

第8回

電気電子情報入門 (6/8)

知能情報システム研究室 特別助教 辻 順平

tsuji@kanagawa-u.ac.jp

自己紹介



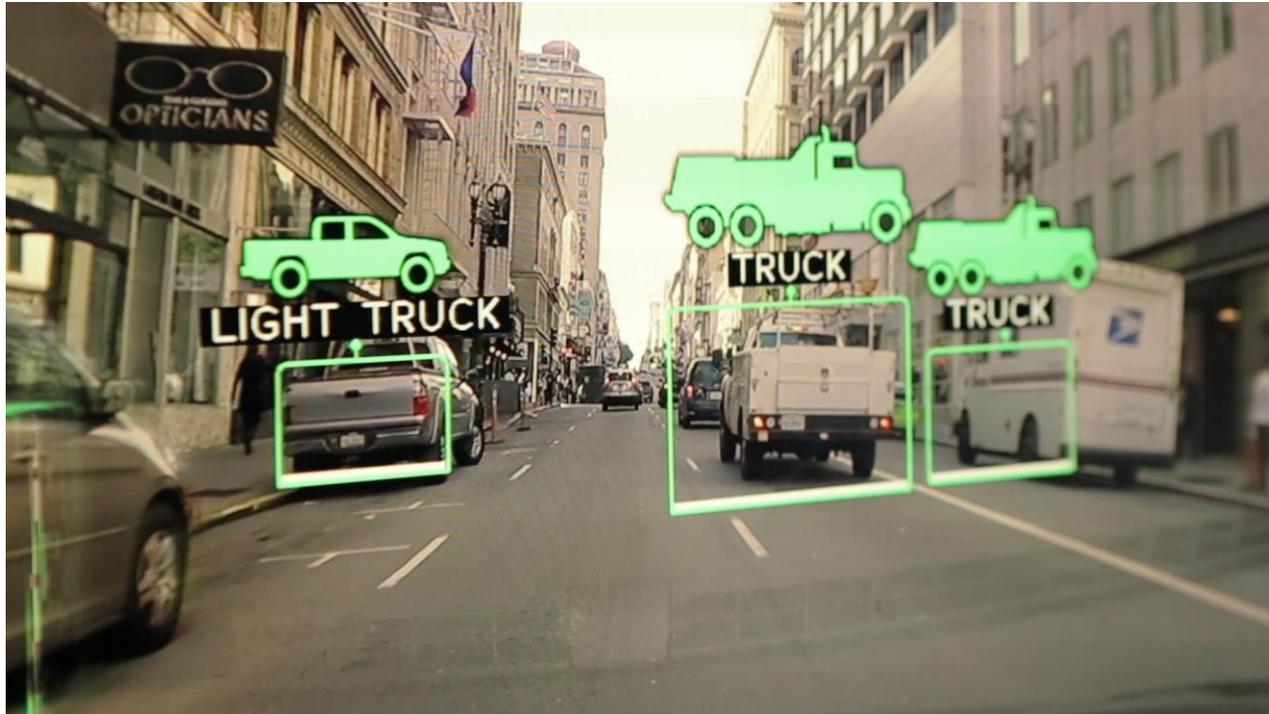
能登研究室

辻 順平 (知能情報システム研究室 所属)

2005 – 2014 北海道大学情報科学研究科

2014 – 2016 産業技術総合研究所人工知能研究センター

人工知能とつくる未来像



安全な自動運転



医療データから病気の早期発見

AlphaGo [Google DeepMind]

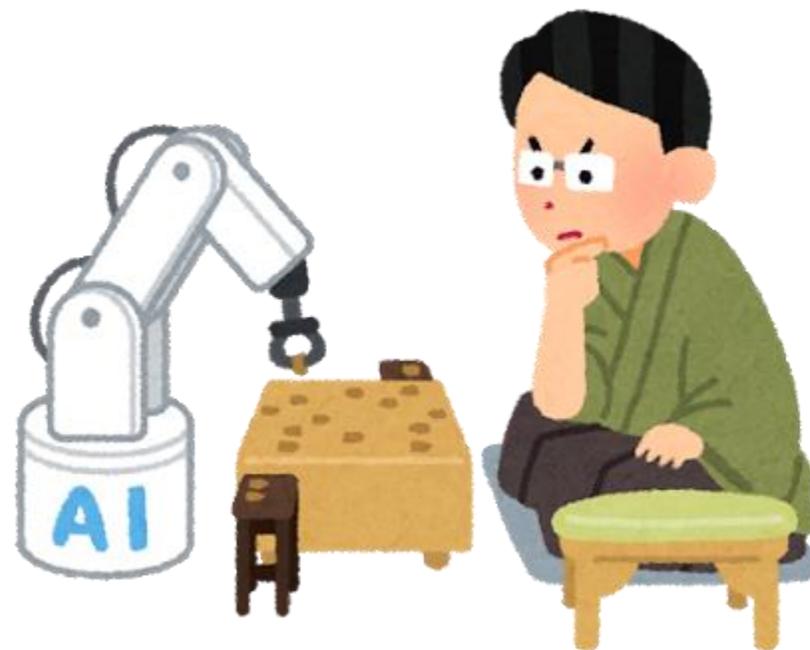
- **Deep Learning + Q-Learning = Deep Q-Network**
- AlphaGo (囲碁専用 Deep Q-Network) が 囲碁世界王者のイ・セドルに勝利 (2016年)

