数理データサイエンスコース

プログラミング体験講義

岡山大学 オープンキャンパス2023

指定された席に着席後
各自，下記を実施して下さい

① パソコン上のwebブラウザに，本日使うファイルの一覧が表示されている→これら全てをダウンロード

② （まだ作っていない人は）googleアカウントを作成する

③ webブラウザで"google colab"で検索し，google colaboratoryのページにいく

ここをクリック

④ （時間が余った人は）
本スライドのp5～p10の
「google colab実行手順」を実際に実行してみて下さい

補足：自宅で今回の演習内容を実施するには

- 本日使用するファイルは
  http://www.mtds.okayama-u.ac.jp/OC/
  上に置いています

- 自宅（あるいは自分の）パソコンのwebブラウザで
  上記URLにアクセスし，ファイルをダウンロードすれば，今回の演習内容を家でも実施できます.

Google Colaboratoryとは

- 通称Google colab.

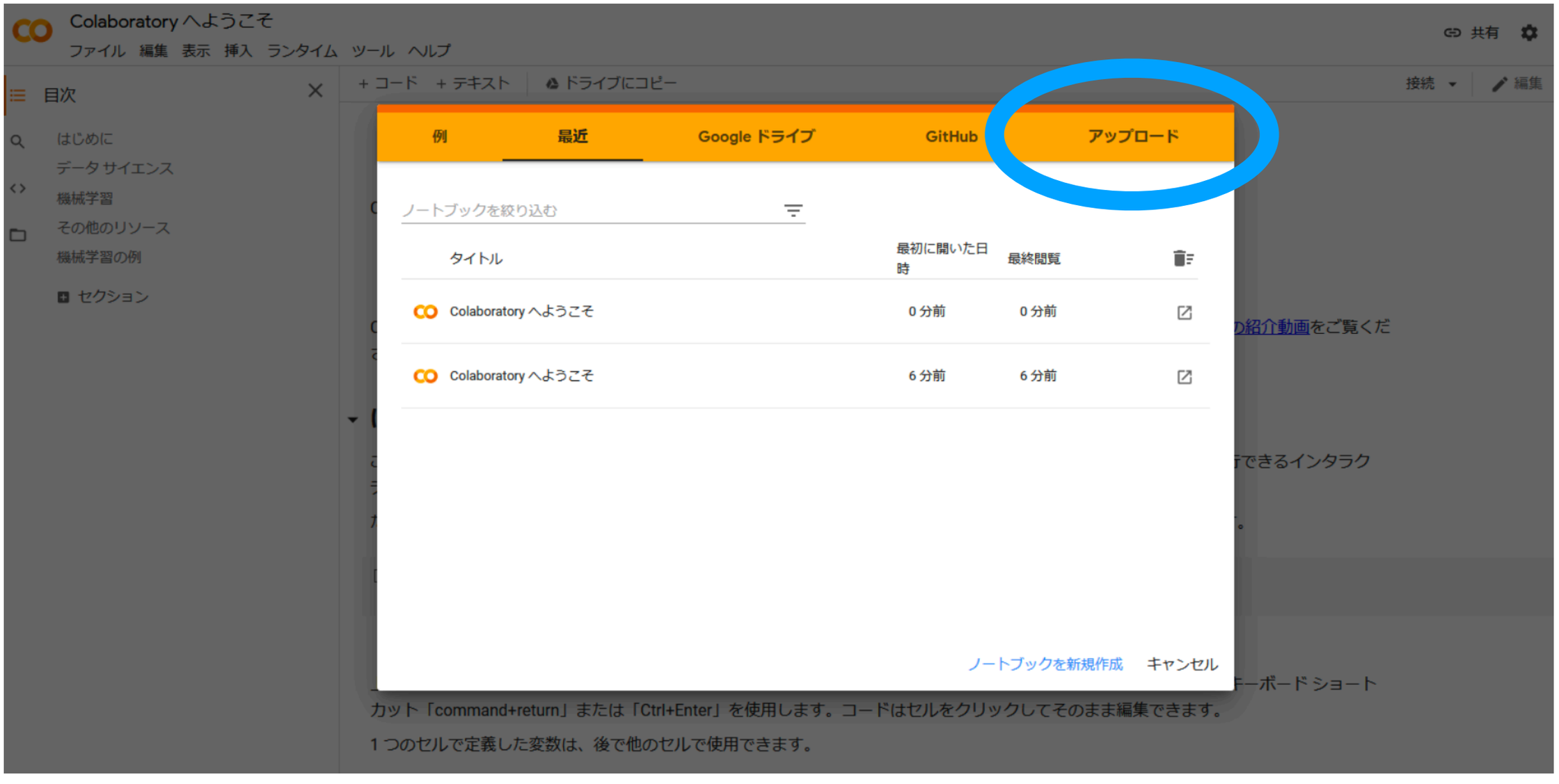
- googleのアカウントを持ち，かつインターネットさえ繋げれば，webブラウザ上でプログラミング（例：python）が行える

google colab実行手順：
googleアカウントでログイン

- google colabトップページ（下記画面）の画面右上から，googleアカウントにログインする
（すでにログインしている場合は不要）

google colab実行手順：「.ipynb」形式のファイルのアップロード

- ログインできたら下記の画面になる
  →「アップロード」をクリック



google colab実行手順：「.ipynb」形式のファイルのアップロード

- アップロードをクリックすると下記の画面になる
  →本日使用する「.ipynb」形式ファイルを，画面中央に向かってドラッグ&ドロップ
  （本日は最初に"Python入門.ipynb"を使うので，このファイルを下記画面中央にドラッグ&ドロップして下さい）

google colab実行手順：「.ipynb」形式のファイルの確認

- Python入門.ipynbファイルが表示された.
- 各セル（灰色の箱）に，コードが打ち込んである.

