

遊佐 泰紀 研究室



遊佐 泰紀
Yasunori YUSA

現実の世界で起こる現象を数学のモデルで表すシミュレーションは、航空機や自動車の設計など、今やものづくりの現場で必須の技術です。特に、材料や構造のモデル化やシミュレーションを行う計算固体力学の分野では、ゴムのように力を抜くと形が元に戻る単純な弾性解析だけでなく、現在は「弾塑性解析」や「接触解析」といった高度な非線形解析のシミュレーションが行われ、製品の高性能化に寄与しています。

既存のツールにとらわれない

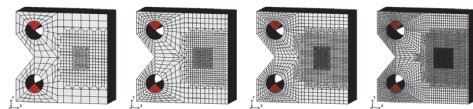
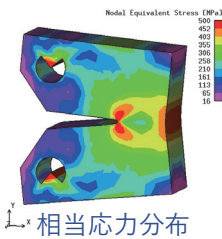
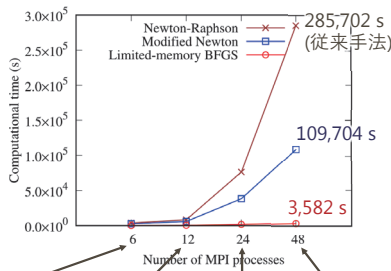
遊佐泰紀助教は、機械の設計・製造から破壊に至るまでのさまざまな力学現象のシミュレーションを研究しています。特に、多数の孔や亀裂を持つ構造の解析や、複合材料からなる構造の応力解析、溶接過程や発電プラントにおける高温環境下の力学挙動の解析、亀裂と破壊の解析といったテーマに取り組んでいます。

2015年ごろまでに、それまでの計算力学の研究成果が商用のコンピュータ支援工学(CAE)ソフトウェア

非線形方程式解法の見直しによる
高速な非線形有限要素法解析

(40年前に淘汰された解法を適切に使用すれば、原理的に現在は高速なはず)

- 亀裂問題の大変形弾塑性解析を通じて、**非線形有限要素法のあり方**を見直している
- 40年前の非線形有限要素法の黎明期の研究を発掘
- 今のところ、従来手法に対して**100倍弱の高速化**を達成

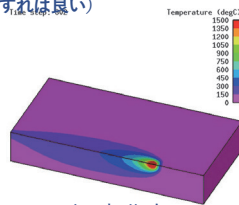


ウィークスケーリングテスト
(問題規模に対する計算時間の変化)

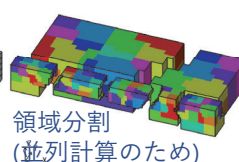
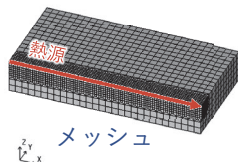
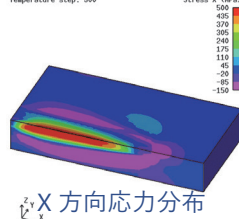
溶接解析の大規模並列化

(計算時間が長過ぎるなら今どきの並列計算技術を投入すれば良い)

- 一般に溶接解析は極めて多大な計算時間を要する
- 並列有限要素法(バランシング領域分割法)による熱弾塑性解析プログラムを開発
- スパコンやPCクラスターで動作する分散メモリ型並列プログラム
- 現在は、金属積層造形解析への展開の研究も実施中



Temperature step: 300



キーワード

固体力学、計算力学、計算機支援工学

所属	大学院情報理工学研究科 機械知能システム学専攻
メンバー	遊佐 泰紀 助教
所属学会	日本機械学会、日本計算工学会、 日本シミュレーション学会、精密 工学会、日本計算力学連合
E-mail	y.yusa@uec.ac.jp

エアに集約されました。遊佐助教は「その結果、民間企業をはじめとする多くの技術者が、『商用CAEソフトに搭載されている機能以外のことは現状では難しい』という表面的な思考にとらわれてい

ると危惧しています。商用ソフトにどのような機能が加わるのかは、言うまでもなく開発企業の経営戦略によるのです。

非線形解析や溶接のシミュレーション

現在進めている主な研究の一つは、非線形方程式を使った解法の見直しです。非線形解析の黎明期だった40年ほど前の研究手法を発掘し、それを難しい亀裂問題の大変形の弾塑性解析に適用したところ、従来手法よりも約100倍高速に解くことができました。商用

