

12-1 第 1 2 回の内容

(情報システム工学特論)

URL: <https://www.kkaneko.jp/a/cs/index.html>

金子邦彦



第12回の内容

- **ニューラルネットワークの基礎**について，理解を深める
学習，教師データ，検証データ，学習不足，過学習
- オンライン（Web ブラウザを使用）の実行．
（各自で実行することも可能）

【次回に向けての準備学習】

次回はニューラルネットワークについて，さらに詳しく学ぶ．今回の資料を復習しておく．

12-2 ニューラルネットワーク を用いた分類

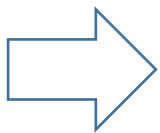
(人工知能の基本)

URL: <https://www.kkaneko.jp/a/cs/index.html>

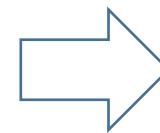
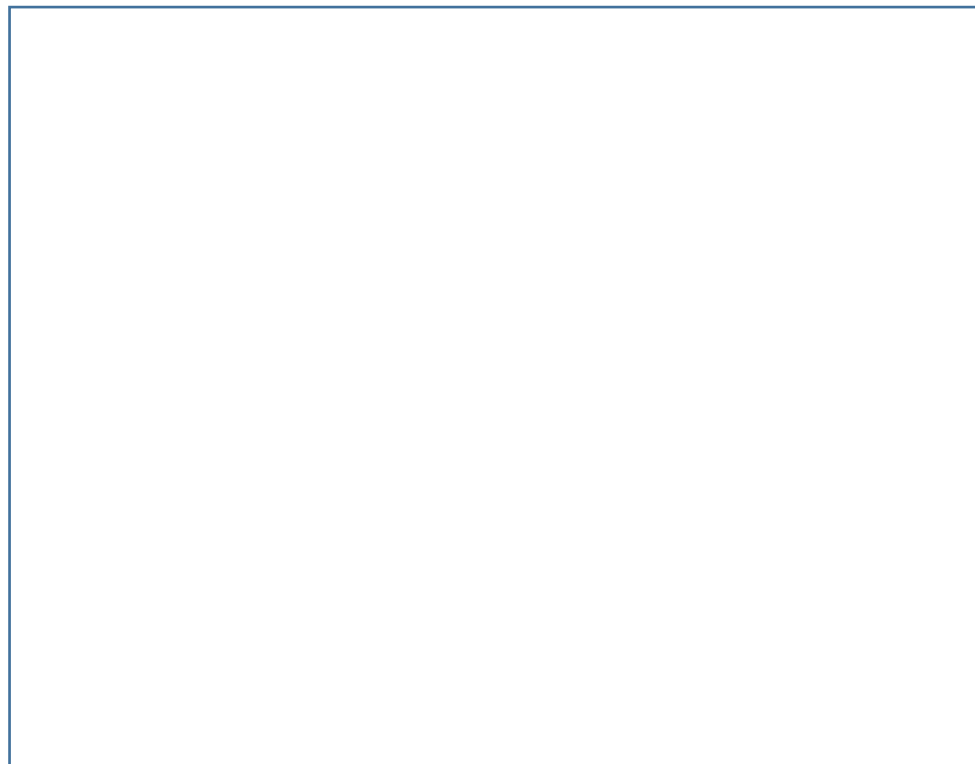
金子邦彦



