



基礎情報処理演習

第13回

GOTO文

積分の数値計算法(台形積分)

クラス指定 T7組
(木曜・2限 物理演1)

担当教官: 今寺 賢志



前回のおさらい

第12回の講義内容

1. Gnuplotの使い方
2. DO文とIF文

前回の小テストの平均点: 7.1 / 15.0

前回の小テストの解答例

```
PROGRAM TEST
IMPLICIT NONE
REAL*8 a

a = dsqrt(2.d0)

WRITE(*, '(A4, F7.4)') '_a=', a

STOP
END PROGRAM TEST
```

今回の小テストの解答例

```
PROGRAM TEST
IMPLICIT NONE
INTEGER i
REAL*8 x, y

DO i = 0, 10
  x = 0.1d0*dfloat(i)
  y = dexp(x)
  WRITE(*, '(2F10.5)') x, y
END DO

STOP
END PROGRAM TEST
```

講義計画(第8回以降)

6月7日(木):第8回 Excel-1

Excelの概要

積分の数値計算(矩形積分)

6月14日(木):第9回 Excel-2

最小二乗法による関数のフィッティング

方程式の数値解法(二分法)

6月21日(木):第10回 UNIX

UNIXの概要

UNIXにおけるコマンド操作

6月28日(木):第11回 Fortran-1

Fortranの概要

Fortranによる基本プログラムの作成-1

7月5日(木):第12回 Fortran-2

Fortranによる基本プログラムの作成-2

gnuplotの使い方

7月12日(木):休講

7月19日(木):第13回 Fortran-3

積分の数値計算(台形積分)

7月26日(木):第14回 Fortran-4

方程式の数値解法(Newton法)

今日の内容

1. GOTO文

2. 積分の数値計算方法(台形積分)

講義(10:50~11:00)

1. GOTO文

2. 台形積分

演習(11:00~12:00)

3. 和計算

4. 台形積分

演習 1・2

演習 3



1. GOTO文



基本構文 -GOTO文-

```
PROGRAM SAMPLE_A
IMPLICIT NONE
INTEGER m

m = 0

10 CONTINUE

m = m + 1

IF (m .LE. 5) THEN
  WRITE (*, '(I4)') m
  GOTO 10
END IF

STOP
END PROGRAM SAMPLE_A
```

