

# ディープラーニング ニューラルネットワークとディープラーニング

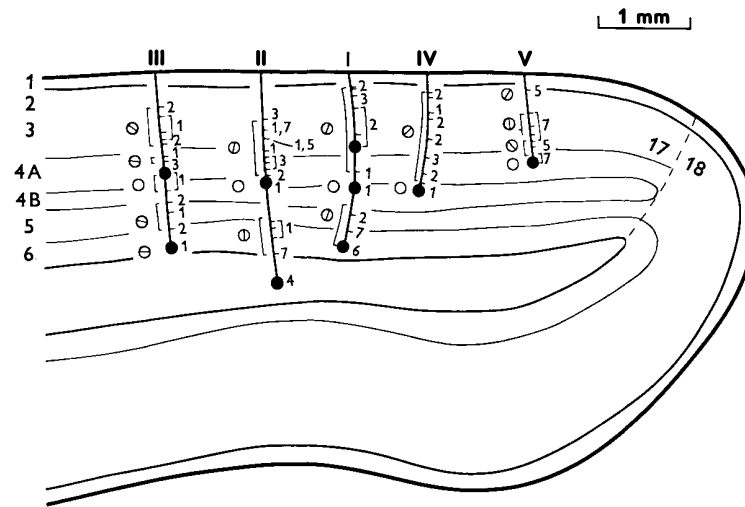
浅川伸一

# ANN, BNN, CNN, DNN,

- **ANN:** Artificial Neural Networks 人工ニューラルネットワーク
- **BNN:** Biological Neural Networks 生物学的ニューラルネットワーク
- **CNN:** Convolutional Neural Networks 畳込みニューラルネットワーク
- **DNN:** Deep Neural Networks 深層ニューラルネットワーク

# よく受ける誤解

- 大脳皮質の6層構造 ≠ ディープラーニングの層構造



Text-fig. 12. Five close-spaced penetrations in rhesus area 17. Open circles indicate a lack of background orientation specificity; other conventions as in Text-fig. 11.

(Hubel and Wiesel 1962)

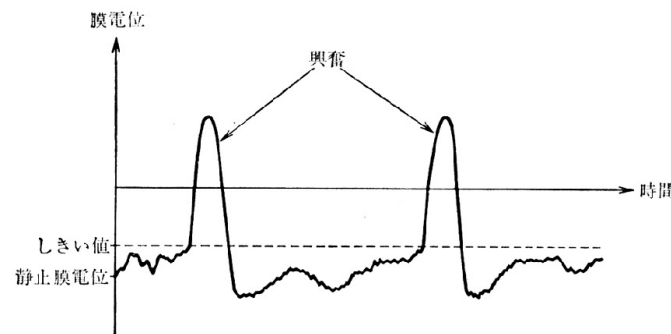
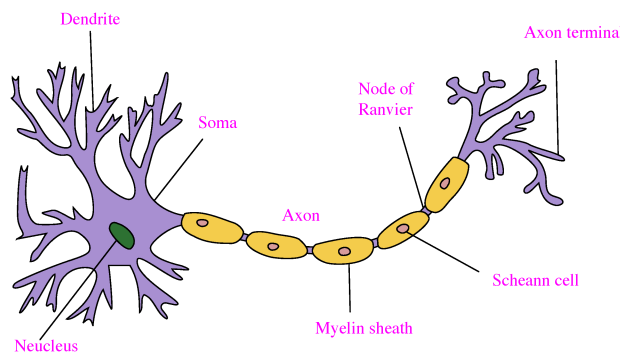
- 大脳皮質の6層構造とディープラーニングなどのニューラルネットワークの層とは別物
- ヒューベルとウィーゼル ノーベル医学生理学賞 (1981)

# ニューラルネットワーク

- 脳の振る舞いを模倣するための表現のこと
- ニューラルネットワーク(neural networks)、PDP (parallel distributed processing)、あるいはコネクショニストモデル(connectionist) と呼ばれることもある。
- 生体の中枢系で行なわれている情報処理の機能、性能、および特性を記述するための抽象化表現

