

令和 4 年 5 月 26 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K00677

研究課題名(和文) プラネタリー・バウンダリーズを考慮した持続可能性経済指標の研究

研究課題名(英文) Study on economic indicators of sustainability accounting for the Planetary Boundaries

研究代表者

成田 大樹(Narita, Daiju)

東京大学・大学院総合文化研究科・准教授

研究者番号：50746485

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：気候変動、森林消失や大気汚染問題等の地球規模の環境リスクとなっている問題(プラネタリー・バウンダリーズに関する問題)について、そのインパクトや対策コストについての経済評価手法の検討を行った。いくつかのケースに焦点を置き、リスク分析の手法や不確実性下の意思決定分析の手法を応用する形で、経済モデルの構築、シミュレーション分析、及び評価計算を行い、方法論上の知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

気候変動、森林消失や大気汚染問題等の地球規模の環境リスクとなっている問題(プラネタリー・バウンダリーズに関する問題)について、そのインパクトや対策コストについての経済評価の方法の検討を行ったものである。これらの問題にはいずれもリスク・不確実性が関係しており、一般的な(決定論的な)経済評価手法とは異なる方法で評価を行う必要がある。得られた知見は地球環境問題に対処するための政策の評価に応用できるものである。

研究成果の概要(英文)：This project examined economic evaluation methods regarding the impacts and mitigation costs of planetary environmental risks (problems related to the "planetary boundaries"), such as climate change, forest loss, and air pollution problems. Focusing on several cases, it developed economic models, conducted simulation analysis, and performed valuation by applying the methods of risk analysis and decision making analysis under uncertainty, and obtained methodological insights.

研究分野：環境経済学

キーワード：プラネタリー・バウンダリーズ 自然資本 リスク・不確実性 気候変動 大気汚染 環境経済学

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近年の持続可能性に関する国際的議論で広く援用され始めた概念として、「プラネタリー・バウンダリーズ (planetary boundaries)」がある。これは、地球環境の様々な要素、具体的には気候変動やエアロゾル大気汚染等の要素の個々に関して、人間活動による負荷を許容できる臨界点があり、かつその臨界点が確実にわからないという地球生態系の特徴を概念化したものである。このプラネタリー・バウンダリーズの考え方に基づけば、人間活動の「持続可能」な状態とは、活動が「安全な活動スペース (safe operating space)」の中にとどまっている状態であると定義できる。プラネタリー・バウンダリーズ概念において重要となるのが、人間の環境負荷に対する生態系の応答に関して不確実性があるという特徴である。臨界点の位置に関して不確実性がある場合そうでない場合よりずっと安全をみる必要があるからである。このような生態系の応答に関する不確実性を資本アプローチ (具体的には、財・サービスを提供する環境要素のストックを資本とみなしつつそのような広義の資本の増減を評価することによって持続可能性を評価するアプローチ) の持続可能性の評価に取り込むことは、リスク分析の手法を応用することによって可能である。しかし、研究開始当初以前には資本アプローチによる持続可能性指標の研究はそのほぼ全てが決定論的な定式化によるものであり、リスクや不確実性 (確率的過程) を取り込んだ研究についてはほとんど存在しなかった。

2. 研究の目的

本研究では、経済・環境の持続可能性の解釈に関して新しい見方を提供することを目的として、リスク・不確実性の要素を盛り込んだ自然資本の価値の定量化を経済学的な観点から研究することを目指すものである。具体的には、財・サービスを提供する環境要素のストックを資本とみなしつつそのような広義の資本の増減を評価することによって持続可能性を評価するアプローチ (資本アプローチ) と、プラネタリー・バウンダリーズに関して、後者の要素を前者に取り込んだ経済的価値評価の手法について検討することとしている。

