

グローバル公共財供給に向けた条件付きコミットメント国債制度^{*}

七條 達弘^a 今井 泰佑^b 三谷 羊平^c

要約

気候変動の緩和策実行はグローバル公共財の供給と考える事ができ、フリーライダー問題という障壁がある。現在、パリ協定を超える新しい制度づくりの研究が進んでいる。条件付きコミットメントを用いた研究は、その中の一つである。本研究では、特殊な国債を使った条件付きコミットメントの実験を行う。実験の結果、制度なしの環境では平均貢献率は10%未満であったが、制度を導入すると90%を超えるようになり、条件付きコミットメントを行った人の割合は95%を超えた。制度がない場合に比べ、有意に貢献率が上昇し、制度がこの実験環境では有効であることが分かった。

JEL 分類番号： C91, H41, Q54

キーワード： Public goods, Commitment, Climate change, Free-rider problem

^{*} 本研究は、JSPS 科研費 22K01440 および 大阪大学社会経済研究所 行動経済学研究拠点の助成を受けた

^a 大阪公立大学経済学部 shichijo7@omu.ac.jp

^b 大阪大学社会経済研究所 taisuke.imai@iser.osaka-u.ac.jp

^c 京都大学農学研究科 mitani.yohei.7w@kyoto-u.ac.jp

1. イントロダクション

1.1. 背景

気温上昇による人的、経済的損失が拡大している。気候変動の緩和策の実行はグローバル公共財の供給に相当し、フリーライダー問題が障壁となる。パリ協定の下、気候変動対策が進められているが、パリ協定だけでは不十分だとする実験研究もある(e.g. Barrett and Dannenberg 2016)。また、各国がパリ協定に基づき出した貢献目標 (NDC) が全て実行されても 1.5°C 目標はおろか 2°C 目標達成にも十分ではなく(e.g. Fu et al. 2022), NDC には拘束力がないため実現する保証はない。そこで、パリ協定を超える制度の研究が行われてきた。

気候変動対策のフリーライダー問題の解決をめざす実験研究だけとりあげても、Cherry and McEvoy(2017)の預入金方式や、Barrett and Dannenberg (2022) の気候クラブの研究など多数ある。その中でも研究が進んでいる方式の一つが条件付きコミットメント (条件付き貢献) を用いた研究である (Schmidt and Ockenfels 2021, Oechssler et al. 2022, Gürdal et al. 2024)。条件付きコミットメントには、いくつかの種類があるが、基本的に「他の皆が貢献するならば自分も貢献するというコミットメント」によりフリーライダー問題の解決を図る。このコミットメントをする人が少なければ貢献をする必要がなく、コミットメントによるデメリットは発生しない。このコミットメントをする人が多ければ貢献する事で高い利得を得ることができるためコミットメントのメリットがある。

1.2. 研究目的

Shichijo and Mitani (2025)は、Climate-committed bond (以下、**CC 国債**) という特殊な国債の発行を用いて条件付きコミットメントを実現し、気候変動のフリーライダー問題の解決をめざす理論研究である。本研究は、Shichijo and Mitani (2025)の制度を単純化したモデルを用いて、実験室実験により CC 国債を用いた制度の効果を確認する。

本研究は、既存の条件付きコミットメントの実験研究と、以下の3つの点で異なる。第一に、既存の条件付きコミットメントの研究では、コミットメントをするか否かの選択と、貢献量の選択が同じ期に行われていたのに対し、本研究では、コミットメントの選択をした1期間後に貢献が行われる点である。第二に、終了時点がランダムに決まる無期限繰り返しゲームの実験である点である。従来の条件付きコミットメントの実験は、終了時点が決まった有限期間の実験であった。無期限繰り返しゲームでは、制度なしの状況でも協力が維持できる均衡が存在する一方で、パラメータによって制度がある状況下でも制度が目指す全貢献がおこらない均衡が存在する。第三に、割引因子を変えて、割引因子が実験に与える影響を検証する点である。

