

# AIによる信号認識 — 実例に対する実験と評価 —

群馬大学大学院 理工学府  
数理データ科学教育研究センター  
白石 洋一

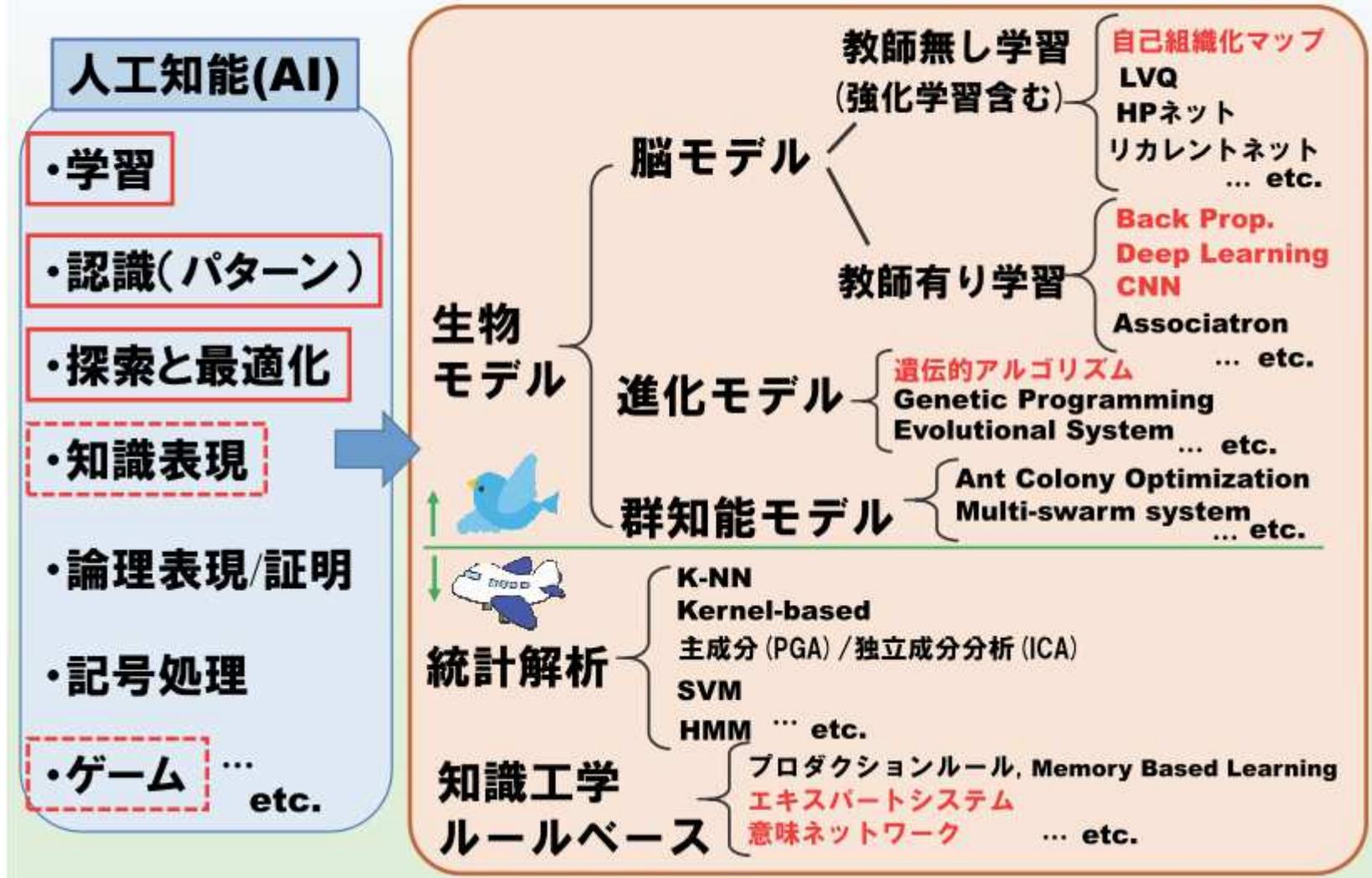
yoichi.siraisi@gunma-u.ac.jp

# 発表手順

---

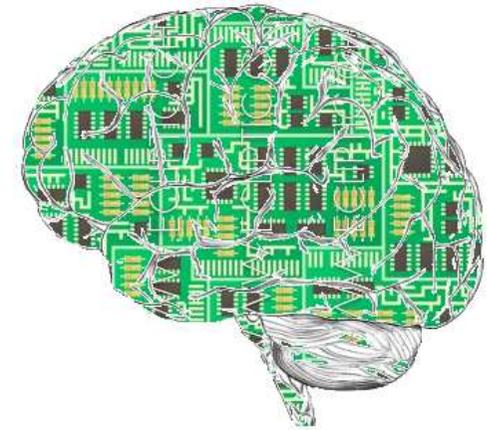
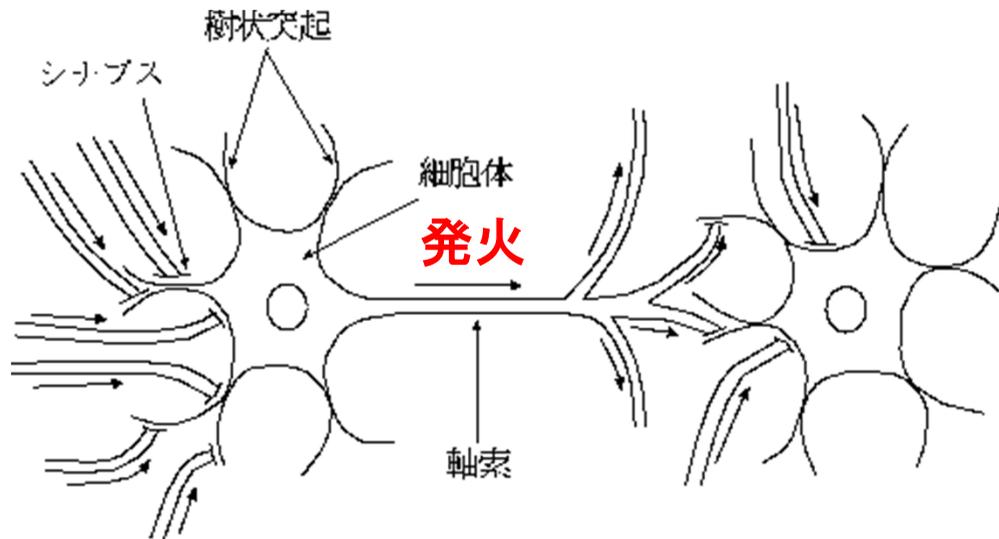
1. **人工知能とは何か**
2. **Deep Learningによる画像認識**
3. **機械学習による信号波形の認識**
  - 3.1 **打音認識**
  - 3.2 **センサ信号認識**
4. **信号波形の画像変換とDeep Learning適用**
5. **まとめ**

