

ポスト「京」重点課題プロジェクト アプリケーション開発フェーズの完遂に向けて

革新的シミュレーション研究センター(CISS)では、2015年2月より、2021年頃に共用が開始される予定である次期フラッグシップ計算機ポスト「京」で利用されるアプリケーションを開発する、ポスト「京」重点課題⑧「近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発」プロジェクトを推進しています。本ニュースでは、プロジェクトの成果を報告した、第2回HPCものづくり統合ワークショップ(左下写真)や、アメリカ合衆国テキサス州ダラスに於いて開催されたスーパーコンピュータ関連の国際会議SC18(右下写真)などの模様を中心にご紹介しました。

東京大学大学院工学系研究科が推進しているポスト「京」重点課題⑥「革新的クリーンエネルギーシステムの実用化」プロジェクトと共催した、第2回HPCものづくり統合ワークショップ(昨年9月26日に開催)では高速化・最適化技術に焦点を当て、話題提供をしてもらい、議論を深めました。ポスト「京」重点課題⑧プロジェクトでも、サブ課題A「設計を革新する多目的設計探索・高速計算技術の研究開発」において、この基盤技術の研究開発を進めています。開発した技術は、自動車の空力設計やターボ機械の騒音設計に適用し、その有効性の検証を進めています。また、ポスト「京」重点課題⑥プロジェクトで行っている洋上ウインドファームの風況予測に適用を図る予定です。高速化・最適化技術は、製品開発のターンアラウンドタイム短縮やコスト削減に貢献するものであり、その成果には

産業界からも大きな期待が寄せられています。統合ワークショップでいただいたご意見を参考にして、引き続き得られる成果が実用性の高いものとなるように研究開発を進めてまいります。

ポスト「京」重点課題⑧プロジェクトで得られたさまざまな成果は、本ニュースで紹介しているもののほかにも、様々な機会で紹介しています。その一つのイベントとして、来たる本年3月13日に、第4回ポスト「京」重点課題⑧シンポジウムを開催します。本プロジェクトのアプリケーション開発フェーズは残り1年余りです。プロジェクトでは機能・精度・実行速度などのアプリケーションの性能と実際の製品に適用した場合に得られる効果の予備的な検証を進めています。本シンポジウムではこれらの成果を中心に報告する予定です。是非、多くの皆様のご参加をお待ちしています。

ポスト「京」の共用開始が約2年後に迫っており、ポスト「京」を利用した早期の成果創出に向けた議論が始まっています。我々としては、これまでに引き続いて、バイオテクノロジー、ナノテクノロジーおよび環境・防災を含めた、ものづくり分野に真に役立つシミュレーション技術の実用化に向けて、その研究開発に取り組んでいきたいと考えています。引き続き関係各位のご理解とご協力をお願いする次第です。

センター長・教授 加藤千幸



第2回HPCものづくり総合ワークショップの様子



SC18の様子

ポスト「京」重点課題⑧・重点課題⑥第2回HPCものづくり統合ワークショップ

世話人：高木亮治（JAXA）、吉川暢宏（東大生研）

平成30年9月26日(水)に、東京大学生産技術研究所セミナー室に於いて、ポスト「京」重点課題⑧・重点課題⑥第2回HPCものづくり統合ワークショップを開催しました。（主催：東京大学生産技術研究所 革新的シミュレーション研究センター、共催：東京大学大学院工学系研究科ポスト「京」重点課題⑥プロジェクト）

このワークショップは、プロジェクトの成果の効果的展開や有用なアプリケーション機能の見極めなどに貢献する、研究機関、産業界の専門家集団による「HPCシミュレーション技術」に関する技術的議論の場と考えています。第2回目となる今回のワークショップでは、熱・流体・材料・構造・マルチフィジックスすべての分野で関心の高まっている「高速化」と「最適化」に焦点をあてて、議論しました。

重点課題の実施者だけでなく、幅広く学界・産業界の方からも最新の研究結果を講演いただき、そして、当日は雨天にも関わらず、38機関53名の方に参加いただきました。盛会裡に開催することができ、非常に有意義なワークショップとなりました。

