

「京」の成果の結実とポスト「京」に向けた 研究開発に着手



2011年度から5年間にわたり本格的に実施してきた文部科学省「HPCI戦略プログラム」分野4「次世代ものづくり」が最終年度を迎えました。このプロジェクトは、革新的シミュレーション研究センターが中核機関となり、宇宙航空研究開発機構、ならびに日本原子力研究開発機構とネットワーク型の推進体制を構築し、「京」を用いて革新的な研究開発成果を創出することと、ものづくり分野において計算科学技術を飛躍的に推進する体制を構築することを目的として実施してきたものですが、これまでに、風洞試験や水槽試験などによって代わり得る精度を有するシミュレーションを実現したり、自動車の実走行状態におけるシミュレーションを実現したりし、「京」を用いて先端的な成果を上げております。また、アウトリーチサイトであるホームページ「計算工学ナビ：www.cenav.org」を立ち上げたり、ハンズオンセミナーを開催したりするなど、これらの成果の普及にも努めてきました。残された期間はわずかとなりましたが、当センターではプ

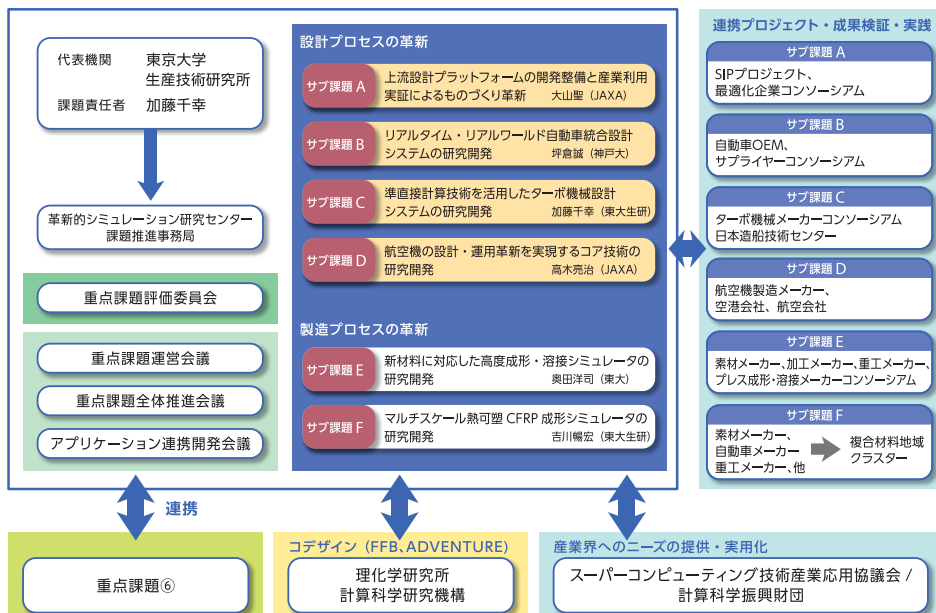
ロジェクト開始時にお約束した成果を確実に創出するとともに、今後はこれらの成果の実用化に向けた取り組みに注力していく所存です。

さて、「京」のプロジェクトの成功により、産業界も含めて、スパコンに対する期待はますます大きくなっており、このような期待に応える形で、2013年5月には、「京」の100倍の実効性能を有するスパコン(ポスト「京」)を2020年までに開発することが正式に決まり、開発プロジェクトがスタートしました。また、2014年度からは、また、ポスト「京」向けのアプリケーション開発プロジェクト(いわゆる重点課題)も開始されています。重点課題としては全部で9課題が決定されましたが、CISSはその内の一つである「革新的設計・製造技術」を中核機関

として実施するとともに、本学工学系研究科を連携して、「クリーンエネルギー技術」にも貢献していきます。本号では、去る3月20日に工学系研究科と合同開催した第1回シンポジウムの様子を紹介いたしました。また、CISSはポスト「京」の主要なパラメータを決定するためのコ・デザインにも参画しております。

このように、CISSでは「京」のプロジェクトを完遂させるとともに、そこで得られた成果を広く産業界に普及させ、実用化に向けた取り組みを開始するとともに、次世代の計算機であるポスト「京」の開発やアプリケーション開発も牽引していく所存です。引き続き、皆様方のご理解とご支援を頂ければ誠に幸いです。

センター長・教授 加藤 千幸



重点課題⑥実施体制

『「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』⑥⑧合同シンポジウム 開催報告

去る平成27年3月20日(金)東京大学生産技術研究所コンベンションホールに於いて、平成26年12月に採択された『「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』⑥(革新的クリーンエネルギーシステムの実用化)、及び、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)の合同シンポジウムを開催いたしました。

両重点課題は、広い意味での「ものづくり」関連分野であり、連携を密にした取組みによってより効果的・効率的な研究開発活動が期待されています。今回の合同シンポジウムでは、近未来のものづくりとエネルギーの諸問題に関して、ポスト「京」の計算資源を駆使することによって初めて拓ける「ものづくり」の新しい可能性を議論するとともに、両課題のアプリケーション開発における成果目標を、産業界も含めた広いニーズに合った期待度の高いものにするを狙いとしました。当日は160名以上の方々にご参加いただき、活発な議論が行われました。