# 人工知能の概要



# ニューラルネットワーク

- 低次元機能から高次元機能へ  
高次元機能 → 脳  
脳を人工的（電子回路で）に作れないか？  
（1960年代）



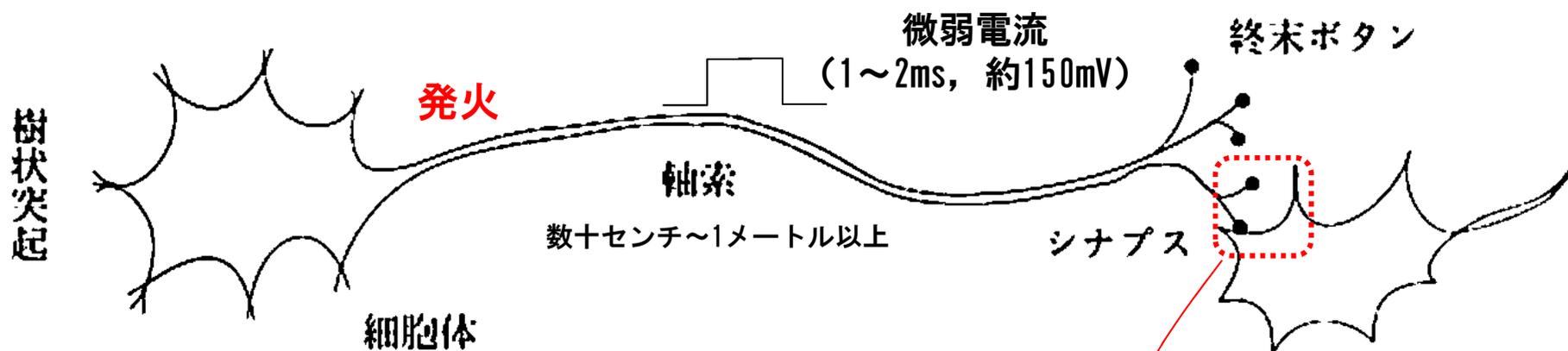
人工ニューラルネットワークの研究

マルチエージェントシステム  
100億から1000億個（ヒト）のニューロン

# ニューラルネットワーク

## 神経細胞のモデル

1細胞体は、数百～数万の細胞体にシナプス結合

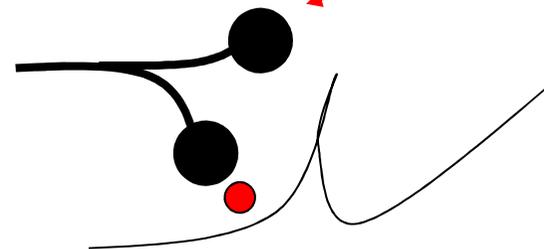


### 脳を構成する細胞体数

大脳：数百億個

