

数値計算 第1回

数値計算を学ぶ意義 講義の計画

情報科学部情報科学科
中條 直也

講義中の原則禁止事項

- ケータイ使用
- 私語
- 帽子着用
- 飲食
- 出入り
- ゲームおよびWeb閲覧

30分以上の遅刻入場！

2

講義の概要

- 学習到達目標
 - 計算機による有限な精度による数値計算の理解
 - 具体的な問題と数値計算アルゴリズムの理解
- 授業の方法と特徴
 - 微分積分I,II, 線形代数I,IIの履修が前提
 - 科学技術計算で利用される数値計算の事例紹介
 - 具体的なプログラムを通して動作を学ぶ
 - 毎回、パソコンを持参すること
- 成績評価の方法
 - レポート, 定期試験による総合評価
 - 授業レポート50%, 定期試験50%

3

自己紹介とメッセージ

これまでの経験

- 自動車用の電子制御システムの研究開発が専門
- 数値計算を使った簡単なデバイス・シミュレータの開発, 電子回路シミュレータの改造などの経験

メッセージ

- 数値計算の基礎を学ぶ機会としての位置付け
- CADを用いた設計や解析では数値計算がベース
- 実際の設計では数値計算ライブラリやCADソフトを用いることが多いが, 原理の理解は重要

4

数値計算を学ぶ意義

数値計算とは

- 計算機で数値を計算させること
 - プログラムを書けば簡単に計算できるようになっているが…

コンピュータの計算能力

実は四則計算（ $+$ $-$ \times \div ）しかできない
 $\sin(x)$ や $\exp(x)$ は、近似式で計算

コンピュータは32ビット，64ビットで計算
有限の精度
円周率 π などは近似値

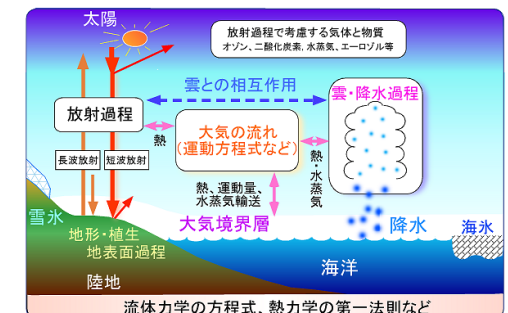
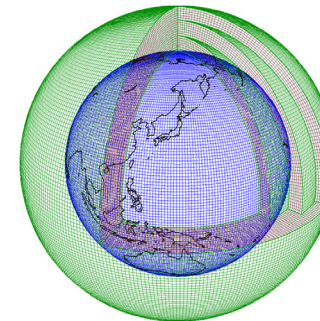
数値計算が役立つ分野

- 気象予報
 - 数値予報で地球をモデル化して気象を予測
- CAD，CAMによる設計，製造
 - 交通事故での傷害メカニズムの解明
- ゲームでのリアルな戦闘シーンの計算
 - 物理計算エンジン
- 航空宇宙分野
 - 微分方程式に基づく軌道計算や制御

数値モデルの計算など基本計算部分を担う
実際には計算ライブラリを使用する

数値予報

- 物理学に基づく数値予報モデルを作成
- 風や気温などの時間変化を数値計算
- 将来の大気の状態を予測する



出典: <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html>

数値予報で使われる数値計算

- 偏微分方程式
 - 熱の放射や伝搬をモデル化（熱力学）
 - 風の流れをモデル化（流体力学）
 - 細かい領域に分割し，隣接領域からの影響を合わせて時間変化を予測する

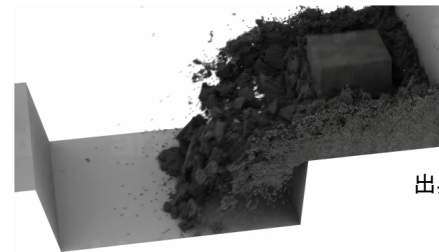
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html>

9

物理計算エンジン

- シューティングゲームの物理計算エンジンが有名
 - 市街地の建物モデル，人体モデル
 - 砲弾の衝撃や爆風，銃弾による影響
- 映画などでも

 **Lagoa Multiphysics 1.0 - Teaser**
by Thiago Costa 2 months ago



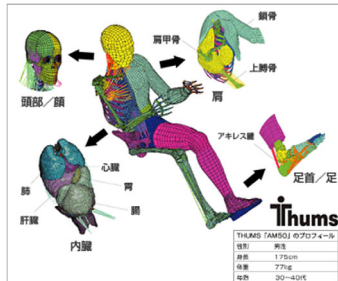
出典 <http://vimeo.com/13457383>

10

交通事故での傷害メカニズム

- 物理学，生物学に基づく人体モデル，車両モデル
- 衝突時の車両変形，人体への衝撃を数値計算
- より安全な自動車の設計に役立てる

THUMSの特徴 (例: AMSO)