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



重点課題⑧は、本事業におけるカテゴリー「産業競争力の強化」の一つとして採りあげられている課題であり、その概要につい

て課題責任者である生産技術研究所 革新的シミュレーション研究センター長の加藤千幸教授より紹介がありました。

現在ものづくりについてのグローバルな動きとしては、ドイツを中心として生産工程のデジタル化・自動化による抜本的コスト低減を狙ったインダストリー 4.0が推進されていることが知られています。これに対して重点課題⑧では、ものづくりの改革施策に関する費用対効果は上流に行くほど高いことにも着目し、超高速スパコンを駆使して製品の企画段階からデジタル化・自動化を行う「HPCデジタルエンジニアリ

ング」を推進することにより、開発期間の短縮・コスト低減を実現し、世界に先駆けて高付加価値(高性能・高信頼性)の製品を開発することで、国際的な産業競争力を抜本的に強化することをその目的としていることがまず示されました。具体的な取り組みの体制は、設計プロセスの革新という分類で、上流設計プラットフォーム関係、自動車統合設計システム関係、ターボ機械設計システム関係、航空機の設計・運用関係の4つのサブ課題を設定し、また製造プロセスの革新という分類で、成形・溶接シミュレータ関係、熱可塑CFRP成形シミュレータ関係の2つのサブ課題を設定するという説明に加え、それぞれの研究内容の概要紹介がありました。また、今回の事業はアプリケーションの開発が中心であり、その効果的・効果的な推進のため、関連の深い重点課題⑥との連携開発を図る計画が示されました。ものづくり立国である我が国の近未来の姿に興味をお持ちの多くの方々会場に足を運ばれ、有用な質問・コメントが寄せられました。

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

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(カテゴリー：エネルギー問題)の研究開発概要が同重点課題の課題責任者である吉村忍副研究科長・教授(東京大学大学院工学系研究科)より説明されました。我が国のエネルギー基本計画の中では、電源構成については、あらゆる面(安定供給、コスト、環境負荷、安全性)で優れるエネルギー源はないとの前提のもとにエネルギー源ごとの特性を踏まえ現実的かつバランスの取れた需給構造を構築する方針が打ち出され



ており、本重点課題でも、洋上風車、燃料電池、石炭火力、核融合といった様々なクリーンエネルギーシステムの高効率化・長寿命化・開発期間の短縮、そし

てシステムの重要な要素技術として膜・界面のモデリングにも取り組むことが示されました。

低環境負荷を実現する革新的クリーンエネルギーシステムの中核をなす複雑な物理現象の詳細解明と定量予測を、ポスト「京」を駆使した超高精度解析によって実現し、革新的クリーンエネルギーシステムの実用化を大幅に加速するといった所信が示されるとともに、これらを着実かつ効率的に進めるためのアプリケーション群の詳細も示されました。特にクリーンエネルギーシステムにおける複雑な物理現象の詳細解明のためにはマルチフィジックス・マルチスケールシミュレーション技術の研究開発が鍵であり、同重点課題でも積極的な研究開発がなされるとのことでした。

会場からはポスト「京」に捉われず、エネルギー問題解決のために様々な活動を行うべきだとの意見が出るなど、同問題に対する関心の高さを伺うことができました。

次世代上流設計プラットフォーム・熱流体系アプリケーション (FrontFlow、BCM、航空機全機解析用コード、LBM流体音響コード、他)

まず、パネル司会の加藤教授(東大)から、今回のパネルディスカッションは、研究担当者の紹介と今後一年かけて策定していくアプリ開発計画に対して色々なご意見をお聞きし、それを見直す機会にすることを目的にしているとの説明があり、続いて各アプリ開発担当者から、ポスト「京」を使って目指す研究開発の概要について説明がありました。

「HPC/PFCHEETAH」開発担当の小野チームリーダー(理研)は、「京」を使い国プロとしては初めての大規模並列計算を効率よく進めるプラットフォーム(枠組み)の構築を進めているが、ポスト「京」では新しい設計パラダイムの導入による革新を進めていきたいとのお話がありました。「FFR」開発担当の坪倉准教授(北大/当時)は、高精度解析によりドライバーの応答等を含む強連成解析・自動格子細分化機能と非構造格子CAD形状マッピングによる高い形状再現性などにより、100

億セル規模の大規模連成非

定常空力解析の実現と、操作性、乗り心地、快適性などの人間工学まで踏み込んだ感性評価までシミュレーションしたいとの発表がありました。「圧縮性乱流解析コード」開発担当の高木准教授(JAXA)は、離着陸、乱気流等による失速等の非定常な飛行も含めて、実機のまわりの気流を完全に再現し、フライトシミュレータの高度化、非線形制御による安全性の向上に寄与する運用プロセスをしたいとの説明がありました。その他に「FFB」開発担当の加藤教授、「LBM流体音響コード」開発担当の山田助教(九大)、「RIAM-COMPACT」開発担当の内田准教授(九大)、「大規模二相流解析コード」担当の米田氏(みずほ情報総研)から、それぞれの目指す開発概要について紹介がありました。



