

Title	繰り返し囚人のジレンマゲームを対象とした競合共進化モデルに関する研究
Author(s)	横山, 智生
Citation	
Issue Date	2001-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1477
Rights	
Description	Supervisor:平石 邦彦, 情報科学研究科, 修士

繰り返し囚人のジレンマゲームを対象とした 競合共進化モデルに関する研究

横山 智生

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2001 年 2 月 15 日

キーワード： ゲーム理論、繰り返し囚人のジレンマゲーム、遺伝的アルゴリズム、競合共進化モデル。

協調関係がどのようにして成り立っているのかという問題が、政治学、経済学、生物学など様々な分野で考えられてきた。それらの問題の多くは、各意志決定主体（エージェント）が利己的な要素を持っているのにも関わらず互いに協調関係を引き出すことが可能なのかが焦点となっている。その中でも、ジレンマの存在する問題は互いの関係が複雑で解析が難しいとされている。本研究では、このジレンマの存在する問題で、多数の利己的なエージェントからなる集団が協調集団に進化し得るかについて考察を行う。

このようなジレンマの発生している複雑な問題を単純化するために、ゲーム理論を用いて解析を行う。ゲーム理論は、意思決定主体であるプレイヤーの間に存在する利害の競合を分析することを目的とする応用数学の一分野であり、経済学、生物学、政治学、情報科学など様々な研究分野における意思決定状況の分析の枠組みとして考えられるようになってきた。その中でもジレンマ状況の集約モデルとして知られているのが囚人のジレンマゲームであり、そのゲームを未知回数行うのが繰り返し囚人のジレンマゲーム (Iterated Prisoner's Dilemma Game: IPD) である。

ここでは、各エージェントを IPD における戦略とみなし、そのような集団を進化モデルを用いて進化させる実験を行った。従来研究では、遺伝的アルゴリズム (GA) を用いて戦略を進化させるのが一般的であり、協調関係を引き出すことが可能であることが多く報告されている。その中でも最も有名なものが、R. Axelrod による研究である。Axelrod の研究では協調関係がどのような場面に生じるかを理解することにより、ある特定の状況で協調関係を進展させていくのにふさわしい行動を明らかにするのが目的とされ、様々な戦略の総当たり戦を行ない、それらにおける戦略の性質の分析を行っている。

これらの研究で使われる代表的な戦略として、*AllC* (常に相手に協調する)、*AllD* (常に相手を裏切る)、*TFT* (しっぺ返し) などがある。*AllD* と *TFT* はいかなる個体も集団内には侵入不可能と言う意味で、集団的安定と定義されている。特に *TFT* は多くの研究者の間で注目され続けてきた戦略で、その存在が協調集団を生成する 1 つの要因になると考えられている。

これら従来研究に対して、本研究では 1 つの問題点に着目した。GA では、個々のエージェント間の関係を解明することはできても、集団間の関係は解明することができない。GA は 1 つの集団内のみを進化させるメカニズムになっているからである。様々な形で協調関係が成り立っている近代社会において、このような単純な集団構成のモデル化では不十分なのではないかと考えられる。そこで、近代社会の複雑な形態をより忠実にモデル化するために、GA のような単純な集団構成の進化モデルではなく、より複雑な集団構成の進化モデルを IPD の戦略の進化に適用することを考える。

本研究では、その進化モデルとして競合共進化モデル (Competitive Co-Evolution Model : CCE) の適用を試みた。IPD の戦略を同じ条件下で GA と CCE のそれぞれで進化させ、GA と CCE が示す特徴の違いを明らかにする。具体的には、初期集団を *TFT* と *AllD* との構成とし、収束速度の違い、生成集団、個体の特徴について GA と CCE の比較を行った。

収束とは、集団内における個体の平均適応度の収束を意味しており、その収束する世代数や推移の状況を調べる。その結果、GA に比べ CCE は非常に収束する世代が遅く、その推移も様々な形があることが分かった。

次に生成集団の特徴を調べるために、“協調的な集団”、“非協調的な集団”、“それ以外の集団”の 3 種類に集団の分類を行った。ここでは、初期集団における *TFT* の割合が低いほど GA より CCE の方が“協調的な集団”を生成し易いことが結果として得られた。

最後に集団内の個体について比較を行った。ここでは、生成された個体を 4 種類に分類することで特徴を調べた。その結果、やはり初期集団における *TFT* の割合が低いほど CCE は GA に対してその特徴に大きな差が現われた。また、個体の特徴と集団の特徴が密接に関係していることもわかった。

以上より、IPD における CCE の特徴としては、“GA に比べ、多様性を保ちながら非常に緩やかな進化を行う。そして、初期集団内の *TFT* の割合が低くても非協調集団へと進化する可能性が低い”ということが言える。

今後の課題としては、コード化の方法や CCE の終了条件の見直し、“その他の集団”のより具体的な解析などが考えられる。