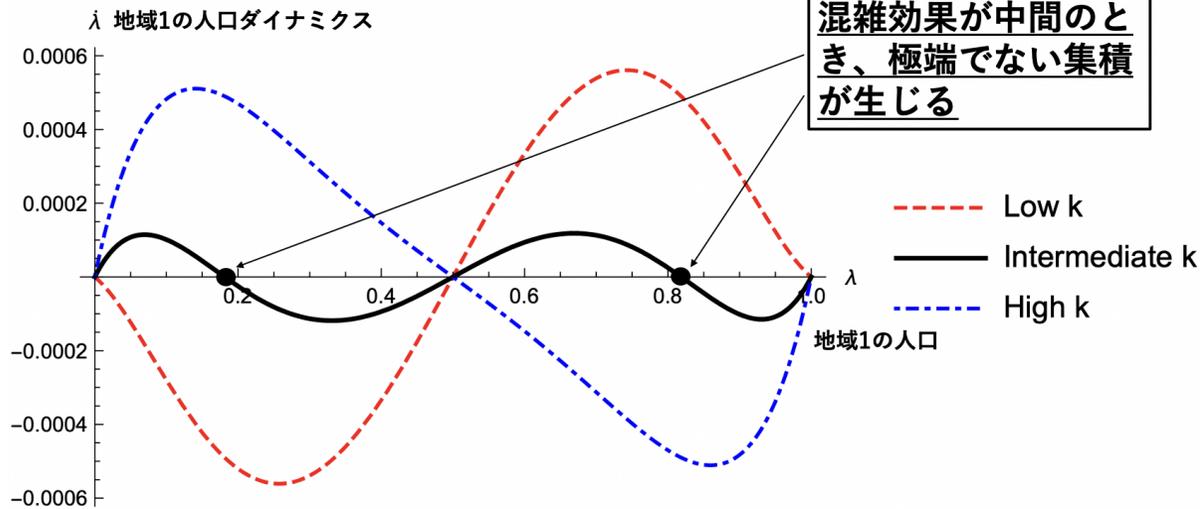
Pörtner, H. O., ... Managi S., ... & Val, A. L. (2023). Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts, *Science*

Pörtner, H. O., ... Managi S., ... & Ngo, H. (2021). Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change.

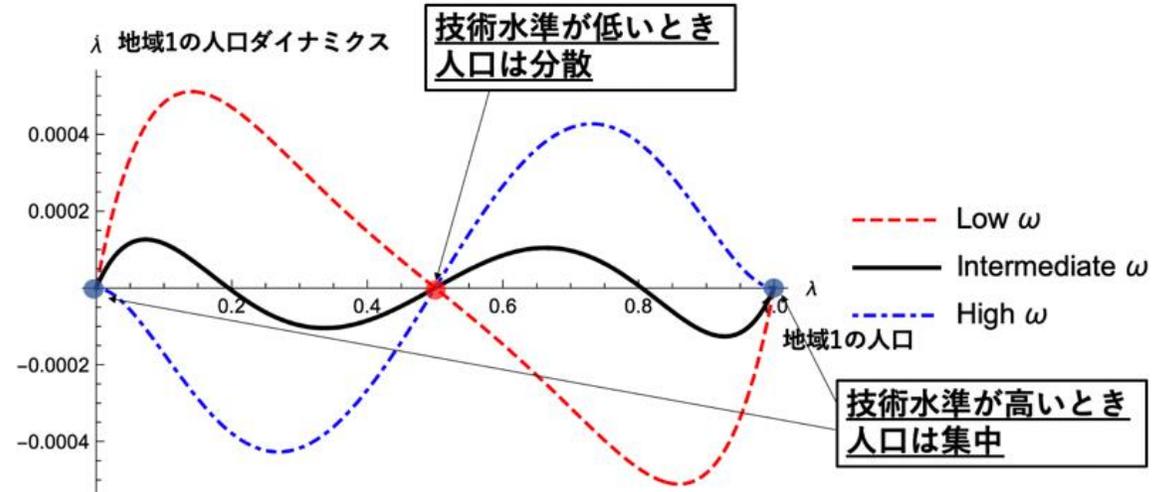
経済理論モデルを開発

- 従来の空間経済学モデルに「**自然資本**」「**住民の自然資本からの効用(混雑効果)**」「**環境保全技術の要素(技術水準)**」を追加。
- 長期において実現する移住均衡の種類や安定性がどう変化するかを分析。

