

ともに挑む。ともに実る。

MIZUHO

みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社
Mizuho Research & Technologies, Ltd.

Science Solution

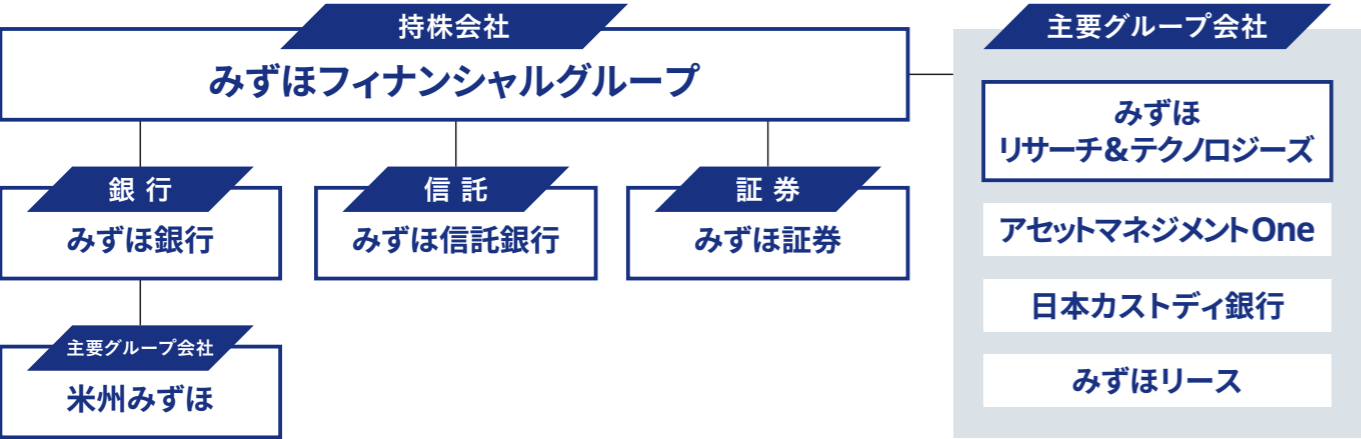
サイエンスソリューション

みずほリサーチ&テクノロジーズ

みずほリサーチ&テクノロジーズ

Mizuho Research & Technologies

みずほリサーチ&テクノロジーズは、〈みずほ〉が目指す金融の枠を超えた「新たな価値創出」を牽引する存在として、リサーチ・コンサルティング、研究開発、ITに関するサービスを提供しています。



会社概要

Company Profile

社名	みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社 (Mizuho Research & Technologies, Ltd.)
本社所在地	〒101-8443 東京都千代田区神田錦町2-3
資本金	16億2,750万円
社員数	4,093人 (2024年3月31日現在)
沿革	<p>2003年(平成15年)1月 …… みずほフィナンシャルグループ設立</p> <p>2003年(平成15年)3月 …… グループ経営体制の再編により、みずほ総合研究所、第一勧銀情報システム、富士総合研究所、興銀システム開発を含む戦略子会社等を、みずほフィナンシャルグループの直接の子会社または関連会社に</p> <p>2004年(平成16年)10月 …… 第一勧銀情報システム、富士総合研究所、興銀システム開発が統合し、みずほ情報総研に</p> <p>2021年(令和3年)4月 …… みずほ情報総研とみずほ総合研究所が合併し、「みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社」が発足</p>

サイエンスソリューション部

Science Solutions Division

サイエンスソリューション部では、特に研究・開発部署のお客さまを中心として、科学技術に関する調査・コンサルティングや物理シミュレーションをコアとしたサービスを提供しています。

1

40年以上にわたり提供

科学技術分野に係るサービスを

2

高い専門性を有する
コンサルタント50人在籍

科学技術のさまざまな分野において

3

技術士3人

計算力学技術者資格認定
上級アナリスト5人1級3人

4

国内外の専門機関、
専門家と連携

取引先81社
その他49の研究機関等
(2023年度)

5

取引先81社
その他49の研究機関等
(2023年度)

博士18人

最近の学会発表や論文投稿

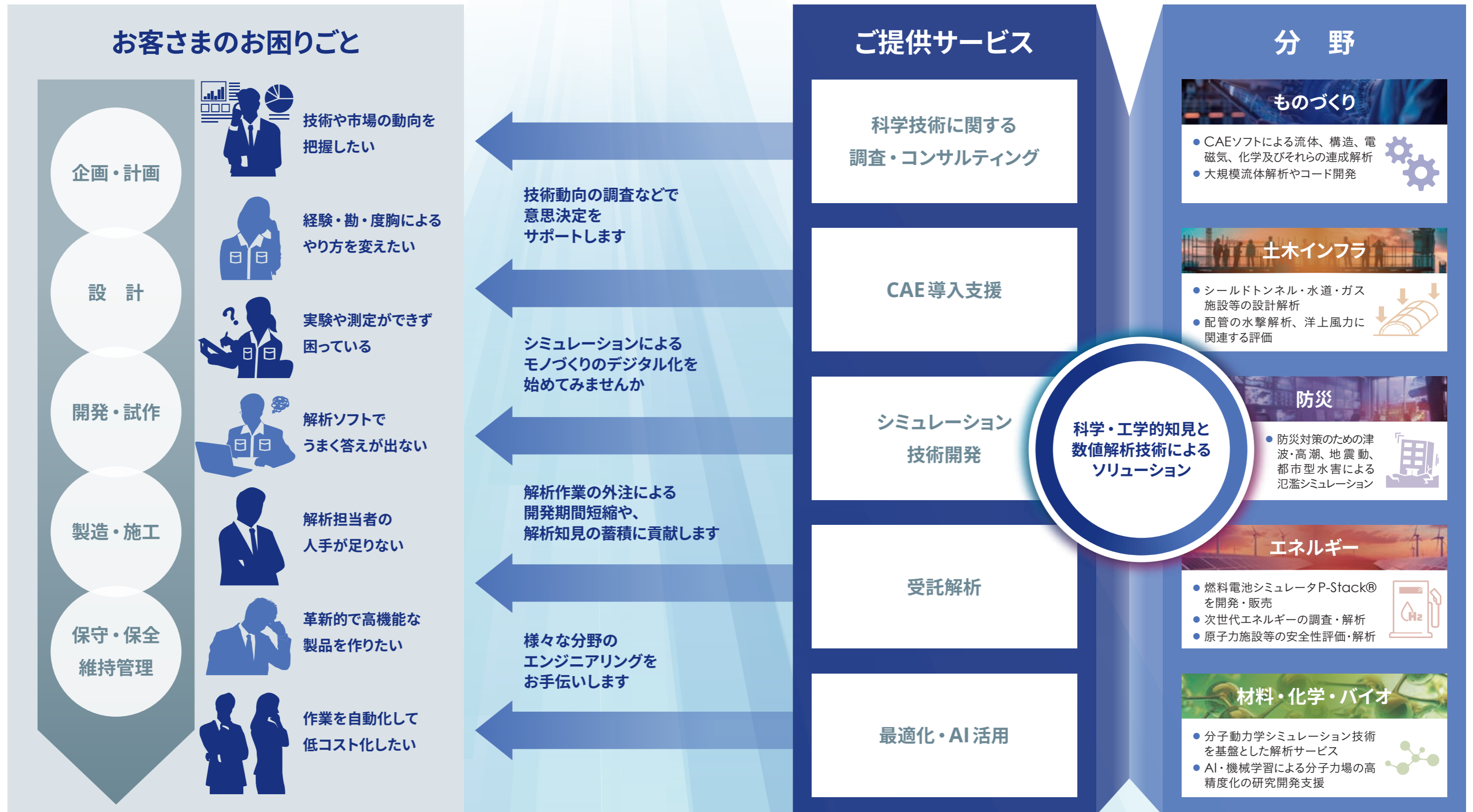
- ◆ 第244回アメリカ電気化学会 (244th ECS Meeting) (2023)
- ◆ 土木学会全国大会第78年次学術講演会 (2023)
- ◆ 電気化学会 第158回燃料電池研究会 (2023)
- ◆ 第28回計算工学講演会 (2023)
- ◆ COMSOL CONFERENCE 2023 TOKYO (2023)
- ◆ 11th International Conference on Asian and Pacific Coasts, Kyoto (2023)
- ◆ ASME-JSME-KSME Joint Fluids Engineering Conference 2023 (2023)
- ◆ 日本原子力学会 2023年秋の大会 (2023)
- ◆ 化学工学会第89年会 (2023)
- ◆ 日本機械学会 第36回計算力学講演会 (2023)
- ◆ 自動車技術会 2023年春季大会学術講演会 (2023)
- ◆ 応用数理 第34巻1号 (2023)

所属している学協会・団体

- ◆ 一般社団法人 日本機械学会 特別員 (法人会員)
 - ◆ 公益社団法人 土木学会 法人正会員
 - ◆ 一般社団法人 日本原子力学会 賛助会員
 - ◆ 一般社団法人 日本計算工学会 特別会員
 - ◆ 一般社団法人 ターボ機械協会 特別会員
 - ◆ 技術研究組合 FC-Cubic 組合員
 - ◆ IBM Q Network Hub at Keio University メンバー
 - ◆ 都市丸ごとのシミュレーション技術研究組合 理事・監事 (法人)
 - ◆ 一般社団法人 ライフインテリジェンスコンソーシアム (LINC) 会員
 - ◆ 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 / ICSCP) 正会員
- (2024年4月1日現在)

「科学」を活かして、 お客さまとともに、より良い未来を創造する

私たちは、様々な産業分野において、科学・工学的知見と数値解析技術によって
エンジニアリングチェーンの上流から下流に至るまで
お客さまとともに問題解決に挑むほか、量子コンピュータの活用研究などに取り組み、
より良い未来の創造に貢献いたします。



ものづくりを支えるソリューション

Solutions for manufacturing

ものづくりにおいては、最終的な製品の機能・性能を向上させて市場競争力を高める工夫だけでなく、製造における技術的課題の克服や量産時における効率化が求められます。

コンピュータによるシミュレーション（Computer Aided Engineering, CAE）を行うことで、実験や測定が困難な対象を定量的に評価したり、膨大な人・金・物を使用する実験の一部を代替して全体のコストを下げたりすることができます。当社では、CAEを活用した効率的・革新的なものづくりに取り組むお客さまのDXを支援しております。

調査・コンサルティング

- ◆ものづくり分野における今後の技術動向等の調査を実施しています。
- ◆すでにCAEをご活用中のお客さまに対して、解析時のお困りごとの解決や使用方法のレクチャーなどのコンサルティングサービスをご提供します。

CAE 導入支援

- ◆汎用工学シミュレータCOMSOL Multiphysics®について、販売代理店として国内のお客さまへの販売や保守サービスを実施しています。
- ◆流体解析などを実行可能なオープンソースソフトOpenFOAM®について、お客さまにおける導入支援やコンサルティングサービスを行っています。

シミュレーション技術開発

- ◆商用CAEソフトで困難な解析に対するご要望や、自社の内製コードの改良・高速化のご要望に対して、数値解析ソルバを当社で開発したり、商用CAEソフトに組み合わせるプリポストを開発したりしてお応えします。
- ◆PCだけでなく、流体解析コードFrontFlow/blueのようにスーパーコンピュータで扱うような大規模問題に使用する計算コードの開発も行っています。

受託解析

- ◆COMSOL AB社製ソフト「COMSOL」、ダッソー・システムズ社製SIMULIAブランドソフト「Abaqus」、オープンソースソフト「OpenFOAM®」などのCAEソフトを用いて、構造、流体、（電気）化学などの解析を行い、結果や解析モデルファイルをご提供します。

最適化・AI 活用

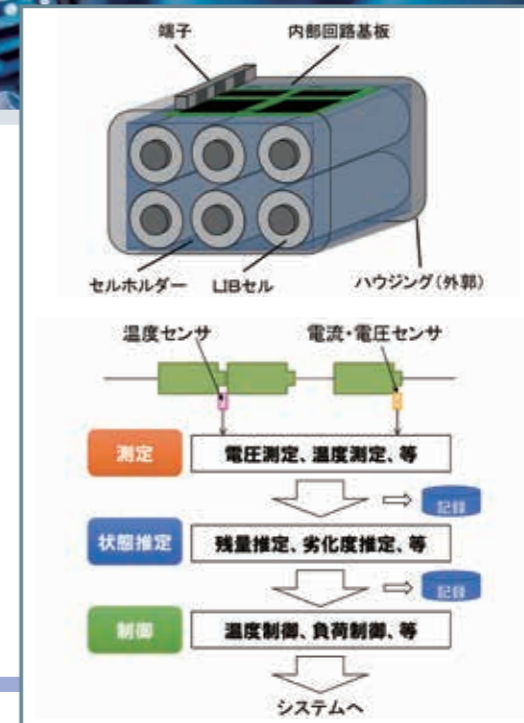
- ◆商用ソフトなどを使用して、通常の解析の逆問題となる最適化のご要望にお応えします。
- ◆商用ソフトなどで実行可能な数値解析において、機械学習等を活用して数値解析を代理するモデル（サロゲートモデル）を作成し、計算規模や計算時間を抑制するご要望にお応えします。

・COMSOL、COMSOL Multiphysics、COMSOL Desktop、およびLiveLinkは、COMSOL AB社の商標です。
・COMSOL社製品の総輸入販売元は計測エンジニアリングシステム株式会社です。
・CATIA、SOLIDWORKS、SIMULIA、DELMIA、ENOVIA、GEOVIA、EXALEAD、NETVIBES、3DSWYM、3D VIAおよび3DEXPERIENCEはアメリカ合衆国、またはその他の国における、ダッソー・システムズまたはその子会社の登録商標です。

製品安全技術動向等調査

近年、生活を取り巻く製品流通環境が大きく変化しており、新しい製品や安全でない製品の流通拡大にともなう製品事故など、安心・安全な生活を脅かす危険や脅威が顕在化しています。科学技術は、これらの危険に対処し、国民が安心・安全に生活を送ることができる環境を構築するために重要です。

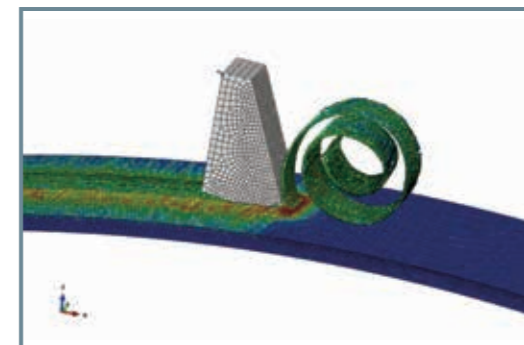
当社では、製品安全政策の在り方の検討、リチウムイオン蓄電池搭載電気用品の安全基準、消費生活用製品安全法の技術基準、特定製品安全性等調査等の実績を有し、製品安全に関する施策・計画立案のための調査、リスクの予測や影響評価及び対策立案を支援しています。



