

機械学習と流体セミナー 報告

大西 陽一*

Yoichi Ohnishi*

2020年2月5日、東京赤坂において、アドバンスソフト主催「機械学習と流体セミナー」と題した技術セミナーを開催した。本稿ではセミナー講演内容の概要を報告する。

Key word: 機械学習、流体解析

1. はじめに

今日、AI（人工知能）技術は各分野で目覚ましい進歩を遂げ、画像認識、音声認識をはじめさまざまなAI技術が研究、産業から日常生活にも密接にかかわってくるようになってきた。

アドバンスソフトはこれまで培った科学技術計算の解析技術力に対し、AI技術を融合させることにより、新たなシミュレーション技術の開拓を目指している。このような背景のもと、本セミナーでは、特に流体分野における機械学習を適用したCAE解析技術に焦点を当て企画された。

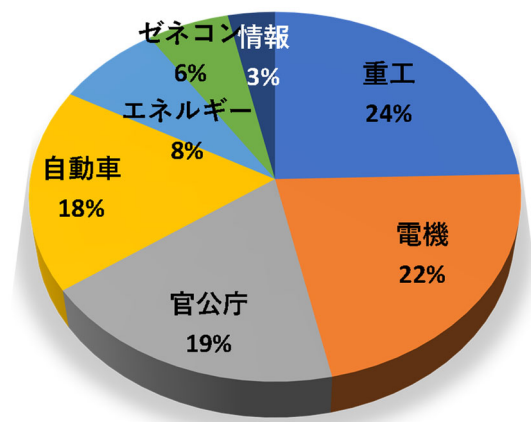
外部から慶應義塾大学 深潟康二教授、静岡大学 狩野芳伸教授、大阪大学 梶島岳夫教授の3名を招待講演にお迎えし、流体解析技術および流体分野における機械学習適用事例、現状の可能性と限界といったことについて講演いただいた。

表1 分野別の参加者

分野	参加者(人)	割合
重工・化学	29	24.6%
電機	26	22.0%
官公庁	22	18.6%
自動車	21	17.8%
エネルギー	9	7.6%
ゼネコン	7	5.9%
情報	4	3.4%
合計	118	—



図1 会場風景



当日の参加エントリーは118名であり、実際の参加人数は97名となった。このような出席者のもと、大変熱気のあるセミナーとなった。この人数は弊社で実施したセミナーの中でも非常に多

*アドバンスソフト株式会社 第3事業部
3rd Computational Science and Engineering
Group, AdvanceSoft Corporation

い人数となったことから、本セミナーの企画が多くの方の興味を引く内容であったことが分かる。

以下、各講演の概要を報告する。

2. 招待講演①「乱流のラージエディシミュレーション(LES)の現状と課題」大阪大学 大学院工学研究科 教授 梶島岳夫様

産業界で利用頻度が高まっている LES について、メッシュスケールより小規模な渦に対して Smagorinsky を起点としたモデルの進展を概説いただいた。産業応用では不均一なメッシュを使用するケースが多いが、支配方程式に対するフィルター操作と微分操作の互換性が考慮されていないことが結果に好ましくない影響を与える実例を示しつつ、基本的な未解決課題の説明があった。



図 2 梶島教授ご講演

流体解析と AI 技術を融合した研究として、解析対象に適合した LES モデルやそのパラメータを機械学習によって選択したり導出したりする例、またテンソル則を反映して機械学習を適用する試みについて、最近の動向を紹介いただいた。当面の課題として、直接数値計算 (DNS) や画像処理計測などによる教師データの質とともに、多様なデータベースの構築の必要性について議論があった。

LES の対象が単相流から多相流、相変化や反応を伴う乱流場に広がるについて、支配方程式のフィルタリングの問題が顕在化することから、

Verification & Validation (V&V) に耐えうるためには、適切な基礎式の構築と物理法則に立脚した機械学習の導入が不可欠であるとの指摘があった。

3. 招待講演②「畳み込みニューラルネットワークの流体解析への応用」慶應義塾大学 理工学部機械工学科 教授 深湯康二様

膨大な情報をもつ乱流データから低次元の特徴量を抽出することは非常に困難である。これまで線形理論に基づく特徴量抽出 (POD, DMD) はある程度成功を収めているが、乱流の本質である非線形な特徴量抽出法は研究段階である。深湯先生には、機械学習を用いた手法で非線形な低次元特徴量を抽出した研究を講演いただいた。

