

現象数理 1 (2020年度 第5回授業)

黒岩大史 kuroiwa@riko.shimane-u.ac.jp

今回の授業日と課題✓切

対面：10月29日	オンデマンド推奨期間：10月22日～11月5日	課題✓切：11月5日
-----------	-------------------------	------------

前回までの学習事項

- 【プログラミング言語 Python の基礎】
- 【if 文】 「もし～ならば…」を表現するとき

```
x = 1
if x>0:
    print("x は正です")
```

実行結果

x は正です

- 【for 文】 一定回数やあらかじめ指定した分の繰り返しを行うとき

実行結果

```
for i in range(1,6):
    print(i, i+10)
```

1	11
2	12
3	13
4	14
5	15

今回の学習事項

今回の授業では while 文を取り扱います。while は条件の成立・不成立で繰り返しを行うので、感覚的には for 文と if 文が組み合わさったような感じです。while を用いると、繰り返しの回数が決められてないプログラムも作れるので、色々な応用例があります。例を通じて様々な使い方を学習して下さい。

1 while 文

```
while 条件:
```

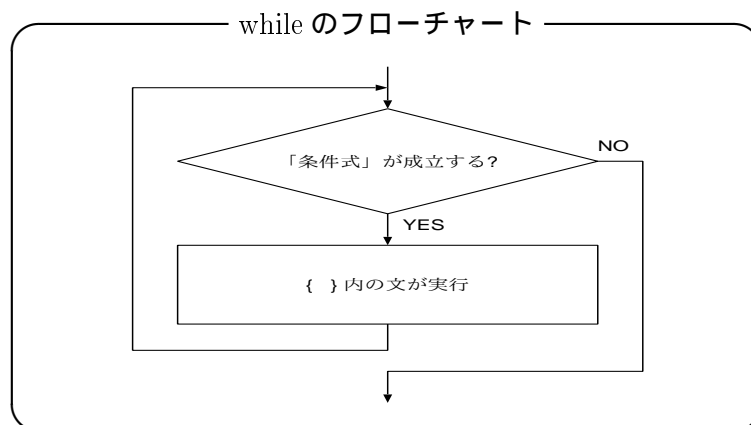
文

```
wend
```

——【while 文の動作】——

「条件」が満たされている限り、何度でも「文」を実行します。「条件」が満たされなくなれば、while 文を終了します。

正確な while 文の動作は、下図の実線の流れを参照して下さい。(下図はフローチャート(または流れ図)と呼ばれます。)



while 文の文法を理解すれば、for 文は while 文で書き直せることが判ります。

```
for i in range(1,11):  
    文
```

```
i = 0  
while i < 10:  
    i = i + 1  
    文
```

このプログラムにおいて while の条件は $i=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ のとき満たしており、すぐに $i=i+1$ を実行するため、「文」の実行時には $i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ になっています。

例題 1. while 文を用いて、1 から 5 までの整数を順に出力するプログラムを作成して下さい。

[ファイル名 2020-5-1.py]

```
i = 0  
while i < 5:  
    i = i + 1  
    print(i)
```

実行結果

```
1  
2  
3  
4  
5
```

このプログラムは for 文で書いた方が短いのですが、range の意味（後述）が判るまでは、while 文の方が動作が判りやすいですね。

```
for i in range(1,6):  
    print(i)
```

無限ループに注意！

while 文の使い方を誤ると無限ループといわれる無限繰り返し部分が出来ることがあります。無限ループに陥ったプログラムは永久に停止しないため、無限ループのあるプログラムは作らないようにしなければなりません。

ここでは敢えて無限ループのあるプログラムを作ってみましょう。

実験 1. 例題 1 のプログラムから「 $i = i + 1$ 」の部分を取り除いて実行してみましょう。無限ループに陥ります。(止まらないことが確認出来たら、停止ボタンを押して下さい。)

```
i = 0
while i < 5:
    print(i)
```

このプログラムでは、どんなに繰り返しても $i = 0$ のままで変化せず、つまり $i < 5$ はいつまでも成立しているので、「 $\text{print}(i)$ 」を無限に繰り返すこととなるのです。

実験 2. 例題 1 において while の条件を $i \geq 0$ にしてみましょう。これも無限ループに陥ります。なぜ無限ループに陥るのか理解できますか？

```
i = 0
while i >= 0:
    i = i + 1
    print(i)
```

実行しなくても、無限ループに陥るかどうか判定できるようにしておいて下さい。

練習 1. while 文を使って次のプログラムを作成して下さい。

- (1) -10 から 10 までの整数を順に出力するプログラムを作成して下さい。(2020-5-2.py)
- (2) 10 から -10 までの整数を順に出力するプログラムを作成して下さい。(2020-5-3.py)

