

2022 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	大久保 潤
研究機関名	埼玉大学
所属部署名	大学院理工学研究科
役職名	教授
研究課題名	方程式と双対性でつなぐ革新的データ処理技術の創出
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

研究開始の本年度は主に、データ処理の前段階として、方程式の情報から Koopman 作用素の情報を求めるための数値計算手法に関して研究を進めた。

本研究計画では、金融工学やロボットの制御等で利用される確率微分方程式の統計量の計算について、確率的シミュレーションではなく双対過程を利用して計算をする技術を利用する。この双対過程の計算において、これまでは素朴な関数のみを辞書として利用していたが、精度の向上を目指すと、必要となる辞書サイズが大きくなってしまいう問題点があった。本年度の研究では、導出の際に積分操作を追加するなどの工夫により、冗長な辞書を双対過程の計算に組込むことに成功した。これにより、これまでよりも小さいサイズの辞書で同等の精度を出すことに成功した。

また、ホロノミック勾配降下法と呼ばれる数値計算手法の利用について検討した。この手法はこれまで離散時間系にしか適用されていなかったが、本研究計画で対象としている連続時間系に適用するための近似手法を提案した。この手法は数式処理を利用しており、この知見の双対過程への適用を検討できるようになった。

次に、双対過程に対する時間発展アルゴリズムの改良を実施した。これまで用いていた数理的枠組みを見直すことにより、過去に利用していたリゾルベントを用いた手法が、陰的オイラー法の近似に対応することが明らかとなった。これにより、Crank-Nicolson 法などの微分方程式に対する既存の時間発展手法との結びつきを利用できるようになり、組合せ論を利用したアルゴリズムの改良、および新しい外挿アルゴリズムの提案へとつながった。これらにより、計算効率が大きく向上した。

以上の成果について、学会発表を実施したほか、英語論文 2 本にまとめつつある。ひとつは投稿中であり、ひとつは投稿に向けた準備をしている。