



# AI総合演習

第1回: ガイダンス、人工知能開発の歴史と背景

瓜生真也 (デザイン型AI教育研究センター・助教)

# この講義の 立ち位置

## 目的

社会におけるAI（人工知能）技術の普及が進むとともに、データサイエンス・AIを理解し、専門能力と合わせて活用できる人材の育成が求められている。この授業では文系理系を問わず、AI技術を支える機械学習や深層学習の原理原則を理解することを第一の目標とする。またAIに関する実践的な能力を演習により習得することを目標とする。

**時間:** 火曜日1~2時限

**単位数:** 2

**対象:** 全学年（なるべく1学年向けの解説をします）

**教科書:** 特に指定しません。適宜参考資料を紹介します

---

**関連科目** 「データサイエンスへの誘い」 前期火曜1~2限

「情報科学入門」 後期水曜3~4限ほか  
理工（光システム・光融合1年）

# データサイエンス学修プログラム

<https://www.ai.tokushima-u.ac.jp/mdash/index.html>

本学における数理・データサイエンス・AIへの関心を高めるとともに  
適切に理解し、それを活用する基礎的な能力を育成することを目的とするプログラム

文部科学省による

「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度」  
リテラシーレベルに認定済み（2022年8月）  
→次の応用基礎レベルの認定を目指す



## この講義（AI総合演習）では…

数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアム  
モデルカリキュラム [http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/model\\_ouyoukiso.html](http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/model_ouyoukiso.html)

（※主に学部3、4年を想定）に従い、  
「AI・データ活用」を演習中心に行う  
→1,2年生の受講生向けに丁寧な解説を心がけます

デジタル時代の基礎知識

「数理・データサイエンス・AI」

## 4つの段階と2025年度の育成目標

トップ

100人程度/年

エキスパート

約2,000人/年

**応用基礎**

約25万人/年 文理を問わず、一定規模の大学・高専生  
実践的能力を身につける

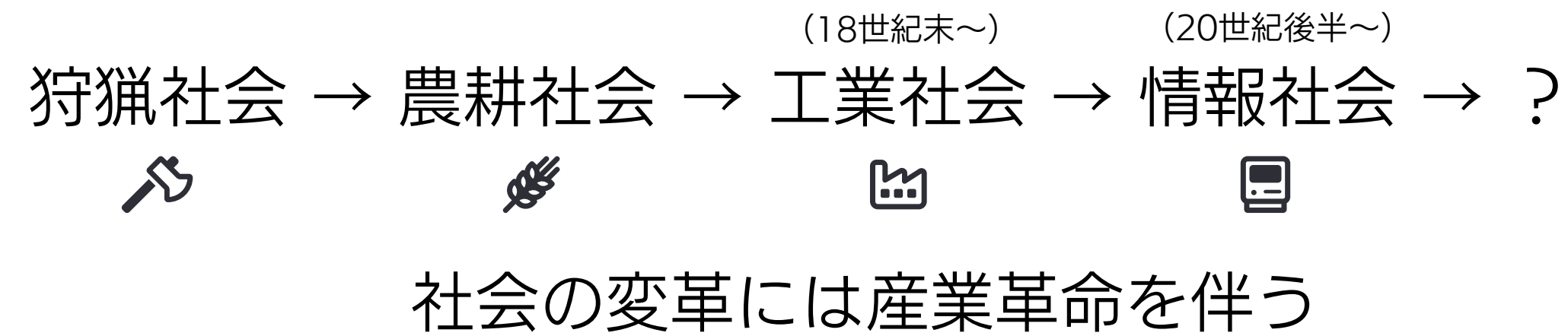
**リテラシー**

約50万人/年  
全ての大学・高専生

関心を高め、基礎的な能力を育成する

# これからの日本社会はAIが支える

Society 5.0… 日本社会が目指すべき未来の社会像（内閣府, 2016）



「AI戦略」… 人・産業・地域・政府全てにAI（内閣府, 2019）

## 4つの戦略目標

教育改革としての「数理・データサイエンス・AI教育」の確立につながる

2021, 2022と時代の流れを受けてアップデートされる

「AIホワイトペーパー」… AI新時代における日本の国家戦略（自民党, 2023）

大規模言語モデルが社会実装された世界の変化に対応する、新たな国家戦略の必要性の提言







「AIセーフティ・インスティテュート」の設立（2023年12月）

AIをめぐる安全性評価に関する調査や基準の策定を行う組織

アメリカ、イギリスに次ぐ、世界で3番目の設置

# ビッグテック: ビッグデータを活用した企業の成功

2010年代はIT（情報・通信技術）産業で規模が大きな企業が支配的

	主な事業	代表的な製品、サービス
<b>Alphabet</b>	検索エンジン、インターネット広告	 Google  YouTube
<b>Amazon</b>	Eコマース、クラウドコンピューティング	 Amazon Web Services Kindle
<b>Meta Platforms</b>	ソーシャルネットワーク	 Facebook  Instagram
<b>Apple</b>	デジタル家電、メディアストリーミング	 Apple Music iPhone

さまざまな職種での数理・データサイエンス・AIの利活用が進む

AIで主導権を握る企業・組織はまだ存在しない？

OpenAI、Anthropic、DeepMind、Sakana AI



# 講義内容

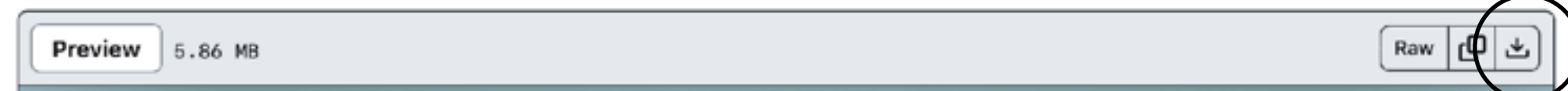
前半は機械学習、後半は深層学習をプログラミングを通して学ぶ  
まとめとして課題解決型（レポート作成）を行う

