

USNCCM14のご案内

吉村 忍 JACM 会長 (東京大学)

14th U.S. National Congress on Computational Mechanics (USNCCM14)が2017年7月17日(日)~20日(土)にカナダ, モントリオール市 (Palais des Congrès de Montréal) で開催されます.

詳細は会議の詳細はWEBページ:

<http://14.usnccm.org>

に掲載されております. 以下に重要な締切日を列举致します.

2月28日 アブストラクト締切

3月31日 学生ポスター 締切

状況により変更があるかもしれません. WEBページを適宜ご覧下さい. JACM総会ならびに2017 JACM Awards授賞式をUSNCCM14期間中に開催致します. JACM会員の皆様におかれては本会議に奮ってご参加の程お願いいたします.

2017 JACM Awards の募集

吉村 忍 JACM 会長 (東京大学)

日本計算力学連合 (JACM) は, 計算力学分野における顕著な功績および業績をあげた研究者を表彰する 3 種類の JACM Awards の候補者を募集します. JACM 会員におかれましては, 候補者を自薦他薦で奮ってご推薦下さい.

Award 受賞者には, 2017 年 7 月 17 日-20 日にカナダ・モントリオールで開催されます USNCCM14 (<http://14.usnccm.org>)の会議中に開催されます 2017JACM 総会において表彰予定です.

JACM Awards

The JACM Computational Mechanics Award

日本計算力学賞 (3 名以内)

計算力学の広い分野での顕著な研究業績, ソフトウェア開発, 計算技術開発に対して与えられる.

The JACM Young Investigator Award

日本計算力学奨励賞 (3 名以内)

計算力学分野で顕著な業績及び研究を行った 40 才以下 (表彰年内に 41 才になってはならないこと) の研究者に与えられる.

The JACM Fellows Award

日本計算力学連合フェロー賞 (5 名以内)

計算力学分野で顕著な業績を上げ, JACM へのサポート, および IACM 関連国際学会に貢献した研究者に対して与

えられる.

過去の受賞者は, 下記 URL で一覧できます.

<http://www.sim.gsic.titech.ac.jp/jacm/Japanese/Award/index.html>

推薦書に記載して頂く項目は以下の通りです.

1. 推薦しようとしている Award の名称
2. 候補者の氏名, 所属・住所, e-mail アドレス (奨励賞候補者は生年月日も記載のこと)
3. 推薦者の氏名, 所属・住所, e-mail アドレス
4. 主な受賞歴を含む経歴 (最大 10 行以内)

完全なリストである必要はありません. 最近のもの, あるいは最も重要なポストを記載してください.

5. 候補者の最も主要な功績あるいは業績の簡潔な記述 (500 字以内). 特に, その Award の候補者として推薦する理由がわかるように記載してください.

推薦状のフォーマット兼例文は, 同じ URL にあります. 推薦書は, 2017 年 3 月 31 日 (金) までに e-mail にて, 次のアドレスにお送りください.

送付先: yoshi@sys.t.u-tokyo.ac.jp

なお, 受賞者は主に日本国内において活動した研究者 (外国人も含む) となっています. 受賞者及び推薦者は, 応募時点でJACM会員であることが必要です.

JACM 関連研究室の紹介（その 8）

今回は、京都大学大学院工学研究科建築学専攻建築構造学研究室及び東京理科大学工学部機械工学科山本研究室を紹介致します。

京都大学大学院工学研究科 建築学専攻 建築構造学研究室

大崎 純（京都大学）

本研究室では、建築構造の力学全般に関わる研究を行っており、大崎 純教授と荒木慶一准教授の 2 名の教員、博士課程学生 2 名、修士課程学生 8 名、学部学生 6 名、研究生 1 名で構成されています。学生のうち、3 名は中国からの留学生です。荒木准教授の研究は、骨組構造の簡易計算モデル、形状記憶合金を用いた制震デバイスの開発などであり、計算力学とは異なりますので、以下では大崎の研究を紹介します。

