

2023 JACM 総会開催報告

岡田 裕 JACM 会長 (東京理科大)

2020年に始まった新型コロナウイルス感染症流行以前は、IACM関連の計算力学会議開催に合わせ、JACM総会を開催しておりました。2020年から2年間は関連国際会議がいずれもオンライン開催となったこともあり、オンライン (Zoom) で JACM 総会を開催してきました。昨年は、新型コロナウイルス感染症流行が収まりつつありましたので、対面・オンライン (Zoom) ハイブリッド開催でした。本年も引き続き対面・オンライン (Zoom) ハイブリッド形式で、対面会場は早稲田大学グリーン・コンピューティング・システム研究機構として JACM 総会を開催いたしました。対面出席 25 名、遠隔出席 19 名でした。早稲田大学のご協力・ご支援にこの紙面をお借りしお礼申し上げます。

以下総会の報告をさせていただきます。只野副会長の司会により JACM 総会の議事を開始しました。はじめに会長の岡田から挨拶と役員紹介、JACM 近況報告を致しました。JACM 近況報告は JACM 総会参加者にメール配信した「2023年 JACM 活動報告及び今後の活動計画」とスライド資料に基づき行われました。会員数の状況、メルマガや共催・協賛イベントに関する件等について報告されました。JACM 総会メール配信資料を本稿に添付してありますのでご覧ください。

引き続き、今年度新たに名誉員に就任頂いた先生方のご紹介をし、先生方からお言葉を頂きました。今年度は、3名の先生方に名誉員に就任して頂きました。新たに名誉員となられたのは下記の方々です。

北村 隆行先生 (京都大学名誉教授)

仲町 英治先生 (同志社大学名誉教授)

姫野 龍太郎先生 (順天堂大学)

3名の先生方は計算力学とその関連分野で大変大きな功績を残されてきた方々です。(写真 1, 総会にお越しになった姫野龍太郎先生)

続けて、2023年 JACM Award 授賞式を行いました。今年の受賞者は、The JACM Computational Mechanics Award が池田 徹教授 (鹿児島大学)、酒井 幹夫教授 (東京大学)、坪倉 誠教授 (神戸大学) の 3 名、The JACM

Fellows Award が伊井 仁志准教授 (東京都立大学)、中林 靖教授 (東洋大学)、渡邊 浩志氏 (Hexagon) の 3 名、The JACM Young Investigator Award が矢地 謙太郎助教 (大阪大学)、遊佐 泰紀助教 (電気通信大学)、寺原 拓哉助教 (早稲田大学) の 3 名でした。授賞式では各受賞者から 2~3 分ずつお言葉を頂きました。受賞者の皆様については「2023年 JACM 賞 贈賞報告」でも報告致します。また JACM HP にも掲載されています。

<https://ja-cm.org/Japanese/Award/past.html>

第 2 部として、2021年 Young Investigator Award を受賞された大谷智仁先生 (大阪大学) と 2022年 Computational Mechanics Award 受賞の大島伸行先生 (北海道大学) の学術講演会が開催されました。どちらもご講演後に活発な質疑応答があり、大変盛り上がったと思います。

さらに、講演会終了後に対面参加者と遠隔参加者の意見交換を行いました。会場に設置された遠隔配信用カメラを聴講者に向けて会場の様子を遠隔配信し、遠隔参加者の皆様には可能な限り顔出しをしていただき、会場のスクリーンに投影しました。対面と遠隔参加者が互いに向かい合うようバーチャル対面配置になり、会場と遠隔参加者の一体感が少しだけ生まれたと思います。遠隔参加者の皆様に対して対面参加者から発言をお願いする声上がり、遠隔で参加されていた矢川元基先生、宮崎則幸先生からご発言を頂きました。特に、宮崎先生からは日本の相対的研究力低下について懸念される内容のご発言を頂いています。これについては私自身とても気になっていることもあり、特に印象に残っています。