リチウムイオン蓄電池搭載電気製品の基準検討に向けた基礎調査

Abaqusによる非線形構造解析

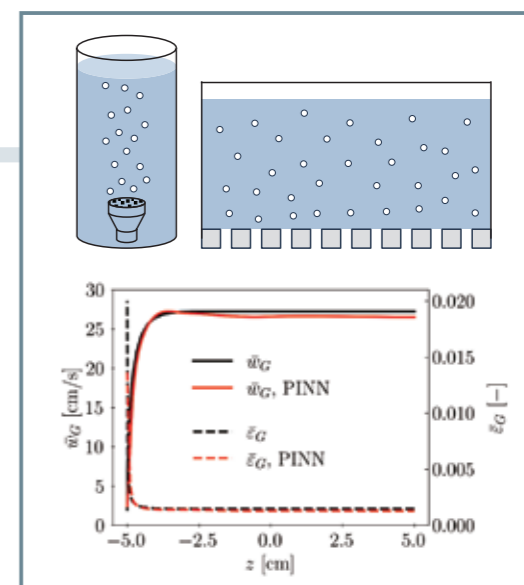
統合有限要素解析ソフトAbaqusは、「接触」、「材料非線形」、「幾何学的非線形」の3大非線形を考慮できる優れたソフトウェアです。図の切削シミュレーションにおいては、刃物と対象物や対象物自体（切削クズと部材）の接触、対象物が塑性変形し切断される材料非線形、切削クズが大きく丸まっていく幾何学的非線形、といった複数の非線形効果を考慮した解析を実施しました。なお、摩擦発熱や塑性変形に伴う発熱も考慮しています。



切削解析により得られた Mises 応力分布

数値流体力学と機械学習による気泡を含む流れの予測

気泡を含む流れは、新しい産業技術への期待や複雑な流れ構造への関心から、さまざまな分野で注目されています。例えば気泡塔反応器は、高効率な気液接触装置として化学工学および生物工学の現場で広く活用されています。当社では、気泡を含む流れを数値流体力学と機械学習で予測した実績があります。機械学習のモデルには Physics-Informed Neural Networks (PINN) を用いました。



容器の下面から一様に注入された気泡が浮力によって加速されてやがて終端速度に達し、上面から離脱する系を考える(上)。気泡の上昇速度 w_G と気泡の体積割合 ϵ_G の高さ方向の分布をCFDとPINNで予測したもの(下)

ものづくりを支えるソリューション

Solutions for manufacturing

COMSOL Multiphysics による お客さまの研究開発支援

COMSOL Multiphysics (COMSOL) は、COMSOL社によって開発された、構造力学、流体力学、電磁気、伝熱、対流・拡散、音響、化学反応などの多岐に渡る物理現象を有限要素法を用いて解析することができるシミュレーションソフトウェアです。パラメータや関数を作成して効率的に解析モデルをカスタマイズしたり、物理シミュレーションを多数実施して作成したデータを学習させて代理モデル（サロゲートモデル）を構築したり、MATLAB/Simulinkと組み合わせてシミュレーションの幅を広げたりすることができます。

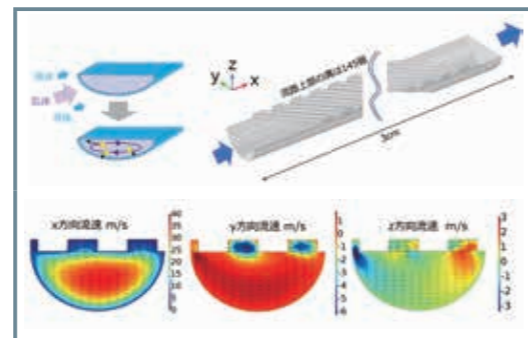
当社では、下記の2つのサービスをご提供しております。

販売代理店として、
国内のお客さまへの
ライセンス販売や保守サービス

COMSOL を用いた解析を
当社で実施してお客さまにご提供する、
受託解析サービス

微細構造のあるマイクロ流路の流れ解析

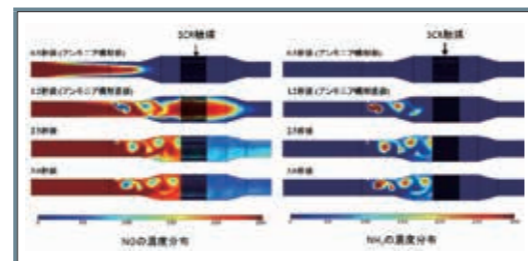
気体から特定の成分を捕集したり、流体を微小なスケールで攪拌したりする装置として、マイクロ流路の活用が研究されています。当社では、マイクロ流路の性能を評価するため、COMSOL を用いた流体解析を実施しました。まず、マイクロ流路に周期的な微細な溝を付けることで、流路内に旋回流（サイクロン）が発生することを解析で再現できました。さらに、形状や流入条件などを変更した解析を行った結果、遠心分離を利用することにより効率的に捕集を行うための知見を得ました。



(上) 攪拌のイメージと形状、(下) 流速の解析結果

自動車排ガス浄化シミュレーション

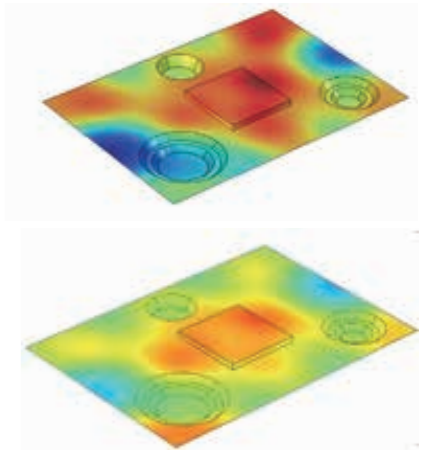
COMSOLを用いて、ディーゼルエンジンの排気管にSCR触媒を装着したシステムのNOx低減効果について解析を行いました。図には、NH₃がノズルからパルス噴射された場合のNOの濃度分布およびNH₃の濃度分布を示しています。NH₃が触媒に到達後、触媒に吸着したNH₃とNOxとの反応によって、排気ガス流入から2.5秒後および5.0秒後には触媒後方のNO濃度が大きく低減されていることが確認できます。当社では、このような流体、化学反応、移流・拡散の物理インターフェースを適用したマルチフィジックス解析のソリューションを提供しています。



各時刻のNOの濃度分布およびNH₃の濃度分布

金型加熱の制御シミュレーション

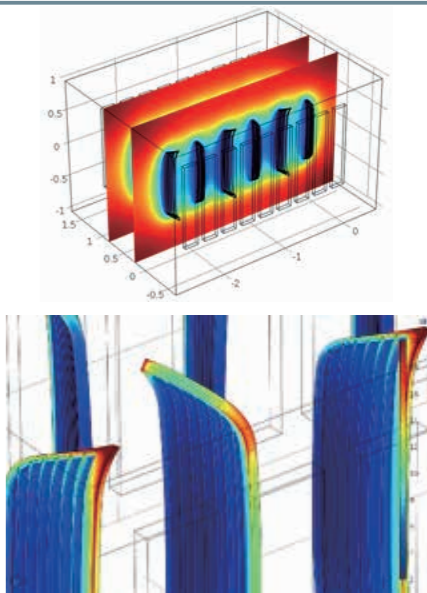
COMSOL による3次元伝熱解析と MATLAB®/Simulink® による制御解析を連携した熱制御解析を実施しました。Simulink のブロック線図によって作成された制御モデルの一部を COMSOL の物理シミュレーションに置き換えることによって、より現実に近い制御シミュレーションが可能となります。この事例では、単純なP制御を仮定し、熱硬化性樹脂表面の複数の観測ポイントの温度が目標温度になるようにヒーター出力を制御しました。図はヒーターの出力を一定とした場合と、加熱制御を実施した場合との熱硬化性樹脂表面の温度分布を示しており、制御の効果が確認できます。



金型加熱の熱制御解析事例
(上図：ヒーター一定出力時 下図：ヒーター加熱制御時)

電気めっき解析による めっき膜厚分布予測

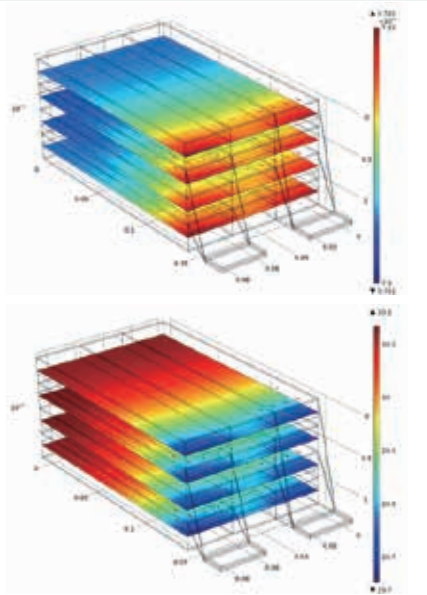
COMSOL を用いて、自動車のフロントグリルに対する3次元電気めっきシミュレーションの実績があります。めっき槽内に複数のアノード板、フロントグリルを配置したモデルに対して、電極反応を考慮した2次元電流密度分布解析を実施し、フロントグリル表面のめっき膜厚分布を予測しました。この解析ではフロントグリルの薄い間隙に対して細かいメッシュを生成するため全メッシュ数が1500万規模となりましたが、このような大規模な計算に対してもおよそ1時間程度と現実的な時間で実施することができます。



(上) 電解質溶液内電位分布、
(下) フロントグリルの表面膜厚分布

リチウムイオン二次電池の性能解析

リチウムイオン二次電池は民生用機器に幅広く利用されており、今後は車載用・大規模蓄電用として性能向上、安全性とコスト低減が求められています。多くの材料候補との組み合わせ検討による試作回数の低減や安全性評価には、シミュレーションによる検討が有効です。当社では、COMSOL などによるマルチフィジックス解析技術を活用したセル・モジュールの性能解析、充放電時の電極内部のリチウムイオン濃度解析等のソリューションを提供しています。



ラミネート型セル発熱特性解析
上) SOC 分布 下) 反応分布

ものづくりを支えるソリューション

Solutions for manufacturing

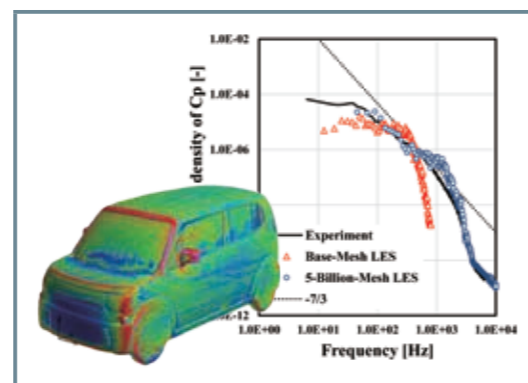
スーパーコンピュータを用いた大規模流体解析とそのコード開発

FrontFlow/blue (FFB) は東京大学生産技術研究所で開発されたフリーソフトであり、当社は商用利用ライセンスを有しています。FFBは Large Eddy Simulation (LES) に基づいた汎用流体解析コードで、非圧縮流体の非定常流動を高精度に予測することができます。当社は10年以上にわたり、FFBの開発、解析、コンサルティングの実績を有しており、ここで得たノウハウを生かしたサービスを提供します。

自動車を対象とした流体解析

車室内騒音の音源である車体表面の圧力変動を予測するため、FFBにより、50億グリッドの計算格子を用いた LES 解析を実施した実績があります。計算にはスーパーコンピューター「京」を使用しました。予測した圧力変動スペクトルを計測結果と比較し、2kHzまでの広帯域の周波数帯において圧力変動を高精度に予測できることを確認しました。(提供：スズキ株式会社)

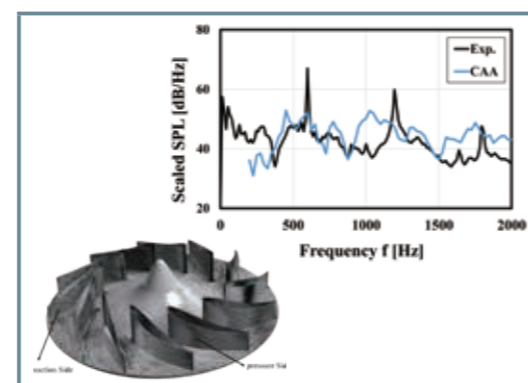
参考文献：Y., Yamade, et al., Proceeding of ASME FED2015, ASMEFEDSM2015-17519



ターボ機械内部流れと騒音解析

遠心送風機から発生する空力騒音を予測するため、FFB およびそのサブシステムであるFrontFlow/blue-ACOUSTICSにより、流体音響連成解析を実施した実績があります。まず、スーパーコンピューター「京」を用いて送風機中の全ての渦を解像する LES 解析（計算格子は50 億グリッド）を行いました。次いで、この LES 解析で得た音源データを入力とする音響解析を行い、送風機から発生する空力騒音を数 dB の誤差で予測できることを確認しました。(提供：早稲田大学)

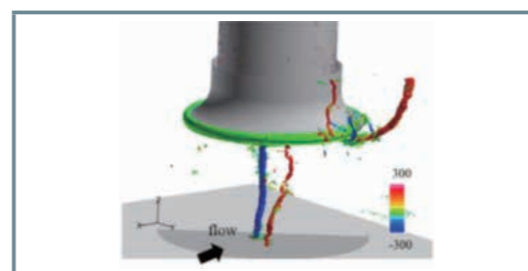
参考文献：1) Y., Yamade, et al., Proceeding of 13th AICFM, AICFM13-139
2) Y., Guo, et al., Proceeding of 13th AICFM, AICFM13-137



ポンプ吸込水槽における吸込渦の発生メカニズム解明

ポンプ吸込水槽に発生する吸込渦をシミュレーションで再現し、これを詳細に分析することにより、吸込渦の起源や発生メカニズムを解明しました。

参考文献：Yoshinobu Yamade, Chisachi Kato, Takahide Nagahara and Jun Matsui, Journal of Fluids Engineering 142 (3) : 031110, Paper No: FE-19-1687

