

コンテンツ

- 
-
- ・ 研究のスコープ
 - ・ 研究の中長期的な目標
 - ・ 具体的な研究内容
 - ・ どんな人が向いているか
 - ・ おすすめの教科書
 - ・ 注意点など

研究のスコープ

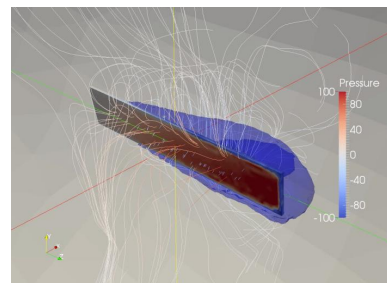
具体例



飛行という流体现象



ナビエ・ストークス方程式



羽ばたき運動のシミュレーション

物理現象

<モデル化>



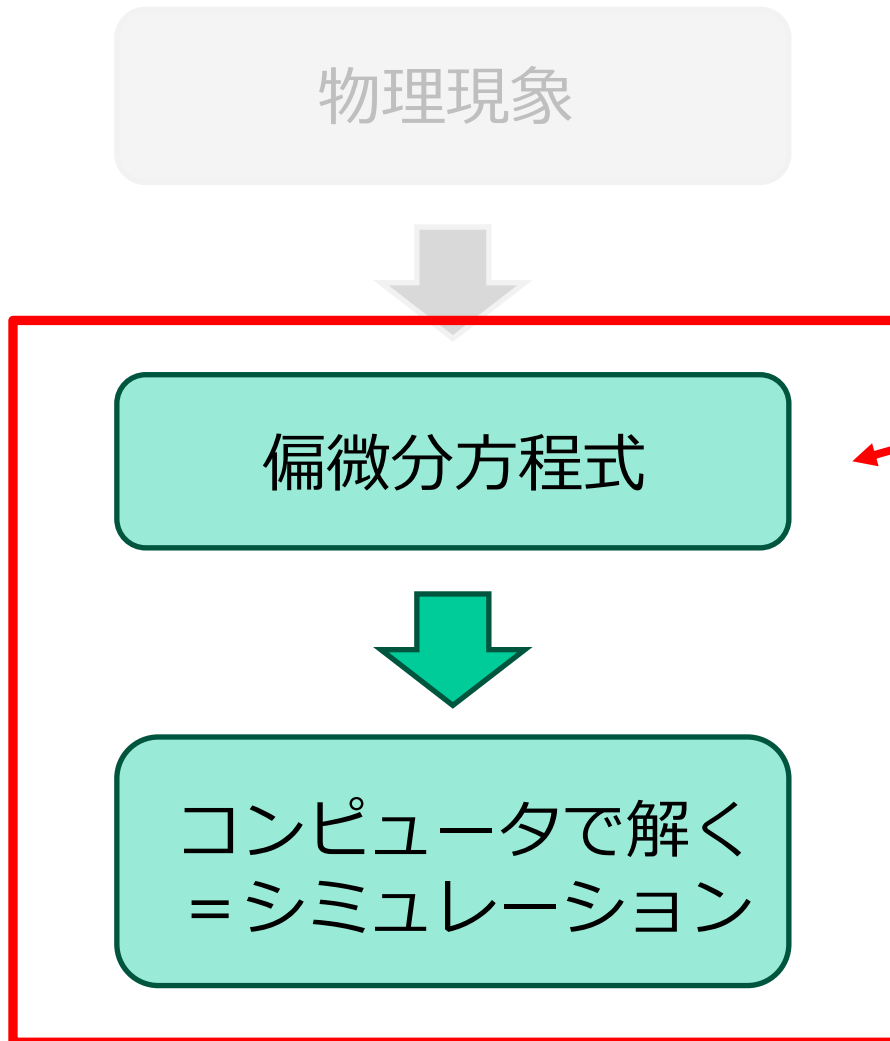
偏微分方程式

<離散化>



コンピュータで解く
=シミュレーション

研究のスコープ

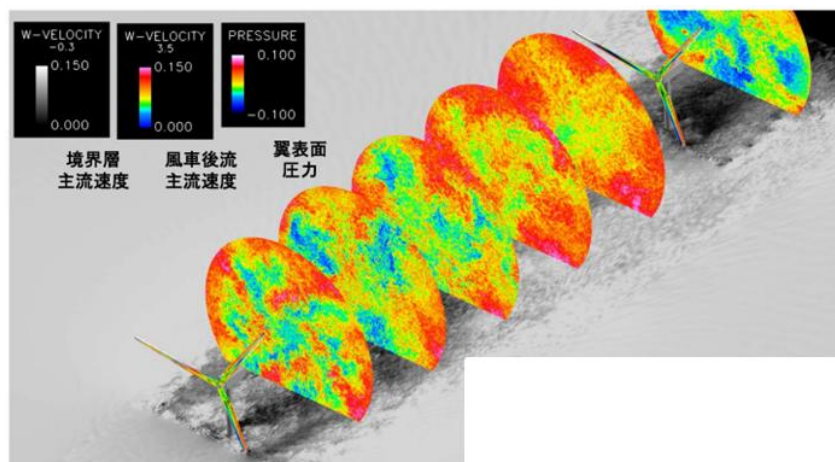


「式をコンピュータで解く」という部分に焦点を当てる

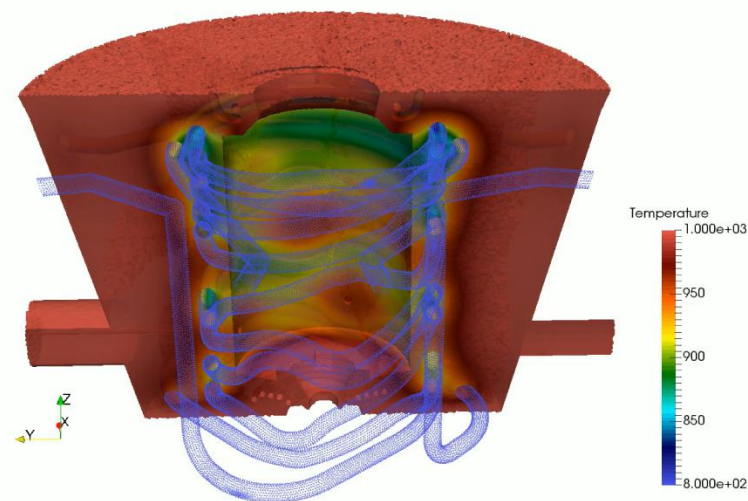
- ・モデル化の部分は他の研究者の成果を拝借する
- ・偏微分方程式が現象を十分に記述できていると仮定する

研究の中長期的な目標

富岳の登場に代表されるように、計算機性能の向上は著しい
→超詳細物理シミュレーションが可能になった