最後に集合写真を撮り、第 2 部閉会となりました。引き続き懇親会が開催されました。懇親会は今年の総会でも開催されましたが、今回に比べると少人数の開催でした。今回は対面出席の 25 名ほぼ全員が会場で行われた懇親会に出席され、賑やかで楽しい夜を過ごすことができました。



写真1 名誉員証授与式（姫野先生）

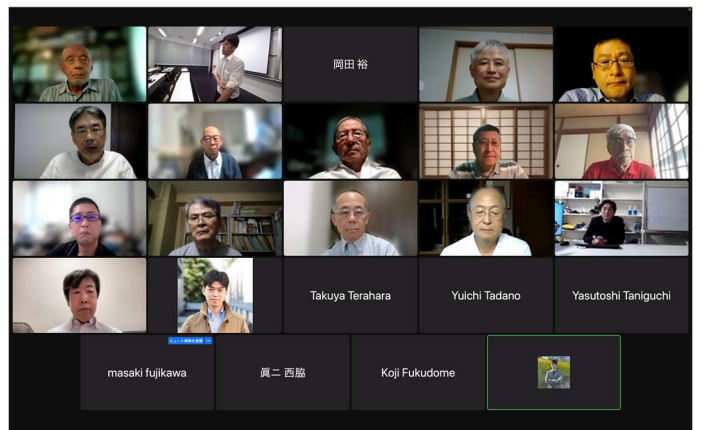


写真4 集合写真



写真2 JACM Award 授賞式（池田先生）



写真3 JACM Award 授賞式（酒井先生）

2023年 JACM 活動報告及び今後の活動計画

JACM 総会資料（2023.9.9, 早稲田大学グリーン・コンピューティング・システム研究機構／Online）

Report on JACM Activities during Aug. 2022 to Sep. 2023

1. 会員数/ Members

348名（2023.9.1現在）【342名（2022.9.1現在）】

（IACM members registered through JACM : 152名）

JACM 運営委員に参加学会を通じた入会勧誘を展開。

2. E-mails & URL

Homepage: <https://ja-cm.org>

Email: jacm@ja-cm.org

3. 運営委員/ General Council Members

29学協会が運営委員を出している。

運営委員任期は2024年3月31日まで。

In March 2021, 39 GC members were elected from 29 computational mechanics-related societies in Japan. Their term of service will finish on 31st March 2024.

4. 役員/ Executive Members

会長：岡田裕（東京理科大学），副会長：塩谷隆二（東洋大学），滝沢研二（早稲田大学）

事務局長：只野裕一（佐賀大学）

役員任期は2024年3月31日まで。

President: Hiroshi Okada (Tokyo Univ. of Science),

Vice-Presidents: Ryuji Shioya (Toyo Univ.), Kenji Takizawa (Waseda Univ.),

Secretary General: Yuichi Tadano (Saga Univ.)

Their terms of service will also finish on 31st March 2024.

5. JACM Mail Magazine

No.1~No.54 were published. (No. 53~54 have been published during Aug. 2022-September 2023)

We wish to enrich its contents and continue to publish one issue every 3~4 months.

6. JACM Awards 受賞者セミナー/JACM Awardee Seminar

Mar. 4, 2023, 15:00-17:00, 早稲田大学 40号館内会議室 / Online

1. 2020 JACM YIA, 柴沼一樹氏（東京大学大学院工学系研究科 システム創成学専攻 准教授），鋼板の脆性亀裂伝播停止挙動の再現に向けた重合メッシュ法に基づく高速亀裂伝播シミュレーションモデルの開発

2. 2020 JACM CM, 磯部大吾郎氏（筑波大学 システム情報系 構造エネルギー工学域 教授），構造動力学をより要素で解く ～建物の崩壊解析からロボット機構の制御まで～

次回：2023年9月総会後に開催/Next seminar will be in September 2023

7. 新名誉員/ New Honorary Members

北村 隆行（京都大学名誉教授）

仲町 英治（同志社大学名誉教授）

姫野 龍太郎（順天堂大学）

8. 2023 JACM Awards

CM Awards：3名

池田 徹（鹿児島大学），酒井 幹夫（東京大学）

坪倉 誠（神戸大学）

Fellows Awards：3名

伊井 仁志（東京都立大学），渡邊 浩志（Hexagon）

中林 靖（東洋大学）

YIA：3名

矢地 謙太郎（大阪大学），遊佐 泰紀（電気通信大学）

寺原 拓哉（早稲田大学）

9. 各種推薦/ Nomination

(1) APACM EC (2022.7-2025.X) への推薦と選出の件：
岡田裕（東京理科大学）

(Professor Hiroshi Okada became a new APACM EC

member)

APACM 事務局長に就任した/Hiroshi Okada was appointed to be the APACM Secretary General.