2. 理論

実験のパラメータを用いて理論の説明を行う．4人で一つのグループを構成する．各期の初めに 6 トークンが与えられ，各プレイヤーはその中から何トークン公共財供給へ使用するか決定する．ここで，プレイヤー i が公共財供給へ使うトークン数 x_i をそのプレイヤーの貢献と呼ぶ．各プレイヤーは，次の効用を得る．

$$u_i(x) = 10x_i + 3 \sum_j x_j$$

$10 > 3$ かつ $10 < 3 \times 4$ であるため社会的ジレンマの条件を満たし，全員が最大の貢献 6 を行った時，全員の効用は 72 であり，最小の貢献 0 の時は 60 である．また，trigger 戦略を考えて，特別な制度が追加されていない繰り返し公共財供給ゲームにおいて，全員が最大の貢献をする状況が均衡となるための条件は， $\delta \geq 7/9$ である．

Shichijo and Mitani (2025) に従い次の制度を考える．各プレイヤーは，今期の貢献を選択すると同時に，次の期に最大の貢献 6 を約束する付帯条項を付与した CC 国債を発行するかどうかを選択する．このように約束を付加するサステナビリティ・リンク・ボンドは既に発行されているが，本制度の特徴は，この約束が有効となるのは，4 人全員が同じ約束をする CC 国債を発行した場合のみとする事である．これにより CC 国債が条件付き貢献を実現するコミットメント装置となる．約束が守れなかった場合は，割増償還金の支払いが必要となり，その償還金も支払わない場合は，デフォルトとなるが，本研究では，単純化のために常に約束が守られると仮定する．これは，他の条件付きコミットメントの実験研究と同じ仮定である．

この制度の下では，任意の割引因子に対して，全員が每期この CC 国債を発行し，2 期目から最大の貢献をすることが均衡となる．一方で，誰も CC 国債を発行せずに，最大貢献未満の $\ell > 0$ だけ貢献する均衡も存在する．これを示すために，次の戦略を考える．

- ゲーム開始時は，Good 状態とする．
- Good 状態の時，CC 国債発行によるコミットメントは行わず常に ℓ だけ貢献．
- Bad 状態の時，CC 国債発行によるコミットメントは行わず 0 貢献．
- 上記ルールに逸脱があった場合は，Bad 状態の 1 期目となり，Bad 状態の K 期間の次の期に Good 状態に戻る．

Good 状態 1 期間の利得は $\pi_G = 10(6 - \ell) + 3 \times 4 \ell = 60 + 2 \ell$ ．Bad 状態における 1 期間の利得は， $\pi_B = 60$ である．Good 状態から始まる続き平均利得は， $V_G = \pi_G = 60 + 2 \ell$ ．Bad 状態の 1 期目から始まる続き平均利得は， $V_B = (1 - \delta^K)\pi_B + \delta^K V_G = 60 + 2\delta^K \ell$ ．Good 状態で逸脱しないための条件は，最も得する逸脱である 0 貢献の時に得る 1 期間の利得 $\pi'_G =$

$60 + 9\ell$ を用いて、 $V_G \geq (1 - \delta)\pi'_G + \delta V_B \Leftrightarrow \delta \geq \frac{7}{9} + \frac{2}{9}\delta^{K+1}$. 一方、Bad 状態では利得をあげる逸脱が存在せず Bad 状態の期間が延びるだけであるため逸脱するインセンティブが存在しない. 以上から、 $\delta > 7/9$ の時、 K を適当において全員が ℓ だけ貢献する均衡が存在することになる.

3. 実験設計

3.1. 被験者とトリートメント

大阪大学の社会経済研究所の学生および院生を被験者とし 24 人以下の 4 の倍数の被験者で実験を行った. 割引因子が 0.5 のセッションと 0.8 のセッションの 2 つのトリートメントで実験を行った. 各トリートメントの被験者数は表 1 のとおりである.

