

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K13685

研究課題名（和文）長期的な安定性を考慮した国際環境協定の制度設計

研究課題名（英文）The design of international environmental agreements for long-term stability

研究代表者

高島 伸幸（TAKASHIMA, Nobuyuki）

広島大学・人間社会科学研究所（社）・准教授

研究者番号：20761331

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、国際環境協定の長期的維持に向けた制度について、協定ルールの現実への適用性にも着目しながら設計し、ゲーム理論を用いて、その成立条件等を明らかにした。

発展途上国を含むすべての国々による加盟を長期的に維持する協定ルールや、技術改善・普及を協定ルールに組み込むことにより、多くの国による加盟だけでなく、国ごとの温室効果ガス排出削減量の増加も実現する協定の分析およびその成立条件を導出した。また、これらの協定では、協定からの逸脱に対する罰則規定において、従来よりも軽減されたものあるいは従来とは異なるものとなっており、現実の国際社会で受け入れられ易い協定ルールとなっていると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、発展途上国を含むすべての国々を協定へ加盟させ、それを長期的に維持するための制度や、削減技術の改善および普及を取り入れた協定に関する研究蓄積を行った。

発展途上国を含むすべての国々が長いスパンで削減目標を掲げ、その達成に向けて努力する必要がある中で、2017年にアメリカが一度離脱を表明するなど安定性に欠けているという問題があることから、本研究は、その解決に向けた1つの指針を示したという意味で社会的な意義を有している。また、現実の国際社会で受け入れられ易い協定ルール（主に懲罰に関するルール）の提案という意味で、今後の国際環境協定の研究の新たな方向性を示すことができた。

研究成果の概要（英文）：In this study, we designed a system for the long-term sustainability of international environmental agreements, focusing on the practical applicability of the agreement rules, and clarified the conditions for their establishment by using game theory.

I analyzed and derived the conditions for the establishment of agreements that not only allow many countries to join but also increase the amount of GHG emissions reductions by each country by incorporating technological improvements and diffusion into the rules of the agreements. In addition, these agreements have reduced or different penalties for deviation from the agreement, which is considered to make the agreement rules easier to accept in the real international community.

研究分野：環境経済学

キーワード：国際環境協定 ゲーム理論 気候変動問題 汚染削減技術 貨幣移転 技術移転

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化防止に向けた国際的な協力枠組みは国際環境協定とよばれており、そこでは主に温室効果ガス排出削減に関する制度の取り決めが行われる。多くの国が加盟し、かつ高い水準の排出削減を実現する制度の在り方は、数十年にわたり議論・研究されてきた重要課題の1つである。

国際環境協定の制度設計に関する理論研究としては、これまでゲーム理論を用いた分析が行われてきた。分析手法の1つである繰り返しゲームでは、各国が温室効果ガス排出削減に関する意思決定を行う状況をゲームとして捉え、そのゲームが無限回繰り返し返される状況を考えることから、主に国際環境協定が長期的に維持される状況が想定される。協定が長期的に維持される、つまり、各国の削減協力の維持が長期的に持続するかどうかは、協定で採用される「戦略」が重要となる。戦略とは、各国のとり行動規定のことを意味し、その中でも特に「協定からの逸脱に対する懲罰」の設計が重要となる。

戦略における一般的な懲罰の形は、「もしある国の逸脱が起きた場合、その後、逸脱国以外の一部の国々が懲罰として排出削減協力行動を停止する」というものである。しかし、その削減協力行動の停止によって世界全体での排出削減総量が減少し、その結果各国の利得が減ることになる。つまり、各国は懲罰による利得減少を避けるために削減協力行動をとることになる。しかしながら、削減協力の放棄という行動は、気候変動の観点からは望ましいとは言えず、そのような行動を現実の協定の制度に盛り込むことは果たして現実的なのかという問題がある。そこで、従来よりも実行性(あるいは現実への適用性)の高い懲罰ルールを盛り込んだ協定の維持方法について検討が必要である。

また、協定の制度設計にあたって、「発展途上国を含むすべての国の加盟」の実現についても考慮する必要がある。その理由は、2015年のG7サミットで、発展途上国を含むすべての国々が長いスパンで削減目標を掲げ、その達成に向けて努力することが決定されたからである。しかし、2017年にアメリカが一度離脱を表明するなど安定性に欠けていることや世界全体としての削減が十分進んでいないなどの課題があり、その解決に向けて、すべての国の加盟を維持しつつ高い削減量を実現する協定の制度設計に関する分析は重要である。特に、パリ協定でも言及されている貨幣移転や技術移転といった政策を盛り込んだ制度の長期的な有効性に関する理論研究はまだ少なく、これらの領域を充実化させることは、国際環境協定の理論研究の拡充および発展への貢献という意味で学術的にも重要であるといえる。