混雑効果 k に関する人口動学の
数値シミュレーション



技術水準 ω に関する人口動学の
数値シミュレーション



定量的評価手法を開発

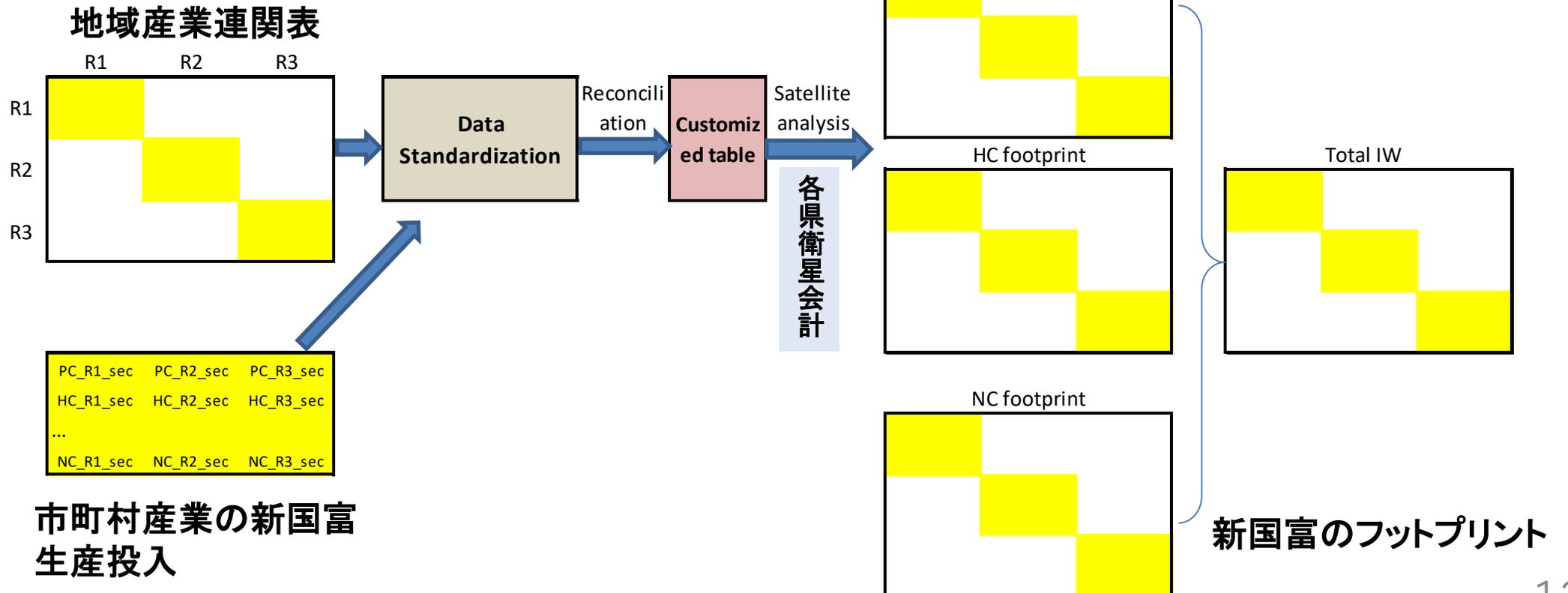
- 他地域産業連関表 (MRIO: Multi-regional Input Output) を用いる。
- 市町村ごと (市町村区単位数: 1894 (20政令指定都市、194区部、770市、929村)) の自然資本・人工資本・人的資本・生態系サービスの定量的評価システムを構築する。
- 地域間交易ネットワークによって引き起こされる富の移転と集積効果の分析が可能となる。
- 移転と集積が地域の持続可能な開発に与える影響の評価が可能となる。