A. 高速化セッション

ものづくりの解析ターンアラウンドタイムの短縮に貢献する、解析の高速化に向けた工夫として、主にアルゴリズムによる高速化についての講演をいただきました。

このセッションでは、重点課題⑧のターゲットアプリケーションであるFrontFlow/blue(FFB)および重点課題⑥のターゲットアプリケーションであるADVENTUREの高速化の状況を報告したほか、重点課題⑧で開発を進めているアルゴリズムについて紹介されました。それに加えて、東北大学流体科学研究所の森井雄飛先生より、燃焼解析に対する、解析コストの大幅な削減を目的に開発された、化学反応の高速積分法について紹介いただきました。

紹介いただいた内容をもとに、活発に議論される場となりました。

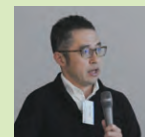


B. 最適化セッション

ものづくりにおける最適化について基礎技術から応用事例までを幅広くご講演いただきました。

このセッションでは、重点課題⑧での研究紹介を行ったことに加えて、名古屋大学大学院情報学研究科の畔上秀幸先生（題目「形状最適化理論と実問題への応用」）、京都大学大学院工学研究科の西脇眞二先生（題目「トポロジー最適化によるマルチマテリアル構造設計」）に講演いただき、学界での研究の現状と実用例、将来展望について紹介いただきました。そして、産業界の方として、三菱自動車工業株式会社の伊藤篤氏より「自動車の熱流体問題における形状最適化の適用事例」と題した講演により、また、横浜ゴム株式会社の小石正隆氏より「フィラー充填ゴムのモルフォロジーに関する材料設計指針の探索」と題した講演により、最適化の産業界における取り組み、設計・開発現場での課題、今後の期待について紹介いただきました。

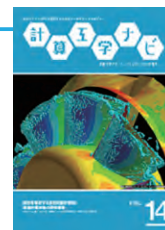
紹介いただいた内容をもとに、活発な意見交換が交わされる場となりました。



このワークショップで紹介された重点課題⑧の成果は、JAXA 大山聖先生が責任者を務めているサブ課題A「設計を革新する多目的設計探査・高速計算技術の研究開発」における研究成果です。その内容は、計算工学NAVIニュースレター Vol.14にまとめているので、あわせて参照ください。

計算工学NAVIニュースレターは以下からダウンロードできます。

<http://www.cenav.org/nldl/>



世界で最も権威のあるスーパーコンピュータ関連の国際会議である SC18 (The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis) が、2018年11月12～16日に、アメリカ合衆国テキサス州ダラスにおいて開催されました。Exhibitsでは、今回も300以上の展示ブースにより最先端の技術と研究成果の紹介がありました。

その中で、我々はExhibitorとして、現在代表機関として実施しているプロジェクト『ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関するアプリケーション開発・研究開発』重点課題⑧での取り組み内容を、重点課題⑥『革新的クリーンエネルギーシステムの実用化』との連携を含めて、紹介しました。ポスター展示、ビデオ放映、仮想現実感 (Virtual Reality (VR)) を利用して、得られた成果の紹介を行いました。VRによる可視化の実演は、SCの参加者だけでなく、そのご家族にも体験いただくことができ、今回も大変好評を得ることができました。



CISS (革新的シミュレーション研究センター) ブース

Topics

スーパーコンピュータのランキング

SC18の開催に合わせて発表されるTop500では、2018年6月のランキングに続いて、Summit (アメリカ合衆国、143,500.0 TFlops) が1位を獲得しました。このランキングはLinpackによる連立一次方程式の処理速度によるものですが、共役勾配法の処理速度による国際的なランキングHPCGでも、このシステム (2925.75 TFlops) は1位を獲得しました。それぞれのランキングの2位は、アメリカ合衆国のSierra (94,640.0 TFlops (Top500)、1795.67 TFlops (HPCG)) でした。なお、日本のシステムとしては、Top500には産業技術総合研究所 (AIST) に設置されたAI Bridging Cloud Infrastructure (ABCI、7位、19,880.0 TFlops) が、HPCGには「京」 (3位、602.74 TFlops)、ABCI (5位、508.85 TFlops) 他が上位にランクされています。