AlphaGo は
プロの解説者にも理解できないような手を打って、
囲碁界を困惑させた



本日のテーマ

人工知能をつくる方法



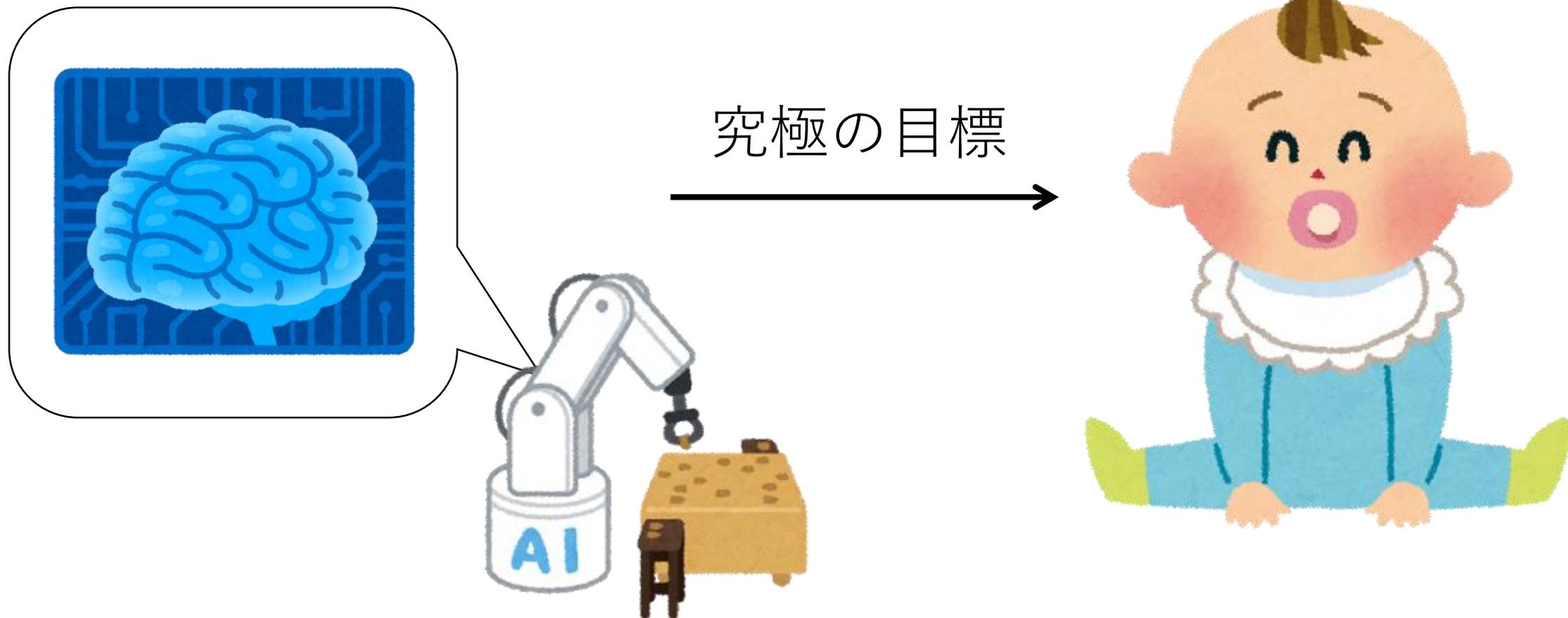
目次

- 人工知能と学習
- 単純パーセプトロン
- 多層パーセプトロン
- ディープラーニング

人工ニューラルネットワーク

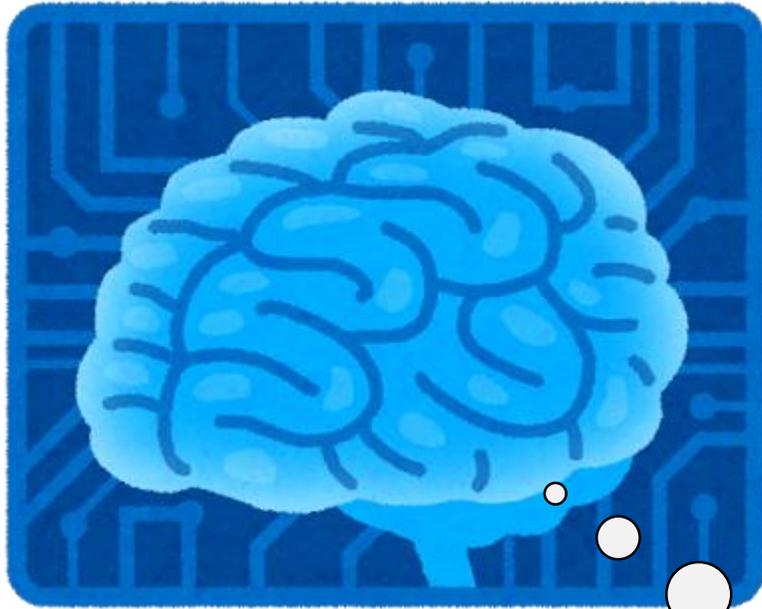
人工知能

人間（の知能）



知能は「**学習**」により獲得される

「学習」には「教師」が必要



人工知能



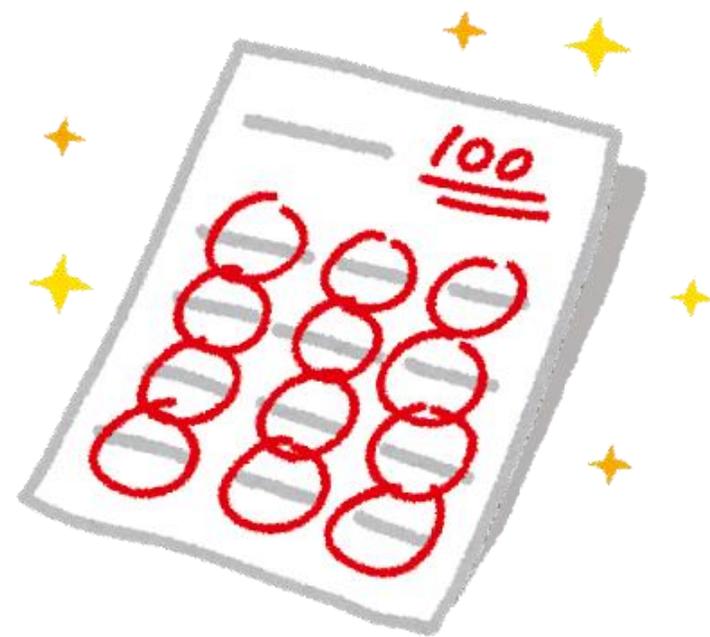
教師



教師



学習



テスト

目下の課題：

人間が行ってきた「学習」のサイクルを
どのようにコンピュータ上で実現するか？

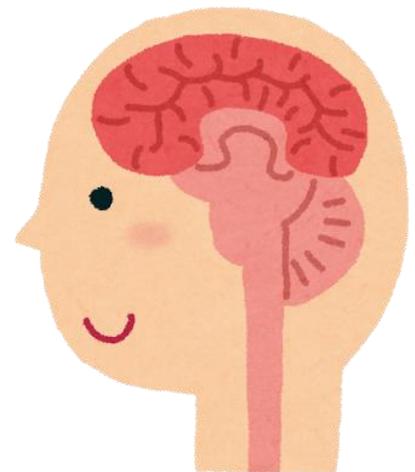
= > 人間の脳の機能を真似してみよう！
(人工ニューラルネットワーク)