定量的評価手法の開発

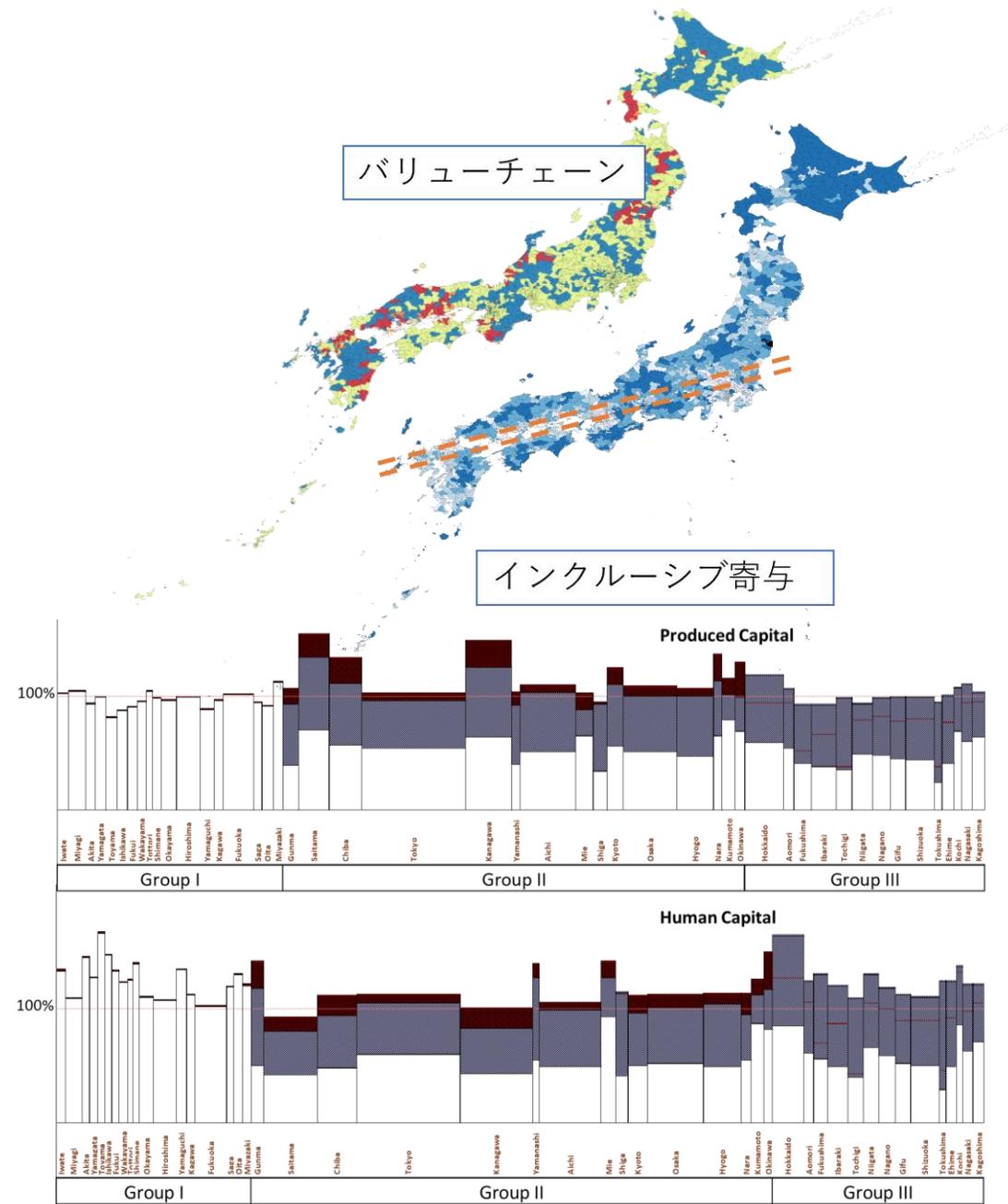
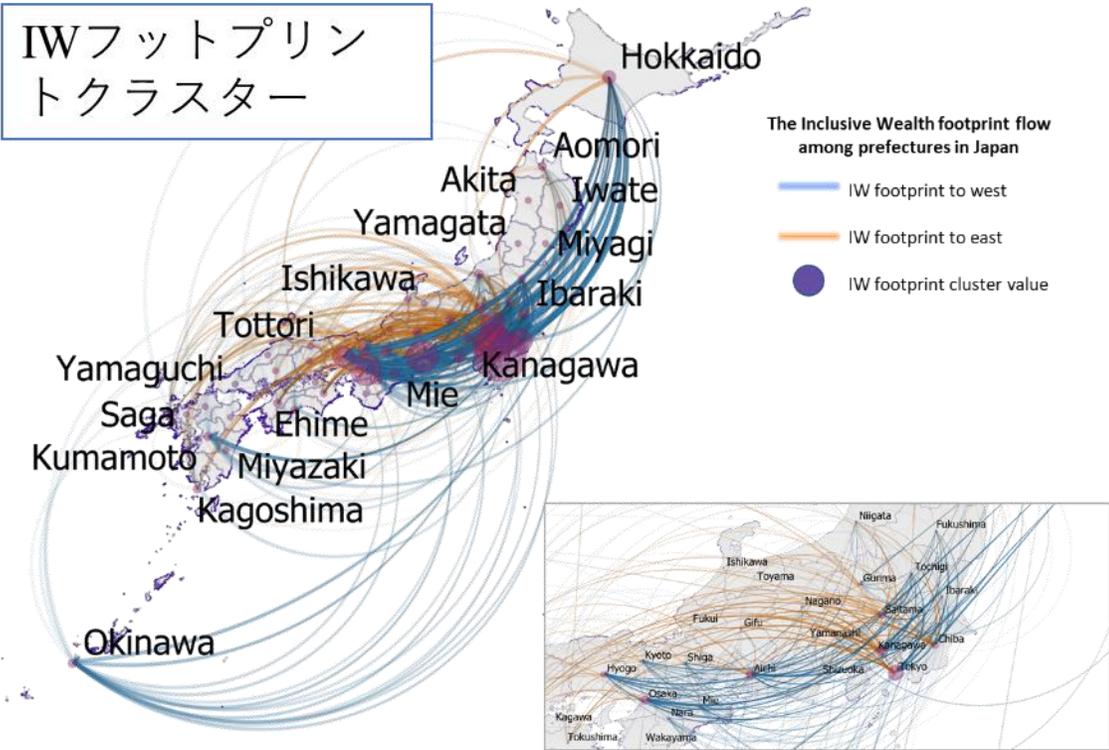
- IW-extended MRIO (多地域産業連関表)

