



数理ソリューション 特集号

各分野の専門家が課題解決を強力にバックアップいたします

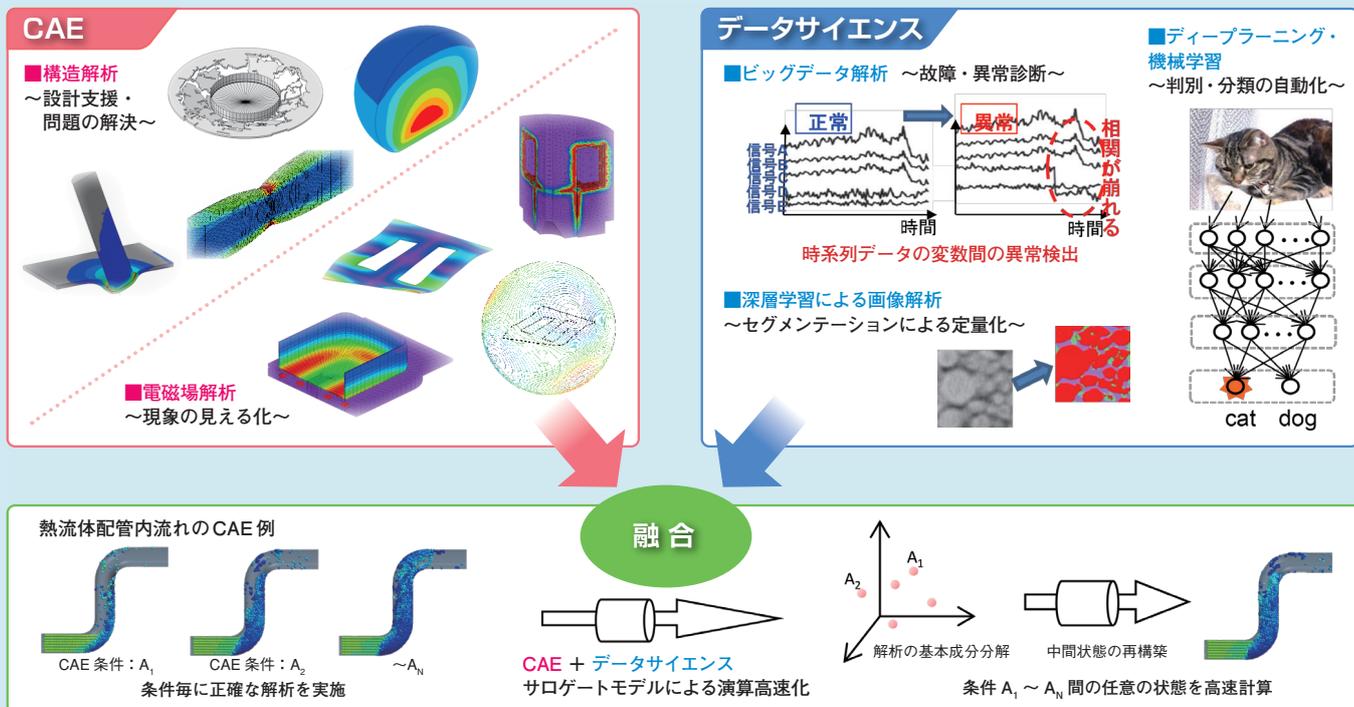


図1 CAEとデータサイエンス

数理ソリューション 特集号

CAEを活用した新たな展開

CAE in Collaboration with Data Science

▶なぜいまこれが？

計算機の発達とともに、CAE(Computer Aided Engineering) がものづくりに深く関わるようになり、実験に代わる開発の手助けや、トラブル時の原因調査に使われています。

当社におけるCAE技術も、まさにこうした用途にお応えすべく技術力を磨いてまいりました。経験豊富な技術者が、ご指定の形状や条件において予想される結果を数値解析によって高い精度でご提供する事に精通しています(図1)。

しかし、情報関連技術の発達に伴って、ものづくりの現場の膨大な情報を活用したい、あるいは研究開発段階でも多様な条件を考慮したいなど、より多くの条件を考慮できるCAEが求めら

れています。

具体的にはデータサイエンスとCAEを融合・活用することが求められています(図1)。

▶これがポイント！

当社のCAE技術は、構造・熱流体解析など、ものづくりに関連した分野を得意としています。本特集でご紹介する「構造最適化解析」、「ネジのゆるみ解析」や「原子力施設を対象としたガイドラインに基づく数値解析」は構造解析を、「粒子」を扱うシミュレーション技術の紹介は粉流体のCAE技術を紹介しています。

