

# ディープラーニングの仕組みを知ろう！

## 第0回 人工知能勉強会 準備編

---

Shion MORISHITA

June 1, 2024

# 自己紹介

## 氏名

- 森下 司温 (MORISHITA Shion)

## 学校歴

- 名城大学理工学部数学科
- 名古屋大学大学院情報学研究科複雑系科学専攻博士前期課程

## 趣味

- 音楽 (ピアノ、作編曲 など)
- ゲーム (Dead by Daylight、ぷよぷよ など)
- AI 開発

はじめに

人工知能の世界へようこそ

人工知能とは？

AI の歴史

AI の分類

ディープラーニング

現状の理解度チェック

はじめに

---

## 目的

- 人工知能の現状について概要を知る
- ディープラーニングを理解するために必要な数学の概要を知る

人工知能の世界へようこそ

---

# 人工知能の世界へようこそ

---

## 人工知能とは？

# 人工知能（Artificial Intelligence; AI）とは？

## 「人工知能の定義」は確定していない

- そもそも「知能」を、現代の人類は定義できていない

## ジョン・マッカーシー氏<sup>1</sup>による定義

- “the science and engineering of making intelligent machines, especially, intelligent computer programs”  
知的な機械、特に、知的なコンピュータプログラムを作る科学と工学

---

<sup>1</sup>AI という語を最初に作った人



# 人工知能の世界へようこそ

---

## AI の歴史

年代	概要	代表的な概念・技術
1950 年～1960 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>アラン・チューリング氏が AI の起源となる概念を提唱               <ul style="list-style-type: none"> <li>機械は考えることができるのか？</li> </ul> </li> <li>ジョン・マッカーシー氏が「知的な機械、特に、知的なコンピュータプログラムを作る科学と工学」として人工知能を定義</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>チューリングテスト               <ul style="list-style-type: none"> <li>機械が思考したかどうかは、人との会話が成立したかどうかで判断</li> </ul> </li> </ul>
1960 年～1974 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 1 次 AI ブーム到来</li> <li>対話できる自然言語プログラム「<b>イライザ</b> (ELIZA)」が誕生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンピュータの<b>推論・探索</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>推論：人間が施行する過程を記号で表現し、実行すること</li> <li>探索：目的となる条件を、解き方のパターンを場合分けして探し出していくこと</li> </ul> </li> <li><b>イライザ</b> (ELIZA)               <ul style="list-style-type: none"> <li>特定のキーワードに反応する回答パターンを複数持たせたもの</li> <li>Siri の起源</li> </ul> </li> </ul>
1974 年～1980 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブームが下火に               <ul style="list-style-type: none"> <li>AI の性能が科学者間で疑問視                   <ul style="list-style-type: none"> <li>迷路の解き方といった簡単な課題にしか対応できなかった</li> <li>現代社会でみられる、複数の要因が絡み合う課題は解けなかった</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	
1980 年～1987 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 2 次 AI ブーム到来</li> <li>「<b>エキスパートシステム</b>」が事業に広く導入開始</li> <li>後にディープラーニングの基礎となる「<b>誤差逆伝播法</b>」が発表</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>エキスパートシステム</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>大量の知識ベース（もし～ならば...）を蓄積し、それを用いて推論させるシステム</li> </ul> </li> <li><b>誤差逆伝播法</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>AI が学習を行なう具体的な手法</li> <li>当時は複雑なモデルを扱わないことやコンピュータの性能不足により、あまり歓迎的ではなかった</li> </ul> </li> </ul>
1987 年～1993 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブームが下火に               <ul style="list-style-type: none"> <li>エキスパートシステムの性能的な限界</li> </ul> </li> </ul>	
1993 年～	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 3 次 AI ブーム到来</li> <li><b>機械学習</b>を応用した技術の実用化</li> <li><b>ビッグデータ</b>によるデータ蓄積の加速化</li> <li>産業への<b>ディープラーニング</b>の導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>機械学習</b></li> <li><b>ビッグデータ</b></li> <li><b>ディープラーニング</b>（2006 年）</li> </ul>

