

第3期革新的シミュレーション研究センターへ 平成30年4月に改組

シミュレーションと大規模データ解析を融合した新たな設計・評価技術の研究開発を推進

革新的シミュレーション研究センター（Center for Research on Innovative Simulation Software、略称 CISS）は平成30年4月に、大岡龍三教授、長井宏平准教授、森田直樹助教の3名を新メンバーに迎え、3期目の活動に入りました。本ニュースレターでは、新CISSの概要、および、新メンバーの研究内容を紹介させていただきます。

CISSは、2008年1月に東京大学生産技術研究所附属研究施設として設置され、2013年4月の1回目の改組を経て、1)世界をリードする先端的シミュレーションソフトウェアの研究開発、2)研究開発成果の社会への普及、3)シミュレーションソフトウェアを開発・利活用できる人材育成のための教育基盤の強化を目的に活動を行ってきました。第3期CISSでも、引き続き、この目的を達成するために活動を推進して参ります。

第3期CISSは、計算科学シミュレーションを中核とする新たな学術展開を先導することを目的に掲げています。新たなものづくりの方法論を提示するべく、ものづくり環境の変化に応じた、HPC利用技術の開発とその実証を行っていきます。たとえば、機械学習を応用した、最適化プロセスの効率化などの研究を推進していきます。これまでに蓄積されたさまざまな知見やシミュレーション技術を利用して、設計を革新的に高度化するとともに、理論解析、実験計測、計算科学、およびデータ科学を融合した、複雑な現象を予測したり、解明したりする新たな方法論を研究開発します。

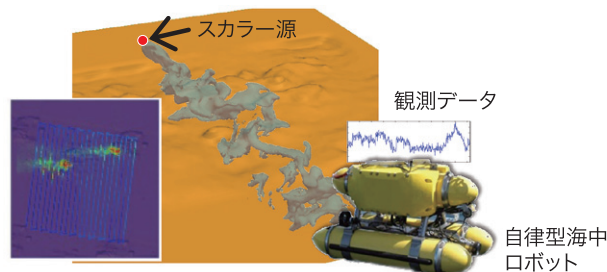
このような方法論の開発を含む先端的シミュレーションソフトウェアの開発は、文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研

究開発」（2008年10月から2013年3月）をはじめ、文部科学省「HPCI戦略プログラム」分野4次世代ものづくり（2011年度から2015年度）などの、多くのプロジェクトの中で進めてまいりました。現在は、文部科学省のポスト「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」プロジェクトを代表機関として推進し、ポスト「京」を利用して社会的・科学的課題を解決するためのシミュレーションソフトウェアの研究開発を行っています。

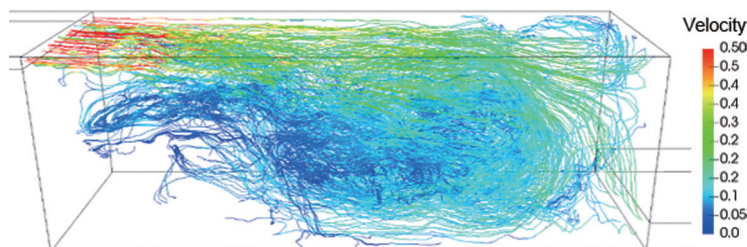
この成果は、今後、実証研究および実用化のための研究を行い、社会への普及を進めていくこととなりますが、そのためには、産業界や他研究機関との連携にさらに力を入れていく必要があります。ものづくり分野の先端的シミュレーションに関するワークショップやシンポジウムを開催するなどの取り組みの中で、上記の事業を展開するための、コミュニティや拠点の形成を図っていきたくと考えております。

引き続き、CISSの活動に対しご理解とご支援を賜りたく、よろしくお願い申し上げます。

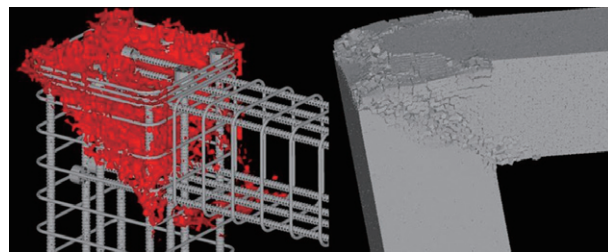
センター長・教授 加藤千幸



ロボットとシミュレーションの融合による海洋物質放出源推定(長谷川研究室)