研究の主なテーマは、構造最適化、建築の大スパン構造や張力構造の解析と設計、骨組構造の解析です。

構造最適化では、主に最適化手法を工学全般の構造設計に適用するための研究を行ってきましたが、最近では建築構造の耐震設計への応用にも重点を置いています。したがって、対象とする構造のほとんどは、骨組やトラスなどの線材で構成される離散構造物です。また、展開構造やメカニズムの設計のための最適化手法を開発中であり、これまでに存在しないような動作をする機構を最適化によって自動的に見出すことを目的としています。さらに、建築骨組に用いられる制震デバイスの性能向上のための最適化手法も重要な研究テーマとなっています。これらの成果は、主に、WCSMO (World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization), ACSMO (Asian Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization)などの国際会議や、Structural and Multidisciplinary Optimization, Optimization and Engineering などの最適化の専門誌に発表しています。

大スパン構造は、スタジアムやアリーナなどの大空間を覆う構造であり、スポーツやコンサートで利用されます。また、災害時の避難所としても用いられるため、極めて高い耐震性能が要求されます。そのなかで、新国立競技場で不採択となった自由曲面シェルや、東京ドームなどの膜構造の形状を設計する方法に関する研究を行っています。これらの構造は、力学性能が形状に大きく依存し、若干の形状修正でコストも大きく変わります。最近では、さまざまな形状決定ツールが簡単に利用できるようになったため、建築家との協調による設計がますます重要になっています。そのなかで、力学性能に加えて施工性も考慮して最適な形態を求めるためには、線織面や可展面を接続した形状の最適化手法を開発することが有効であると考えています。これらの分野での成果は、IASS (International Association for Shell and Spatial Structures) などの空間構造の学会で発表しています。



図1 可展面を接続したシェル構造

膜構造やテンセグリティ構造などの張力構造は、力の分布と形が連成するため、形状決定は極めて困難であり、1960 年頃から活発に研究され、形態解析という建築独自の分野を築いてきました。本研究室では、張力構造の形状を力学の最小原理を用いてシステムティックに求めるための手法を開発し、対称性と安定性の関連性を解明するための研究も行っています。

研究室内での研究とは少し違いますが、防災科学技術研究所・兵庫耐震工学研究センター（E ディフェンス）との共同研究により、詳細有限要素解析による建築構造物の耐震性能評価手法を開発しています。同センターには、世界最大の振動台があり、その実験データを利用して、数値解析技術、データ分析技術を高めることが重要な課題となっています。超大規模計算は、スーパーコンピュータで可能ですので、我々は、実験の事前解析、実験によって得られる大量のデータの活用、大規模実験での詳細データの取得、免震要素などのデバイスの解析、損傷予測などを目的とし、そのための構成則の開発、プリポストの開発も行っています（これらの全てに直接かかわっているわけではありません）。

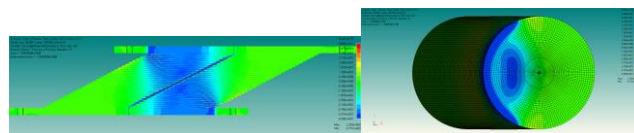


図2 免震支承の応力分布

研究室では実験を行わないこともあって、学生の研究はほとんど大崎との間で1対1で進めています。そのため、学生の研究時間はフレキシブルで、個人の努力によって研究の進捗スピードは変わります。また、研究テーマ選定でも個人の興味を優先します。このような環境を与えることによって、やる気のある学生はどんどん成長しますが、隣の人と研究の話をするのが難しいという問題点もあります。

建築の分野では、計算力学はますます重要になると考えられるにもかかわらず、力学とプログラミングの素養のある研究者や実務家は減ってきています。我々の研究室が、計算力学を通じて、建築構造の安全性向上に貢献できるように、研究を進めていきたいと考えています。

<http://www.se-lab.archi.kyoto-u.ac.jp/>

東京理科大学 工学部 機械工学科 山本研究室

山本 誠 (東京理科大学)

1. はじめに

水や空気といった流体は生活に潤いを与えるだけでなく、我々の快適な暮らしを支えるために重要な役割を担っています。航空機や自動車から家庭電化製品に至るまで、流体の関与する機械には様々なものがあります。山本研究室では、流体工学を基礎として、様々な機械の流れをコンピュータ・シミュレーションによって解明し、環境に優しく人間生活をより豊かにする機械の開発に指針を与えることを目標として、シミュレーションに特化した研究を進めています。最近では、様々な物理現象が複雑に相互干渉するマルチフィジックス流体現象に対するコンピュータ・シミュレーション手法の開発や医療分野における血流シミュレーションの応用研究に精力的に取り組み、開発した手法の産業応用・医療応用を図っています。