毎週ラップトップを持参してください（☑充電を忘れずに）

1. ガイダンス
2. プログラミング入門
3. 機械学習の背景・数理
4. 機械学習モデルの設計と評価
5. 機械学習の手法
6. 機械学習モデルの解釈・説明性
7. 演習1：プログラミング言語による機械学習モデルの実装
8. 深層学習の基礎
9. 実社会での応用：自然言語処理、推薦
10. 深層生成モデル
11. 演習2：プログラミング言語による深層学習の実装
12. 課題解決型演習（PBL）1
13. 課題解決型演習（PBL）2
14. 課題解決型演習（PBL）3
15. 課題解決型演習の発表と振り返り

講義に関する資料（スライド、補足資料等）を  GitHubに置いておきます

<https://github.com/uribo/exeai> ダウンロード可能



# プログラミング

機械学習・深層学習の実装、演習を  Pythonを通して行う

📍 第2回から本格的に利用

手元（講義ではリモート環境を利用）で動かせるよう、  
ラップトップを持参すること（タブレットでも可だが、ラップトップ推奨）

あるとよいアカウント… Google(Gmail)、GitHub、  
~~OpenAI~~（登録不要）

おすすめのアプリ… Visual Studio Code (VSCode) by Microsoft  
Arc

時間があればアカウント作成、アプリのダウンロードを

プログラミングは今後（卒業まで、就職後も）役立ちます、ぜひ（好きなことで）自習してください

# 授業サポート体制

講義後、次の授業の邪魔にならない範囲で対応します

講義時間外… (対面) オフィスアワーに対応

火曜日から木曜日 13:00から15:00

総合科学部 1号館 3階中棟 3M24

会議、来客対応等がある可能性もあるので事前連絡（メール）いただけると幸いです

(オンライン) メール、manabaの掲示板、GitHub issues

授業全般で役立つ図書・ウェブの紹介 [🔗 https://www.lib.tokushima-u.ac.jp/siryou/supportnavi/main/files/ai202307.pdf](https://www.lib.tokushima-u.ac.jp/siryou/supportnavi/main/files/ai202307.pdf)



# 成績評価の方法



合格率… 2023年度実績  
前期 … 92%  
後期 … 71%

# 事前知識の把握のためのリテラシー調査

選択肢問題からなる全10問のリテラシーテストに挑戦！

学業成績には一切関係しません

手順 manabaにログイン

コースのページを表示

[https://manaba.lms.tokushima-u.ac.jp/ct/course\\_918962](https://manaba.lms.tokushima-u.ac.jp/ct/course_918962)

アンケートのタブをクリック

初回講義時受講者向けアンケート



オートメーションという新現象は、労働も  
私有財産もない共同体をつくり出すことで、  
われわれを新しい未知の不確実性のなかに  
包み込むのだ。

『ゲーテンベルクの銀河系：活字人間の形成』  
マーシャル・マクルーハン著 森常治訳 (1986). みすず書房



# 人工知能 (Artificial Intelligence: AI) とは

人類が持つ知能をコンピュータで実現しようとする試み

人間が行う知的作業 (現実世界に適応するための能力)

推論 記憶 認識 理解 学習 創造

AIの活用、社会実装が進む領域

📍 第9回で解説

🖼️ 画像認識

🗣️ 音声認識

🗨️ 自然言語処理

物体検出

「犬」で検索

音声アシスタント

機械翻訳

iPhoneでの例





# 人工知能の歴史：流行と冬の時代の繰り返し

## 第一次ブーム（1950年代～60年代）：ゲームから推論、探索の時代

1956年7月～8月「ダートマス会議」の提案書で人工知能という言葉が使用される

ダートマス大学に在籍していたジョン・マッカーシーが主催。人工知能は知能をもつ機械、と扱われる

1957年 パーセプトロンの提案、翌1958年に論文を発表

視覚と脳の機能をモデル化したニューラルネットワークモデル→学習機能をもつ機械として注目される

1969年 人工知能最大の難問「フレーム問題」（後述）が指摘される

現在の人工知能では現実世界のすべての問題に対応しきれない

この段階でのパーセプトロンでは線形分離不可能な問題を解けないことが指摘

人工知能の限界を感じることに…

## 時代背景～コンピュータの黎明期～

真空管1万7468本、延長30m、重さ30トン

### Electronic Numerical Integrator and Computer: ENIAC

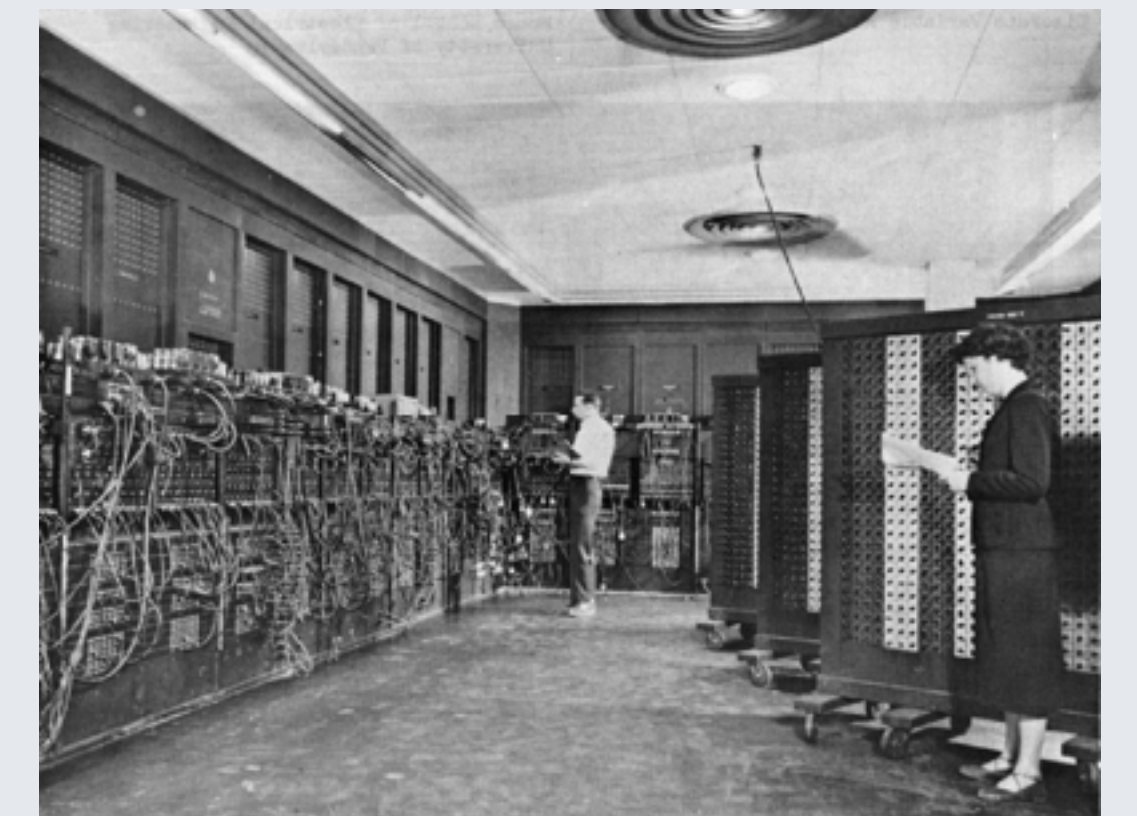
1945年第二次世界大戦中、ペンシルバニア大学で大砲の弾道計算用に開発されたコンピュータ

