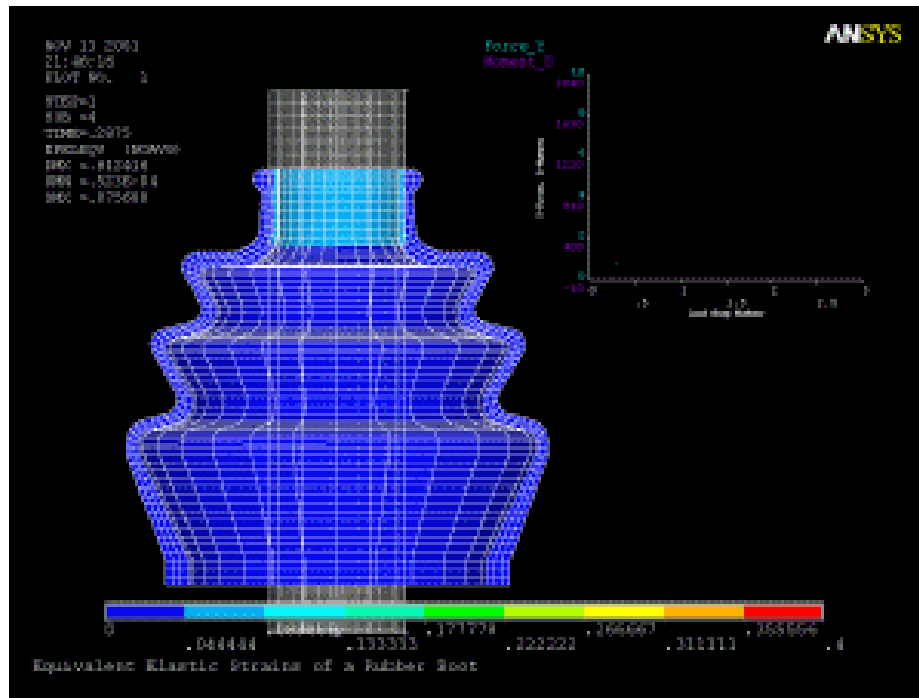


数值解析

2022年度前期 第1週 [4月14日]



静岡大学大学院
工学研究科機械工学専攻
ロボット・計測情報分野
創造科学技術大学院
情報科学専攻

三浦 憲二郎

講義アウトライン [4月14日]

- 連絡先
- 授業目標
- 数値解析の基礎知識
 - 浮動小数点数
 - 数値計算による誤差
 - マシンイプシロン

連絡先

•電子メールアドレス `miura.kenjiro@shizuoka.ac.jp`

•ホームページ

`https://mc2-lab.com/`

•電話・ファックス `053-478-1074`

•授業用ホームページ `https://mc2-lab.com/lecture.html#A`

授業目標

数値計算法における基礎事項・基本手法を理解し、プログラミング演習でその実装法を習得する。

1. 数値計算の基礎知識の理解
2. 非線形方程式
3. 数値積分
4. 連立一次方程式の直接解法
5. 関数近似と補間方法

関連情報（その1）

＜教科書，参考書，資料＞

教科書：皆本晃弥著 「C言語による数値解析入門」（サイエンス社）

参考書：「ニューメリカルレシピ・イン・シー」 日本語版，技術評論社

参考書：林晴比古著 「明快入門C」，ソフトバンク

資料：授業用ホームページ

関連情報（その2）

<授業進行>

第 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14 木曜日
4/14, 4/21, 5/12, 5/19, 6/2, 6/9, 6/23, 6/30, 7/14, 7/21,
講義 講義プリント

第 3, 6, 9, 12 15 木曜日
4/28, 5/26, 6/16, 7/7, 7/28

- 演習：筆記問題
- 各自のノートPC（or 演習室のPC）で演習 課題をメールで提出

<評価、期末試験>

期末試験は実施しません。

出席, 課題

数値解析の基礎知識

数値解析

1. 数値計算を行うための計算アルゴリズムを開発する.
2. 近似解と数学的に得られる真の解との誤差を解析する.
3. 近似解の安定性を数学的に解析する.



