

スパコン「富岳」による世界最大規模空力シミュレーション

# Newsletter



価値創造スマートものづくり研究センター

発行：神戸大学 価値創造スマートものづくり研究センター

住所：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

電話：078-803-6250 Fax：078-803-6391

HP: <http://www.csi.kobe-u.ac.jp/kachi/index.html>

e-mail: [smart-center@org.kobe-u.ac.jp](mailto:smart-center@org.kobe-u.ac.jp)

令和4年夏号

Vol. 9 2022年9月

## スパコン「富岳」が拓く Society 5.0 時代のスマートデザイン

報告者：坪倉 誠 (神戸大学/理研)

少子高齢化に伴う労働生産性の低下，確実に来襲する新興ウイルスによるパンデミックや予期せぬ自然災害への対応，さらにはカーボンニュートラル社会の実現等，激変する社会に対応して今後も我が国がものづくり大国としてその国際競争力を維持していくためには，単なる性能試験の代替としてのシミュレーションを脱却し，新たなデジタルエンジニアリング技術を創生することが急務となります。我々のグループでは，今まで独自に開発してきた，スーパーコンピュータ「富岳」の性能を十二分に活用できるアプリケーションソフトウェアによる高性能大規模シミュレーションと，多目的最適化，機械学習，データ同化等のデータ科学を融合させることで，サイバー空間とフィジカル空間を高度に結合させた次世代デジタル設計システムの構築を目指しています。即ち，深層学習を用いたビッグデータ解析とは異なり，限定されたデータ群に物理シミュレーション技術を効率的に統合することで，演繹的なシミュレーション技術と帰納的な機械学習技術を高度に融合した最適設計システムの開発を目指します。開発したシステムは，我が国の機関産業分野を構成する自動車・機械・土木・建築分野に対して以下の四つの課題を選定し，その有用性を実証することで成果創出を狙います。構築したシステムは，我が国の基幹産業分野を構成する自動車・機械・土木・建築分野の応用課題への展開を目指し，自動車空力設計，都市・建築性能設計，室内環境設計，カーボンフリーガスタービン設計に適用することで，その有用性を実証します。研究開発はそれぞれのターゲットに対応した産学コンソーシアム（既に設置済み）を活用し，産業界での実用化を想定したシステムの設計から実証，さらには産業界メンバーへの技術教育を通じたHPC人材育成を経て，社会実装までを連携して行います。これにより，我が国を代表する基幹産業分野において，Society 5.0時代のスマートデザインを実現します。

ものづくりの分野では，製品・構造物の設計開発の様々な段階で，シミュレーションの活用が進んでいます。しかしながら現状は，製品・構造物の性能評価のための実験計測の補完的役割を演じているに過ぎません。我々のグループは，過去に様々なスパコン関連の国家プロジェクトを通して，HPC資源を活用して流体シミュレーションの時空間精度を飛躍的に高めることで，シミュレーションが風洞実験計測や性能評価試験の代替技術となりうることを実証してきました。さらに実験室レベルでの性能評価を越えて，気象条件等を考慮したリアルワールド条件での性能評価を実現してきました。これによりHPCシミュレーション技術の産業界への展開・普及に寄与してきました。ここでは，今まで我々が独自に開発してきたこのHPCシミュレーションを基盤技術として，多目的最適化，機械学習，データ同化等のデータ科学技術を融合させた新たなデジタルエンジニアリング技術を創生します。演繹的なシミュレーション技術と帰納的な機械学習・AI技術との融合は，その相互補完性の観点で既に研究レベルでは盛んに議論されています。

が、実際の製品開発を想定して実機や実在構造物を対象として、「富岳」に代表される大規模計算資源を活用した研究は世界的に見ても稀です。現在は、理研計算科学研究センターの他、他大学や機関とも連携して以下の四つの課題を推進しています。

**課題A：意匠空間を考慮したAI支援多目的最適化による自動車空力デザイン**

性能設計空間と意匠デザイン空間を融合させた新たな空力多目的最適化システムを構築し、実際の自動車空力設計に適用することで、その有用性を実証します。多次元設計空間での最適化を実現するために、遺伝的アルゴリズムに基づく多目的最適化を自動車設計で実用化するフレームワークを構築します。キャパシティコンピューティングによる多目的最適化で問題となる計算負荷低減技術として、機械学習によりサロゲート（代理）モデルやリダクション（縮約）モデルを構築し、多目的設計の大幅な時間短縮を目指します。  
（協力機関：広島大学）