本来の用途では十分に機能しなかったが、コンピュータの可能性への期待を膨らませることに

問題点… 配電盤を用いたプログラミング。配線作業の負担や配線ミスが発生

コンピュータを制御する方法を配線ではなく**プログラム内蔵方式**に→EDVAC(1951年に稼働)

現在のほとんどのコンピュータはプログラム内蔵方式のコンピュータ



U.S. Army Photo, Wikimedia Commons  
(パブリック・ドメイン)



# 人工知能の歴史：流行と冬の時代の繰り返し

## 第一次ブームのあとの冬の時代

ルールベースでの膨大な専門知識をコンピューターに取り込むエキスパートシステムが登場、注目を集める

## 第二次ブーム（1980年代）：知識表現

### 1982~1992年 第五世代コンピュータプロジェクト

人工知能コンピュータの開発を目指した通商産業省（現経済産業省）主導の国家プロジェクト

### 1986年 誤差逆伝播法の改良

ニューラルネットワークの出力値の誤差をもとに、出力層から入力層へ順に（逆伝播）重みとバイアスを更新する

→当時のコンピュータの性能では計算資源が足りない、時間がかかる。再び冬の時代を迎える

## 第三次ブーム（2000年以降）：ニューラルネットワークの再興、深層学習

### 2006年 層の浅いニューラルネットワークを積み重ねても精度を損なわない手法が提唱

ジェフリー・ヒントンによる制限ボルツマンマシンによるオートエンコーダ

### 2012年 画像認識のコンテストで深層学習を利用したモデル（AlexNet）が優勝

2015年 ResNetが人間の精度95%を超えたことでコンテストは終了

### 2015年 コンピュータ囲碁プログラム(AlphaGo)がプロ囲碁棋士に勝利

第三次ブームの背景としてインターネットの普及に伴う学習データの増加、コンピュータ性能の向上、GPU技術の確立がある

# 人工知能、機械学習、深層学習の位置付け

## 🤖 人工知能 (Artificial intelligence: AI)

人が備えている知能をコンピュータで実現する試み

知能そのものについての理解が追いつかない現状がある中で…

## 📦 機械学習 (Machine learning: ML)

コンピュータがデータから「ルールや知識を獲得するアプローチ」

知識獲得、学習とは何か？

複数のデータから得られる共通点をまとめ、共通点を根拠に結論を導き出す帰納的手法

## 🧠 深層学習 (Deep learning: DL)

多層のニューラルネットワークを用いた機械学習の方法論

ニューラルネットワークの構造が多数の層をもつときに「深い(deep)」という

深層学習以外の機械学習手法… 線形回帰モデル、ロジスティック回帰、サポートベクターマシンなど

人工知能  
機械学習

深層学習

エキスパート  
システムなど  
古き良きAI

生成AI

📍 第5回で解説

# 機械学習の基本的枠組み

例) スーパーで野菜をお得に買うために、今週の野菜の価格を予測したい 🛒

データ: 県内にあるスーパー3店舗での過去1年間の野菜の価格・産地、過去1年間の気象データ

知りたい情報

野菜の価格 🍅

利用可能な情報

野菜の産地

気温

降水量など ⚙️

利用可能な情報 (入力  $x$ ) をもとに野菜の価格 (出力  $y$ ) を予測する

$$y = f(x)$$

のようなモデル式を考える → 学習

精度の高い (現実の野菜の価格を正しく予測するなど) モデルをどうやって作る?

経験 (データ) から環境に適応する能力を得ようとする

📍 詳しくは第3~6回の講義で扱います

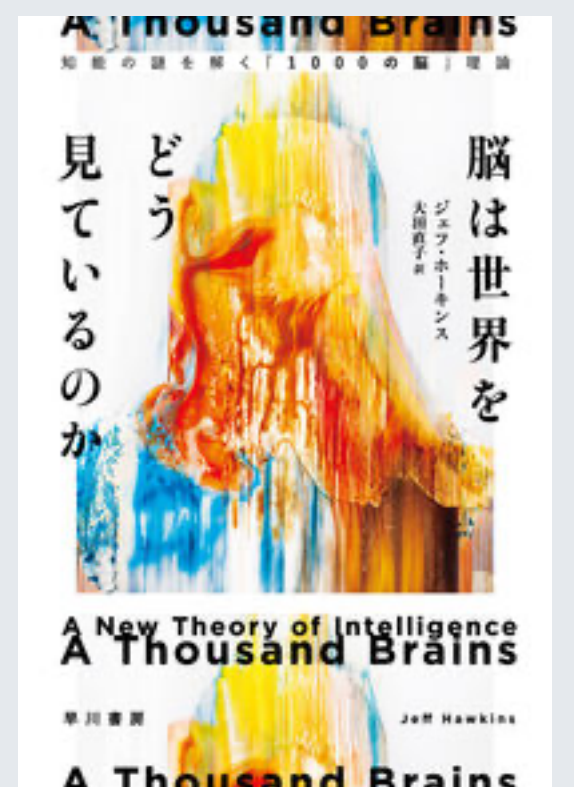
## モデルと「1000の脳理論」 『脳は世界をどう見ているのか：知能の謎を解く「1000の脳」理論』