この行の文番号を10に指定する

mの値を1増やす

mの値が5以下であれば以下の作業を行う

文番号10の行に移動する

<出力結果>

1
2
3
4
5



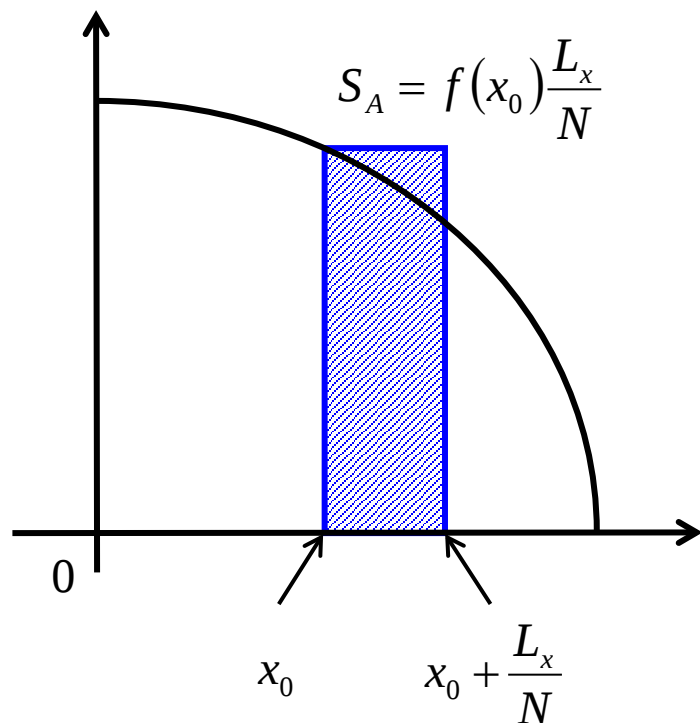
2. 台形積分



矩形積分と台形積分

矩形積分

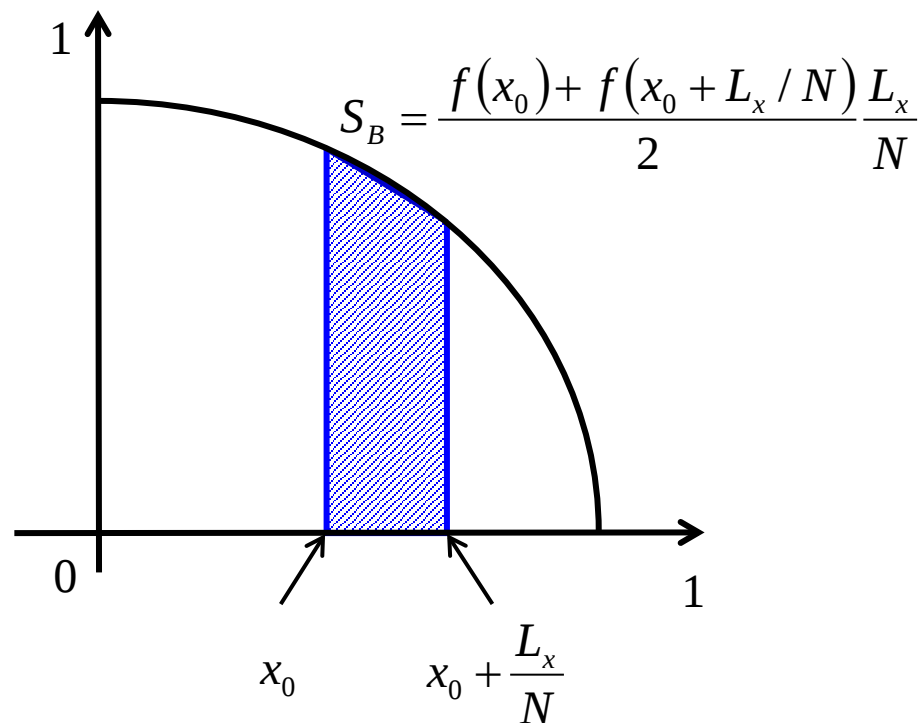
$$\int_0^{L_x} f(x) dx = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} f\left(i \frac{L_x}{N}\right)$$



0次関数(定数値)で評価

台形積分

$$\int_0^{L_x} f(x) dx = \frac{L_x}{2N} \sum_{i=0}^{N-1} \left[f\left(i \frac{L_x}{N}\right) + f\left((i+1) \frac{L_x}{N}\right) \right]$$



1次関数で評価

矩形積分と台形積分の精度

簡単化のため、 $L_x = 1$ で議論を行うと

矩形積分: $S_A = f(x_0) \frac{1}{N}$

台形積分: $S_B = \frac{f(x_0) + f(x_0 + 1/N)}{2} \frac{1}{N} = \frac{f(x_0) + f(x_0) + f'(x_0) \frac{1}{N} + \frac{1}{2!} f''(x_0) \left(\frac{1}{N}\right)^2 + \dots}{2} \frac{1}{N}$

厳密計算: $S_I = \int_{x_0}^{x_0+1/N} f(x) dx = \int_{x_0}^{x_0+1/N} \left[f(x_0) + f'(x_0)(x - x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!} (x - x_0)^2 + \dots \right] dx$
 $= f(x_0) \frac{1}{N} + \frac{f'(x_0)}{2!} \left(\frac{1}{N}\right)^2 + \frac{f''(x_0)}{3!} \left(\frac{1}{N}\right)^3 + \dots$

矩形積分の誤差: $\varepsilon_A = N |S_A - S_I| = \frac{f'(x_0)}{2!} \frac{1}{N} + \dots$

台形積分の誤差: $\varepsilon_B = N |S_B - S_I| = \frac{f''(x_0)}{12} \left(\frac{1}{N}\right)^2 + \dots$



演習



演習

演習1:和計算－1

(1) $\sum_{n=1}^{10} (n^2 + n)$ をDOループを用いて計算し、結果を画面に出力するプログラムを「13-W1.f90」の名前で保存せよ。

(2) $\sum_{n=1}^{10} (n^2 + n)$ をGOTO文を用いて計算し、結果を画面に出力するプログラムを「13-W2.f90」の名前で保存せよ。