格子ボルツマン法による建物内外の気流解析(大岡研究室)



柱梁接合部の破壊シミュレーション(長井研究室)

活動方針

●先端的シミュレーションソフトウェアの研究開発のために、基盤技術の開発を推進します。

- 1) 産業競争力の強化に貢献するHPCシミュレーション技術の研究開発を実施
- 2) センターを中核とした研究グループによる、ものづくり分野に係るプロジェクトを継続的に推進
- 3) HPCに係る研究実績を有する、海外を含む研究機関および企業との連携の推進

●開発した先進的シミュレーションソフトウェアを社会へ、広く普及させます。

- 1) 産業界を中心としたユーザーコミュニティとソフトウェアベンダーを巻き込んだ、HPCシミュレーションソフトウェアの新たな利活用法の提示
- 2) シミュレーションソフトウェアの産業利用促進のための取組の強化を実施
- 3) ユーザコミュニティを形成し、自発的なソフトウェアの機能強化を進める産学が連携する環境を強化

●シミュレーションソフトウェアを開発・利活用できる人材育成のための教育基盤を強化します。

- 1) センターが主体となって行ってきた大学院講義と社会人教育を、東大の全学的な教育活動にとどめず、他大学及び企業にまで展開
- 2) シミュレーションソフトウェア開発を推進し、利活用ノウハウを継続的に蓄積するため、シミュレーションソフトウェア開発の実務に携わる研究者のキャリアアップ支援を実施

●シミュレーションソフトウェアを中核とする新たな学術展開を先導します。

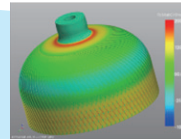
- 1) 研究開発を行ってきたシミュレーションソフトウェアの高度化と実用化を継続的に推進し、新たなものづくり方法論を提示
- 2) ビッグデータ融合HPC設計技術に係る研究開発を実施し、理論・実験・計算を融合したデータ科学による現象解明方法論の提示

研究開発分野

ものづくり

- 乱流数理工学
- 信頼性工学
- 輸送動力変換機器工学
- 最適設計工学

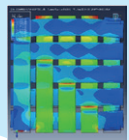
半場藤弘教授
吉川暢宏教授・森田直樹助教
加藤千幸教授・西村勝彦助手
長谷川洋介准教授



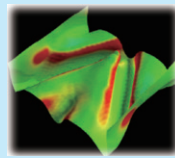
CFRP 容器最適設計 (吉川)



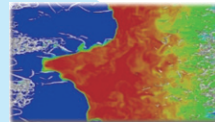
船舶・車等の設計 (加藤)



メソスケール強度解析 (吉川)



形状最適化 (長谷川)



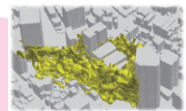
乱流モデル・制御 (半場、加藤、長谷川)

大規模データ解析

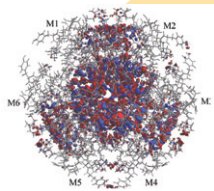
- 大規模データ解析工学
小野謙二客員教授



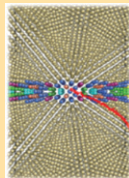
上流設計プラットフォームの整備 (小野)



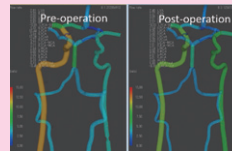
都市環境予測 (大岡)



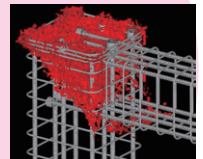
タンパク質設計 (佐藤)



物性評価 (梅野)



医療診断 (大島)

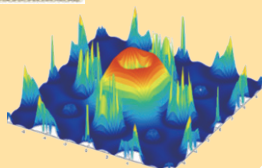


人工物モニタリング (長井)