google colab実行手順：
コードを実際に実行してみる

- セルにマウスカーソルを合わせると，実行ボタンが表示される→これをクリックすると，コードが実行される（出力結果が下に表示される）

google colab実行手順：
外部ファイルをcolab上に追加

①画面左のフォルダのアイコンをクリックし，下記の画面にする（左側に「ファイル」に関するタブが出る）

②この余白部分に，
colab上に追加したいファイルを
ドラッグ&ドロップ

"Python入門.ipynb"を開いている時は
sazae.csvをcolab上に追加しておいて下さい

本日の流れ

- ミニ講義：機械学習とは
- 演習①：Python入門
  - 使用ファイル：Python入門.ipynb,　sazae.csv
- 演習②：アヤメデータの教師あり分類学習
  - 使用ファイル：Ayame.ipynb, iris0.csv
- 演習③：手書き文字データの教師あり分類学習
  - 使用ファイル：NumberTest.ipynb

機械学習とは

注目される人工知能（AI）技術

データサイエンス：
国のAI戦略で「全大学生が習得」

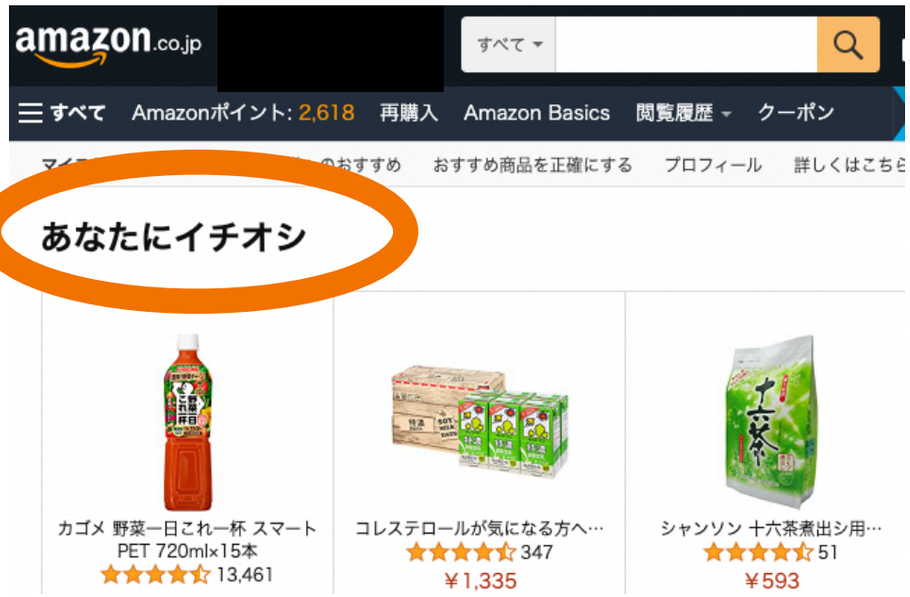
デジタル人材*「別枠採用」が3割
主要企業の来春新卒

*（記事では）データ分析や人工知能（AI）などの専門人材を指す

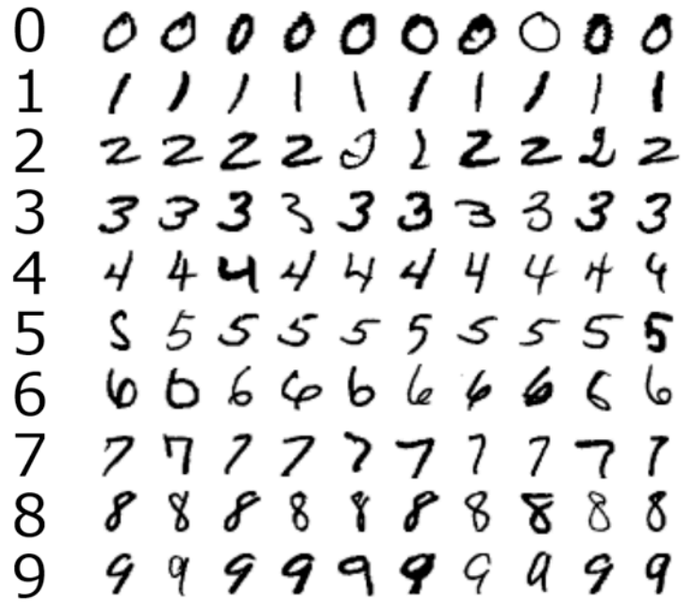
参考：https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUE076BW0X01C21A2000000
https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC0346M0T00C22A6000000/