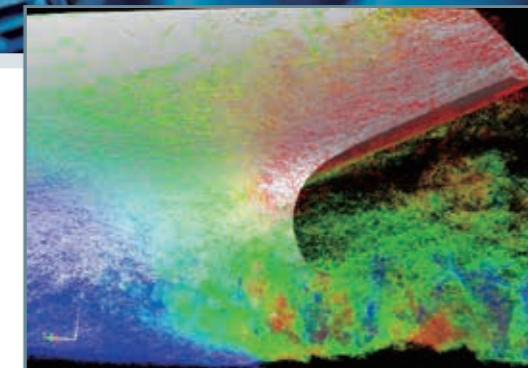


ポンプ吸込水槽に発生する水中渦および空気吸込渦

船体抵抗の予測技術の開発

船体表面の微小な渦の運動を直接計算する LES 解析により、数値計算でも水槽試験と同程度の1%以下の精度で、船体の水から受ける抵抗を予測できることを確認しました。

参考文献：Kato, C., Yamade, Y., Nagano, K., Kumahata, K., Minami, K. and Nishikawa, T., International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis November 2020 (SC2020)

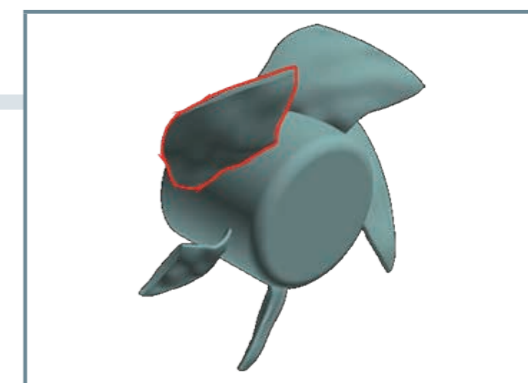


船の後流における渦構造

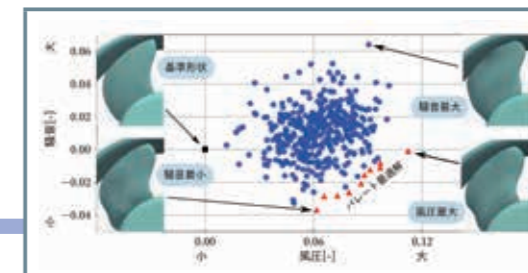
ファンの多目的最適化計算と特徴的な形状の研究

ボックスファンを対象に、ファンの風圧の最大化と騒音の最小化を目的とする多目的最適化を行いました。本事例では遺伝的アルゴリズムにより全21世代、434個体の解析を実施し、パレート最適解を得ました。ファンの周囲の流れ場を可視化・観察すると、翼表面の圧力の変動分布に特徴があることがわかりました。この圧力の変動分布を固有直交分解 (POD) すると、その主要なモードと風圧・騒音との間に関係があることがわかりました。

岩瀬拓、十川直幸、川鍋友宏、磯野勝朝、山出吉伸、大山聖、金子公寿、加藤千幸、スーパーコンピュータを利用したボックスファン設計最適化ワークフローシステムに関する研究、ターボ機械第50巻第12号



最適化で得られた翼の形状の例

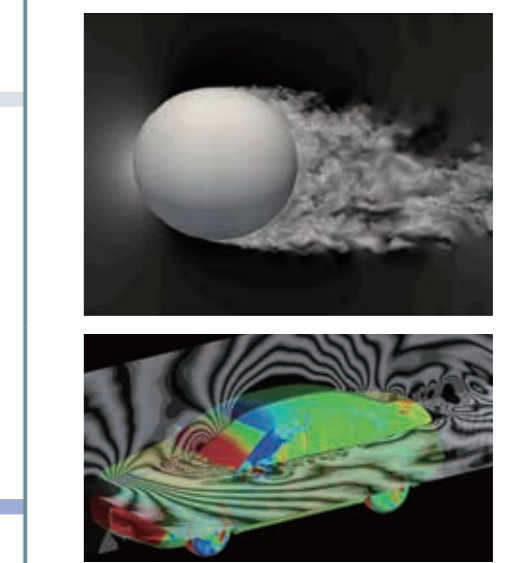


解析した全形状の風圧と騒音の分布

格子ボルツマン法による流体解析システム FFX の開発

当社では、東京大学生産技術研究所が開発を主導する格子ボルツマン法による流体解析システム FFX について、開発・実証の実績があります。FFX は完全自動で格子を作成する機能を有し、複雑形状を有する実用問題に適用可能です。

参考文献：東京大学生産技術研究所、計算工学ナビ・ニュースレター2023年春号、Vol. 24



上：球まわり流れ解析 下：自動車まわり流れ解析

土木インフラ分野のソリューション

Civil engineering infrastructure solutions

私たちの暮らしの基盤となる土木インフラは、設計・建設から運用・維持にわたるさまざまな局面で、技術的・コスト的課題を解決していく必要があります。

私たちは、構造解析・流体解析といったシミュレーション技術の活用や技術動向・政策動向等の調査を行うことで、お客さまの多岐にわたる課題に対して、土木インフラの安全性評価や対策検討などのソリューションを提供しています。

調査・コンサルティング

- ◆ 土木インフラ分野に関して培ってきた技術的知見を基に、技術動向や政策動向等の調査サービス、コストの評価、リスクの予測及び影響評価サービスを提供します。
- ◆ 上水道の計画や運用を考える上で、配水量や給水量がどういった要因で変動するかを知ることは重要です。弊社ではそのような課題に対して、配水量や給水量の変動に与える要因に関する分析・調査を実施しています。

CAE 導入支援

- ◆ 当社で開発しているシールドトンネル断面力解析システム MOLEMAN-i について、ソフトウェアの導入や導入されたお客さまへのソフトウェア使用に関する技術サポートを行っています。

シミュレーション技術開発

- ◆ 当社で開発している MIZUHO_MARIS-II® について、世の中・お客さまのニーズに合わせた改良を行っています。近年では複数浮体の動揺解析機能の追加を行いました。
- ◆ お客さまの要望に合わせた、建設分野の解析ソフト開発や当社開発ソフトのカスタマイズなどを行っています。

受託解析

- ◆ 当社で開発している MIZUHO_MARIS-II® を用いて、港湾に係留される船舶、沈埋トンネル、浮体式洋上風力発電プラットフォームなどの浮体構造物の動揺評価を行っています。
- ◆ 当社で開発している水撃現象（ウォーターハンマー）解析ソフト u-FLOW/WH® を用いて、水道の配管を対象として、ポンプが急停止した場合の水撃解析を実施し、対策が必要な場合は対策後の水撃の発生状況の評価も実施しています。
- ◆ シールドトンネルをはじめとした地中構造物の構造解析について、フレーム解析や3次元解析を行い、安全性照査の検討を行っています。

最適化・AI 活用

- ◆ AIを活用して、将来における配水量や給水量の短期間および長期間の予測を実施しています。

先進的な点検・管理手法の導入に関する調査

橋梁、トンネル、建築物等のインフラ構造物の維持管理の実情や課題を整理し、それらを改善すべく、既存のIoT技術を有効に活用した維持管理手法の検討を行うことを目的として調査を実施した実績があります。

調査結果に基づき、地方自治体や点検員の業務を補完・効率化する仕組みの検証や導入のための課題の整理等を行いました。

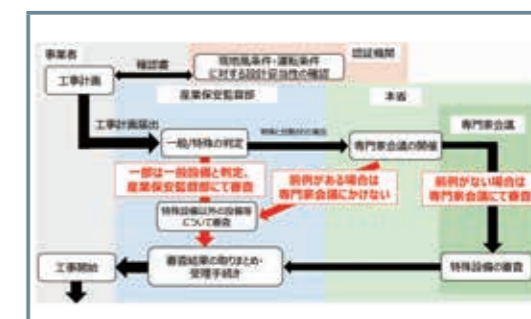


IoT 技術を活用した社会インフラの効率的点検・管理手法等調査の全体像

洋上風力着床式・浮体式に関する技術基準と審査方法に関する調査

経済産業省からの委託により、今後洋上への設置計画の増加が見込まれる風力発電設備に対し、過去に取りまとめられた技術基準の内容等を踏まえ、技術基準適合性の審査や専門家からの意見聴取等の方法を示したマニュアル及びチェックリストを作成した実績があります。

また、審査方法が明確になっていなかった洋上風況観測方法、海底地盤調査方法、浮体式用の底送電ケーブル、材料及び定期事業者検査方法について今後の検討方針・ロードマップの提案を行いました。



洋上風力発電設備の技術基準審査の流れのイメージ（出所）令和2年度洋上風力着床式・浮体式に関する技術基準と審査方法に関する調査報告書

シールドトンネルの構造解析

当社では、村上（早稲田大学名誉教授）、小泉（早稲田大学名誉教授）により提案された M-K 法を用いたシールドトンネル断面力解析システム MOLEMAN-i を開発しています。MOLEMAN-i を用いたシールドトンネルの構造解析では、シールドトンネルの構造特徴である継手の剛性を考慮した、横断方向解析、縦断方向解析および施工過程を考慮した逐次解析を行っています。

「セグメント継手」、「リング継手」、「千鳥組の添接効果」、および「地盤との連成を考慮した地盤ばね」を取り入れたはり-ばねモデルにより、合理的な検討評価を行うことができます。また、村上・小泉の提案する手法により、セグメント継手の回転ばね定数も求めることができます。



シールドトンネルの変位・応力計算と応力照査例

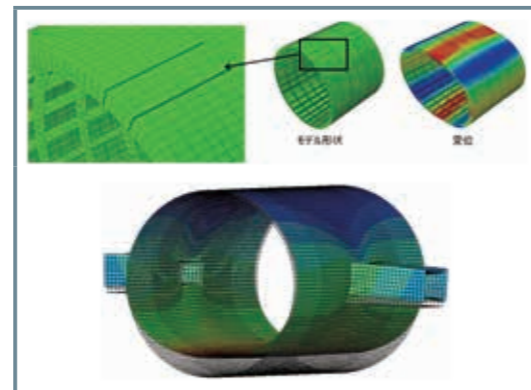
土木インフラ分野のソリューション

Civil engineering infrastructure solutions

地下構造物を対象とした3次元構造解析

複雑形状の地下構造物（トンネル等）をシェル要素、ソリッド要素によりモデル化し、3次元の構造解析を行うことで、変形・断面力・応力度を詳細に評価できます。

当社は2次元モデルでの評価が困難なトンネル断面変化部や立坑接続部などに対して、3次元構造解析により構造の安全性を検討しています。必要に応じて構造部材を詳細にモデル化します。図では、スチールセグメントで構成される多リングのトンネルを、スキンプレート・主桁・継手板・縦リブはシェル要素、セグメント継手およびリング継手は非線形のばね要素として、詳細にモデル化しています。地盤ばねの切り離しの自動考慮や複雑な施工過程を考慮した解析にも対応しています。



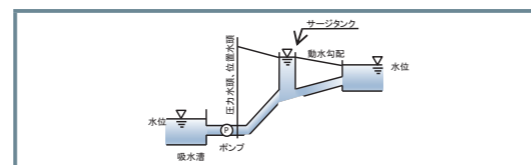
上：シールドトンネル（スチールセグメント）の詳細なモデル化例
下：トンネル断面変化部の解析例（変形図）

水撃解析

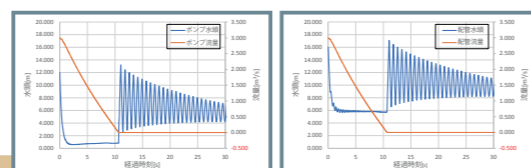
配管内で発生する水撃圧を予測することは安全設計上重要であり、古くから水撃解析が行われてきました。これまでの対象であった原子力プラント配管やLNG輸送管、水道送水管に加え、近年では農業用パイプラインにおいても水撃圧による配管の検討が行われています。当社は、これまでに培ってきた水撃解析技術をもとに、配管における流れの急な変化、弁の開閉、ポンプの停止・起動などで生じる水撃圧の解析を行なっています。また、負圧の発生の確認や負圧が生じた場合の流体機器による対策検討も行います。



揚水発電所の模式図



配管モデル



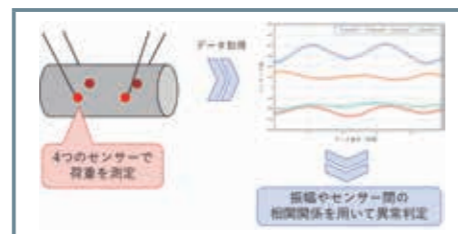
時系列圧力図

ファンの異常検知

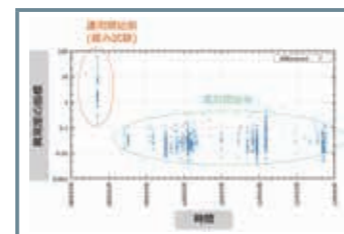
自動車トンネルの換気用ファンの振動・吊り下げ状態をモニターし、落下前に異常検知を行うシステムの高精度化・高効率化を実施しました。具体的には、吊り下げ状態の異常度の指標を考案し、その異常度の実用性を確認しました。運用開始後の異常のない状態では異常度が低く、運用開始前に試験的に異常状態を作り出して取得したデータでは異常度が高く算出されることを確認しました。



トンネル内に設置されたファン
（提供：株式会社電業社機械製作所様）



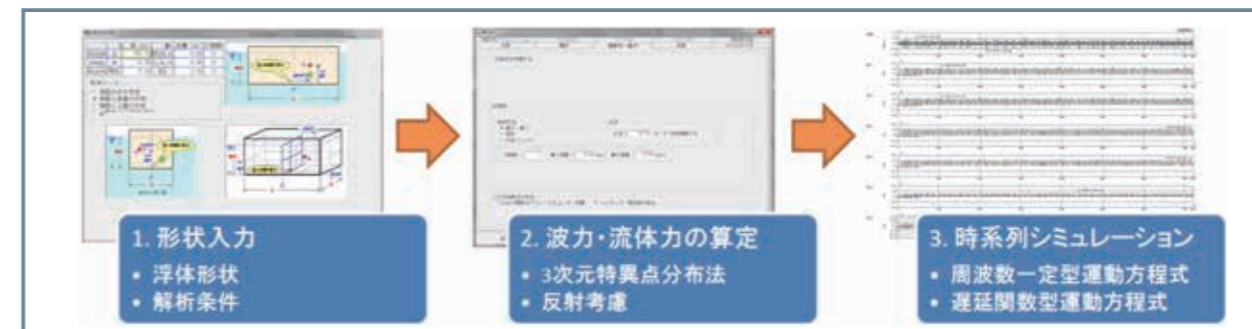
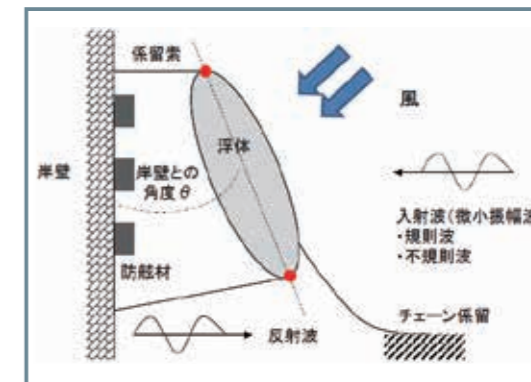
センサーと取得データ



