

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

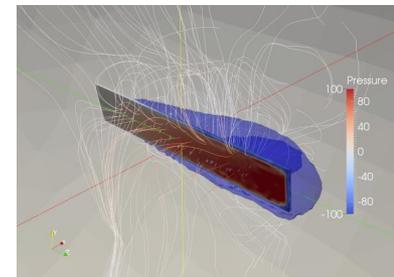
具体例



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>



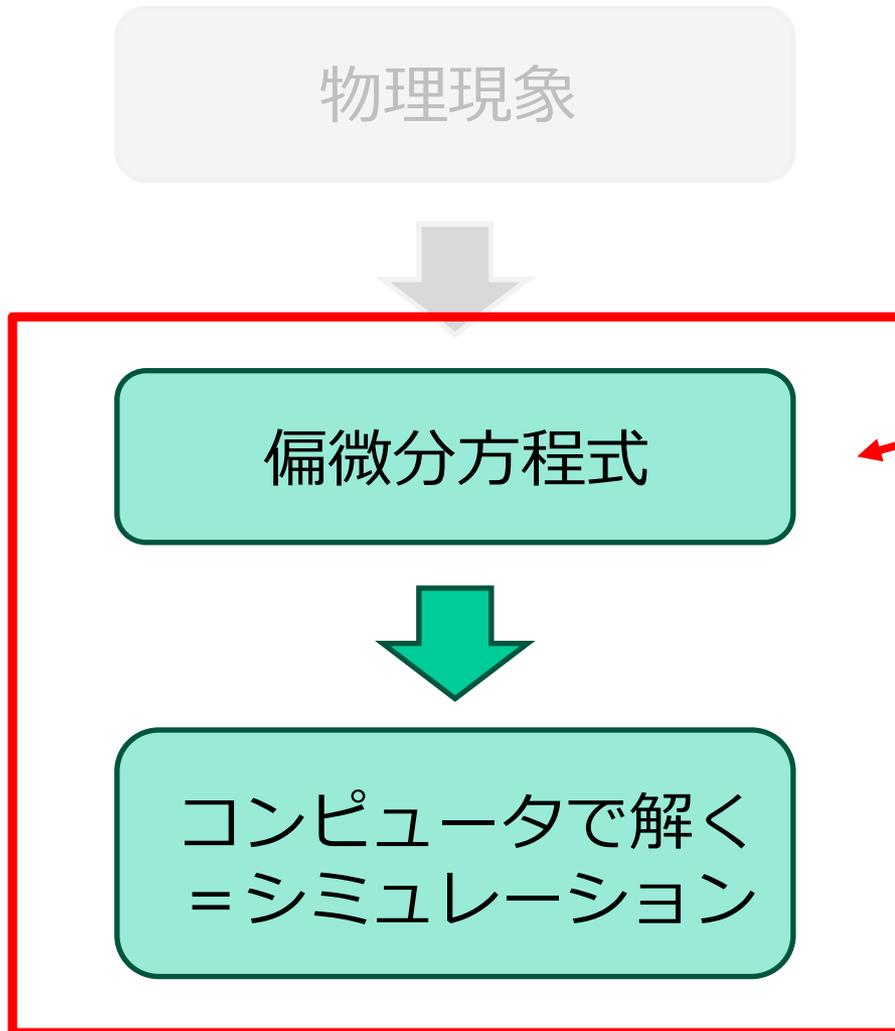
偏微分方程式

<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

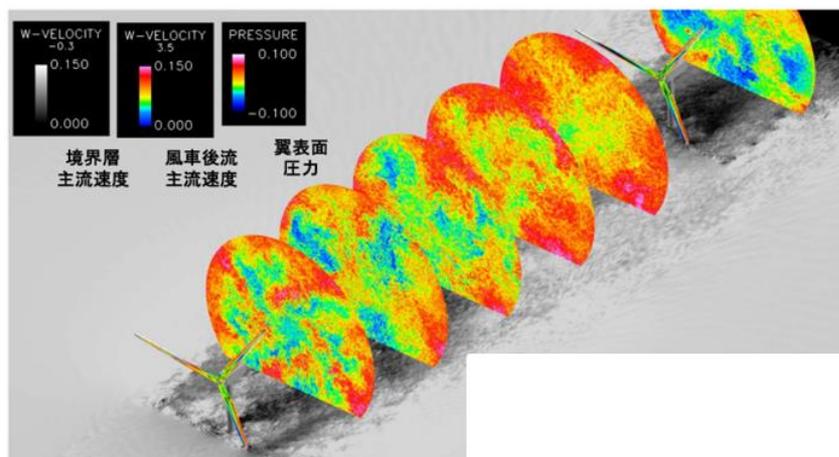


「式をコンピュータで解く」という部分に焦点を当てる

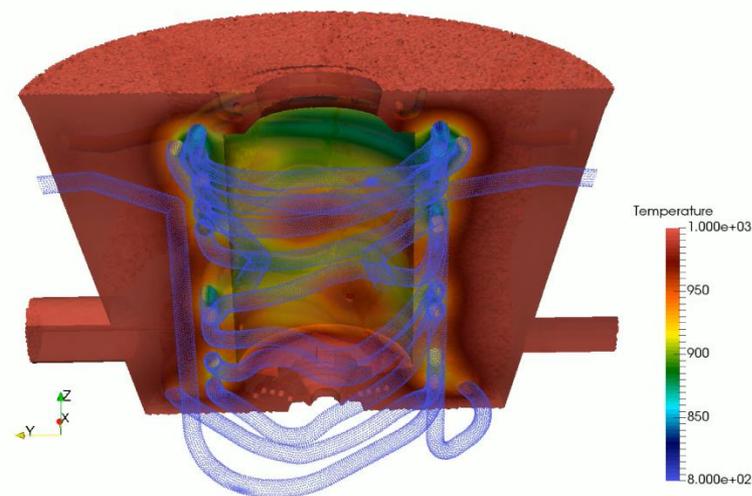