- 各県分消費ベースIWフットプリント推計

生産ベースIWIから消費ベースフットプリント推計の過程:

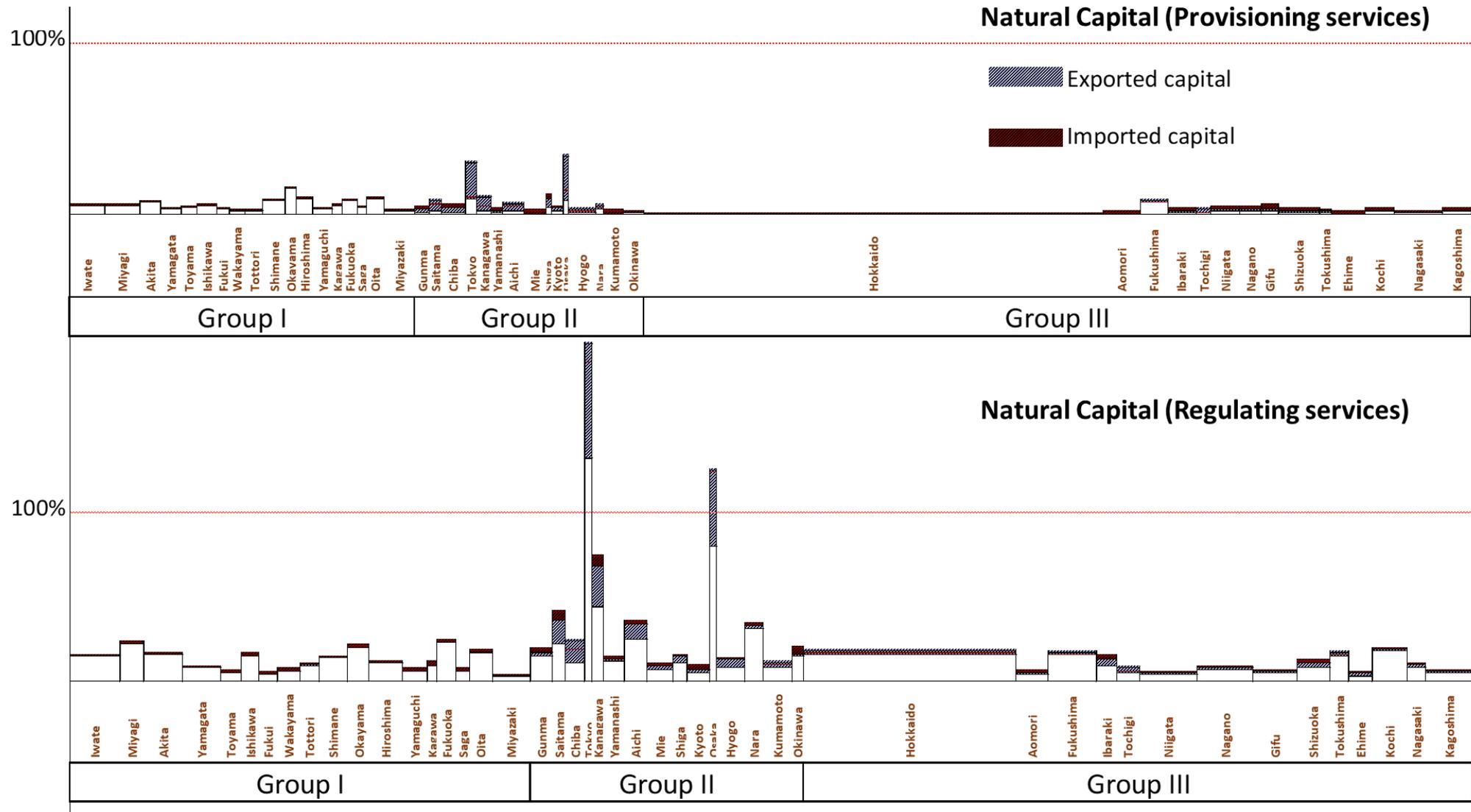


定量的評価手法の開発



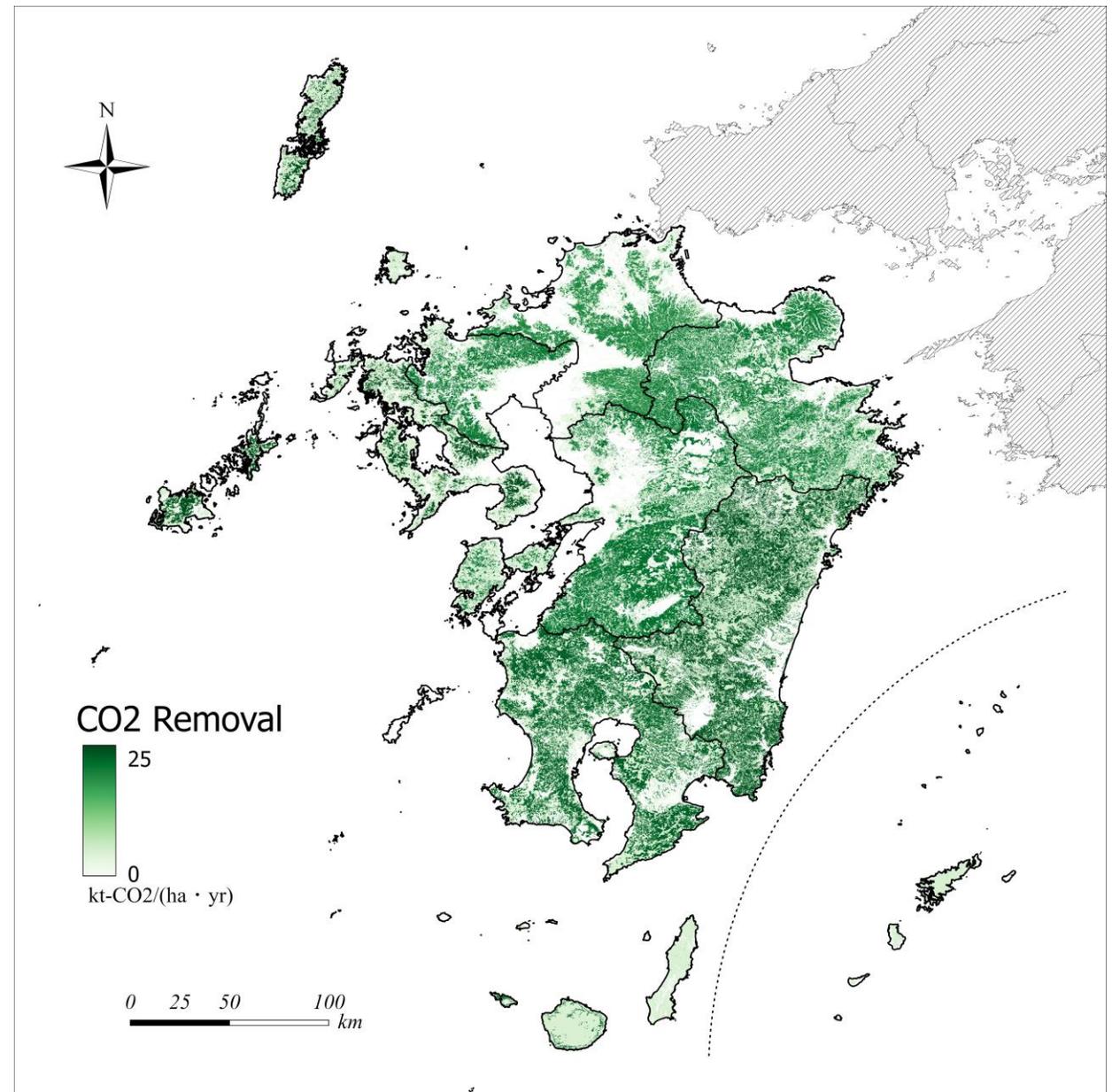
定量的評価手法の開発

Skyline figure of the capacity overload in prefectures



研究含意

- 人口減少しても、自然資本増加プログラムのような仕組みが地方の過疎地域で出来るとすると、そのプログラムが経済性を高めるのと同時に、雇用も生むので、中長期的には人的資本は増加する。
- このようなメカニズムが適切に作用すれば、国全体での人口が減少する日本でも、メガシティから地方(過疎地域)へと移住が進み、3つの資本は向上する。