# 神経細胞 neuron

- 脳は  $10^{10}$  個以上の神経単位(ニューロン neuron)から成り立っている。
- このニューロンが脳の情報処理における基本単位
- 複数のニューロンが結合してニューラルネットワークが形成されている。個々のニューロンは、単純な処理しか行なわないが、脳はこのニューロンが相互に結合された並列処理システムであると捕えることができる。
- 細胞体, 樹状突起, 軸索, とよばれる部分からなる
- 樹状突起はアンテナ(入力)、軸索は送電線(出力)と考えれば分かりやすい
- ニューロンの内部と外部とでは  $Na^+$ ,  $K^+$  イオンなどの働きにより電位差がある。
- 通常、内部電位は外部よりも低い。外部を 0 としたときの内部の電位を **膜電位** という。
- 入力信号が無いときの膜電位を **静止膜電位** とって約  $-70mV$  ぐらいである。



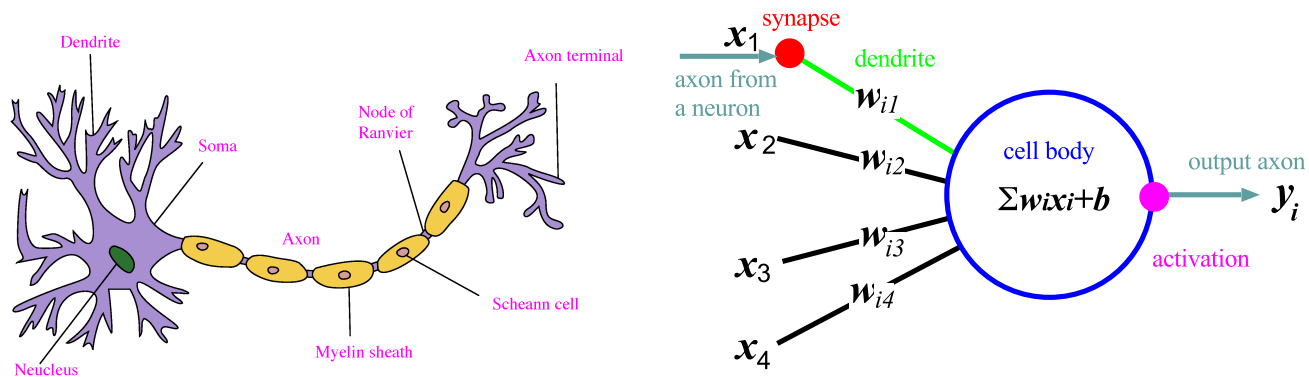
左:ウィキペディアより, 右:膜電位の変化, (甘利 1978)

# ニューロン

- ニューロンの興奮(1 msec だけなのでパルス puls と呼ぶことがある)は軸索をとって他のニューロンに伝達される。
- 軸索を通る興奮の伝達速度は 100 m/s くらいである。
- ニューロンからニューロンへ情報が伝達される部分をシナプス synapse と呼ぶ。
- 興奮がシナプスに到達するたびにある種の化学物質を放出する。
- この化学物質は受けて側の膜電位をわずかに変化させる。
- 化学物質の種類によって、膜電位を高めるように作用する場合 (**興奮性** のシナプス 結合)と逆に低めるように作用する場合(**抑制性**のシナプス結合) とがある。
- 送り手のシナプスの興奮が興奮的に働くか抑制的に働くかは、送り手の側の細胞の種類によって異なることが知られている(**Dale の法則**)。
- この電気信号が一定の値を超えると(閾値)そのニューロンが発火する。
- このニューロンの興奮は、軸索をとって別のニューロンに伝達される。
- シナプスに興奮が到達すると 0.3 msec 程度の時間遅れの後シナプス結合部の膜電位がわずかに変化する。
- 1つのシナプスが生成する膜電位の変化は 0.1 mV から 30 mV ぐらいのものまで様々なシナプス結合が存在する。

