

## 要 旨

### 繰返し囚人ジレンマにおける臨界現象

吉浦 賢

ゲーム理論とは、人文科学や社会科学といった数学的ではないことを、数学的に理解できるようにするための手法であり、2人以上のプレイヤーが存在する状況での意思決定を分析する理論のことである。ゲーム理論のゲームとは2人以上のプレイヤーの行動が相互に影響しあう状況で、各プレイヤーが自分にとってベストな選択を考えることである。そのベストな選択を行い、帰結した結果のことをナッシュ均衡という。

ゲーム理論のゲームには、囚人のジレンマと呼ばれる双方が合理的な選択を行っても、全体では悪い結果に帰結してしまうゲームが存在する。この囚人のジレンマの非合理的な結果は、繰返しゲームと呼ばれる同じゲームが繰返し行われる場合の際に、違う戦略を追加することで変化する可能性がある。

本研究では囚人のジレンマの非合理的な結果になることを変化させるため、繰返し囚人のジレンマゲームを行い、その際に「協力と裏切りの混合」戦略と、「しっぺ返し」戦略の異なる2戦略を追加することで、どのような結果に帰結するのか検証した。数値実験結果から、繰返し囚人のジレンマにおける「しっぺ返し」戦略の有効性を確認することができ、ゲームテーブルを変化させることによる、「しっぺ返し」戦略のナッシュ均衡が消失する割引率の臨界値の変動も確認することができた。これらの結果から、数理社会学におけるルールの厳しさと、道徳の発生の関係性について知見を得ることができた。

キーワード 囚人のジレンマ, ナッシュ均衡, 繰返しゲーム, しっぺ返し

# Abstract

## Critical Phenomena in Repeated Prisoner's Dilemma

Satoshi Yoshiura

Game theory is a theory dealing with systems consisting of two or more players with autonomous decision making capabilities. It is a prime tool bringing traditionally non-mathematical cultural and social sciences into mathematics. Central to the game theory is the concept of Nash equilibrium which is the stable state of players resulting from playing strategies which are the best response to strategies chosen by other players.

Prisoner's Dilemma game is a two-player two-strategy game in which there is a unique Nash equilibrium which is not an optimal choice for the system as a whole. This result can be improved by allowing repeated games with discount factor.

In this work, we examine the repeated Prisoner's Dilemma game with the introduction of two types of strategies unique to the repeated game, mixed strategy and Tit-for-Tat strategies. Through numerical studies, we confirm that there is a new Nash equilibrium in repeated game made up of both players playing Tit-for-Tat strategies. We also establish the existence of critical value of discount factor below which Tit-for-Tat strategy stops being Nash equilibrium. We also show that this critical value is a decreasing function of defecting payoff value. This gives an insight into the severity of game's rule and the emergence of social behavior.

**key words**     Prisoner's Dilemma, Nash Equilibrium, Repeated Game, Tit-for-Tat