3. 研究の方法

本研究は特にリスク・不確実性の扱いに焦点を置きつつ、プラネタリー・バウンダリーズ概念と資本アプローチに基づく持続可能指標の統合を検討することを目的とし、リスク分析を応用した概念的な経済数学モデルの構築及び数値計算を実施するものである。この基本的な趣旨に沿いつつも、本研究においてはその遂行に関する様々な状況の変化 (具体的には、当該分野での研究の一般的な進展、研究代表者の予期しない転任とそれに伴う研究機会の変遷、コロナ禍による海外渡航制約など) を踏まえ、当初想定していた一般的なモデルの構築よりは、研究代表者が研究期間中に新たに得た共同研究等の研究機会を最大限活用する形で、よりケーススタディーに焦点をおく分析を行うこととした。具体的には、プラネタリー・バウンダリーズの要素 (気候変動、海洋酸性化、エアロゾル問題など) に関連するいくつかの事例の分析を通じつつ理論・方法論上の洞察を得ること等を目的として以下4. に記される分析を実施した。

4. 研究成果

(1) 世界各地で進行する森林消失はプラネタリー・バウンダリーズが関係する複数の環境問題に関連している。資本アプローチを用いた自然資本の価値定量の事例として、エチオピアの森林の自然資本としての貨幣換算価値の国単位での定量化を行い、論文にまとめた (Narita et al., 2018, Forest Policy and Economics: 研究成果リスト参照)。論文では、自然資本を通常の金融投資と同様に「配当」相当分と「キャピタルゲイン」相当分に分解し価値定量化する Fenichel et al. (2016) の枠組みを応用している。エチオピアはかつては森林が豊富に存在する国であったが、人口増加により薪や木炭の需要が大幅に増えたことなどにより現在では森林面積が縮小している。他方で、森林はエチオピアの主要輸出品であるコーヒーの栽培環境に適しており、また二酸化炭素の吸収源としての意義もある。エチオピアの森林が持つこれら市場・非市場の財・サービスにつき、学術的に妥当な方法論によって定量化が可能なものについて国レベルでの価値の推計を行った。このような推計については、エチオピアにおける森林の構成や面積増減についてのデータが必要になるが、現地の林学の専門家と共同研究を行う形で最善のデータを得るように努めている。

(2)気候変動問題はプラネタリー・バウンダリーズの一要素である。本研究の一環として、不確実な気候変動を前提とした気候変動適応対策の経済価値評価をケニアの灌漑プロジェクトを事例に実施した。分析においては、不確実性下における経済的意思決定を評価するための手法であるRDM(Robust Decision Making)法を応用している (Lempert and Collins, 2007)。具体的には、現在円借款事業として実施中のケニアの灌漑開発プロジェクト(ムエア灌漑開発プロジェクト)が現地における将来の気候変動の影響をどの程度軽減するかについての定量分析を行なった。将来の気候や現地社会経済条件については不確実性が大きいため、多数の(数万規模の)シナリオを考慮してシミュレーションを行なっている。灌漑事業は気候変動抜きにしても便益があるものであるが、栽培作物(米)の収量や農業所得に関して、当該プロジェクトが純粋な気候変動適応効果(気候変動のあるなしで比較した場合の効果の差分の減少)ももたらす可能性があることを定量的に明らかにした。成果は査読ジャーナル論文(Narita et al., 2020, PLOS ONE: 研究成果リスト参照)として出版された。なお、同論文では多様なシナリオのもと灌漑事業が気候変動適応効果を持つということを示しているまでであり、実際に事業実施が望ましいかどうかについて指標等を用いた明確な評定を行っているわけではない。これを踏まえ、上記の分析に追加して、現地農家の一定の所得水準の確保とケニア国の米自給率の向上という二つの評価基準を現地インタビューの結果を踏まえ設定し、システムティックな評価(Patient Rule Induction Method 法による)を行うことによって事業評価のデモンストレーションを行なった。結果は査読ジャーナル論文(Narita et al., 2022, Climate Risk Management: 研究成果リスト参照)として出版された。