小脳：1000億個

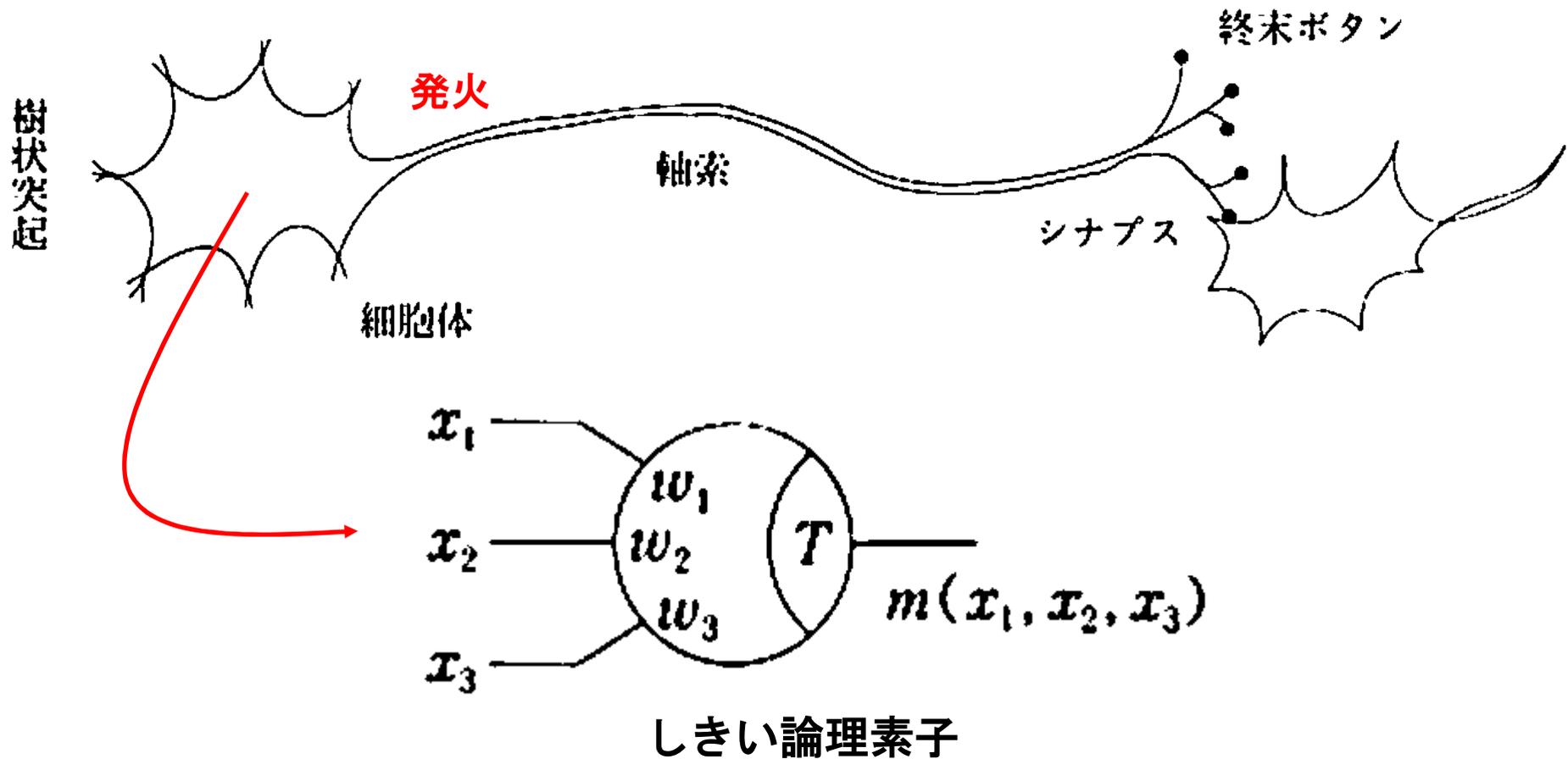
他，脳全体：千数百億個



アセチルコリン（化学反応）

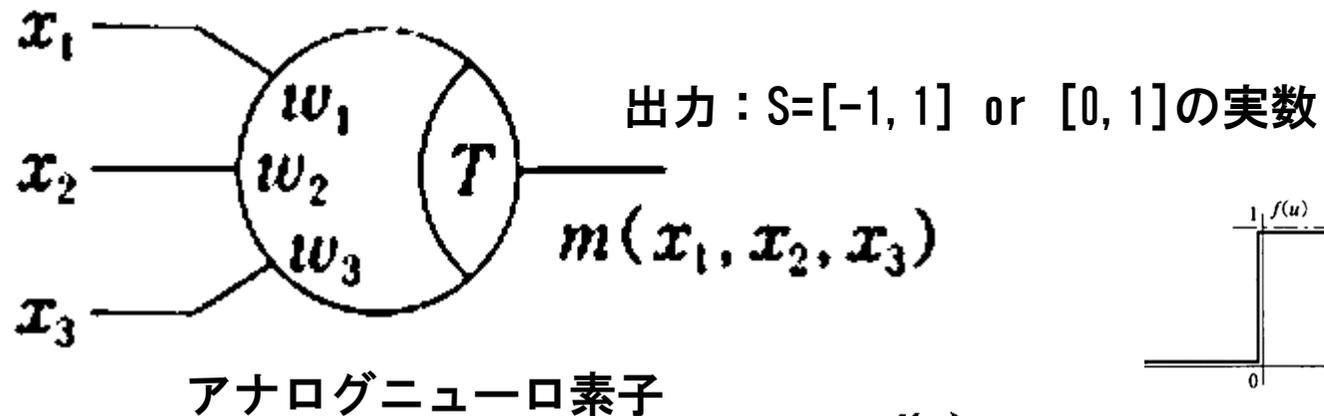
# ニューラルネットワーク

## しきい論理素子による細胞体（ニューロン）のモデル化

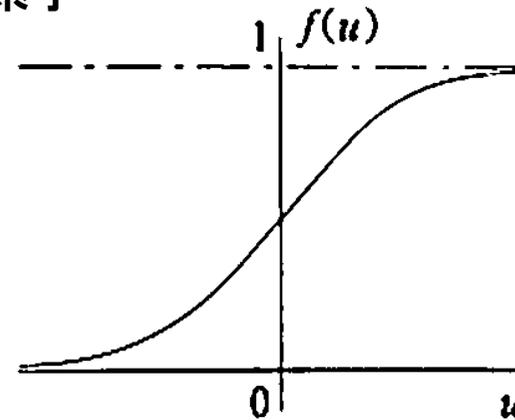


# ニューラルネットワーク

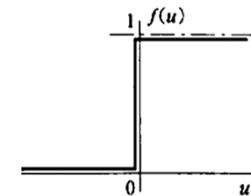
しきい論理素子による細胞体（ニューロン）のモデル化  
→ アナログニューロセルモデル