次世代構造・製造プロセス・マイクロ現象系アプリケーション (ADVENTURE、REVOCAP、プレス・溶接解析アプリ、熱可塑性CFRP解析、ABINIT-MP、PHASE/O、GT5D、他)

前半に引き続き、各担当者から個別のアプリに関して説明がありました。

「ADVENTURE」開発について、後半のパネル司会でもある吉村教授(東大)から、「京」で進めてきた原子力発電所等大規模構造物の耐震関係の開発を、ポスト「京」では、構造物が高温高圧の極限環境の中に置かれて、内部の熱流体から厳しい熱的な負荷を受けるもとの様々な非弾性材料挙動・損傷評価ができる形に機能を拡張していきたい、また「REVOCAP」「FFR」とのマルチフィジックスの強連成解析も開発するとの説明がありました。「FrontISTR」開発担当の奥田教授(東大)からは、熟練工によるトライアル&エラー依存からの脱却、高張力鋼、超高張力鋼などの新材料利用の拡大という課題から、高度プレス成形機・溶接の全体規模での変形予測をし、一連のワークフローをサポートするアプリ開発をめざすことが示され、「FrontCOMP」開発担当の吉川教授(東大)からは、CFRP成形の課題である全体の形状を正確に作るということが困難なことが説明され、樹脂と炭素繊維に分けての解析の高度化、他サブ課題との連携によりマクロスケール熱可塑性成形シミュレータの研究開発に取り組むことが紹介されました。「FFV-C、FFV-HC」の開発については、鹿園教授(東大)と長谷川講師(東大)から、固体酸化物形燃料電池(SOFC)電極の過電圧予測とSOFC電極形態変化の予測を組み合わせたの性能の予測、また、10年後の性能の予測を実現できるような開発を進めるとの説明がありました。井戸村研究主幹(JAEA)からは、長期代替クリーンエネルギー源と期待されるITERの実験を主導しITERへの投資効果を最大化するため、ポスト「京」で「エクサスケールコデザイン」「GKV」「GT5D」「MEGA」の開発に取り組むことが説明されました。「ABINIT-MP」開発については望月教



授(立教大)から、ポスト「京」によって粗視化MD用パラメータ(1万サンプル)も効率よく計算できることが期待されること、「PHASE/O」の開発については大野特命研究員(NIMS)から、メゾスケール手法の有効パラメータ算出の高精度化・高効率化と動的機能の高精度な解析を目指すことが、それぞれ紹介されました。

その後、参加されている産業界の方々との質疑応答では、「異種材料での接合についても研究開発してもらいたい。」「プレス成形後のひずみについては?」「最適化設計をどうデザインにつなげるかが大事、期待している。」など、多くの貴重なご意見や期待が寄せられました。

最後に、開発責任者である加藤教授と吉村教授から「ニーズとシーズのマッチングが重要であり、それぞれの課題が対応する産業界とも情報交換を密にして、しっかりとしたプロジェクトにしていきたい」と締めくくられ、パネルディスカッションは終了しました。

シンポジウム終了後の懇談会でも活発な議論が展開され、ポスト「京」でのアプリ開発への期待の高さがうかがえました。

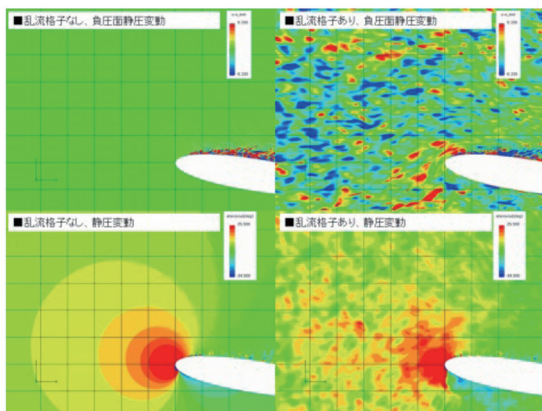


加藤 千幸 教授

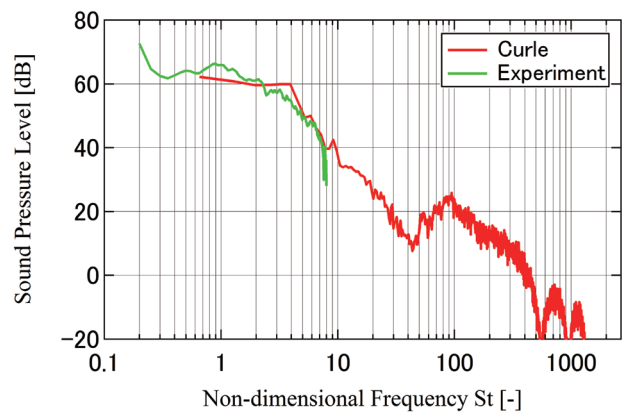
風車から発生する空力音の高精度予測が可能に！

風車の大型化が進むにつれて、風車から発生する空力音の大きさやその特性が問題となり、その予測精度の向上と低減手法の開発が望まれているところ、本研究では、流入風の変動によるガストノイズに着目し、翼から発生する空力音に与える流入風の変動の影響を詳細に検討しています。