洋上風車の流体シミュレーション



石炭ガス化炉の熱伝導シミュレーション

超詳細物理
シミュレーション

=

現実をほぼ完璧に
模擬する仮想環境

研究の中長期的な目標：

・一般的な人工物の設計方法

実験によって設計案を評価する
時間がかかる、お金もかかる

・シミュレーションを活用した人工物の設計方法

シミュレーションによって設計案を評価する
実験の回数を大幅に削減

→究極的には、実験を一度もせず、シミュレーションだけで設計ができるかも？



以下の3つを研究の軸としている

① 高精度解析手法の開発

② 十分な精度を保ちつつ、計算コストの低い代理モデル (低次元モデル) の開発

(高精度解析は時間がかかるため、何度も実行するのは難しい
そのため、上記のような低次元モデルの構築が重要となる)

③ 最適化による設計解の効率的探索 (遺伝的アルゴリズム、深層強化学習など)

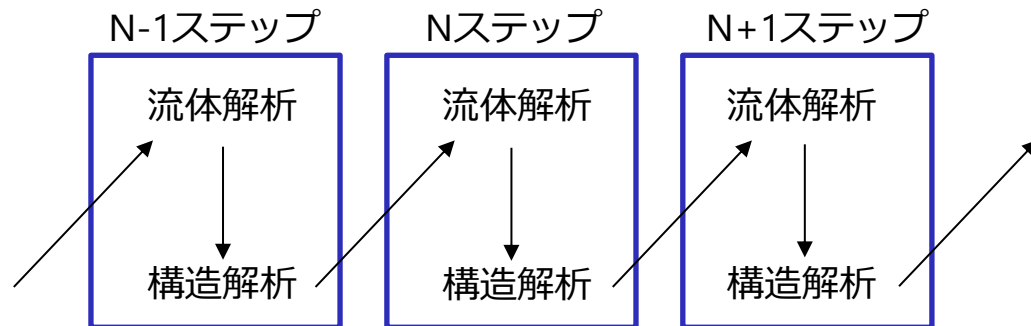
(パラメータを様々に変え何度も解析を行う、パラメトリック解析は非効率的な設計解探索法であり、
“次元の呪い”に直面する。そこで最適化アルゴリズムによる設計解探索が重要となる)