グリッドレベルのCO₂吸収量

社会における展開①

令和4年1月18日

「クリーンエネルギー戦略」に関する有識者懇談会



企業



行政



大学



Natural Capital Credit Consortium

社会における展開②

大分県国東市、自主的炭素市場(自然資本市場)の構築
「カーボンネガティブ」宣言

福岡県久山町、「カーボンネガティブ&ネイチャーポジティブ」宣言
「脱炭素チャレンジカップ2023」文部科学大臣賞受賞



<https://ameblo.jp/avanti-cottonclub/entry-12753379731.html>



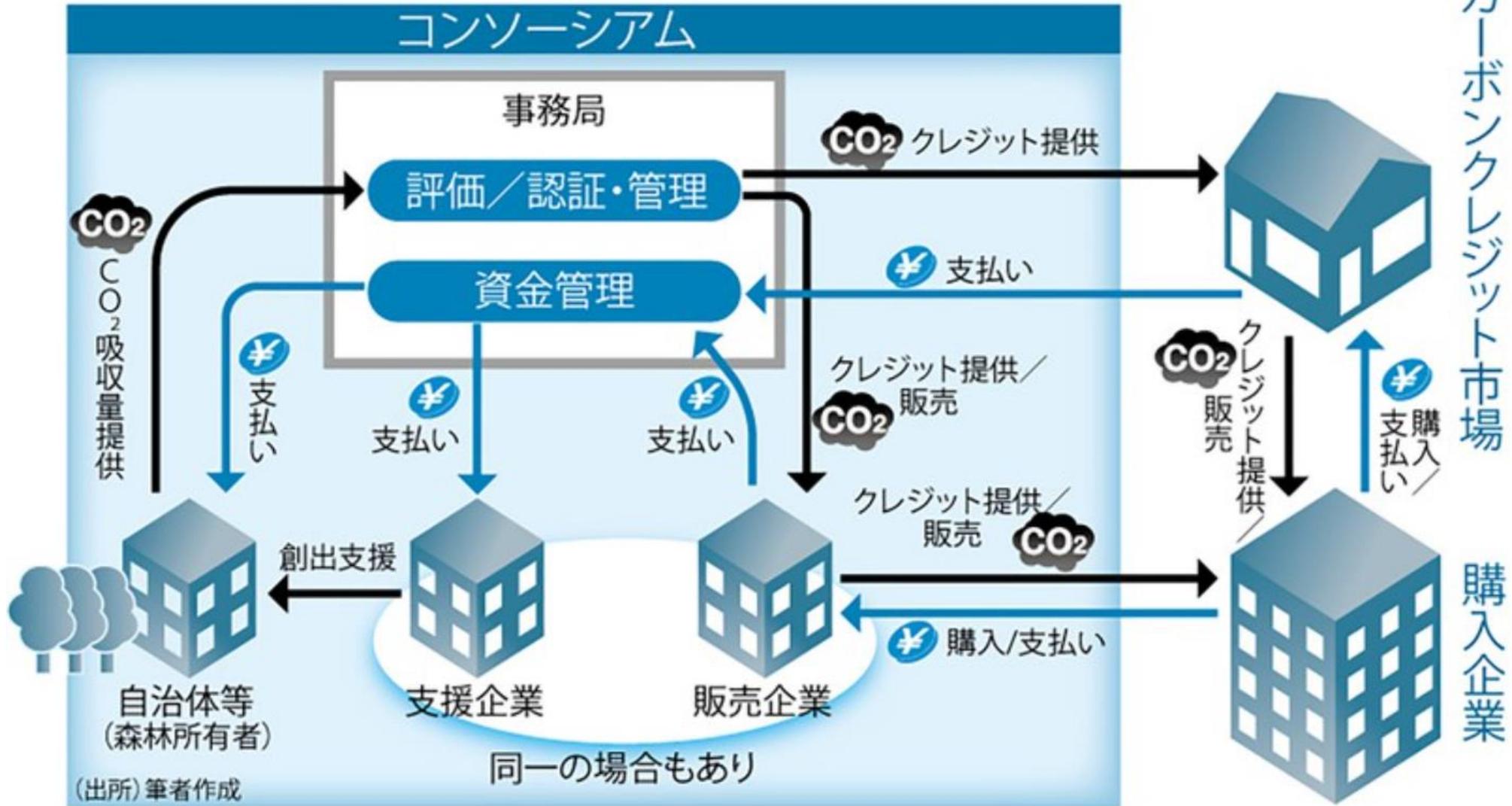
<https://www.town.hisayama.fukuoka.jp/news/3186.html>