# 人工知能の世界へようこそ

---

## AI の分類

- **特化型 AI** (Artificial Narrow Intelligence; ANI)
  - 特定の狭い範囲の課題に対応した AI
  - 現時点で登場しているすべての AI はここに分類
- **汎用型 AI** (Artificial General Intelligence; AGI)
  - 人間のように広範囲の課題に対応した AI
  - 現時点 (June 1, 2024) では実現されていない

## 分析技術の観点から分類（特化型 AI）

- **ルールベース** = 大量の知識ベース（もし～ならば...）を蓄積し、それをもとに推論するシステム
- **機械学習** = コンピュータに大量のデータを学習させ、分類や予測などを行なうためのアルゴリズムやモデルを構築する技術
  - **教師あり学習**
    - 入力データ（問題）と教師データ（模範解答）を用いて、入力に対して正しい出力が得られるよう、自動で学習
    - 未知の入力データ（問題）に対しても適切な出力データ（回答）が取得可能
  - **教師なし学習**
    - 入力データのみを用いて自動的に学習
    - データの構造やパターンを発見可能
  - **強化学習**
    - 環境との相互作用を通じて、最適な行動を自動的に学習

人工知能の世界へようこそ

---

ディープラーニング

# ディープラーニングとは

- 教師あり学習に分類される、機械学習の一手法
- 大量のデータを使って、コンピュータが自動的に特徴を学習
- 画像認識、音声認識、自然言語処理など、さまざまな分野で活用可能

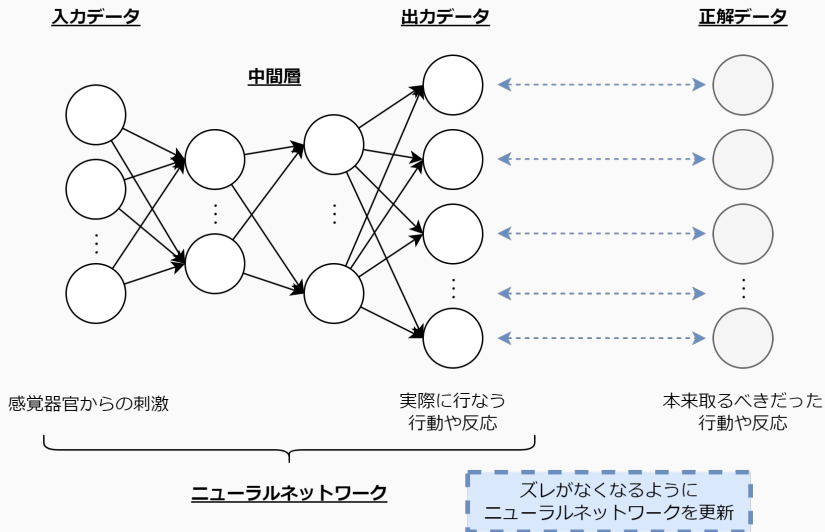
- 人間側のある入力に対して、適切と思われる AI 側の出力が欲しい
  - 顔認証システム  
(入力：顔の画像／出力：本人かどうかの YES or NO)
  - 自動字幕システム  
(入力：声／出力：喋った文章)
  - ChatGPT  
(入力：質問／出力：回答)
  - 競馬で 3 着以内に入る馬の予測  
(入力：馬情報や当日レース情報、同馬の過去レース情報など／出力：3 着以内に入りそうな馬の一覧)