"AI"（機械学習）技術の例

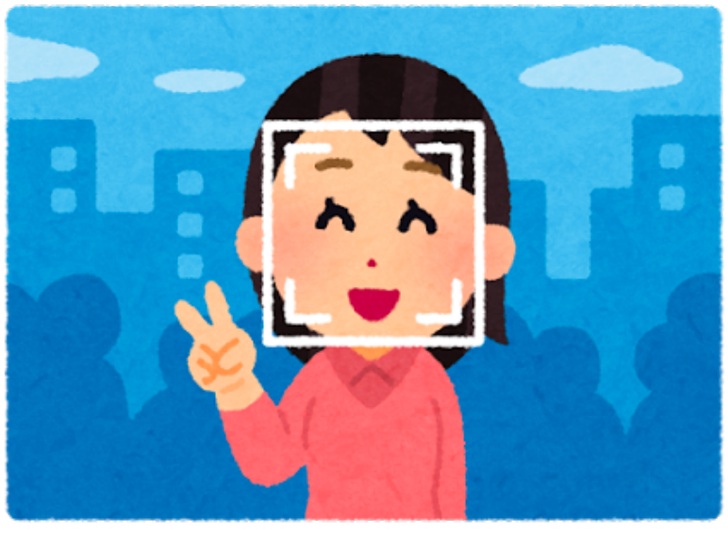
推薦システム



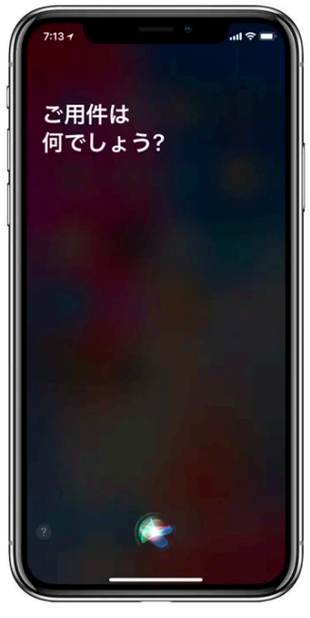
手書き文字認識



カメラの顔認識

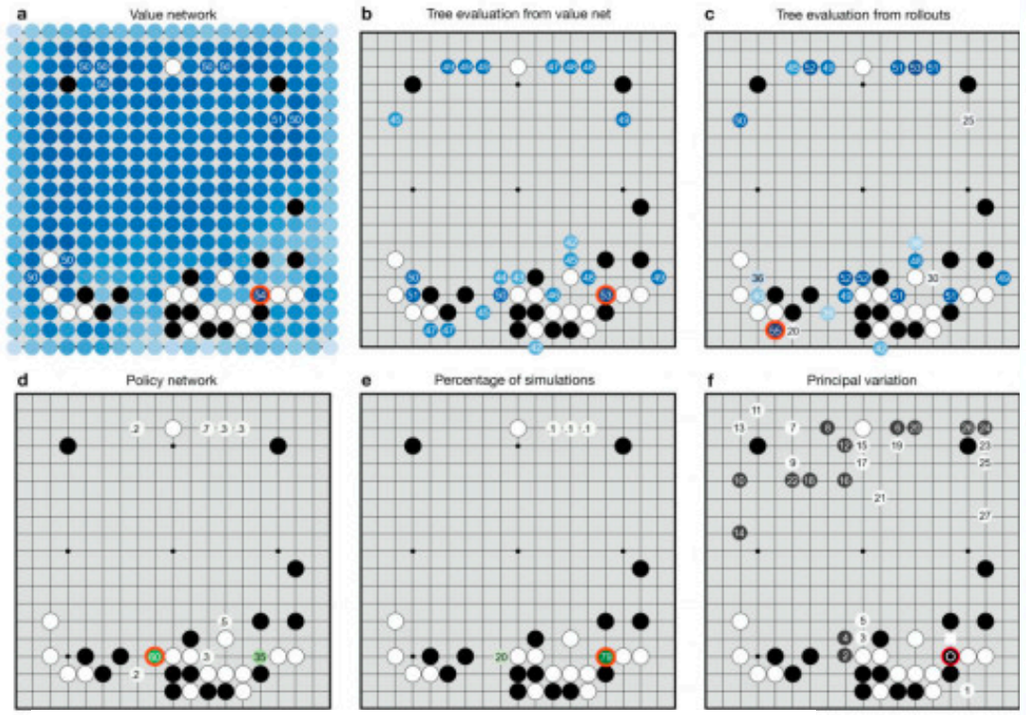


音声認識（Siri）



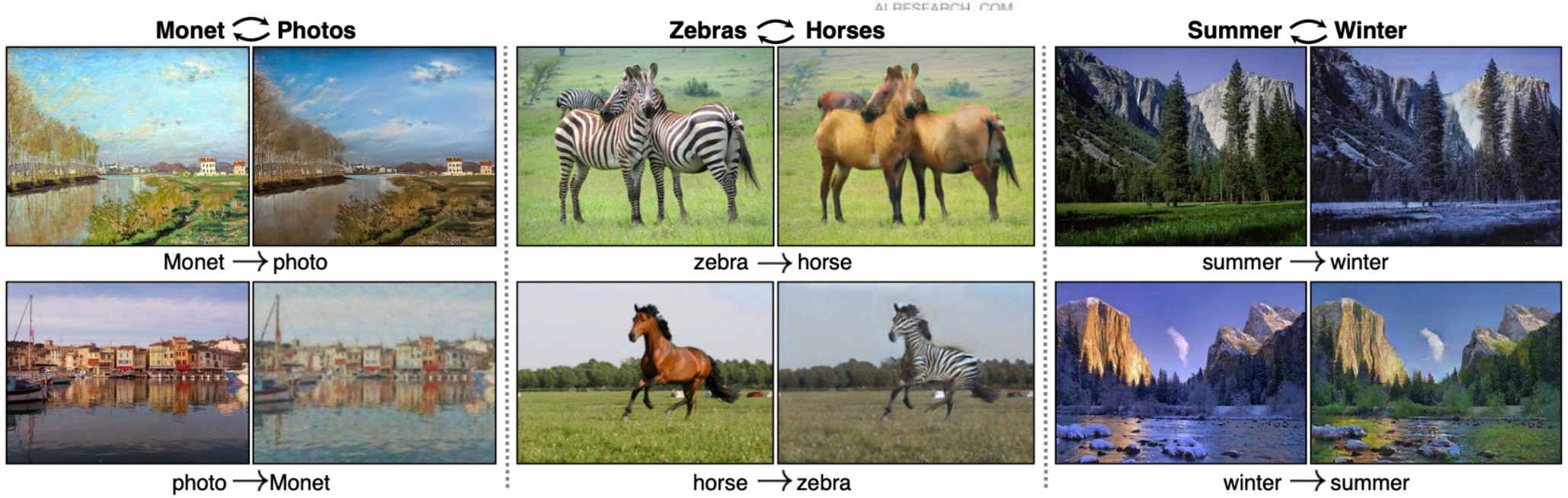
"AI"（機械学習）技術の例

→プロ棋士を破った囲碁のAI（Alpha Go）



好みのイラストをAIで生成

↓画像の特徴を変換



機械学習とは

- 機械学習：多くの人工知能（AI）の基盤となっている技術.

