

# 6. データ構造

プログラミング・データサイエンス I

2024/5/16

## 1 今日の目的

今日の目的

- タプル (tuple)
  - 値の組
- 集合
  - 同じ要素は一つだけ
- 辞書
  - キーと値の組

今回は、リストという、データが一次元的、鎖状に繋がったデータ構造を扱いました。重要な点は、番号でリストの要素を管理していることでした。

Python では、そのほかに、タプル、集合、辞書というデータ構造を標準で使うことができます。それぞれで、使用する括弧の種類が異なることに注意してください。

使用する例題は、前回に配布しています。

## 2 タプル: Tuples

### 2.1 タプル: Tuples

タプル: Tuples

- 値の組を柔軟に作る
- 要素の追加はできる
- 一旦作成したタプルの要素は変更できないことに注意
- 括弧は省略できる

タプル (tuple) は、他のプログラミング言語ではあまり見かけない特色あるデータ構造

です。いくつかの値をまとめて扱いたいときに使います。特に、後で扱う関数において、複数の値を戻すときに重宝します。なお、一旦作成したタプルの要素を変更することはありません。tuples.ipynbを見ながら進めましょう。

タプルでは、`()`という括弧を使いますが、この括弧を省略することも可能です。ソースコード 2.1 では、二つの要素からなるタプルを生成した後に、一つ要素を追加しています。ソースコード 2.2 では、括弧を省略しています。また、保存したデータを三つに分けています。

ソースコード 2.1 簡単なタプル

```
1 data = (1, 2)
2 data += (3,) #要素の追加 (3)では、intになってしまう。
3 print(data)
4 print(data[0]) #要素の参照
```

ソースコード 2.2 簡単なタプル: 括弧の省略

```
1 data = 1, 2, 3
2 print(data)
3 a, b, c = data
4 print(a, b, c)
```

## 2.2 タプルの操作

### —— タプルの操作 ——

- 番号で管理
- iterable

タプルは、その要素を番号で扱うことが可能です。ソースコード 2.3 では、1 行目で定義した文字列のタプルに対して、2 行目 3 行目では、一つ一つプリントしています。タプルの要素には番号がついている、つまり iterable なオブジェクトですから、for ループで扱うことができます。一方、6 行目では、`enumerate` を使って、インデクスと対応する要素をタプルにして、取り出している。

### ソースコード 2.3 タプルの操作

```
1 colors=('green', 'red', 'blue', 'yellow', 'orange')
2 for c in colors:
3     print(c)
4
5 for i,c in enumerate(colors):
6     print(f'{i} : {c}')
```

## 2.3 タプルとリスト

### —— タプルとリスト ——

- タプルをリストの要素にできる
- リストをタプルの要素にできる

タプルに限らず、様々なデータ構造は、相互に入れ子にして使うことができます。ソースコード 2.4 では、`results` というリストの各要素がタプルになっています。

7 行目の `for` ループを見てください。`results` というリストの各要素は二つの要素を持つタプルです。そこで、そのタプルの二つの要素を `name` と `result` という変数として受け取っています。8 行目では、それぞれを印刷します。

### ソースコード 2.4 タプルがリストの要素になる例

```
1 results = [
2     ('Bob', 80),
3     ('Sue', 90),
4     ('Tim', 70),
5     ('Beth', 90)
6 ]
7 for name, record in results:
8     print(f'{name}の成績は{record}点')
```

ソースコード 2.5 では、リストの中に、文字列とリストを要素とするタプルが入っている例です。リストの要素は、色の文字列と、対応する RGB 値です。

## ソースコード 2.5 リストがタプルの要素になる例

```
1 colors2 = [  
2     ('red', [255, 0, 0]),  
3     ('green', [0, 255, 0]),  
4     ('blue', [0, 0, 255]),  
5     ('yellow', [255, 255, 0]),  
6     ('orange', [255, 165, 0])  
7 ]  
8 for c, rgb in colors2:  
9     print(f'{c}={rgb}')
```

## 2.4 名前付きタプル

タプルとその要素が何を表しているかがわかると、プログラムが読みやすくなります。それを可能とするのが、名前付きタプル (named tuple) です。

## ソースコード 2.6 名前付きタプルの例

```
1 from typing import NamedTuple  
2  
3 class Point(NamedTuple):  
4     x: float  
5     y: float  
6  
7 origin = Point(0, 0)  
8 xUnit = Point(1, 0)  
9 yUnit = Point(0, 1)  
10 p = Point(10, 5)  
11 print(p)  
12 print(p.x, p.y)
```

namedTuples.ipynb の中の一つの例をソースコード 2.6 に示します。これは、2次元面内の一つの座標点を想定した例です。3行目で、Point という型を定義します。その要素は x と y で、それぞれ float 型です\*<sup>1</sup>。