(3)プラネタリー・バウンダリーズの一要素である、海洋酸性化に関するリスク要因を考慮した経済評価の基本的な考え方について、ドイツ・アルフレッド・ウェゲナー極地海洋研究所及びキール大学の研究者(Prof. H.-O. PoertnerとProf. K. Rehdanz)と共に論文としてまとめた(Narita et al.,2020, Climatic Change: 研究成果リスト参照)。論文の主要論点は、商業的に重要な水産物も含む海洋生物は今後温暖化と海洋酸性化の複合的な影響を顕著に受けることが考えられるが、その影響の程度を現時点で予測することは困難であり、最悪を避けるため予防的に対策を図るということであれば人為的二酸化炭素排出を現在の政策レベル以上に削減する必要が生じる、というものである。なお、これらの問題の具体的な定量経済評価を行うためには現状では自然科学知見も含め知見が十分ではなく、論文では基本的な考え方を示すまでとしている。

(4)プラネタリー・バウンダリーズ概念により考慮されている問題としてエアロゾル排出と気候変動があるが、シベリアの森林火災はこれらの要因として全球的にも重要なものとして考えられている。本研究の一環として、シベリア森林火災に関する社会経済的要因や現地での管理システムに関して、ロシア北東連邦大学等の研究者(Prof. T. GavriilyevaとDr. A. Isaev)と共同で調査を行い論文にまとめた(Narita et al., 2021, Polar Science: 研究成果リスト参照)。また、シベリアの森林火災起源のエアロゾルをケースとしてその気候変動効果の経済評価を北海道大学らの研究者と共同で実施した(学会発表を実施: 研究成果リスト参照)。

(5)同じくプラネタリー・バウンダリーズの一要素であるエアロゾル問題について、タイを事例として科学的・政策的知見をまとめた論文を執筆した(Narita et al., 2019, Atmosphere: 研究成果リスト参照)。世界各国においてエアロゾル排出については低減のための様々な政策が導入されている(例えば、自動車の車種規制など)。他方、大気中エアロゾルの増加は健康被害や気候変動を通じた影響などにより人間の生活や経済活動に影響する。エアロゾル排出削減に関するこのような費用・便益の関係性については精度の高い定量化は学術的にもまだ途上であり、本事業の研究代表者も今後も研究を継続していく予定である。