以上から、繰り返しゲームのモデルで懲罰方法として想定されている「一部の国による排出削減協力の停止」という方法をより実行性が高いものへと変化させ、そのような新たな懲罰によって協定を実現することは可能なのかという問いや、発展途上国を含むすべての国々を協定へ加盟させ、かつ各国による高い排出削減量の実現を長期的に維持できるのかという問いが存在する。発展途上国を含む多数の国の加盟および高いレベルの削減協力を実現しつつ、従来の繰り返しゲームによる研究で提案されてきた制度よりも国際社会において実行性の高い協定の在り方を包括的に示すことができれば、低炭素社会に向けた長期的なビジョンの明確化および達成への寄与が期待される。

2. 研究の目的

本研究は、「1. 研究開始当初の背景」で説明した背景のもと、主に繰り返しゲームを用いて、発展途上国を含むすべての国による加盟および高い水準の削減協力を長期的に維持する方法や、

協定からの逸脱に対する従来の懲罰規定を見直し、より実行性の高い懲罰を用いて協定を維持するための条件を明らかとすることを主たる目的としている。さらにこれらを複合的に解決する方法についても模索し、各国の協力関係を長期的に維持する協定の制度設計に関する理論研究の蓄積を目指す。

3. 研究の方法

本研究では、「2. 研究の目的」で説明した諸課題の解決に向けて国際環境協定の制度を設計し、その制度において協定がどのような条件で長期的に維持されるかについてゲーム理論的分析を行う。

まず、複数の発展段階にある非対称な国家がいる状況を想定し、発展途上国を含むすべての国々による加盟を長期的に維持するための協定ルールに関する分析を実施する。非対称性の詳細としては、温室効果ガス排出削減による便益と費用のパラメータにおいて、各国が複数のタイプに分類される状況を考える。そのような想定のもと、同タイプの国々による協定の形成を考える。温室効果ガス排出削減という共通の目的のもと、複数の協定が形成される条件について、繰り返しゲームを用いて明らかにする。

次に、発展途上国による協定への加盟の促進および排出削減技術の向上を目指し、貨幣移転を拡張させた形で「初期払いおよび払い戻し」の制度を協定に導入し、その有効性に関する分析を行う。初期払いを利用した技術改善・普及と、払い戻しを利用した協定への加盟の維持、という2つの手法により、多くの国による加盟だけでなく、より高い水準の排出削減量も実現する協定の制度を設計する。そのような制度のもと、従来よりも環境への負担が少ない懲罰を用いつつ、技術開発・移転による高い排出削減水準を同時的に実現する協定の維持に必要な条件について、ゲーム理論を用いて明らかにする。

4. 研究成果

本研究課題として、以下の4つの研究を遂行し、それぞれにおいて重要な研究成果・課題を得た。

1つ目は、基礎的位置付けの研究として、一回限りのゲームと対称的な国家という単純なケースを想定して、協定加盟国による削減技術改善に向けた研究開発投資の有効性についての分析を行った。分析の結果、技術導入に関するライセンスのルールを新たに設定することで、多数の国の加盟および加盟国による排出削減量増加を実現可能という成果を得た。本研究は、技術を導入する際にライセンスを設定することにより、技術改善および普及を実現し、高い削減水準を達成することが可能であることを示し、今後の国際環境協定を通して技術開発・普及を行う際には、ライセンスの導入を検討すべきであるという政策示唆を得た。また、技術を導入する際のライセンス・ルールを設定した国際環境協定の理論研究は世界でもまだ少なく、その意味で本研究は国際環境協定の理論研究を拡充することにも成功している。本成果は、査読付き国際誌に投稿後、受理された。

2つ目は、発展途上国による温室効果ガスの排出削減協力を実現するための国際環境協定の制度分析を、繰り返しゲームを用いて行った。本研究では、複数タイプの国がいる状況を想定し、同タイプの国々による協定形成を考え、繰り返しゲームにより、その成立条件を明らかにした。協定からの逸脱に対する懲罰として、(逸脱国と)同タイプの国々による削減協力の放棄という形を採用することにより、非対称な国であっても複数の協定が成立しうることを示した。また、同タイプの国による懲罰という方法により、少数の懲罰施行国を設定できる可能性も示した。(懲罰が信憑性のあるものとして機能する場合は、協力が実現されるため、実際に懲罰が施行さ