$$u = \sum_i w_i x_i - v, \quad z = f(u)$$



シグモイド (Sigmoid) 関数



連続,  
微分可能

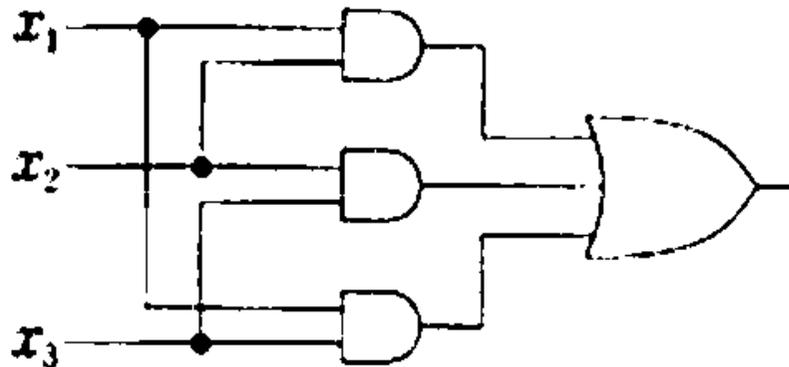
# ニューラルネットワーク

しきい論理素子（閾論理素子）

多数決関数：入力値の過半数が0 → 出力が0  
otherwise → 出力が1

多数決論理素子：多数決関数を素子化

$$m(x_1, x_2, \dots, x_n) = \begin{cases} 0 & \text{if } \sum_i x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n < T \\ 1 & \text{otherwise } (\sum_i x_i \geq T) \end{cases} \quad T = n/2$$

