

数理・情報のフロンティア
2019 年度採択研究代表者

2020 年度 年次報告書

中島 蒼

東京大学 大学院情報理工学系研究科
大学院生(博士課程)

増殖系と隠れ Markov モデルの対応に基づく学習の考察

§ 1. 研究成果の概要

本年度においては昨年度から残されていた 2 つの課題を解決した. 第一に, 昨年度可能だと分かった行動戦略 T の学習に加え, 子孫数 $k(x,y)$ の学習も可能であることを示した. この証明にはランダム環境下での Markov 連鎖の大偏差原理や勾配の one-point estimator といった結果を増殖系に拡張し利用している. これらの結果により学習が可能であると分かったため, 次は学習の意義がどうなるかというもう一つの残された課題に取り組んだ. この点に関して, 学習の適応的価値を学習がある場合とない場合の対数増殖率の差として定義し, この値が相互情報量などの情報学的な量で抑えられるという不等式を証明した. 加えて別の視点からの学習の意義の解析として以下の結果も得た. 各個体の対数増殖率は学習・自然選択の双方の効果によって上昇していくが, この増加の早さが学習によって自然選択のみの場合と比べてどれくらい加速されているかを理論的に解析した. 具体的には, 自然選択の理論においてよく知られている Fisher の基本定理 (FF-thm) を増殖系の学習に拡張した. 元々の FF-thm は, 自然選択による平均増殖率の増加速度は集団内での適応度の分散になるという関係式を与えている. FF-thm は増殖率の増加を直感的な量と結び付けており, 進化の早さを予測可能にしている点で重要である. 本研究で導出した FF-thm の拡張では, ancestral learning による対数増殖率の増加の加速は戦略内での適応度の対数分散で特徴づけられる. これは元々の Fisher の基本定理と同様に直感的な公式であり, どのような状況でどのような戦略の学習が有利になるのかの考察を可能にしている.