異常検知確認例

浮体動揺解析・洋上風力解析

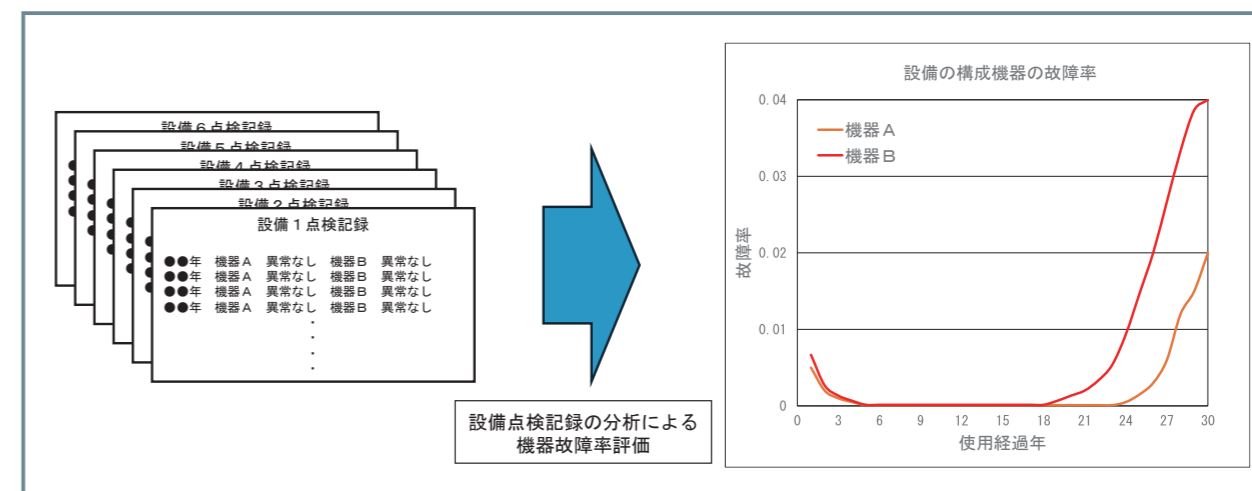
当社は、自社開発した MIZUHO_MARIS-II ®を用いて、船舶などの浮体構造物の動揺を評価しています。沈埋トンネル・ケーソンの設置に関する安全性評価や係留船の安定性評価などの実績があります。お客さまのニーズに合わせて、複数浮体を対象とした動揺解析機能などの追加を行っています。これまで培った浮体動揺解析の知見を活かし、浮体式洋上風力発電プラットフォームの動揺評価も行っています。洋上風力分野については、風車設置海域での波浪解析や公開ソフトウェアを用いた洋上風車全般の解析にも取り組んでいます。



上：浮体動揺解析イメージ 下：浮体解析フロー

社会インフラ設備の信頼性評価／リスク評価

当社は、長年実施してきた原子力発電所の確率論的リスク評価をはじめとして様々な信頼性評価技術（機器故障分析、フォールトツリー／イベントツリー解析等）を培ってきました。これらの技術を活用して、近年顕在化しているダムや河川水門／ポンプ設備、電力の送配電機器等の社会インフラ設備の老朽化対策の基本となる設備の構成機器の故障率や弱点部位の評価等を実施しています。例えば、お客さまの設備点検の記録や故障事例の記録を分析して、設備を構成する機器の故障事例を評価することによって、故障しやすい機器の抽出や設備の寿命予測評価が可能となります。



設備の点検記録の分析による構成機器の故障率評価のイメージ

防災技術のソリューション

Disaster prevention technology solutions

地震大国であるわが国では、地震に対する対策が常に求められます。また近年では気候変動に伴い台風などの自然災害も激甚化しており、海岸や河川・港湾施設、下水道施設についても、対策が迫られています。私たちはこれまで培ってきたシミュレーション技術を活かし、防災施設の安全性評価や、被害想定・対策検討などのソリューションをご提供します。

調査・コンサルティング

- ◆ 過去の浸水や氾濫のデータを元に、被害状況に関する調査・分析を実施しています。
- ◆ 防災分野に関して培ってきた技術的知見を基に、技術動向や政策動向等の調査サービス、災害対策事例の調査・分析、リスクの予測及び影響評価サービスをご提供します。

CAE 導入支援

- ◆ 「数値波動水路の耐波設計への適用に関する研究会」によって研究・整備された数値波動水路 CADMAS-SURFは、水理模型実験の代わりとなる実用的なプログラムとして海岸工学分野で幅広く使用されており、令和6年度から港湾請負工事積算基準に記載されるようになりました。当社は研究会発足当初からソースコード開発の主体として研究会に参加し、開発・解析を数多く手がけており、その知見を活かしてお客さまへの導入や技術的サポートを行います。

シミュレーション技術開発

- ◆ CADMAS-SURFをより使いやすくなるためのプリポストツールを自社開発しており、お客さまへの販売もしております。
- ◆ 津波高潮シミュレーションをプリからポスト処理まで一体で行うことのできるQ-Wave®を自社開発しており、お客さまへの販売も行っています。
- ◆ ゲリラ豪雨や河川から氾濫を予測することが出来る都市型水害予測システムMC-FLOOD (内外水一体型)を開発しており、河川、下水道及び地表面の水の流れを時々刻々シミュレーションできます。またGUIによりプリポスト処理が可能です。

受託解析

- ◆ お客さまのニーズに合わせて、第3世代波浪推算モデルやCADMAS-SURFを用い、波浪のシミュレーションを行うことで、対象地点での波の高さや堤防に対する越波量などの算出を行い、港湾・海岸の防災施設の設計に寄与します。
- ◆ 将来的な気候変動を見据え、様々な条件の台風下における高潮推算を行い、各地の潮位や浸水量の評価を行います。
- ◆ 自社開発ソフトウェアMC-FLOODを用いて、浸水評価を目的とした受託解析を実施しております。
- ◆ 汎用FEM解析ソフト(ABAQUS、TDAPIII、FLIP等)を用いて、耐震解析・液状化解析を行っています。

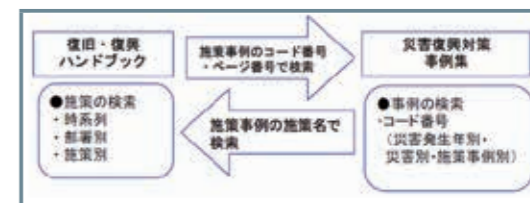
最適化・AI活用

- ◆ お客さまのプログラムに対して、OpenACCやOpenMPを利用したGPU化を行い、計算速度の向上に貢献した実績があります。
- ◆ ほか、数値計算の安定化手法の検討・導入や、AI・機械学習関連技術との融合にも取り組んでいます。

・「ABAQUS」はダッソー・システムズ社製SIMULIAブランドソフトであり、SIMULIAはアメリカ合衆国における、ダッソー・システムズの登録商標です。
・TDAPIIIは大成建設株式会社と株式会社アーク情報システムが共同で開発した製品です。
・地震時の液状化による構造物被害予測プログラムFLIPは、旧運輸省港湾空港技術研究所(独立行政法人港湾空港技術研究所)が開発したプログラムです。

災害からの復旧・復興対策に関する調査とデータベース整備

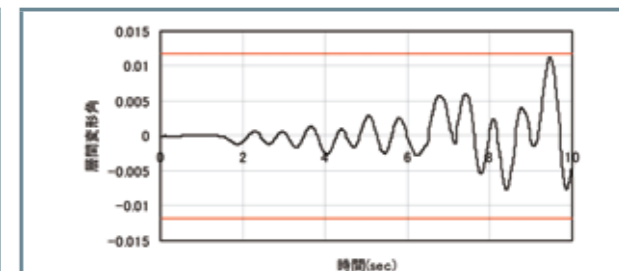
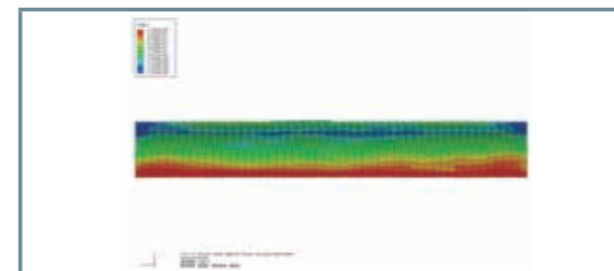
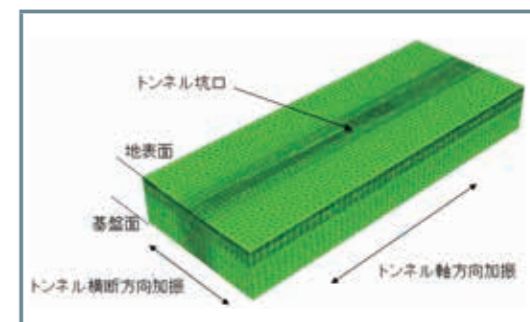
内閣府では、実際に災害にあった地方公共団体の復旧・復興の取組事例を集約した「災害復興対策事例集」、災害からの復旧・復興に関する手順や参考情報を示した「復旧・復興ハンドブック」を作成し、地方自治体における災害発生直後からの被災地域の再建・復興を重視した総合的な対策推進、的確かつ迅速な復興計画策定、復興対策の実施等の支援を行っています。当社は内閣府からの委託を受け、最新の事例を収集、収集結果に基づき「災害復興対策事例集」と「復旧・復興ハンドブック」を更新、さらに単一のデータベースとして整備し、利用者が必要な事例及び施策を容易に探せる検索プログラムを作成しました。



「災害復興対策事例集」と「復旧・復興ハンドブック」のデータベース機能のイメージ
(出所) 内閣府「地方公共団体における災害復興対策の推進に関する調査」

トンネル坑口・地盤一体系3次元動的耐震解析

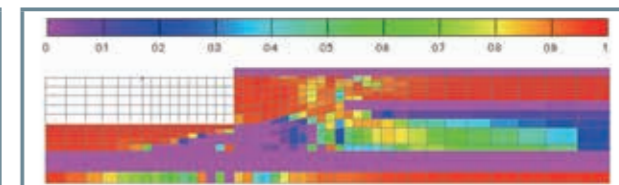
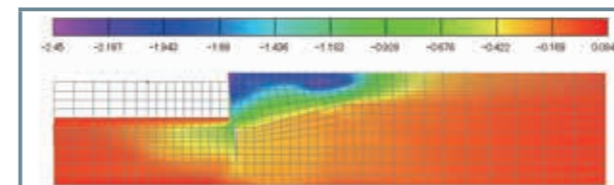
耐震解析手法は大きく分けて静的解析と動的解析に分けられます。動的解析は時々刻々と変化する地震動を外力として構造物の動的挙動を調べる手法です。当社では、トンネルと地盤を対象とした3次元動的耐震解析を行っています。トンネルと地盤の一体解析モデルによる相互作用を考慮した連成解析や地盤および構造物の非線形解析も可能です。



上：トンネル・地盤一体解析モデル 下：軸方向歪コンター図、最大層間変形角時刻歴変化図

液状化解析

レベル2地震動に対する耐震性能照査では、液状化が事前に想定される場合には動的解析法により液状化の影響を考慮した検討をする必要があります。当社では、土骨格の応力と間隙水圧の発生を分けて表現する有効応力解析法に基づいた解析ソフトFLIPを用いて、港湾構造物等の液状化を考慮した耐震解析を行っています。



左：地盤の残留変形図 右：過剰間隙水圧比分布図

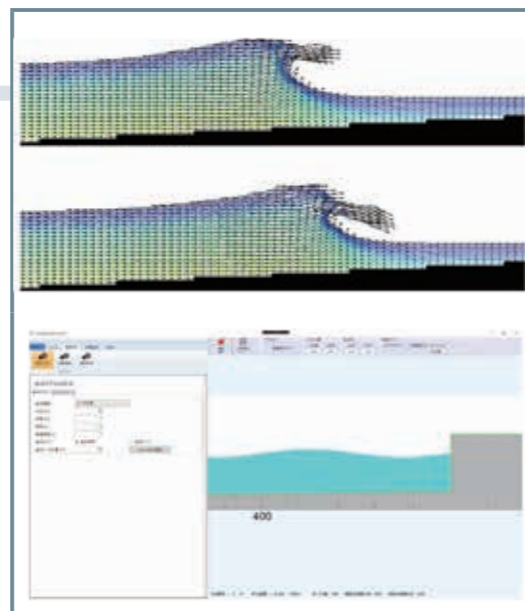
防災技術のソリューション

Disaster prevention technology solutions

波浪解析

当社では波浪に関する様々なソフトウェアを活用し、海洋・沿岸域の波浪から港湾内の詳細な波浪まで一貫した波浪解析を行っています。海洋・沿岸域の波浪については、エネルギー平衡方程式に基づく第3世代波浪推算モデルを用いることで、広域にわたる影響を考慮した沖合波浪の解析を行います。任意の地点の波浪情報を比較的高い精度で得られます。

港湾内の波浪については、ブシネスクモデルを用いることで、波浪の変形や回折などを考慮した詳細な波浪解析を行います。数値波動水槽 CADMAS-SURFを用いた3次元シミュレーションによる堤防の越波・越流の有無や作用波力の評価を行っているほか、お客さまのニーズに合わせてソースプログラムのカスタマイズや自社開発したブリポスト処理専用の GUI の提供を行っています。