今回のTop500では、アメリカ合衆国のシステムの性能の合計は全体の38%、中国のシステムの合計は31%となっていました。一方で、システム数は、中国のシステムが227 (45%) となり、アメリカ合衆国 (109、22%) を超えています。日本のシステム数は31 (6%) で、中国、アメリカ合衆国に次ぐ数のシステムがランキングされています。

この他、省エネのランキングを示すGreen500では、理化学研究所に設置されたShoubu system B (Top500は375位) が引き続き1位を獲得しましたが、Top500の上位の、Summitが3位、ABCIが4位、TSUBAME3.0 (Top500は22位) が5位、Sierraが6位にランクされました。また、大規模データ処理の処理性能を示すGraph500で、「京」が引き続き世界1位にランクされました。

Gordon Bell Prize



今年のGordon Bell Prizeは、Sustained Performance Prizeとして、Oak Ridge National LaboratoryのWayne Joubert氏ら7名のグループの「Attacking the Opioid Epidemic: Determining the Epistatic and Pleiotropic Genetic Architectures for Chronic Pain and Opioid Addiction」に、Scalability and Time to Solutionとして、Lawrence Berkeley National LaboratoryのThorsten Kurth氏ら12名のグループの「Exascale Deep Learning for Climate Analytics」に授与されました。いずれも、Top500ランキングで第1位を獲得しているSummitを利用した研究です。6件のファイナリストのうち、受賞した2件の研究、およびポスト「京」重点課題③「地震・津波による複合災害の統合的予測システムの構築」プロジェクトのグループによる研究を含む5件が、データサイエンスに関係した研究でした。

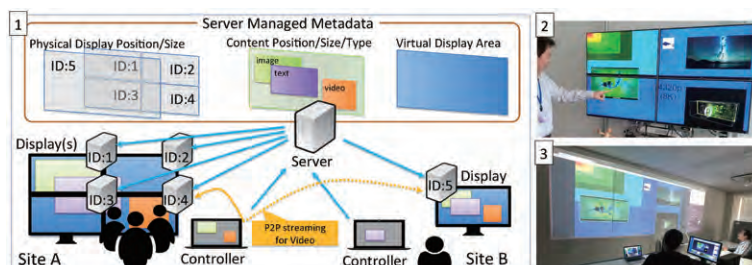


小野 謙二 客員教授

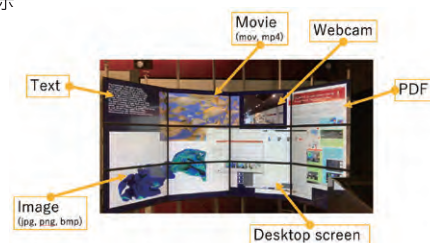
リッチコンテンツを利用した協調作業インフラ ChOWDER

製品設計などのように複数の要因があり、俯瞰的な視点でプロセスを統括していく必要がある場合や、多人数での情報共有やブレインストーミングなどのように、情報に基づく議論を進める場合、巨大なピクセル空間を効果的に利用するしくみは、データに基づく意思決定を有効に支援できます。ChOWDERは、複数のディスプレイ装置を用いて仮想的に一つのピクセル空間(VDA, Virtual Display Area)を構成し、ユーザPCにあるコンテンツをWebブラウザを用いて簡単な操作で共有する機能を提供します。また、ネットワーク経由で遠隔地のTDW (Tiled Display Wall)と接続

することもできるため、リモート環境でのコラボレーションのインフラとしても利用できます。有効な一つの利用事例として、グループディスカッションがあります。ディスカッションの参加者は各自のPCにある画像やpdf、ムービーなどのコンテンツをVDAに自由に配置できます。また、議論の進行に応じて、ダイナミックにコンテンツを修正・変更し、議論を深めていくことができます。このしくみは、設計における多種多数のシミュレーションデータを用いた検討などに役立つでしょう。