要素を指定する際には、番号ではなく、12行目のように、要素について名前を指定することができます。

---

\*<sup>1</sup> 型の指定は、次回に説明します。

## 3 集合: Sets

### 3.1 集合: Sets

#### 集合: Sets

- リストと異なり、同じ要素は一つだけに制限される

集合はリストと似ていますが、大きな違いがあります。同じ要素を複数入れることができません。使用する括弧は{ }です。また、リストと異なり、要素に番号が付いていません。

sets.ipynb を開いてください。ソースコード 3.1 では、3 つの色の名前が入った colorSet に、2 行目で要素を追加しています。4 行目は、要素を指定して、削除しています。

5 行目の for ループでは、どのような順序で各要素が出てくるかを指定することはできない点に注意してください。7 行目の pop() は、要素を一つ取り出し、集合からその要素を削除します。pop() では、削除する要素を指定することはできません。

ソースコード 3.1 集合の例

```
1 colorSet = {'red', 'green', 'blue'}
2 colorSet.add('yellow')
3 print(colorSet)
4 colorSet.remove('blue')
5 for c in colorSet:
6     print(c)
7 c = colorSet.pop()
8 print(c)
9 print(colorSet)
```

## 3.2 集合の操作: Operation of sets

### 集合の操作: Operation of sets

- `set()`: 空の集合を作る
- `add(要素)`: 要素を追加
- `remove(要素)`: 要素を削除
- `pop()`: 要素を削除
  - 削除する要素を指定できない
- `clear()`: 全ての要素を削除

集合の要素に対する基本的な操作をまとめておきます。ソースコード 3.2 を見てください。3 行目から 5 行目では、新しい要素を `add()` を使って追加しています。7 行目では要素を指定して、`remove()` を使って削除しています。9 行目では、一つの要素を取り出しています。`pop()` では、要素を指定できないことに注意が必要です。

ソースコード 3.2 集合の操作

```
1 setB=set() #空の集合を生成
2 print(setB)
3 setB.add('orange')
4 setB.add('yellow')
5 setB.add('blue')
6 print(setB)
7 setB.remove('blue')
8 print(setB)
9 c = setB.pop()
10 print(c)
11 print(setB)
```

## 3.3 集合の演算

### 集合の演算

- 集合の和: `|` または `union()` メソッド
- 集合の共通部分: `&` または `intersection()` メソッド
- 集合の差: `-`

Python の集合には、もう一つ重要な操作があります。数学で出てくる集合の演算に対応する操作です。

二つの集合の和は、いずれかの集合の要素であるものの集合を作ります。 $x \in A$  は、要素  $x$  が集合  $A$  の要素であることを表しています。また、 $a \vee b$  は、二つの論理値  $a$  と  $b$  の論理和 (or) を表しています。

$$A \cup B = \{x \mid x \in A \vee x \in B\} \quad (3.1)$$

set1 と set2 では、red が共通ですから、和集合は 5 色を要素として持ちます。和集合の演算は union() か | という記号を使います。

二つの集合の共通部分は、二つの集合の共通である要素であるものの集合を作ります。 $a \wedge b$  は、二つの論理値  $a$  と  $b$  の論理積 (and) を表しています。

$$A \cap B = \{x \mid x \in A \wedge x \in B\} \quad (3.2)$$

set1 と set2 では、red が共通ですから、共通部分は red のみを要素として持ちます。共通部分の演算は、intersection() か & という記号を使います。

集合の差は馴染みがないと思います。

$$A \setminus B = \{x \mid x \in A \wedge x \notin B\} \quad (3.3)$$

$A$  の要素であって、かつ  $B$  の要素でないものの集合です。Python では - を使って求めます。

### ソースコード 3.3 集合の演算

```
1 set1 = {'red', 'green', 'blue'}
2 set2 = {'red', 'yellow', 'orange'}
3 set3 = set1.union(set2) #和集合
4 print(set3)
5 set3 = set1 | set2
6 print(set3)
7 set4 = set1.intersection(set2) #共通部分
8 print(set4)
9 set4 = set1 & set2
10 print(set4)
11 set5 = set4 | {'red'} #同じオブジェクトは一度しか入らない
12 print(set5)
13 set6 = set1 - set2
14 print(set6)
```

### 3.4 集合の比較

集合の比較には、これまでも出てきた`==`を使う場合と`is`を使う場合があります。二つの集合の内容が等しいかを判定するのは`==`です。二つの集合が同じオブジェクトであるかを判定する場合には`is`を使います。ソースコード 3.4 では、すでに出てきている `set3` と新たに定義した `colors` を二つの方法で比較しています。結果を予想しましょう。

ソースコード 3.4 集合の比較

```
1 colors = {'red', 'green', 'yellow', 'blue', 'orange'}
2 print(colors == set3)
3 print(colors is set3)
```

また、集合の包含関係を調べる `issuperset()` と `issubset()` があります。

### 3.5 変更できない集合

#### 変更できない集合

- `frozenset()` で生成すると変更できない

要素を変更できない集合を作成することも可能です。ソースコード 3.5 では、リストから変更できない集合を作っています。3行目で無理に変更しようとする、エラーが発生します。予めエラーとなることが分かっているので、この例では、例外処理のコードを入れています。

