



## 稀有な遠距離移動がゲームプレーヤ間の協力に与える影響の解明

静岡大学 工学部  
准教授 一ノ瀬 元喜

### 1. 背景と目的

動物はレヴィ飛行と呼ばれるほとんどは近距離で動くがごくたまに大きく動く移動パターンによって効率的に餌を取ることが知られている。人間の移動パターンも同様であり、通常はほとんどの移動が近距離（家、職場のまわり）であるが、ごくたまに出張、旅行、さらには入学、転職などによる引っ越しによって遠距離で移動する。これにより、これまでに出会うことがなかった人々と新たな交流が始まり、別の地域や国の文化を学ぶことができる。この新しい文化を元にした地域を持ち帰ることで、その文化が広がり、遠く離れたコミュニティ同士が交流を始めることで大規模な社会、いわゆるグローバル社会の形成が可能となる。グローバル社会を維持していくには、その構成員である人同士の協力が肝心である。なぜなら、非協力個体の出現により、社会は容易に崩壊してしまうからである。この数理的構造は長らく社会的ジレンマとして、社会科学、経済学、情報科学、理論生物学の分野で活発に研究されてきた。

一方で、スマートフォンなどで多くのユーザが参加するシミュレーションゲームに目を移すと、例えば戦国シミュレーションゲームでは、ゲームのユーザ＝ゲーム上の主城で表されたプレーヤは他の多くの仲間とチームを組みながら（この仲間はギルドとも呼ばれる）、国の全体マップで表された領地を敵のチーム（敵国・国家）と奪い合い、統一を目指していく。その際、プレーヤの通常の作業は、自分の城がある場所を中心として近距離で存在するもの（近距離にいる他のプレーヤや資源を獲得できる採集地）とのやり取りがほとんどである。遠距離にあるものとの相互作用も可能であるが、遠距離にあるものを探すことはユーザ自身やゲーム上のプレーヤ自身の時間等のコストとなるので、通常の活動としてはあまり行うことがなく、近距離のものとの相互作用と比べて極端に相互作用頻度が低くなる。もちろんアイテム等の使用により、自分の城を全体マップ上のランダムな場所に移すことで、遠距離への移動が可能となるが、現在の典型的なシミュレーションゲームでは、この遠距離プレーヤ（＝ユーザ）との交流が十分にできるような仕組みが整えられているとは言えない側面がある。

現在のシミュレーションゲームの枠組みに、この「プレーヤ間の遠距離移動」の仕組みをさらに取り入れることで、プレーヤが遠くのある場所に一気に移動することによって、新たな相互作用やイベントが起こればゲームの面白さ向上に役立つと考えられる。特に遠距離移動によって、プレーヤ間の新たな同盟や衝突が起これば、その影響が全体に波及し、ゲームのシナリオを大きく変えることができ、これによりゲームのエンタテインメント性が格段に向上すると考えられる。したがって、本研究では、シミュレーションゲームにプレーヤの遠距離移動を導入することで、プレーヤ間の協力関係に与える影響を明らかにすることを目的とする。

### 2. モデルと結果

稀有な遠距離移動がゲームプレーヤ間の協力に与える影響について調べるため、本研究では大きく2つの抽象的なモデルを構築し、計算機シミュレーションによってその影響を明らかにした。

1つ目のモデルは、空間4人のジレンマゲームにおいてレヴィ飛行を導入したモデルである。4人のジレンマゲームとはプレーヤ間の協力と対立の成り立ちや崩壊を検証する際にゲーム理論で用いられる基礎モデルである。2人のプレーヤは、それぞれ協力と非協力の2つの戦略のうちどちらか一方をとることができる。相手が協力・非協力どちらをとっても自分としては非協力の方が多くの得点を取ることができるため、両者とも非協力になってしまうが、この状態は両者が協力を取るよりも少ない得点となるため、プレーヤにはどちらの戦略を取るべきかのジレンマがある。このゲームを他のプレーヤ全員と行うのではなく、2次元の正方格子空間を考えて自分の周りの8近傍とだけゲームを行うと、協力の塊が形成されるため、協力が生き残って拡大していくことが知られている。しかし、1対1では必ず非協力戦略に負けてしまうため、協力が最終的に生き残っていくためにはプレーヤが空間上を移動し続けて協力のグループを保つことが必要であり、我々も空間上の移動の協力行動促進への効果についていくつかの研究結果を挙げてきた。しかし、レヴィ飛行のような稀有な長距離移動がプレーヤ間の協力にどのような影響を与えるかは未解明であった。計算機シミュレーションの結果、そのような稀有な長距離移動によって、これまで協力が不毛の地であった場所に

新たに複数の協力プレーヤが侵入することで、そこから協力社会が構築されていくことが明らかとなった。図1はシミュレーションのスナップショットである。これは先行研究の結果とも一致する。