(6)気候変動に関して、現在その緩和対策として全世界的に再生可能エネルギー利用の促進が図られているが、再生可能エネルギーは価格や出力の安定性に乏しい(高いリスク・不確実性にさらされている)という特性がある。そのようなリスク・不確実性の条件下で再生可能エネルギー利用の促進政策としてどのようなものが望ましいのか、経済モデルを用いた分析をドイツ・キール大学の研究者(Prof. T. Requate)と共同で行い、ジャーナル論文として出版した(Narita and Requate,2021, Energy Economics: 研究成果リスト参照)。政策の望ましさは電力需要などの諸条件に依存するが、一般的には出力リスクの観点からするとフィードインプレミアム制度が固定価格買取制度よりも優れていることを論文では示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 5件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Narita Daiju, Sato Ichiro, Ogawada Daikichi, Matsumura Akiko	4. 巻 15
2. 論文標題 Integrating economic measures of adaptation effectiveness into climate change interventions: A case study of irrigation development in Mwea, Kenya	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0243779	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Narita Daiju, Gavriilyeva Tuyara, Isaev Aleksandr	4. 巻 27
2. 論文標題 Impacts and management of forest fires in the Republic of Sakha, Russia: A local perspective for a global problem	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polar Science	6. 最初と最後の頁 100573 ~ 100573
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.polar.2020.100573	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Narita, D., H.-O. Poertner, and K. Rehdanz	4. 巻 -
2. 論文標題 Accounting for risk transitions of ocean ecosystems under climate change: An economic justification for more ambitious policy response	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Climatic Change (accepted)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Narita Daiju, Lemenih Mulugeta, Shimoda Yukimi, Ayana Alemayehu N.	4. 巻 97
2. 論文標題 Economic accounting of ethiopian forests: A natural capital approach	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Forest Policy and Economics	6. 最初と最後の頁 189 ~ 200
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.forpol.2018.10.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Narita Daiju, Oanh Nguyen Thi Kim, Sato Keiichi, Huo Mingqun, Permadi Didin Agustian, Chi Nguyen Nhat Ha, Ratanajaratroj Tanatat, Pawarmart Ittipol	4. 巻 10
2. 論文標題 Pollution Characteristics and Policy Actions on Fine Particulate Matter in a Growing Asian Economy: The Case of Bangkok Metropolitan Region	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 227 ~ 227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos10050227	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Narita Daiju, Sato Ichiro, Ogawada Daikichi, Matsumura Akiko	4. 巻 36
2. 論文標題 Evaluating the robustness of project performance under deep uncertainty of climate change: A case study of irrigation development in Kenya	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Climate Risk Management	6. 最初と最後の頁 100426 ~ 100426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.crm.2022.100426	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Narita Daiju, Requate Till	4. 巻 101
2. 論文標題 Price vs. quantity regulation of volatile energy supply and market entry of RES-E operators	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Energy Economics	6. 最初と最後の頁 105425 ~ 105425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.eneco.2021.105425	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Daiju Narita, Teppei J. Yasunari, and Toshihiko Takemura
2. 発表標題 Linking Climate Modeling to Economic Assessment of Climate Change: Analysis of MIROC-SPRINTARS AOGCM Experiments on Siberian Wildfires
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1 . 発表者名 Narita, D., T. Yasunari, and T. Takemura
2 . 発表標題 Scaling Potential Macroeconomic Impacts of Climate Effects of Siberian Wildfires: Insights from MIROC-SPRINTARS AOGCM Experiments
3 . 学会等名 Xth International Symposium/First Symposium of JRL at ARC (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Narita, D., T. Yasunari, and T. Takemura
2 . 発表標題 Scaling Potential Macroeconomic Impacts of Climate Effects of Siberian Wildfires: Insights from MIROC-SPRINTARS AOGCM Experiments
3 . 学会等名 AGU Fall Meeting 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Narita, D., T. Yasunari, and T. Takemura
2 . 発表標題 Scaling Potential Macroeconomic Impacts of Climate Effects of Siberian Wildfires: Insights from MIROC-SPRINTARS AOGCM Experiments
3 . 学会等名 ISAR-6 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Narita, D., I. Sato, D. Ogawada, and A. Matsumura
2 . 発表標題 Integrative Economic Evaluation of an Infrastructure Project as a Measure for Climate Change Adaptation: A Case Study of Irrigation Development in Kenya
3 . 学会等名 AGU Fall Meeting 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Narita, D.
2. 発表標題 Economic analysis of SLCPs in Japan
3. 学会等名 International Workshop on “Co-benefits from co-control of climate change and air quality” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 成田 大樹、佐藤 一朗、小川田 大吉、松村 明子
2. 発表標題 Economic Evaluation of Adaptation Measures to Climate Change under Uncertainty: The Case of a Kenyan Irrigation Development Project
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Daiju Narita, Nguyen Thi Kim Oanh, Keiichi Sato, Mingqun Huo and Didin Agustian Permadi
2. 発表標題 Fine Particle Pollution and Acid Deposition in Bangkok Metropolitan Region: Project Overview and Policy Implications
3. 学会等名 iCACGP-IGAC 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Daiju Narita, Ichiro Sato, Daikichi Ogawada and Akiko Matsumura
2. 発表標題 Economic Evaluation of Effectiveness of Irrigation Development as An Adaptation Measure to Climate Change under Uncertainty: A Case Study
3. 学会等名 DMDU Society 2018 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------