**課題B：変容する都市・建築の自然擾乱対応の性能設計**

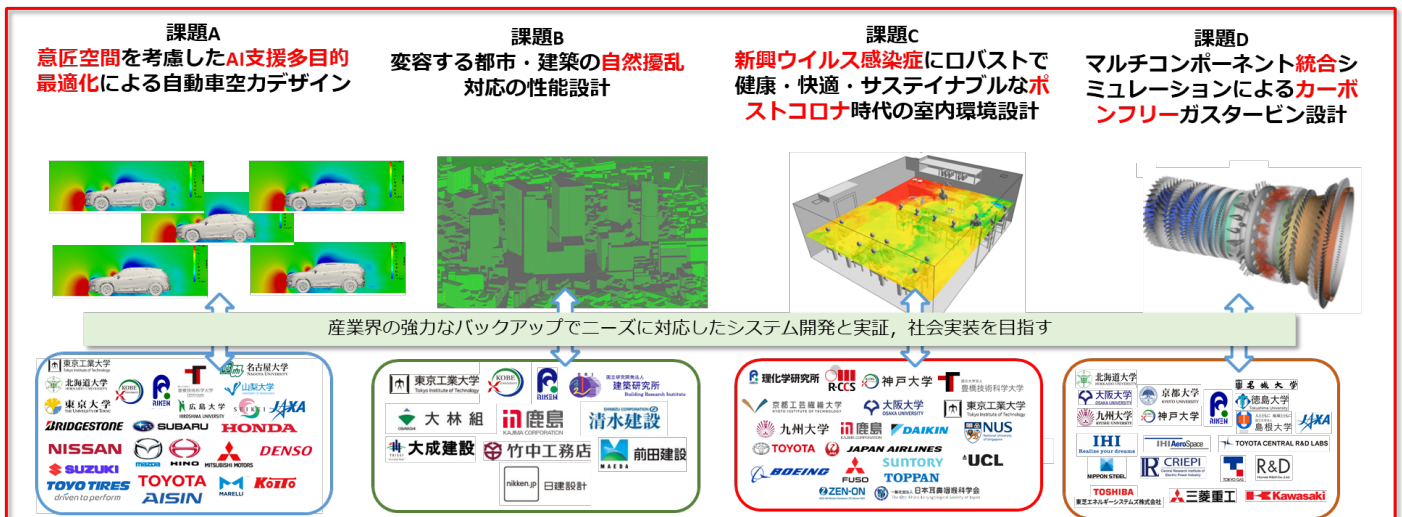
データサイエンスに基づきメタボリズム（新陳代謝）的に変容する都市・建築モデルをサイバー空間上に再現し、都市・建築の離散的空間での換気性能、グリーンインフラに基づく気温調整機能を定量化します。気象モデルと乱流シミュレーションを融合した広範囲の周波数帯の乱流変動を再現し、極端気象（スーパータイフーン、竜巻、豪雨）下での都市・建築の挙動を把握することで防災性能を予測します。Society 5.0の理念を踏襲しながら、自然起源の擾乱の都市・建築へのインパクト推定技術の社会貢献をめざし、コンソーシアムを基本として、産業界を巻き込んで実務的展開と不確定性に基づく性能設計の理念と方法を構築します。  
（協力機関：東京工業大学、横浜国立大学、近畿大学、お茶の水女子大学）

**課題C：新興ウイルス感染症にロバストで健康・快適・サステイナブルなポストコロナ時代の室内環境設計**

各種の空気感染性汚染物質の生成から室内空気中での輸送動態、さらに体内動態と免疫システム応答・生理反応までを包括的に解析し、可視化する統合的システムを開発し、「富岳」に実装します。室内の快適性と感染症に対するロバストネスを両立させる多目的最適化による設計手法を提案します。  
（協力機関：九州大学、神戸大学）