具体的な研究内容：高精度解析手法



分離型解法によるマルチフィジックス解析

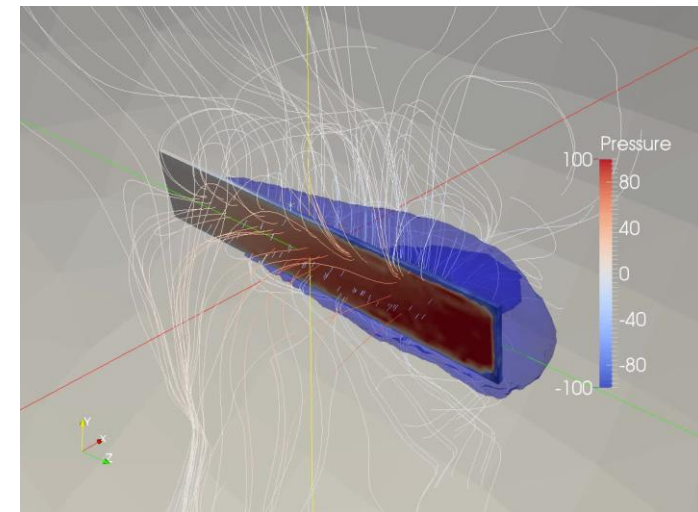
- 複数の物理現象が相互作用して生じる問題に挑戦
(流体構造連成現象が代表的)
- 各解析システムを、逐次的に実行する
分離型解法を利用



分離型解法による流体構造連成解析



周期的な流れを受ける弾性板の解析



羽ばたき運動の解析

具体的な研究内容：低次元モデル

主成分分析を利用した低次元化

高精度モデル

$$K d = f$$

「数値解析」＝「連立一次方程式 $Kd = f$ を解く」

手順①： K, f を計算

手順②：方程式を解き、解ベクトル d を求める

$$\begin{aligned} K^R &= V^T K V \\ f^R &= V^T f \end{aligned}$$

行列 V を使って、サイズを小さくする

行列 V は**主成分分析を用いて、データ駆動的に決定**する

低次元モデル

$$K^R a = f^R$$

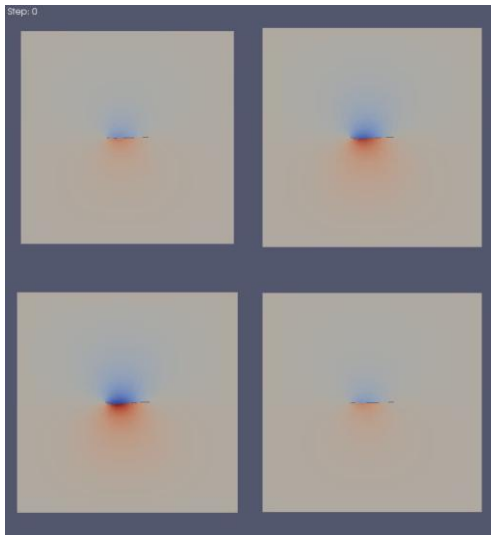
精度をほとんど損なうことなく、
式の本数を1%以下に削減できる
→計算速度を数十～数百倍に加速できる

具体的な研究内容：最適化



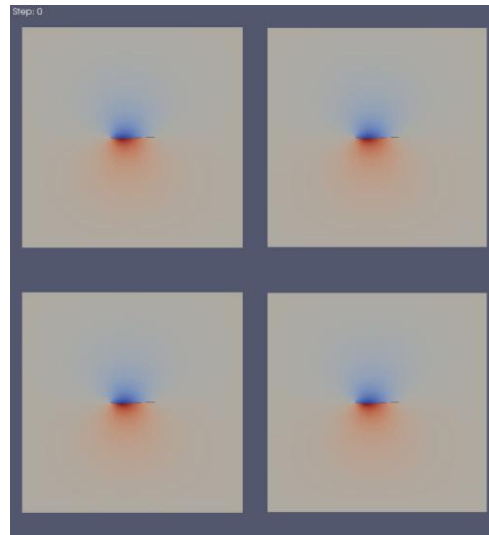
遺伝的アルゴリズムを用いた遊泳運動の最適化

- 簡易的なドルフィンキックのシミュレータを構築
- キックの振幅数と振動数をパラメータとし、最も速く泳げるように最適化を行う
- 実数値を扱える遺伝的アルゴリズム (GA) を使用