10種類の中から1つに分類する場合



入力データ



出力データ

0から9の
整数の
いずれか

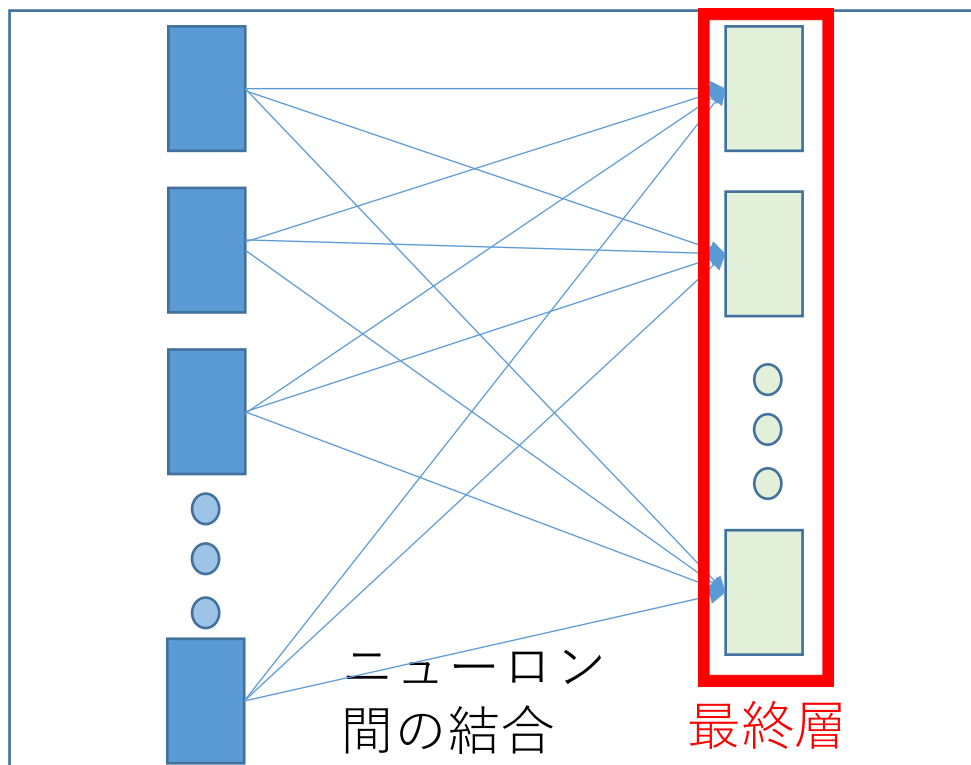
10種類に分類するニューラルネットワーク

最終層について、1つが強く
活性化するように調整

ニューロン
128個

ニューロン
10個

→
入力データ



→
出力データ

データは入力から出力の方向へ

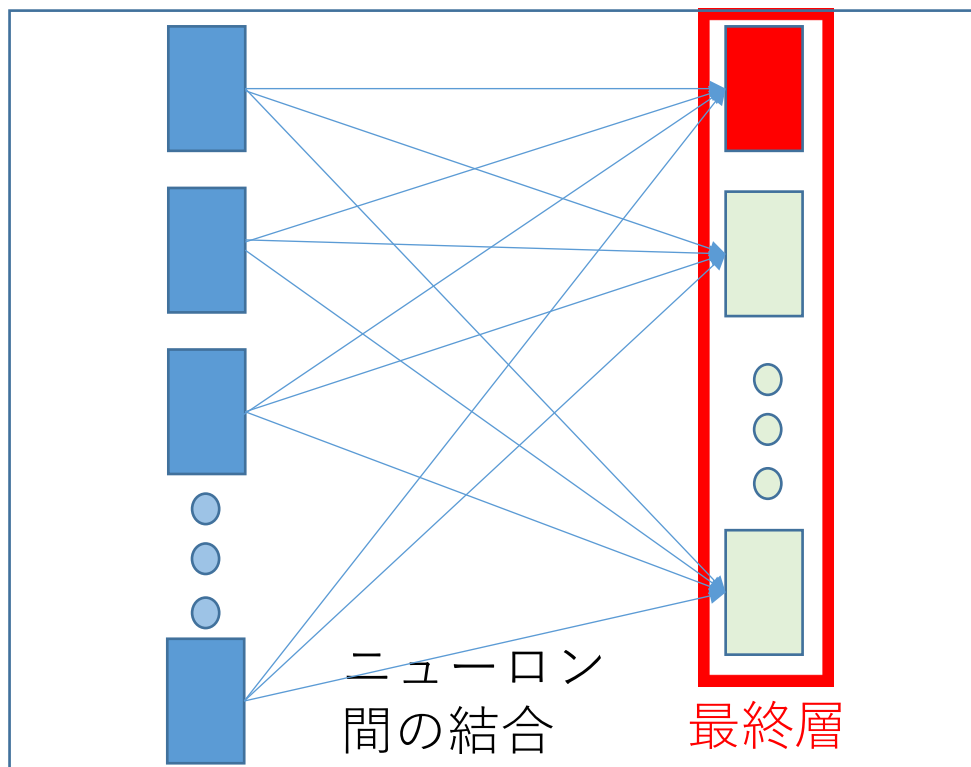
10種類に分類するニューラルネットワーク

最終層について、1つが強く
活性化するように調整

ニューロン
128個

ニューロン
10個

⇨
入力データ



出力は0

⇨
出力データ

データは入力から出力の方向へ

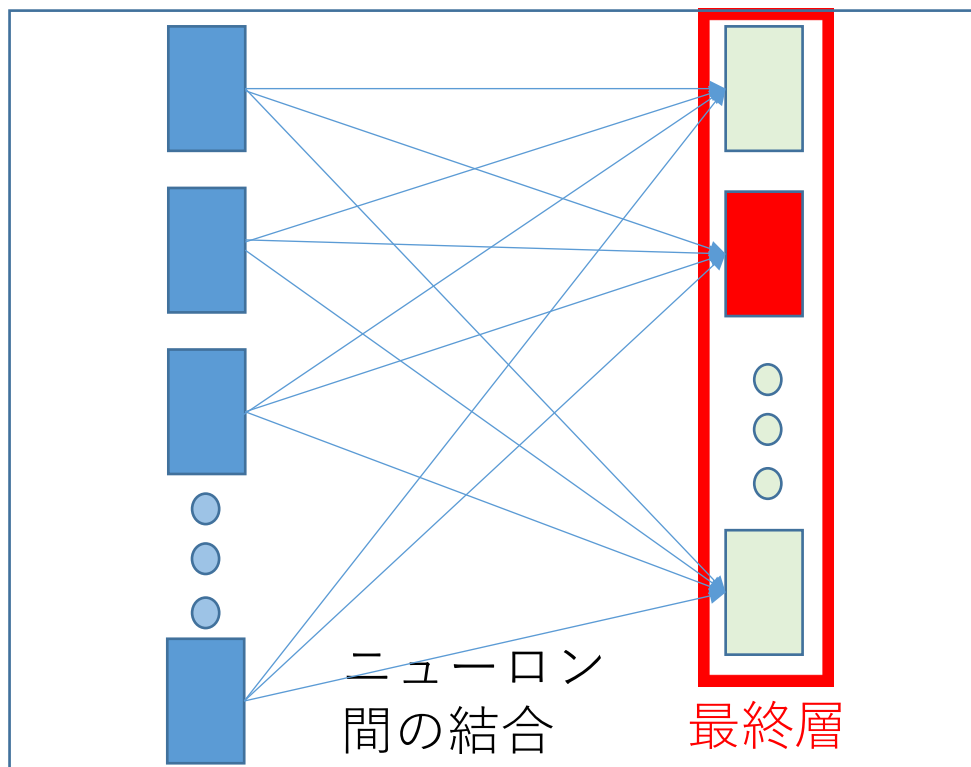
10種類に分類するニューラルネットワーク

最終層について、1つが強く
活性化するように調整

ニューロン
128個

ニューロン
10個

⇨
入力データ



出力は 1

⇨
出力データ

データは入力から出力の方向へ

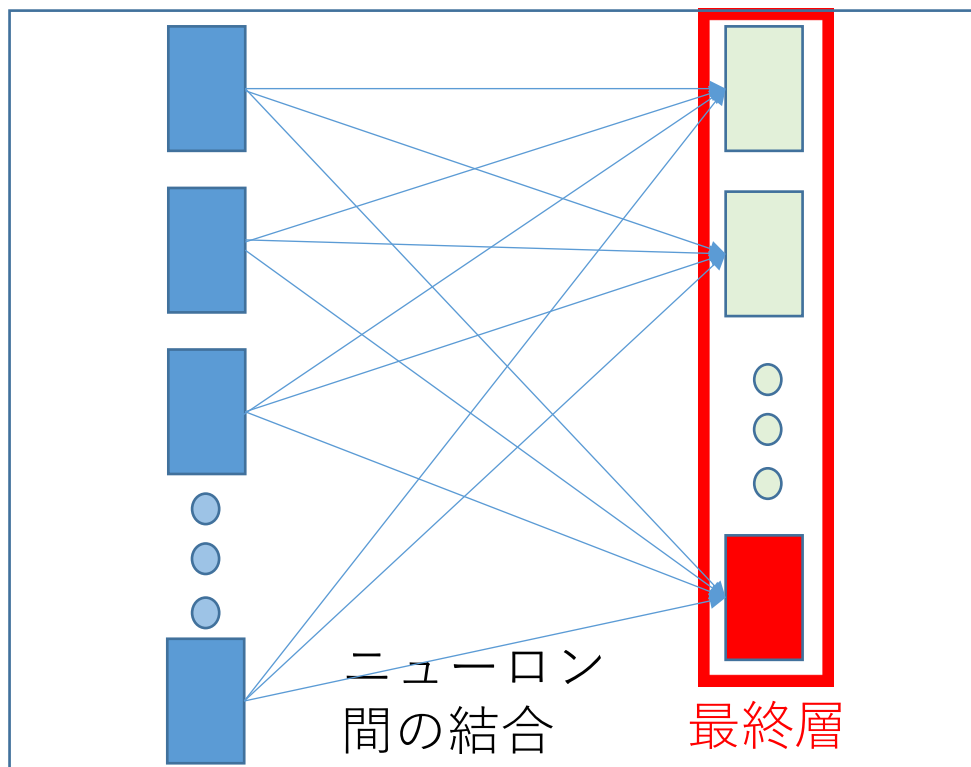
10種類に分類するニューラルネットワーク

最終層について、1つが強く
活性化するように調整

ニューロン
128個

ニューロン
10個

⇨
入力データ



出力は9

⇨
出力データ

データは入力から出力の方向へ

12-3 ニューラルネットワーク の学習

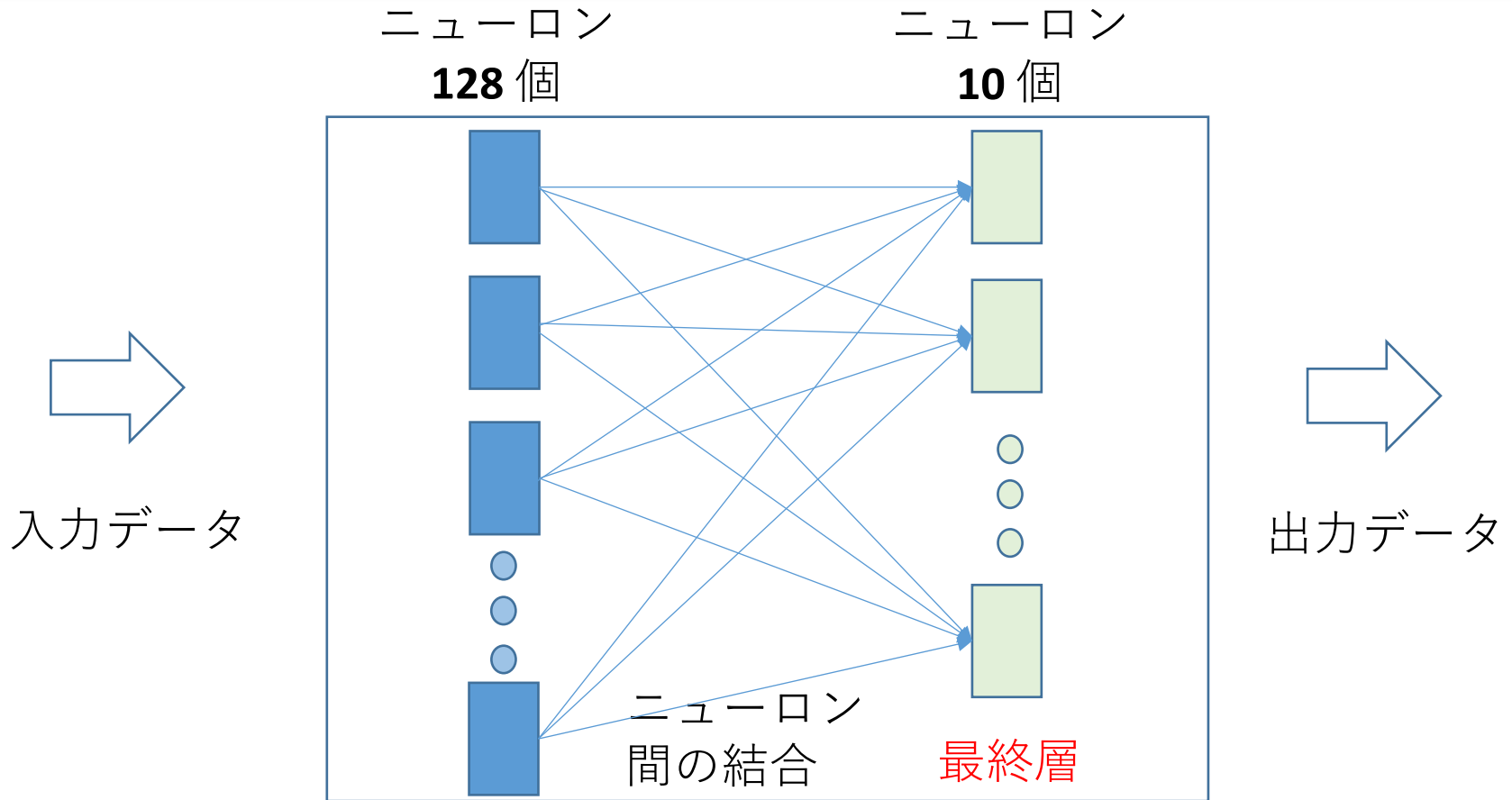
(人工知能の基本)