2 while 文の応用

while 文を用いると実に様々な色々なプログラムを作成できるため、while 文を使いこなすことは、プログラミングの上達で非常に重要です。この章では、while 文を用いた方が (for 文 + if 文よりも) 自然なプログラムを取り扱います。

例題 2. n を自然数とする。 n の値を 1 ずつ増加させ、 n^3 が 200 を越えるところまで n と n^3 の値の組を表示するプログラムを作成して下さい。

n	1	2	3	4	5	6	7	8
n^3	1	8	27	64	125	216	343	512

n^3 が 200 を越えたら ($200 < n^3$) 終わりなので、越える前まで ($n^3 \leq 200$) を while で続けます。

[ファイル名 2020-5-4.py]

```

n = 0
while n*n*n <= 200:
    n = n + 1
    print(n, n*n*n)

```

実行結果

1	1
2	8
3	27
4	64
5	125
6	216

練習 2. while 文を使って次のプログラムを作成して下さい。

- (1) n を自然数とする。 n の値を 1 ずつ増加させ、 $3n^2 + 5$ が 100 を越えるまで n と $3n^2 + 5$ の値の組を表示するプログラムを作成して下さい。(2020-5-5.py)
- (2) n を自然数とする。 n の値を 1 ずつ増加させ、 $\frac{1}{n^2}$ が 0.01 未満になるまで n と $\frac{1}{n^2}$ の値の組を表示するプログラムを作成して下さい。(2020-5-6.py)

例題 3. n を自然数とすると、 $n^3 > 200$ を満たす最小の n とそのときの n^3 の値を表示するプログラムを作成して下さい。

これは、例題 2 を少し直すだけで出来ます。

[ファイル名 2020-5-7.py]

```

n = 0
while n*n*n <= 200:
    n = n + 1
    print(n, n*n*n)

```

実行結果

6	216
---	-----

練習 3. while 文を使って次のプログラムを作成して下さい。

- (1) n を自然数とすると、 $3n^2 + 5 > 152$ を満たす最小の n とそのときの $3n^2 + 5$ の値を表示するプログラムを作成して下さい。(答え 8, 2020-5-8.py)
- (2) n を自然数とすると、 $3n^2 + 5 < 152$ を満たす最大の n とそのときの $3n^2 + 5$ の値を表示するプログラムを作成して下さい。(答え 6, 2020-5-9.py)
- (3) $\sqrt[4]{100000}$ の小数以下を切り上げた値を表示するプログラムを作成して下さい。(答え 18, ヒント: $n^4 \geq 100000$ を満たす最小の整数 n を求めます。)(2020-5-10.py)
- (4) $\sqrt[4]{100000}$ の小数以下を切り捨てた値を表示するプログラムを作成して下さい。(答え 17, ヒント: $n^4 \leq 100000$ を満たす最大の整数 n を求めます。)(2020-5-11.py)

練習 4. (1) キーボードから数字を入力し、5 以外の数が入力された場合は再入力を求め、5 が入力されたら停止するようなプログラムを作成して下さい。いずれの場合も、入力された数は画面に表示するようにして下さい。(2020-5-12.py, キーボードからの入力は最後のプログラムを参照して下さい)

```
数字を入力して下さい? 3
入力された数は 3 です。
数字を入力して下さい? 6
入力された数は 6 です。
数字を入力して下さい? 5
入力された数は 5 です。
プログラムを停止します。
```

3 ユークリッドの互除法

ユークリッドの互除法とは2つの自然数の最大公約数を求めるためのアルゴリズムであり、非常に効率の良いことが知られています。

ユークリッドの互除法がどのようなものであるかを具体的な数で説明します。ここでは $a=156$ 、 $b=91$ とします。Step1 では a 、 b をそのまま書いて $a \% b$ を計算します。Step2 では a 、 b に Step1 の b 、 $a \% b$ の値をそれぞれ代入し、このときの $a \% b$ を計算します。それ以降の Step においても同様に繰り返し、 $a \% b$ が 0 になるまでこの操作を行ったとき、 b の値が最大公約数となります。

	a	b	a % b
Step1	156	91	65
Step2	91	65	26
Step3	65	26	13
Step4	26	13	0

これをプログラミングすると右のようになります。ただし、なぜ停止するのか?なぜ答えが正しく求まるのか?ということも重要なことで、それは

a と b の最大公約数 = b と $a \% b$ の最大公約数

(ただし b が 0 でないとき) という事実から説明することができます。この事実の証明はそれほど難しくはないので、余裕があればトライしてみてください。

ファイル名 [2020-5-13.py]

```
a = int(input("自然数を入力せよ: "))
b = int(input("自然数を入力せよ: "))
c = a % b
while c > 0:
    a = b
    b = c
    c = a % b
print("最大公約数は", b)
```

4 まとめ

- while 文の文法を身に付けましょう。
- 今回の例題と練習問題は全て理解しましょう。