- →この講義では，機械学習のカテゴリの1つ「教師あり学習」に注目し，その一部を実際に体験してみる.

機械学習とは（教師あり学習の場合）

教師あり学習とは...予測や判別等のために使う**関数**を,
得られたデータから"学習"すること.

- 一般の数学でいう"関数"：入力xに対し，何らかの加工して，yを出力（例：$f(x) = 2x + 3 = y$）

- 機械学習（教師あり学習）で扱う"関数"：入力から出力を予測. 関数f の中身は未知.

教師あり分類学習の例：身長・体重から性別予測

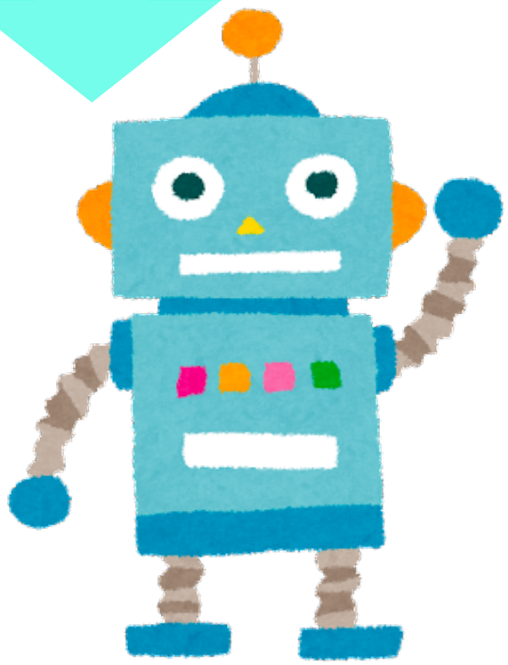
- 目的：身長・体重から性別を予測する関数fを学習.

学習用データ

入力 出力

	x_1 身長	x_2 体重	y 性別
aさん	171	68	男
bさん	156	51	女
cさん	168	55	男
⋮	⋮	⋮	⋮

学習



学習結果

f

- 学習結果を用いると...