URL: <https://www.kkaneko.jp/a/cs/index.html>

金子邦彦



層が直列になっているニューラルネットワーク

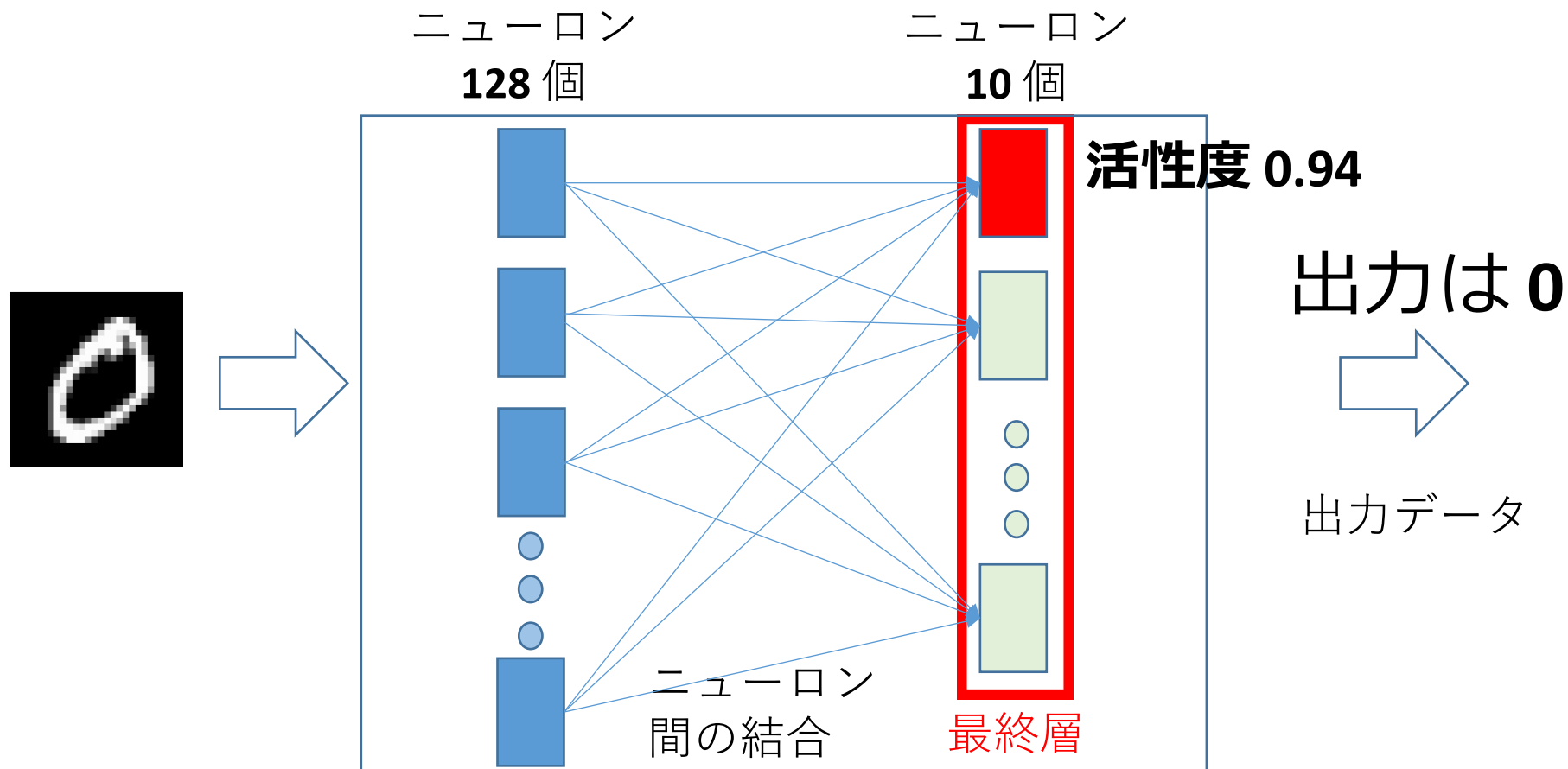


データは入力から出力の方向へ

10種類に分類するニューラルネットワーク



最終層について、1つが強く
活性化するように調整



実際には、**活性化度**は 0 から 1 のような数値である。
最も**活性化度の値が高いもの**が選ばれて、分類結果となる

ニューラルネットワークの学習

正解は0
であるとする



ニューロン
128 個

ニューロン
10 個

活性度が上がるように
結合の重みを調整

誤差: - 0.06

あるべき値: 1

活性度: 0.94

誤差: 0.01

あるべき値: 0

活性度: 0.01

誤差: 0.02

あるべき値: 0

活性度: 0.02

ニューロン
間の結合

最終層

活性度が下がるように
結合の重みを調整

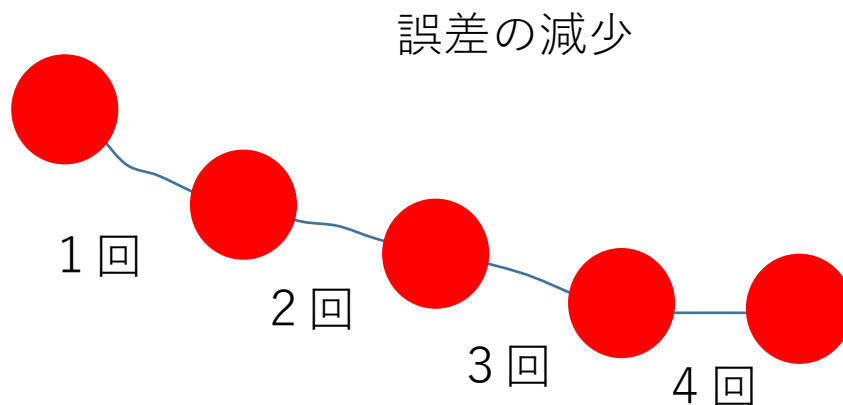
ニューラルネットワークの学習

- **教師データ**（学習のためのデータ）を使用
- **学習**は**自動**で行われる
 - ① **教師データ**により、**ニューラルネット**を動かし、誤差を得る
 - ② **ニューロン間の結合の重みの上げ下げ**により、**誤差**を減らす（最終層の結果が、手前の層の結合の重みに伝搬することから、フィードバックともいわれる）
- ニューロンの数が増えたり減ったりなどではない
- **誤差が減らなくなったら、最適**になったとみなす

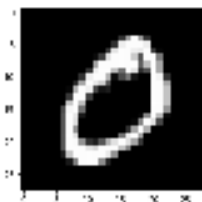
学習不足



- ニューラルネットワークの**学習**では、学習のためのデータ（**教師データ**）を使う
- **教師データ**を1回使っただけでは、**学習不足**の場合がある
- 同じ**教師データ**を繰り返し使って学習を行う。
繰り返しながら、誤差の減少を確認

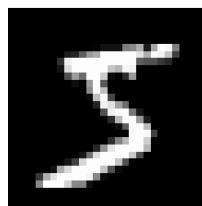


教師データ： **学習**に使用



ニューラル
ネットワーク

検証データ： **学習の結果を確認するためのもの。**
教師データとは別に準備



ニューラル
ネットワーク

前準備



Google アカウントの取得が必要

- 次のページを使用

<https://accounts.google.com/SignUp>

- 次の情報を登録する

氏名

自分が希望するメールアドレス

<ユーザー名> [@gmail.com](mailto:kanekokunihiko@gmail.com)

パスワード

生年月日, 性別

Google
Google アカウントの作成

姓 名

ユーザー名

半角英字、数字、ピリオドを使用できます。
選択可能なユーザー名:
bangyanjinzi6 jinzibangyan6 kanekokunihiko72

代わりに現在のメールアドレスを使用

パスワード 確認

半角英字、数字、記号を組み合わせて8文字以上で入力してください

代わりにログイン

① パソコンの Web ブラウザで、次のページを開く

<https://www.tensorflow.org/tutorials>

② 左側のメニューの「**初心者向けクイックスタート**」をクリック



The screenshot shows the TensorFlow website interface. At the top, there is a navigation bar with the TensorFlow logo, a search bar, and dropdown menus for '学ぶ' (Learn) and 'もっと見る' (See more). Below the navigation bar, the main content area is titled 'TensorFlow Core' and includes tabs for '概要' (Overview), 'チュートリアル' (Tutorials), 'ガイド' (Guides), and 'TF 1'. The left sidebar menu is expanded, showing 'TensorFlow チュートリアル' (TensorFlow Tutorials) with a red box around the '初心者向けクイックスタート' (Quickstart for beginners) link. Below this, there are sections for '初級' (Beginner), 'Keras による ML の基本' (Basics of ML with Keras), and 'データの読み込みと前処理' (Data loading and preprocessing). The main content area on the right contains text about TensorFlow tutorials and a '入門者向け' (Beginner) section.

③ 「Run in Google Colab」をクリック



The screenshot shows the TensorFlow website interface. At the top, there is a navigation bar with the TensorFlow logo, a search bar, and language options. Below this, the main content area displays the title 'TensorFlow Core' and a list of tutorial categories. The 'チュートリアル' (Tutorials) category is selected, and the '初心者向けクイックスタート' (Beginner's Quick Start) tutorial is highlighted. The main content area shows the title '初心者のための TensorFlow 2.0 入門' (TensorFlow 2.0 Introduction for Beginners) and three action buttons: 'Run in Google Colab' (highlighted with a red box), 'View source on GitHub', and 'Download notebook'.

④ セルを上から順に実行する.

セルの実行の終了を確認してから、次のセルに移ること

```
[ ] import tensorflow as tf
```

[MNISTデータセット](#)をロードして準備します。サンプルを整数から浮動小数点数に変換します。

```
[ ] mnist = tf.keras.datasets.mnist

(x_train, y_train), (x_test, y_test) = mnist.load_data()
x_train, x_test = x_train / 255.0, x_test / 255.0
```

層を積み重ねて `tf.keras.Sequential` モデルを構築します。訓練のためにオプティマイザと損失関数を選びます

```
[ ] model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    tf.keras.layers.Dense(128, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dropout(0.2),
    tf.keras.layers.Dense(10)
])
```

モデルはそれぞれの標本について、クラスごとに"[ロジット](#)"や"[対数オッズ比](#)"と呼ばれるスコアを算出します。

```
[ ] predictions = model(x_train[:1]).numpy()
predictions
```

