

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）（基盤研究（S））中間評価

課題番号	21H05007	研究期間	令和3(2021)年度 ～令和7(2025)年度
研究課題名	機械学習を活用した革新的流れ制御パラダイムの創出と実践	研究代表者 (所属・職) (令和5年3月現在)	深潟 康二 (慶應義塾大学・理工学部(矢上)・教授)

【令和5(2023)年度 中間評価結果】

評価	評価基準
A+	想定を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれる
A	順調に研究が進展しており、期待どおりの成果が見込まれる
○ A-	一部に遅れ等が認められるため、今後努力が必要であるが、概ね順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる
B	研究が遅れており、今後一層の努力が必要である
C	研究が遅れ、研究成果が見込まれないため、研究経費の減額又は研究の中止が適当である
<p>(研究の概要)</p> <p>本研究は、流れの制御に機械学習を用いることにより、新たな流れの制御手法構築の方法論を提案するものである。具体的には、畳み込みニューラルネットワークに基づくオートエンコーダを流れ場の非線形低次元モード抽出のための中核技術として用い、低次元化されたシステムに対して時系列を扱う機械学習技術を適用することにより制御則を構築する。これにより効果的な機械学習に基づく非線形なモデルベース制御手法を確立し、直接数値シミュレーション(DNS)データによる制御効果の検証を行うとともに実験的実証を行う。</p>	
<p>(意見等)</p> <p>本研究は、機械学習を応用することにより、流れの低次元化を基に最適制御理論を適用、及び制御目標を報酬に強化学習を適用することで制御戦略を得る、といった2つの手法から流れの制御問題にアプローチしている。畳み込みニューラルネットワーク・オートエンコーダー(CNN-AE)を用いた低次元化手法では、主要モードの少ない流れにのみ適用可能であるといった限界を見だし、その代替としてリニアシステムエクストラクティング・オートエンコーダー(LEAE)を用い渦放出の安定化といった有効性をも示している。特に機械学習モデル内部の主に分布に起因する不確かさを定量化した研究成果は、機械学習の信頼性評価に大きく寄与することが期待される。さらに強化学習を用いた壁乱流の摩擦抵抗低減に向けた制御則の探索では、従来の最適制御を再現するとともに、より効果的な非線形制御戦略が見出されその低減効果が向上することを示している。これらの研究成果は、研究代表者が本研究を実施する前に研究成果として算出した予備的計算結果からの進展であり着実ではあるものの、やや飛躍に乏しいと感ずる。更に高いレイノルズ数や複雑流れに適用可能な最適制御理論の構築が望まれるが、そのためには実験による検証と教師データとなる大規模DNSの早期の成果が必要である。</p>	