- 1) ChOWDERのコンテンツ管理のしくみ
- 2) 4枚のディスプレイ(+ RasPI x 4)によるデータ表示
- 3) 4つのプロジェクトによるデータ表示

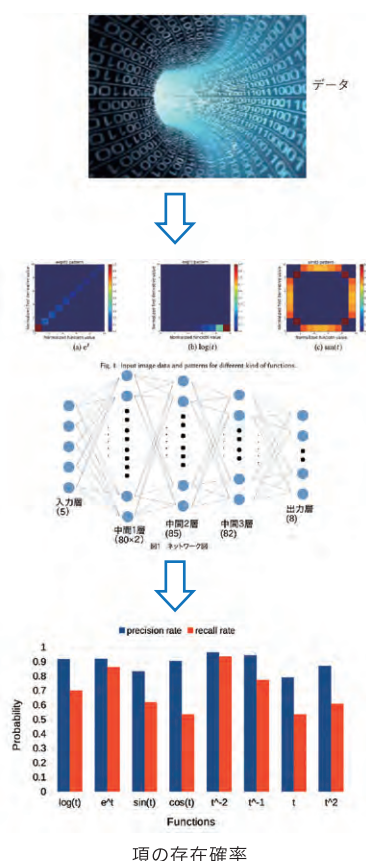
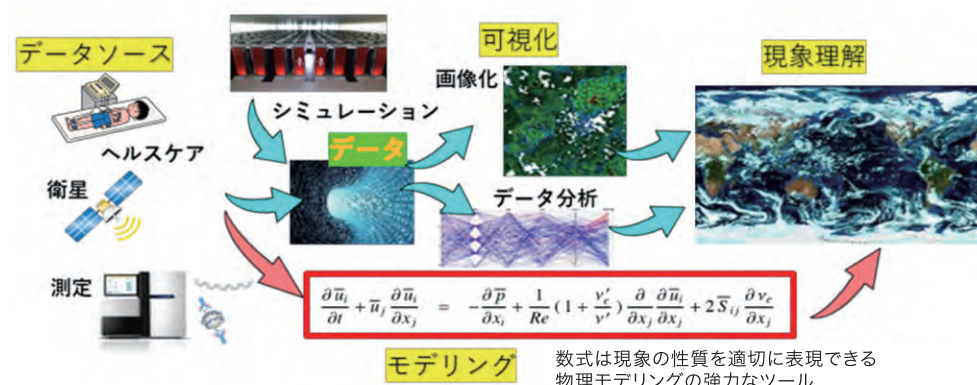


4k パネルを4 x 3に配置したタイルドディスプレイでのコンテンツ表示

データを表現する方程式の推論

シミュレーションは現象理解や設計に有用な手段の一つですが、現象を表す支配方程式はシミュレーションの重要な要素の一つです。しかしながら、全ての現象に対して適切な方程式が分かっているわけではありません。このため、実験データなどから方程式を見いだすことはシミュレーションを行う上でも重要になります。そこで、データ科学的なアプローチにより、与えられたデータから方程式を見いだす研究を行っています。

機械学習の手法を用いてデータから特徴量を導き、方程式を構成する要素である関数や項の形を推定し、その存在確率を求めます。得られた項の候補を用いて、遺伝的プログラミングにより式を作り出し、その式を元データと比較し、データの表現形として適切かどうかを判断していきます。現時点では、簡単な方程式を推定することができています。将来的には、この過程で得られる式の表現形から、現象を考える上で「そうだったのか!」という考えるヒントが出てくることを期待しています。





森田 直樹 助教



■ 熱可塑性炭素繊維強化プラスチック成形シミュレータの開発

世界の自動車保有台数や航空貨物需要は年々増加の一途を辿っており、持続可能な開発を実現するためには、環境に与える影響を最小限にしながら輸送効率を高めることが重要となっています。輸送機器の重量は輸送コストに直結するため、輸送効率を高めるひとつの方法として、輸送機器の軽量化が挙げられます。軽量化の観点から、従来使用されている鉄鋼材に比べ単位密度あたりの引張強さ(比強度)が大きい、炭素繊維強化プラスチック(CFRP, Carbon Fiber Reinforced Plastic)が利用されています。特に、プレス成形により加工される航空機のジェットエンジンや自動車ボディの部材など、強度と同時に成形性も要求される部品には、短い成形時間と成形性の高さから、加熱により軟化する性質を有する熱可塑性 CFRP が注目されています。