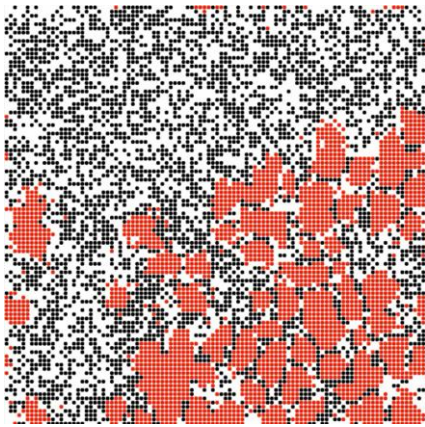


図 1：レヴィ飛行によって協力（赤）の塊が非協力（黒）に徐々に侵入していく様子

2つ目のモデルは、動物の採餌の際の協力行動に対する稀有な長距離移動の移動を調べることである。Wood & Ackland 2007らの先行研究を参考にして、2次元格子空間上に被食プレーヤ（被食者）とそれを食べる捕食プレーヤ（捕食者）の2つのタイプを用意して、捕食者がどのように襲ってくると被食者が協力して群れの移動が生まれるかを調べる2次元連続空間上のシミュレーションゲームを構築した。特にモデルでは被食者の群れの移動を進化（捕食者から食べられることをうまく逃れた遺伝子が集団中に広まる）させた。これによって、被食者の群れがどのような条件の時に長距離移動を見せるかを調べることを目的とした。

本シミュレーションは2次元の連続空間で被食者80個体が1個体の捕食者から逃げ回って、その戦略を進化させるモデルである。被食者は、次の時間ステップで自分の動く方向を周囲の仲間と捕食者の位置情報から決める。その移動方向は3種類のベクトル「離れる、合わせる、近づく」から決まり、そのベクトルを制御する半径は個体ごとに異なる。よって、被食者は個体ごとに異なる動きをするが、シミュレーション中、ある一定の時間が経過すると捕食者が投入され、被食者を食べるので捕食者に食べられやすい動きをする非適応的な被食者の遺伝子は淘汰され、捕食者をうまく回避できた被食者の遺伝子が次世代に広まっていく。初期世代では被食者は様々な動き（しかしある程度まとまって移動する）をするが、これがどのような条件の時に長距離移動が適応的になるか調べた。進化シミュレーションの結果、被食者の突然変異幅が小さい時、つまり被食者の移動の多様性が低く保たれるとき、単位時間当たりの移動距離が長くなる直線的な移動をすることを明らかにした（図2）。これは基本的に捕食者からうま

く逃げるためにはスピードをあげる必要があるからである。さらにこの戦略は基本的に協力して群れて動いているが捕食者が近づいてくると別々の方向に広がって逃げ散ることも分かった。一方で、被食者の突然変異幅が大きい時は突然変異によって遺伝子がばらばらになるため、群れて同じ方向にスピードをあげて移動することができない。その場合は、乱雑こぶつかり合って食べられることを「擦り付け合う」利己的な動きが強化した。この研究によって、採餌行動の際のプレーヤ間の協力は、集団の多様性が小さく、グループが仲間としてまとまっているときに起こりやすいことが明らかとなった。

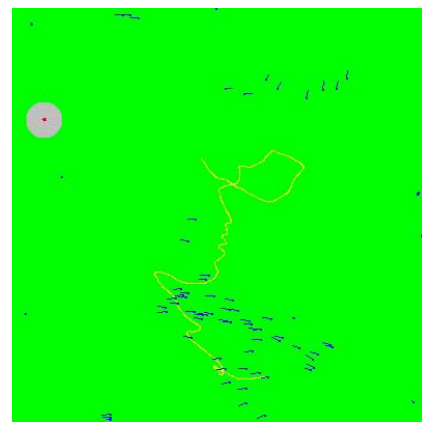


図 2：被食者の群れ（青）が長距離移動によって捕食者（赤）から逃げていく様子

### 3. まとめと今後の課題

これまでシミュレーションゲーム等では全体マップにおける長距離移動がプレーヤの同盟関係等においてどのような影響をもたらすかはあまり注目されてこなかった。本研究では、ゲームプレーヤに稀有な長距離移動を許したシミュレーションモデルを2つ構築し、以下のことを明らかにした。

まず、空間4人のジレンマゲームにおいてレヴィ飛行を導入したモデルでは、レヴィ飛行による長距離移動が効果的に働くことで、これまで協力が不毛の地であった場所に新たに複数の協力プレーヤが侵入することで、そこから協力社会が構築されていくことが明らかとなった。次に、被食者と捕食者の2次元連続空間上のシミュレーションゲームでは、被食者の突然変異幅に依存して2つの異なる結果が得られたが、被食者の突然変異幅が小さい時、つまり被食者の移動の多様性が低く保たれるとき、被食者は群れて単位時間当たりの移動距離が長くなる直線的な移動をすることを明らかにした。

これらの結果により、ゲームプレーヤの長距離移動はプレーヤ間の協力行動を促進させる効果があり、それはゲームの面白さ向上にもつながると考えられる。今後は、この長距離移動の仕組みを実際のゲームに組み込んでいくことが課題として挙げられる。