また、CAEとデータサイエンスのコラボレーション例として「CAEとデータサイエンスの融合による数値解析の高

速化」をご紹介しています。また、「機械学習によるCT画像のセグメンテーション」は実験データをデータサイエンスによって高度に情報を整理して活用できるようにした事例です。

今回は、具体的な事例をご紹介いたしました。当社ではお客様のニーズに合わせたCAEやデータサイエンスの適用をご提案いたします。どうぞお気軽にご相談ください。

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 CAEセンター
日野 善道
y-hino@jfe-tec.co.jp

構造最適化解析

▶なぜいまこれが？

工業製品や建築、土木構造物の最適化設計のアプローチについて、最適化の解析技術をご紹介します。

幾何形状を最適化するトポロジー最適化では、制約条件を体積、目標を強度と置くことで、軽量ながらも剛性を保持した形状が求められます。また、幾何形状を大きく変更するため、全く新しいコンセプトの形状が得られる可能性もあります。製品開発においては設計⇄強度評価の反復が必須ですが、構造解析と最適化を組み合わせることで時間の短縮化が図られる一方、技術者はこれらを使いこなすための知見や技術が要求されます。

▶これがポイント！

薄肉軽量化を目標としたトポロジー最適化

トポロジー最適化の形状はラティス(穴開き、格子)構造化する傾向があります。この理由は、剛性で不必要な範囲を空洞化することで軽量化を行うためです。ただし、実際の製品形状は製

作上空洞でないことが望まれる場合もあります。このような場合、制約条件にこれを加えることで、ラティス化されず薄肉軽量化された、実現性のある形状が得られます。当社の提案として、例えば図1は3方向から荷重を受ける梁で、板厚が低減されながら必要な剛性が確保された薄肉形状が得られます。また、図2は支持台の例で、同じ剛性で異なるパターンのリブプレート配置の形状が得られます。

形状改善のための最適化

形状に生じる高い応力箇所の緩和のために表面形状を調整する最適化が可能です(形状最適化)。図3では、梁の薄肉軽量化をベースに応力の制約条件を置くことで、板厚が調整され高応力部が低減されることが分かります。

当社では、最適化に精通した技術者がお客様の問題を的確にとらえ、解決に導くことが可能です。どうぞお気軽にご相談下さい。

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 CAEセンター
 抜井 和博
 nukui@jfe-tec.co.jp

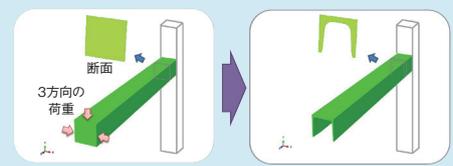


図1 梁の薄肉軽量化例

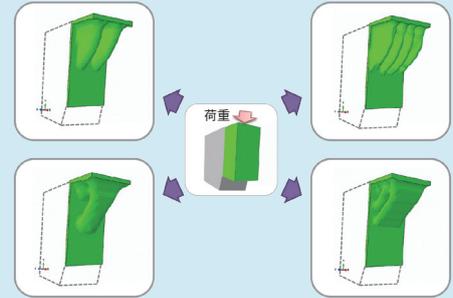


図2 支持台の薄肉軽量化例

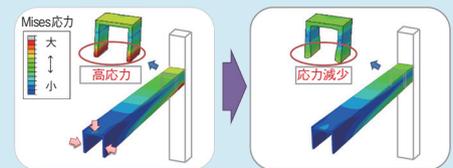


図3 応力緩和の最適化例

ネジのゆるみ解析

▶なぜいまこれが？

ねじ締結体は様々な分野で用いられていますが、メンテナンスが容易である反面、常にゆるみの問題を抱えています。

ゆるみ止め部品の使用など、様々なゆるみ防止策が講じられているものの、その性能についての詳細な検証や評価が難しい場合があります。

例えば、大型の構造物全体にかかる振動や負荷を考慮した評価は、試験そのものが難しく、また、ゆるみ現象やゆるみ防止のメカニズム解明については、試験では確認しにくいミクロな視点での検証が必要となります。

