

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	今泉允聡
研究機関名	東京大学
所属部署名	総合文化研究科
役職名	准教授
研究課題名	深層学習の原理記述に向けた構造汎化理論スキームの開発
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

本研究プロジェクトは、未解明な点が多い深層学習の理論に注目し、それらを記述・理解するための数理的な理論を構築するものである。

本年度の成果は主に以下に挙げる 2 点に関するものである。

(i). 高次元非線形モデルに対する漸近解析と推論法の開発

非線形成分を持つ高次元モデル、すなわち一般化線形モデルやシングルインデックスモデルの漸近的な解析およびそれに基づく推論法の研究を行った。高次元パラメータを持つ統計モデルの挙動は、かつてはスパース性などの低次元性を課したのものについての解析が主だったが、近年はデータ数とパラメータ数が比例的に発散する高次元レジームを用いて、上記のような低次元性を課さない解析が進展している。本研究では、非線形なリンク関数といった非線形性を持つような統計モデルを解析し、その高次元パラメータやリンク関数の推定方法及びその誤差分布の導出法を開発した。これにより、非線形性を持つ統計モデルのパラメータを検証する統計学的なフレームワークを構築した。

(ii). トランスフォーマーのメタ的な適応・汎化能力の記述

ニューラルネットワークの一種であるトランスフォーマーに注目し、インコンテキスト学習というメタ学習の枠組みの中で、トランスフォーマーが発揮する利点を理論的に明らかにした。インコンテキスト学習は近年の基盤モデルとも関連する学習の枠組みで、初見の新しいタスクにも適応できるという人工知能の利点の記述に用いられる。本研究プロジェクトでは、この学習フレームワークにトランスフォーマーを用いた場合の解析を行い、トランスフォーマー特有の利点を明らかにした。具体的には、トランスフォーマーを用いることで、データが事後的に隠蔽されるといった既存法では原理的に解けないタスクを解けることや、データが満たす性質を自動的に判定して複数のドメイン適応手法を使い分ける適応的な性能を持つことを示した。