ソースコード 3.5 変更できない集合

```
1 setC = frozenset(['apple', 'orange']) #変更できない集合
2 try:
3     setC.add('banana') #要素を追加しようすると、エラーとなる
4 except Exception as e:
5     print(e)
```

**課題 3.1** 集合に対する de Morgan の法則を確かめましょう。二つの集合  $A$  と  $B$  は、

共に集合  $W$  の部分集合とします。

$$A \subseteq W, B \subseteq W$$

この時、de Morgan の法則は以下のようになります。 $\bar{A}$  は補集合です。

$$\overline{A \cup B} = \bar{A} \cap \bar{B}$$
$$\overline{A \cap B} = \bar{A} \cup \bar{B}$$

$W = \{k \mid k \in \mathbb{N}, k \leq 10\}$ 、 $A = \{k \mid k \% 2 = 0, k \in W\}$  および  $B = \{k \mid k \% 3 = 0, k \in W\}$  として確かめなさい。全体集合が定義されているので、補集合は、差集合で定義できることに注意しなさい。

## 4 辞書: Dictionaries

### 4.1 辞書: Dictionaries

#### 辞書: Dictionaries

- 鍵 (key) と値 (value) の対応関係を保持
- 他のプログラミング言語と呼び名が違う

python の辞書は、名前の付け方としてわかりにくいものです。キー (鍵) になるものと、対応する値 (value) を組を保持します。辞書が、単語とその意味の組を保持していることと対応しています。他のプログラミング言語では、連想配列や写像と呼ぶことがあります。

使用する括弧は `{}` ですが、キーと値の間に `:` を打ちます。リストで要素に番号がキーとしてついていたものが、辞書では文字列などをキーとして自由につけられると考えるのも良いでしょう。

`dictionaries.ipynb` を開けてください。ソースコード 4.1 では、`airports` という辞書は、アルファベット 3 文字からなる空港のコードをキーに、対応する空港名を値として保持しています (1 行目)。6 行目と 7 行目では、羽田空港と新千歳空港を新たに登録しています。

9 行目の `for` ループでは、キーを一つ一つ取り出し、10 行目で空港名とコードを印刷しています。

辞書からは、キーの一覧と値の一覧をそれぞれ取り出すことができます。ソースコー

#### ソースコード 4.1 辞書型の例

```
1 airports = {'HSG': '佐賀有明空港',
2             'FUK': '福岡空港',
3             'CTS': '新千歳空港'
4            }
5
6 airports['HND'] = '羽田空港' #新しい組の追加
7 airports['HSG'] = '九州佐賀国際空港' #キー HSG に対応した値の変更
8
9 for key in airports:
10     print(f'{airports[key]}のコードは{key}')
```

#### ソースコード 4.2 辞書型の例

```
1 print(airports.keys())
2 print(airports.values())
3 for airportname in airports.values():
4     print(airportname)
```

ド 4.2 では、airports という辞書から、そのキー (keys()) と値 values() を取り出しています。

## 4.2 辞書の活用例

### 辞書の活用例

- リストの中にキーワードが出てくる回数

辞書の利用例を見ましょう。ソースコード 4.3 を見てください。リスト flights は、利用した空港のコードのリストです。利用した空港の回数、つまり flights の中の空港コードの出現回数を数えましょう。辞書型オブジェクト flightFreq は、空港コードと、そのコードの出現回数に対応付けています。

for ループで、flights から一つ一つ空港コードを取り出し、そのコードが flightFreq にあれば、出現回数を一つ増やします。一方、flightFreq になければ、新しいエンターリーを辞書に作っています。

応用例として、テキストから単語の出現回数を数える、あるいは Web のアクセスリストから、どのページが何回アクセスされたかを数える、ようなものが考えられますね。

### ソースコード 4.3 利用した空港の回数を数える

```
1 #利用した空港のリスト
2 flights = ['HSG', 'HND', 'FUK', 'CTS', 'HND', 'HSG',
3           'FUK', 'NGO', 'FUK', 'FUK', 'CTS', 'FUK',
4           'HSG', 'HND', 'FUK', 'KMQ', 'FUK', 'CTS']
5 flightsFreq = dict() # 利用した回数の dictionary
6 for f in flights: #flightsの各要素
7     if f in flightsFreq.keys(): #空港名が既に登録されている場合
8         flightsFreq[f] += 1
9     else:
10        flightsFreq[f] = 1
11 print(flightsFreq)
```

## 5 課題

quiz2.ipynb の課題です。

二つの集合の排他的和 (XOR) は

$$X \text{ XOR } Y = (X \cup Y) \setminus (X \cap Y) \quad (5.1)$$

は、 $X$  または  $Y$  のどちらか一方のみに含まれる要素の集合である。python では、XOR は演算子 $\wedge$ で行うことができる。

set1 と set2 に対して、式 (5.1) の両辺をそれぞれ計算して確認しなさい。

```
1 set1 = {'red', 'green', 'blue'}
2 set2 = {'red', 'yellow', 'orange'}
```

## 6 次回

プログラムを効率的に書くには、一度書いたプログラムを再利用できることが重要です。自分用の処理を関数として定義します。次回は、教科書 10 章の内容です。