平成 28 年度の山本研究室は、山本誠教授、福島直哉准教授、守裕也助教の計 3 名のスタッフと、博士課程大学院生 3 名、修士課程大学院生 17 名、学部学生 6 名の計 26 名の学生、合計 29 名のメンバーで構成されています。研究については、重工業、自動車部品、環境機器メーカーなど様々な企業との共同研究のほか、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) や東京慈恵会医科大学との連携研究など、幅広い活動を行っています。

本稿では、我々の研究室で現在取り組んでいる航空宇宙分野、環境分野、医療分野における流れおよびマルチフィジックス現象に対するシミュレーション研究について、いくつかの計算例とともに簡単に紹介することになります。

2. 航空宇宙分野

航空宇宙分野の研究としては、ジェットエンジン関連のテーマがほとんどです。着氷、サンド・エロージョン、粒子付着 (デポジション) といったジェットエンジンで技術課題となっているマルチフィジックス現象に関する研究を主として行っていますが、ファン騒音の低減やエンジン内部の冷却流の特性解明といった研究にも取り組んでいます。また、ロケットや火星探査機の空力特性の解明や騒音問題にも挑戦しています。以下では、ジェットエンジンの安全性を改善するための着氷現象に対するマルチフィジックス・シミュレーションについて説明します。

着氷は、大気中の過冷却水滴が壁面に衝突、過冷却状態が解除されて、氷層を形成する現象です。航空機の飛行中に着氷が生じると、主翼や補助翼の空力性能を低下させ、墜落事故など航空機の運航に著しい危険を及ぼすことが知られています。また、ジェットエンジンに着氷が発生すると、ファンや圧縮機の動静翼の空力性能が低下するだけでなく、はく離した氷片が下流側の要素に機械的な損傷を生じることもあり、エンジン停止など重大な事故につながる恐れがあります。このため、ジェットエンジンの設計時から着氷に対する十分な考慮が求められています。本研究室では、弱連成に基づいて、流れ場、液滴の飛行軌道、壁面に衝突した液滴の熱力学凍結計算、計算格子の再構成という 4 つの計算を繰り返し行うことで、時々刻々の氷形状の成長と翼の空力性能劣化を再現可能なシミュレーション手法を開発しています。図 1 はファン動静翼に対する計算結果の一例を示しています。過冷却液滴の平均直径は、

典型的な雲の中を想定して、 $20\mu\text{m}$ としています。この結果から、回転している動翼では前縁と正圧面のハブ側 (回転軸側) に、止まっている静翼では前縁、正圧面全面、負圧面の前縁側に氷層が形成されることが明らかとなっています。また、この程度の着氷でも、翼の空力性能 (特に揚力) が数%のオーダーで悪化するという結果が得られています。

さらに、個々の液滴の凍結プロセスを詳細に再現するため、MPS 法と呼ばれる粒子法シミュレーションを導入した予測精度の高度化や、JAXA との連携研究として液滴の凍結プロセスの実験的解明にも取り組んでいます。