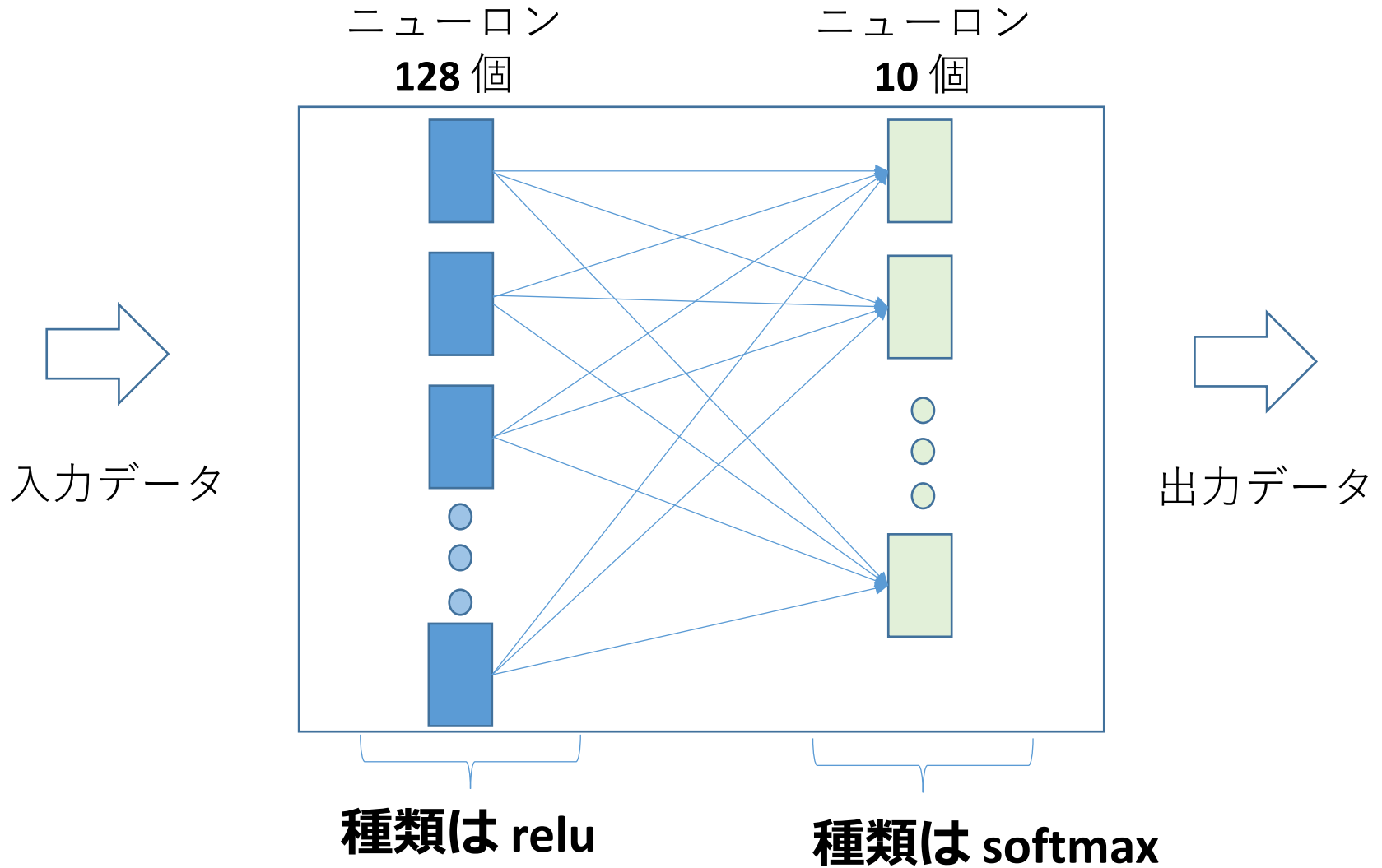
`tf.nn.softmax` 関数はクラスごとにこれらのロジットを "確率" に変換します。

```
[ ] tf.nn.softmax(predictions).numpy()
```

Google
アカウント
が必要

最後まで続ける

ニューラルネットワークの例



ニューラルネットワークを作成するプログラム



```
[ ] model = tf.keras.models.Sequential([  
    tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),  
    tf.keras.layers.Dense(128, activation='relu'),  
    tf.keras.layers.Dropout(0.2),  
    tf.keras.layers.Dense(10)  
])
```

ニューラルネットワークの学習の様子



同じ**教師データ**を繰り返し使って学習を行う

```
▶ model.fit(x_train, y_train, epochs=5)
```

```
👤 Epoch 1/5  
1875/1875 [=====] - 4s 2ms/step - loss: 0.3021 - accuracy: 0.9130  
Epoch 2/5  
1875/1875 [=====] - 3s 2ms/step - loss: 0.1451 - accuracy: 0.9564  
Epoch 3/5  
1875/1875 [=====] - 3s 2ms/step - loss: 0.1076 - accuracy: 0.9677  
Epoch 4/5  
1875/1875 [=====] - 3s 2ms/step - loss: 0.0891 - accuracy: 0.9726  
Epoch 5/5  
1875/1875 [=====] - 3s 2ms/step - loss: 0.0765 - accuracy: 0.9768  
<tensorflow.python.keras.callbacks.History at 0x7f5813df5828>
```

繰り返し回数：**5回**

繰り返しのたびに**誤差が減少**（loss の右横の数値）

`Model.evaluate` メソッドはモデルの性能を検査します。これには通常 "[検証用データセット](#)" または "[テストデータセット](#)" を用います。

```
[9] model.evaluate(x_test, y_test, verbose=2)
```

```
313/313 - 0s - loss: 0.0707 - accuracy: 0.9775  
[0.07074886560440063, 0.9775000214576721]
```

- 検証結果として「loss: 0.0707」のように表示
この値は **(正解との差)**
0 : 良い、 1 : 良くない

学習では、乱数が使用されるので、学習ごとに
loss の値は変わる

ニューラルネットワークによる分類の様子



• 5つの画像、それぞれについて文字認識

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9で
ある**確率**がいくらかが得られる



```
probability_model(x_test[:5])
```




```
<tf.Tensor: shape=(5, 10), dtype=float32, numpy=  
array([[1. 91370447e-07, 1. 24967245e-08, 1. 01994574e-05, 2. 02186013e-04,  
        5. 23260740e-11, 1. 21992900e-06, 7. 21373915e-14, 9. 99775350e-01,  
        7. 67971144e-08, 1. 09266639e-05],  
       [2. 31039738e-08, 7. 11840185e-05, 9. 99922037e-01, 6. 47704428e-06,  
        7. 76041930e-15, 7. 25283777e-10, 7. 21126625e-09, 1. 27973126e-13,  
        1. 91307279e-07, 2. 46916723e-12],  
       [1. 71784973e-06, 9. 98358786e-01, 3. 25728615e-04, 3. 66985405e-05,  
        3. 45551729e-04, 3. 43645456e-06, 4. 32516754e-05, 4. 42476623e-04,  
        4. 21421661e-04, 2. 09370755e-05],  
       [9. 99385834e-01, 2. 56485464e-08, 3. 70431371e-04, 8. 79353706e-07,  
        3. 17038212e-06, 3. 16674268e-05, 1. 02956597e-04, 8. 99282895e-05,  
        7. 86026746e-08, 1. 49787465e-05],  
       [2. 92679069e-05, 1. 79625748e-09, 1. 50865104e-04, 2. 45463582e-07,  
        9. 77253616e-01, 6. 81265146e-06, 1. 93367887e-05, 2. 10188431e-04,  
        4. 60406409e-06, 2. 23250519e-02]], dtype=float32)>
```



実験 1

(仮説) 0学習の繰り返し回数は、
いまは **5**.

これを増やすと、**誤差**は下がるかも。

② 実行  `model.fit(x_train, y_train, epochs=20)` ① まず、20に書き換え

```
... Epoch 1/20  
1875/1875 [=====] - 3s 2ms/step - loss:  
Epoch 2/20
```

③ 実行  ④ **loss** の右横の数値を確認

```
313/313 - 0s - loss: 0.0922 - accuracy: 0.9798  
[0.09222090244293213, 0.9797999858856201]
```

実験 2

(仮説) ニューロン数を 128 から 1000 に変えると、誤差は変化するかも。

② 実行

```
model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    tf.keras.layers.Dense(1000, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dropout(0.2),
    tf.keras.layers.Dense(10)
])
```

① まず、1000に書き換え

③ その下のセルをすべし
実行

```
predictions = model(x_train[:1]).numpy()
model.evaluate(x_test, y_test, verbose=2)

tf.nn.softmax(predictions).numpy()

loss_fn = tf.keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy(from_logits=True)

loss_fn(y_train[:1], predictions).numpy()

model.compile(optimizer='adam',
              loss=loss_fn,
              metrics=['accuracy'])
```

④ loss の右横の数値を確認

```
model.evaluate(x_test, y_test, verbose=2)

313/313 - 1s - loss: 0.1055 - accuracy: 0.9825
[0.10547599196434821, 0.9825000166893005]
```

12-4 ニューラルネットワーク を用いた画像分類

(人工知能の基本)

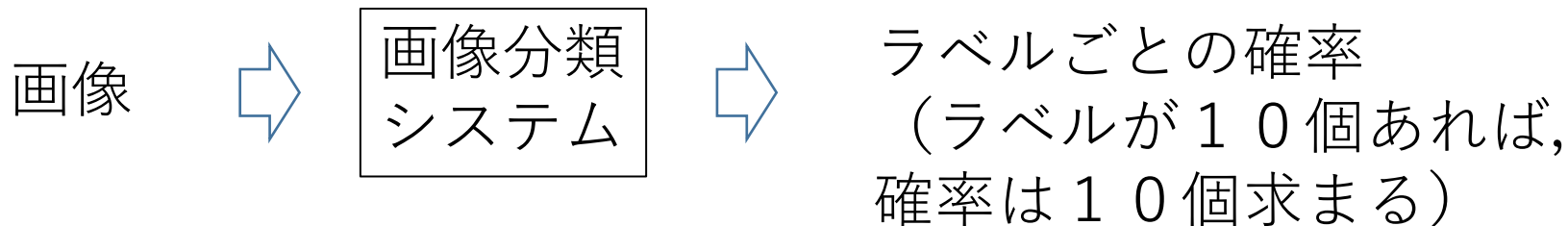
URL: <https://www.kkaneko.jp/a/cs/index.html>