ナノスケール分子デバイス・材料設計

- 生体材料工学
- 材料科学・材料創造
- 材料応用工学

佐藤文俊教授
溝口照康准教授
梅野宜崇准教授



電子スペクトル解析 (溝口)

医療工学・都市安全

- 医療工学
- 都市エネルギー工学
- 社会インフラ工学

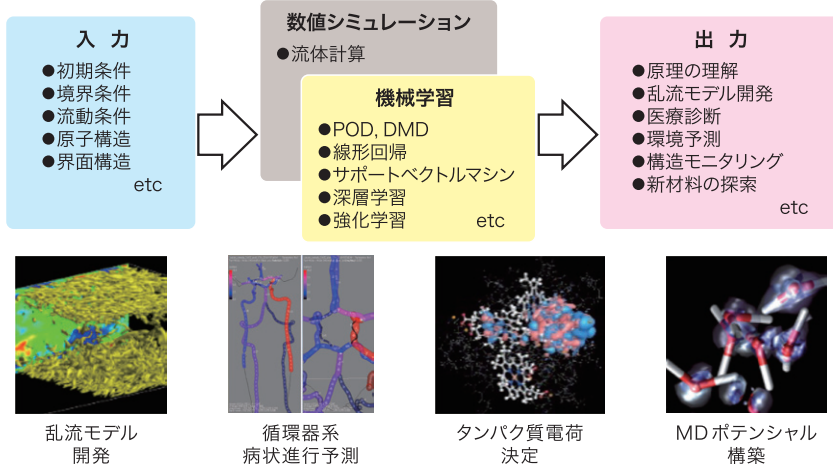
大島まり教授
大岡龍三教授
長井宏平准教授

将来のものづくりを変革するためのソフトウェアの高度化と実用化に加えて、シミュレーションや計測により得られるビッグデータを最大限活用して、実問題を解決していきます。

1

ビッグデータと機械学習

機械学習によってシミュレーションを高速化するとともに、ビッグデータからの特徴量を抽出します。



例

材料・構造

- 分子ポテンシャルの学習
- 粒界エネルギーの学習

熱流体

- 壁乱流モデル開発
- 乱流物理の解明

バイオ医療

- タンパク質電荷分布の学習
- 血流診断システム

2

マルチスケール・マルチフィジックス・シミュレーションによる最適設計

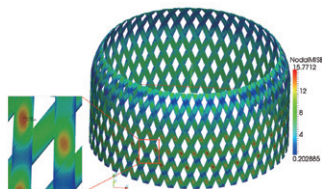
マルチスケール・マルチフィジックス・シミュレーションによる超多自由度最適設計ツールを構築します。

■ マルチスケール・マルチフィジックス設計ツール

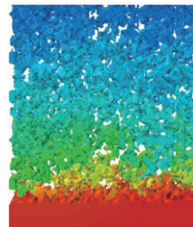
分子スケールから連続体までを繋ぐ材料設計・製造支援
高レイノルズ数壁乱流モデル、流体-構造連成解析