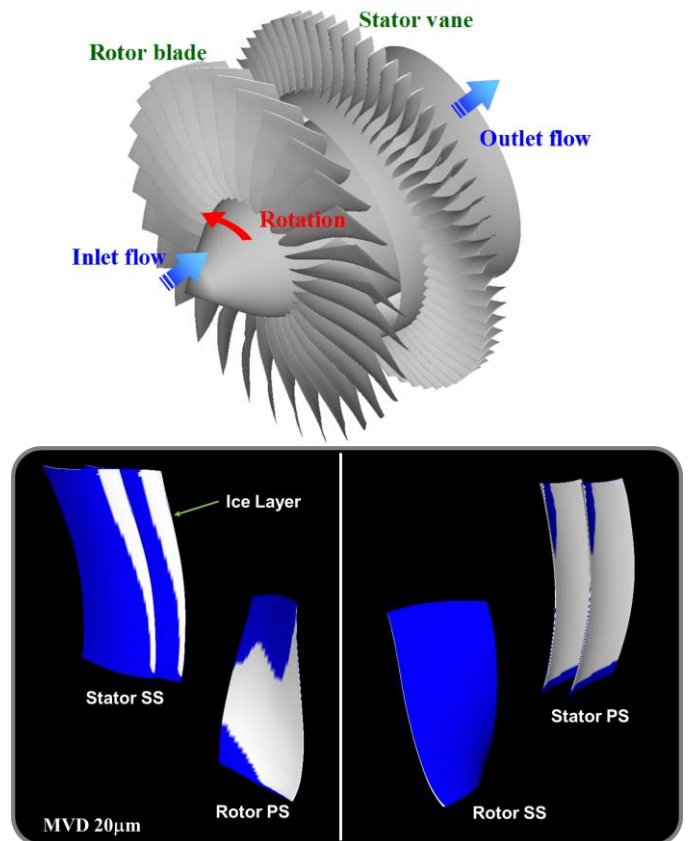


図3 ジェットエンジン動静翼における着氷

3. 環境分野

環境分野としては、風力発電用タービンの空力性能向上、ウィンドファームの出力増加、津波の被害を軽減するための海中防波堤や砂漠化を抑制するためのデバイスの開発、化学物質の除染プロセスの再現などについて研究を行っています。以下では、ウィンドファームの出力増加を目的とした研究について紹介します。

地球温暖化問題への関心の高まりとともに、風力発電が環境に優しい有力なエネルギー供給手段として急速に普及し始めています。しかし、火力発電など既存のエネルギー供給手法と比べると、その経済性は未だ低く、さらなる改良が求められています。風力発電の経済性を高める運用手段として、1つのサイトに複数台の風車を集約的に配置するウィンドファーム (大規模風力発電所) が建設されていますが、風車を集約して配置するため、風車間で流れの干渉 (特に、後流干渉) が生じ、ウィンドファーム全体の発電量低下を招いてしまうことが知られています。そこで、本研究室では、2台の風車間の後流における干渉プロセスを数値シミュレーションで明らかにし、最適な風車配置方

法を提案するとともに、このような後流干渉を回避するため、上流側に設置された風力タービンの制御手法（ピッチ制御など）についての研究を行っています。図2は典型的な後流干渉を可視化したものであり、上流側に設置された風力タービンの後流（主に翼端渦が崩壊したもの）が下流側に設置された風力タービンにかかって、下流側風力タービンの性能を低下させている様子が見て取れます。また、上流側に設置された風力タービンのピッチ角を制御することにより、下流側に設置されたタービンに干渉しない状態が実現できること、それにより2台の風力タービンの合計出力が改善されることなどを明らかにしています。

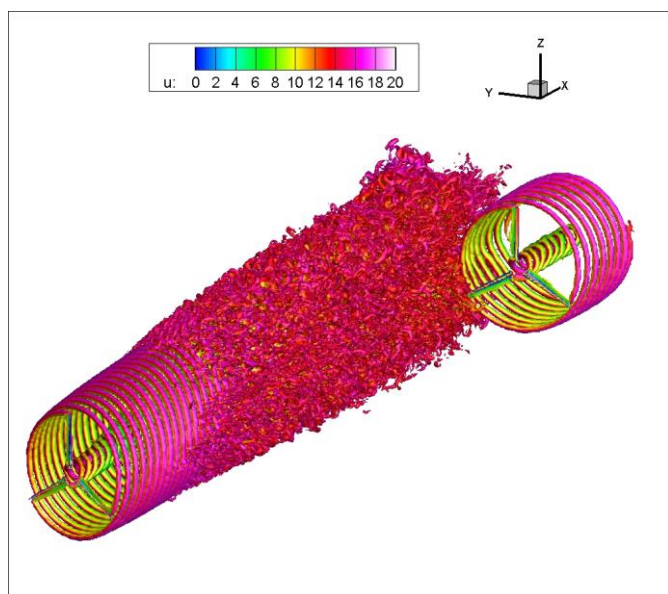


図4 風車間の後流干渉に関するシミュレーション結果

4. 医療分野

本研究室では、脳血管系の様々な疾病をコンピュータ・シミュレーションにより解析し、その診断基準を提案したり、手術に対する指針を提供することを目的とした研究に取り組んでいます。以下では、脳動脈瘤に対するコイル挿入手術（これをコイルリング手術と呼ぶ）の効果に関する研究について紹介します。