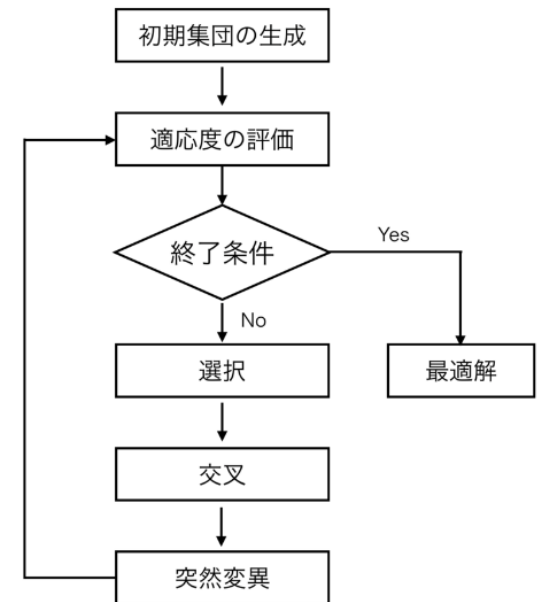
第1世代

速く泳ぐ個体もいれば、
遅いのもある



遺伝的アルゴリズム収束後

適者生存をもとに進化がすすみ、
速く泳ぐことに特化した個体が残る



GAのフローチャート

どんな人が向いているか

私の研究では

数学 (主に線形代数)

プログラミング (C、fortran、python、matlabなど)

を使います

これらに関心がある人は当研究室に向いているかもしれません...

※私の研究では数値解析手法として主に有限要素法を使用しますが、配属を希望する人は、事前に有限要素法について少し調べてみることをおすすめします

“有限要素法 qiita”
でググるとたくさん
記事が出てきます→

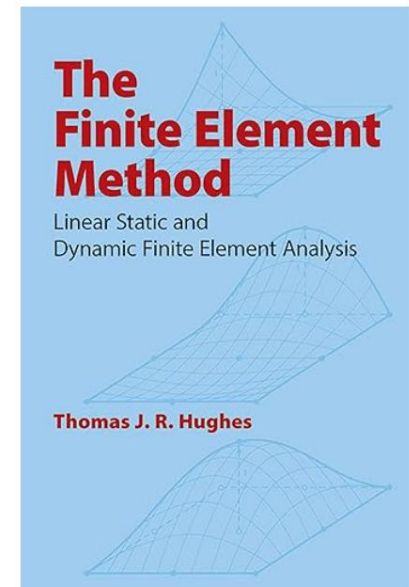
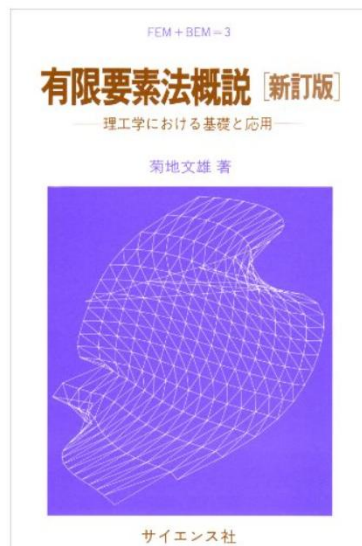
ソースコードや数式
を軽くながめてみて、
数値解析への適性を
はかってください



おすすめの教科書

図書館などで探してみるとよいと思います

- 有限要素法概説
- 計算固体力学入門
- 流れの有限要素法
- The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis



注意点など

- 
- ① 中村教授、杉田教授、氏原准教授、伊藤愛助教と合同で研究室を運営しています
 - ② 配属された場合、研究室で主に行うことは次の通りです
 - プログラミング (解析手法の実装)
 - 文献調査
 - 解析する問題の設定、解析実行、解析結果の分析
 - 発表資料作成・論文作成
 - ③ 具体的な研究計画は、学生と相談して決定します
 - ④ 与えられる研究環境は以下の通り
 - PC、モニタ、キーボード、マウス、その他周辺機器
 - 研究テーマによっては、スーパーコンピュータやワークステーションも利用(※実験は一切ないため、必要な資材は基本的にPC環境のみです)

※ 金子は大学院指導資格を有していません。
修士まで指導をしてもらいたい場合は、一度相談してください