人工ニューラルネットワーク

生物の脳における学習機能を模倣した人工的な回路

人間の脳が持つ「**神経細胞**」を模倣した素子で

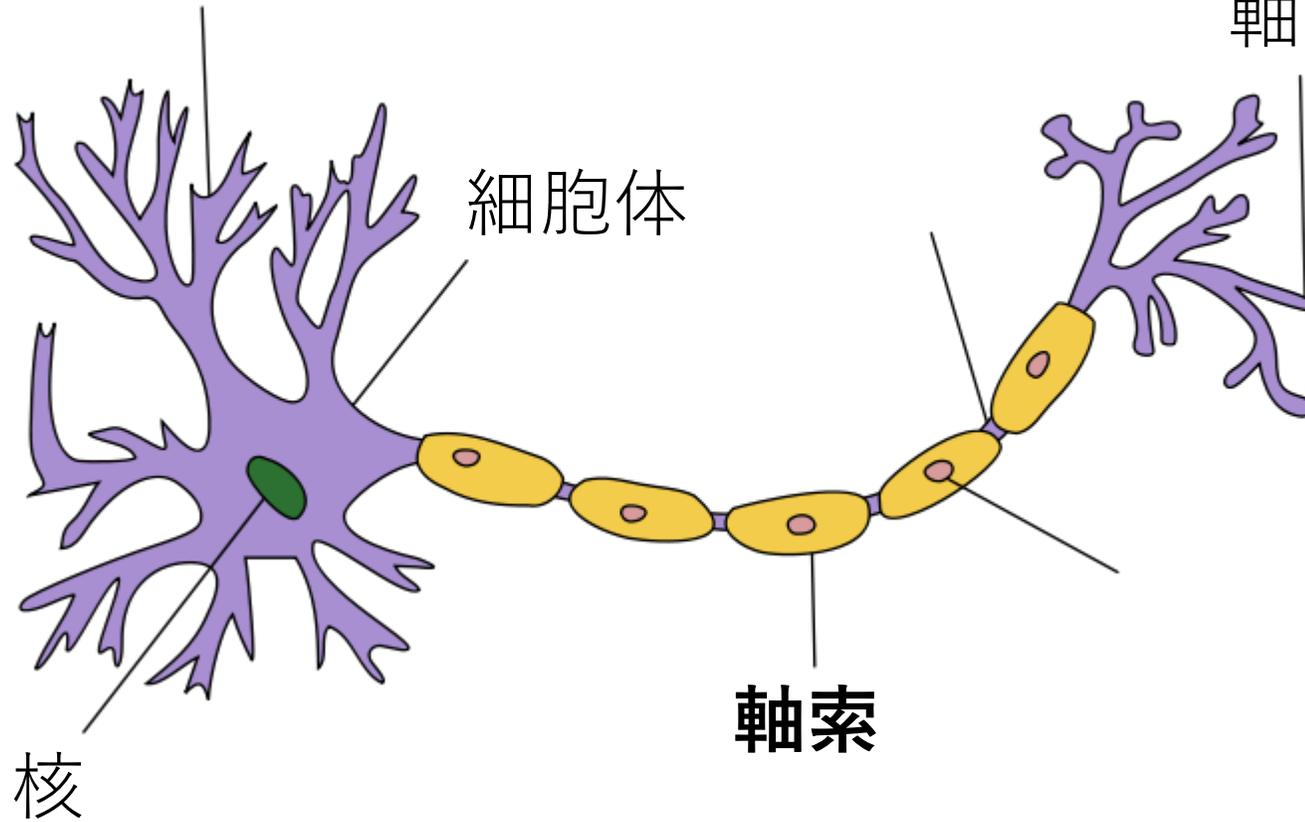
構成されたネットワーク



神経細胞（ニューロン）

樹状突起

軸索（の先端部）

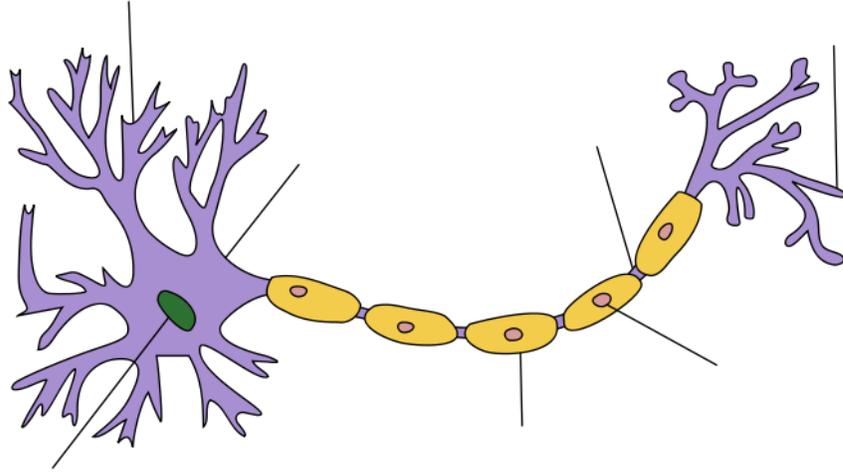


樹状突起が受けた電気刺激が蓄積すると、
軸索から電気信号が出力される（**発火**）

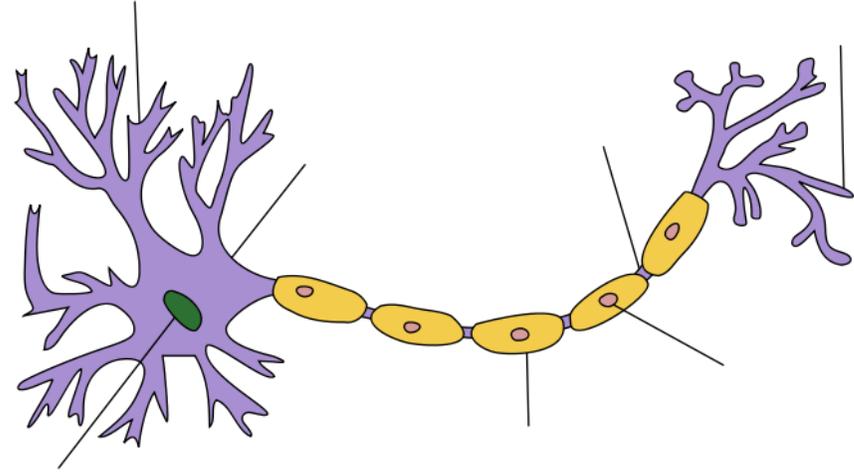
神経細胞（ニューロン）

②隣のニューロンに電気信号を伝える

④次のニューロンへ



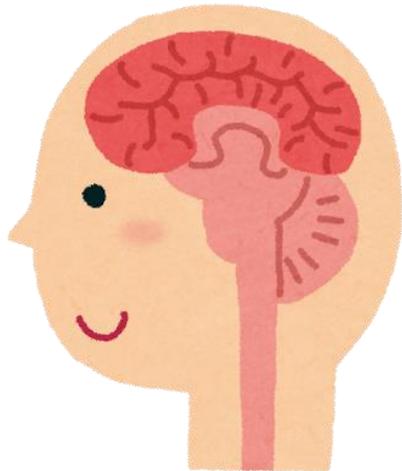
①刺激を受けてニューロンが発火



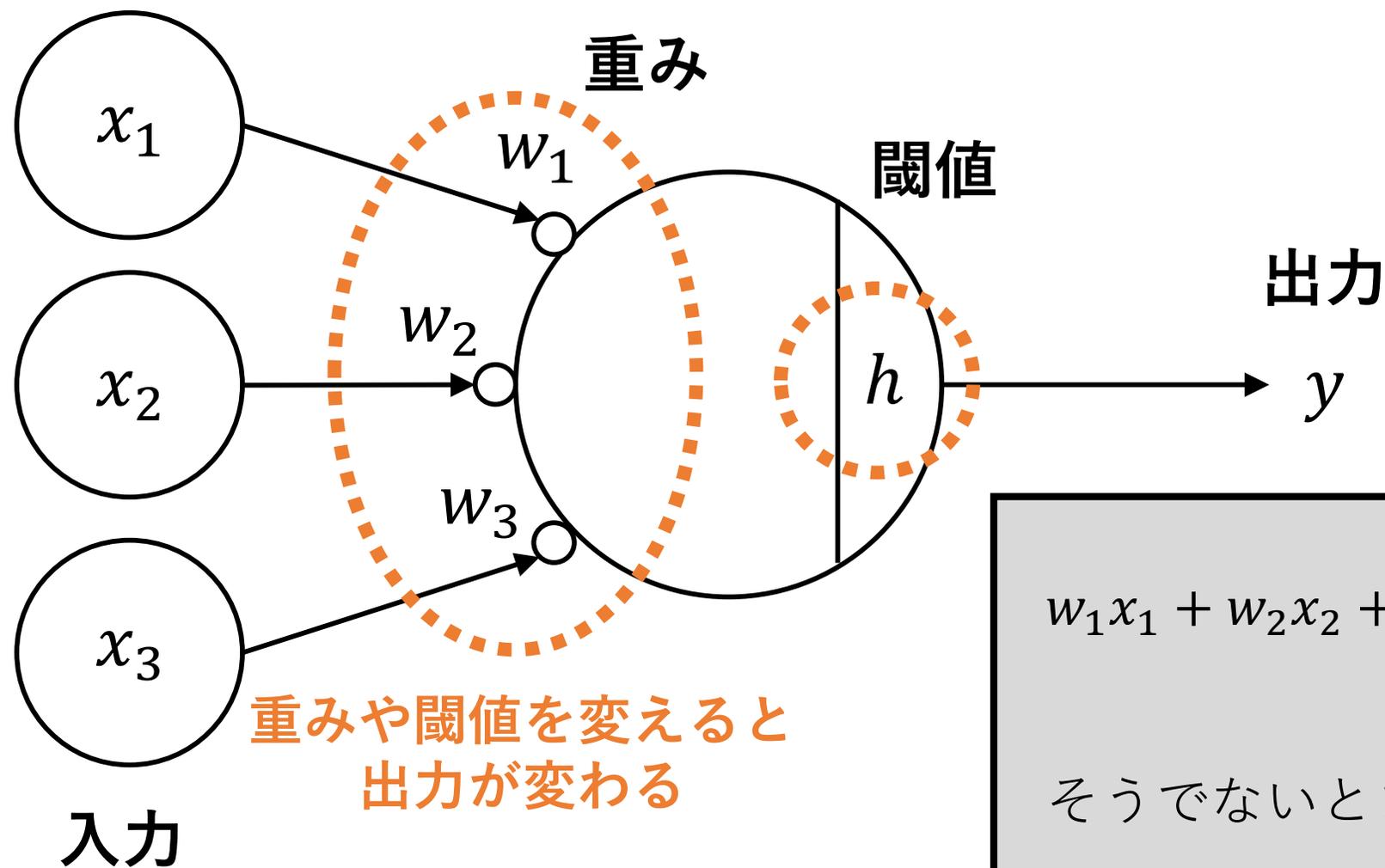
③他のニューロンからの電気刺激が蓄積
閾値を超えると発火する



刺激
(入力)