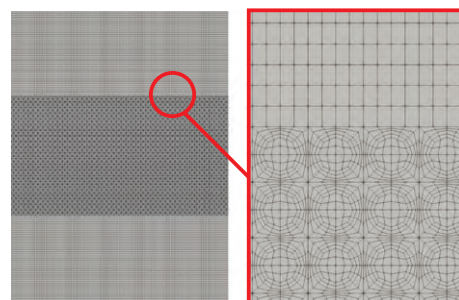
熱可塑性 CFRP 製の製品を普及させ、安全に利用する上で課題となっているのは、成形時に生じる残留ひずみや残留応力、炭素繊維の配向不整などの初期欠陥を低減させることです。プレス成形は加工時間が短く変形も大きいいため、成形時の軟化した CFRP 部材の内部状態を実験によって測定することは難しいものとなります。そこで、プレス成形時の部材の内部状態を、樹脂と炭素繊維を個別に解像するマイクロスケールシミュレーションとそのマクロモデル化により詳細に評価することで、CFRP 部材に生じる初期欠陥を推定し、高度な信頼性評価に基づく部品設計のための指針を示すことができると考えています。

CFRP は直径 7~8 μm ほどの無数の炭素繊維と樹脂によって構成されており、長さ数 m の部品内部に存在する繊維を詳細に解像すると、シミュレーション時に扱うデータ量が膨大になるため「京」に代表されるスーパーコンピュータの利用が欠かせません。そこで本研究は、文部科学省『ポスト「京」重点課題③近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発』プロジェクトのもと、次世代のスーパーコンピュータを駆使する環境を見据えた、シミュレーション技術の開発を進めています。

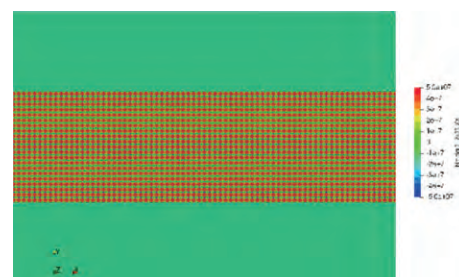
これまでに開発された熱可塑性 CFRP 成形シミュレータは、CFRP を構成する樹脂の複雑な材料物性を取り扱うための解析機能を有していましたが、この機能に加え、プレス成形シミュレーションのための熱-構造連成解析機能と接触解析機能が利用可能になりました。今後、実部品とシミュレーション結果の照合・比較などを進めるとともに、これらの成果を活用した、高度な信頼性評価に基づく設計プロセスの実現が期待されます。



CFRP の断面図



断面図から作成したマイクロモデルの一部



成形後の残留応力

■ 短繊維熱可塑性 CFRP の不確定強度モデルの開発

炭素繊維強化プラスチックを利用して量産車の軽量化を実現するためにはその製造コストを削減しなければなりません。熱可塑性 CFRP が有する短い成形時間と成形性の高さに加え、リサイクルが比較的容易な点から、比較的短い炭素繊維と熱可塑性樹脂を混練してプレス成形する手法が注目されています。しかし、短い炭素繊維を用いた CFRP は、混練や型内の流動によって炭素繊維の方向や密度が不規則に分布するため、成形後の強度予測は難しいものとなっています。この問題解決のため、ランダムな繊維配向を CT スキャンデータから取得し、実態に即したマイクロスケールシミュレーションに基づき、計算結果を統計的に処理することで、CFRP の不確定強度モデルの構築を目指しています。構築した不確定強度モデルとプレス成形シミュレーション技術をあわせて利用することで、材料の不確定性を考慮に加えた、成形時の初期欠陥と強度の相関を明らかにできるよう研究開発を進めています。