検証用データ

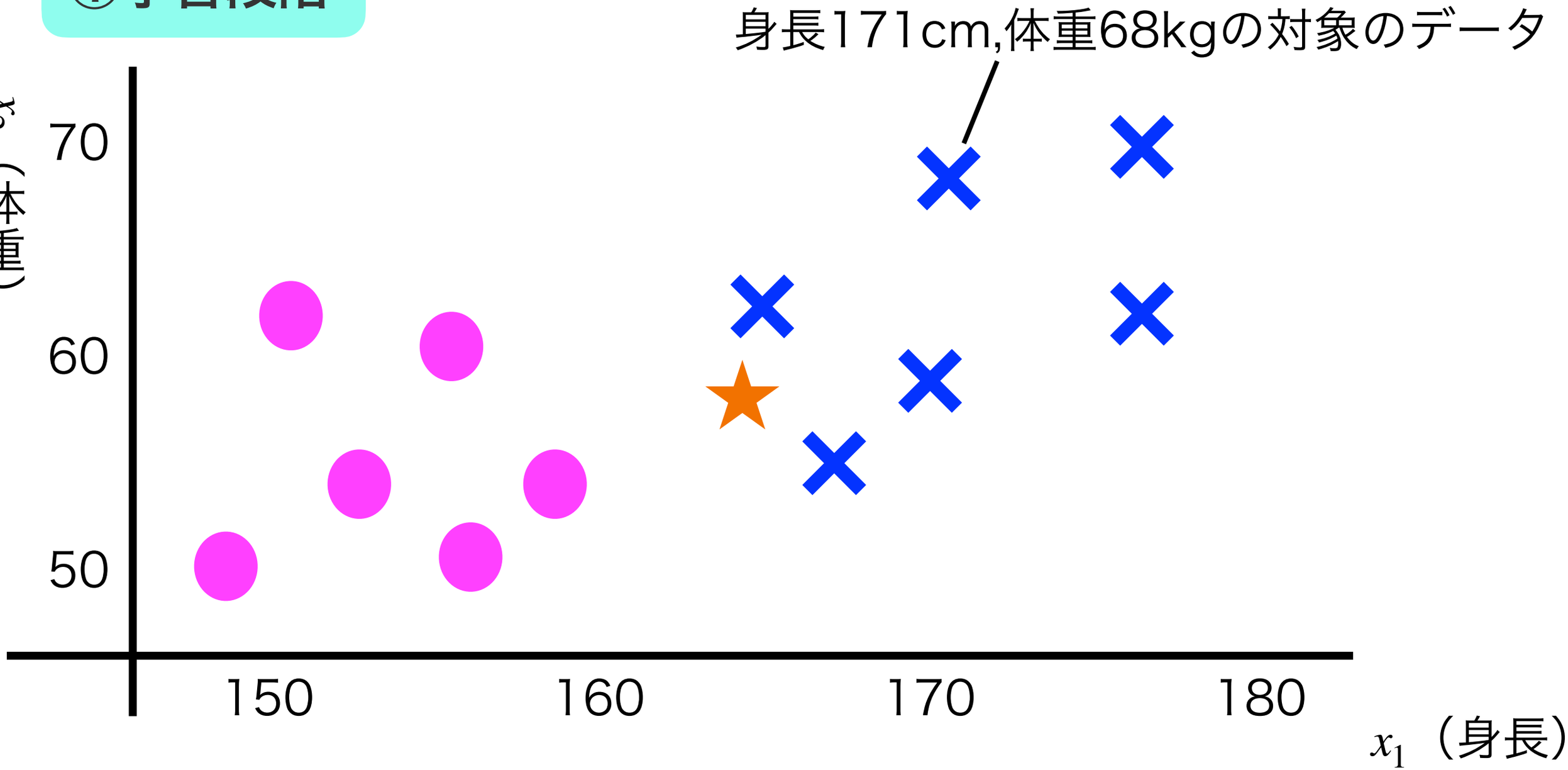
入力情報のみ

$f(165,60) = $ 男

身長・体重を入力すると性別を予測

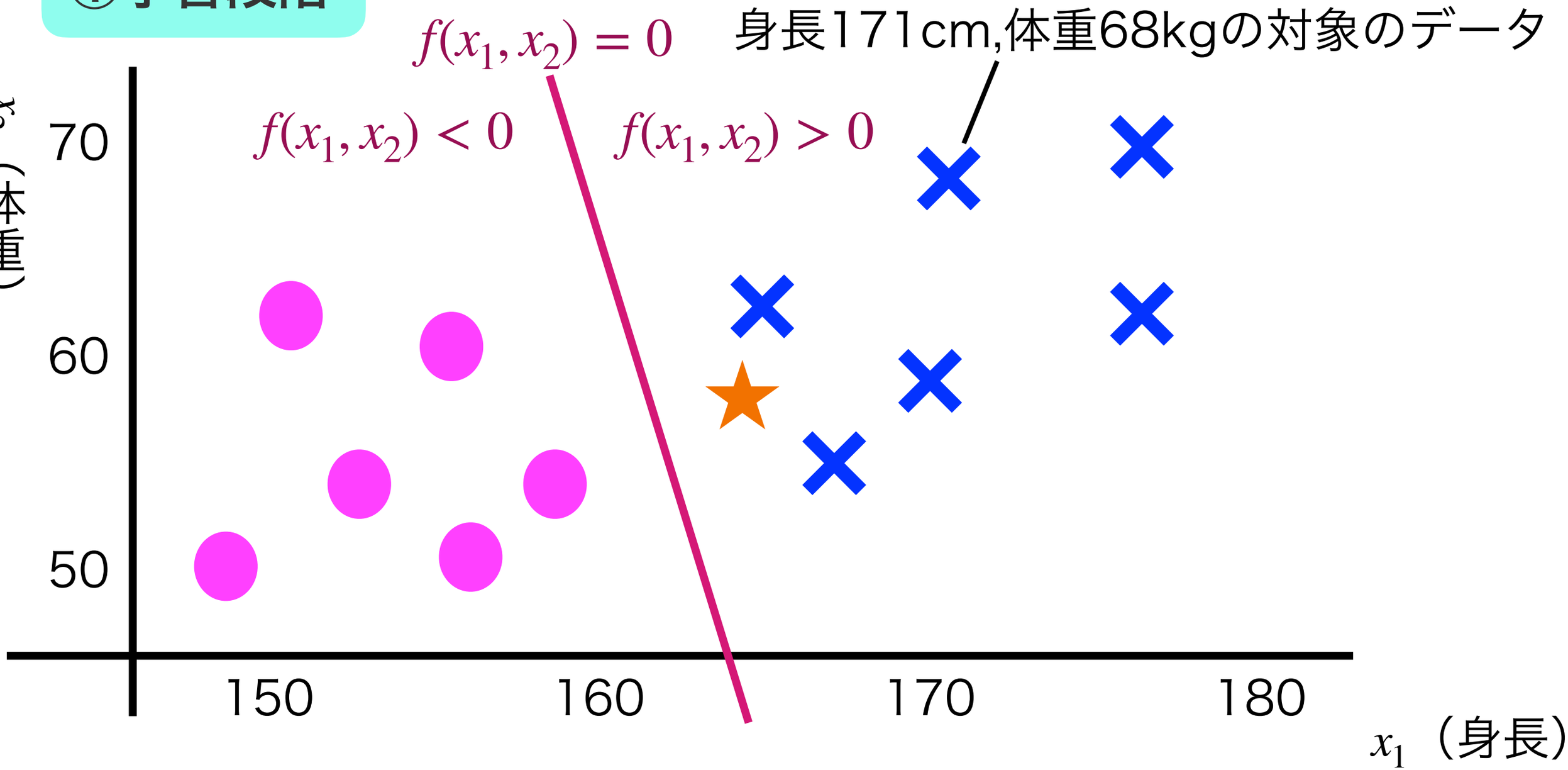
「関数fを学習する」とは?