DNS で計算されたチャンネル乱流のある断面の時刻 n と時刻 $n+1$ の結果を学習させ、データを圧縮して (エンコード) 特徴量を抽出したのち、デコードして元に戻すと、元の乱流統計量をもった流れ場が再現される。この結果は、同じ乱流量をもった流れ場を解析するときに再度 DNS 計算をする必要がなくなり、計算時間は数百分の 1 になる可能性があるとのことであった。

次に 2 次元減衰乱流を対象に、DNS で計算されたいくつかの Re 数の結果を CNN Auto-Encoder 法を用いて学習して低次元化し、その低次元データを LSTM 法を用いて学習し、それをデコードして学習していない Re 数の流れ場を予測する手法を紹介いただいた。まだ Re 数は 100 程度であったが今後大きな Re 数まで拡大する予定とのことであった。

次に 2 次元円柱流れを対象に、POD で低次元モード分解した結果と、CNN-LSTM 法を用いて分解した結果の比較を示していただき、ほぼ同じ結果であるとのことであった。このことから POD が得意とする特徴量抽出に対しても CNN-LSTM 法は有効であるとのことであった。さらに大きな自由度 (大きな Re 数) への適用は今後の課題であるとのことだが、非常に興味深い話であった。

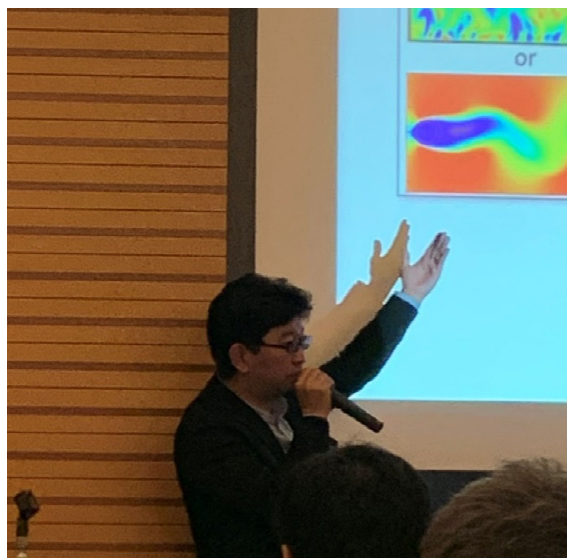


図 3 深瀉教授ご講演

4. 招待講演③「機械学習技術利用の現状と流体関連分野への応用可能性」静岡大学 情報学部行動情報学科 准教授 狩野芳伸様

狩野先生は、自然言語処理をご専門にされておられるが、共通する機械学習については豊富なご経験から流体解析への適用可能性についてご意見をいただけると期待して講演を依頼させていただいた。

まず機械学習がうまくいくかどうかは、適用しようとするシステムが正解のある課題に落とし込めるかどうか、「正解」がどの程度一致するか、正解付きデータを大量に用意できるかどうかに依存している。一見正解に見えるもので、人間の認知に依存している問題出ることが多いとのこと。流体分野での機械学習においても、人間の主観的判断に基づいたラベルを用いている場合は、どれだけ人間が用意した正解に近いかを学習していることになる。また正解のないものを含んだ課題の場合は、正解に近いデータをどれだけ多く用意できるかによっている。

狩野先生の研究としては、この正解のないものを含んだ課題に対してものが多く、東大入試をAIが突破できるか、司法試験問題を解けるか、電子データを教師データとして自動診断ができるか、対話ゲームの開発など非常にバラエティに富んで興味深いものであった。

最後に流体分野への機械学習の適用可能性について議論された。流体には背後に物理法則があるので、なんでも相関をとれるわけではないこと、不足している情報を物理法則でうまく補いながら相関をとることが良い方法なのではないかということなどが議論された。



図 4 狩野准教授ご講演

5. アンケート結果から

出席者に講演終了後に記載いただいたアンケート結果もおおむね満足いただいたようで、今後も引き続き同種のセミナー開催を期待されていた。

※ 技術情報誌アドバンスシミュレーションは、アドバンスソフト株式会社 ホームページのシミュレーション図書館から、PDF ファイルがダウンロードできます。(ダウンロードしていただくには、アドバンス/シミュレーションフォーラム会員登録が必要です。)