金子邦彦

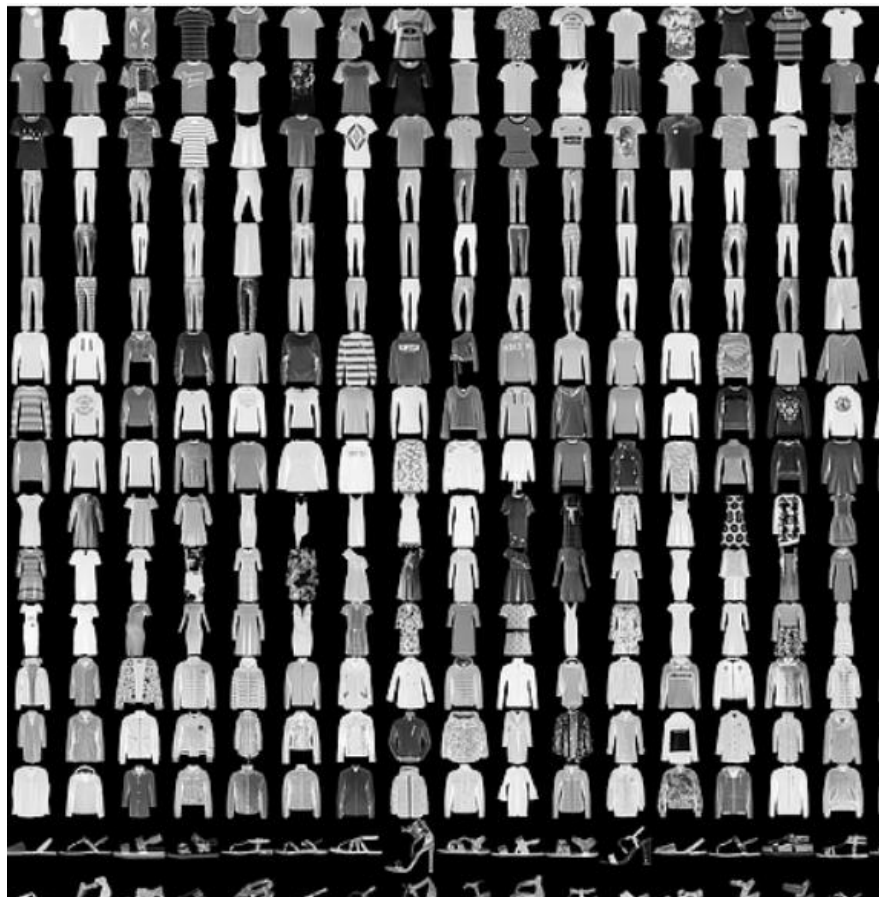


- 画像分類は、**与えられた画像**に対して、次を得ること

ラベルごとの確率



ここで行う画像の分類



たくさんの画像

Label	Class
0	T-shirt/top
1	Trouser
2	Pullover
3	Dress
4	Coat
5	Sandal
6	Shirt
7	Sneaker
8	Bag
9	Ankle boot

- 画像を 10 種類に自動分類。

前準備



Google アカウントの取得が必要

- 次のページを使用

<https://accounts.google.com/SignUp>

- 次の情報を登録する

氏名

自分が希望するメールアドレス

<ユーザー名> [@gmail.com](mailto:kanekokunihiko@gmail.com)

パスワード

生年月日, 性別

Google

Google アカウントの作成

姓 名

ユーザー名

半角英字、数字、ピリオドを使用できます。

選択可能なユーザー名:

[bangyanjinzi6](#) [jinzibangyan6](#) [kanekokunihiko72](#)

代わりに現在のメールアドレスを使用

パスワード 確認

半角英字、数字、記号を組み合わせて8文字以上で入力してください

[代わりにログイン](#)

[次へ](#)

① パソコンの Web ブラウザで、次のページを開く

<https://www.tensorflow.org/tutorials>

② 左側のメニューの「Keras による ML の基本」を展開，「基本的な画像分類」をクリック，「Run in Google Colab」をクリック



The screenshot shows the TensorFlow website's navigation menu. The 'Keras による ML の基本' (Getting started with Keras) section is expanded, and the '基本的な画像分類' (Basic image classification) option is highlighted with a red box. The 'Run in Google Colab' button is also highlighted with a red box. A note at the bottom of the page states: '★ Note: これらのドキュメントは ニティによる 翻訳はベストエドドキュメントの 最新の状態を 翻訳の品質を向上させるための プルリクエストをお送りく'.

③ セルを上から順に実行する.

セルの実行の終了を確認してから、次のセルに移ること

```
[ ] # TensorFlow と tf.keras のインポート
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras

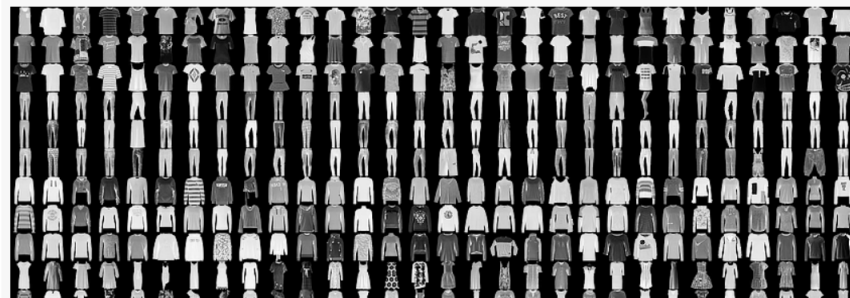
# ヘルパーライブラリのインポート
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

print(tf.__version__)
```

Google
アカウント
が必要

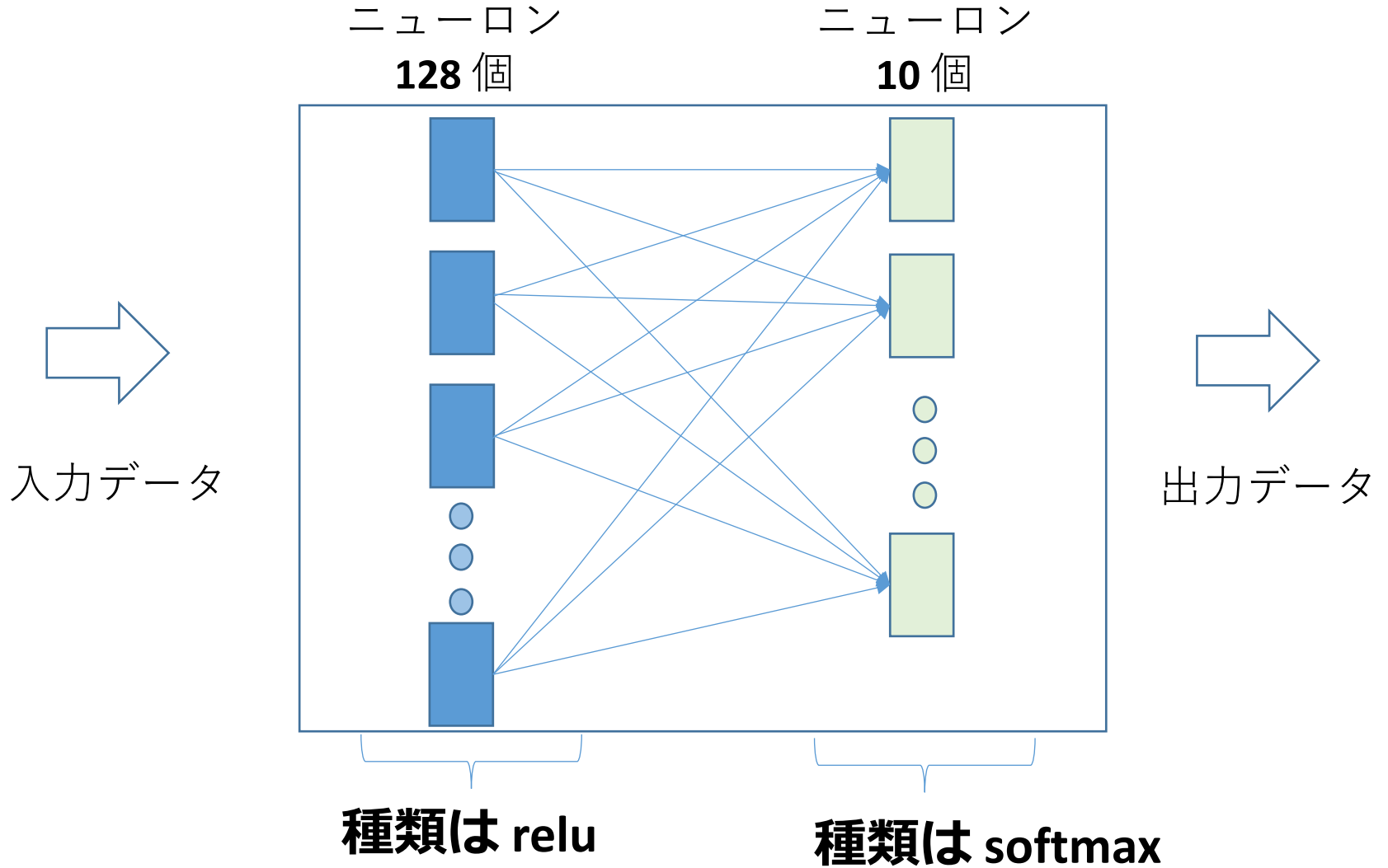
▼ ファッションMNISTデータセットのロード

このガイドでは、[Fashion MNIST](#)を使用します。Fashion MNISTには10カテゴリーの白黒画像70,000枚が含まれ、それぞれは下図のような1枚につき1種類の衣料品が写っている低解像度（28×28ピクセル）の画像です。