- ・モデル化の部分は他の研究者の成果を拝借する
- ・偏微分方程式が現象を十分に記述できていると仮定する

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？



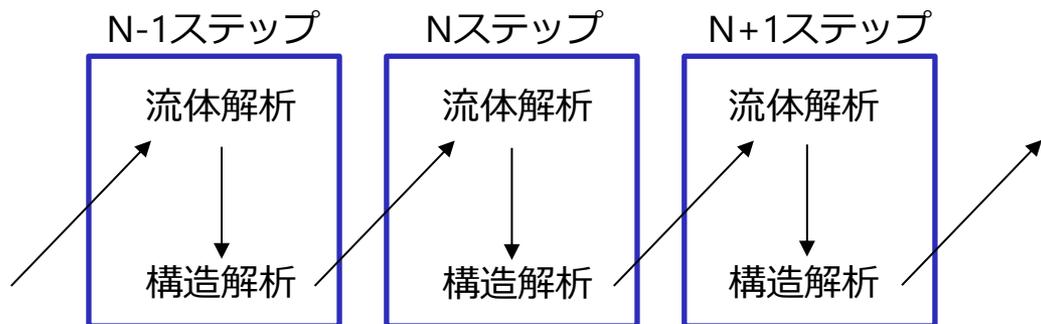
以下の3つを研究の軸としている

- 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

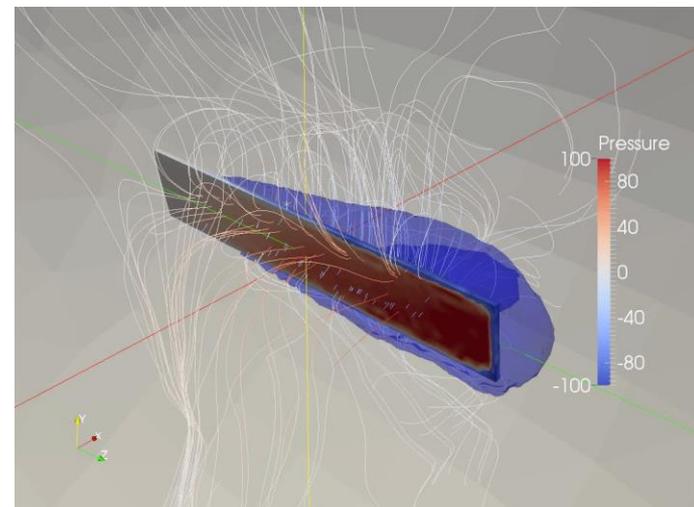
- 複数の物理現象が相互作用して生じる問題に挑戦
(流体構造連成現象が代表的)
- 各解析システムを、逐次的に実行する
分離型解法を利用