**課題D：マルチコンポーネント統合シミュレーションによるカーボンフリーガスタービン設計**

ガスタービンを構成する圧縮機、燃焼器、タービンを完全に統合してLES で一気に解く、世界初、真のマルチコンポーネント統合シミュレーション技術の開発を行います。本統合シミュレーションが、フラッシュバックや燃焼振動等の異常燃焼、さらには、窒素酸化物（NOx）、一酸化炭素（CO）、およびすす等の様々なエミッションの正確な予測に有用であることを示します。本統合シミュレーション（サイバー空間）結果から、異常燃焼発生時の物理メカニズムを解明し、さらに異常燃焼の兆候を自動で探知するためのAIセンシング技術を開発することによって、これらの知見、技術が実機（フィジカル空間）の設計や最適操作条件選定に貢献しうることを実証します。  
（協力機関：京都大学、九州大学）



運営委員：

センター長：貝原俊也 神戸大学 大学院システム情報学研究科 システム科学専攻

副センター長：白瀬敬一 神戸大学 大学院工学研究科 機械工学専攻

副センター長：坪倉 誠 神戸大学 大学院システム情報学研究科 計算科学専攻

運営委員：西野 孝 神戸大学 大学院工学研究科 応用化学専攻

運営委員：鈴木 洋 神戸大学 大学院工学研究科 応用化学専攻

学内協力教員：

協力教員：南知恵子 神戸大学 大学院経営学研究科 経営学専攻

事務局：神戸大学 大学院システム情報学研究科システム計画講座

場所：神戸大学 大学院システム情報学研究科本館 2階 S207 室

## 行事予定・その他

### ○ 行事予定

センター活動ポスター紹介 神戸大学工学部 創立100周年記念 工学フォーラム

<http://www.eng.kobe-u.ac.jp/anniversary/ceremony/ceremony.html>

日時：令和4年9月7日(水) 11時～13時

場所：神戸国際会議場 3F 国際会議室

ものづくりセミナー [http://www.csi.kobe-u.ac.jp/kachi/pdf/2022\\_08\\_10.pdf](http://www.csi.kobe-u.ac.jp/kachi/pdf/2022_08_10.pdf)

日時：令和4年9月27日(火) 14時～17時

場所：神戸大学 工学研究科内 (六甲台 第2キャンパス)

### ○ 寄稿文のご依頼

このセンターニュースですが、発行2年を経過し、当センターからの発信だけではなく、会員皆様からの寄稿文を掲載することで、コロナ禍、会員相互の交流の場が持てない中での一助にできないかということで、広く会員皆様からの寄稿文を募集することといたしました。

つきましては、ご希望がございましたら、下記担当までご連絡ください。別途センターニュースの様式をお送りいたしますので、寄稿文を1頁から2頁程度で作成いただき、寄稿される方の連絡先とともに当センターまで送付くださいますようお願いいたします。

なお、掲載にあたりましては、当センターで掲載の是非及び内容等の確認や校正をさせていただきますことをお含みおきください。

### ○ 会員募集について

令和2年4月1日から3Dスマートものづくり研究センターは、更なる研究内容の発展を目指し、「価値創造スマートものづくり研究センター」として、新たにスタートいたしました。

ここに、改めて皆様に会員として登録いただきたくお願いするものです。登録いただける方は、大変恐縮ですが、下記メールアドレス又は、QRコードに、お名前(フリガナ)、所属(会社名)、職名、e-mailアドレスを送信くださいますようお願いいたします。

なお、旧センターと同様に、特に会費等の支払いは必要ございません。

会員登録いただきました皆様には、季刊のセンターニュースレターのご連絡や、定期的に関連するシンポジウムやセミナーの情報をお送りするとともに、技術的な内容へのご相談などを随時受け付けております。

また、周りにご関心をお持ちの方がおられましたら、是非ご紹介を頂ければ幸いです。

【注意】 継続参加される場合にも、再度、登録が必要となりますのでご注意ください。

申込書返送先：神戸大学 価値創造スマートものづくり研究センター

事務担当：坂本

Phone: 078-803-6250, Fax: 078-803-6391

e-mail: [smart-center@org.kobe-u.ac.jp](mailto:smart-center@org.kobe-u.ac.jp)