昨年度は、流入風が変動する環境下での翼の表面圧力変動を計測し、空力音の発生メカニズムを考察するための基礎データを取得しました。また、数値解析により翼まわりの流れ場を再現し、分離解法を用いてガストノイズの音響解析を行いました。



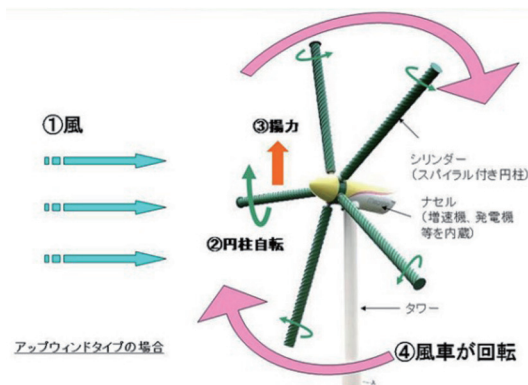
翼から発生するガストノイズの予測



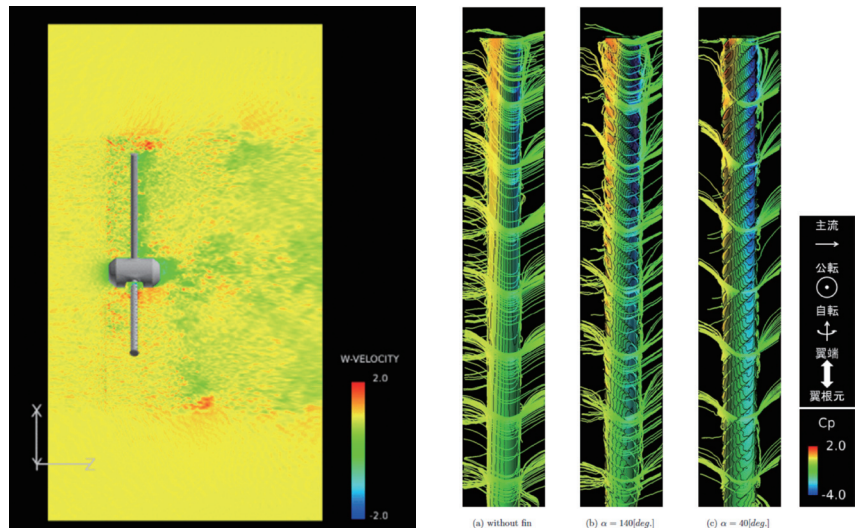
スパイラルマグナス風車まわりの流れを解明

マグナス風車とは、プロペラ風車の翼の代わりに回転する円柱を翼とした風車です。円柱にスパイラル状のフィンを取り付けたスパイラルマグナス風車について、風車全体の数値解析は行われていませんでした。そこで本研究では、スパイラルマグナス風車全体の数値解析を行い、流れ場を詳細に検討することで、スパイラルフィンが揚抗比性能を

向上させるメカニズムを解明することを目的としました。具体的には自転公転するスパイラルマグナス風車について2軸回転を含めた風車全体の数値解析を行い、自転周速比と公転周速比を変化させて、自転トルクと出力の特性を求めるとともに、これらの結果を用いてフィンの取り付け角による出力の違いが発生するメカニズムを明らかにしました。



出典：株式会社MECARO のホームページ



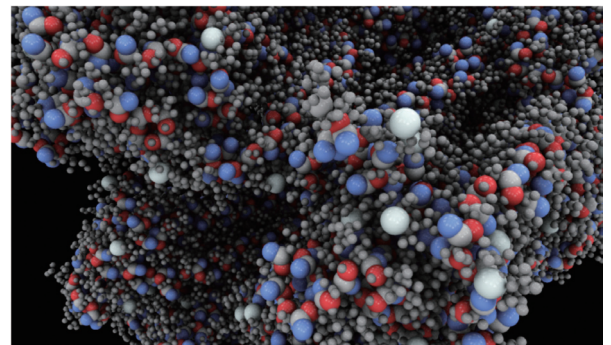
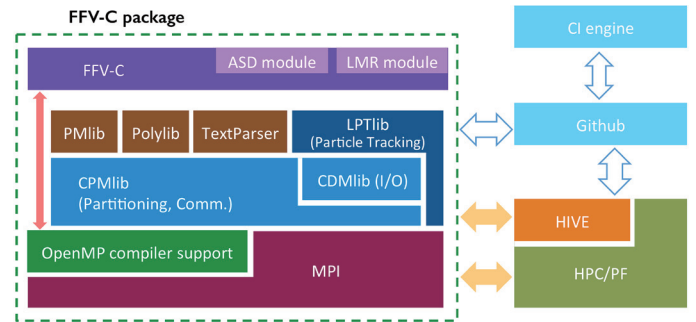
スパイラルマグナス風車の外観と、風車全体の流れ場と、静止系から見た円柱まわりの流線の比較