数値解析の必要性

実務的な工学の諸問題

1. 解析的に解く

正確に解ける．簡単な問題しか解けない．

例 4次方程式

2. 非線形問題

線形に近似して数値的に解く．連立1次方程式

例 構造解析，有限要素法（FEM）

3. 最適化問題

数値的に解を探索する．

例 形状の最適化（強度を満たし，最軽量）

実務での数値解析

自動車産業

1. トヨタ自動車

(株)トヨタテクニカルディベロップメント株式会社

資本金5.5億円, 従業員6,300名,

業務 CAE (衝突解析, 振動騒音解析, 強度剛性解析, 流体解析, 機構解析)

CAE

トヨタグループ各社を中心に、自動車・航空機・鉄道車両・船舶などの製造業の、製品開発から生産にいたるまで、全ての分野で解析支援を行っています。自動車の企画・設計工程では、衝突・振動・強度といった各種性能の解析を行い製品の品質向上や開発期間の短縮に、生産工程ではプレス成形解析・鋳造解析などを実施し速やかな生産立ち上がりなど様々な業務に貢献しています。

詳細

先輩の声



実務での数値解析

自動車産業

2. (株)アイシンAW

AWエンジニアリング株式会社

資本金9,000万円, 従業員128人,

業務 FEM解析を中心としたシミュレーション、ソフト開発の支援やその評価装置の開発などの開発設計・評価支援業務

「モノをつくらないモノづくり」



AWグループの一員として、世界基準の品質とすぐれた製品づくりに貢献しています。

浮動小数点数 p.2

β 進 t 桁の浮動小数点数

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \pm \left(d_0 + \frac{d_1}{\beta} + \frac{d_2}{\beta^2} + \dots + \frac{d_{t-1}}{\beta^{t-1}} \right) \times \beta^e \\ &= \pm (d_0.d_1d_2\dots d_{t-1}) \times \beta^e \\ d_i &\in \{0, 1, \dots, \beta - 1\}, \quad e_{min} \leq e \leq e_{max}\end{aligned}$$

$\pm$: 符号, e : 指数, $d_0.d_1d_2\dots d_t$: 仮数 (かすう)

$x \neq 0$ のときは $d_0 \neq 0$ とする: 正規化

コンピュータ 2進数 $\beta=2$

情報落ちと桁落ち p.2

1. 情報落ち

大きさが極端に違う2数の加減算で、小さい数値の下位の桁が失われてしまうこと.

2. 桁落ち

近接する2数の減算で有効桁数が失われること.

数値計算による誤差 p.3

実数 x の近似値 y

$e(y) = y - x$: y の x に対する誤差

$|e(y)| = |y - x|$: y の絶対値誤差

$e_r(y) = e(y) / x \approx e(y) / y$ または $|e_r(y)|$

: y の相対誤差

$-\log_{10} |e_r(y)|$: y の有効桁数

一般には丸められた t 桁の数値 : 有効数字 t 桁の値,
 t を有効桁数と呼ぶ.

コンピュータで扱えるように t 桁にする : 丸め, 丸め誤差

マシンイプシロン p.13

$1+\varepsilon_M > 1$ を満たす 2^n (n は整数) の形をした最小の正数

プログラム1.7改

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    double deps=1.0;
    double dtmp;
    for (dtmp=deps+1.; dtmp>1.;) {
        deps/=2.0;
        dtmp=deps+1.0;
    }
    printf("double型のMachine epsilonは%-16e\n", 2.0*deps);
}
```

注意: e と g は同等, $-16:-$ は左寄せ, 16 は幅指定 C言語入門p.149,151

まとめ

- 連絡先
- 授業目標
- 数値解析の基礎知識
 - 浮動小数点数
 - 数値計算による誤差
 - マシンイプシロン