(2) 日本学術会議「第12回計算力学シンポジウム」2022年12月5日，日本学術会議（JACMは共催団体として参加）

11th Computational Mechanics Symposium Organized by Science Council of Japan

若手招待講演者推薦（桑田 祐丞（大阪公立大学））

10. IACM expressions

No.51 (Dec. 2022):

・ Report from the Japan Association for Computational Mechanics

11. 協賛イベント/ Supporting Events

(1) 第28回計算工学講演会（2023年5月）

28th Computational Engineering and Science Conference, which was held in May 2023

(2) 2023年度JSME 計算力学技術者認定事業（2023年10-12月）

2023 JSME Certification Program of Computational Mechanics Engineers.

12. 検討課題/Future Issues to be discussed

COMPSAFE 2025 への協力

APACM へ提案書を提出し神戸での開催が決定した。Proposal was submitted to APACM. It was a success. COMPSAFE 2025 will held in Kobe.

APCOM 2025 への協力

APCOM (Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics)が2025年12月にオーストラリア・ブリスベンで開催される。参加者勧誘やMS企画等の協力。The 9th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM 2025) will be held on December 7-10, 2025 in Brisbane, Australia.

JACM 関係活動のより一層の海外発信/ More Broadcasting JACM Activities to abroad

・英文HPの充実（JACM活動や国内関連活動の海外発信）

Improvement of JACM's webpage, especially English webpage, uploading JACM activities in English.

・IACM expression へのJACMメンバーからの寄稿の強化

Promoting JACM members to submit their research articles to IACM expressions.

13. その他

2023 年総会出席者名簿（現地参加者 25 名，オンライン参加 19 名，計 44 名，敬称略，50 音順）：

畔上秀幸（名古屋産業科学研究所），伊井仁志（東京都立大学），池田徹（鹿児島大学），石代匠（早稲田大学），今村純也（imi 計算工学研究会），大崎純（京都大学），大野信忠（名古屋産業科学研究所），大島伸行（北海道大学），大谷智仁（大阪大学），岡田裕（東京理科大学），岡田真綾（早稲田大学），乙黒雄斗（東京理科大学），梶島岳夫（四国職業能力開発大学校），金山寛（日本女子大学），金川哲也（筑波大学），岸本喜久雄（東京工業大学），北村隆行（京都大学），近藤大斗（早稲田大学），酒井幹夫（東京大学），新宮清志（日本大学（名誉教授）），田土大助（九州大学），

滝沢研二（早稲田大学），竹澤晃弘（早稲田大学），只野裕一（佐賀大学），田中智行（広島大学），谷口靖憲（早稲田大学），Tamura Yoshiaki（東京大学），坪倉誠（神戸大学），寺原拓哉（早稲田大学），富田佳宏（神戸大学名誉教授），中村靖（東洋大学），西脇眞二（京都大学），萩原世也（佐賀大学），姫野龍太郎（順天堂大学），福留功二（金沢工業大学），藤川正毅（琉球大学），宮崎則幸（京都大学），矢川元基（東大，東洋大），矢地謙太郎（大阪大学），山本誠（東京理科大学），山本瑛貴（早稲田大学），遊佐泰紀（電通大），吉村忍（東京大学），渡邊浩志（Hexagon）