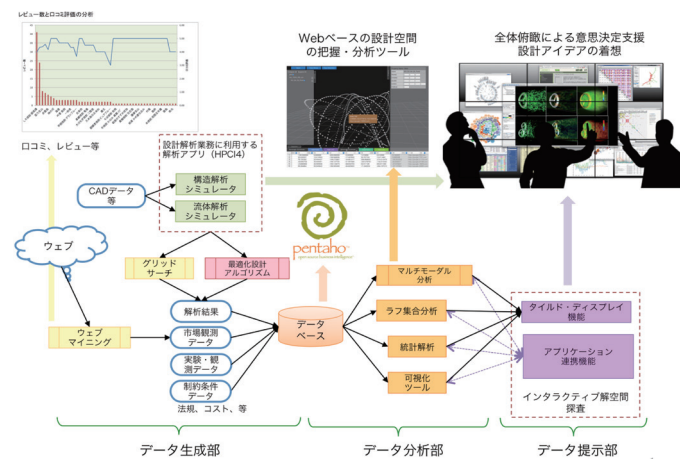
小野 謙二 客員教授

大規模シミュレーション技術の革新

高い信頼性をもつ流体シミュレーションには、大規模な計算格子と大規模並列計算機の有効利用技術、たとえば、計算機アーキテクチャを考慮した高性能なアルゴリズム開発、8万ノードを超える「京」コンピュータの性能を引き出す超並列化技術などが必要です。加えて、これらの大規模計算を設計で活用するためには、シミュレータ開発だけではなく、大規模な計算格子の自動生成、生成される多数のファイルから迅速にイメージを描画する可視化技術、流体解析を構成する全プロセスにわたる自動化なども重要な要素技術です。本研究室では、計算科学と計算機科学の融合技術により、先進的なシミュレーションシステムを構築し、産業分野への実応用と多方面への展開を図ることを目指しています。右図は、大規模並列熱流体シミュレータのソフトウェアスタックと大規模並列レイトレーサーによる並列可視化画像を示しています。



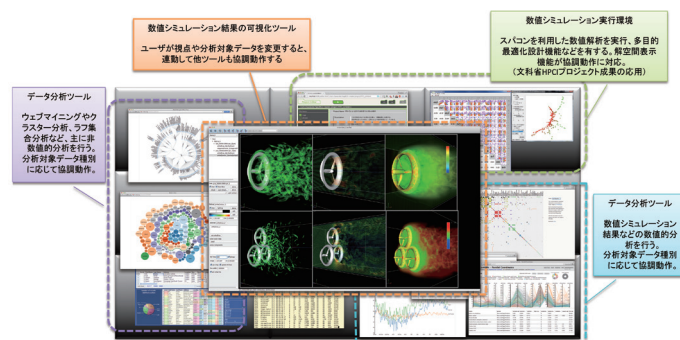
設計のパラダイムシフトへ ~SIP「全体俯瞰ワークスペース」プロジェクト

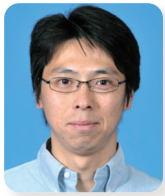


魅力や競争力のある製品の企画・開発には、その源泉となる優れたアイデアや目的に応じた最適な設計が必要です。本プロジェクトが提案する全体俯瞰ワークスペースとは、製品開発に必要な情報の全体像を俯瞰して、様々な条件を考慮することで新たな「気づき」を促し、より良い設計のための意思決定を迅速に行うためのシステムです。タイルディスプレイなどの大型表示装置上で相互に協調連携できるアプリケーションのインフラを利用することで、より詳細で多面的な検討を可能にします。

たとえば…

- 市場動向、性能、コストなど多様なデータを多角的に分析
- 超大規模なピクセルスペースでの 多種類の情報共有
- 複数のアプリケーション間の協調動作。1つのソフトウェア上である分析の切り口を指定すると、他のソフトウェアが関連データを提示
- マルチモーダル分析により全体俯瞰と詳細分析を効率よく繰り返し、設計者に「気づき」を促す環境を提供

