

Collective Cooperation: From Ecological Communities to Global Governance and Back

Simon Levin



Princeton University, Ecology and Evolutionary Biology

<https://slevin.princeton.edu/>

共同体の協力：
生態学的な群集からグローバルガバナンスへそしてまた生態学へ

➤ Darwinの進化論以来、**大きな集団が共同体として協力**しようとした

☒ しかし、費用と利益の不平等な分配に起因して、生態学や進化学において難題

☒ 利他的な個体もいる←ダーウインの自然選択による進化の理論では説明できない

↳ 自らの適応度を犠牲にして他個体を助ける。特に社会性昆虫として知られるハチ・アリ

➤ 真社会性の進化

Eusociality (真社会性) とは：動物の示す社会性のうち高度に分化が進んだもので、集団の中に不妊の階級を持つことを特徴とする。ハチやアリなどの社会性昆虫

Hamilton(1964)：「血縁淘汰」が利他主義を促進。真社会性の進化を半倍数性決定と結び付けた。

→姉妹間の血縁度が子の血縁度より高くなるため。

Nowakら(2010)：血縁選択説に疑問。真社会性は半数性単為生殖の昆虫だけにみられるものではない。

➤ いずれにしても、自然界において協力は色々な形でおきている（関係のない個体間でも）。



個体の餌の採集や繁殖の促進の助けになったり、他の集団との対立において有利に働く

人類共通の脅威である生物圏の崩壊に対処していくために、

人類全体にどのようにして**協力**を広げていけるかの理解が急務

協力のメカニズム：個々の動機の為？Collective good(共同体の善)の為？

➤Adam Smith (1776) 「**見えざる手**」→身勝手な個人の議題を遂行したものがときに、社会に利益を与えるような結果を生み出すことがある。

↳この議論はよく政府の介入の比較的少ない金融市場において使われる

☞しかし、個々の欲望が公共財(public good)を低下させることも認識

「見えざる手」も「ガイアの神」も我々の経済や生物圏を守ってはくれない

➤グループ全体として利益があるときに、個体はグループとしての活動に協力する(群選択説など)→非常に限られた状況のみ。個々の適応度を高める視点からの説明が必要

➤いつ、どのように協力がはたらくのかについての理論的な挑戦は、

人類にとって持続可能な未来をどのようにして達成できるのかと大きく関係

この論文では、実を結びそうなくつかの分野を超えた研究についてハイライト

• 進化がどのようにして問題を解決、あるいは解決できなかったかを理解することが、世界的な問題に取り組むための「協力」には有益。

東アフリカの遊牧民の間で保険のアレンジメントがどう維持されているか

- 異なるsphereでどのように協力が行われているかのモデルとして興味深い。
- 悪い状況に直面している遊牧民はそうでない遊牧民の領域で牛を放牧することが許されるような**協力的な契約**がなされている。これは一種の保険。

メカニズムを考えるフレームワーク

- 最初の計算: 社会にとっての最適解(social optimum) → 参加している全遊牧民の実利の合計の最大化
(☞もし政府などによるトップダウンコントロールがあったら、これが期待される解)
しかし、もし個々の遊牧民が独立して行動していたら、「社会の最適化」はナッシュ均衡（ゲーム理論における非協力ゲームの解の一種）とはならない。つまり、いい年を経験している人たちが将来の割引率を高く見積もったら、協力は崩壊する。
- 二番目の計算: 協力が崩壊するようなdiscount rateの閾値を計算
- 最後の計算: 二番目に最適な解を探索する。具体的には、sharingを伴い、政府などからの介入がなく、arrangement が維持される(is Nash)という 制限条件のもとに社会全体の福利を最大化する解
→ **Prosociality**（自分達の計算に他の福利を若干考慮。 例：親族だからとかの理由で）→ 社会全体の福利を高める。

↳ 他の共通の問題（漁業や環境問題）にも拡張可能。

Prosocialityに関する問い

1. どのようなときに、prosocialityなしでは達成できない公共の善の維持をもたらすのか？
2. 社会の進化はそのようなprosocialityの維持につながるのか？
3. 特に関係のない個人同士において、どうやってprosocialityは進化の過程で出てきたのか？