■ 超多自由度最適設計ツールの構築

随伴解析に基づく超多自由度最適設計



水素タンクのフィラメントワインディングのマルチスケール解析及び最適設計



燃料電池電極シミュレーションと多孔質構造最適化

例

材料・構造

- 分子から連続体までを繋ぐマルチスケール解析
- 水素タンク最適設計

熱流体

- ターボ機械最適設計
- エネルギー機器最適設計

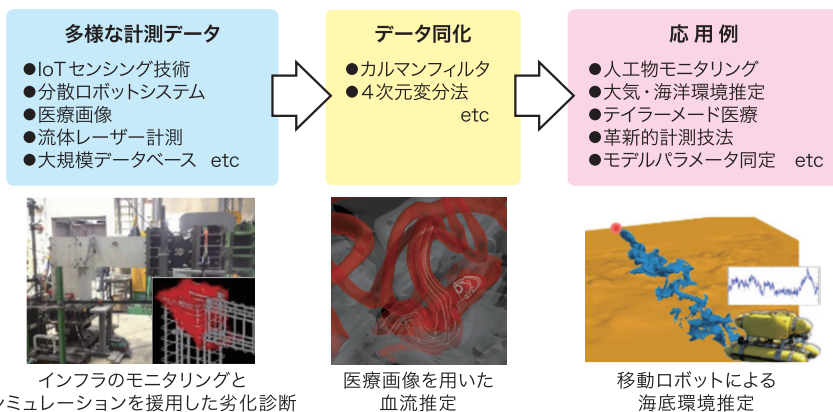
バイオ医療

- マルチフィジックス血流解析システム

3

計測とシミュレーションの融合による新付加価値創生

多様なデータから、データ同化により、実際の現象を推定します。



例

材料・構造

- 人工物モニタリング

熱流体

- 環境推定
- モデルパラメータ同定

バイオ医療

- 画像データとシミュレーションの融合による血流予測

4

全く新たなシミュレーションアルゴリズムの研究開発

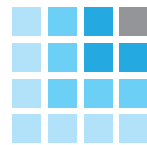
全く新たなシミュレーションアルゴリズムを研究開発します。

例

連続体力学のアルゴリズム+モデルリダクションを駆使した、新しいHPC計算アルゴリズムの研究開発

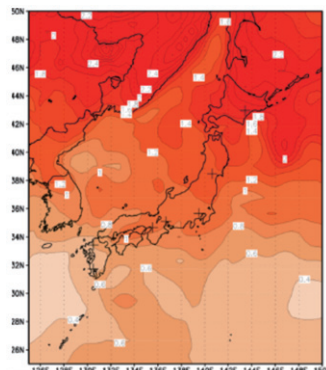
新メンバー研究紹介

大岡 龍三
教授



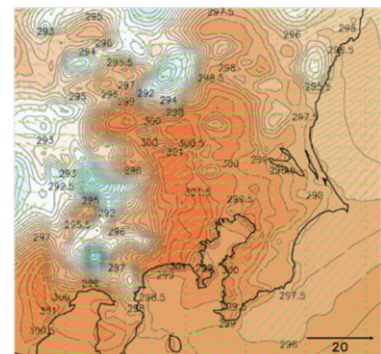
気候変動を考慮した未来の建築づくり・都市づくりのための研究開発

建築や都市の設計は、その環境や性能の向上を目的としなければなりません。そしてその環境や性能は、周辺的环境から大きな影響を受けます。したがって、未来の建築づくり・都市づくりのためには、将来の環境、すなわち気候変動の影響を考慮に入れる必要があります。ここでは、IPCCレポートなどで報告されている地球規模の将来気候のシミュレーション結果を利用して、それに力学的ダウンスケールを施すことにより、建築や都市の設計に利用可能な詳細な気象データの構築を行なっています。



全球気候モデルによる未来予測
(東大木本研より提供)