最後まで続ける

ニューラルネットワークの例



ニューラルネットワークを作成するプログラム



```
model = keras.Sequential ([  
    keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),  
    keras.layers.Dense(128, activation='relu'),  
    keras.layers.Dense(10, activation='softmax')  
])
```

ニューラルネットワークの学習の様子



同じ**教師データ**を繰り返し使って学習を行う

```
[14] model.fit(train_images, train_labels, epochs=5)
```



Epoch 1/5

1875/1875 [=====] - 3s 2ms/step - loss: 0.5026 - accuracy: 0.8225

Epoch 2/5

1875/1875 [=====] - 3s 2ms/step - loss: 0.3774 - accuracy: 0.8638

Epoch 3/5

1875/1875 [=====] - 3s 2ms/step - loss: 0.3413 - accuracy: 0.8754

Epoch 4/5

1875/1875 [=====] - 4s 2ms/step - loss: 0.3162 - accuracy: 0.8845

Epoch 5/5

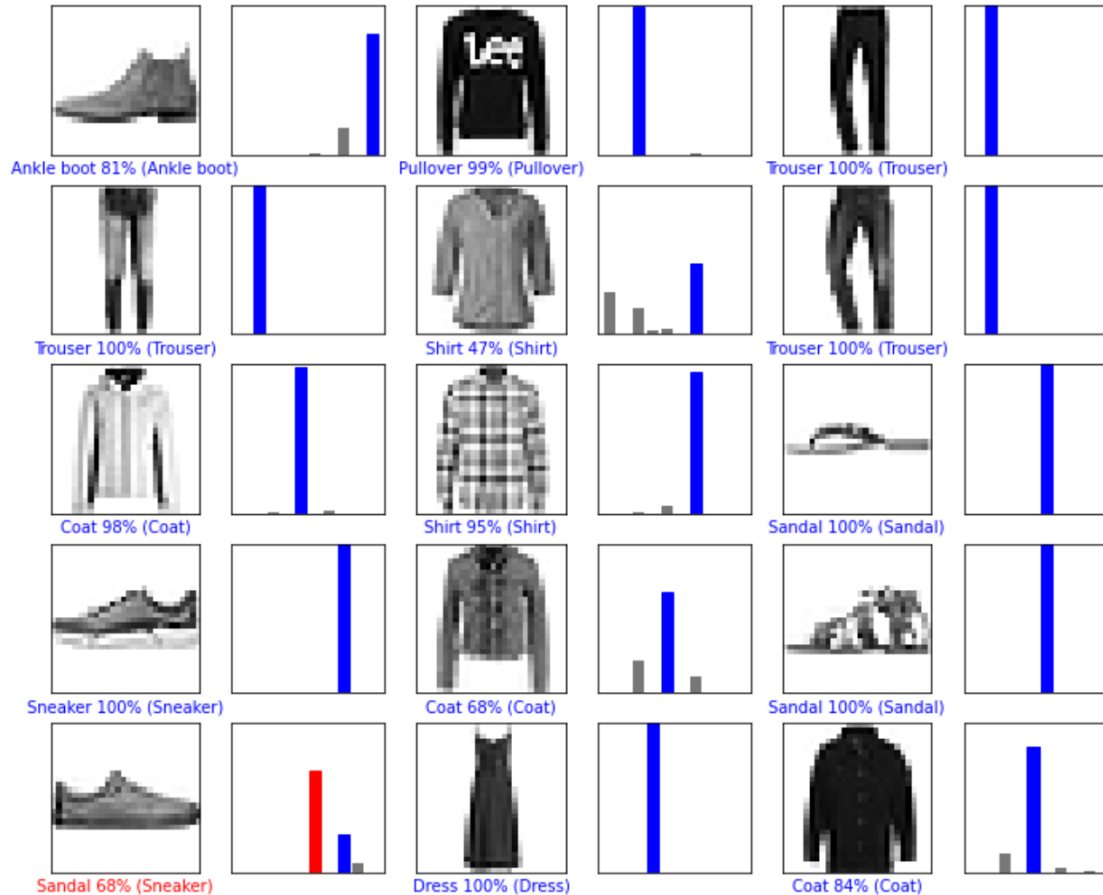
1875/1875 [=====] - 3s 2ms/step - loss: 0.2960 - accuracy: 0.8907

<tensorflow.python.keras.callbacks.History at 0x7f43d53c1e48>

繰り返し回数：**5回**

繰り返しのたびに**誤差が減少**（lossの右横の数値）

ニューラルネットワークによる予測の様子



10種類のどれに分類されたかを棒グラフで表示
(ラベルが10個あるので、**確率は10個求まる**)

青：正解、 赤や黒：不正解

12-5 学習不足と過学習

(人工知能の基本)

URL: <https://www.kkaneko.jp/a/cs/index.html>

金子邦彦



ニューラルネットワークの学習で気を付けること



- **学習**には大量のデータが必要
学習の成功のため
- 同じ教師データを使って**学習**を繰り返す
学習不足の解消
- **学習**の**検証**が必要
過学習が無いことの確認

ニューラルネットワークの学習

- **教師データ**（学習のためのデータ）を使用
- **学習**は**自動**で行われる
 - ① **教師データ**により、**ニューラルネット**を動かし、誤差を得る
 - ② **ニューロン間の結合の重みの上げ下げ**により、**誤差**を減らす（最終層の結果が、手前の層の結合の重みに伝搬することから、フィードバックともいわれる）
- ニューロンの数が増えたり減ったりなどではない
- **誤差が減らなくなったら、**最適**になったとみなす**