①学習段階



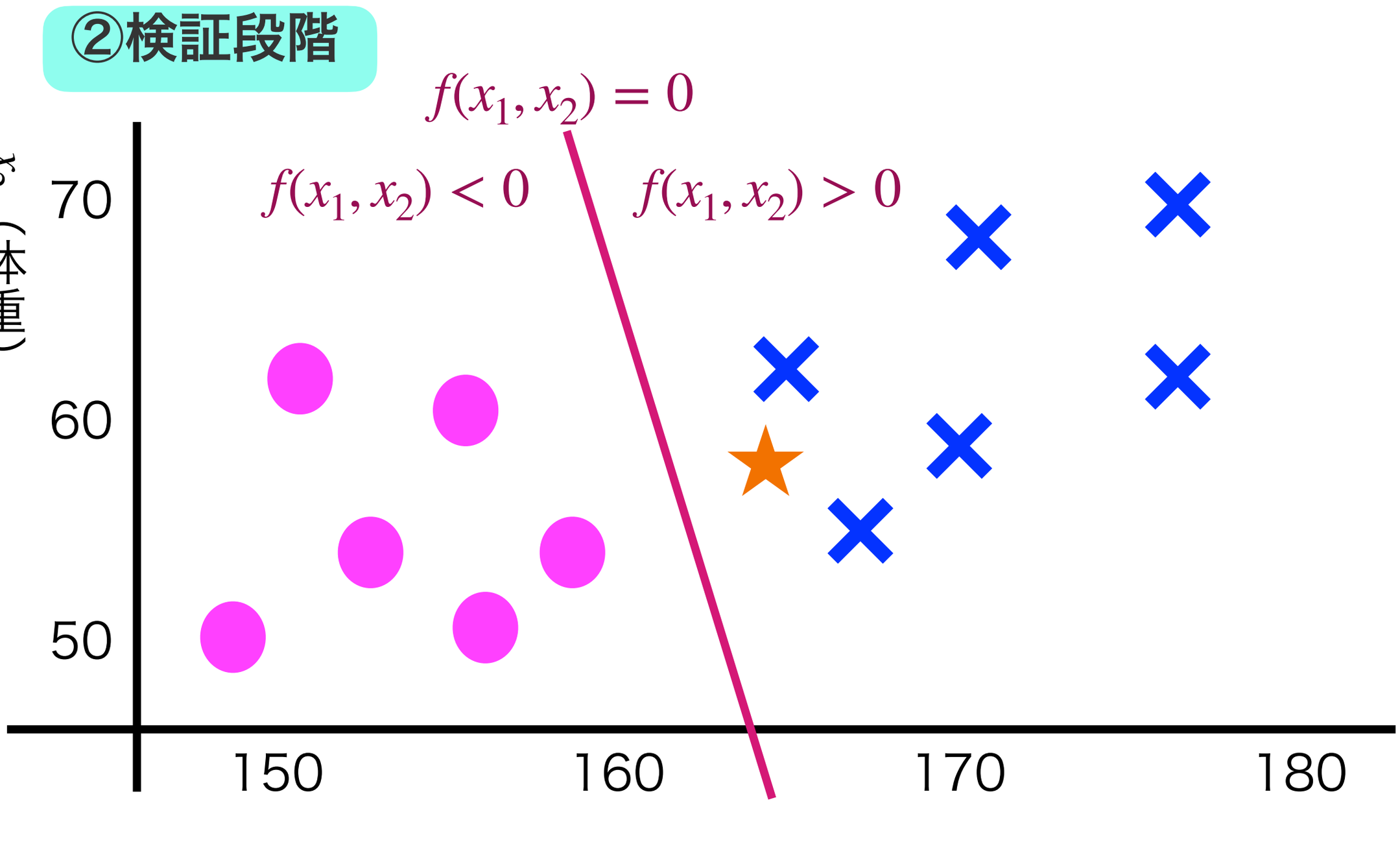
「関数fを学習する」とは?

①学習段階



「関数fを学習する」とは?

②検証段階



zさん（性別の情報なし）は身長164，体重58.

$f(164,58) = 0.01 > 0$ → zさんは男性と予測

「関数fを学習する」とは?

- Q,境界線の役割を果たす関数fはどうやって得られるの?
- A, fを下記のように定義すればよい.

$$f(x_1, x_2) = w_0 + w_1 x_1 + w_2 x_2 = w_0 + \mathbf{w}^\top \mathbf{x}_i \quad \text{.....(★)}$$

  - ただし, w_0, $\mathbf{w} = (w_1, w_2)^\top$は未知.
  - 学習=<u>関数fの未知係数w_0, **wの具体的な値を得る**こと</u>

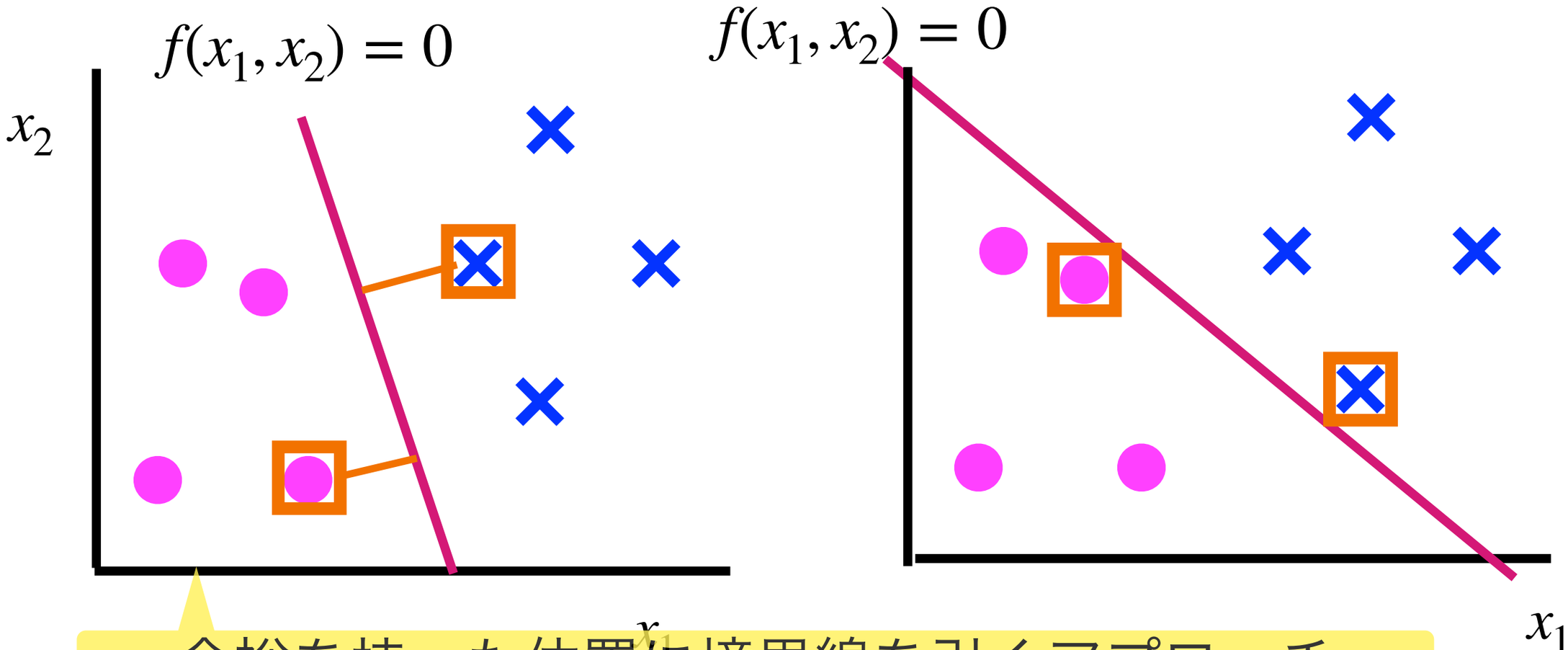
- この場合, 境界線は下記を満たすx_1, x_2の集合.

$$f(x_1, x_2) = w_0 + w_1 x_1 + w_2 x_2 = 0$$

→<u>直線の方程式</u>!