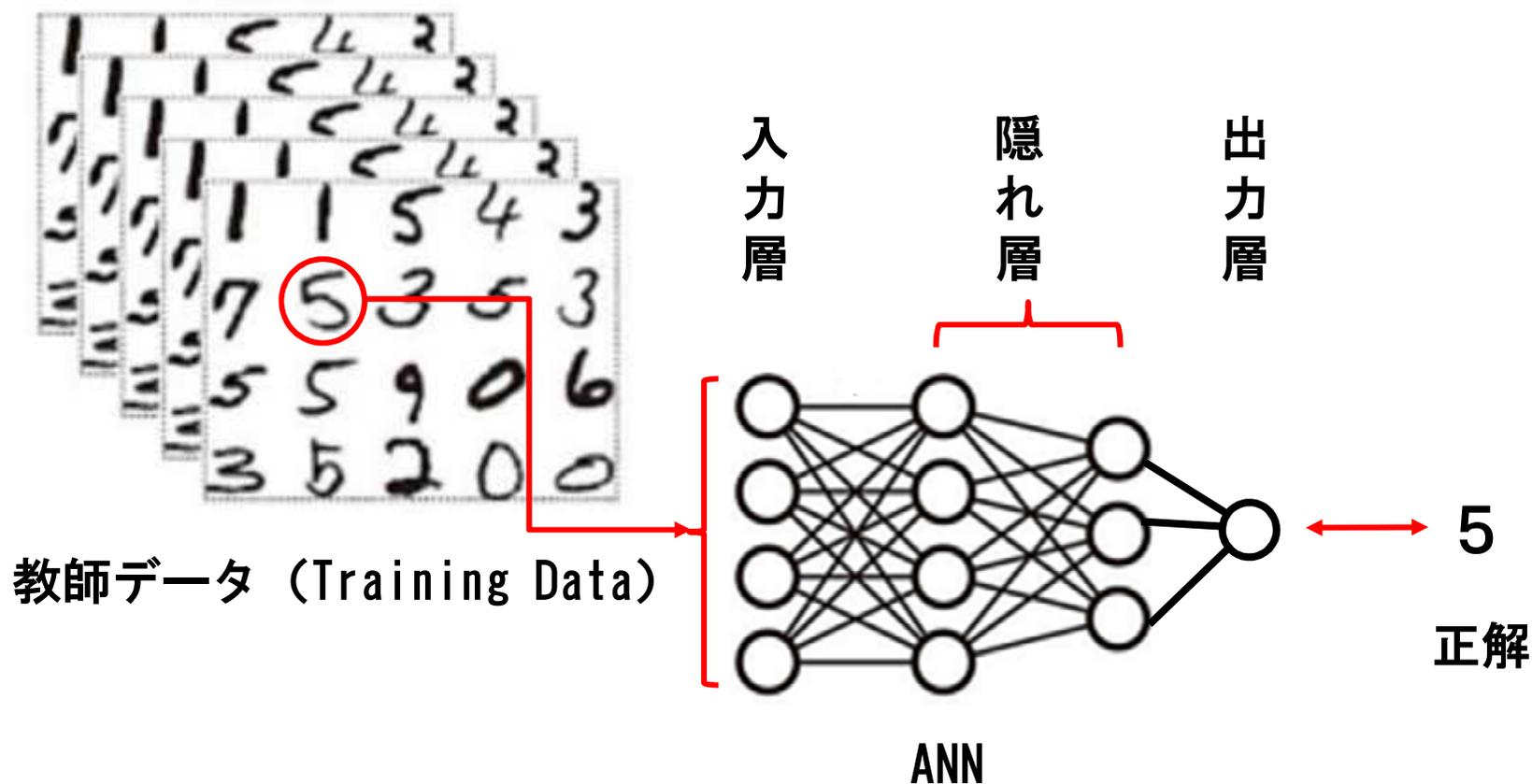


多数決論理素子

# 機械学習（教師あり）

## トレーニングフェーズ（人工ニューラルネットワーク（ANN）の構築）

人が十分に吟味した大規模データ，数秒～数日の学習時間



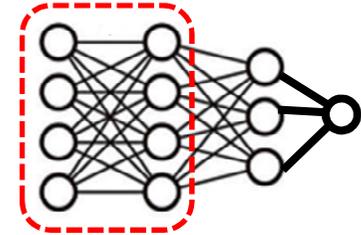
# 機械学習（教師あり）

## トレーニングフェーズ（人工ニューラルネットワーク（ANN）の構築）

トレーニング結果

→ パラメータの値の組み合わせとして保存

パラメータ：辺重み  $w_{ij}$   
閾値  $v_1$



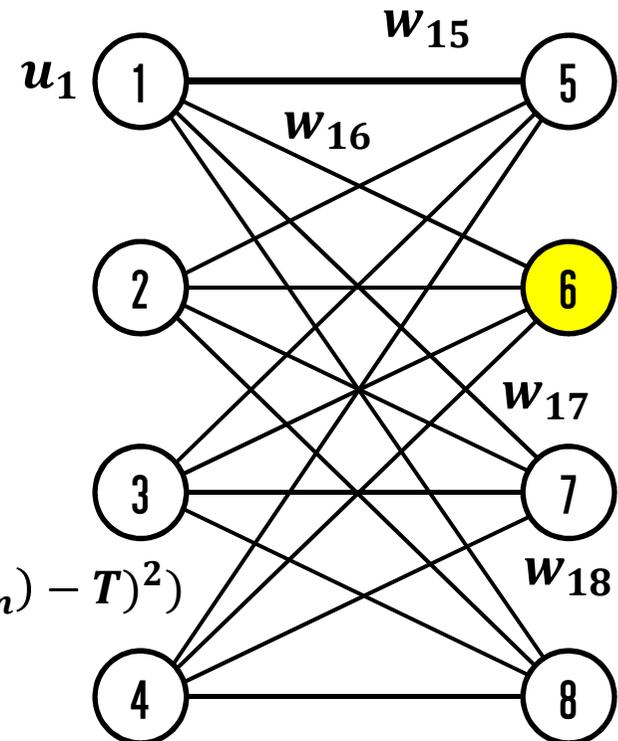
ノード6の出力

$$z_6 = f(w_{16}u_1 + w_{26}u_2 + w_{36}u_3 + w_{46}u_4 - v_6)$$

出力層の誤差式を完全記述可能

$$E(w_{11}, w_{12}, \dots, w_{nm}, u_1, u_2, \dots, u_n, v_1, v_2, \dots, v_n)$$
$$= \sum_{(u_1, u_2, \dots, u_n)} ((z(u_1, u_2, \dots, u_n, w_{11}, w_{12}, \dots, w_{nm}, v_1, v_2, \dots, v_n) - T)^2)$$