以上

JACM 賞受賞者セミナーシリーズ開催報告

滝沢 研二 JACM 副会長（早稲田大学）

第 4 回 JACM 賞受賞者セミナーとして，2023 年 9 月 9 日（土）の JACM 総会第 2 部として実施されました。本セミナーは先の通り 2021 年 Young Investigator Award を受賞された大谷智仁先生（大阪大学）と 2022 年 Computational Mechanics Award 受賞の大島伸行先生（北海道大学）から講演いただきました。講演はハイフレックスとし，Zoom から聞いていただける環境となっています。内容については，次のそれぞれご寄稿頂いた記事をご覧ください。対面での聴講が多かったこともあり質疑やコメントは時間いっぱい続きました。講演後には，懇親会も盛況で今後もこのような機会を通して交流を深められると良いと思います。



大谷智仁先生（大阪大学）



大島伸行先生（北海道大学）

2023年9月9日に開催されたJACM受賞者セミナーにて講演した要旨を報告いたします。計算力学分野における先人の先生方のご尽力により、生物・医学および医工学分野において、計算力学は学術的基盤として確固たる地位を確立し、萌芽期から次の段階へと移行の時期にあります。この状況の中、医工学特有の問題に対する計算力学の開拓と発展を自身の長期的な目標とし、臨床現場における種々の実問題の解決に取り組んできました。今回は全く性質の異なる2つの話題として、血管内治療機器であるステントの展開不良問題と、最近取り組み始めた新規の研究として、血流場の磁気共鳴イメージング (MRI) そのものを数値計算により表現する試みについて紹介しました。

血管内治療用ステントの展開不良問題

クモ膜下出血の原因となる脳動脈瘤の治療機器の一つに、金属製ワイヤを編み込み筒状にした編み込みステントがあり、臨床ではカテーテルを通じてステントを血管内に展開し、動脈瘤へ流入する血流を阻害させます。ただし、大きく湾曲した血管へ適用する場合、ステントが十分に展開しない事例 (例: 図1 (左)) が報告されており[1]、適用例に限られる問題が生じています。このステント展開不良のメカニズム理解にむけ、ワイヤに生じる大たわみや多点接触を考慮し、ステントの計算力学モデルの開発を行いました。

ステントを構成するワイヤを連続かつ滑らかな曲線とし、Euler 梁の仮定からその力学場を伸縮・曲げ・ねじりの3つの弾性エネルギーにより表現しました。数値計算にあたり、ワイヤを梁要素の集合と離散化し、共回転系定式化[2]の導入により、ワイヤに生じる幾何学的非線形性を簡便に表現しました[3]。さらにワイヤ間の摩擦接触を考慮することで編み込みステントの形状を直接表現し、カテーテルへのステント留置から血管への展開に至る一連のプロセスを数値的に解きました。

結果として、血管の湾曲の度合いが小さい場合、カテーテル内で圧縮されたステントは問題無く血管へ展開される一方、血管の湾曲が大きい場合、実際に臨床で見られるステントの展開不良の特徴的形状が生じました (図1 右)。ワイヤに蓄積される弾性エネルギーに着目すると、湾曲血管への留置ではねじり成分が卓越し、弾性エネルギーの解放が不十分となるとわかりました、この知見はステントの展開不良のメカニズムを力学的見地から説明するもので、ステントの設計および改良の新しい指針を与えるものと期待しています[4]。

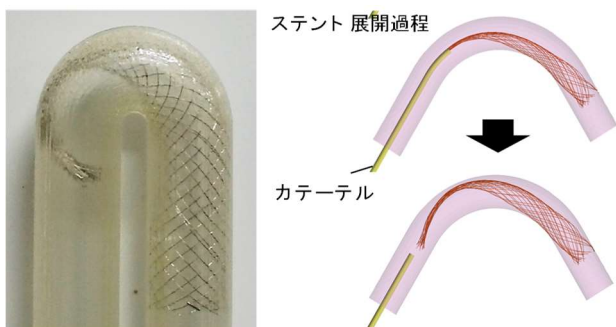


図1 展開不良が生じた編み込みステント形状 (左) とステント展開の数値計算 (右, [4]を一部改変)