<https://www.town.hisayama.fukuoka.jp/news/2377.html>

社会における展開③

企業、自治体が参画して形成されたカーボンクレジットを評価するコンソーシアム



主な国際共同研究等の状況①

新国富指標活用し、大気汚染が人的資本をどの程度低下させるかを分析

[成果物]

- Pandey, A., Brauer, M., Cropper, M. L., Balakrishnan, K., Mathur, P., Dey, S., ... Managi S., ... & Dandona, L. (2021). Health and economic impact of air pollution in the states of India: the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Planetary Health* (IF:28.75), 5(1), e25-e38.

[主な共同研究者、背景など]

- ワシントン大学ヘルス指標・評価センター (IHME: Institute for Health Metrics and Evaluation) の教授で、インド公衆衛生財団で特別研究教授を務めるLalit Dandona博士らとの国際共同研究。
- 自然資本の減耗が人的資本を棄損させうることを明らかとしている。
- この成果は、医学誌*The Lancet Planetary Health*に掲載され学術界から注目された他、現地、インドの主要メディアであるThe Times of India紙の一面を飾るなど、一般社会に対しても同国際共同研究から得られた科学的知見の共有化が図られている。

主な国際共同研究等の状況②

気候変動問題と生物多様性危機を複合的に議論する必要性を科学的根拠に基づき提唱

[成果物]

- Pörtner, H. O., Scholes, R. J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., ... Managi S., ... & Ngo, H. (2021). Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change.
- Pörtner, H. O., Scholes, R. J., Arneth, A., Barnes, D. K. A., Burrows, M. T., Diamond, S. E., Duarte, C. M., Kiessling, W., Leadley, P., Managi, S., McElwee, P., Midgley, G., Ngo, H. T., Obura, D., Pascual, U., Sankaran, M., Shin, Y. J., & Val, A. L. 2023. “Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts”, *Science* (IF:63.832), 380(6642), eabl4881.

[主な共同研究者、背景など]

- ヘルムホルツ極地海洋研究センター(ドイツ/ブレーマーハーフェン)のアルフレッドウェゲナー極地海洋研究所(AWI: Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research)で教授を務めるHans-Otto Pörtner博士らとの国際共同研究。
- 同国際共同研究は、IPBES-IPCC共同報告書の形で取りまとめられており、研究代表者(馬奈木俊介)は統括代表執筆者を務めている。また、この成果は、*Science*にも掲載されている。
- 同国際共同研究は、本研究開発を通じて明らかとなった科学的知見の研究者・学術界に対して認識の共有化を図るとともに、主要国の政策当事者への知見の提供する役割を担っている。

研究成果：「目標を大きく上回る成果をあげた」

- 本研究開発の学術成果は、「人々の内的要因の変化を考察」「経済理論モデルの構築」「定量的評価手法の開発」にある。
- 人々の内定要因の変化を考察としてLi & Managi (2023)、Li & Managi (2022)、Piao & Managi (2022)、Piao et al. (2021a)、Piao et al. (2021b)が報告され、経済理論モデルの構築はKurita & Managi (2023)、そして、定量的評価手法の開発はChen et al. (2023)として進められている。
- なお、これらの科学的知見は、研究者・学術界に対して認識の共有化が図られたほか、研究代表者(馬奈木俊介)が統括代表執筆者を務めるIPBES-IPCC共同報告書をはじめ、国際機関での報告書や、主要国の政策当事者らによる議論の場でも活用され、Scienceをはじめとするトップジャーナルに数多く掲載されている。
- また、行政においても既にその成果は地方自治体と国の政策決定に活用されている。
- 本研究開発代表者・馬奈木俊介がセンター長を務める九州大学都市研究センターは、福岡県久山町、大分県国東市、福岡県中間市との間で協定を結び、同自治体内の森林や農地、漁業資源をCO₂吸収源とするカーボンクレジットを活用しての事業化を進めている。
- この試みは、本研究開発代表者・馬奈木俊介が理事長を務め、41の参画企業と、福岡県福岡市などの9自治体を参画機関とする、一般社団法人 ナチュラルキャピタルクレジットコンソーシアムに集約化されている。
- G7気候・エネルギー・環境大臣会合の成果文書の中に本研究開発の成果は盛り込まれており、本研究開発の成果は、自治体レベルに留まらず、国レベルでの政策にも波及している。