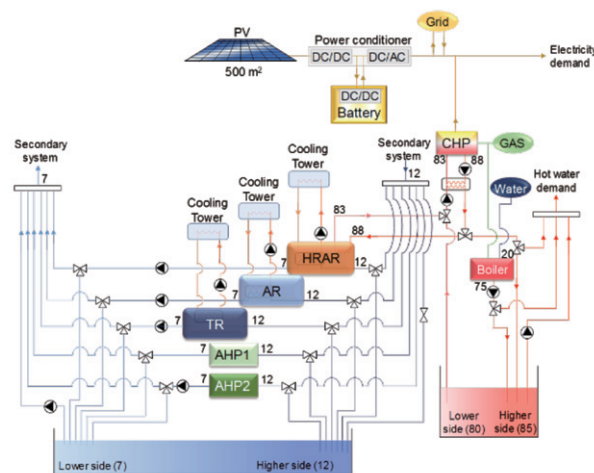
力学的ダウン
スケール



領域気象モデルによる
未来気象データの作成

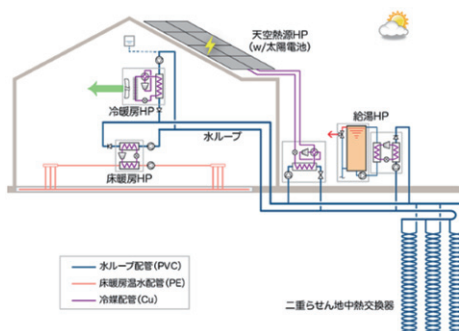
建築と都市のエネルギーシステムの最適設計・運用手法の研究開発

最近の環境問題、省エネルギー意識の高まりより、各々機器の性能は従来に比べ格段に進歩しています。建築や都市においてさらにエネルギー性能を高めるためには、それらの機器をいかに組合せ、運用するかが重要になります。ここでは、遺伝的アルゴリズム等に代表されるメタヒューリスティクスと呼ばれる最適化手法を用いることにより建築と都市のエネルギーシステムの最適設計・運用手法の開発をめざしています。



再生可能熱エネルギー利用する マルチソース・マルチユース・ヒートポンプシステムの開発

太陽熱や地中熱、大気熱などの再生可能エネルギーをうまく組み合わせ、ヒートポンプを利用することにより必要な場所に必要な熱を供給するマルチソース・マルチユース・ヒートポンプシステムの開発を行なっています。柏キャンパスにある千葉実験所にこれを実現する再生可能エネルギー試験建屋(略称REハウス)を構築しました。そこでは天空熱源ヒートポンプと地中熱交換器を循環水ループで接続し、そこから空調や、給湯、床暖房などの様々な用途に合わせてヒートポンプで熱を取り出しています。

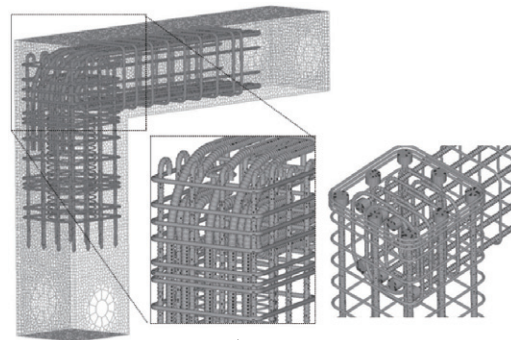


長井 宏平
准教授

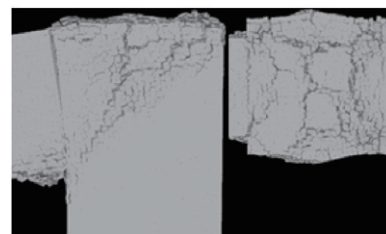


鉄筋コンクリートの微細構造解析による配筋の合理化

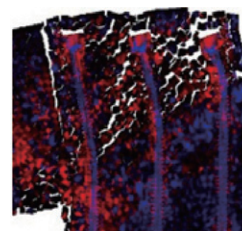
鉄筋コンクリートの中には多くの鉄筋があり、特に柱や梁が接合される箇所では多方向からの鉄筋が交差し、定着のために折り曲げられるなど、複雑に過密に配筋がされています。建設時には、鉄筋の組み立てが難しく作業時間がかかることや、コンクリートを打設する際には隅々までコンクリートがいきわたらない施工不良のリスクがあります。鉄筋配置の合理化には、荷重がかかったときの内部の応力状態やひび割れ進展を把握することが重要になりますが、複雑な配筋のために容易ではありません。長井研究室では、複雑な配筋状態での鉄筋のすべてを鉄筋の形状までモデル化し破壊のシミュレーションを行う3次元微細構造解析プログラムを離散解析手法である剛体ばねモデル(RBSM)を用いて独自に開発しています。柱梁接合部で曲げられて伸びる鉄筋をそのままにモデル化することで、鉄筋近傍で発生するひび割れも直接的に表現し、その全体挙動への影響を確認することができます。さらに配筋を合理化するために機械式定着具を用いた場合など、様々な状況を解析することができ、実験では計測が困難な内部応力状態などの把握を通して、効率的な検討が可能になります。