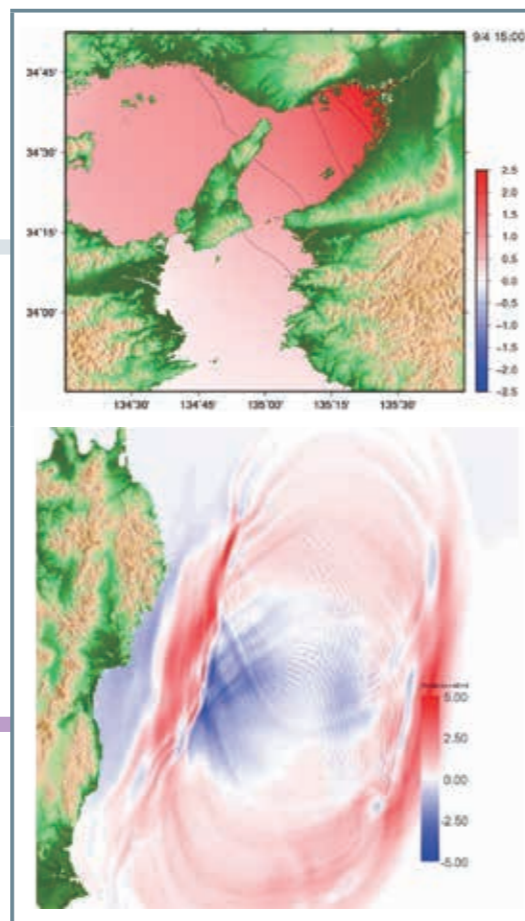


上：高潮解析例（潮位偏差）
下：津波解析例（水位分布）

高潮津波解析

当社では、近年の気候変動を踏まえ、さまざまな条件での台風通過時における高潮推算を行い、潮位や浸水深を評価することでハザードマップ作成をサポートしています。さまざまな地震による津波解析を行い、日本各地での波高や浸水範囲・浸水深を評価するとともに、構造物に対する作用波力の評価も行っています。

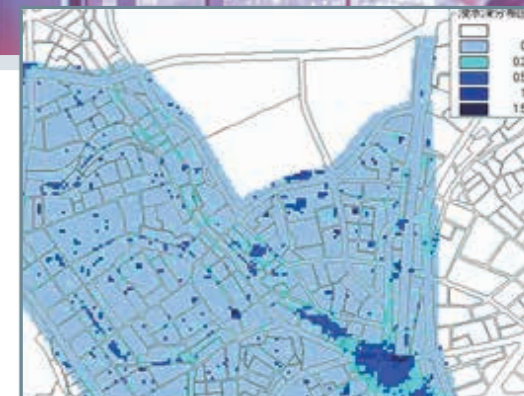
津波・高潮シミュレータ Q-Wave® を自社開発し、提供しているほか、STOC - ML や ROMS など様々なモデルでの解析実績があります。



上：高潮解析例（潮位偏差）下：津波解析例（水位分布）

都市型水害における 街区及び敷地内浸水解析

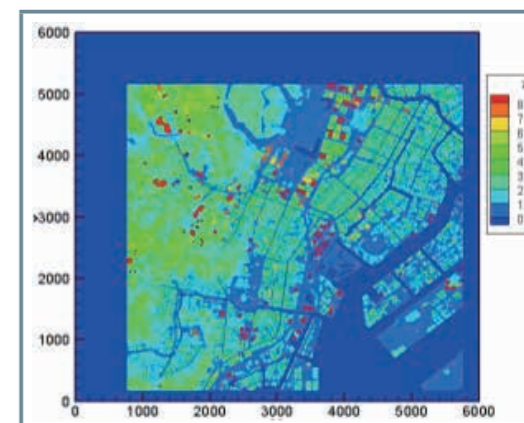
当社では、都市型水害における街区及び敷地内浸水解析のための2次元不定流解析コードの開発を行っています。また、この解析コードを利用して、マンホールやポンプ等の具体的な排水施設を模擬したモデルを考慮した豪雨に伴う局所的な浸水や氾濫を予測する都市型水害の解析を行います。



市街区の浸水深分布の解析例

メゾスケール気象モデルと 連成した都市気象解析

国の研究機関等からの受託を通じて、ヒートアイランド現象等の都市気象解析用の大規模3次元CFDコードの開発・使用実績があります。具体的には、メゾスケール気象モデルの解析結果を上空の境界条件として用い、都市部の数km四方、高さ数百mの領域を解析領域として、この領域を5m幅のメッシュ（メッシュ数約1～10億）に分割して、都市の各地域における気温・湿度・風速等を計算しています。図は汐留付近の市街区熱環境を1億メッシュで解析した例です。（寛雅行、永野勝尋、足永靖信：“市街区熱環境の大規模数値解析”，日本機械学会2005年 計算力学講演会 より）

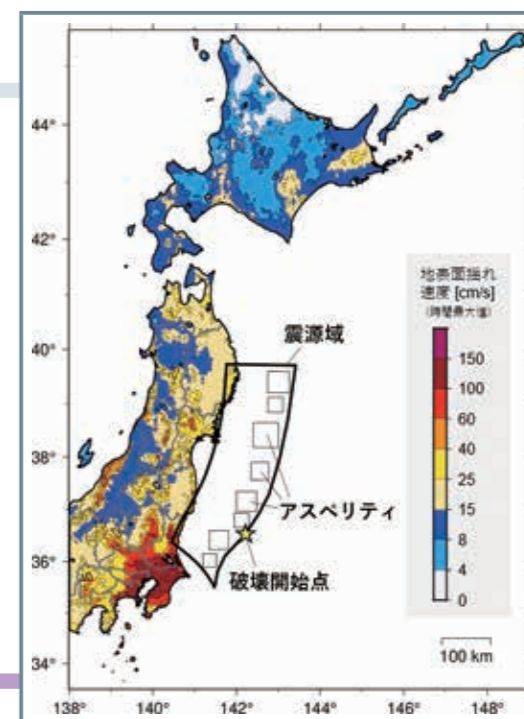


市街区熱環境の数値解析例

大規模地震波動伝播解析

巨大地震の発生が推定される中、地震ハザードを定量的に評価することへの要請が高まっています。当社では、国の研究機関をお客さまとして、多ケースでの大規模な地震波動伝播解析、および地震ハザード評価の定量化業務を実施しています。また、ハザード評価の高度化に向け、数値計算の安定化手法の検討・導入や、AI・機械学習関連技術との融合にも取り組んでいます。

図は、日本海溝で発生する地震を想定した、ある震源モデルに対する解析結果の例です。様々な知見に基づいて震源モデル（震源域、アスペリティ、破壊開始点の配置や、その他多数のパラメータを含む）を設定し、大規模な地震波動伝播解析を行うことで、広域における地表面揺れ速度の分布等を評価します。



解析結果の例

エネルギー分野のソリューション

Energy field solutions

私たちの暮らしに欠かせないエネルギーには、安全性、経済性、供給安定性、環境性に加え、脱炭素化、デジタル化といったさまざまな課題と要請が存在します。並行して、水素・アンモニア、再生可能エネルギー、核融合エネルギーといった次世代エネルギーの研究開発・社会実装が進展しています。

当社では、エネルギーをめぐる課題に取り組むお客様を支援するため、エネルギー設備を対象とした数値シミュレーション、エネルギーシステムの評価手法開発、技術動向調査、コスト・利活用ポテンシャル評価等のさまざまなサービスを提供します。

調査・コンサルティング

- ◆ エネルギー分野に関して培ってきた技術的知見を基に、技術動向や市場動向等の調査サービス、コスト・利活用ポテンシャル評価、電力をはじめとするエネルギー設備の事故原因の調査・分析、産業保安に関する施策・計画立案といった調査、リスクの予測や影響評価及び対策立案サービスを提供します。

CAE 導入支援

- ◆ 当社で開発している、固体高分子形燃料電池シミュレータP-Stack®の販売や導入支援を行っています。
- ◆ エネルギー機器や設備を対象に、オープンソースソフトOpenFOAM®で流体解析や熱・物質輸送解析を主体とする連続体物理シミュレーションを始めたいお客さまをサポートします。
- ◆ P-StackやOpenFOAM®以外にも、エネルギー分野に活用が可能なCAEソフトウェア導入を支援いたします。



シミュレーション技術開発

- ◆ お客さまのエネルギー分野に関する課題を解決する最適な解析ソルバを開発し、入力(プリ処理)、解析の実行、解析結果の可視化処理(ポスト処理)までの一連のプロセスを実施できるインターフェースツールを開発いたします。
- ◆ 解析ソルバは、お客さまのご要望に応じて、公知文献等の調査をふまえ、あるいは独自の考察に基づき、一から開発いたします。また、開発したツールは分かりやすいマニュアルとともにご提供します。

受託解析

- ◆ 当社で開発しているP-Stackや、オープンソースソフトOpenFOAM®などのCAEソフトを用いて、お客さまのエネルギー分野に関する課題に対して最適な解析モデルを構築、解析を実施し、解析結果の可視化処理までの一連のプロセスを実施いたします。
- ◆ 結果に対しては十分な説明や考察を行い、お客さまのご要望に合わせて解析モデル等のデータを納品いたします。

最適化・AI 活用

- ◆ 開発したソルバをOpenMPやMPIにより並列化、あるいは省メモリ化やGPUの活用により高速化し、ご提供します。
- ◆ 受託解析で作成した解析モデルからサロゲートモデルを作成し、ご提供します。
- ◆ 数値最適化の技術を用いたシミュレーションにより、再生可能エネルギー・省エネ機器の導入効果やコストを評価し、エネルギーシステムの最適化を行います。

・P-Stackは、みずほリサーチ&テクノロジーズの登録商標です。
・その他記載の製品、サービス名は各社の商標または登録商標です。

燃料電池・水素を中心とした新エネルギー分野の技術動向調査

燃料電池・水素分野やエネルギーデバイスに関する長年にわたる業務経験と蓄積された技術的知見を背景に、技術動向調査サービスを提供します。実績・サービスとして以下のものが挙げられます。
燃料電池・水素に関する技術ロードマップ策定：多岐にわたる文献調査やヒアリング・アンケートでの情報収集を通じて、技術領域における課題や目標・マイルストーンを整理したロードマップを策定しました。
水素ステーションに関するコスト構造及び普及促進策の調査：将来的な燃料電池自動車普及に向けて重要である、水素ステーション・インフラに関してコスト構造や普及促進策の調査を行いました。
先進的技術を有する海外ベンチャー企業の技術動向調査：欧米の先進的なベンチャー企業の動向、およびこうした企業が保有する高レベルな技術についての情報収集を行い、最新の技術・市場の動向について調査しました。

エネルギー施設等保安技術動向等調査

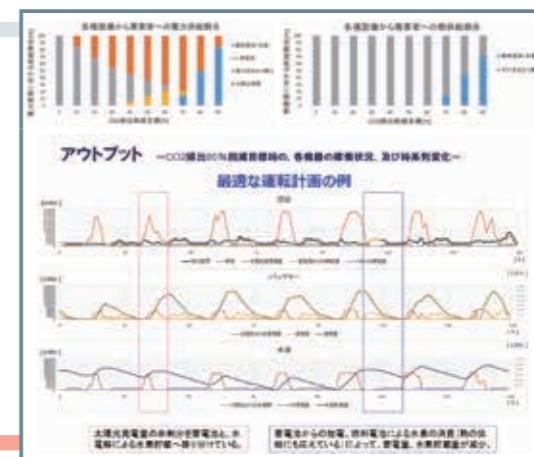
近年、産業インフラ事故や自然災害の激甚化など、社会の安心・安全を脅かす危険や脅威が顕在化しています。科学技術は、これらの危険に対処し社会の安心・安全を確保し、同時に我が国産業の競争力・生産性を向上させ、国民が安心・安全に生活を送ることができる環境を構築するために重要です。
当社では、電力設備の事故原因の調査・分析、再生可能エネルギー施設に関する技術基準検討、水素燃料電池ドローン等に係る基準作成の検討等の実績を有し、産業保安に関する施策・計画立案のための調査、リスクの予測や影響評価及び対策立案を支援しています。



プラントにおけるドローンの安全な活用方法に関する調査(イメージ)

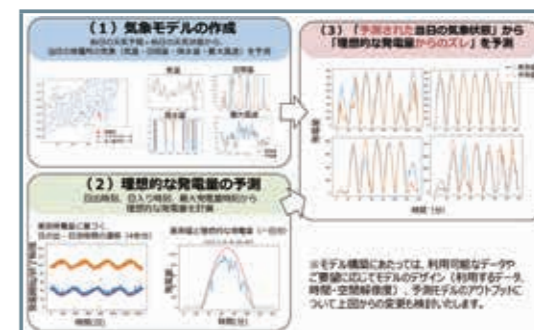
数値最適化による エネルギーシステムの最適化

近年注目を浴びる再生可能エネルギー・蓄エネ機器は今後も導入拡大が見込まれますが、導入効果や採算性を検討するにはコスト最適な機器構成や運転計画の算出が必要です。数値最適化の技術を用いたシミュレーションにより、総コストを最も低く抑えるための機器構成や運転計画を算出し、お客さまのエネルギー利用状況やご要望に基づいて導入効果(CO2削減量)やコストを評価し、導入検討を支援します。



太陽光発電の発電量予測

日本では再生可能エネルギーの導入が近年拡大していますが、気象条件に応じて出力が変動する再生可能エネルギーの大量導入を電力の安定供給と両立するには発電量の正確な予測が不可欠です。
前日の気象から翌日の気象を予測するモデルを利用して、日照量だけではなく風速や気温、前日に予報された当日の気象状態など様々な要因を取り込んだ太陽光発電量予測モデルを構築した実績があります。



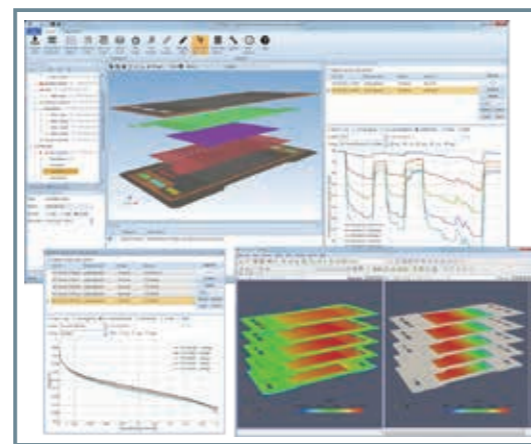
エネルギー分野のソリューション

Energy field solutions

固体高分子形燃料電池の シミュレータ開発と性能解析

固体高分子形燃料電池（PEFC：Polymer Electrolyte Fuel Cell）は①出力電流密度が高く小型化・軽量化が可能、②常温から発電でき起動停止性に優れる、③作動温度が80～90℃程度で耐熱温度の低い安価な材料が選択できる等の特徴から、燃料電池自動車や家庭用コジェネレーションシステム（熱電供給）としての実用化・本格普及が強く望まれています。