▶これがポイント！

そこで、ねじ山の3次元らせん構造を忠実にモデル化したCAEモデルを用いて、締付およびゆるみ現象を再現する数値シミュレーションをご提案いたします。

図1および図2は、M16ボルトの締結部のみをモデル化した解

析事例ですが、構造物全体を含めてモデル化することももちろん可能ですし、当社独自のモデル化技術により、特殊形状のねじ山やテーパねじなどのモデル化も可能です。

また、図2に示した応力分布だけではなく、ひずみや接触圧分布、ゆるみ角など、ゆるみ防止策の検証や評価、ゆるみのメカニズム解明に必要な様々な出力が可能です。

さらに、当社のモビリティパーツ評価センターでは米国の航空規格NAS3350に準拠した加速振動試験を行っており、この試験とCAEを組み合わせることで、ゆるみ現象のより深い理解が可能とな

ります。

当社では、振動試験と数値シミュレーションにより、ねじ締結体のゆるみに関する諸問題の解決を支援いたします。お気軽にご相談ください。

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 CAEセンター
 武 慎一郎
 take@jfe-tec.co.jp

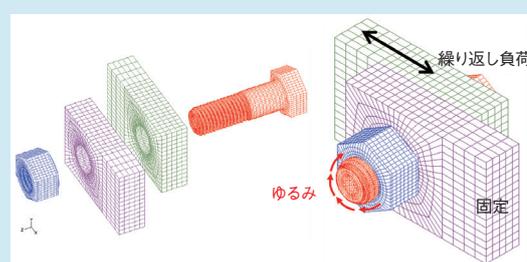


図1 解析モデル(M16ボルトモデル)

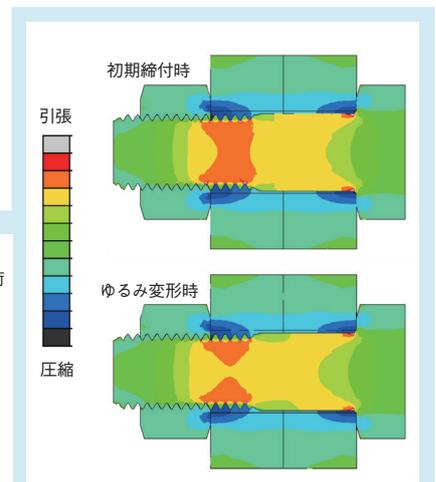


図2 解析結果(ボルト軸方向応力分布)

原子力施設を対象とした ガイドラインに基づく数値解析

～原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドラインに基づく解析業務～

▶なぜいまこれが？

原子力施設の建設や維持管理の側面を支えている数値解析は、今や不可欠な要素となっています。それゆえに、条件設定の誤りや、結果の誤記載等の不適合を未然に防止することが重要課題となります。品質マネジメントシステムを構築し、透明感のある高品質な解析結果を提示することが要求されています。

▶これがポイント！

当社では、長年培った数値解析技術に加え、品質のマネジメントシステムで信頼性を確保した数値解析結果を提供しております。原子力設備の場合には、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン (JANSI-GQA-01)」に代表されるような要求事項と、当社の品質マネジメントシステムを融合させ、極めて厳格な品質管理の下で、数値解析結果を提供いたします。

原子力設備に係る過去の解析事例を示します。図1は、架構に飛来物が衝突したときの事例です。解析結果としては、架構のひずみや変位量、また架構を支えるアンカーボルトの破断の評価を実施したものです。図2のように、解析の実施にあたり、数名のメンバーでチームを作ります。新たな解析手法を適用する場面や、解析結果を評価する場面ではメンバーでデザインレビューを実施し、記録を残す運用をしています。また解析ソフトに入力する条件や入力値は複数名でチェックをし、間違いがないかを客観的に確認をしています (図3)。解析結果の検証の際は、必要な解析結果を抽出するだけでなく、あらゆる角度からの検証や、類似解析の計算結果との比較等により、結果の妥当性確認も行います。お客様から数値解析の依頼を受けたその日より、数値解析の入力条件から、計算結果に至るまで全てをオープンにし、客観的な立場で精査しながら数値解析を進めて参ります。原子力に限らず、品質保証を伴う数値解析のご要望があればお気軽にお声がけください。

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 CAEセンター
川西 昭
a-kawanishi@jfe-tec.co.jp