三次元モデル



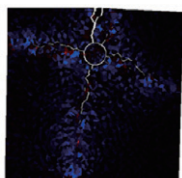
柱梁接合部破壊



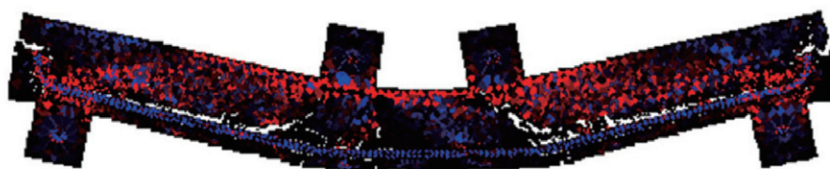
内部応力状態

劣化した鉄筋コンクリートの残存構造性能評価

今、日本の社会基盤構造物の劣化と維持管理が社会的にも問題になっています。その代表が橋梁ですが、多くの橋梁が鉄筋コンクリートでできており、その主な損傷は鉄筋の腐食です。鉄筋が腐食すると腐食生成物は体積の膨張によりコンクリートにひび割れを生じさせます。このような過程を経て劣化した鉄筋コンクリートの残存の構造性能を評価することは、補修の必要性の有無や順序を決める際に重要です。長井研究室で開発している3次元微細構造解析プログラムは、このような体積変化やひび割れ進展による損傷発生再現と、その後の耐力推定に適しています。解析では、鉄筋の腐食による体積膨張をステップごとに入力し鉄筋表面に圧力を発生させます。その圧力でコンクリートにひび割れが生じます。損傷を導入した後で、外部から力学的な作用を与え耐力を求めることができます。精度の高い推定には、鉄筋腐食によるひび割れ発生だけでなく、腐食度合いにより変化する鉄筋とコンクリートの付着特性も把握しモデル化することが重要であり、そのための実験も行っています。



鉄筋膨張ひび割れ



腐食した鉄筋コンクリート梁の載荷シミュレーション

第3回ポスト「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」シンポジウム

平成30年3月15日(木)に、本所コンベンションホールにおいて、革新的シミュレーション研究センターが推進する文部科学省「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「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」の第3回シンポジウムを開催しました。民間企業102社からの参加者を含め、251名の方々にご参加いただき、盛会裡に開催することができました。

本シンポジウムは、ポスト「京」向けに開発を進めているアプリケーション・ソフトウェアを実用性の高いものにするを狙いとして開催したものであり、最新の成果を報告するとともに、2年後に終了する本プロジェクトの最終成果目標の達成に向けた今後の計画、および開発したアプリケーションの実用化の方策などが議論されました。また、シンポジウムの冒頭に、「数値曳航水槽の実現に向けて」と題して、一般財団法人日本造船技術センター西川達雄課長に招待講演をしていただきましたが、世界最大規模のシミュレーションの実用化に向けた具体的な取り組みが紹介され、会場から高い関心を集めました。



西川達雄課長による招待講演の様子



加藤千幸センター長による全体概要の講演の様子

第10回PHASE/O利用講習会：基礎編(PHASE-Viewer利用)

平成30年5月11日(金)に、第一原理電子状態ソフトウェアPHASE/Oの利用講習会を、東京大学生産技術研究所セミナー室で開催しました。PHASE/Oは、「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発」プロジェクトの成果物の一つであるPHASEを基礎として、PHASEシステム研究会を中核とする体制下で開発改良されているものです。

利用講習会では、電子状態計算(バンド計算)に初めて取り組む方を対象に、機能紹介の講義とPCを用いた計算実習を行いました。18名の方に参加いただき、電子状態計算を体験いただきました。今回も参加者の皆様から高い評価をいただきました。



講習会の様子

イベント案内

国際フロンティア産業メッセ2018

開催日 ▶ 平成30年9月6日(木)～7日(金)
会場 ▶ 神戸国際展示場(神戸ポートアイランド)

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

開催日 ▶ 平成30年9月26日(水)
会場 ▶ 東京大学生産技術研究所



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、新たにスタートした第3期センターについて紹介しました。新センターの今後の活動をはじめ、得られた最新の研究成果等は、今後積極的に紹介していきます。また、ポスト「京」重点課題⑧は、昨年度に見直した計画に従って、着実に推進しています。その成果も紹介していきます。今後ともどうぞよろしくお願いいたします。

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.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