表 1 被験者数

割引因子	セッション数	被験者数
0.5	3	64
0.8	3	68

被験者募集は、ORSEE (Greiner 2015)で行われ、実験プログラムは oTree (Chen et al. 2016)を用いて書かれたプログラムを使用した.

割引因子が 0.8 のとき、 $\delta > 7/9$ を満たすため、制度を利用せずに協力する均衡がある一方で、制度導入時に誰も CC 国債発行をしない均衡が存在する.

3.2. タスク

各プレイヤーは、制度なしに対応するタスク 1 を行った後、CC 国債がある場合に対応するタスク 2 を行う. 4 人 1 グループに分かれて意思決定を行い、割引因子に応じた確率で、そのグループと行う繰り返しゲームの終了時点が決まる. 終了した後、あらたにランダムに選ばれた 4 人で 1 つのグループを構成する. 本研究が検証する制度は、理論的には、2 期目以降に貢献量をあげる効果があり、割引因子が小さくても 2 期目以降のデータを入手できるよう 3 期間を 1 ブロックとするブロックランダムターミネーションを用いた.

なお、実験では、国債などの用語は用いず中立的用語を用いた.

4. 実験結果

最大貢献を 1 として平均貢献率を計算する。ラウンド 2 以降に効果があるため、各サイクルのラウンド 2 以降の平均貢献率を図示したものが図 1 である。制度があるタスク 2 において平均貢献率が上昇している。一方で、割引因子による差は、ほとんどなかった。

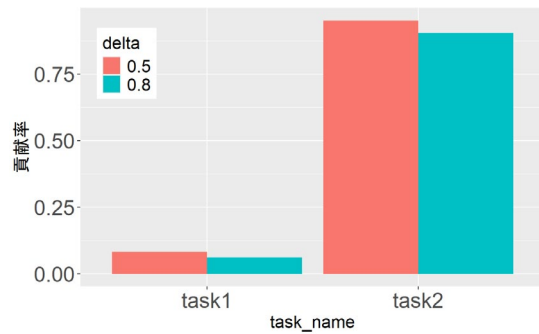


図 1 各トリートメントの平均貢献率

1 グループ 1 サイクルを 1 データとして考

えた時、 $\delta=0.8$ でも $\delta=0.5$ でも、task1 と task2 に有意差があった (両側検定: $p<0.001$)。

4 人全員が CC 国債を発行しグループとしてコミットメントが成立した割合 (コミットメント成立率) が図 2 である。図 3 が CC 国債発行を選択した人の割合である。割引因子による違いはみられず、どちらも非常に高い割合である。