研究成果の発表状況

誌上発表<論文> 国際査読付き論文に限定 合計 152 件

- 2022年度(2022年4月1日-2023年3月31日) 55 件
- 2021年度(2021年4月1日-2022年3月31日) 51 件
- 2020年度(2020年4月1日-2021年3月31日) 46 件

査読付き論文に準ずる成果発表

- Pörtner, H. O., Scholes, R. J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., ... Managi S., ... & Ngo, H. (2021). Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change. IPBES-IPCC共同報告書、研究代表者(馬奈木俊介)が共同報告書統括代表執筆を務める。
- UNEP. (2022). Inclusive Wealth Report 2022: measuring progress toward sustainability, United Nations Environment Programme, Washington D.C., USA.
- 佐藤真久, 北村友人, 馬奈木俊介(編著)『SDGs時代のESDと社会生態モデル』筑波書房, 2020年.
- 馬奈木俊介(編著)『AIは社会を豊かにするのか』ミネルヴァ書房, 2021年.
- 鶴見哲也, 藤井秀道, 馬奈木俊介『幸福の測定—ウェルビーイングを理解する』中央経済社, 2021年.
- 馬奈木俊介(編著)『ESG経営の実践 新国富指標による非財務価値の評価』事業構想大学院大学出版部, 2021年.
- 馬奈木俊介(編著)『社会問題を解決するデジタル技術の最先端』中央経済社, 2023年3月.

その他誌上発表(査読なし) 17 件

口頭発表(学会 Keynote Speech, Invited Speech等) 22 件

研究成果の発表状況

「国民との科学・技術対話」の実施

1. 馬奈木俊介(研究代表者)、みらい甲子園、九州北部エリア大会、高校生が考えたSDGsアクションアイデアプランを講評、主催:SDGs Quest みらい甲子園九州北部エリア大会実行委員会、2023年3月21日.
2. Chen Shuning(研究分担者)、さくらオンラインプログラム水俣研修、熊本県水俣市、研修生及び大学生向け 講演『新国富指標による地域持続可能性』、2022年10月4日.
3. 馬奈木俊介(研究代表者)、第9回地域づくり政策セミナー、福岡県福岡市、一般市民向け、オンライン参加型 講演『新国富指標によるSDGs目標の優先度』、2022年10月6日.
4. Chen Shuning(研究分担者)、さくらサイエンス水俣プログラム2021、熊本県水俣市、研修生及び大学生向け 講演『新国富指標による地域持続可能性』、2021年11月16日.
5. 岸上 祐子(旧参画者)、糸島で研究されている未来エネルギーについて、福岡県糸島市(前原東中学校)、前原東中学校1学年部(総合学習 いとしま学・エネルギーコース)、2021年10月28日.
6. 馬奈木俊介(研究代表者)・研究代表者研究室、Quriesプログラム(理系インターンシップ制度:女子高生インターンシップの受入)、2022年8月17日～23日.
7. 馬奈木俊介(研究代表者)・研究代表者研究室、Quriesプログラム、講演『新たな国の豊かさを、技術と経済ではかる』、2021年8月20日.
8. 馬奈木俊介(研究代表者)・研究代表者研究室、Quriesプログラム(理系インターンシップ制度:女子高生インターンシップの受入)、2021年8月16日～20日.
9. 馬奈木俊介(研究代表者)、福岡県立筑前高校、高校生向け、講演『SDGsの意義と社会とのつながり』、2020年7月9日.

マスコミ等への公表・報道等 109 件

研究成果の発表状況

本研究費の研究成果による受賞

- 研究代表者の馬奈木俊介が第80回西日本文化賞を受賞

馬奈木俊介(研究代表者)は、持続可能な社会の価値を示し、SDGsの成果指標となる「新国富指標」を提唱した功績により西日本文化賞奨励賞学術文化部門の受賞となった。

- 「脱炭素チャレンジカップ2023」文部科学大臣賞受賞／久山町

福岡県久山町は、馬奈木俊介(研究代表者)がセンター長を務める九州大学都市研究センターと連携して「新国富指標を活用したまちづくり」に取り組んでおり、その中で、2022年3月に「カーボンネガティブ&ネイチャーポジティブ」を宣言し、自然資本の向上のための取り組みを実施している。これらの成果が評価され、同町は、約200団体の応募があった「脱炭素チャレンジカップ」において「文部科学大臣賞(社会活動分野)」を受賞した。