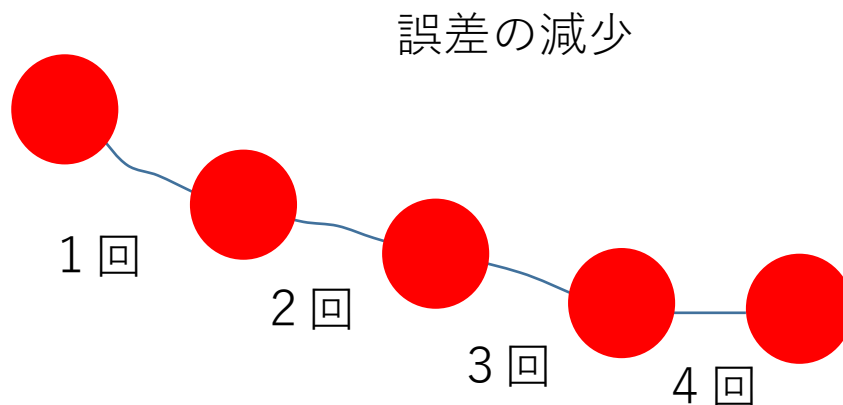
学習不足



- ニューラルネットワークの**学習**では、学習のためのデータ（**教師データ**）を使う

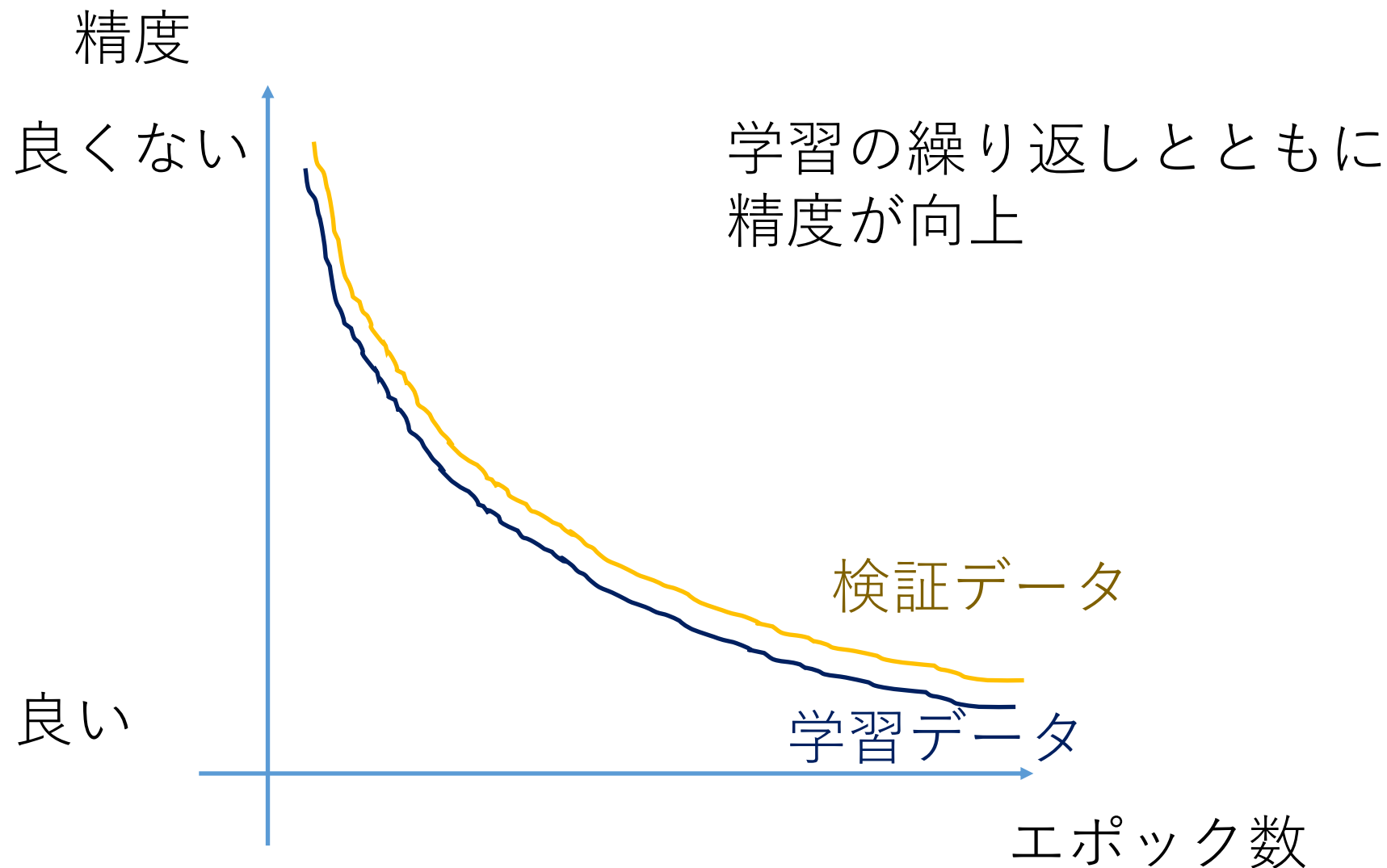
- **教師データ**を1回使っただけでは、**学習不足**の場合がある

→ 同じ**教師データ**を繰り返し使って学習を行う。
繰り返しながら、誤差の減少を確認



- **教師データ**での学習を終了したとき
- 検証データで**検証**すると、
学習がうまくいっていないことが分かる場合がある

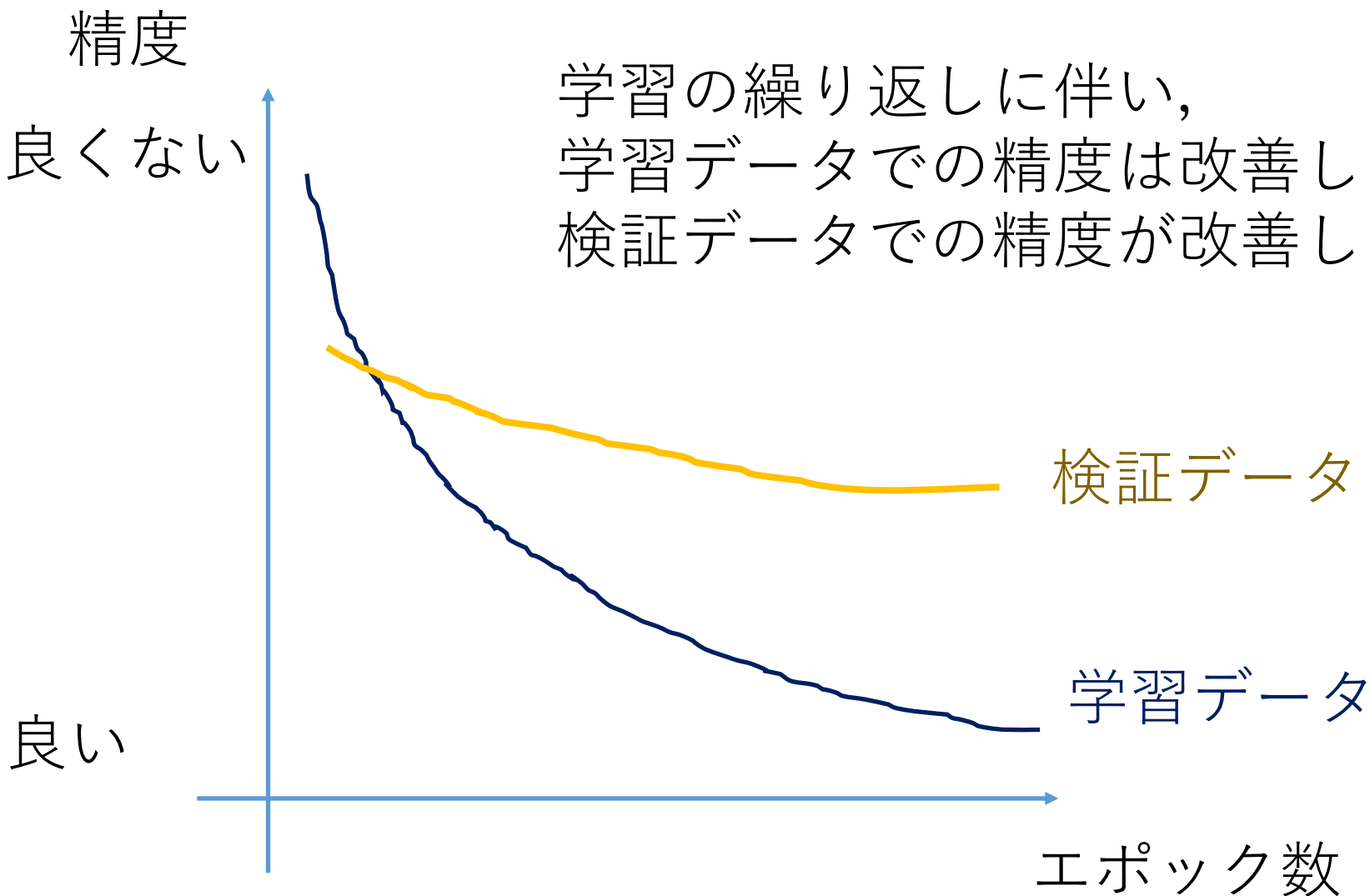
過学習なし



過学習あり



学習の繰り返しに伴い、
学習データでの精度は改善しても、
検証データでの精度が改善しない

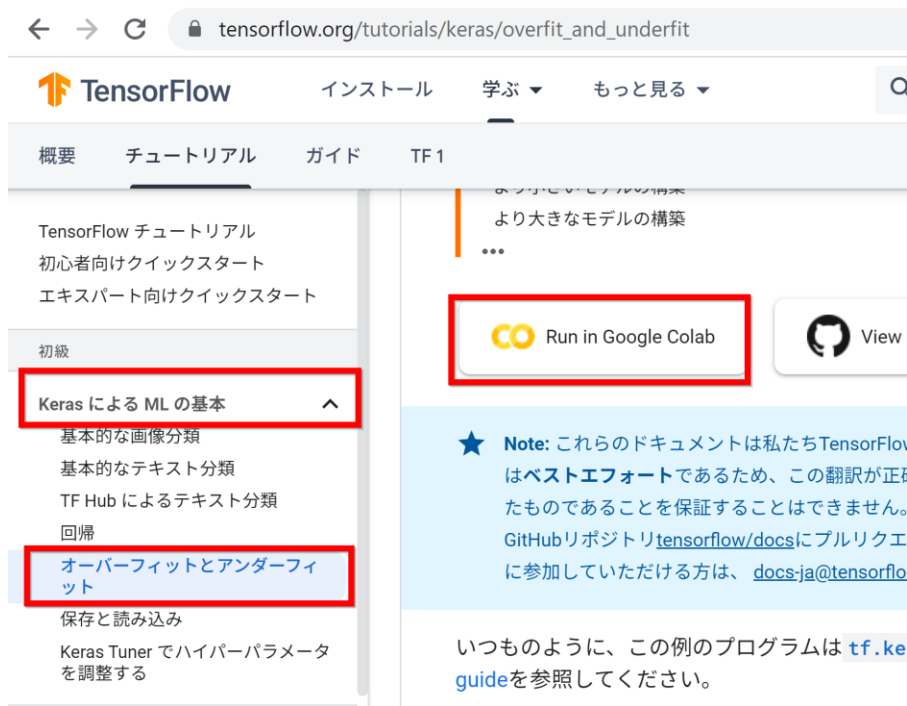


ニューラルネットワークの学習では、
過学習が発生していないことを確認すること

① パソコンの Web ブラウザで、次のページを開く

<https://www.tensorflow.org/tutorials>

② 左側のメニューの「Keras による ML の基本」を展開，「オーバーフィットとアンダーフィット」をクリック，「Run in Google Colab」をクリック



The screenshot shows the TensorFlow website at the URL [tensorflow.org/tutorials/keras/overfit_and_underfit](https://www.tensorflow.org/tutorials/keras/overfit_and_underfit). The left sidebar menu is expanded to show the 'Keras による ML の基本' (Basics of ML with Keras) section. Within this section, the 'オーバーフィットとアンダーフィット' (Overfitting and Underfitting) item is highlighted with a red box. Below it, the 'Run in Google Colab' button is also highlighted with a red box. The main content area shows the start of the tutorial, including a 'Note' section and a link to the 'tf.keras' guide.