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

$$K^R = V^T K V$$
$$f^R = V^T f$$

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

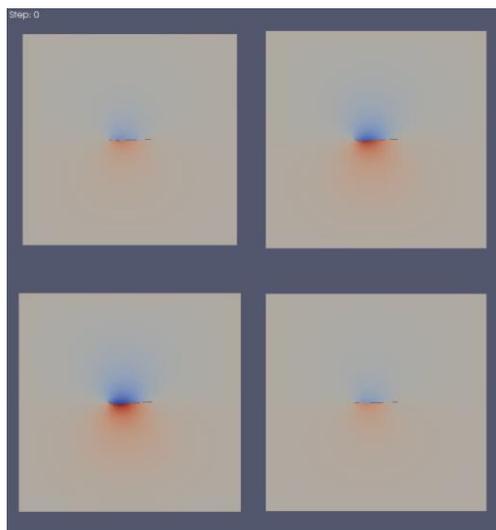
$$K^R a = f^R$$

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

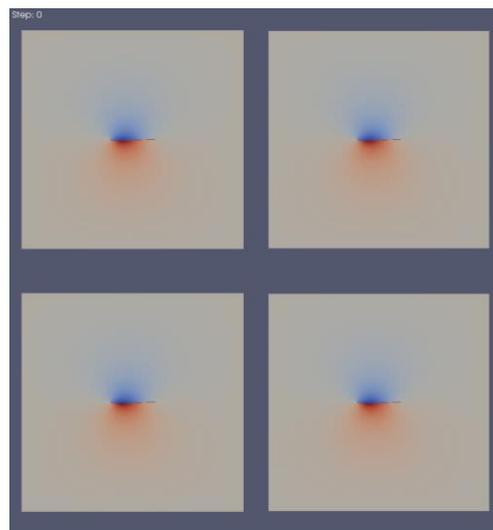
遺伝的アルゴリズムを用いた遊泳運動の最適化

- 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



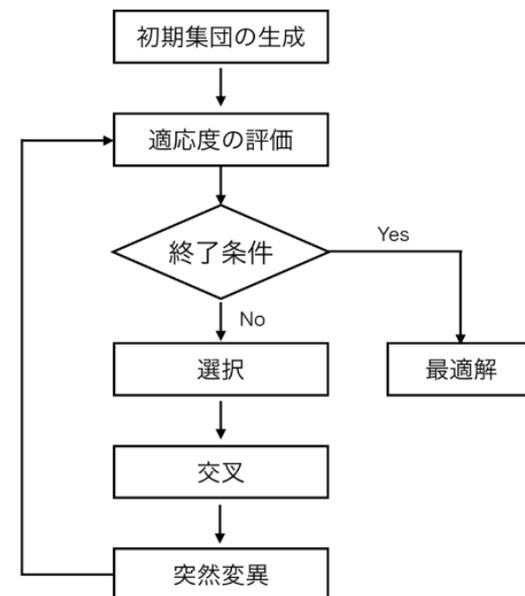
第1世代

速く泳ぐ個体もいれば、遅いのもいる



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

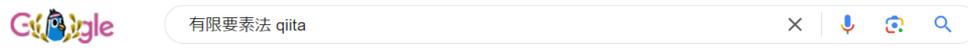
数学 (主に線形代数)

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

Qiita
https://qiita.com › Python :
有限要素法とPythonプログラム (三角形一次要素を用いた2 ...
2018/08/04 — 有限要素法における全体剛性方程式は、一般に以下の形をしており、その次元は
1 節 点 自 由 度 総 節 点 数 $N = (1 \text{ 節 点 自 由 度}) \times (\text{総 節 点 数})$ である。

有限要素法 qiita の学術記事
進モンテカルロ法の最前線 - 鈴木航介 - 被引用数: 3
最強囲碁 AI アルファ碁 解体新書 深層学習, モンテカルロ ... - 大槻知史 - 被引用数: 11
最強囲碁 AI アルファ碁 解体新書 増補改訂版 アルファ碁 ... - 大槻知史 - 被引用数: 7

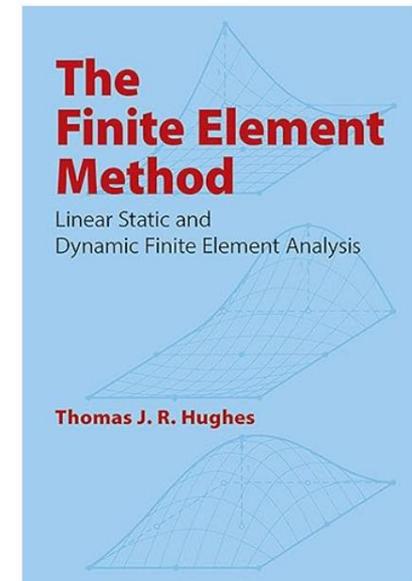
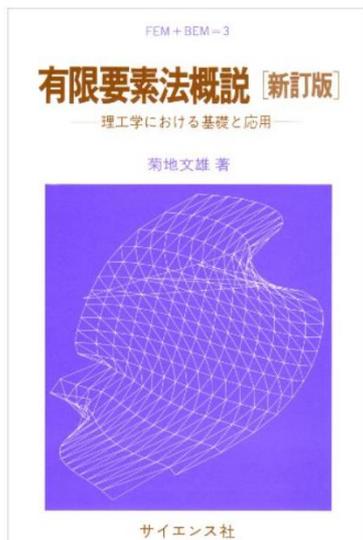
Qiita
https://qiita.com › プログラミング :
有限要素法の2次元要素を定式化する(プログラミング用)
2021/10/10 — 有限要素法で使われる要素の式についてまとめた記事が欲しいなと思ったので作
成しました。有限要素法の各要素をプログラムで実装したい人向けの内容 ...

Qiita

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、氏原准教授と合同で研究室を運営しています
- ② 金子は大学院指導資格を有していません
修士の学生は受け入れられない点に注意してください
- ③ 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
- ④ 具体的な研究計画は、学生と相談して決定します
- ⑤ 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)