ジェフ・ホーキンス 著, 大田直子 訳 (2022). 早川書房

“『モデル』という言葉は、私たちが知っていることは事実の山としてただ蓄積されるのではなく、世界とそこに含まれるすべての構造を反映するように体系化されることを意味する。”

脳の世界モデルは地図のような座標系で構築されている。

我々は座標系を用いて常に予測を行い、多数決によって行動を決めていると考える





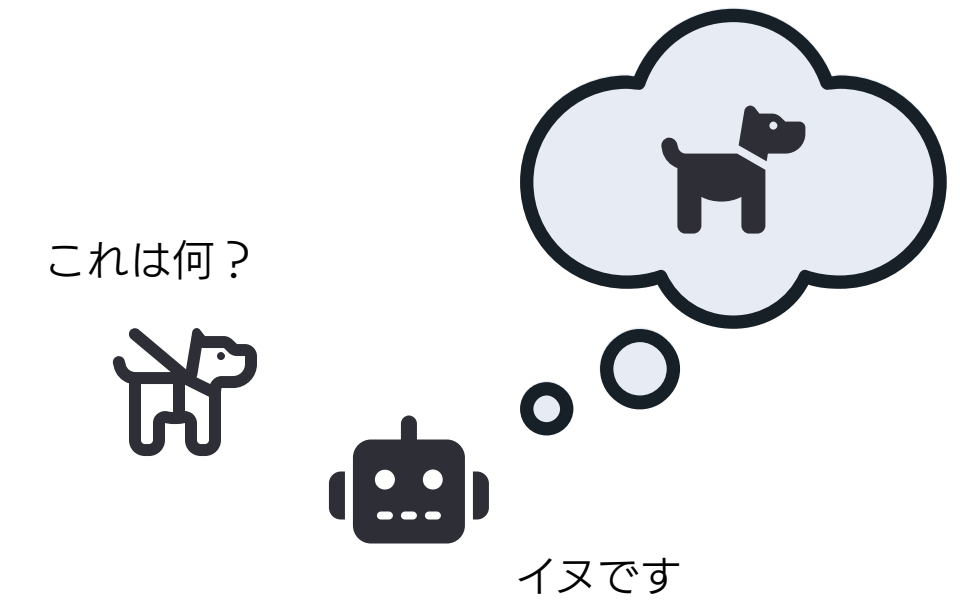
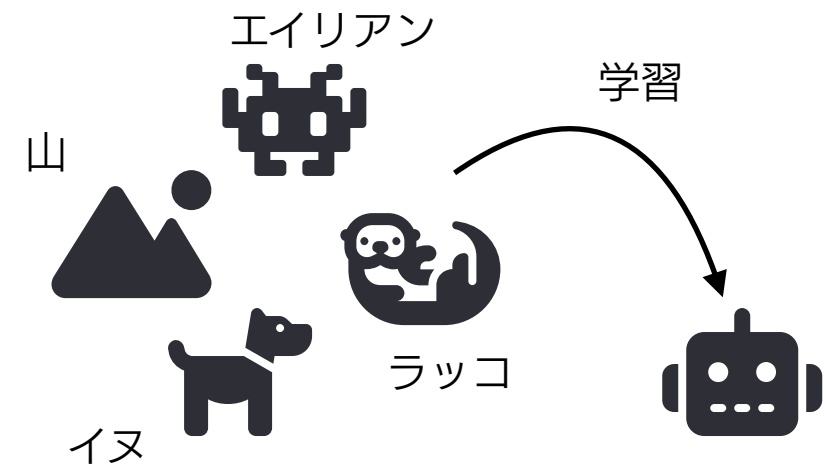
# 機械学習モデルの学習手法の違い

目的や問題設定、条件に応じて異なる学習手法が存在する

📍 詳しくは第3~5回の講義で扱います

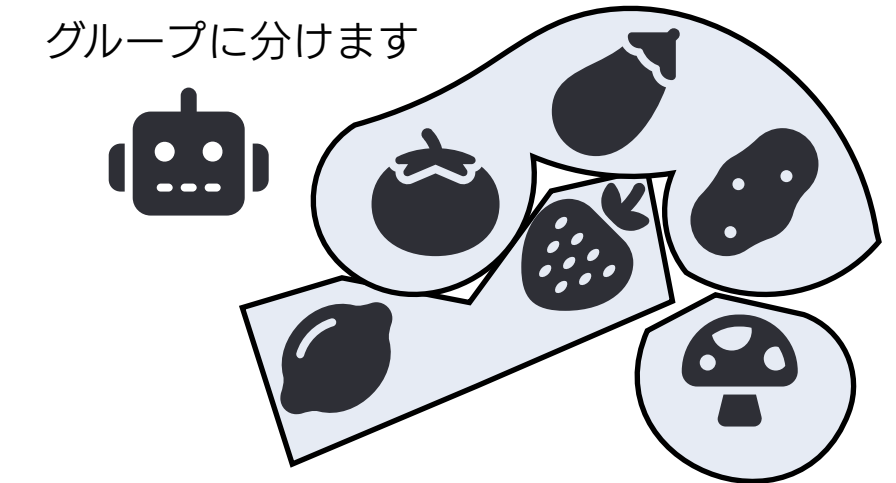
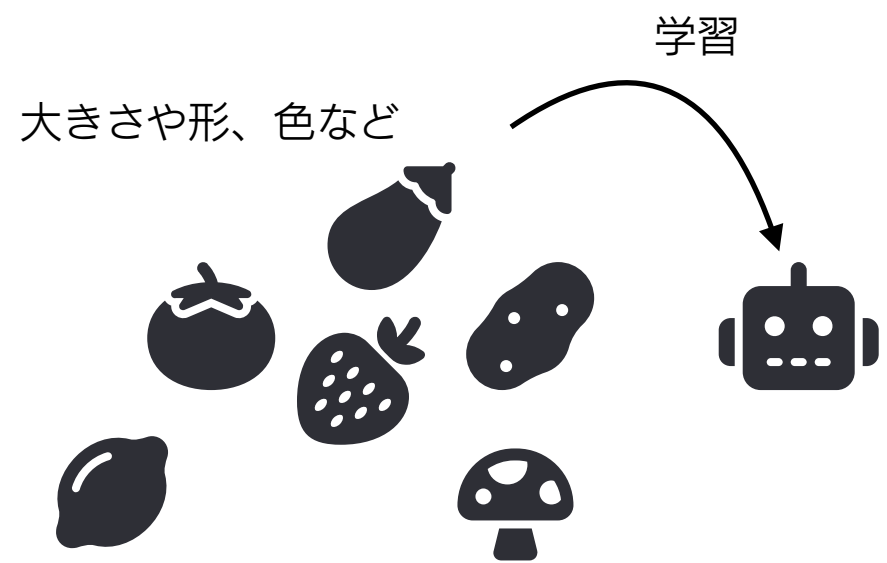
## 教師あり学習