国際フロンティア産業メッセ2018に出展

平成30年9月6日(木)～7日(金)に、神戸国際展示場で開催された国際フロンティア産業メッセに(公財)計算科学振興財団/(国研)理化学研究所 計算科学研究センター/(一財)高度情報科学技術研究機構/当センターの4団体で連携して出展しました。

当センターのブースでは、ポスト「京」重点課題⑧の概要および成果等を、ポスターでの展示と動画での放映により、紹介しました。

また、来場の方にスパコンを利用したシミュレーションに触れて頂こうと、VR(Virtual Reality)体験と翼設計のシミュレーション体験のコーナーを設けました。VRでは、3次元可視化装置を用いて、自動車周りの空気の流れ、脳動脈瘤の血流、タンパク質の電子状態の、それぞれのシミュレーション結果を見ていただきました。翼設計シミュレーションでは、翼の形や傾きを変え、翼に働く揚力や抵抗力の大きさを、ノートパソコンを用いて計算していただきました。これらの体験コーナーは大変盛況で、2日間で200人以上の方に参加いただくことができました。特に、高等専門学校生や高校生が非常に集中して取り組んでいる姿が印象的でした。

※国際フロンティア産業メッセ2018には、512社・団体、568小間の展示があり、2日間で3万人を超える来場者が訪れ、過去最大規模となりました。



可視化シミュレーション体験(VR)



飛行機の翼のシミュレーション体験

理化学研究所 神戸キャンパス 一般公開に出展

平成30年11月23日(金)に、(国研)理化学研究所 神戸キャンパス一般公開に出展しました。理化学研究所 計算科学研究センターの「神戸スパコンシミュレーション王国」でポスト「京」重点課題⑧の成果を、ポスターや動画を用いて紹介しました。来場の方にシミュレーションを身近に感じて頂くため、「空気の流れを感じよう!」と題した、紙風船等を用いた空気の流れを体感する浮遊実験や、「飛行機の翼を設計してみよう!」と題した、翼設計のシミュレーションを行う体験コーナーを設けました。どちらも大変盛況で順番待ちとなりましたが、多くの皆様に体験していただくことができました。



第8回クラウドコンピュータ利用FFBの設計実務ハンズオントレーニングを開催

平成30年12月14日(金)に高度計算科学研究支援センターにおいて当センター主催、(株)ヴァイナス、(公財)計算科学振興財団共催で開催しました。熱流体・音響解析システム『FrontFlow/blue』について、「ファン空力騒音最適化」を題材に、メッシュ生成から非定常流れ場解析、大規模解析可視化、形状最適化までのプロセスを実習していただきました。

実習は、当センターのPCクラスターによるクラウドコンピュータを利用したものでした。16名の参加者にはご好評をいただきました。

イベント案内

開催のお知らせ

第4回ポスト「京」重点課題⑧シンポジウム

開催日：平成31年3月13日(水)

会場：東京大学生産技術研究所 コンベンションホール

ポスト「京」重点課題⑧の最新の成果を報告し、そして、それを踏まえて、どのような最終成果が得られるか、および、ポスト「京」を用いて何を行うかについて議論し、開発される、近未来ものづくりに利用されるアプリケーションを実用性の高いものにするを狙いとして開催します。

お申込み先 <http://www.postk-pi8.iis.u-tokyo.ac.jp/>

Knowledge Base 解析事例データベース

最先端のシミュレーションソフトウェアによる、さまざまな解析事例を収録

<http://www.cenav.org/>

今すぐチェック!

編集後記

本ニュースでは、ポスト「京」重点課題⑧プロジェクトに関する、最近の広報活動について紹介しました。このプロジェクトも残すところ1年余りです。本年3月13日に開催されるシンポジウムでは、ポスト「京」を用いて何ができるか想像いただけるような成果の報告ができると考えています。皆様のご参加をお待ちしています。

資料請求お問い合わせ先

TEL : 03-5452-6661

FAX : 03-5452-6662

E-mail : office@ciss.iis.u-tokyo.ac.jpURL : <http://www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/>

編集発行

東京大学生産技術研究所
革新的シミュレーション研究センター
〒153-8505
東京都目黒区駒場 4-6-1