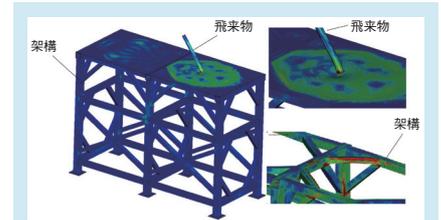


図1 飛来物の架構への衝突



図2 数値解析実施体制

材料	値	
ヤング率 [Pa]	2.34 × 10 ¹¹	✓
Poisson 比 []	0.3	✓
質量密度 [ton/mm ³]	7.854 × 10 ⁻⁸	✓
降伏応力 [MPa]	234	✓
加工硬化係数	1234.5678	✓

図3 客観的なチェック

「粒子」を扱う シミュレーション技術の紹介

▶なぜいまこれが？

医薬・食品分野などでは液体 (水・溶液) や固体 (原料粉末・薬剤)、治具などの様々な要素が絡み合ったプロセスが多く見られます。これらを包括的かつ精度よく取り扱うための様々な計算手法が提案されています。

CAEでは対象となる領域をコンピューターで取り扱える離散的な要素に分割し、計算を行う手法が一般的ですが、それに対して「物体を粒子の集合体として表現する手法」も提案されています。この手法は「粒子法」と呼ばれており、当社では対象となる物体 (水、樹脂など) の変形、飛散をとともうダイナミックな挙動の把握に適用しています (図1)。

また、同じような手法に粉体解析があります。これは原料粉末や薬剤などの粉体 (固体) を対象としたシミュレーションで、個々の粒子の動きを追跡することで、全体の動きを予測することができる

ものです。また空気抵抗や流体力の考慮などの連成解析も行っています (図2)。

▶これがポイント！

粒子を扱うシミュレーションを精度よく進めるには、なるべく細かい粒子を計算する必要がありますが、全体の粒子数が膨大になるため、計算コストの高騰を招くこととなります。このため従来は粒子サイズを大きくし、計算コストを抑える必要がありました。

現在では、富岳に代表されるようなスーパーコンピューターを活用した大規模なシミュレーションが普及してきています。またGPU (画像処理プロセッサ) を活用した超高速演算により、スーパーコンピューターに匹敵するシミュレーションが卓上でも実現可能となっています。これらを活用し、計算精度を落とすことなく、リーズナブルなコストで計算を行うことが可

能となってきています。

当社ではこれらの最先端の計算技術を活用し、ハイスpek的な計算ニーズに対応いたします。是非、お気軽にご相談下さい。

▶お問い合わせ先

計測プロセスソリューション本部 CAEセンター
中西 知己
t-nakanishi@jfe-tec.co.jp

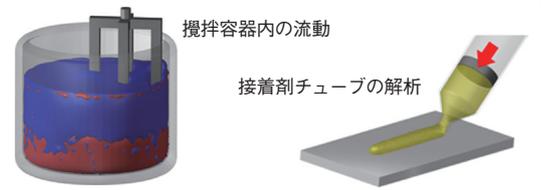


図1 粒子法流動解析の例

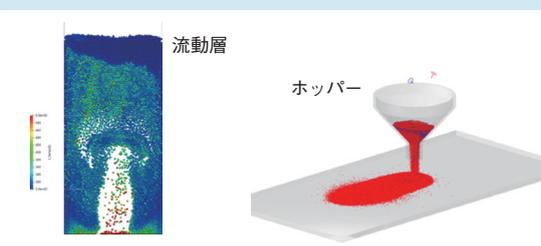


図2 粉体解析の例

CAEとデータサイエンスの融合による数値解析の高速化

▶なぜいまこれが？

CAEは製品や製造工程の研究開発、設計に必要不可欠の技術ですが、数値解析に時間を要するのが難点です。過去の計算資産（解析結果）を活用して未計算の条件に対する結果を機械学習で予測できれば、研究開発や設計の効率化につながります。本技術はそのような要請をCAEとデータサイエンスを融合することにより実現いたします。

▶これがポイント！

本技術は図1に示す2つのステップから構成されます。まずCAEの数値解析結果（以下、CAE結果）の要素値の分布から多変量解析によって基本成分を抽出します。この基本成分に重みを掛けて線形和を求めることにより、元の分布を再構成することができます。CAE結果には数百万個の要素が含まれている

ことが多く、機械学習で要素値の分布を直接予測するのは困難です。本技術では、多変量解析による情報圧縮を行い、機械学習の予測対象を基本成分への重みとすることにより問題を大幅に低次元化し、学習を容易にしています。