問題と答えの組み合わせから傾向を学習、  
新しいデータ（答えは不明）が与えられた時にデータの予測を行う  
→ 回帰や分類問題など、特定の出力を予測するのに効果的  
→ 画像分類（イヌの写真を見て、「イヌ」と分類や  
機械翻訳（日本語を英語に変換）などに利用



## 教師なし学習

答えのない状態でデータの特徴（構造やパターン）を学習、データの特徴を抽出する  
→ クラスタリングや次元削減などデータの潜在的な構造を抽出する  
→ 異常検知、推薦システム、生成モデルに活用



## 強化学習

人や動物の行動決定や知識獲得を参考にした手法。複雑な環境の中でのさまざまな問題に対処する。  
『学習者（エージェント）』と『環境』の相互作用を扱い、学習者が環境から得る情報（データ）を基に行動を決定し、報酬が最大化するように学習する。

例) 壁にあるスイッチを押せば餌が与えられる仕組みの箱へハトを入れる。

ハトはそのうち自らスイッチを押してエサを食べる行動を獲得する（餌が報酬として機能する）。

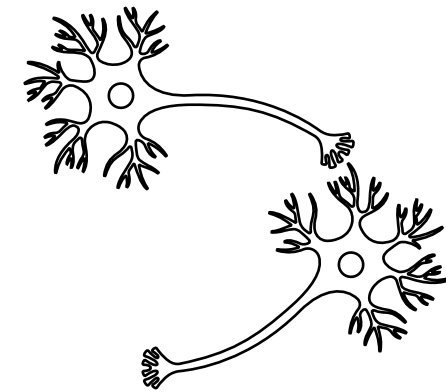
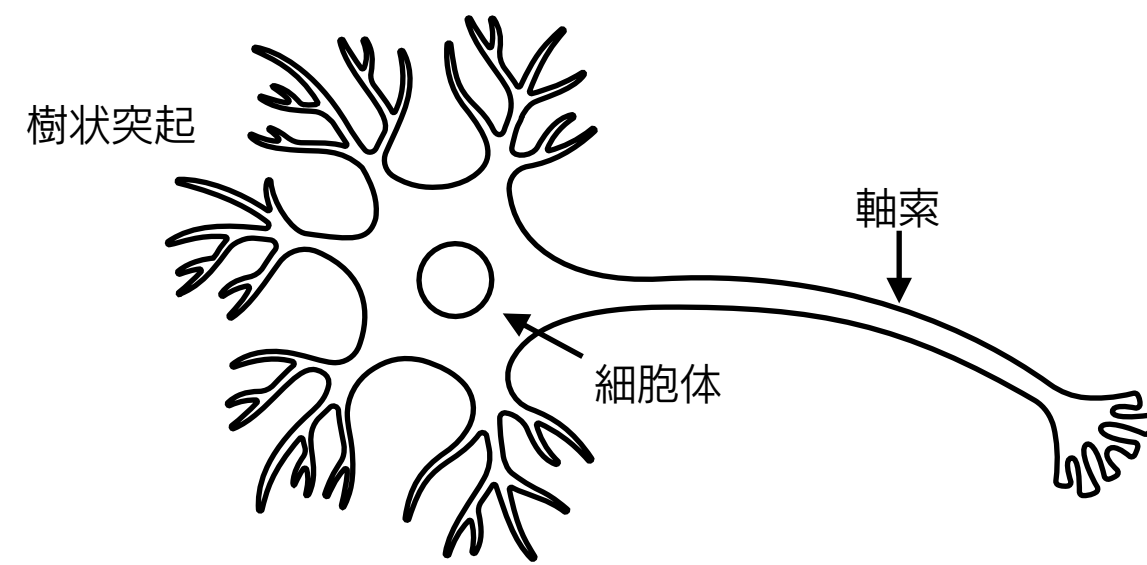
# ニューロンのモデル化: 人間の情報処理を模倣する

## 人間のニューロン (neuron、神経細胞)

刺激を受けついで送る働きをする細胞 (ヒトの場合は大脳皮質だけで100億個以上もつ)