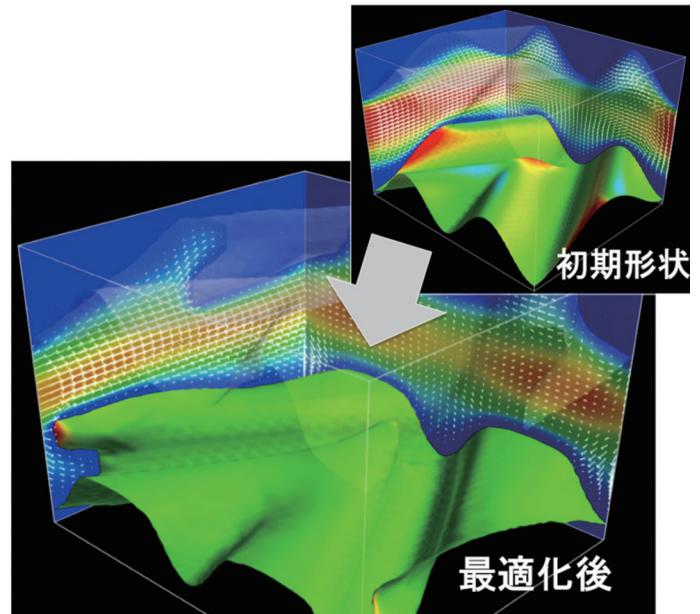




長谷川 洋介 講師

■ 最適な形を求める！

計算機性能の向上に伴い、身の回りの流れ、それに伴う熱・物質輸送のシミュレーションが可能となりつつあるところ、より高い性能を実現するための設計指針の獲得や最適設計は、依然として困難な課題です。我々のグループでは、高度な最適化数理の熱流体への応用を進めています。右図は、圧力損失を抑えつつ、伝熱促進を目的とした熱交換器の形状最適化の例です。低次元の設計空間において最適化された形状を初期条件として、伝熱面の全自由度を考慮した最適化を行いました。上記の例では、壁面を表現する点数は 10^4 オーダーですが、設計変数の次元を落とすことなく、数十回の計算により、最適解を得ることができました。今後、大規模化に対応することにより、超大自由度の熱流体システムの最適化への応用が期待されます。

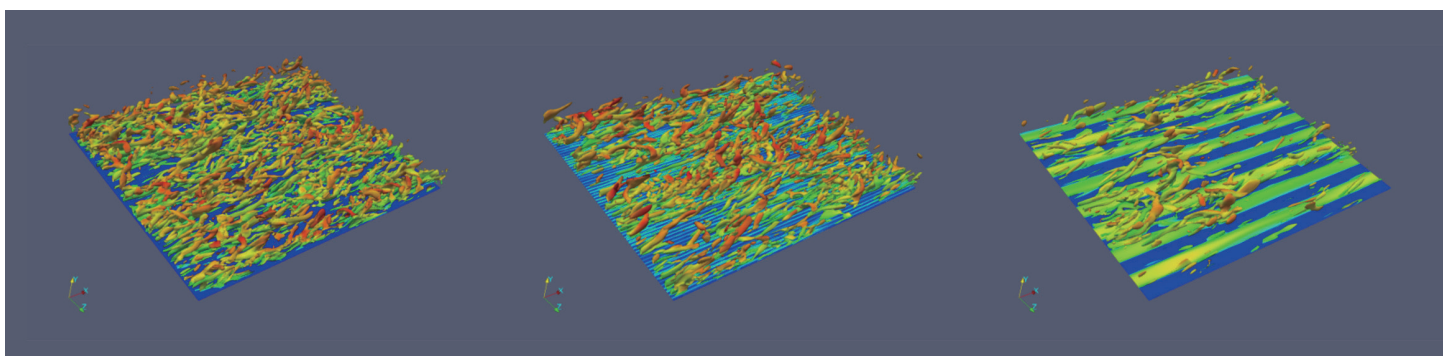


熱交換器伝熱面の最適化例

■ 植物の葉に学ぶ抵抗低減技術

蓮の葉は、表面に微細な溝を有しており、これにより水との実効接触面積が減ることで、高い撥水性能を持つことが知られています。本研究では、植物の葉を模擬した微細な溝付き表面上の流れのシミュレーションを行い、その抵抗低減効果を明らかにしました。気体が保持される溝部では滑り条件、それ以外は通常の滑り無し条件を課すことによって、超撥水面の本質的效果を数値的に表現しました。溝幅の増加に伴い、滑り長さが増すことで抵抗低減効果が得られる一方、乱流促進による抵抗増大効果が重畳し、最終的に得られる抵抗低減効果は、溝の幾何学的形状に大き

く依存することが分かりました。本研究で対象とした低レイノルズ数流れでは、圧力勾配一定条件において、超撥水面によって流量が50%程度増加することが確認されました。また、得られた物理的知見に基づき、抵抗低減効果のモデル式を構築しました。これによると、超撥水面を用いた抵抗低減に対するレイノルズ数効果は小さく、船舶等の高レイノルズ数流れにおいても高い抵抗低減効果が維持されることが予想されます。今後実用化に向けては、実証実験を進めると共に、表面の超撥水性を長期間維持するための手法の開発が望まれます。



異なる流れ方向溝幅を持つ超撥水面上的流れの様子
(渦コアを表す歪みテンソルの第2不変量の等値面、色は主流方向速度を表す)