THUMSの応用例



出典 https://www.youtube.com/watch?v=L_RkPyM6IRU&t=120s

11

教科書： 数値解析の基礎と応用 ～ 数値解析学への入門 ～



- 杉浦洋（南山大学）
- 定価：1,800円（税別）
- 発行：サイエンス社
- 発行日：2009-12-10
- ISBN 978-4-7819-1240-0

12

参考書： MATLAB/Scilabで理解する数値計算



- 桜井 鉄也 (筑波大学)
- 定価：2900円（税別）
- 発行：東京大学出版会
- 発行日：2003/10/14
- ISBN: 978-4-13-062450-3

2020/9/20

13

演習環境

- 数値計算ツール MATLAB
 - 産業界でよく使われる計算ツール
 - UNIX, Mac, Windowsで利用可能

愛工大がMathworks社とライセンス契約済
学生はユーザ登録すれば年度単位で利用可能

14

MATLABの特徴

- 特徴
 - インタプリタ型のためコンパイル不要で実行
 - 行列の演算が得意
 - for, while, if などプログラム制御文
 - 2次元, 3次元のグラフ出力
 - 便利なライブラリ関数（ツールボックス）
- 愛知工業大学は教育用にMATLABを導入
 - 他にScilab, Octaveなどフリーソフト

C言語に似ているが行列演算が簡単

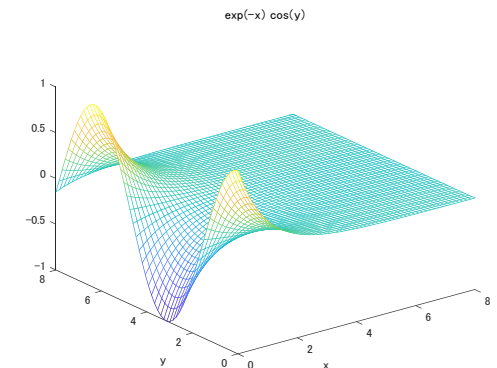
15

MATLABの実行例

```
ezmesh('exp(-x)*cos(y)', [0,8,0,8]);
```

解説
 $0 \leq x, y \leq 8$ の範囲で
 $e^{-x} \cos(y)$ をプロット
(ドラッグで回転可能)

別な記法
 $x=0:0.2:8; y=x';$
 $z=\cos(y)*\exp(-x);$
figure
surf(x,y,z);



出典： MATLAB/MATLABで理解する数値計算

Matlabのインストール手順

1. 計算センター Webマニュアル

<https://request.aitech.ac.jp/>

- 学内ライセンス利用ガイド

2. MathWorksソフトウェア利用ガイド

<https://request.aitech.ac.jp/mathworks/>

- 1. はじめに
- 2. ユーザー登録と認証依頼
- 3. ダウンロードとインストール

17

履修上の注意 Moodle配布資料の利用

- 履修登録者のみ利用可能
- かならず**予習・復習**すること
- pdfの配布資料
 - 第x回_配布用.pdf
- MATLAB演習用コード
 - ex_q.mlx ex_q.m
 - **エディタ**で編集 (Mac, Windows)
- MATLABのリセット方法
 - **clear コマンド** (変数, 関数定義消去)
 - **Ctrl+c キー** (暴走した時)

18

今回の講義のまとめ

- 有限精度しかない計算機
 - 精度のよい計算 (品質)
 - 効率のよい計算 (コスト)
- 数値計算が役立つ分野
 - 気象予報, CAD, CAMによる設計, 製造
 - ゲームでの戦闘シーンの計算
 - 金融システム
- 実務ではライブラリを使うことが多い
 - 効率的な計算のため, 原理の理解は重要
- 数値計算ツールMATLABを使って計算しながら学ぶ

19

数値計算の講義予定 (前半)

- 1回 数値計算を学ぶ意義, MATLAB インストール
- 2回 MATLAB 演習 (コース修了証提出)
- 3回 計算機による数値の表現と演算
- 4回 関数計算(1) テイラー展開法
- 5回 関数計算(2) ラグランジュ補間
- 【特別講義】 野々村先生 (アンケート提出)
- 6回 数値積分(1) 中点則, 台形則, シンプソン則 (レポート提出)
- 7回 線形方程式(1) ガウス消去法

20

数値計算の講義予定（後半）

8回 線形方程式(2) LU分解法

9回 線形方程式(3) ノルムの定義と条件数

【小テスト】

10回 非線形方程式(1) 2分法, ニュートン法 割線法

11回 常微分方程式(1) オイラー法, ルンゲクッタ法

12回 常微分方程式(2) 連立常微分方程式

13回 最小二乗法, 講義全体のまとめ

【A日程定期試験】