→ 最小化，最小値は存在する

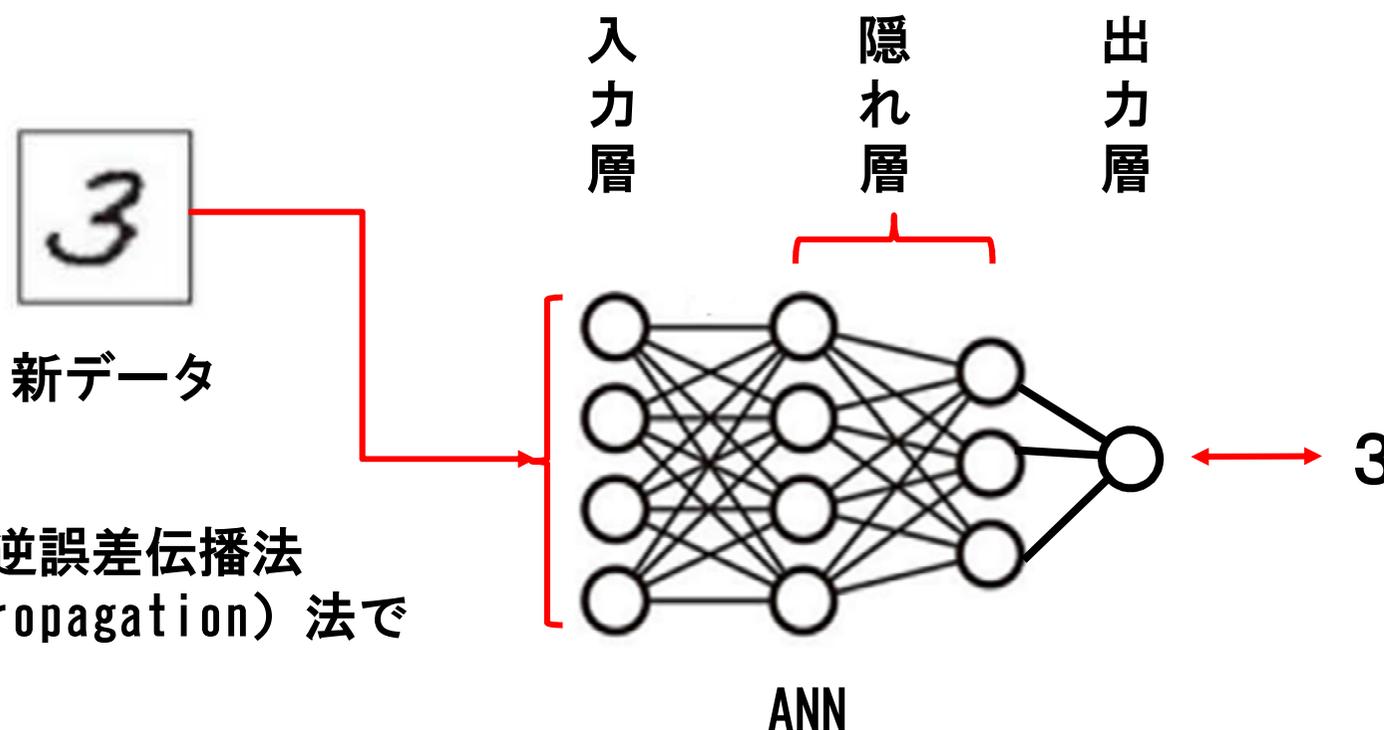


# 機械学習（教師あり）

適用フェーズ（人工ニューラルネットワーク（ANN）の適用）

未学習データに対しても，誤差最小で解を出力する，計算は高速

人は，常に「万能問題解決器」を求める

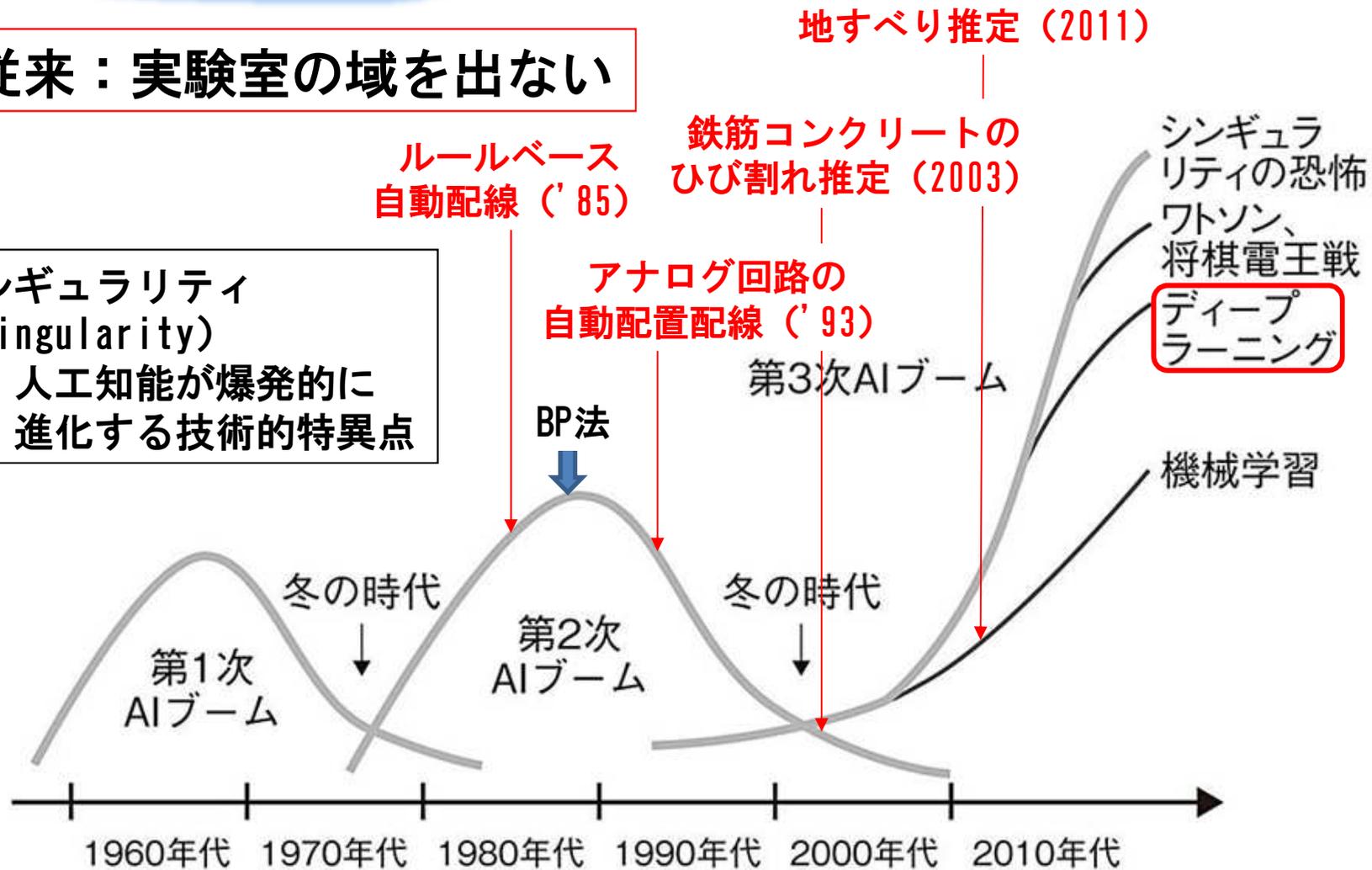


1986年，逆誤差伝播法  
（Back Propagation）法で  
ほぼ完成

# 人工知能（AI）研究のブーム

従来：実験室の域を出ない

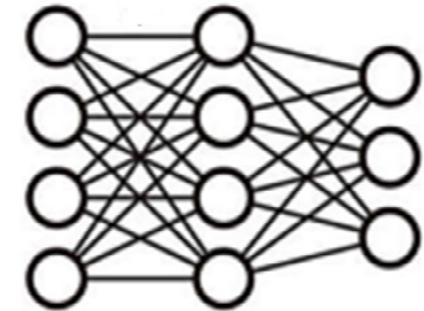
シンギュラリティ  
(singularity)  
：人工知能が爆発的に  
進化する技術的特異点



# Deep Learningの大きな違い

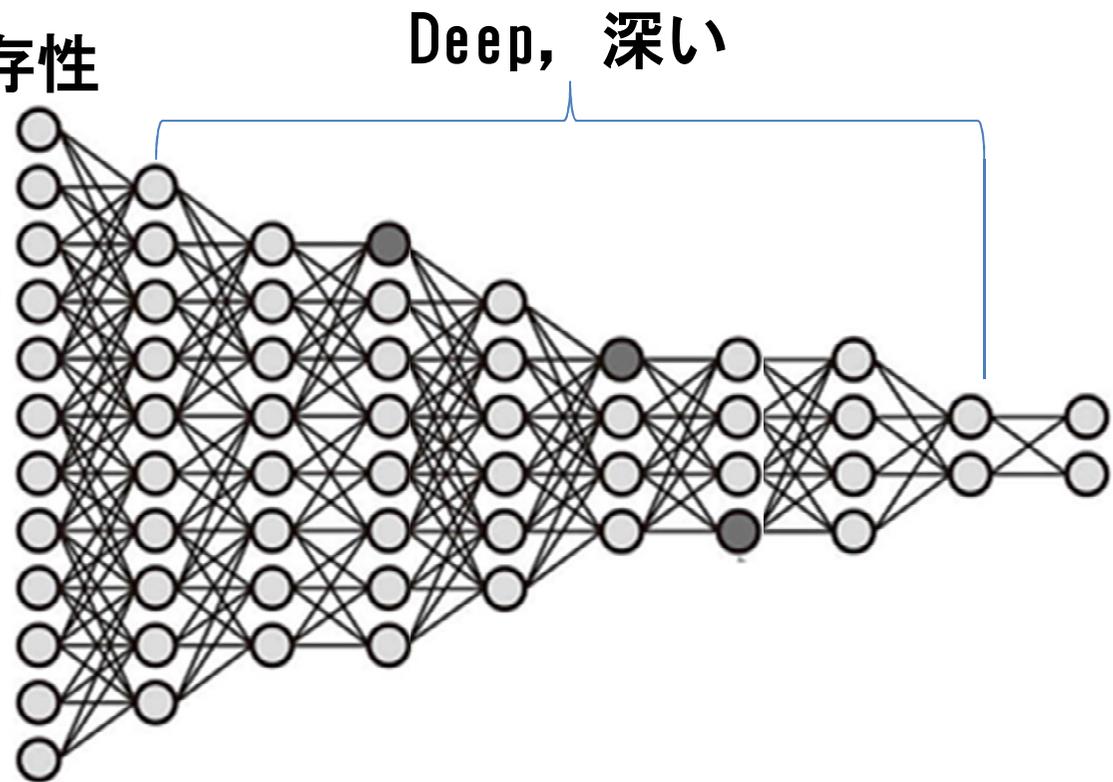
何がDeep（深層）か？

隠れ層が，Deep，多層  
従来，隠れ層を多層化する  
→ 過学習発生  
教師データ強依存性



Deep Learning研究の  
流れはあった（2006～）

トロント大学は実用  
レベルまで性能を  
引き上げた



# ディープラーニングは何を変えるのか

人の「認識力」を補助，代替する

- ・ 従来，人が教師データを十分に注意して作成していた  
→ 教師データの質は問題ではない，量が重要（数万以上）
- ・ 画像認識，パターン認識，音声認識，囲碁，．．．  
Google, Microsoft, ．．． IT企業が先行
- ・ 機械が「眼」を持つ（松尾先生）  
ものづくりへの応用（日本の方向性？）  
匠の技の自動抽出，運動・動作の習熟（ロボット）  
農業，防災，廃炉，介護，．．．  
自動車，自動運転の**制御**部分  
材料設計，製造プロセス設計

松尾豊：人工知能は人間を超えるか，角川EPUB選書，2015年3月

# 機械学習：研究・開発・適用の現状

- ・ 機械学習ツール研究では**世界に追い付かない**  
市場規模：約7兆3500億円\*  
米国：GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon)  
人材獲得, 投資：桁違い  
中国\*：Baidu (自動運転),  
Alibaba (スマートシティ),  
Tencent (医療応用), Iflytek (音声認識)  
人材豊富, 投資急増
- ・ 機械学習ツールに日本製はない?  
NNC: Neural Network Console (**SONY**)  
何にどの程度使えるのか?