単純パーセプトロン . . . もっともシンプルなニューラルネットワーク



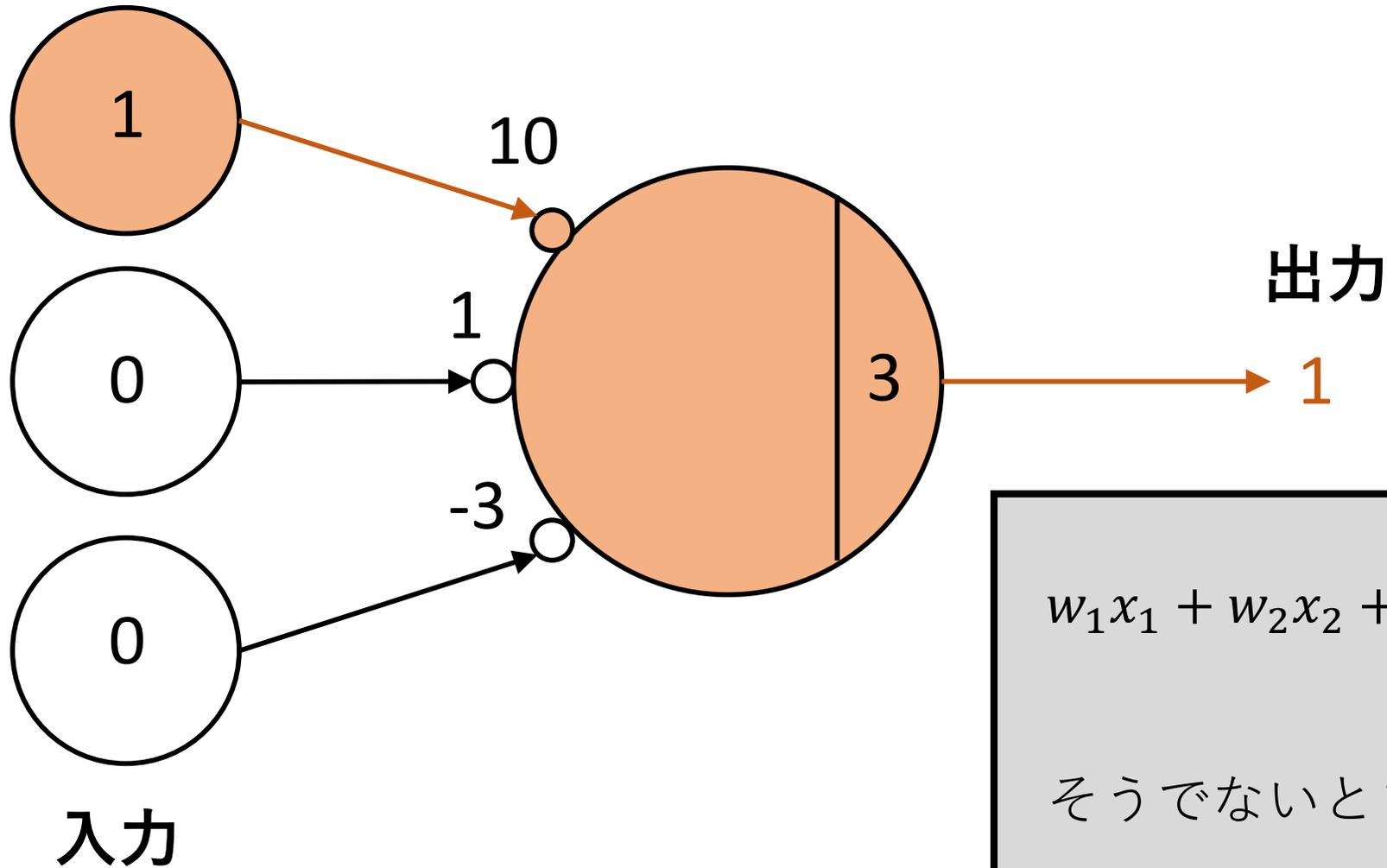
$w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3$ が h を超えたら,

$$y = 1 \quad (\text{発火})$$

そうでないときは,

$$y = 0$$

例：重み $w_1 = 10$, $w_2 = 1$, $w_3 = -3$, $h = 3$ の場合



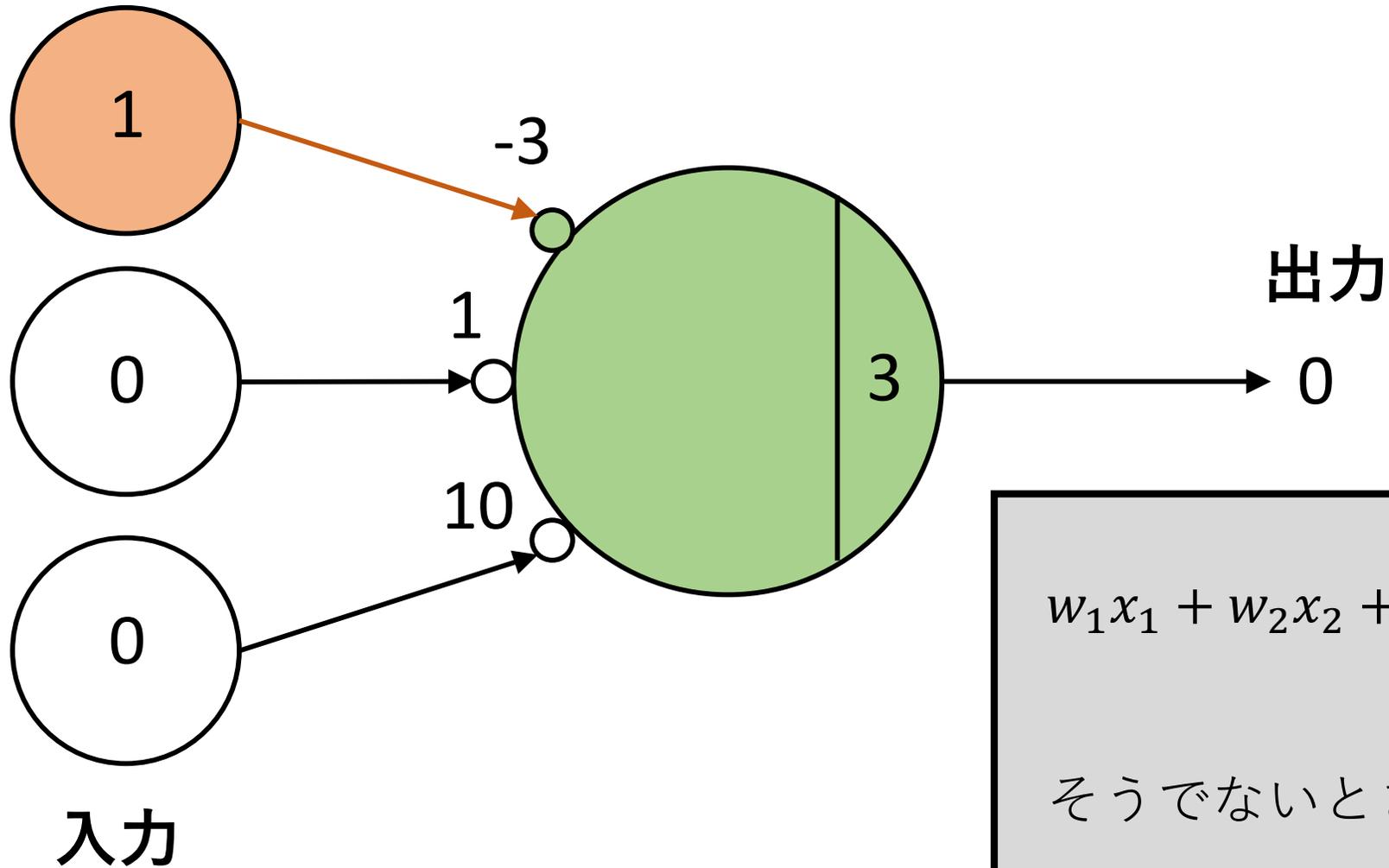
$w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3$ が h を超えたら,

$$y = 1 \quad (\text{発火})$$

そうでないときは,

$$y = 0$$

例：重み $w_1 = -3$, $w_2 = 1$, $w_3 = 10$, $h = 3$ の場合



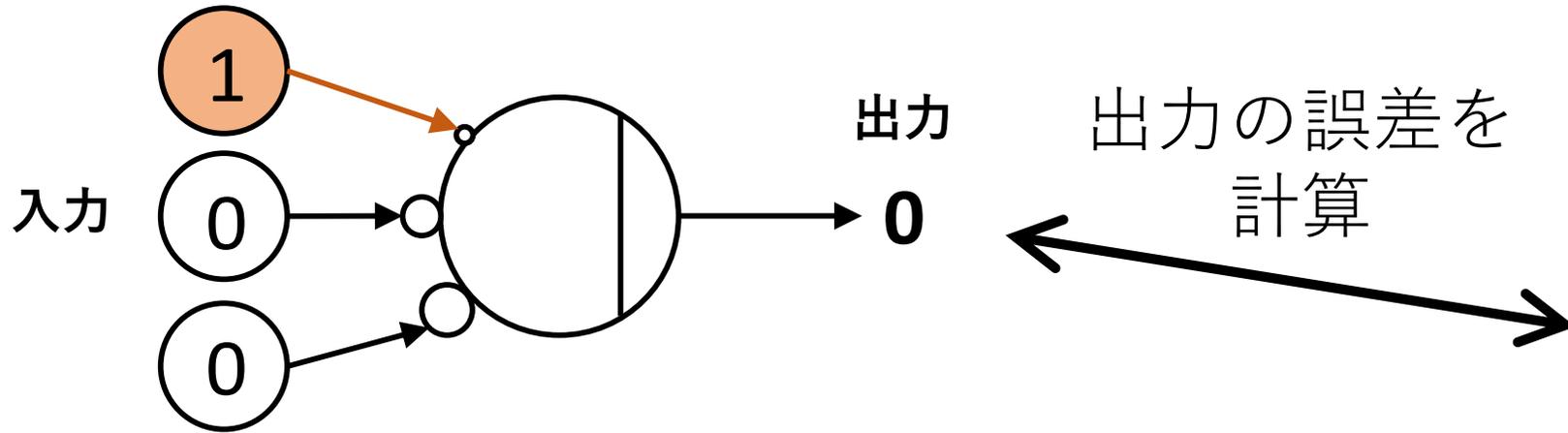
$w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3$ が h を超えたら,