サポートベクターマシン（SVM）

- 関数f（境界線）の推定の方法は様々.
- Q, 新たなデータが得られた時，分類の失敗が少なそうな境界線はどっち?



余裕を持った位置に境界線を引くアプローチ
→サポートベクターマシン（SVM）

補足：SVMにおける境界線の学習

- SVMでは下記の最適化問題を通じてw_0, $\mathbf{w}$を求める.
  - 境界線からxの点までの最短距離（マージン）が最大になるように求める（$y_i \in \{-1,1\}$）

$$\max_{\mathbf{w},w_0} \min_i \frac{|\mathbf{w}^\top \mathbf{x}_i + w_0|}{\|\mathbf{w}\|}$$

$$\text{s.t.} \quad y_i(\mathbf{w}^\top \mathbf{x}_i + w_0) \geq 0, \ (i = 1,\ldots,n)$$

- 実際は上記を簡略化した下記の最小化問題をとく

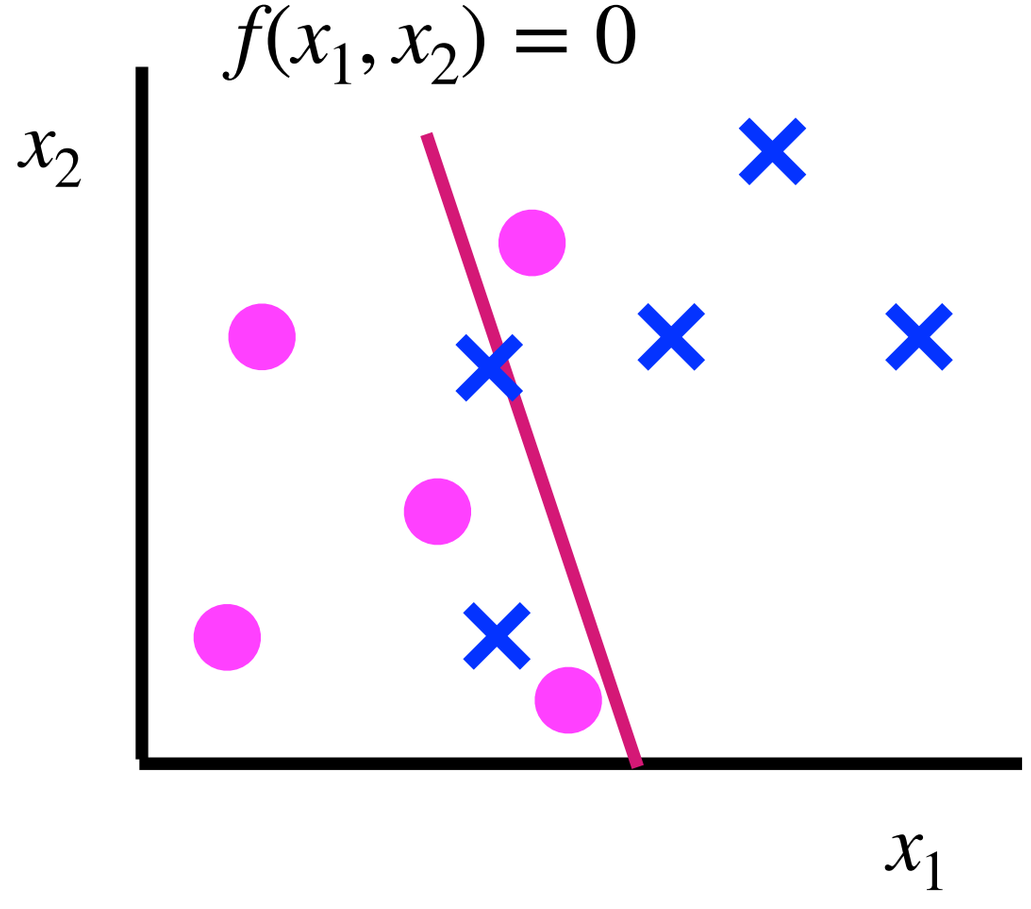
$$\min_{\mathbf{w},w_0} \frac{1}{2}\mathbf{w}^\top \mathbf{w}$$

$$\text{s.t.} \quad y_i(\mathbf{w}^\top \mathbf{x}_i + w_0) \geq 1, \ (i = 1,\ldots,n)$$

サポートベクターマシン
(ソフトマージン)

- 下記のような場合：直線で分類しようとしても，多少の分類の失敗が生じてしまう...
- 分類の失敗を許容しつつ，直線で分類するSVM

→ソフトマージンSVM（今回使用!!!）



補足：ソフトマージンSVMにおける境界線の学習

- SVMでは下記の最適化問題を通じてw_0, $\mathbf{w}$を求める

$$\min_{\mathbf{w},w_0,\boldsymbol{\xi}} \frac{1}{2}\mathbf{w}^\top\mathbf{w} + C\sum_{i=1}^{n}\xi_i$$

$$\text{s.t.} \quad y_i(\mathbf{w}^\top\mathbf{x}_i + w_0) + \xi_i \geq 1,$$

$$\xi_i \geq 0, \qquad (i = 1,\ldots,n)$$

- $\boldsymbol{\xi} = (\xi_1, \ldots, \xi_n)^\top$：各対象の誤差
- $C \geq 0$：誤差の重要度を示すハイパーパラメータ
  - 事前にユーザーが設定
  - Cが大きいほど，誤差に対し寛容になる

これまでのまとめ

- 分類の教師ありの機械学習では，下記の2段階を行う
  - ① 学習（訓練）段階：データ$\mathbf{X}$, $\mathbf{y}$で，関数f（境界線）を学習.
  - ② 検証段階：データ$\mathbf{X}$, $\mathbf{y}$で，学習した関数fの性能検証
    - 例, 新たなデータ$\mathbf{X}$に対する予測，正解率の計算

- ここでの学習とは，「直線の境界線を求める」こと
  - 理由：学習する関数fが，直線の方程式を表すため

- 今回学習には（ソフトマージン）SVMを用いる.