血流 MRI の計算力学モデル開発

循環器や脳動脈を対象に、患者個別の血流速度場の MRI 計測が近年大きな注目を集めていますが、解像度の不足や、MRI の撮像原理 (流れ場を定常・一様と仮定)・ハードウェア依存のアーチファクトの混入が知られています[5]。この問題について、計算力学の観点から、数値流体計算と MRI との流体データ同化が試みられてきましたが[6]、MRI のノイズやバイアスの性質が不明であり、解決が依然難しい状況にあります。そこで現状の打破に挑むべく、MRI データの包括的理解を目指し、流れ場に対する MRI を表現する計算力学モデルの開発を進めています。

MRI は、被写体内の、主に水素原子が持つ磁気モーメントの集合 (巨視的磁化、以下では磁化) の核磁気共鳴 (NMR) 信号から、磁化の空間分布を画像化する手法です。提案する MRI の計算力学モデルでは、流れによる移流を考慮し、NMR 中の磁化運動 (Bloch 方程式) を数値的に解くとともに、実際の MRI と同様に MRI 機器内の磁場の時空間分布を適切に制御し、NMR 信号の取得および速度場の再構成を行います。

計算例として、MRI の計測原理と整合する一様流れの MRI では、再構成された速度場は入力した速度場と一致した一方、乱流の MRI において、速度場の過小評価および MRI 撮像パラメータ依存性が見られ、実機 MRI で観察されるアーチファクトの生成を確認できました。現状は基礎的なモデル開発に成功した段階ですが、今後、循環器血流場に対する MRI 計測データの力学的解釈や、数値計算の援用による MRI の高解像度化など、当研究分野の現状の限界に対するブレイクスルーの実現を目指しています。

参考文献

- [1] Ebrahimi et al., Stent conformity in curved vascular models with simulated aneurysm weeks using Flat-Panel CT: An in vitro study, *AJNR Am. J. Neuroradiol.*, vol. 28(5), pp. 823–829, 2007.
- [2] Battini & Pacoste, Co-rotational beam elements with warping effects in instability problems, *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, vol. 191(17-18), pp. 1755–1789, 2002.
- [3] Otani et al., Modeling of endovascular coiling for cerebral aneurysms: Effects of friction on coil mechanical behaviors, *Int. J. Mech. Sci.*, vol. 166, p. 105206, Jan. 2020.
- [4] Shiozaki, Otani et al., Computational modeling of braided-stent deployment for interpreting the mechanism of stent flattening, *Int. J. Numer. Method. Biomed. Eng.*, vol. 37(12), p. e3335, Dec. 2021.
- [5] Markl et al., 4D flow MRI, *J. Magn. Reson. Imaging*, vol. 36(5), pp. 1015–1036, Nov. 2012.
- [6] Nolte & Bertoglio, Inverse problems in blood flow modeling: A review, *Int. J. Numer. Method. Biomed. Eng.*, vol. 38(8), p. e3613, Aug. 2022.

計算流体力学のデジタル化

一流れの複雑さはどこから生じて、どのように見えるか？

大島 伸行 (北海道大学)

計算流体力学のデジタル化 とは？

流れの複雑さをいかに再現するかが計算流体力学の目標とすると、それを起因するものには

- 1) 流れに内在する解の複雑さ ex. 乱流, 衝撃波
 - 2) 界面などの構造の複雑さ ex. 混相流, 燃焼
 - 3) 境界となる形状の複雑さ ex. 人工物, 多孔質
- があげられる. 一方, これらを観測・解析するときには, 対象のマルチスケール性, すなわち, 解像度に依存した「見え方」が重要となる. 計算格子に**離散化された情報**を観測・解析の対象とすることを仮に**デジタル化**と呼ぶことにして, その一例に「界面」に着目して計算流体力学の方法論を考えてみた.

流体界面の一般化数理モデルについて

形状の境界(界面)を格子上的のデータで表す方法, いわゆる**デジタル画像**に対して, その数学的基礎としてレベルセット法 (Level-set approach) が広く応用される. ここでは, 3次元場に埋め込まれた2次元界面の変形移動を数学的に表現するものと考え, 相界面などの物理現象の観測に適用すれば大域的な視点から見た2次元界面現象の近似モデルが得られる.