れることはないものの)削減協力の放棄を行う国をできるだけ少数に抑えた形での懲罰ルールを協定に組み込みながら,多数の国による協定の維持が可能であることを明らかとした。現実の国際社会で協定の制度に懲罰を組み込む場合,できるだけ環境負荷の少ない懲罰が望まれる可能性がある。本研究の制度は,従来よりも少数の国による懲罰という点で,より少ない環境負荷を想定したものであるといえ,その意味で国際社会において実行性の高い協定を示したと考えることができる。本成果は,査読付き国際誌に投稿後,受理された。

3つ目は,初期払い制度を用いた国際環境協定の分析を行った。まず基礎的位置付けの研究として,一回限りのゲームを用いて,初期払い制度をベースとした技術改善・普及政策を協定に導入し,その政策を導入した協定の成立条件についての分析を行った。分析の結果,初期払いの導入によって,従来の懲罰とは異なる「貨幣の支払い」を用いた懲罰を用いて,協定への加盟数の増加および各加盟国の削減水準の増加が可能であることが明らかとなった。これまで第三者機関を想定した国際環境協定の研究は少なく,本研究は,初期払い,払い戻し,および技術改善・普及の実行において,そのような機関の存在が重要であることを示し,第三者機関との協力ルールを協定に盛り込むことの重要性を強固にした。本研究の成果は,査読付き国際誌に投稿後,受理された。

4つ目は,初期払い制度と繰り返しゲームを融合させた国際環境協定の分析を行った。従来の繰り返しゲームで用いられているものとは異なる「貨幣の支払い」を用いた形での懲罰を協定ルールに盛り込み,長期的かつより実行性の高い協定の制度を検討した。今後の展望は次の通りである。繰り返しゲームに初期払いおよび払い戻しを加えた研究は非常に新規性の高いものであるため,査読付き国際誌への掲載を目指して研究を進めたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Nobuyuki Takashima	4. 巻 No.4386872
2. 論文標題 Self-enforcing international environmental agreements with third-party organizations: Initial payment, technological development, and refunding	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 SSRN Working Paper	6. 最初と最後の頁 1-18
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 無
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 -

1. 著者名 Nobuyuki Takashima	4. 巻 No.2023-3
2. 論文標題 International environmental agreements among asymmetric countries for technological development: a collaboration with third-party organizations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Discussion Paper Series, School of Economics, Hiroshima University	6. 最初と最後の頁 1-12
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 無
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 -

1. 著者名 Takashima Nobuyuki	4. 巻 -
2. 論文標題 International environmental agreements with the formation of multiple coalitions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Economics Letters	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） 10.1080/13504851.2021.1996528	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 Nobuyuki Takashima, Yasunori Ouchida	4. 巻 No.2021-1
2. 論文標題 International environmental agreements with international financial institutions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Discussion Paper Series No.2021-1, School of Economics, Hiroshima University	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 無
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 -

1. 著者名 Nobuyuki Takashima	4. 巻 248
2. 論文標題 Cooperative R&D investments and licensing breakthrough technologies: International environmental agreements with participation game	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cleaner Production	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) 10.1016/j.jclepro.2019.119233	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 Takashima Nobuyuki	4. 巻 228
2. 論文標題 Self-enforcing international environmental agreements with third-party organizations: Initial payment, technological development, and refunding	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Economics Letters	6. 最初と最後の頁 111164-111164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.econlet.2023.111164	査読の有無 無
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 -

[学会発表] 計4件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 高島 伸幸
2. 発表標題 International environmental agreements between asymmetric countries with initial payment and refunding (with Yasunori Ouchida)
3. 学会等名 気候変動研究のフロンティア (神戸大学)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高島伸幸
2. 発表標題 Cooperative R&D investments and R&D costs recovery: Climate change treaties with technological transfers
3. 学会等名 2019年度日本応用経済学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nobuyuki Takashima
2. 発表標題 Global cooperation for hydrogen energy use with energy security
3. 学会等名 Workshop on international environmental agreements
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高島伸幸
2. 発表標題 The effect of monitoring costs on international environmental agreements: Regional versus global cooperation
3. 学会等名 第1回経済学部・学府合同ポスター報告会
4. 発表年 2019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