

(2) これまでの研究成果のまとめ、今後の研究計画 (末續鴻輝/Koki Suetsugu)

これまでの研究成果のまとめ (論文番号は「(3) 論文リスト」と同じ)

私は、偶然や運、伏せられた情報のないゲームにおける数学的な構造を調べる組合せゲーム理論 (Combinatorial Game Theory / CGT) について、10 年以上にわたり研究を行ってきました。また、ほかにも近い分野の研究として、アルゴリズム理論や計算複雑性の研究も行っており、これらの研究に関して、10 本以上の論文が査読を通り採録されています。さらに、大学院生のころに立ち上げた組合せゲーム理論の研究集会を毎年開催するなど、研究コミュニティの中心となる役割も担っています。

それぞれの結果について述べると、まず、[2]では3人以上のゲームについて知られていた異なる結果を一つの式で表すことに成功し、[9]では新しいゲームの局面の「和」を定義し、そこでいずれのプレイヤーが必勝戦略を持つかを判定する方法を示しました。[11]は共同研究であり、共同研究者の中には Richard Nowakowski 先生や Carlos Santos 先生という、この分野を世界で牽引している2人の研究者が含まれています。研究の内容は、非不偏チョコレートゲームと呼ばれるゲームの必勝戦略の解析を、2進有理数 (分母が2のべきである有理数) を用いて行うことができると示した研究です。[13]も共同研究であり、今回受入教員になっていただくことを希望している木谷裕紀先生や、先の2人と同じく世界で CGT の研究を牽引している Urban Larsson 先生らとの共同研究です。この研究では、通常はゲームの局面に対する和を定義するところ、ゲームのルール同士に演算を導入したところ、分配束に非常によく似た構造などのよい性質があることを示しました。

加えて、組合せゲーム理論以外の研究としては、[16]では格子パズルと呼ばれるパズルの計算複雑性を調べ、ルールを少し変更するだけで、多項式時間で計算可能、GI 完全 (グラフ同型性判定問題と同じ難しさ)、NP 完全という3つの異なる (と信じられている) 計算複雑性クラスに属すると示すことができました。同じパズルを少し変えるだけでこれらの計算複雑性になることは興味深い結果であり、査読付き国際会議 ISAAC に採択されました。また、このような計算複雑性の知見を活かし、[7]では量子情報の分野における問題を計算複雑性の観点から評価し、NP 完全に属することを示しました。

最後に、[12]では、全象ルール (universal ruleset) と呼ばれる、代数的な観点で最も複雑なクラスに属するルールに関する研究を行いました。本研究では「一般化コナネ以外の全象な非不偏ゲームを見つける」および「双葉 (Dicotic) ゲームで全象なものを見つける」という2つの未解決問題を解決しました。加えて、全象性が代数的な複雑さを表す概念であり、計算複雑性とのある種の類似性が存在することから、帰着という計算複雑性の証明によく用いられる手法を、全象性の証明に導入することも行いました。これはまさに、ゲームの代数的性質と計算複雑性理論の両方に深い造形があったからこそ行えた研究だと考えています。