## ニューロン(2)

- 一つのニューロンには多いもので数万個のシナプス結合が存在する。
- 多数の軸索にシナプス結合を通して興奮(あるいは抑制)が伝えられると細胞体を伝わる途中で重なり合う。
- すべての膜電位の変化の総和によってニューロンの膜電位の変化が決定される。
- すべてのシナプス結合の和のことを **空間加算** という。
- あるシナプスによって膜電位が変化し、その変化が減衰する前に次の興奮が伝達されれば、まだ残っている直前の電位変化に加え合わされて膜電位の変化が起きる。このことを **時間加算** という。
- 樹状突起を介したニューロン間の結合の強さは、しばしば変化することが知られている(学習)。
- シナプス結合の強度変化 = 長期記憶
- ニューロンの活動が保持されている状態 = 短期記憶



左:ウィキペディアより,

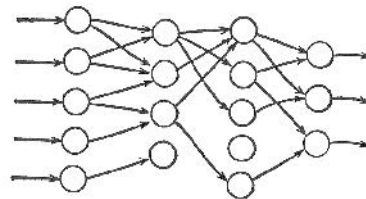
# ニューラルネットワーク分類

## 学習方式による分類

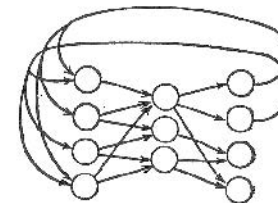
- 教師あり学習(パーセプトロン、バックプロパゲーションなど)
- 教師なし、自己組織化、特徴マップ

## 結合方式による分類

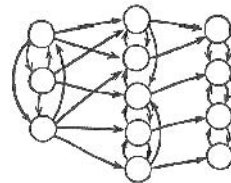
- 階層型
- 相互結合型
- さらに、フィードバックあり・なしの区別。



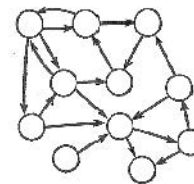
a. 階層的なネットワーク



b. 階層的なネットワーク  
+ フィードバック結合



c. 階層的なネットワーク  
+ 層内結合



d. 相互結合ネットワーク

幾つかのネットワークの分類, (麻生 1988)}



# ディープラーニングの概要

- **実習再録** 4 層以上を深層学習（ディープラーニング）， それ以前の 3 層までを（反対語としてシャローなネットワークと言う）

## 1. 概要

- 順伝播型ネットワーク
- 線形問題と非線形問題
- コスト関数, 損失関数, 誤差関数, 目標関数
- 出力ユニット
- 隠れユニット
- 誤差逆伝搬法 微積分の連鎖率 誤差逆伝搬のための連鎖率の再起的な適用
- アーキテクチャの設計

## 2. 畳み込みニューラルネットワーク CNN

## 3. リカレントニューラルネットワーク RNN

## 4. 生成敵対ネットワーク GAN と 変分自己符号化器 VAE

## 5. 強化学習 RL

## できること

画像処理, 自然言語処理, 最適化問題 optimization problems, ロボット制御・操作, 規則性の検出 regularity detection, ...

# まとめ

- ニューロンとニューラルネットワークの定義を紹介しました
- 実際のニューロンの動作は複雑ですが，簡略化，抽象化して表現したモデルをニューラルネットワークと呼びます
- シナプスの変化を学習と呼びます

# クイズ

シナプス結合には 2 種類が存在しました。何でしょうか？

# クイズの答え

シナプス結合には 2 種類が存在しました。何でしょうか？

興奮性と抑制性

# 文献

Hubel, David, and Torsen N. Wiesel. 1962. "Receptive Fields, Binocular Interaction and Functional Architecture in the Cat's Visual Cortex." *Journal of Physiology* 160: 106–54.

甘利俊一. 1978. *神経回路網の数理*. 東京: 産業図書.

麻生秀樹. 1988. *ニューラルネットワーク情報処理—コネクショニズム入門、あるいは柔らかな記号に向けて*. 産業図書.