例) 目でイヌを見る→耳や毛並み、足などの特徴をニューロンを通して処理→「イヌ」と認識する

多数のニューロンが結びつき、ネットワークを作ることによって高度な知的機能を実現している



各ニューロンはシナプス結合された他のニューロンから微弱な電気信号を受け取る。総和が閾値を越えることで「発火」が起こり、信号が軸索に伝達される。

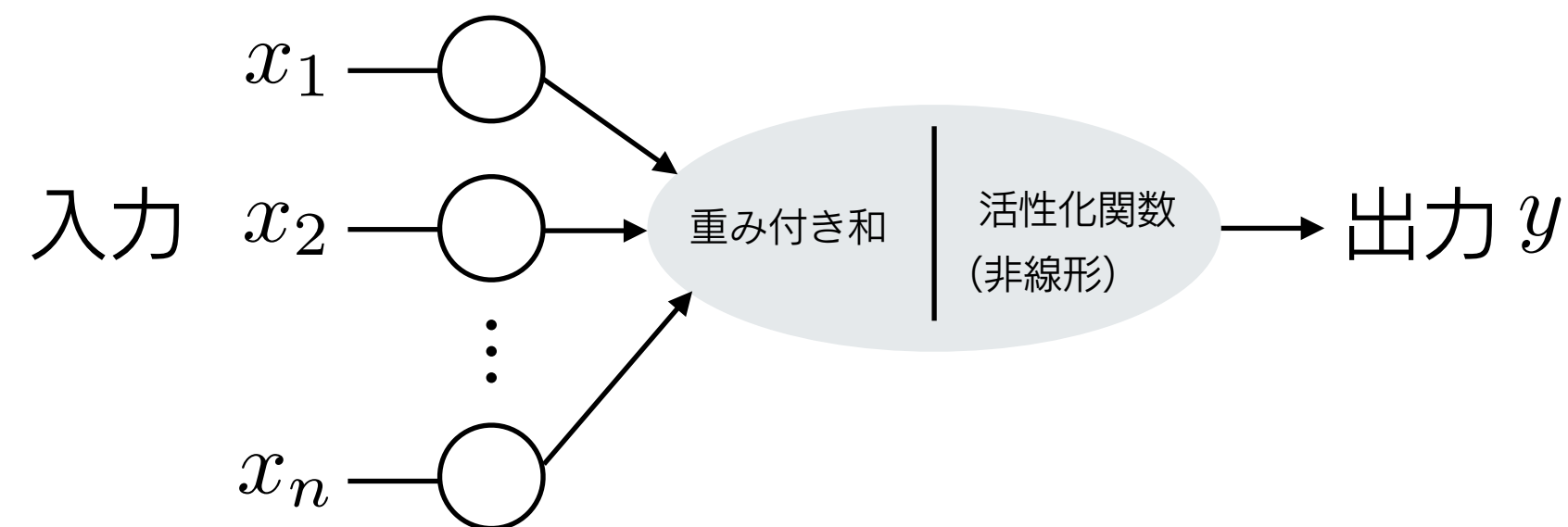
軸索末端と次のニューロンの樹状突起とが接触し、情報の授受をシナプスで行う

樹状突起 (入力) から  
シナプス (出力) へ

## 人工ニューロン

ニューラルネットワークを構成する基本単位としてのモデル化されたニューロン

1つ以上の入力 (樹状突起に相当) を受け取り、それらの重み付け和から活性化関数を通して出力 (シナプスに相当) とする



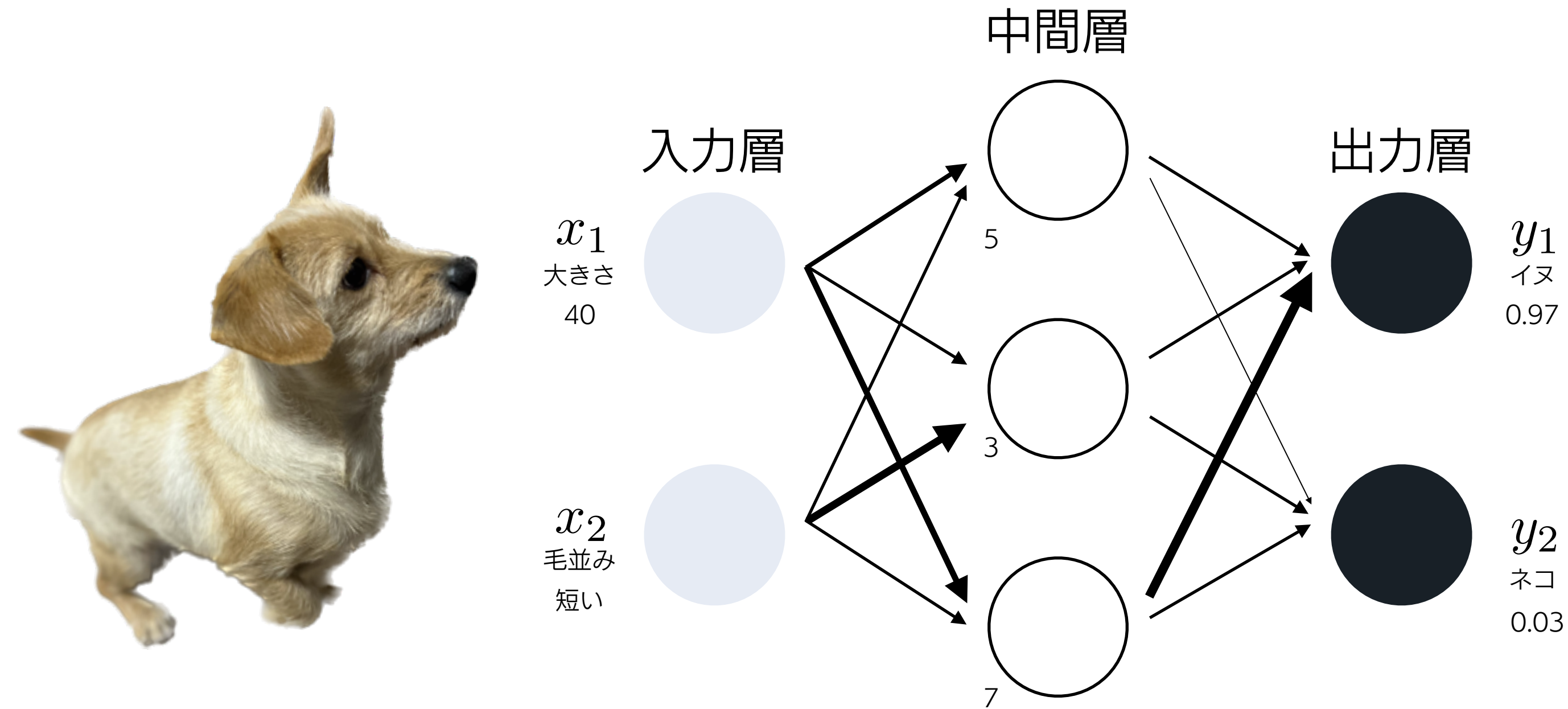
パーセプトロンは人工ニューロンの一種

ニューロンのモデル。モデルにおけるニューロンの一つの単位をユニットと呼ぶ



# 階層型ニューラルネットワーク

入力層、中間層（隠れ層）、出力層から構成される



階層型ニューラルネットワーク。各丸はユニット、線の太さは結合強度を示す。  
入力層のユニットから中間層のユニットへ、中間層から出力層へ数値を変換して受け渡す。

複数の中間層を利用することで深い階層（深層）からなるネットワークができる

データを表現する特徴の学習機会が増える、複雑なデータの表現力が高くなるなどの利点

ユニット間の結合の強さ（結合強度）が伝達の際の数値に影響を及ぼす

# 人間にできてAIにできないこと：哲学的側面から

## ① フレーム問題 <https://www.ai-gakkai.or.jp/whatsai/AItopics1.html>

有限の情報処理能力しか持たないAIには、対象世界に存在するすべての問題に対処できないという考え

1969年 ジョン・マッカーシーとパトリック・ヘイズによる論文で指摘

→第一次ブームでの人工知能の限界を認識

人間は身体性や人間同士のコミュニケーション、暗黙知（by マイケル・ポランニー）により問題へ対処できる。

ただし人間も常にフレーム問題を解けるわけではない→一般化フレーム問題

## ② 記号接地問題

AIが知識として「リンゴ」を知っていても、現実世界の「リンゴ」を見たことも食べたこともない。

それは本当に「リンゴ」について知っていると言えるのか？

1970年 スティーブン・ハルナッドが提唱

人間の子どもはどうやって世界を認知（言語の獲得）をしているのか？

ロドニー・ブルックス曰く、

知能は感覚・思考・行動の3要素の繰り返しからなる

→高度なAIの実現には行動、身体性が必要

(参照) iRobotが製造・販売するロボット掃除機のルンバ



# 今(2022年から)起きていること

## 生成系AIの時代を迎える

2022年4月 OpenAIが画像生成AI「DALL-E 2」 [🔗 https://openai.com/product/dall-e-2](https://openai.com/product/dall-e-2) を発表、9月一般公開

6月 Googleによる「Imagen」 [🔗 https://imagen.research.google/](https://imagen.research.google/) の発表

7月 少人数で運営する研究所から「Midjourney」 [🔗 https://www.midjourney.com/](https://www.midjourney.com/) が登場