当社では、燃料電池シミュレータ P-Stack® を開発しております。P-Stackは自動車・家庭用燃料電池セル・スタックの構造や運転モードに対する特性をシミュレーションすることができ、図のように GUI で操作や結果の確認ができます。これにより、実験では“見えない”内部状態を理解することができるため、セル・スタック及びシステム設計指針の支援や新規開発セル・スタックの性能を事前に予測し、試作コストの削減に貢献いたします。当社では P-Stack を販売するとともに、導入くださったお客さまにサポート・保守サービスをご提供しています。

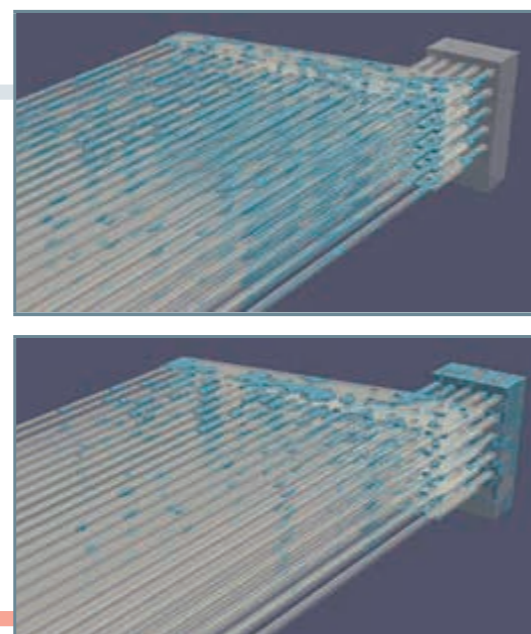


燃料電池シミュレータ P-Stack：I-V カーブ、セル面内の発電分布・含水分布の均一性など



固体高分子形燃料電池内の 二相流動解析

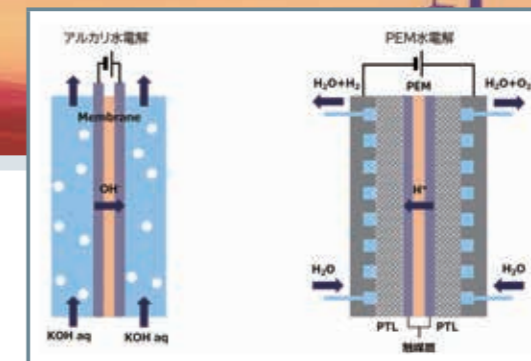
固体高分子形燃料電池の発電時に発生する液水はガス供給を阻害する要因となり、発電性能に大きく影響します。燃料電池内では表面張力と濡れ性（親・疎水性）が支配的な10μm～1mm程度の多孔質細孔及び流路から、数10cmのスタック全体までの広範な二相流動となります。図は、オープンソースのCFDツールボックスであるOpenFOAM®を用いて、壁面濡れ性モデルや気液界面における局所格子細分化機能をカスタマイズし、5セル積層の燃料電池におけるカソード流路（空気極）内の気液二相流の解析を行った結果です。



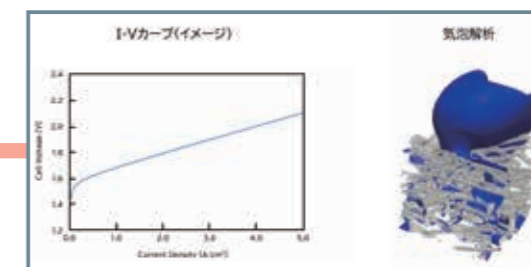
燃料電池5セル流路内二相流解析
（上：親水性流路、下：撥水性流路）

水電解シミュレーション

近年、世界における脱炭素化に向けた水素関連施策が強力に推進されており、世界中で水素関連技術、特にグリーン水素製造技術のキーデバイスである水電解装置の開発が加速しています。当社では、水電解装置のうち、アルカリ水電解、PEM水電解に関する解析サービスを行っています。具体的にはセルレベルのシミュレーションによる内部現象の可視化、気泡排出挙動解析などの実績があります。



アルカリ水電解、PEM水電解

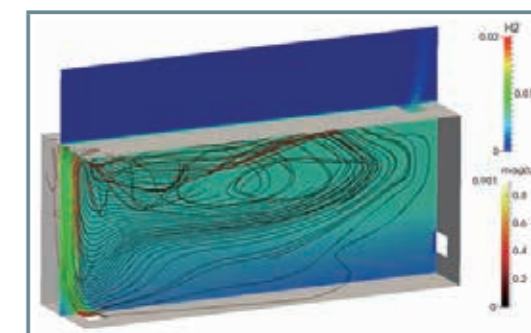


I-Vカーブ（イメージ）、気泡解析

閉空間内の水素拡散挙動解析

燃料電池や事業用発電のエネルギー源として注目されている水素は、利用時にCO₂を排出しないクリーンなエネルギー源として期待されています。しかし、一定条件下で爆発する危険性があり、その安全性の対策が欠かせません。特に、密閉された建物や容器内での水素漏洩と滞留の防止を評価することが重要です。

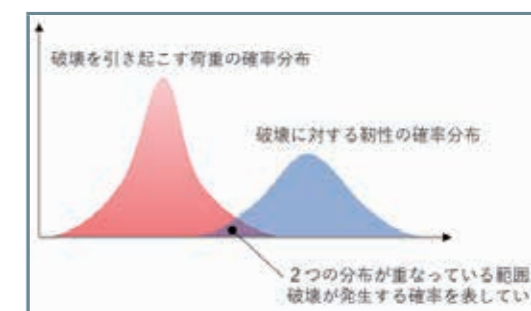
図はOpenFOAM®を用いて、閉空間内の自然対流による水素拡散挙動を解析した結果です。また、OpenFOAM®では配管からの水素漏洩、燃焼モデルによる水素爆発等、水素をはじめとする爆発性ガスの安全性解析が可能です。



自然対流による水素拡散挙動（HallWay 実験モデル）

確率論的破壊力学（PFM）解析

PFMとは、破壊力学に確率論の考え方を導入することで、対象物が破壊に至る確率を評価する技術です。決定論的な評価では、対象物が破壊するかどうかを評価する際には、対象物が持っている破壊に対する靱性と破壊を引き起こす荷重を比較し、どちらが大きいかで破壊が発生するかどうかが決まります。しかし、実際には対象物に存在するひびの大きさや荷重の大きさ、対象物の材料の性質などの様々な因子が影響します。これらの各因子の値には不確実さが含まれ、決定論的な破壊評価には限界があるため、過度な保守性を排除可能なPFMを用いた定量的な評価の活用が期待されています。当社では、原子力関連の設備についてPFM解析コードの開発を行っています。



破壊確率算出のイメージ

材料・化学・バイオ分野のソリューション

Solutions in materials, chemistry, and bio fields

材料、化学、バイオ分野の研究開発において、原子・分子レベルでの現象解明は、高機能な新材料の開発、創薬ターゲットの特定、効率的な触媒設計など、画期的な技術革新を生み出すために不可欠です。このような背景のもと、当社では、長年培ってきた材料、化学、バイオ分野における深い知識と、古典・量子力学シミュレーション技術、データ科学や AI 技術を駆使することで、お客さまの研究開発の効率化と高度化をサポートします。

調査・コンサルティング

- ◆ 材料、化学、バイオ分野における最新の技術動向、市場動向、特許情報の調査を実施いたします。特に、新規材料開発、ドラッグデザイン、バイオプロセス最適化等の分野において、お客様のニーズに合わせた調査、分析、コンサルティングを提供します。
- ◆ お客さまの研究開発テーマに基づき、課題解決のための最適なシミュレーション手法の選定、実験計画の立案支援、得られたデータの解析や解釈のサポートなど、多岐にわたるコンサルティングサービスを提供します。

CAE 導入支援

- ◆ 材料、化学、バイオ分野の研究開発に適した CAE ソフトウェアとして、MIZUHO/BioStation をはじめとした、量子化学計算、第一原理計算、分子動力学計算ソフトウェアの導入を支援いたします。使用方法の習得、活用方法の提案などを行います。
- ◆ お客さまの研究テーマや計算環境に合わせたソフトウェア選定、導入後の技術サポート、カスタマイズなど、きめ細やかに対応いたします。

シミュレーション技術開発

- ◆ お客さまのご要望に合わせて、材料・化学・バイオ分野に特化した解析ソルバ、プリポスト処理プログラムを開発いたします。
- ◆ 特定の物理現象や化学反応に特化した高速・高精度な計算を実現するソルバ開発、実験データとの連携や可視化機能を強化するプリポスト処理プログラム開発など、お客さまのニーズに柔軟に対応いたします。
- ◆ 開発したソフトウェアは、お客様の計算環境に合わせて最適化し、使いやすいインターフェースと詳細なマニュアルを提供します。

受託解析

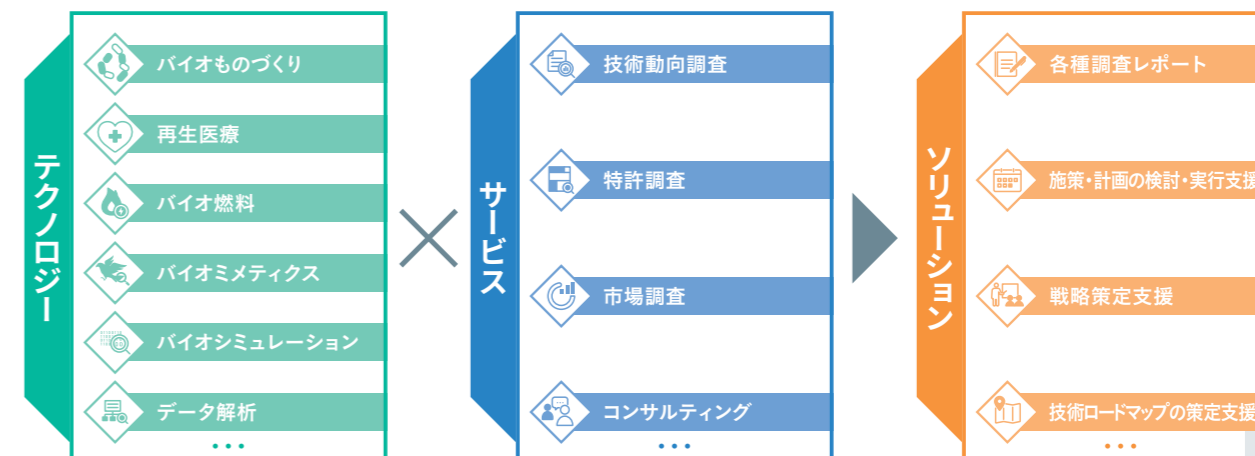
- ◆ 量子化学計算、分子動力学計算、統計解析、機械学習などを用いて、材料、化学、バイオ分野の様々な課題に関する受託解析を実施いたします。
- ◆ 電子状態計算、分子構造最適化、反応経路計算、分子動力学シミュレーション、タンパク質-リガンド相互作用解析、QM/MM 計算、統計解析、機械学習などを用いたデータ解析など、幅広い解析に対応いたします。

最適化・AI 活用

- ◆ シミュレーションと最適化アルゴリズム、機械学習を組み合わせることで、材料設計、プロセス条件最適化、創薬スクリーニングなどを効率的に実施いたします。
- ◆ 遺伝的アルゴリズム、ベイズ最適化などを用いた材料設計、反応条件最適化、機械学習を用いた物性予測、構造活性相関解析、創薬スクリーニングなどを実施いたします。さらに、機械学習力場を用いることで、従来の分子動力学計算を超える長時間シミュレーションを実現し、より複雑な現象の解析を支援します。

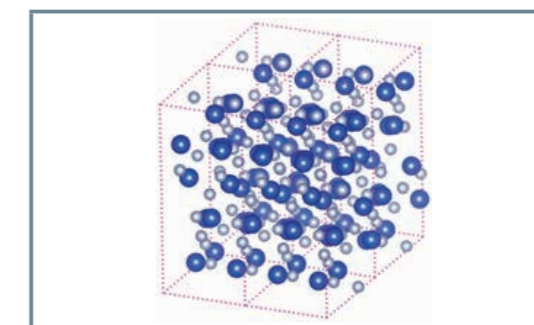
バイオ技術動向等調査

バイオテクノロジー分野におけるイノベーションやバイオエコノミー市場の拡大は、社会の諸課題の解決と経済成長の両立につながることが期待されています。当社は、バイオテクノロジーを対象として培ってきた解析技術、ソフトウェア開発技術、データベース開発に基づく技術的知見、ネットワーク及び経験を基に、技術調査、特許調査、市場調査、コンサルティング等のサービスを行っています。これまでに、バイオものづくり、バイオ燃料、再生医療、表面機能制御技術等を対象に、国内外の技術動向調査、投資候補先の技術力等の評価、重要技術・新興技術等の調査、技術ロードマップの策定に関する調査等の実績があります。



材料の機械的特性の解析

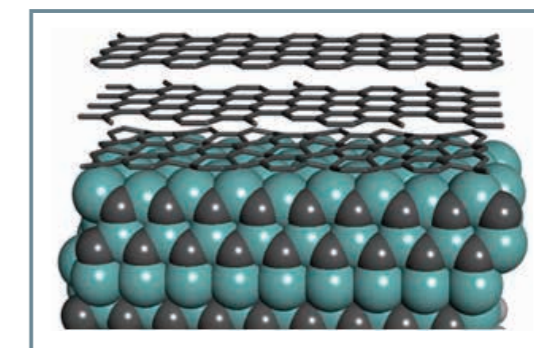
結晶材料の機械的特性は、密度汎関数法による予測精度の高い特性です。安定構造の格子定数および密度、ヤング率やポアソン比などの弾性係数などの基本的な物性値や、破壊靱性などの機械的強度についても評価が可能です。同一組成の材料の相の違い、元素組成の違い、原子の置換位置による違いにより、どのように機械的特性が変化するかを解析し、所望の機械的特性に近い構造・組成はどのようなものかについてを予測しました。