日本人の主な死因の1つである脳血管疾患に脳動脈瘤という病気が存在します。脳動脈瘤が破裂すると、くも膜下出血を起こし、約3割がその場で亡くなるといわれています。現在、この脳動脈瘤内にコイル（金属細線）を挿入したり、ステントと呼ばれる金属網状パイプ・デバイスを留置する手術によって、動脈瘤内への血流を妨げる治療が行われています。コイルを用いた手術法（コイルリング手術と呼ぶ）では、コイルをどのように挿入すれば最善の治療となるかが完全には明らかになっていないため、医者の経験や勘に頼って手術を行っているのが現状です。このため、治療後にコイルが潰れて、再手術を余儀なくされる患者の例も報告されています。そこで、本研究室では、患者個々の脳動脈瘤形状を用いた血流シミュレーション、コイルに対する変形シミュレーションを利用して、挿入されたコイルが血流に及ぼす影響を数値的に調査し、最善の治療となるコイルの挿入状態を明らかにするとともに、コイルの構

造力学的特性を評価し、高い治療効果が期待できるコイルの挿入指針を与えることを目的とした研究を進めています。すなわち、個々の患者に応じたテーラーメイド型医療への数値シミュレーションの適用を行っています。図3はコイルリング手術を2度行った患者に対する計算例で、手術前、最初の手術後、再手術後のコイルの形状と、最初の手術後の血流状態を示したものです。この患者の場合には、コイルの一部に高圧が作用し、コイルが潰れてしまったことを明らかにしています。また、複数の患者に対する同様のシミュレーション結果から、挿入したコイルが潰れないための望ましいコイル密度を提案しています。

このようなシミュレーションを医療現場で有効活用し、全国の医療機関で質の高い治療が等しく受けられる状況・体制を作っていくことが最終的な目標です。

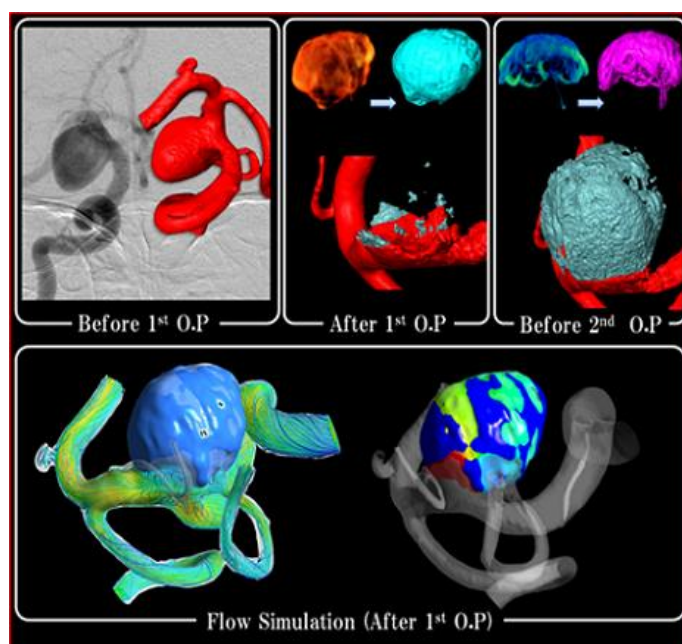


図5 脳動脈瘤における血流シミュレーション

5. まとめ

山本研究室では、上述のように、航空宇宙分野、環境分野、医療分野を始めとして様々な実用問題の数値シミュレーションに関する研究を精力的に実施しています。また、マルチフィジックス現象に対するシミュレーション手法を高度化するために、粒子法の長所を活かした固気液三相流に適用可能な数値計算手法の開発なども進めています。

本研究室では、これらの研究成果を企業や医療機関の現場に展開し、社会に還元することによって、我が国の製造業の国際競争力向上、世界的な環境・エネルギー問題の解決、超高齢化社会を迎えた日本における医療技術の改善など、様々な面からより良い社会の実現に貢献できることを願って、研究室一丸となって、シミュレーション研究に日夜取り組んでいます。

本研究室の研究業績については、研究室のホームページ (<http://www.rs.kagu.tus.ac.jp/yamamoto/indexj.html>) や東京理科大学が公開している教員ごとの研究業績リスト (https://www.tus.ac.jp/fac_grad/p/achievement.php?1699) などを参照していただければ幸いです。

編集責任者

西脇 眞二（京都大学）

山田 崇恭（京都大学）