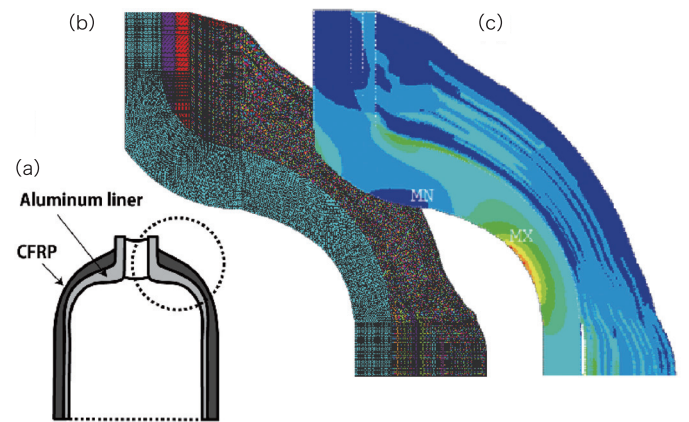


吉川 暢宏 教授

燃料電池自動車の普及に不可欠な高圧水素容器の高信頼性設計を強力にサポート

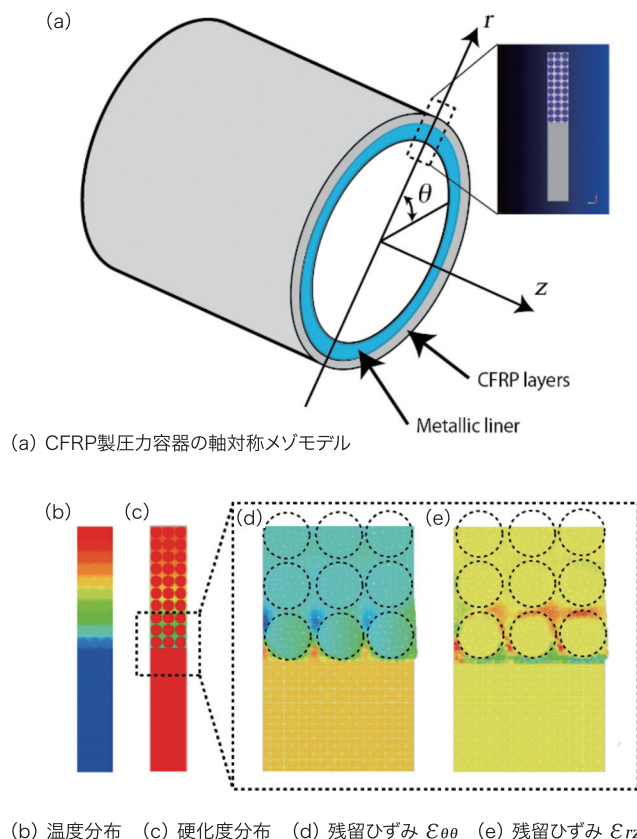
燃料電池自動車用の水素ステーション普及に向けて炭素繊維強化プラスチック(以下CFRP)製超高压水素蓄圧器の安全性と経済性の両立に対する要望が高まっています。Type3蓄圧器はアルミライナーに樹脂含浸させた炭素繊維束を巻きつけるフィラメントワインディング(以下FW)法で製造されます。周方向を強化するフープ巻き、軸方向を強化するヘリカル巻きを交互に繰り返して製造することを基本としますが、CFRP層が極厚となる蓄圧器においては、ドーム部の成形性の観点から、ドーム部の途中で折り返すハイアングルヘリカル巻きを巧妙に施す必要があります。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構による水素利用技術研究開発事業「燃料電池自動車及び水素供給インフラの国内規制適正化、国際基準調和・国際標準化に関する研究開発 複合圧力容器蓄圧器の基準整備等に関する研究開発」の委託を受けてCFRP積層構成のデータと照合しつつCFRP層の形状パラメータを調整し、詳細な容器

の有限要素データを半自動的に作成可能なソフトウェアを開発しました。このソフトウェアにより、CFRP内の積層構造を忠実に反映させた有限要素データが作成可能となり、蓄圧器の信頼性評価を強力にサポートするシミュレーションが可能となりました。



(a) Type3容器断面 (b) 直交異方性積層有限要素モデル (c) Mises応力分布

炭素繊維強化プラスチック製品の最適製造プロセス探索が可能に！



炭素繊維強化プラスチック(以下CFRP)製品の実用化において重要な課題のひとつが加熱成形により生じる残留ひずみや残留応力といった製造欠陥の評価です。熱硬化樹脂を用いた成形においては、樹脂の自己発熱による過剰な温度上昇による欠陥生成の問題が認識されており、強度信頼性を確保しつつ硬化時間を最短にする最適な温度制御の探索が必要です。このような最適化探索においてはよりの確なシミュレーションが必要とされます。そのためには、炭素繊維束と樹脂の複合システムとしての材料を複合則により連続体化して解析するのではなく、直接的に炭素繊維束と樹脂を個別に扱うミクロスケールモデルでの評価が有効であると考えられます。本研究では、ミクロスケールモデルを基軸とした硬化プロセスシミュレーションソフトウェアを開発し、高圧水素蓄圧器に代表される極厚物の炭素繊維強化複合材料を硬化させる際に発生する過昇温現象を的確に評価し、製造欠陥評価まで行う高度な信頼性評価に基づく、最適硬化プロセスの探索を可能にしました。