結晶材料の機械特性解析

グラフェントランジスタのキャリア輸送の解析

グラフェンは炭素原子が蜂の巣格子状に並んだ2次元シート状の物質であり、その大きな電気伝導度から次世代デバイスへの適用が期待されています。しかし、デバイス化する際には基板上にグラフェンを配置するため、基板とグラフェンの相互作用の影響を考慮する必要があります。そこで、複数種類の基板上でのグラフェンに対する第一原理電子状態計算と非平衡グリーン関数法による量子伝導度計算により、各基板でのグラフェンの電子状態、電気伝導度、キャリア有効質量、キャリア密度、移動度、キャリア輸送の電場依存性、基板材料依存性を解析しました。



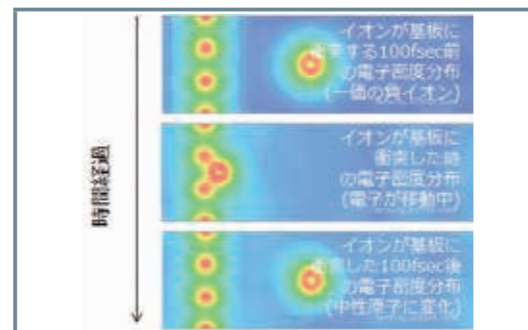
非平衡グリーン関数による基板上のグラフェンの伝導度解析

材料・化学・バイオ分野のソリューション

Solutions in materials, chemistry, and bio fields

イオン中性化反応での電子移動機構の解析

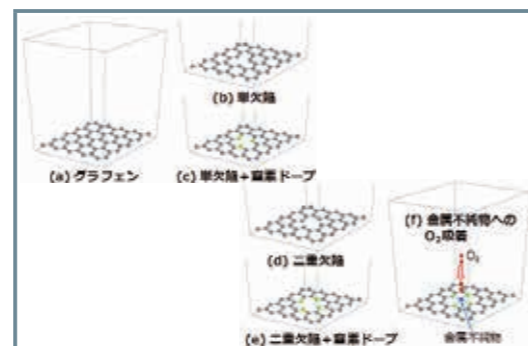
帯電した負イオンを高速でグラファイト基板に衝突させると、その電子がグラファイト側に流れ落ちて中性原子となる現象が知られています。この現象のメカニズムを解明するため第一原理計算に基づいた電子状態の時間発展の数値シミュレーションを実施しました。その結果、イオンの価電子と基板の多数の価電子が相互に交換されながら、最終的に基板側に移る電子が多いためイオンが中性化されることが分かりました。この結果は当社の量子電子動力学シミュレータ (QuickQD) を用いて得られた結果です。



電子動力学計算によるイオン衝突過程での電子移動の解析

欠陥グラフェンへの窒素・金属・酸素吸着

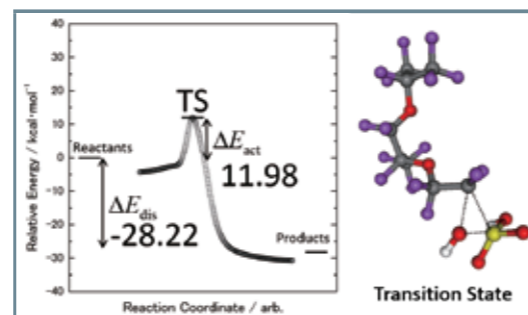
家庭用や車載用などで実用化が進められている燃料電池ですが、さらなる普及に向けた低コスト化が課題となっています。燃料電池のコストで大きな比重を占めている白金触媒の使用量の低減に向け、カーボンアロイ・CNT・グラフェンなど炭素系材料の利用が検討されています。これら炭素材料では、欠陥や窒素ドーピング、金属不純物などの影響が示唆されます。そこで、第一原理計算により、欠陥構造の安定性や欠陥部位における金属不純物の存在可能性の評価を行いました。また、金属不純物に対する酸素分子の吸着計算も行い、酸化還元反応の発生状況について比較しました。



グラフェンへの欠陥・ドーピング・不純物吸着の安定性評価モデル構造

燃料電池用ポリマー膜の化学劣化機構の解析

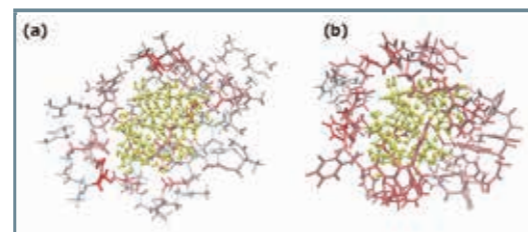
Perfluorosulfonic acid (PFSA) 系のポリマーは、固体高分子型燃料電池の電解質膜に用いられます。電解質膜の劣化は、燃料電池の耐久性を下げるひとつの要因であり、劣化対策が必要とされています。当社は、量子化学計算を用いて、OHラジカルが側鎖にアタックする経路を低加湿条件、高加湿条件で探索し、劣化反応機構の一部を正確に解析しました。また、側鎖の構造が劣化機構に与える影響も解析しました。



量子化学計算による PFSA 系電解質膜の劣化反応機構解析

ゴム高分子とシリカナノ粒子の相互作用

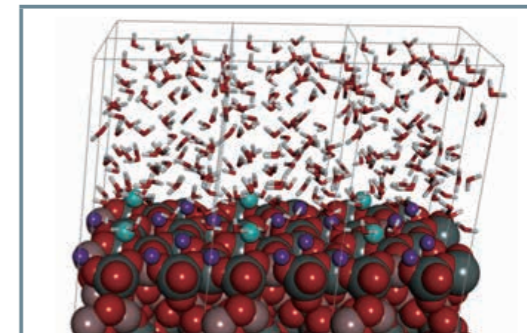
高性能タイヤについて、ゴム中にフィラーとしてシリカを添加した製品が多く開発されています。天然ゴム (ポリイソプレン) と合成ゴム (スチレン-ブタジエンゴム) とで、ゴム高分子とシリカ界面の相互作用にどのような差異が生じているのかを FMO 法で解析しました。解析の結果、天然ゴムよりも合成ゴムの方がシリカとの引力が強く働くことが分かりました。



ゴム高分子とシリカナノ粒子の相互作用解析

固体・液体界面の原子・分子構造の解析

固体と水の界面では、表面との相互作用により水分子の振る舞いに変化します。その水溶液中のイオンは固体表面への吸着・脱離を繰り返し水溶液中を拡散します。この複雑な現象でのイオンの挙動を評価するため、第一原理分子動力学法で原子・分子の挙動を計算しました。計算で得られた水分子の動径分布から水単体とは水分子の振る舞いが変わることが分かりました。また、イオンの動径分布から表面吸着強度、イオンの運動分布から拡散係数などを評価しました。同様に水溶液中の低分子の挙動も計算し、固体表面吸着した低分子の構造などを評価しました。



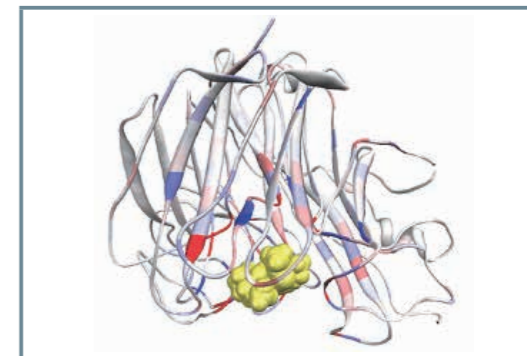
第一原理分子動力学計算による酸化物固体海面でのイオンの挙動評価

大規模量子化学計算

フラグメント分子軌道法 (FMO 法) は、数万原子で構成されるタンパク質などの生体高分子やポリマーの原子構造と電荷分布を明らかにする実用的な分子軌道計算法です。例えばタンパク質分子ではアミノ酸残基ごとのフラグメント (断片) に分割して分子軌道計算することで、タンパク質全体の計算に比べて計算時間を大幅に短縮しながら、フラグメントの単体 (モノマー)、2つの組 (ダイマー)、3つの組 (トリマー)、4つの組 (テトラマー) の計算結果を集成して、分子全体のエネルギーや電子状態を精度良く再現します。当社では、FMO法を用いたバイオフィ分子相互作用解析シミュレータ MIZUHO/BioStation の開発及び MIZUHO/BioStation を用いたタンパク質などの大規模分子やシリカ・アパタイトなどの無機材料の電子状態解析を行っています。

タミフルのインフルエンザウイルスへの作用解析

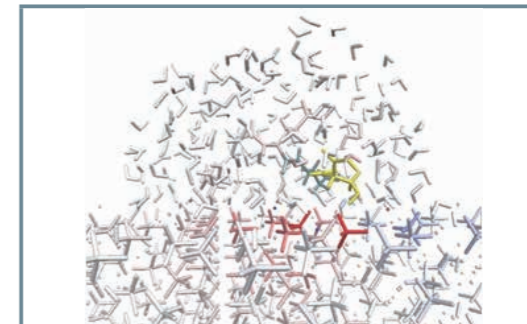
インフルエンザウイルスタンパクの1種のノイラミニダーゼに抗ウイルス薬のタミフルが作用するメカニズムを FMO 法で解析しました。その結果、タミフルはノイラミニダーゼの塩基性アミノ基に強く引力相互作用し、さらにタミフルのアミノ基部分がノイラミニダーゼの酸性アミノ基と相互作用することで安定化していることが分かりました。計算で得られる相互作用の定量的指標から官能基のデザインをはじめとした論理的創薬が可能になります。



タミフル (黄色) とインフルエンザのノイラミニダーゼタンパク質の相互作用

生体親和性材料アパタイトとペプチドの相互作用解析

生体親和性材料であるハイドロキシアパタイトと微小タンパク質 (人造ペプチド) の相互作用を系統的に FMO 法で解析しました。その結果、固体表面に強く吸着する生体分子中のアミノ酸残基を見出しました。計算で得られる相互作用の定量的指標から、より吸着力の強い生体分子のデザインをはじめとした安全性の高い歯科・外科用インプラントの設計、ハイドロキシアパタイト表面によるバイオセンサーの開発につながると期待されています。



アパタイト (下部) と水分子群 (上部) 内にあるペプチド分子 (中部) との相互作用エネルギー

材料・化学・バイオ分野のソリューション

Solutions in materials, chemistry, and bio fields

電子状態計算ソフトウェア開発

材料・ナノテク分野で研究されている物質の電子状態を量子力学の第一原理計算に基づいて計算し、その物性を解析する電子状態計算ソフトウェアの開発を行っています。最先端の理論に基づく電子状態計算プログラム開発からプログラムの並列高速化、可視化 GUI 開発まで一貫した開発に対応します。

電子状態計算プログラムの開発・機能追加

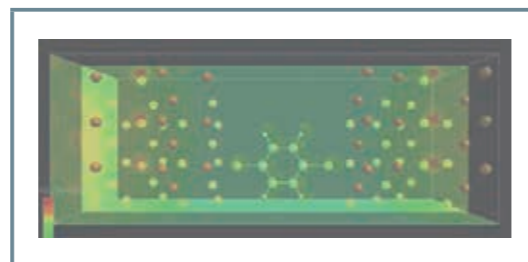
平面波・原子軌道・実空間格子のそれぞれの基底関数での電子状態計算プログラムの開発、擬ポテンシャルへの中性原子ポテンシャルの導入による計算コストの削減、Hartree-Fock方程式とKohn-Sham方程式を混成した Hybrid 汎関数法の導入による計算精度の向上など、最先端の理論に基づく、電子状態計算プログラムを開発しています。

プログラムの並列高速化

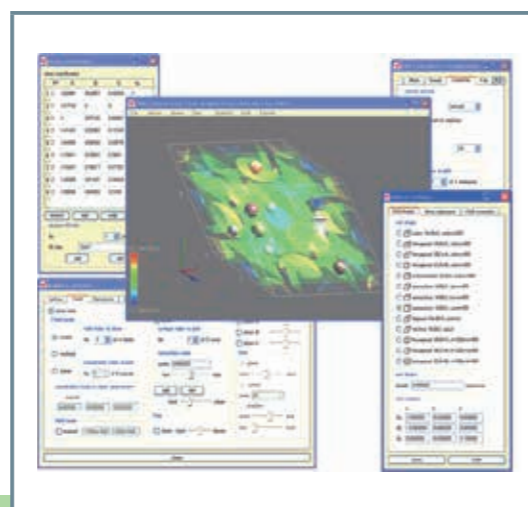
電子状態計算プログラムを高速化するため、OpenMPIによるノード内並列化、MPIによるノード間並列化、GPGPUやIntel®XeonPhi™によるコ・プロセッサ並列化などの並列計算機能を開発しています。

専用可視化 GUI フロントエンドの開発

電子状態計算プログラムを容易に操作し、計算結果を瞬時に理解するための専用の GUI と3次元グラフィックスを備えたフロントエンドを開発しています。



最先端の理論を実装した第一原理計算プログラムによる
新奇材料の特殊な物性値の計算



第一原理電子状態計算プログラムパッケージ xTAPP の
可視化 GUI ソフトウェア TAPIOCA の画面
(提供：東京大学 常行研究室)

研究開発用データベース開発

当社では、物性データや形状データ、画像データ、プロセスデータ、時系列データなど、様々なデータを対象に機能を統合したデータベースを設計・構築しています。

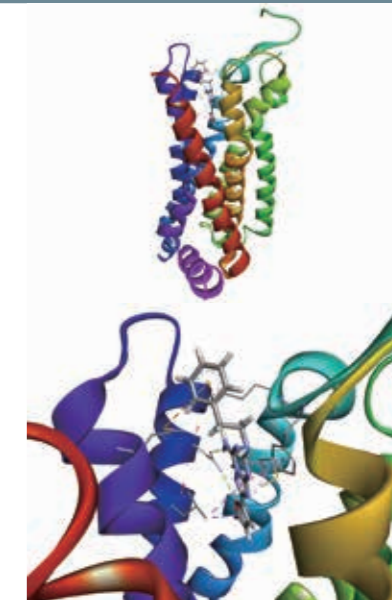
物質・材料、ものづくりなどの研究開発プロジェクトにおける個人利用を想定した小規模なものから、サーバークライアント型の数10万データの大規模なものまで幅広く対応いたします。また、構築後の運用、データ拡充、システム維持（メンテナンス、機能改良）等も支援します。



国際ガラスデータベース INTERGLAD の画面
(提供：一般社団法人 ニューガラスフォーラム)

