

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	田中 一成
研究機関名	早稲田大学
所属部署名	理工学術院 国際理工学センター
役職名	准教授
研究課題名	精度保証付きニューラルネットワーク数値計算理論の確立
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

本年度は、人工ニューラルネットワーク（ANN）を用いた数値計算に精度保証を付加する理論の確立に向けて、楕円型境界値問題を対象とした研究を進めた。区分的 1 次関数という滑らかでない関数の間に真の解が存在することを数学的に保証する理論を新たに構築した。これにより、ReLU などの活性化関数を用いたより一般的な ANN モデルによる解の精度保証が可能となった。

昨年度までの研究では、解の包み込み理論の制約から、滑らかな周期活性化関数を用いた ANN モデルに限定されていたが、本年度の理論的進展により、そのような制約が取り払われた。当初の予定とは異なる方向への研究の発展が見られた点は特筆に値する。

本研究の成果は、国内外の学会や研究集会で積極的に発表し、「Learn and Verify」というコンセプトの有効性を実証した。特に、楕円型境界値問題への適用は、反応拡散方程式など様々な偏微分方程式への応用への道筋をつけるものであり、大きな意義がある。

深層学習分野の異分野交流の促進に尽力し、「創発的研究支援事業 融合の場 - 深層学習がもたらすブレイクスルーと可能性 -」と題したワークショップを年 2 回開催した。深層学習の研究者や応用分野の専門家が一堂に会し、最新の研究動向や課題を共有することで、分野の垣根を越えた新たな研究の芽を育むことを狙いとした。このような異分野交流の場を継続的に提供することは、学際的な研究を加速する上で重要な役割を果たすものと期待される。

理論面での着実な進展と、学際的な研究交流の促進の両面で、研究が大きく前進した一年であった。引き続き、「Learn and Verify」の概念を深化・発展させ、社会的にインパクトのある応用につなげていく。