

複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた新しい流体科学
2021 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

堀江 正信

(株)科学計算総合研究所 基盤研究部
部長

機械学習と数値解析を融合した流動モデリング

§ 1. 研究成果の概要

複雑な流動・輸送現象は身の回りに多く見られ、それらを機械学習の手法を用いて解明・予測・制御を行うことは多くの期待を集めている一方で、解決すべき課題も多く存在する。なぜなら、このような現象においては系の取りうる状態が多様であり、純粋なデータ駆動による手法ではこういった現象における高度な学習が困難であると考えられるからである。そのため、物理現象の対称性を最大限に活用した機械学習・数値解析手法の構築が必要となる。そこで本研究では、不連続 Galerkin 法 (DGM) とグラフニューラルネットワーク (GNN) を融合させることで、物理現象の対称性を反映させた機械学習・数値解析手法の構築を目的とする。

2021 年度での研究では、この目的についての基礎的な検討を完了した。しかしながら、複雑な流動・輸送現象に対して有効な機械学習・数値解析手法を構築するためには、下記の点をあわせて考慮する必要があることが判明した:

1. 流動・輸送現象を記述する偏微分方程式の解析には必須である、境界条件を機械学習モデルで取り扱う手法
2. 非圧縮性流れで特に顕著となる、長距離での相互作用を考慮できる手法

これらの点についても、解決に向けて考察を進め、手法の基礎的な開発を行った。これらの手法の有効性を検証するため、まずは既存の機械学習モデルにこれらの手法を適用した結果、予測精度に大幅な改善が見られた。今後は、これらの手法を DGM と GNN を組み合わせた機械学習モデルに適用することで、さらなる高精度化を目指す。