一方, 界面現象の物理的基礎にはしばしば平衡化過程が考えられる. これを数学的に記述する方法としてフェーズフィールド法 (Phase field approach) を用いると, 薄い界面をその厚さに解像した局所的な視点から見た物理現象モデルが与えられる.

マルチスケールである実際の対象を扱うには, マクロ (大域的) とミクロ (局所的) のふたつの視点を関連付ける法則が必要であり, 流体力学では保存則がこれを担うと考えられる. (構造力学では変分原理であろうか)

このようなアプローチから, 流体界面に対して3つの数学モデルでも記述できる**一般化数理モデル**を導いた²⁾. これは, ミクロ, マクロ, あるいはそれらの連成した対象について共通に適用できる近似モデルとなるので, 解像度に依存した「見え方」を自然に表現する.

これを気液相界面や燃焼火炎などの流れに伴う「界面」現象モデルに適用すると, 経験的に導かれた従来解析法が**一般化数理モデル**のバリエーションとして導出される.

固体界面が埋め込まれた流れ方程式について

次に流れの複雑さのもう一つの大きな要因となる「境界形状」を「流れに埋め込まれた固体界面」と考えて, 一般化数理モデルのアプローチを試みる. その際に, 画像処理などに実装されたレベルセット法の計算機科学での研究成果にも触れねばならない. 著者の専門ではないので参考書を挙げるにとどめるが, 解の一意性や特異点の扱いにおいて「粘性解」の概念²⁾は示唆に富む. レベルセット法の計算実装においては界面近傍の「再初期化」を導き³⁾, 上述の流体界面の**一般化数理モデル**でも考え方の基礎となっている.

ここでは, **一般化数理モデル**の原理にならって, 固体と流体の境界にも有限幅の薄い「界面」領域を想定し, 固体

界面 (= 壁面) を微分方程式の境界条件ではなく, それが解となるような微分方程式を導くことを考える.

具体的な数式導出は論文に譲り⁴⁾, 2次元での実装例を示す. 固体形状はCADデータなどの界面情報ではなく, 格子離散化されたデータで表される. デジタル写真に対して画像処理を施して与えた流れの解は同じ格子上に算出される.

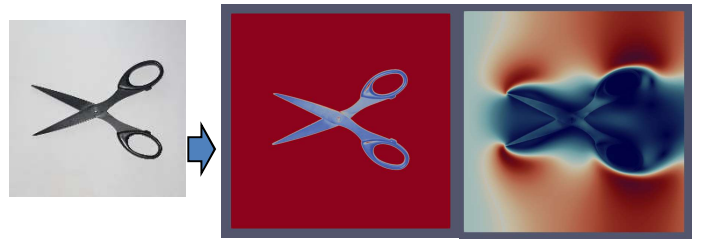


図1 写真画像から算出された流れの解

このようなアプローチは, 医療CT画像などのデジタル格子上的の輝度情報で界面境界が与えられる問題において直接的な流れ数値解の定義・計算を可能とする. また, 流れの物理と固体境界の影響が統一化されたデータ構造で再現される, という点で, AI技術にも適合するものと期待する. ご関心の読者には fortran program を公開したのでご参考とされたい⁵⁾.

- 1) Oshima, N., Mathematical study on the thickened interface model by viscosity solution of the level-set equation, *J. Thermal Sci. and Tech.* 17(1) (2022).
- 2) 儀我, 陳, 動く曲面を追いかけて, 日本評論社
- 3) Olsson, E., and Kreiss, G., A conservative level set method for two phase flow, *Journal of Computational Physics* 210, pp. 225–246 (2005).
- 4) Oshima, N., A Novel approach for wall-boundary immersed flow simulation: proposal of modified Navier-Stokes equation, *J. Fluid Sci. Tech.* (2023) to appear
- 5) Oshima, N., Program for flow simulation immersing wall boundary, <http://hdl.handle.net/2115/89344>