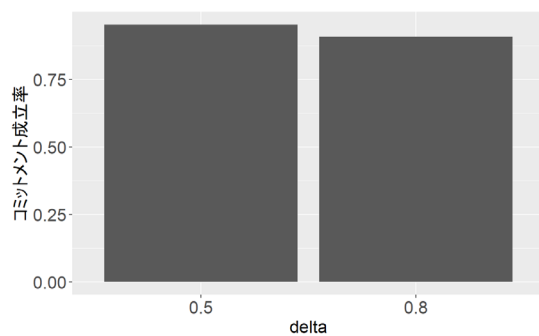


図 2 コミットメント成立率

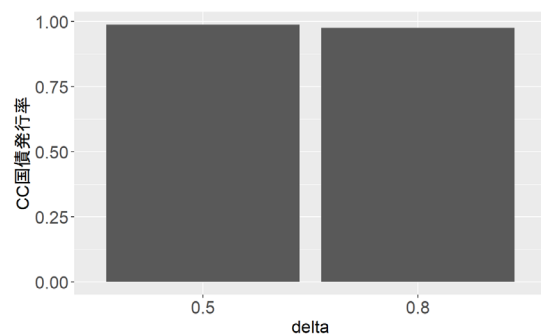
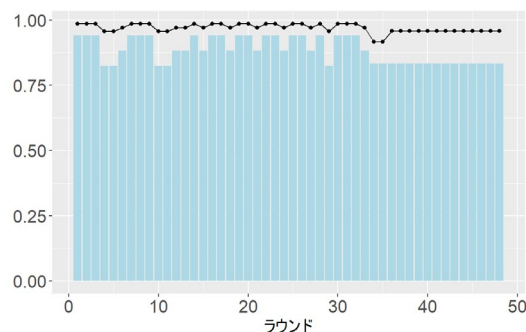
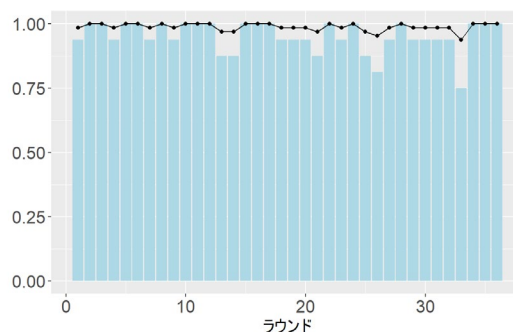


図 3 CC 国債発行率

時系列的变化が以下の図である。折れ線は、CC 国債発行率であり、棒グラフはコミットメントの成立率である。左図が $\delta=0.8$ で、右が $\delta=0.5$ である。いずれも、最初の期から高い割合となっていることが分かる。



$\delta=0.8$



$\delta=0.5$

図 4 コミットメント成立率と CC 国債発行率の推移

5. 考察

実験の結果、この実験環境においては、制度がある場合、制度がない場合にくらべ貢献率が上昇し、この効果は、割引因子によらない事が分かった。

今後の研究として、金融市場をモデルに取り入れ、プレイヤー間に異質性がある状況も考慮した実験の分析が望まれる。

引用文献

- Barrett, S., and A. Dannenberg. 2016. “An Experimental Investigation into ‘Pledge and Review’ in Climate Negotiations.” *Climatic Change* 138 (1): 339–51.
- Barrett, S., and A. Dannenberg, 2022. “The Decision to Link Trade Agreements to the Supply of Global Public Goods.” *J. Assoc. Environ. Resour. Econ.* 9 (2): 273–305.
- Chen, D. L., M. Schonger, and C. Wickens, 2016. "oTree—An Open-Source Platform for Laboratory, Online, and Field Experiments." *J. Behav. Exp. Finance* 9:88-97
- Cherry, T. L., and D. M. McEvoy, 2017. “Refundable Deposits as Enforcement Mechanisms in Cooperative Agreements: Experimental Evidence with Uncertainty and Non-Deterrent Sanctions.” *Strategic Behavior and the Environment* 7 (1–2): 9–39.
- Fu, B., J. Li, T. Gasser, et al. 2022. “Climate Warming Mitigation from Nationally Determined Contributions.” *Advances in Atmospheric Sciences* 39 (8): 1217–28.
- Gürdal, M. Y., Ö. Gülerk, Y. Kaçamak, and E. Kart, 2024. “How to Increase and Sustain Cooperation in Public Goods Games: Conditional Commitments via a Mediator.” *Journal of Economic Behavior & Organization* 228: 106789.
- Oechssler, J., A. Reischmann, and A. Sofianos. 2022, “The Conditional Contribution Mechanism for Repeated Public Goods – The General Case.” *Journal of Economic Theory* 203 (July): 105488.
- Schmidt, K. M., and A. Ockenfels, 2021. “Focusing Climate Negotiations on a Uniform Common Commitment Can Promote Cooperation.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118 (11): e2013070118.
- Shichijo, Tatsuhiro and Mitani, Yohei, 2025 “Commitment to the Future : Government bond with coordinated climate action” SSRN <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4558318>