- 様々な視点から多様な雑誌でこの問題はとりあげられている
例) 環境問題などを含むもっと複雑な社会の形態にprosocialityを拡張(Dixit et al. 2013)
- 進化理論の主要な要素であり、かつ論争の的になり続けている
- 経済と進化の理論を融合せることは、様々な問題の解決に有効

協力へのみちすじ

- 協力は、prosocialityがなくても、reciprocal altruism(互惠的利他主義)を通して成り立つ。

↳あとで見返りがあると期待されるために、ある個体が他の個体の利益になる行為を即座の見返り無しでとる利他的行動の一種である。

→例えば、二人以上のプレイヤーが契約を交わす。政治上の理論の主要な要素。
多様性の損失とか、環境変動に関する国際的な合意形成に重要。

- どんな交渉においても、協力するには、各プレイヤーがある行動をとることによるコストと利益の重さを計る必要がある。さらに、どれだけ交渉に費やすかを決定するために相手のコストと利益も見積もる必要があり、しかも、相手の利益やコストについては不確実な要素も多い為、これが協力すべきかどうかの決定をより複雑にする。
- 経済学からのメカニズムデザインの理論が協力への道筋を決定するのに適用できるが、この理論は、協力によって利益を得る潜在的な協力者は、これにきづかないことがあることも示している。このような場合の失敗の理由は、協力すべきagentが協力しなかったということになる。
- 囚人のジレンマはたった一つのナッシュ解 (defect-defect)のみ認めており、非協力ゲームである。
- しかし、国際交渉や自然界では、協力ゲームに取り組んでおり、これには複数のナッシュ解（複数の安定解）があるかもしれない。国際的なagreementにおいては、よりよい解を得る道を探すよう努力をする。

協力に関する研究

- 研究のほとんどがtwo-bodyの問題を扱う (tractableなため) → 大人数がかかわったときと同じような問題を提起するが、用いる解析的な手法は異なる。よって、**より大きな集合体への協力のメカニズムのスケールアップが 今後の重要な研究分野**
- ゲーム理論の文献において興味をかきたてる、**mean-field games** (平均場ゲーム) の発展は、まだ、生態学的な探究に影響を及ぼすまでは至っていない。**学問分野を超えた知識の共有が必要**

☐ 他の名前のもとで、生態学においてある程度までは研究されている。

例) 鳥, 魚, 昆虫の群れの集合的な動き. そのダイナミクスなどは多く研究されているが, これらの集合体の公共財の重要性などに関してはほとんど調べられていない。

- 情報(information)はもしかすると究極の公共財であり, 情報を産出するものと受け取るものがあり, これは行動生態学の主要な要素
- 個体の行動様式を決定するルールを理解し, そのルールが集合体のダイナミクスにおいてどのような意味をもつのかを理解することは, それらのルールがbest for allなのかという問いを残す。
- 複雑で適用的な系からの性淘汰のない自然選択説からでる解は, 社会全体の福利の最大化を期待するものではない。

持続的な未来に向けての世界の協力

- 公共財public-goodsと共通資源common pool-resourcesの利用に関する問題は、生態学界において色々例はある。例) バイオフィームにおける公共財に注目
- 世界的な環境問題への対処法の要となる（自分にとってのunsolved problems in ecology）
- そのような研究は、**自然界では**、進化的な文脈において、個体の行動の理解からさらに拡大してシステムとしての理解が必要があり、**社会の最適化が得られているかを問う**必要がある。
- 我々の社会において持続性を達成するには我々は、東アフリカの遊牧民のようにもっと先に行かなければならない。
- 共有地の悲劇の考え方を生態学に導入(Hardin 1968)：個体がそれぞれの勝手な議題に従っていたら、全員にとって必須な資源を持続的に保つのに失敗する。解決策は**相互強制(mutual coercion)**への合意。→強制力をもつ社会的な協定が必要
- 世界的な協力には、居所的な協定に積み上げていく形の**多元的(polycentric)なアプローチ**が必要。
- 自然界における共同の協力がどのようにして出現するのかを理解し、**グローバルコモンズの**持続的な未来のために協力の限界をどのようにして乗り越えられるかについて理解していく