次に、計算条件と基本成分への重みの関係を機械学習によりモデル化し、未知の計算条件に対する重みを推定して基本成分の線形和を求めることによりCAE結果を予測します。少数のデータでも学習可能な機械学習の手法を用いているため、ディープラーニングのような大量の学習データは不要であり、計算負荷の高いCAEに適した技術となっております。

本技術では、上記の2つのステップによりCAEとデータサイエンスを融合させ、CAE

を代替する高速演算可能なモデルを構築することができます。この代替モデルを活用することにより、設計パラメータの最適化を効率的に行うことができるようになります。また、実現象のリアルタイムな可視化や予測などに適用することも可能です。

本技術に関しては、お気軽にご相談ください。

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 フェロー
浅野 一哉
ka-asano@jfe-tec.co.jp

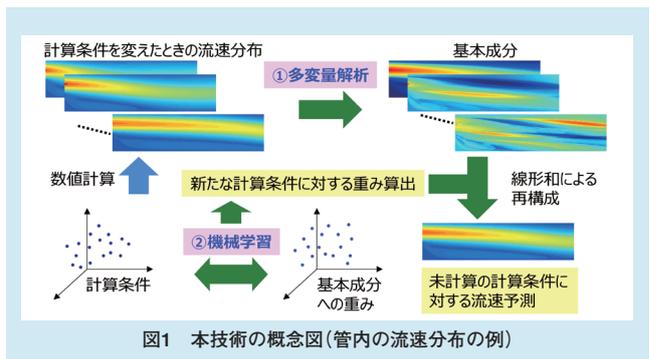


図1 本技術の概念図(管内の流速分布の例)

機械学習によるCT画像のセグメンテーション

▶なぜいまこれが？

エネルギー密度の高いリチウムイオン二次電池、軽量高強度な構造部材等の高機能複合材料では、機能発現や劣化機構を解明するためには構成物質の分布を三次元的に評価する事が重要です。X線CT法は非破壊で三次元構造を可視化できる優れた手法ですが、断面画像の画素を構成物質に分類するセグメンテーションにおいて、X線吸光度が同程度の物質を区別できないという問題点がありました。一方近年、機械学習技術の進歩により、画素の周辺の情報を用いて分類を行うセマンティックセグメンテーションが実用的に利用できるようになりました。本稿では、当社で取り組んでいる、機械学習を用いたセグメンテーションによるCT画像からの三次元構造の可視化例を紹介します。

▶これがポイント！

セマンティックセグメンテーションは教師有り学習の一種であり、最初に教師データを人間が作成する必要があります。セグメンテーションの精度は教師データの品質で大部分が決まるため、対象となる物質や実験的な測定手法に対する深い理解に基づいて、高品質な教師データを作る事が重要となります。当社ではCT測定、電池、データサイエンスの各分野の専門家が協力して教師データを作成することにより、精度の高い機械学習モデルを作ることが可能となりました。

リチウムイオン二次電池の正極塗膜のCT画像に対して機械学習によるセグメンテーションを行った例を図1に示します。上はCT画像、下はセグメンテーションの結果です。導電助剤のように位置によって輝度が異なり判別が困難な物質も、セマンティックセグメンテーションで周辺の情報を考慮することに

よってはっきりと分類できます。

当社では、CTの測定からお客様のお持ちの画像データを用いた解析まで、各段階での対応が可能です。お気軽にご相談ください。

▶お問い合わせ先

計測プロセスソリューション本部 データサイエンスセンター
北山 健
ta-kitayama@jfe-tec.co.jp

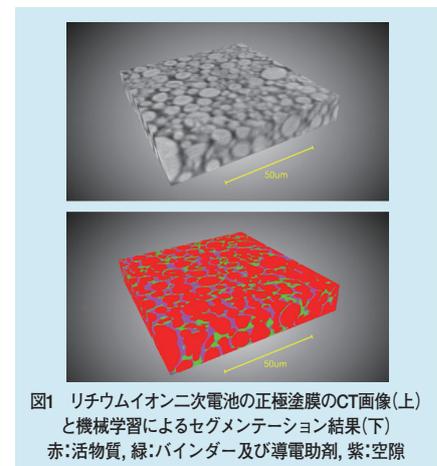


図1 リチウムイオン二次電池の正極塗膜のCT画像(上)と機械学習によるセグメンテーション結果(下) 赤:活物質、緑:バインダー及び導電助剤、紫:空隙

◆このパンフレットの送付中止、宛名変更は jfetecsalesmarketing@jfe-tec.co.jp へご連絡ください