演習1のサンプルプログラム

$\sum_{n=1}^5 n^2$ を計算し、結果を画面に出力せよ。

```
PROGRAM SAMPLE_B
IMPLICIT NONE
INTEGER n, s

s = 0

DO n = 1, 5
  s = s + n**2
END DO

WRITE (*, '(A5, I5)') 'SUM = ', s

STOP
END PROGRAM SAMPLE_B
```

```
PROGRAM SAMPLE_C
IMPLICIT NONE
INTEGER n, s

s = 0
n = 0

10 CONTINUE

n = n + 1
s = s + n**2

IF (n .LT. 5) THEN
  GOTO 10
END IF

WRITE (*, '(A5, I5)') 'SUM = ', s

STOP
END PROGRAM SAMPLE_C
```

演習

演習2:和計算-2

$a_n = n^2 + n$ ($n = 1, 2, \dots$) で表される数列 $\{a_n\}$ について以下の演習を行え。

(1) $a_n > 1000$ を満たす最小の n を出力するプログラムを作成し、
「13-W3.f90」の名前で保存せよ。

(2) $\sum_{k=1}^n a_k > 1000$ を満たす最小の n を出力するプログラムを作成し、
「13-W4.f90」の名前で保存せよ。

演習2のサンプルプログラム

$n^2 > 100$ を満たす最小の自然数 n を出力せよ。

```
PROGRAM SAMPLE_D
IMPLICIT NONE
INTEGER n, a

n = 1

10 CONTINUE

a = n**2

IF (a .LE. 100) THEN
  n = n + 1
  GOTO 10
END IF

WRITE (*, '(A3, I5)') 'n = ', n

STOP
END PROGRAM SAMPLE_D
```

演習

演習3: 台形積分

$\int_0^1 4\sqrt{1-x^2} dx$ を台形積分を用いて計算し、その結果と理論値の誤差を画面に出力するプログラムを「13-W5.f90」の名前で保存せよ。ただし、分割数は $N = 1000$ とする。

演習3のサンプルプログラム

$\int_0^1 \sqrt{x} dx$ を矩形積分を用いて計算し、結果を画面に出力せよ。

ただし、分割数は $N = 100$ とする。

```
PROGRAM SAMPLE_E
IMPLICIT NONE
INTEGER i, N
REAL*8 L_x, x, s

N = 100
L_x = 1.d0
s = 0.d0

DO i = 0, N-1
  x = dfloat(i) * L_x / dfloat(N)
  s = s + dsqrt(x)
END DO
(右上に続く)
```

```
s = s / dfloat(N)

WRITE (*, '(A3, F14.10)') 's = ', s

STOP
END PROGRAM SAMPLE_E
```

<補足>

•各変数の意味は以下の通り。

N:分割数

L_x:積分区間の長さ

•「dfloat(N)」は整数型のNを倍精度実数型の変数に変換する関数。

第13回(7月19日)宿題

(1)以下の積分を(a) 矩形積分、(b) 台形積分 を用いて計算したのち、理論値との絶対誤差を出力するプログラムを作成し、「13-H.f90」の名前で保存せよ。

$$\int_0^1 x^4 dx$$

ただし、分割数は $N = 160$ とする。

(2)(a)、(b)において、

$$N = 10 \times 2^n \quad (n = 0, 1, 2, \dots, 12)$$

と分割数を変えた場合の絶対誤差を計算せよ、また横軸に分割数、縦軸に絶対誤差をとった対数グラフをgnuplotを用いて描き、「13-H.eps」の名前で保存せよ。

ヒント:gnuplotを起動させたのち、「set logscale y」と入力すると、y軸が対数となる

第13回(7月19日)宿題

(3)(2)で作成したグラフをWordに載せて、分割数と絶対誤差の関係を論述し、「13-H.docx」の名前で保存せよ。

(4)以上の

- 13-W1.f90～13-W5.f90
 - 13-H.f90, 13-H.eps, 13-H.docx
- を添付したメールを今寺まで送信せよ。

締切: 7月25日(水)

**来週(第14回)の小テスト:
サンプルプログラムと類似の内容を
実際に書かせる問題を出題**