Pythonの演習

本日の流れ（再掲）

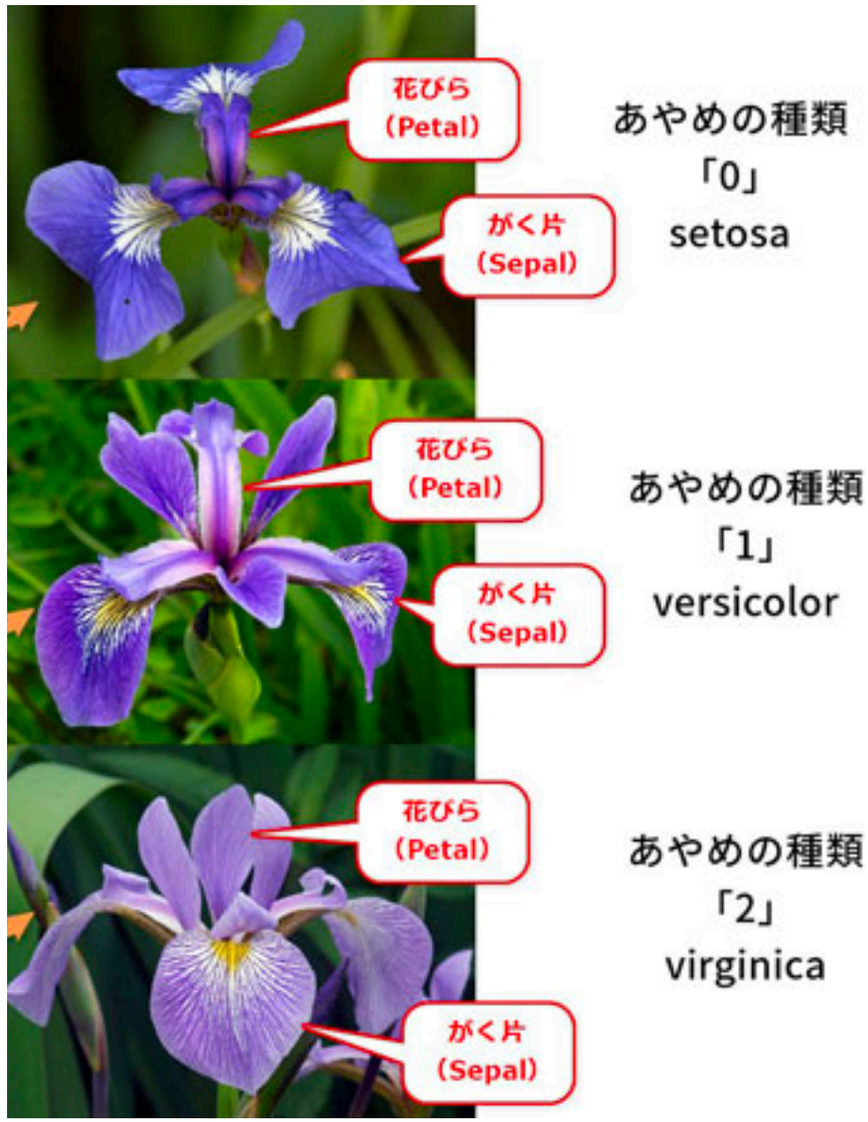
- ミニ講義：機械学習とは
- 演習①：Python入門
  - 使用ファイル：Python入門.ipynb,　sazae.csv
- 演習②：アヤメデータの教師あり分類学習
  - 使用ファイル：Ayame.ipynb, iris0.csv
- 演習③：手書き文字データの教師あり分類学習
  - 使用ファイル：NumberTest.ipynb

Python（パイソン）について

- Pythonとは：
  - プログラムを作るための言語（プログラミング言語）の1つ.
  - 機械学習やデータ分析を行うのに優れている.

使用データ1：アヤメ（iris）データ

- 花びら・がく片の大きさから，アヤメの種類を予測する
- 入力（特徴量）$\mathbf{X}$ (150x4 行列)：
  - がく片の長さ（cm）： Sepal Length
  - がく片の幅（cm）： Sepal Width
  - 花びらの長さ（cm）： Petal Length
  - 花びらの幅（cm）： Petal Width
- 出力（クラス）$\mathbf{y}$ (長さ150ベクトル)：
  - setosa（セトーサ）
  - versicolor（バーシーカラー）
  - virginica（バージニカ）



https://atmarkit.itmedia.co.jp/ait/articles/2206/13/news032.html

元論文： https://ia802305.us.archive.org/1/items/biostor-11559/biostor-11559.pdf

使用データ2：手書き文字データ

- 手書き文字画像から，その文字を予測する.
- 入力（特徴量）$\mathbf{x}$（1797x64 行列)：
  - 8×8ピクセルの濃さが変量となっている (8x8＝64)
  - 濃さは16段階で表現（ここでは0が白で，16が黒とする）.
- 出力（クラス）$\mathbf{y}$（長さ1797ベクトル）：
  - 0〜9の数字.

https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/optical+recognition+of+handwritten+digits