$$y = 1 \quad (\text{発火})$$

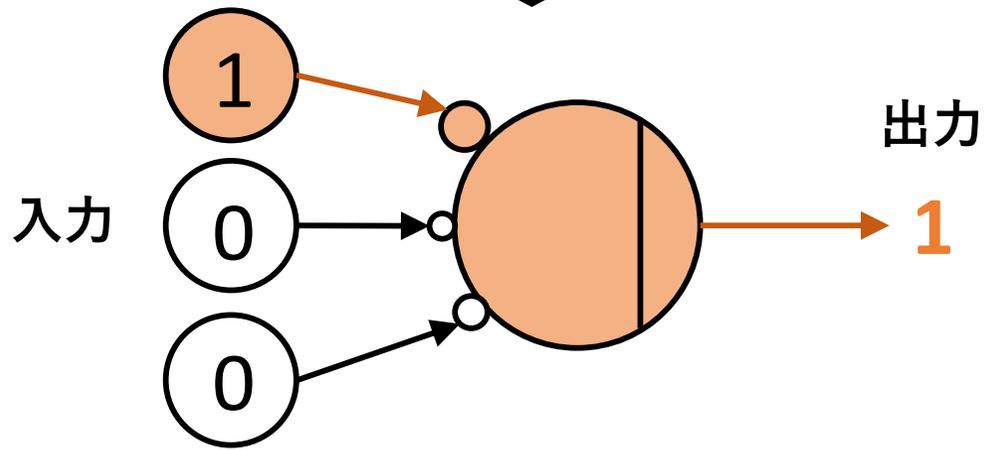
そうでないときは,

$$y = 0$$

単純パーセプトロンの学習



学習



出力の誤差を減らすように
重みを修正する = 学習

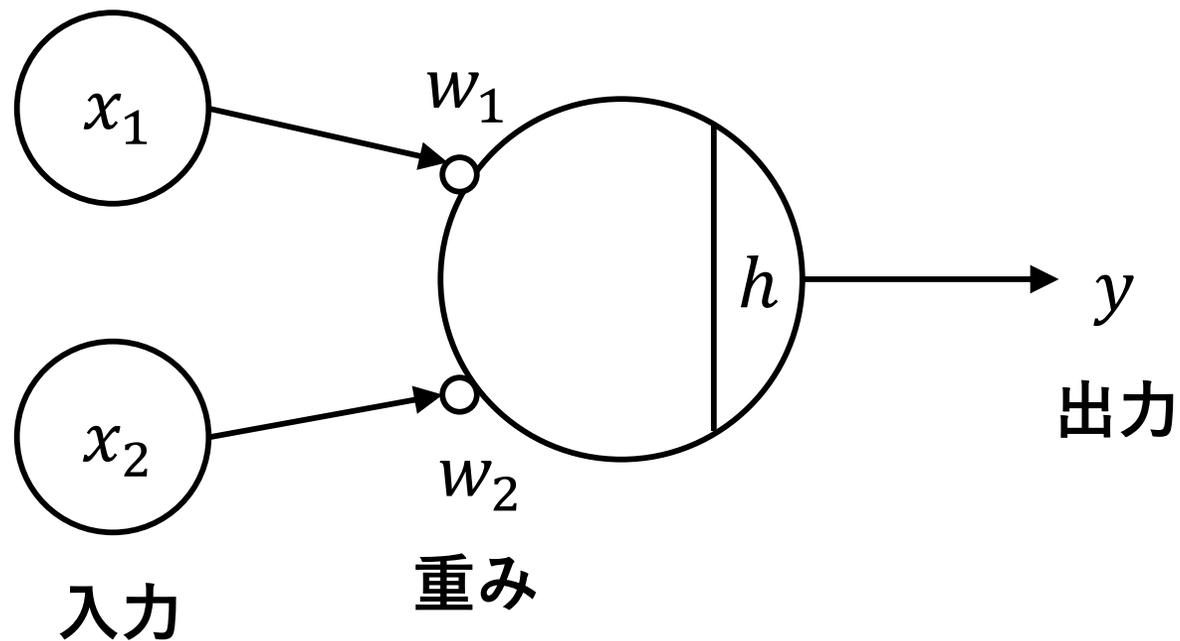
単純パーセプトロンの限界



単純パーセプトロンには解けない問題がある
(線形分離不可能問題)