ソフトにはない方法ですが、すでに淘汰された解法でも、適切に使用すれば原理的には高速化が可能であることを示しました。

もう一つは、溶接分野のシミュレーションです。一般に、溶接の解析には膨大な量の計算が必要で、既存の手法には最新の並列計算技術が使われていません。そこで遊佐助教は、通常はスーパーコンピュータなどで動作させる「パラランシング領域分割法」と呼ばれる最先端の分散メモリ型の並列プログラムを開発しました。これを使って溶接変形や残留応力などを解析したところ、大規模並列化によって、金属の積層造形の解析などのより複雑な問題を短時間で解けるようになりました。

孔の空いた構造解析や形状計測

多数の孔や亀裂を持つ構造の解析を三つ目のテーマとして進めており、これは複雑な構造のガスタービンなどへの応用を想定しています。孔が空いていると、通常の有限要素法の解析では計算しにくいという問題があります。遊佐助教は新しい解析手法として、解析対象全体と亀裂部分を個々に定

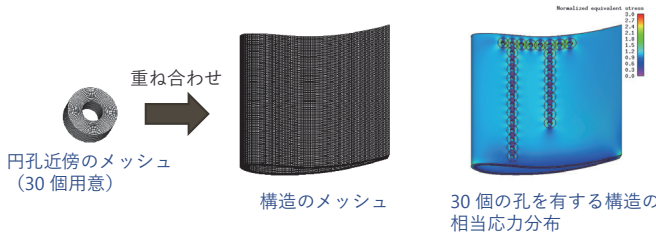
義し、それらを重ね合わせて同時に解く重合メッシュ法の一つである「反復型重合メッシュ法」を提案しました。これで、例えば30個の孔を持つ構造に相当する応力の分布を可視化することに成功しています。

最後はレーザーースキャナなどで物体の3次元形状を計測した「形状計測データ」の活用です。一般に、構造物は設計段階の図面の解析はしますが、完成した構造物の解析はほとんど行いません。構造

孔や亀裂を有する構造の効率的有限要素法解析

(通常の有限要素法にできないことがあるなら解析手法を作れば良い)

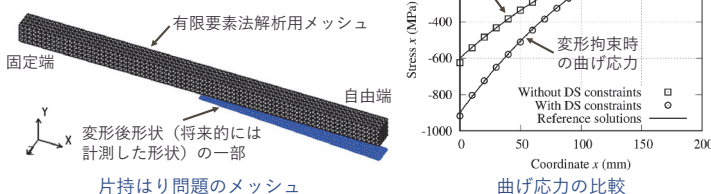
- 重合メッシュ法 (Fish, 1992) の亜種として**反復型**重合メッシュ法を提案
- **既存の有限要素法解析コードを繰り返し実行**することで、孔や亀裂を有する構造を解析可能
- **孔の数、位置、形状のパラメトリックスタディ**を容易に実施可能
- 現在は、孔を有する構造の設計最適化計算の方法論を構築する研究を実施中



形状計測・処理した物体の応力解析

(計測データの活用だって基礎から方法論を組み上げれば実現できるはず)

- 増田教授との共同研究で、**形状計測・処理した物体の応力解析**へ向けた研究を2020年度に開始
- 形状計測データは変形後形状、欠損あり(問題の抽象化)
- **設計解析の変形後形状が形状計測データに一致するように拘束**するというアプローチで、問題の定式化、アルゴリズムの構築、プログラムの開発を実施中
- 現在は、単純な問題を設定して精度検証を行っている段階



物が使用によって経年劣化しても、実際の構造物の正確なデータを取得するのは容易ではないからです。遊佐助教は配管などの複雑な構造体向けに、形状計測データを取得して処理することで、そのデータを基に物体の応力を解析する新しい方法論を提案しました。

スパコン「富岳」利用も

また、世界最速のスパコン「富岳」を使った国家プロジェクトにも参画しています。スパコンで計算させる並列有限要素法の解

析ソフトの研究開発として、洋上風力発電向けの風車ブレード(翼)の解析や、燃焼器・ガス化炉に用いる非弾性材料の挙動のモデル化などを進めています。

【取材・文】藤木信穂