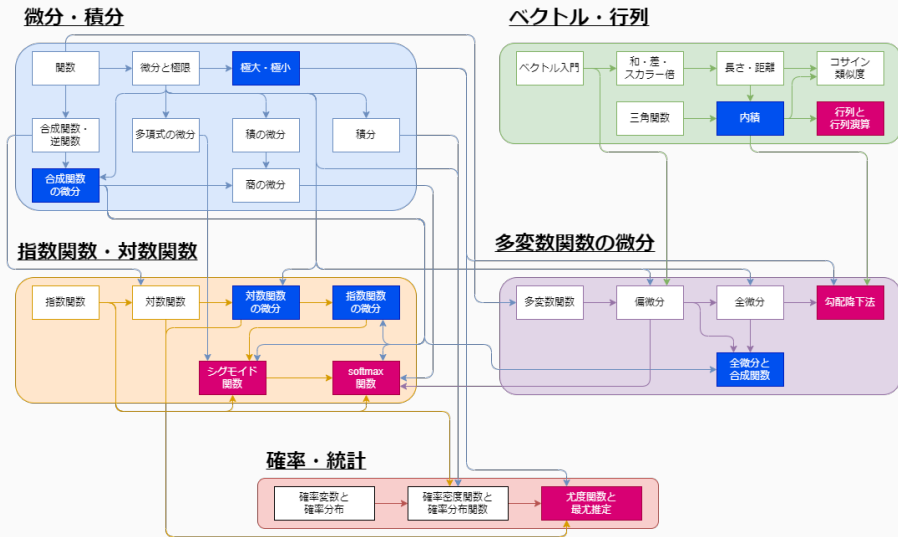
# ディープラーニングの仕組み（概要）

- ニューラルネットワーク（≒ 脳）を用いて学習
  - 入力データ
    - 感覚器官からの刺激
  - ニューラルネットワーク
    - 脳の神経細胞の集まり
  - 出力データ
    - 行動や反応
- 実際に行った行動や反応（出力データ）と、本来取るべきだった行動や反応（正解データ）を比べて、そのズレがなくなるようにニューラルネットワークをアップデートすることを繰り返す

# ディープラーニングの仕組み（概要）



# ディープラーニングに必要な数学の最短ロードマップ



## 現状の理解度チェック

---

## 現状の理解度チェック： $\sum$

高度な大学数学は扱いません。

ほとんどが高校数学か、その延長です。

足りない知識はその都度確認を入れるので、  
まずは現状の理解度をチェックしましょう！

---

□  $\sum$  の意味は分かるか？ (数 B)

• 
$$\sum_{k=1}^n x_k = x_1 + x_2 + \cdots + x_n.$$

## 現状の理解度チェック：ベクトル

### □ ベクトルを知っているか？ (数 B)

- 高校数学の場合： $\vec{a} = (1, 2, 3)$  (行ベクトル)

- 大学数学の場合： $a = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}$  (列ベクトル)

### □ ベクトルの加法や内積の計算ができるか？ (数 B)

- $\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -2 \\ 3 \\ -5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + (-2) \\ 2 + 3 \\ 3 + (-5) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 \\ 5 \\ -2 \end{bmatrix}.$
- $\left\langle \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -2 \\ 3 \\ -5 \end{bmatrix} \right\rangle = 1 \cdot (-2) + 2 \cdot 3 + 3 \cdot (-5) = -11.$

## 現状の理解度チェック：行列

☐ 行列を知っているか？(大学数学)

$$\bullet \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 2 & 1 & -1 \\ -2 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

☐ 行列とベクトルの積を知っているか、  
あるいは、下の式を理解できそうか？(大学数学)

$$\bullet \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 2 & 1 & -1 \\ -2 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \cdot 1 + (-1) \cdot 2 + 0 \cdot 3 \\ 2 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + (-1) \cdot 3 \\ (-2) \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

☐ 微分の計算は理解できるか？(数Ⅱ)

- $(e^x)' = \frac{d}{dx}e^x = e^x.$
- $\frac{d}{dt}(t-1)^2 = 2(t-1).$

☐ 合成関数の微分は知っているか？(数Ⅲ)

(今は忘れていても、下の式をなんとなく見た記憶があるか？)

- $\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \frac{du}{dx}$  (合成関数の微分の公式)



## 現状の理解度チェック：多変数関数

- 多変数関数を知っているか、  
あるいは、下の式を理解できるか？(大学数学)
  - $f(x, y) = x^2 + y^2$  のとき、 $f(1, 2) = 1^2 + 2^2 = 5$ .
- 偏微分の記号の意味を知っているか、  
あるいは、下の式を理解できるか？(大学数学)
  - $f(x, y) = x^2 + 2xy + y^2$  のとき、
    - $f_x(x, y) = \frac{\partial f}{\partial x} = 2x + 2y$ .
    - $f_{xy}(x, y) = \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial}{\partial x} f(x, y) \right) = \frac{\partial}{\partial y} (2x + 2y) = 2$ .