機械学習による 分子シミュレーションの高度化

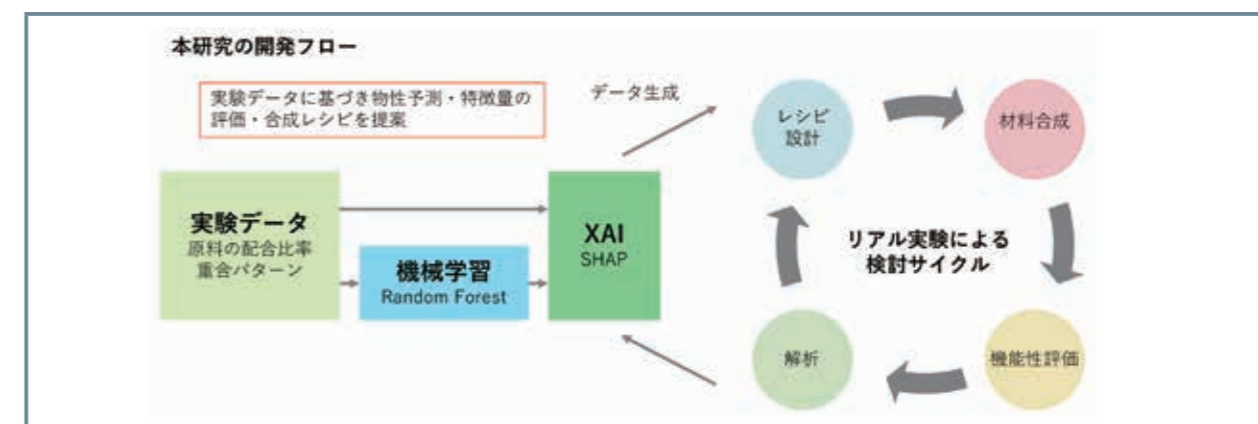
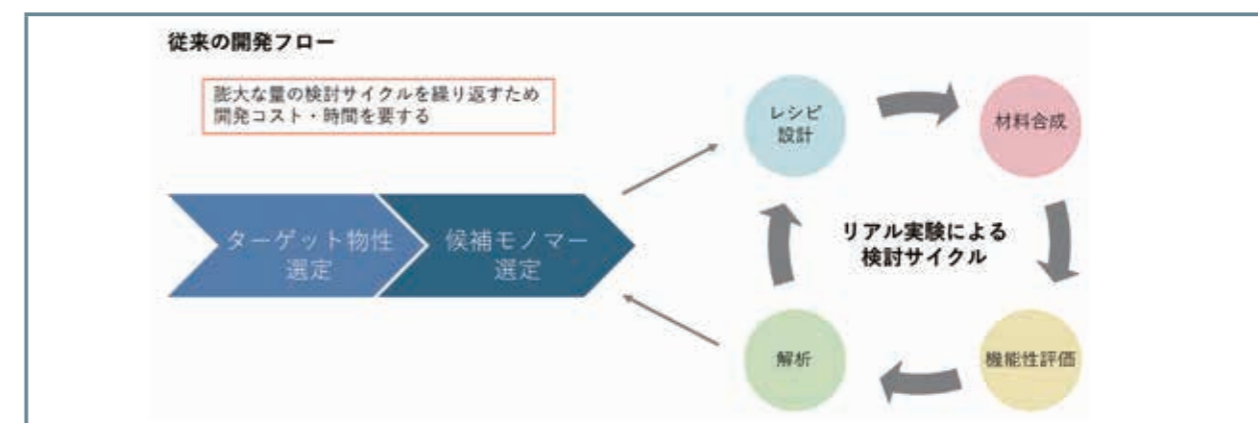
創薬での医薬品候補分子の探索では原子スケールのシミュレーションを行う必要がありますが、量子力学に基づいたシミュレーションは計算コストが高いため、実用的には、原子間に働く量子論的な効果を「力場」により模擬したシミュレーションが行われています。しかし、「力場」による量子力学の模擬には限界があり、計算精度が高くないことが課題でした。当社では、この課題の解決に向けLINC（※）などでの活動を通して「AI力場」の開発に取り組んでいます。AIを活用することで、タンパク質と分子との相互作用を高速かつ高精度に解析できるため、数百万種の化合物から、目的のタンパク質と結合する化合物をより高速・確実に選ぶことが可能な技術の実現を目指しています。（※一般社団法人ライフインテリジェンスコンソーシアム）



アデノシン A2A 受容体と ZMA 類似分子の相互作用

プロセス・インフォマティクス解析

プロセス・インフォマティクス分野において、当社は実験、製造、シミュレーションから得られたデータを効果的に活用し、製造プロセスの最適化と改善を実現するソリューションを提供しています。具体例として、以下のシード社との協働プロジェクトでは、実験データに基づく物性予測と特徴量評価を行い、新たな合成レシピを自動提案するシステムを開発しました。高度なデータ分析と機械学習モデルの構築から、使いやすい GUI を備えたシステム開発まで、包括的なソリューションを提供し、材料開発の効率化に貢献しています。



マテリアルズインフォマティクス概念図

より良い未来に向けた科学技術

Science and technology for a better future

ここまでご紹介したもののづくり、土木インフラ、防災、エネルギー、材料・化学・バイオ分野に加えて、最先端の科学技術や科学技術そのものの将来を対象としたコンサルティングサービスもご提供しております。お客さまと共により良い未来を創造するため、日進月歩で成長する科学技術のうち、量子コンピュータや自然言語処理、宇宙ビジネスなどの事例をご紹介します。

量子コンピュータに関する取り組み

量子コンピュータは従来のコンピュータと異なる特性を持つ新世代のコンピュータです。量子力学の原理に基づいて動作しており、量子ビット（qubit）と呼ばれる情報の最小単位を利用して、従来のコンピュータでは非現実的な時間が必要な問題を解くことが可能です。量子コンピュータの応用は多岐にわたり、幅広い領域において革新的な解決策を提供する可能性があります。例えば、次のようなシミュレーションや計算への活用が期待されています。

- ☑ **金融シミュレーション** 資産のリスク評価、金融派生商品の価格評価
- ☑ **物理シミュレーション** 材料特性の予測、化学反応のシミュレーション、材料設計、構造・流体計算
- ☑ **機械学習** 生成モデル、画像・音声認識、時系列予測、異常検知
- ☑ **組み合わせ最適化** 最適経路探索、スケジューリング、リソース配分の最適化

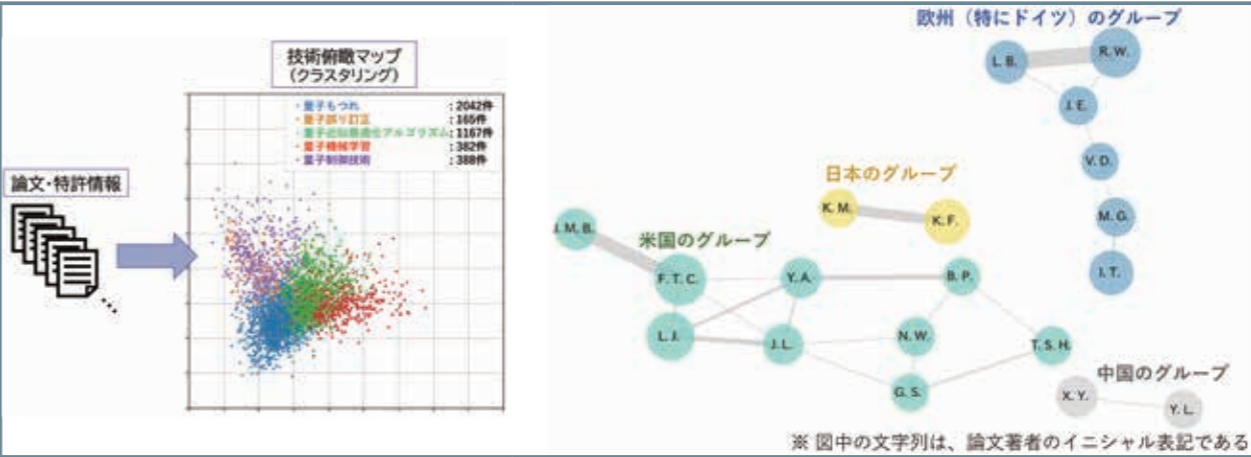


当社は、2018年から量子コンピュータの研究開発を行っており、長年の研究と経験を積んだ専門家チームを擁し、量子コンピューティングに関する研究において多数の論文発表実績や国内の主要な研究機関・研究者との連携実績があります。特に、量子コンピュータの産学連携拠点の一つである慶應義塾大学量子コンピューティングセンター（KQCC）を通じて、産学連携の最前線で活動しています。お客さまが抱える課題の解決に向けて、最新の量子コンピュータ技術を活用したサービスを提供します。

サービス分類	詳細
調査	技術動向調査 ユースケース探索 Proof of Concept（PoC）実施
コンサルティング、戦略作成支援	量子コンピュータ導入に関する戦略策定支援 量子コンピュータの導入方法検討 量子コンピュータ活用の具体案検討
研究開発支援	ソフトウェアやアルゴリズムの開発支援 専門的知識／技術の提供

自然言語処理に基づいた科学技術動向の分析

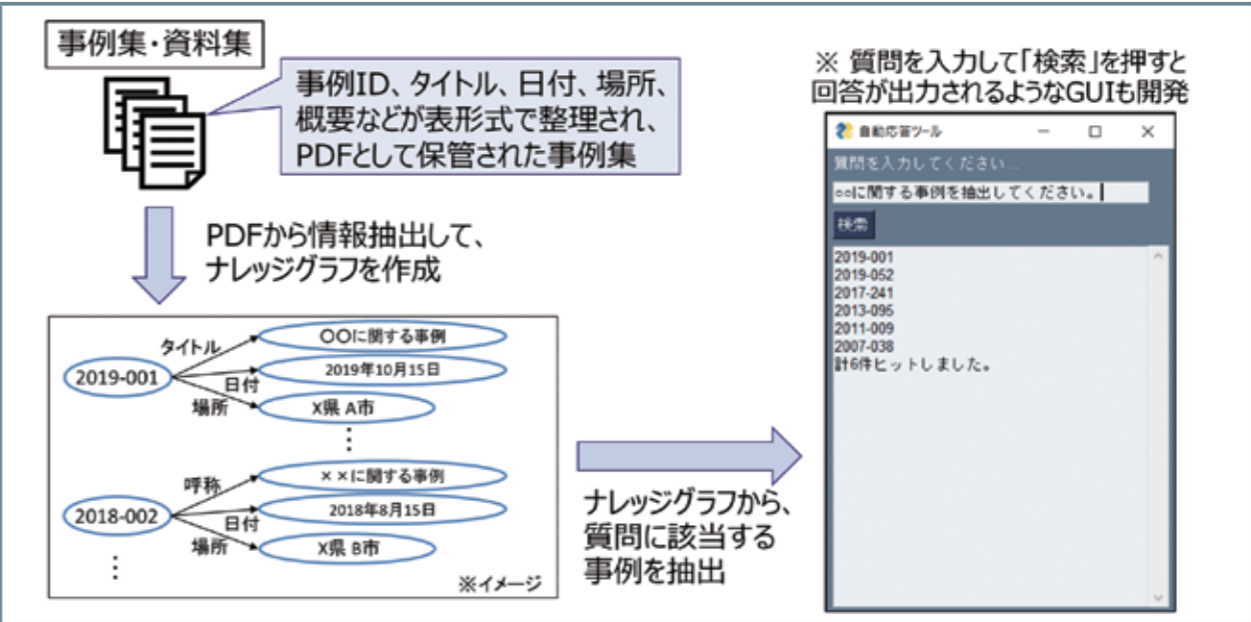
技術動向を踏まえ、根拠に基づいて意思決定を実施したい場合、客観的かつ定量的な技術動向の調査・分析が重要となります。当社は、クラスタリング分析や共起ネットワークなどを活用して論文や特許を分析することで、重要な要素技術の抽出や技術トレンドの分析とその将来予測、特定の技術分野での中心人物の特定などといった意思決定に資する情報を、根拠に基づいて（エビデンス・ベースド）提供することができます。例えば、クラスタリング分析によってある着目分野を構成する要素技術を明らかにしたり、また共起ネットワーク分析によってその要素技術の研究開発で中心となっている研究者・企業を抽出したりすることが可能となります。



左：「量子コンピュータ」を対象として、クラスタリング分析によって要素技術に分類した結果
右：「量子コンピュータ」において、共起ネットワーク分析によって研究者間の繋がりを可視化した結果

情報の整備と活用を支援する調査・コンサルティング

近年、DXの取り組みが加速していることと相まって、社内外で様々なデータが取得・保管されるようになっていますが、データが体系的に整備されていないが故に、既存のデータを活用した新たな知見やソリューションの創出が困難になっているという問題があります。その解決策として、当社ではナレッジ（知識）グラフなどに基づいた、技術やノウハウといった情報の整備と活用を支援するための調査・コンサルティングを行っています。



ナレッジグラフを用いた、技術やノウハウを整備・活用するためのシステム開発例

Science and technology for a better future

お問い合わせから納品まで

From inquiry to delivery

お客さまのお困りごとやご要望に柔軟に対応させていただきますが、代表的な案件の進め方をご案内します。

1

お問い合わせ

当社のウェブサイト、お電話、e-mailなどお気軽にお問い合わせください。

2

ご相談・お見積

まずはお困りごとやご依頼内容について、各分野の専門家がお話をうかがいます。
次いで、ご要望を踏まえて具体的な仕様やスケジュールを当社からご提案し、お見積をご提示します。

3

ご契約

仕様や金額についてお客さまと当社とで合意できれば、ご発注いただきます。

4

作業実施

ご契約内容や仕様に従い、解析作業やプログラム開発、コンサルティングや調査を実施いたします。

5

中間報告

作業の進捗や暫定的な結果などを適宜ご報告します。
お客さまからフィードバックをいただき、以降の実施方針などを協議します。

6

最終報告・納品

解析結果や調査結果をまとめた報告書を納品いたします。
作成したプログラム、解析モデルや入出力ファイルなども納品いたします。

7

次ステップのご提案

納品した計算プログラムや解析モデルについて、ご要望があれば保守（有償）や次ステップのご提案を実施いたします。
保守内容は各案件の特性に合わせてお客さまとご相談のうえ決定いたします。

お問い合わせ・資料請求

みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社

技術開発本部 サイエンスソリューション部

〒101-8443 東京都千代田区神田錦町2-3

Tel 03-5281-5311 Fax 03-5281-5331

URL <https://www.mizuho-rt.co.jp/solution/research/index.html>

e-mail ss-sales@mizuho-rt.co.jp

本書に記載の情報は2024年4月時点のものに基づきます

© 2024 Mizuho Research & Technologies, Ltd. All rights reserved.

ともに挑む。ともに実る。
MIZUHO



ver.202409-01