\*富士通総研

<http://www.fujitsu.com/jp/group/fri/report/newsletter/2018/no18-008.html>

# 機械学習：研究・開発・適用の現状

- 日本の巻き返し策

- (1) 現場からのボトムアップ

- 非専門家が自分でフリーAIツールを動かしたい  
挫折する（インテリ研究会でサポート（2018/11/16））

- 若い人はやりたがる，マネジャが認めない  
（東大，松尾先生）

- 現場にはデータが豊富にある

- と言うが，

- “AI開発プロジェクトは成功までに3回失敗する，  
でも決して折れてはならない”

- (2018年9月3日 <http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/1809/03/news010.html> )

- 早く失敗して成功させる

# 機械学習：研究・開発・適用の現状

- 日本の巻き返し
  - (2) 実行プラットフォーム，HWとの連携
    - “AIのボトルネックはハードウェアにある。現在のAIを取り巻く7つの問題”  
Tech in Asia Tokyo 2018 Jerry Yang 氏  
(<https://ledge.ai/tech-in-asia-jerry-yang/>  
2018.9.21)
    - GAFAも半導体設計開発企業を買収開始
    - VLSIシンポジウム2018では90%以上がAIチップ関連発表  
(Rebooting Computing勉強会 (第21回)  
報告 (日立/大島様, 前田様) 2018.9.26)
    - メモリコンピューティング
    - 量子コンピューティング

# 機械学習：研究・開発・適用の現状

- 【ご参考】日本の巻き返し策  
(1)現場からのボトムアップ  
“AI開発プロジェクトは成功までに3回失敗する、  
でも決して折れてはならない”

データが  
ない

8割から9割がここ

分析力が  
ない

開発力が  
ない

「最初は軽い気持ちでAIと言ったけれど、ここまでヘビーだとは思いませんでした」

でも、本当に無いのは『**当事者意識**』

(目的がない、課題がない、自分が結局何をするのか考えていない)



# 機械学習の大きな進歩

## Deep Learning (深層学習)

- ・ 現在, 注目されているAI  
自動運転, 自律ロボット, 等
- ・ 2012年, ILSVRC (Imagenet Large Scale Visual Recognition Challenge)  
画像認識のcompetition
- ・ ある画像, ヨットか, 花か, 動物か, ネコか, 自動認識,  
正解率の高さを競う  
1000万枚の画像データ  
→ 機械学習 → 15万枚でテスト → エラー率を評価
- ・ 特徴量抽出→機械学習  
人間の職人芸, コンマ何%の精度でエラー率削減  
それで実用になる?  
1年かけて1%エラー率低下: 研究か?

# 機械学習の大きな進歩

ところが、

ほかの研究所の人工知能がエラー率 26% 台の攻防を繰り広げる中、トロント大学の「SuperVision」が 15%、16% 台とぶっちぎりの勝利

	Team name	Filename	Error (5 guesses)	Description
トロント大学の SuperVision	SuperVision	test-preds-141-146.2009-131-137-145-146.2011-145f.	0.15315	Using extra training data from ImageNet Fall 2011 release
	SuperVision	testpreds-131-137-145-135-145f.txt	0.16422	Using only supplied training data
東大の ISI も 健闘したが	ISI	pred_FVs_wLACs_weighted.txt	0.26172	Weighted sum of scores from each classifier with SIFT+FV, LBP+FV, GIST+FV, and CSIFT+FV, respectively.
	ISI	pred_FVs_weighted.txt	0.26602	Weighted sum of scores from classifiers using each FV.
	ISI	pred_FVs_summed.txt	0.26646	Naive sum of scores from classifiers using each FV.
	ISI	pred_FVs_wLACs_summed.txt	0.26952	Naive sum of scores from each classifier with SIFT+FV, LBP+FV, GIST+FV, and CSIFT+FV, respectively.
	OXFORD_VGG	test_adhocmix_classification.txt	0.26979	Mixed selection from High-Level SVM scores and Baseline Scores, decision is performed by looking at the validation performance
	University of Amsterdam	final-UvA-lsvoc2012test.results.val	0.29576	See text above

他の研究所の人工知能がエラー率26%台の攻防、トロント大学のSuperVisionのそれは、15%、16%台と大幅低下  
初参加, Deep Learning **現在は5% (人の誤り) 以下**

# IoTで採取したビッグデータのAIによる解析

AIは実用化の  
ステップ

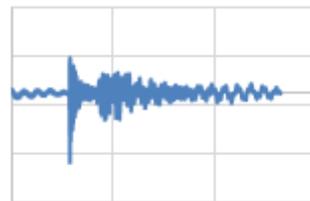


画像

カメラ

IoT  
Internet  
of Things

センサ



波形

可聴音, 非可聴音  
速度・加速度  
角速度・各加速度  
電流・電圧

畳み込み・  
プーリング

Neural Network

Artificial  
Intelligence

Deep Learning  
畳み込み  
ニューラル  
ネットワーク

独自特徴量抽出

FFT  
Wavelet,  
統計量, 等

Support Vector Machine  
Random Forest

定番なし