• 3つのニューラルネットワークの学習曲線

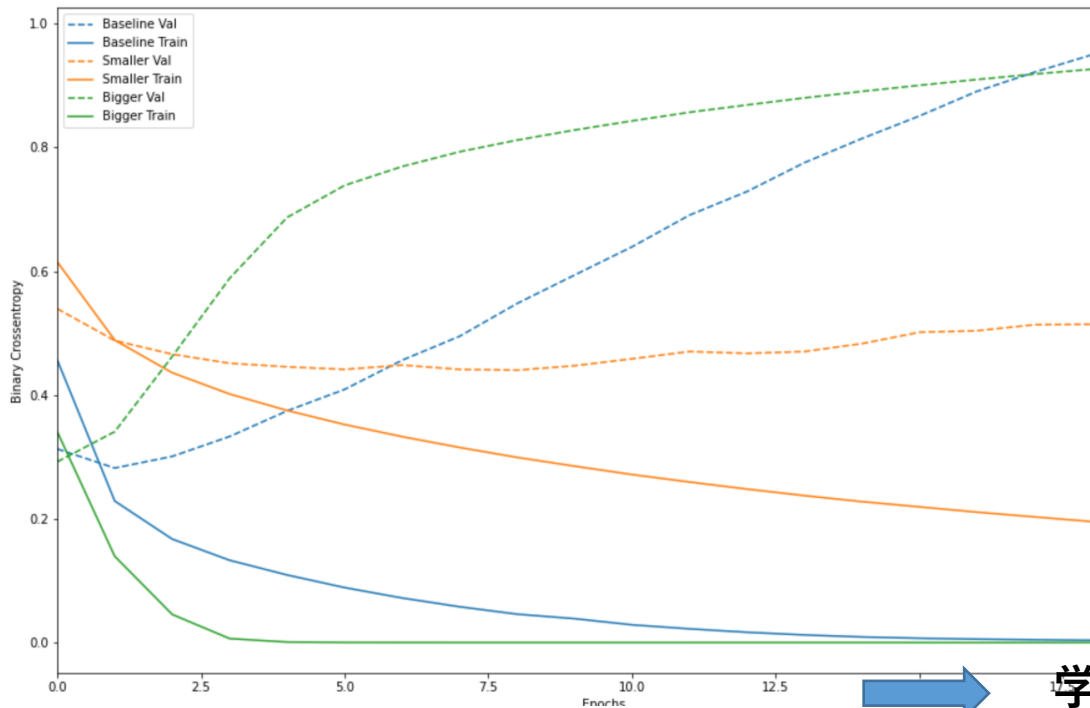
ニューロン数

Baseline: 1層目は16個, 2層目は16個

Smaller: 1層目は4個, 2層目は4個

Bigger: 1層目は512個, 2層目は512個

ニューロン数が多いと過学習が起きやすい



点線は検証データ

実線は学習データ

学習の繰り返し

考察の例

次のグラフから次を読み取る

- **学習の繰り返し回数**はいくつがよさそうか？
- **過学習**は発生しているか、していないか？

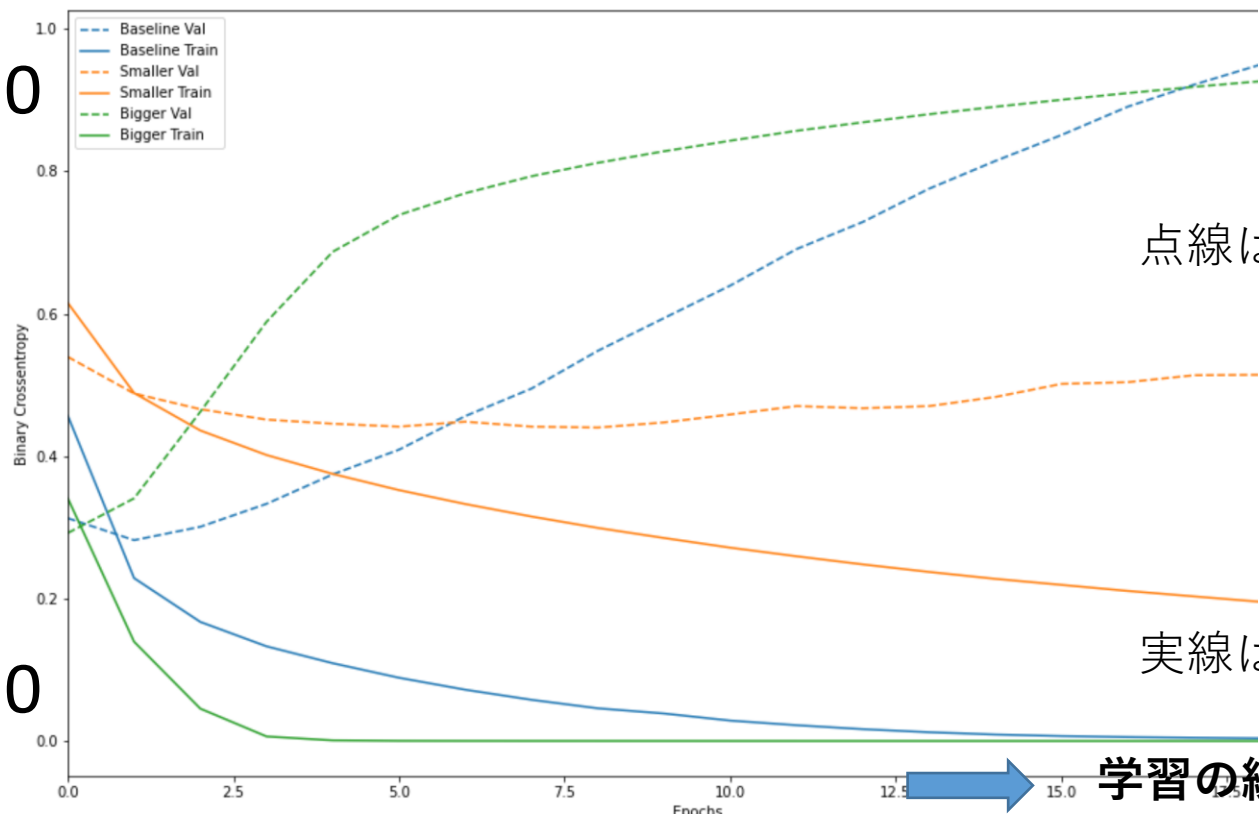
良くない

1.0

精度

0.0

良い



点線は検証データ

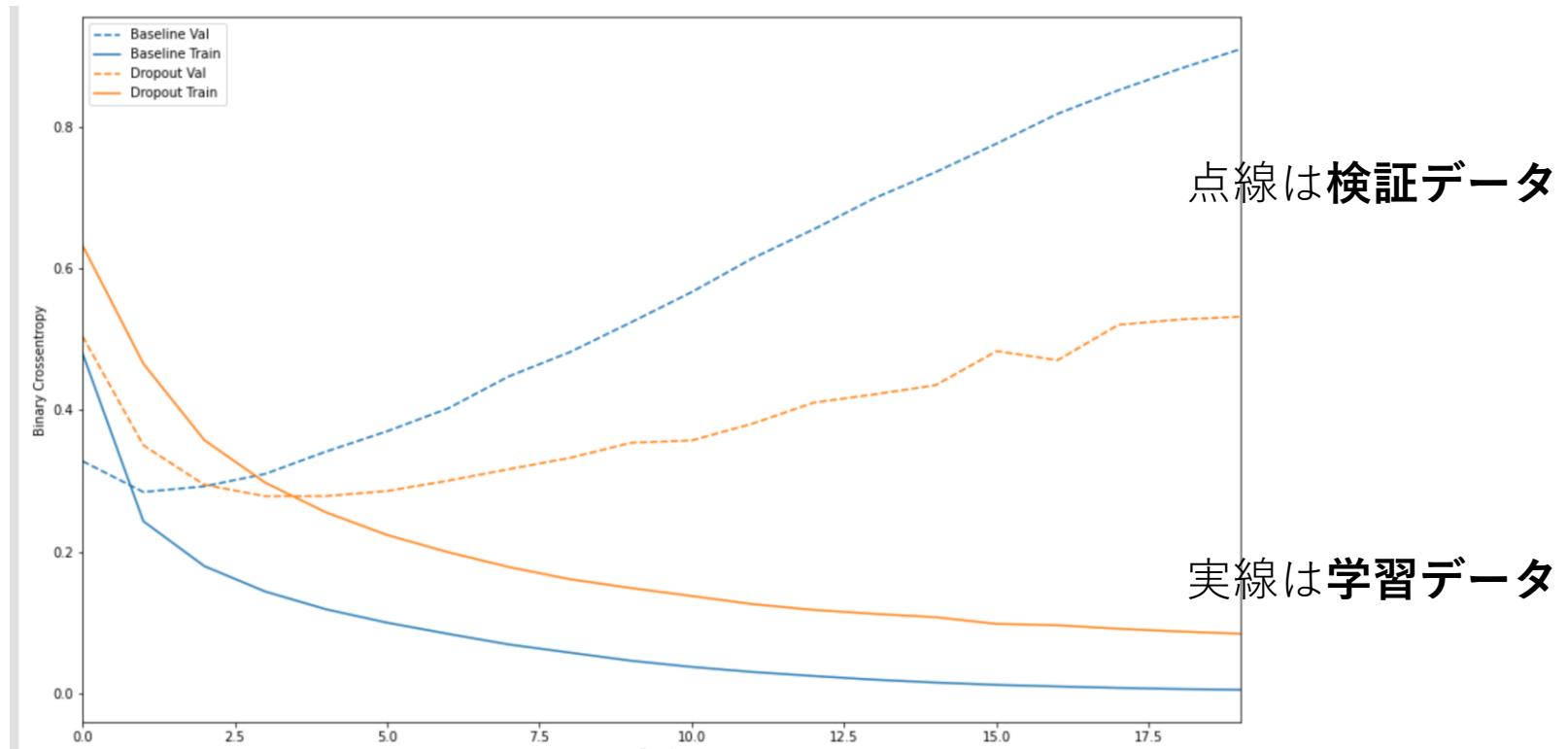
実線は学習データ



学習の繰り返し 47

- データの拡張
 - 教師データの拡張（増量）と再学習による解決**
- ドロップアウト
 - 学習の途中で、**ニューロン間の結合をランダムに無効化すること**で解決
- その他（正則化など）

• ドロップアウト等の技術により，過学習を緩和



青：ドロップアウト等なし オレンジ：ドロップアウト等あり