8月 ロンドンに拠点を置くスタートアップStable AIが「Stable Diffusion」を一般公開

→拡散モデルによる「文章から（高画質・高品質な）静止画・動画」の出力

## 大規模言語モデルの実用化

11月 OpenAIによる「ChatGPT」の一般公開。対話型AIの台頭

→2ヶ月後には1億ユーザー/月を達成したとされる

2020年にリリースされたGPT-3を改善したGPT-3.5ベース

1750億個のパラメータ数（前身のGPT-2は15億、GoogleによるBERTは1.1億）

2023年3月にはGPT-3の後継、**GPT-4**を発表（パラメータ数は不明）

テキストデータに加えて画像や音楽や動画など様々な種類のデータ（マルチモーダルなデータ）を学習済み

アメリカの司法試験上位10%に入る程度の高得点、日本の医師国家試験でも合格範囲

2023年2月 Microsoftが提供するBingにGPT-4を利用したBing AIを搭載

→言葉でできることを考えてAIに渡す時代に



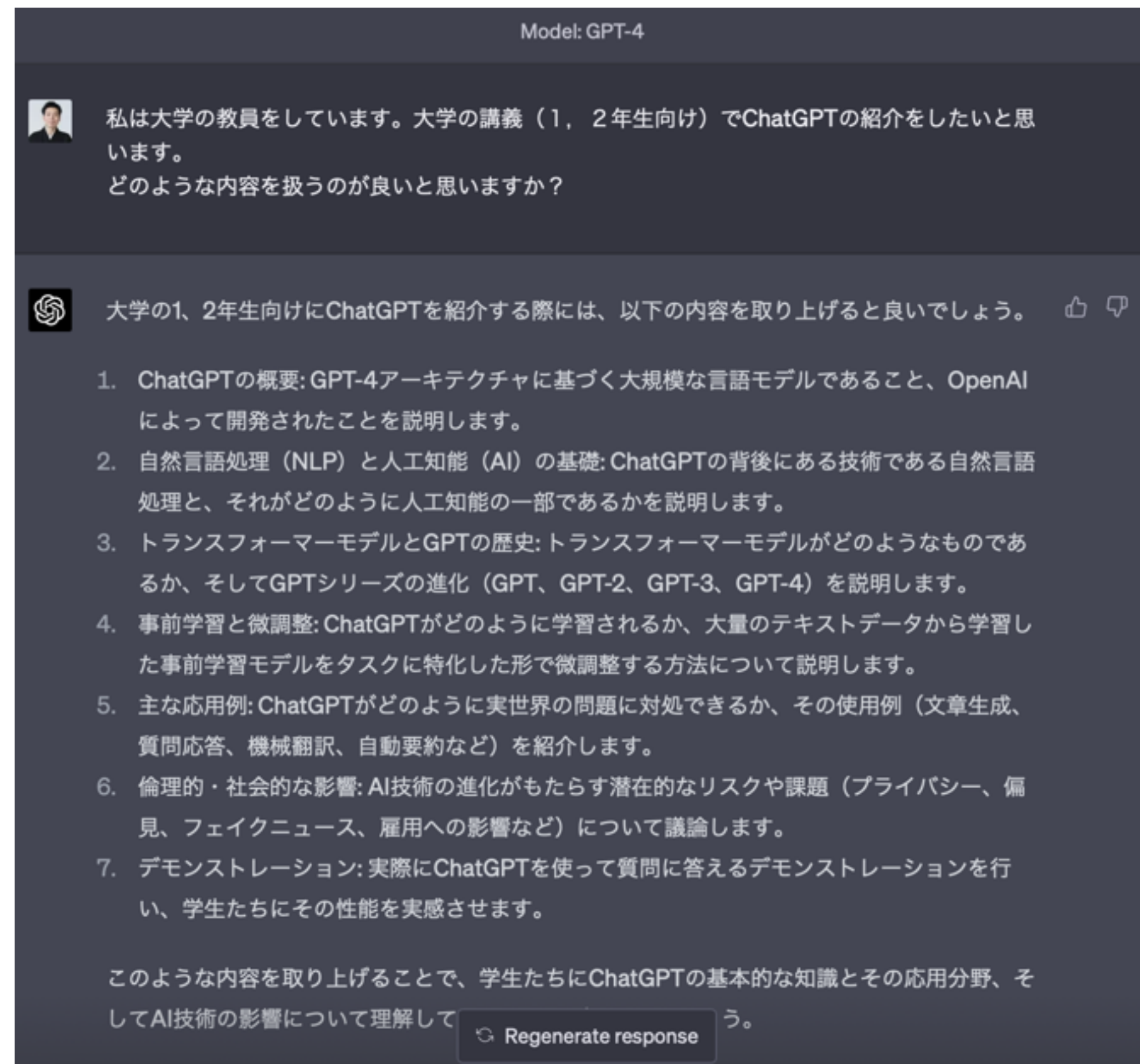
# ChatGPTやGoogle Bardを試そう

<https://chat.openai.com/>

<https://bard.google.com/>

あなたがよく知っていることを（あなたや一部の人が知っているものを除いて）ChatGPTに聞いてみよう。

対話型生成AIが得意なこと… 文章生成、質問応答、翻訳、要約、相談など



Model: GPT-4

私は大学の教員をしています。大学の講義（1, 2年生向け）でChatGPTの紹介をしたいと思っています。どのような内容を扱うのが良いと思いますか？

大学の1, 2年生向けにChatGPTを紹介する際には、以下の内容を取り上げると良いでしょう。

- ChatGPTの概要: GPT-4アーキテクチャに基づく大規模な言語モデルであること、OpenAIによって開発されたことを説明します。
- 自然言語処理（NLP）と人工知能（AI）の基礎: ChatGPTの背後にある技術である自然言語処理と、それがどのように人工知能の一部であるかを説明します。
- トランスフォーマーモデルとGPTの歴史: トランスフォーマーモデルがどのようなものであるか、そしてGPTシリーズの進化（GPT、GPT-2、GPT-3、GPT-4）を説明します。
- 事前学習と微調整: ChatGPTがどのように学習されるか、大量のテキストデータから学習した事前学習モデルをタスクに特化した形で微調整する方法について説明します。
- 主な応用例: ChatGPTがどのように実世界の問題に対処できるか、その使用例（文章生成、質問応答、機械翻訳、自動要約など）を紹介します。
- 倫理的・社会的な影響: AI技術の進化がもたらす潜在的なリスクや課題（プライバシー、偏見、フェイクニュース、雇用への影響など）について議論します。
- デモンストレーション: 実際にChatGPTを使って質問に答えるデモンストレーションを行い、学生たちにその性能を実感させます。

このような内容を取り上げることで、学生たちにChatGPTの基本的な知識とその応用分野、そしてAI技術の影響について理解してもらう。

