

2021 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	矢島 秀伸
研究機関名	筑波大学
所属部署名	計算科学研究センター
役職名	准教授
研究課題名	宇宙物理輻射輸送計算で拓く新しい生体医用光学
研究実施期間	2021 年 4 月 1 日～2022 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究課題は、大規模な数値シミュレーションにより、生体内における近赤外光輸送のモデル化、そして機械学習を用いた逆問題解析を行うものである。これにより、近赤外光による生体光イメージングの精度を上げ、臨床化へと繋げるのが目標である。また、その技術を応用し、宇宙物理においても理論と観測を繋げる新しい解析モデルを開発していく。当該年度では、まず三次元輻射輸送計算コード TRINITY の開発を行った。これまでの研究では、拡散近似法を用いた方法がほとんどであり、計算量は軽い境界付近で精度が悪く、また気道など屈折率が違う媒質を上手く取り扱えないという問題があった。我々の開発した TRINITY コードは、輻射輸送方程式を直接解くため、これまでの問題を解決し、境界付近、気道も高精度に計算する事が可能である。膨大な計算量は MPI と OpenMP を組み合わせた並列計算コードにする事でクリアした。そして、ポリウレタン製生体模擬物質の光計測とも比較研究を行い、波形が見事に一致する事を確認した (Yajima et al. 2022, JQSRT, 277, 107948)。これにより、複雑な生体内の輻射輸送を高精度にモデル化する事が可能となった。

次に、TRINITY コードの高速化について研究を行った。機械学習の教師データとしてシミュレーションデータを用いるためには、膨大な量のパラメータに対して計算を実行する必要がある。そのため、高速化が必須である。我々は、Wavelet 法を用いる事で、自動的に角度分解能を変化させる技術を取り入れた。これにより、精度を落とさず 5 倍以上の計算加速化を実現する事に成功した。また、計算コードを GPU 化する事でさらなる加速化を行った。