

マルチレベル選択に基づく協調の進化に対する 動的グループ形成の影響

Effects of dynamic group restructuring on the evolution of cooperation
based on multilevel selection

一ノ瀬 元喜 (Genki ICHINOSE), 有田 隆也 (Takaya ARITA)

Graduate School of Information Science, Nagoya University

名古屋大学大学院情報科学研究科

genki@alife.human.nagoya-u.ac.jp, arita@nagoya-u.jp

血縁選択, 互惠的利他主義, 群淘汰はそれぞれ特定の状況における利己的個体間での協調の進化を説明するものとして成功を収めてきた。これに対し, Sober と Wilson[2] が提唱しているマルチレベル選択 (Multilevel Selection) は, 協調の進化に関してそれらの理論を包括し得る新たな仮説である。これは形質グループにおいてグループ間に偏りがある場合に, 個体レベル選択とグループレベル選択が同時に働くとするものである。その際, 後者が前者よりも強く働く場合には, 協調が (短期的に) 進化する。

しかしながら, マルチレベル選択理論によればグループ間に偏りがあることは, 協調が進化する条件として十分ではない。もし, グループが互いに孤立し続けていた場合, グループレベル選択が働くためのグループ間の偏りは消失してしまう。したがって, 最終的にはグループ内での個体レベル選択しか働かなくなり, 利他的個体を排除してしまうからである。それゆえに, 協調が進化するためには利他的なグループはなんらかの形で利他的個体を他のグループに送出することが必要となる [2]。この利他的個体の送出は典型的には定期的にグループが組み換わることで実現される。

従来の群淘汰の考えに基づくグループの組み換えでは協調の進化可能性は低かったが, マルチレベル選択に基づいて Fletcher と Zwick[1] は 2 世代ごとにグループの組み換えを行うことで (利他的行為者に利得が返ってこず, 新たなグループがランダムに形成されるという協調にとって特に厳しい状況においても) 協調が進化することを示した。我々は, マルチエージェントモデリングによって, 彼らは対象にしていなかったが人間同士のグループなどにおいては想定され得る非ランダムなグループの組み換え方法を取り扱う。また, グループの組み換え方法と同様に組み換えを行うタイミングも重要であると考え, グループレベル選択が効果的に働くと推察されるタイミングを検討する。本研究では, これらの組み換え方法とタイミングに加えて, 従来の毎世代ランダムに組み換えを行う状況も含めて N 人版囚人のジレンマゲームを用いたモデルを構築し, 進化シミュレーション実験によって各結果を比較することで動的なグループの組み換えが協調の進化に与える影響に関して検証した。

その結果, グループサイズが小さい場合には, たとえ組み換え方法がランダムであっても協調者が得る利得の期待値がコストを上回る可能性が高いためにその形質が進化することが分かった。また, プライス方程式を用いて二つの選択を分離した解析によって, ランダムな組み換えに比べて非ランダムな組み換えの方がグループレベル選択が個体レベル選択に比べて強く働くことが判明した。さらに, 本モデルを血縁選択という側面からも解析を行った。

参考文献

- [1] J.A. Fletcher and M. Zwick. Strong altruism can evolve in randomly formed groups. *Journal of Theoretical Biology*, 228:303–313, 2004.
- [2] E. Sober and D. S. Wilson. *Unto Others, The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior*. Harvard University Press, 1998.