

数理・情報のフロンティア  
2021 年度採択研究代表者

2022 年度  
年次報告書

幡谷 龍一郎

理化学研究所 情報統合本部先端データサイエンスプロジェクト  
特別研究員

Energy-based Model による人と相補する生成モデルの開発

## 研究成果の概要

Energy-based model の学習方法の 1 つである対照学習を二重最適化問題と捉えて、その効率的な最適化方法の研究を続けている。特に、本年度は深層学習モデルを対象とする二重最適化問題を勾配法によって効率的に取り扱う方法を提案した(文献 1)。勾配法によって二重最適化問題を効率的に取り扱う方法として陰関数微分が知られているが、その場合には深層学習モデルのヘッセ行列の逆行列が必要となる。本研究ではこの逆行列の推定のために、ヘッセ行列の低ランク性を利用した Nyström 法を利用している。この推定方法は行列ベクトル積によって記述できるため、何度も計算を繰り返す逐次解法による逆行列の推定と比較して、GPU などでの高速化が図れるという特徴がある。実際に、既存法と比較して数倍程度の高速化を達成している。また、ヘッセ行列の性質を陽に取り入れたことで深層学習モデルに対する性能が向上しており、既存法では最適化が難しい問題にも対処できることを実験的に確認した。また、提案法は設定パラメータの選択に鈍感であり、応用において余計なパラメータ探索を行う手間を減らせるため、実用的な方法でもある。本研究成果は機械学習分野の難関国際会議である AISTATS に採択された。また、研究成果のソフトウェアを使いやすいように整備し公開した。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) R. Hataya and M. Yamada, “Nyström Method for Accurate and Scalable Implicit Differentiation”, AISTATS, 2023.