マーヴィン・ミンスキー
1927 - 2016

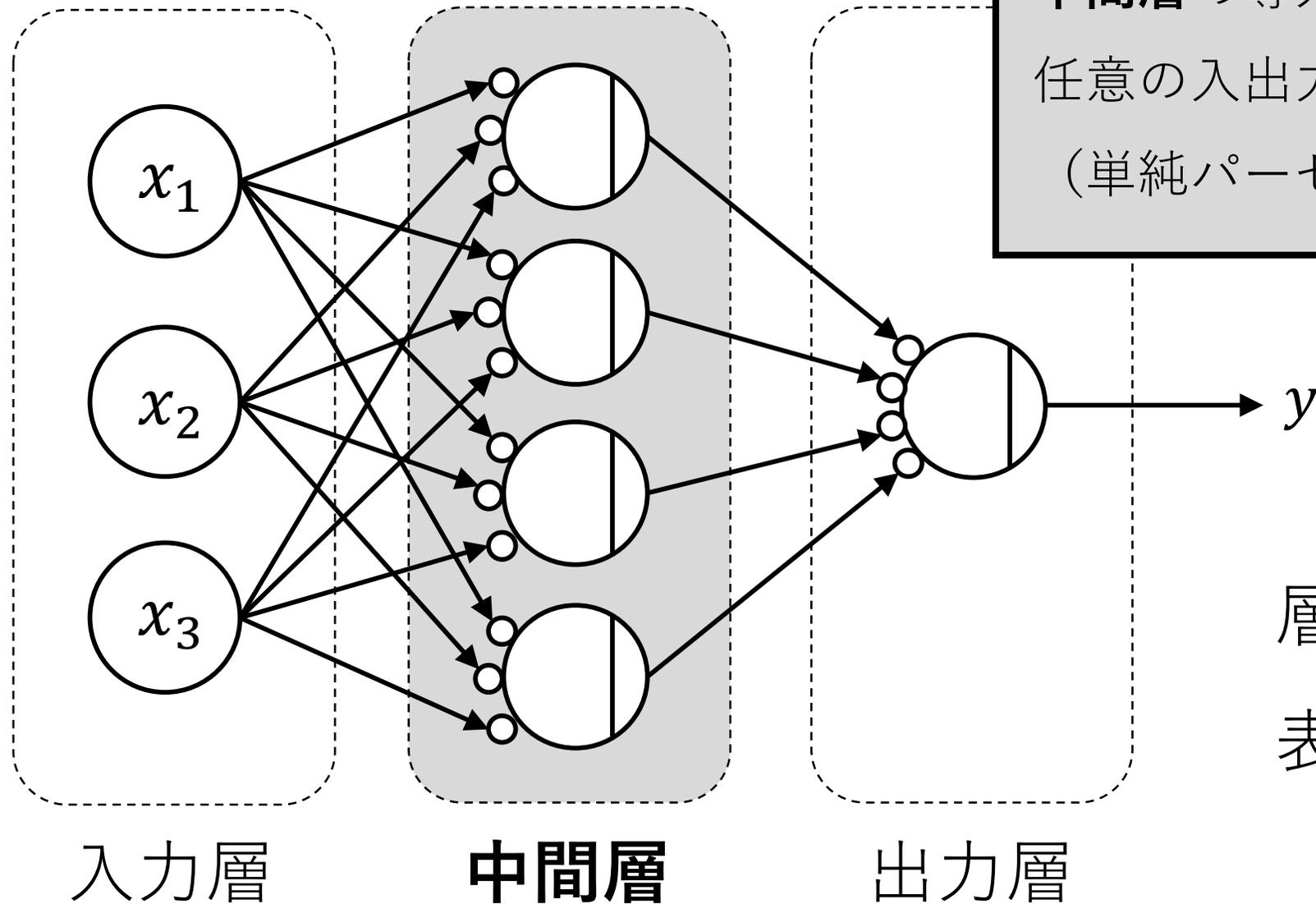
考えてみよう



x_1	x_2	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

右の表の入出力表を実現するような w_1, w_2, h は **存在しない** ことを示せ

多層パーセプトロン



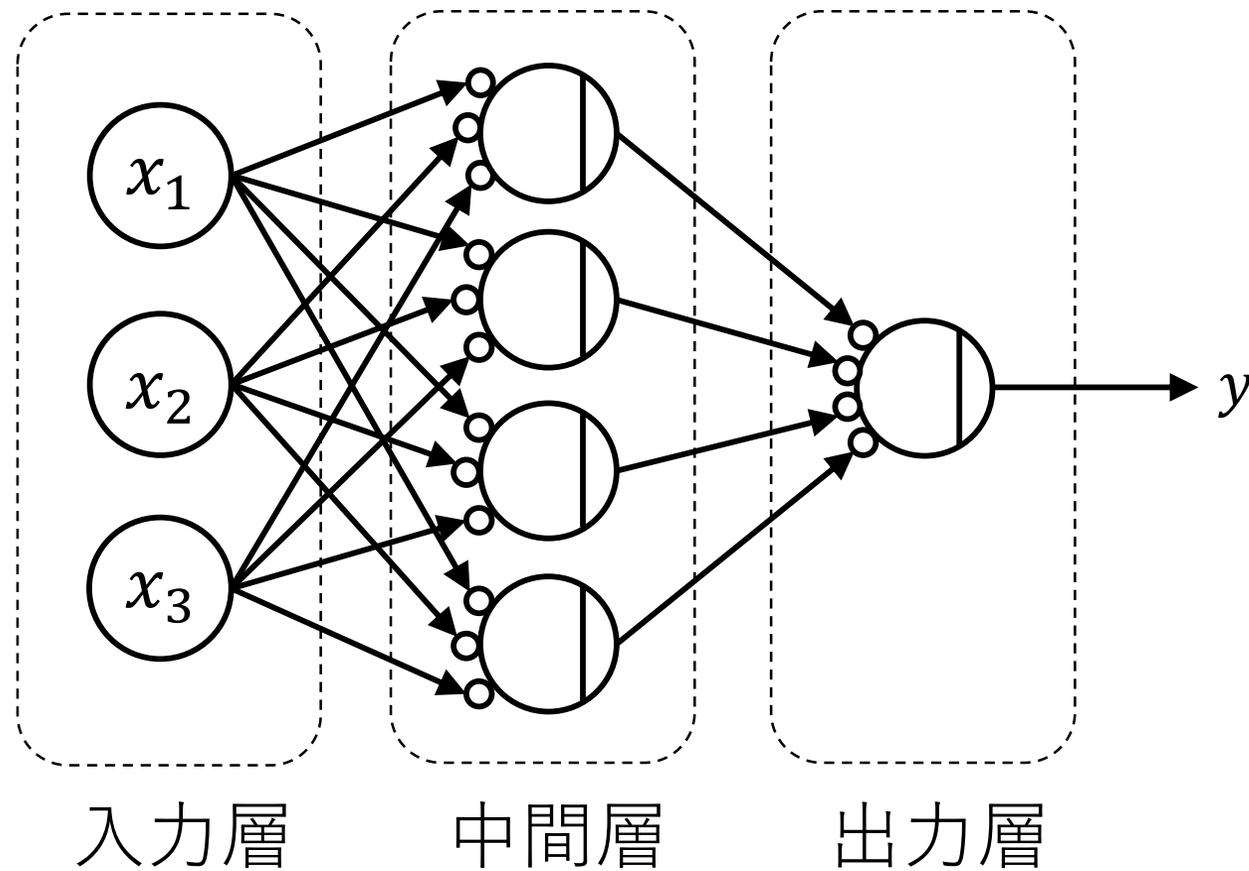
中間層の導入によって

任意の入出力表を表現できる

(単純パーセプトロンの限界を克服)

層の数が増えるほど
表現力が上がる

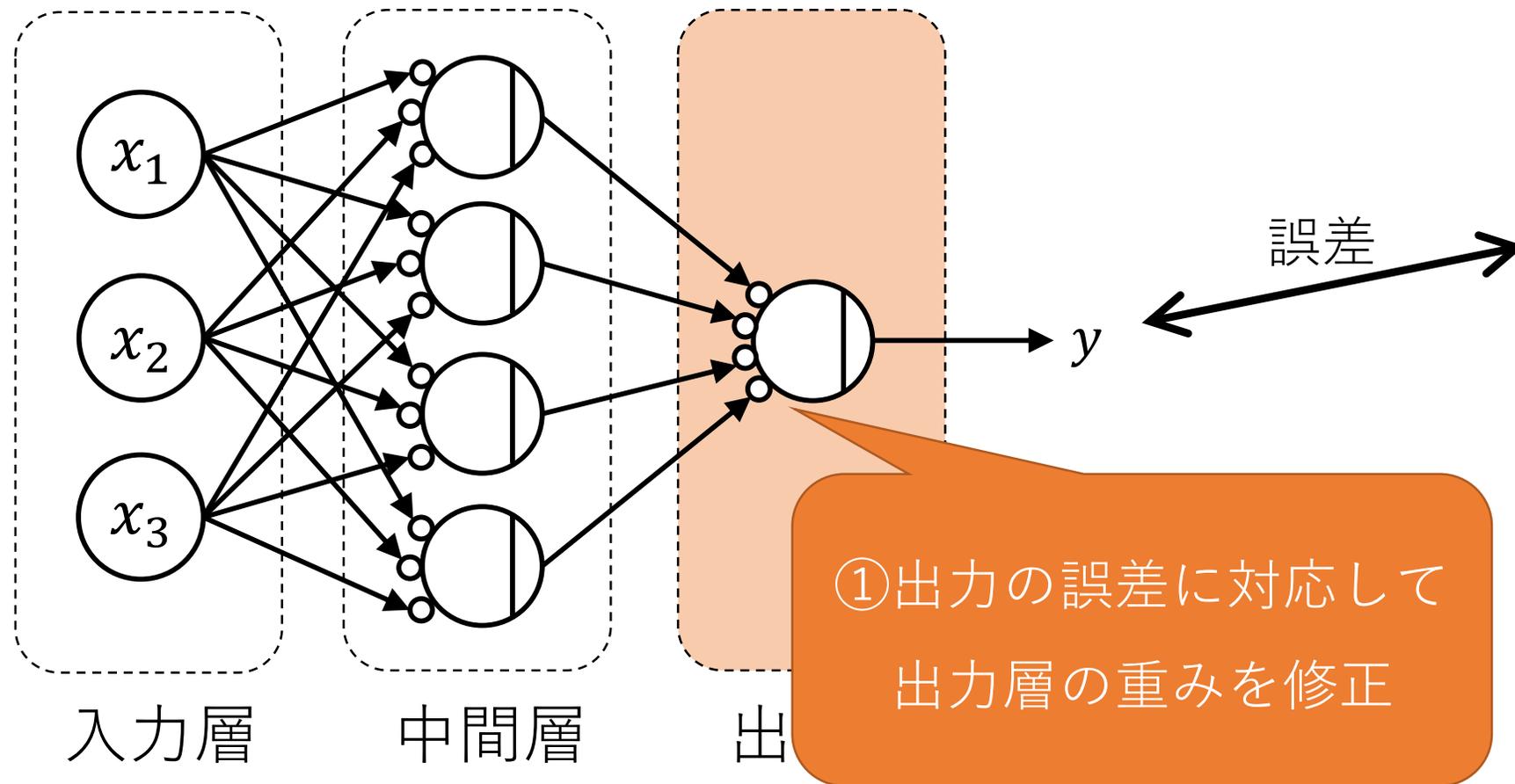
バックプロパゲーション [1986]



