

LSTMによる流動挙動の予測 非定常バックステップ流れへの適用

Prediction of Flow Behavior with Machine Learning Using LSTM

Application to Unsteady Backward-Facing Step Flow

*鬼頭 理¹, 前島 啓², 滝脇 賢也², 堀江 英樹²

¹株式会社東芝, ²東芝エネルギーシステムズ株式会社

近年、機械学習の流体解析への適用手法は著しい発展を遂げており、本研究では原子力関連機器の流体設計・開発支援のために機械学習の流体解析への適用性を検討している。今回、CNN-AE（畳み込み型オートエンコーダー）と LSTM (Long short-term memory) を非定常流動の予測に適用し、その有用性を評価した。

キーワード：機械学習、数値解析、CNN、LSTM、バックステップ、流体、非定常

1. 緒言

本研究では機械学習の流体解析への適用性検討の一環として、これまでにオートエンコーダーや Convolutional LSTM を定常・非定常バックステップ流れに適用した評価を行い、良好な結果を報告した^{[1][2]}。本報告では、非定常バックステップ流れの数値流体解析（CFD）結果に対して、CNN-AE により次元圧縮したデータに LSTM を適用し、流れの時間発展を予測した。

2. 流動挙動予測

2-1. 学習・予測

渦放出領域を切り出した CFD の時系列速度場データを教師データとした。まず、CNN-AE の学習を行い、次に CNN-AE の中間層を用いて LSTM の学習を行い、時間発展速度場を予測するネットワークを構築した。

2-2. 結果

図 1 に示すように、機械学習によって渦生成に伴う流れの諸現象が明瞭に予測されている。図 2 に示すように、 $t = t_1 + 24\Delta t$ においても CFD と機械学習による予測の差はほぼ 6%未満であり、Convolutional LSTM^[2]より予測精度が大幅に向上した。

3. 結論

流路内における渦の放出・拡散などを伴う非定常流れを対象に、CNN-AE で次元圧縮したデータに対して LSTM を適用した結果、有用な予測性能が得られた。

参考文献

[1] 鬼頭ら、「畳み込みニューラルネットワークによる流動挙動の予測」、原子力学会 2021 年春の年会、2G02

[2] 鬼頭ら、「Convolutional LSTM による流動挙動の予測」、原子力学会 2021 年秋の大会、3G03

*Aya Kitoh¹, Kei Maeshima², Kenya Takiwaki² and Hideki Horie²

¹TOSHIBA CORPORATION, ²TOSHIBA ENERGY SYSTEMS & SOLUTIONS CORPORATION

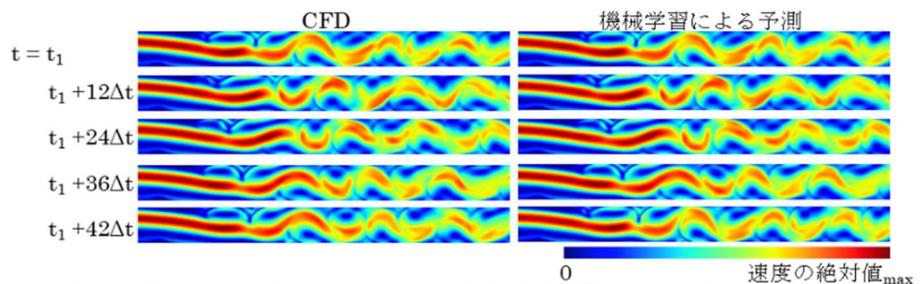


図 1 任意の時刻 t_1 からの CFD と機械学習による予測の比較

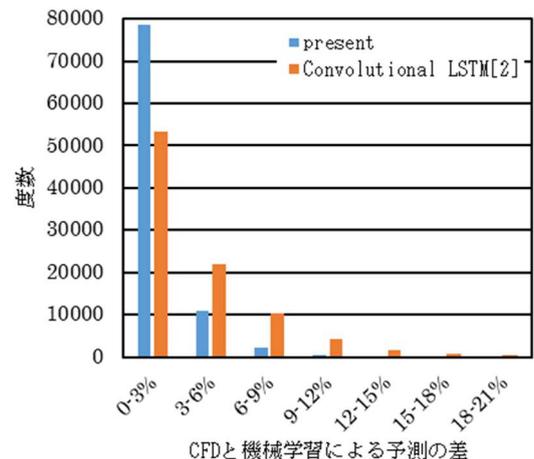


図 2 $t = t_1 + 24\Delta t$ における CFD と

機械学習による予測の差のヒストグラム