

### スライド 1 講義アウトライン

- 連絡先
- 授業目標
- 数値解析の基礎知識
  - 「 $\Delta$ 」数
  - 数値計算による「 $\Delta$ 」
  - 「 $\Delta$ 」

### スライド 2 連絡先

- 電子メールアドレス [miura.kenjiro@shizuoka.ac.jp](mailto: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>

### スライド 3 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「 $\Delta$ 」法を習得する。

1. 数値計算の基礎知識の理解
2. 「 $\Delta$ 」方程式
3. 「 $\Delta$ 」積分法
4. 「 $\Delta$ 」方程式の直接解法
5. 関数近似と「 $\Delta$ 」方法

### スライド 4 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: 「明快入門 C」林晴比古, ソフトバンク

資料: 授業用ホームページ

スライド5 関連情報その2

授業日程

座学 (10回)

2020年5月3日, 9日, 21日, 28日, 6月11日

2020年6月18日, 7月2日, 7月9日, 23日, 30日

演習 (4回)

2020年5月14日, 6月3日, 6月25日, 7月16日

スライド6 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「」を開発する.
2. 「」解と数学的に得られる「」解との誤差を解析する.
3. 近似解の「」を数学的に解析する.

スライド7 数値解析の必要性

実務的な工学の諸問題

1. 「」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. 「」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 (「」)
3. 「」問題  
数値的に解を「」する.  
例 形状の最適化 (強度を満たし, 最軽量)

スライド8 浮動小数点数 p.1

$\beta$ 進  $t$ 桁の浮動小数点数

$$\bar{x} = \pm(d_0 + \frac{d_1}{\beta} + \frac{d_2}{\beta^2} + \dots + \frac{d_{t-1}}{\beta^{t-1}}) \times \beta^e$$

$$= \pm(d_0.d_1d_2\dots d_{t-1}) \times \beta^e$$

$$d_i \in \{0, 1, \dots, \beta - 1\}, \quad e_{min} \leq e \leq e_{max}$$

$\pm$ : 「」,  $e$ : 「」,  $d_0.d_1d_2\dots d_{t-1}$ : 「」 (「」)

$X \neq 0$  のときは  $d_0 \neq 0$  とする: 「」

コンピュータ 2進数  $\beta =$  「」

スライド9 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.

スライド10 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「絶対」誤差

$|e(y)|=|y-x|$  : y の「絶対」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」数と呼ぶ.

コンピュータで扱えるように t 桁にする : 「有効桁数」, 「有効桁数」誤差

スライド11 マシンイプシロン p.13

$1+\epsilon_M > 1$  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>1.0){
        deps/=2.0;
        dtmp=deps+1.0;
    }
    printf("double 型の Machine epsilon は%-16e\n",2.0*deps);
}
```

<p>実行結果</p> <p>double 型の Machine epsilon は 2.22045e-16</p>
--

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