

2023 年度年次報告書

次世代 AI を築く数理・情報科学の革新

2023 年度採択研究代表者

計良 宥志

千葉大学 大学院工学研究院

助教

大規模代数方程式系の学習と処理

研究成果の概要

本研究の目的は、Transformer を中心とした生成的機械学習を利用する新たなアプローチによって、従来では難しい大規模な代数方程式系に対し、その求解やグレブナー基底計算といった高度な代数的処理を実現することである。初年度は本研究計画の大目標(大規模な方程式の処理・学習)のための各種準備や検証を行った。まず、多項式の因数分解や最大公約多項式の計算を題材に、多項式の符号化方法の影響を検証した。実験により、infix や prefix、postfix などの符号化手法の違いが、性能に大きな影響を及ぼすことが確認された。また、係数を有限体上にとった場合に学習が難しいことも観測した。次に、グレブナー基底の計算を題材に、Transformer により素朴な学習の性能を評価した。それにあたり、グレブナー基底のサンプリングおよびグレブナー基底から非グレブナー基底への変換という新たな計算代数問題に取り組んだ。これにより効率的な学習データセットの生成が初めて実現された。この手法による生成は、(グレブナー基底の計算を伴う)素朴な生成法と比較して 1000 倍以上高速であることを実験で確認した。このデータセット生成手法を用いて作成したデータセットで学習を行い、同様に作成したデータセット上で評価した。その結果、係数を無限体上にとった場合に高い精度でグレブナー基底を計算可能であることを確認した。しかし係数を有限体上にとった場合の精度は限定であった。また数学的なアルゴリズムと比較を行い、数学アルゴリズムがタイムアウトする場合においても、Transformer モデルが短時間で正しくグレブナー基底を計算できる例を確認した。次年度では、代数方程式系の計算に特化した Transformer モデルの設計や、さらにデータセット生成の柔軟性を広げることを目指す。また、有限体上の計算を伴う学習が比較的困難である点に対し、経験的・理論的な理解を深めることも目指す。