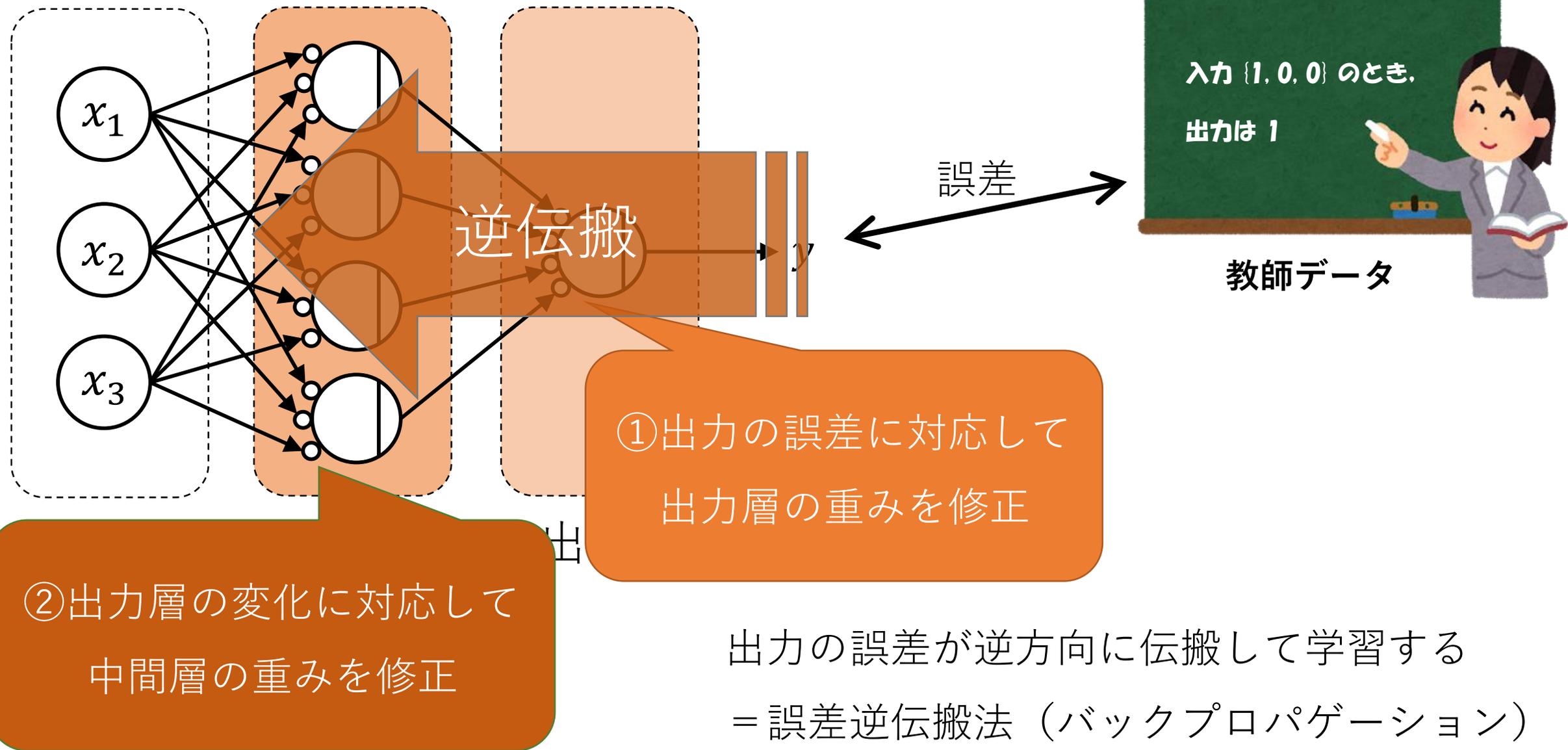
誤差



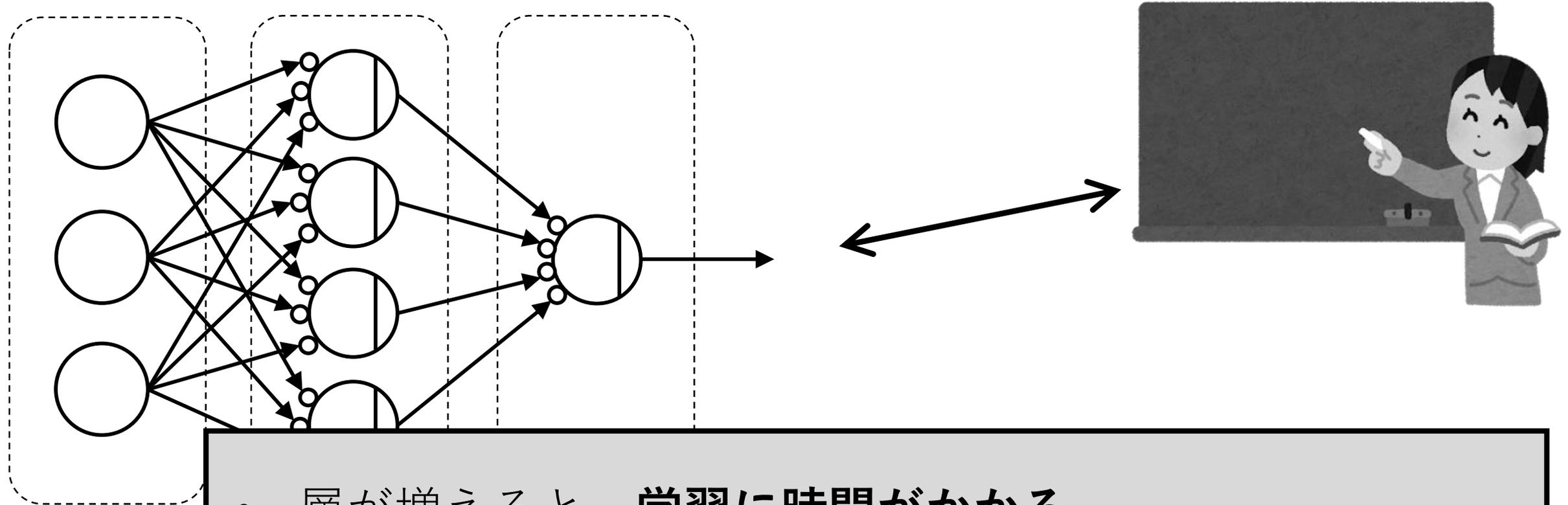
バックプロパゲーション [1986]



バックプロパゲーション [1986]



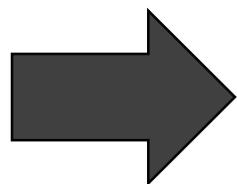
バックプロパゲーションの問題点



- 層が増えると、**学習に時間がかかる**
(学習に必要な教師データ数・計算時間)
- 層が増えると、**学習が止まってしまう** (勾配消失問題)

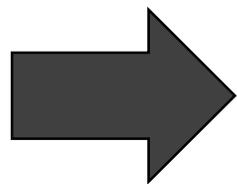
ディープラーニングの登場

層が増えると、**学習に時間がかかる**



計算パワーの向上により解決
GPU を用いた大規模並列計算

層が増えると、**学習が止まってしまう**



学習しやすいネットワークを構築する技術
(事前学習技術) の確立

スタックド・オートエンコーダ [Hinton et al., 2006]

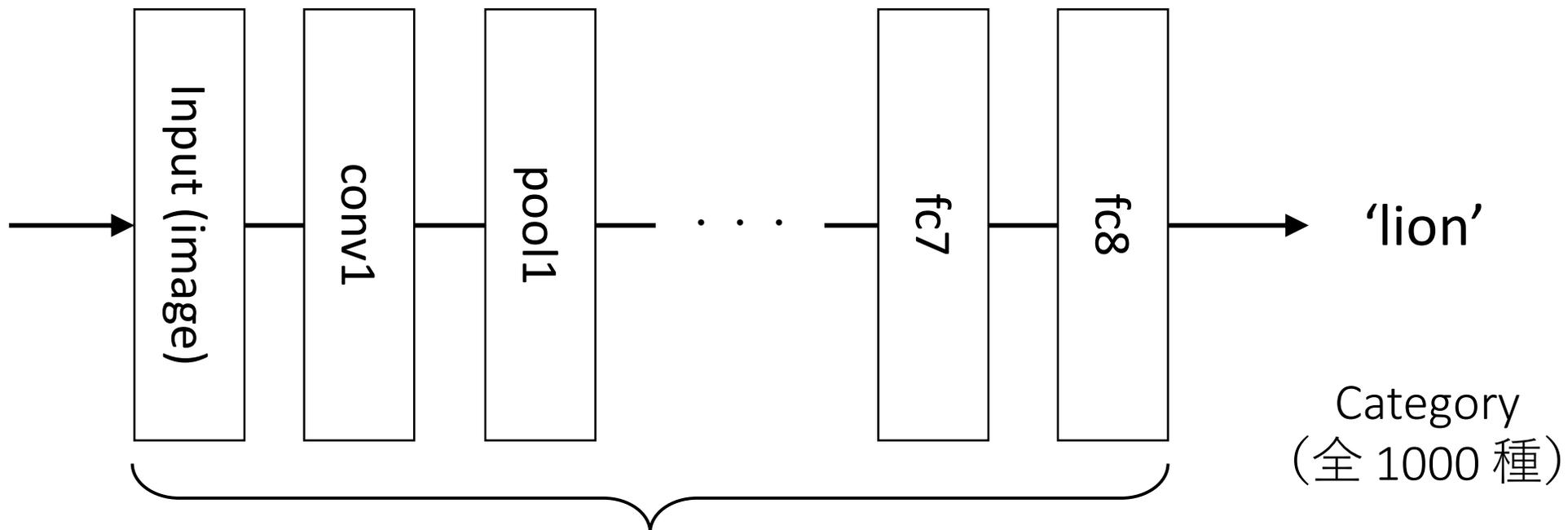
多層であっても
学習が可能に！
(ディープラーニング)