第5回 分野4次世代ものづくりシンポジウム

平成26年12月5日(金)に、神戸の国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究機構においてHPCI戦略プログラム「分野4次世代ものづくり」シンポジウムを開催し、会場をほぼ満杯とする135名あまりの方々にお集まりいただき盛会裡に終了しました。

第5回となる本シンポジウムでは、残り1年3か月で終了する本事業の5つの研究開発課題の成果と、それを広く産業界に普及させるためのさまざまな仕組みづくりやその実践状況について紹介しました。今回は、まず普及促進の主要施策であるHPC/PF (High-Performance Computing Platform)の開発状況やアウトリーチ活動の効果の状況について説明し、続いて各研究開発課題の最新成果を報告しました。特に、協力・連携して実証を行っている産業界の方々より、プラズマ気流制御による高性能風車、SiCパワーデバイス、自動車、船、燃焼器、複数車両同時最適化などのスパコン「京」による実問題の解析事例の報告がなされ、参加者との活発な意見交換が行われた点は大変有意義でした。

最後に、引き続き当初の計画目標を上回る成果を創出して行くことと、産業界と連携してその実用化の加速に貢献していくことを宣言してシンポジウムは締めくくられました。



分野4次世代ものづくり 第2回総合ワークショップ

平成27年3月11日(水)に、東京大学生産技術研究所において、分野4次世代ものづくり第2回総合ワークショップを、前回と同様に「流体・伝熱・燃焼」「先端アプリ・共通基盤・PF」「材料・構造・信頼性」の3部門構成で開催しました。

今回のワークショップでは、単なる成果紹介ではなく、各解析技術分野の専門家を対象とした、より深い技術的な議論を行うことを目的としており、各部門ごとに産業界での活用状況などが紹介され、活発な意見交換が行われました。延べ199名の参加がありました。



FFBセミナー

平成27年4月3日(金)に、神戸の高度計算科学研究支援センター(計算科学センタービル)2階実習室において、第6回クラウドコンピュータ利用FrontFlow/blueの設計実務セミナーを開催しました。今回は、「車体モデル周り空力のLES解析」を題材に、演習では、ノートPCを使用し『Pointwise17.3』によるメッシュ生成からFrontFlow/blueでの非定常流れ場解析、『FieldView15』による大規模解析可視化までのCFD設計実務の一連の作業を体験していただきました。

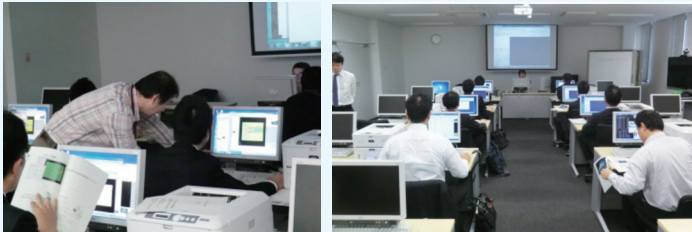
産協協 第3回HPCものづくりワークショップ 共催

平成26年12月19日(金)に、東京大学生産技術研究所において、スーパーコンピューティング技術産業応用協議会(産協協)主催の第3回HPCものづくりワークショップが開催されました。国プロアプリの展開としてFFB、FrontISTR、FrontCOMPの取り組みや、企業におけるオープンソースプログラムの活用事例などが紹介されました。



第1回HPC/PFハンズオンセミナー

平成26年12月1日(月)に、神戸の高度計算科学研究支援センター(計算科学センタービル)2階実習室において、第1回HPC/PFハンズオンセミナーを開催しました。第1回の今回は、HPCI戦略プログラム「分野4次世代ものづくり」で開発している各種解析アプリケーションをHPC/PF環境下で利用することで、パラメータスタディなど実設計に役立つ使い方が簡単にできることを体験していただきました。



イベント案内

開催日決定!

■ 第6回分野4次世代ものづくりシンポジウム (最終成果報告会)

日程：平成28年3月23日(水)・24日(木)
場所：東京大学生産技術研究所コンベンションホール

その他関連のイベント

■ 国際フロンティア産業メッセ2015

日程：平成27年9月3日(木)・4日(金)
場所：神戸国際展示場

計 算 工 学 ナ ビ

今すぐチェック!

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/>

編集後記

センターでは、「戦略プログラム」分野4次世代ものづくりの統合ワークショップと、ポスト「京」重点課題の⑥⑧合同シンポジウムを3月に開催し、その後、桜や新緑の季節を楽しむ余裕ならないほど年度末の各種報告書に追われる日々ですが、全てメンバーの皆様のご協力があってこそ成り立っていること。是日々感謝。

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.jp
URL : <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