物体カテゴリ認識

Krizhevsky, et al. (2012)



Image
(256x256 pixel)

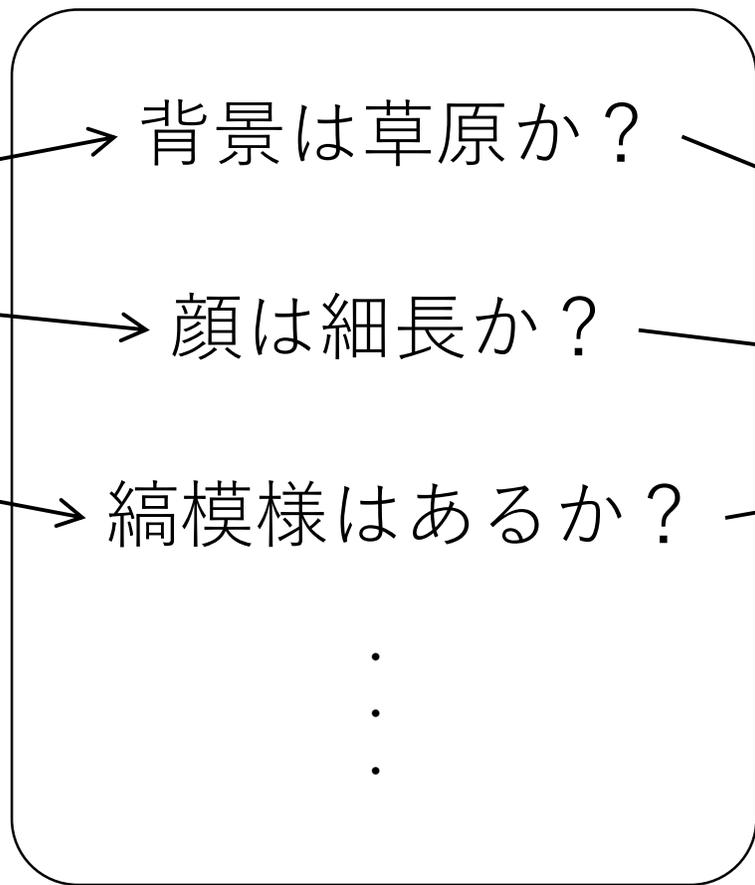
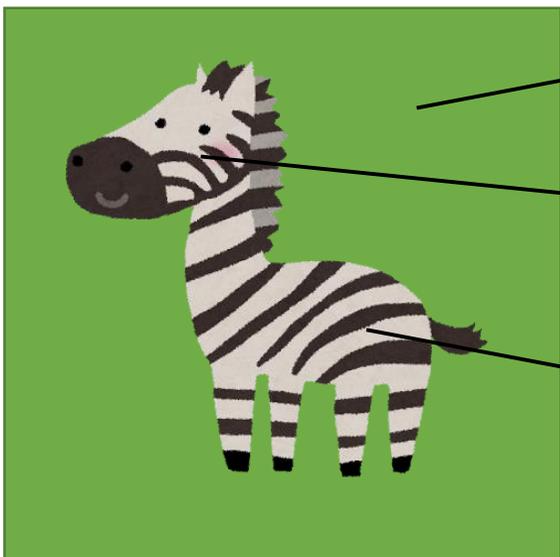


1000カテゴリの認識問題に対し、

トップ5 誤差率 19.9% **(正答率 81.1%)** を実現

これまでの物体認識の考え方

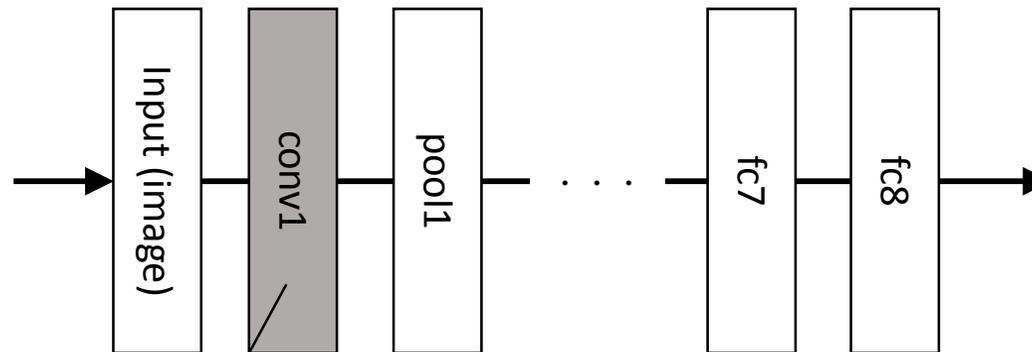
動物を認識するための「特徴」



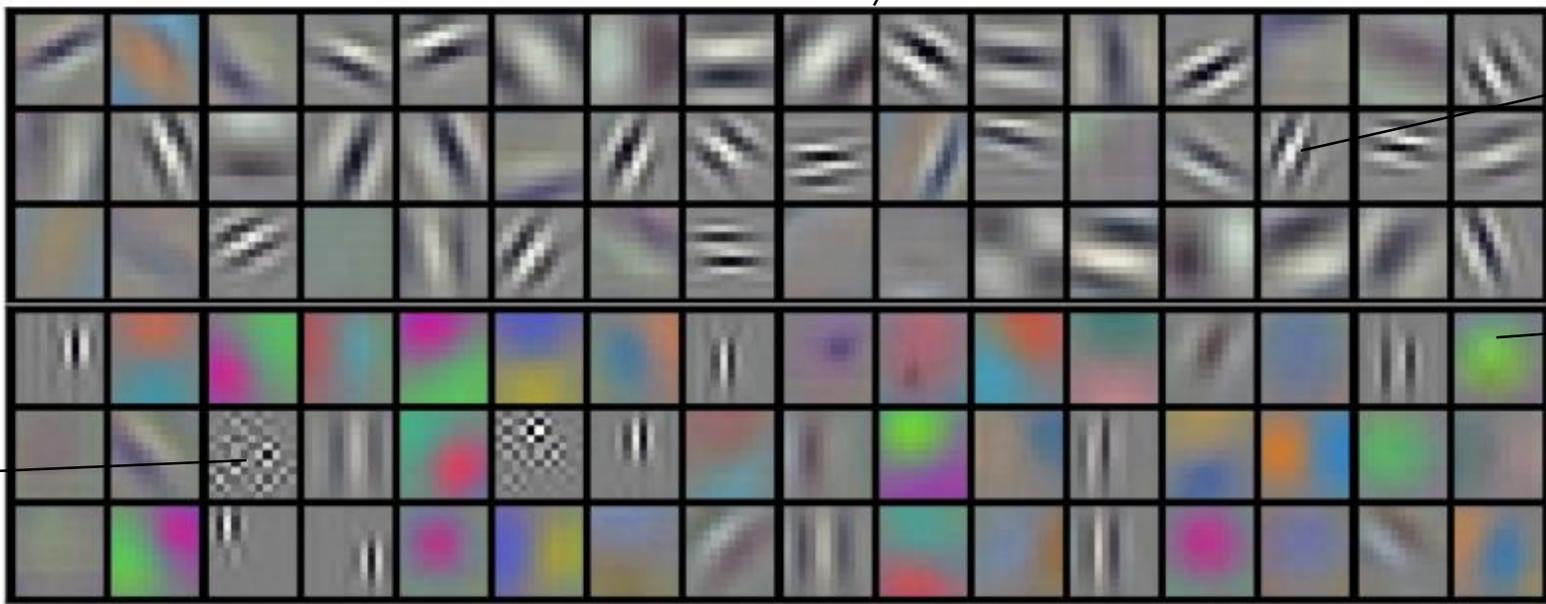
シマウマ

物体認識のための「特徴」を人手で与える必要があった

ディープラーニングの場合



中間層のニューロンたち



「斜めの縞」に反応するニューロン

「緑色」に反応するニューロン

「市松模様」に反応するニューロン

物体認識のための「特徴」を自動的に学習できる



ディープラーニングが学習した「人の顔」の特徴

まとめ：人工ニューラルネットワーク

- 単純パーセプトロンは「線形分離不可能問題」
- 多層パーセプトロンは「勾配消失問題」
- ディープラーニングの登場により，今まさに大きな注目を浴びている

参考文献

- 岡谷貴之「深層学習」講談社