Regenerate response

## (ChatGPTに限らず)AIツールの利用時の注意

内容の信憑性を鵜呑みにしない

ChatGPTで使われるモデル（GPT-3.5）は学習時のデータで構成される新しい出来後については知らない。古い情報を出すもってもらしいウソを平気でついてくることもある

機密情報や個人情報を安易に扱わない

~~ChatGPTの利用にはOpenAIアカウント、~~

Bardの利用にはGoogleアカウントの作成が必要です

# 本学における生成AIとの付き合い方

教育・研究において適切な活用を推奨する段階

生成AIを活用するための基本方針について <https://www.tokushima-u.ac.jp/docs/50361.html>

【学生の皆さまへ】生成AIの利用について（注意喚起） <https://www.tokushima-u.ac.jp/docs/50015.html>

講義によっては利用が制限・禁止される  
この講義では生成AIの利用も推奨



# 汎用人工知能: 人工知能研究の行く末

AlexNet (画像認識) やAlphaGo (囲碁) など、特定の分野に特化したAI→narrow AI  
人間並みの認知能力や情報処理能力をもつAI→Artificial General Intelligence: AGI

サム・アルトマン率いるOpenAIは

安全な汎用人工知能の開発、世の中への浸透を目指す <https://openai.com/blog/planning-for-agi-and-beyond>

**SFの世界での話か?** 「ドラえもん」や「スカイネット」 (『ターミネーター』に登場)  
のようなAIがいずれ生まれる?

## 技術的特異点 (Technological singularity)

AIの技術的な成長が続き、AI自身がより優秀なAIを生み出すことが可能になった場合、指数関数的に性能向上が起こる。  
結果、未知の技術進化が引き起こされる。

レイ・カーツワイルが提唱…

『ポスト・ヒューマン誕生: コンピュータが人類の知性を超えるとき』井上健 監訳, 小野木明恵, 野中香方子, 福田実 共訳 (2007). 日本放送出版協会

一部の人々は2029年に汎用人工知能が達成、2045年に技術的特異点へ到達すると予測している。

… 計算能力の向上やデータの増加、身体性の獲得だけで到達できる??



# チューリングテスト：対話の相手は機械？人間？

相手が見えない状態で対話を行ったとき、相手が機械であるにも関わらず、人間と勘違いしてしまうのであれば、機械は「知能をもっている」と判断する  
→機械の知性を判断する試験

アラン・チューリングが1950年の論文で記載した内容

ChatGPTを体験したあとで、ChatGPTはチューリングテストに合格できるか考えよう

## 中国語の部屋

ジョン・サールによるチューリングテストに対する反論。

中国語を理解できない人（被験者）を部屋に閉じ込め、説明書に従った作業をさせる。説明書は被験者が理解可能な言語で書かれており、それに従えば中国語での受け答えが可能になる。

→「知識」があるような受け答えを確認するだけでは本当の知識があるとは言えない。

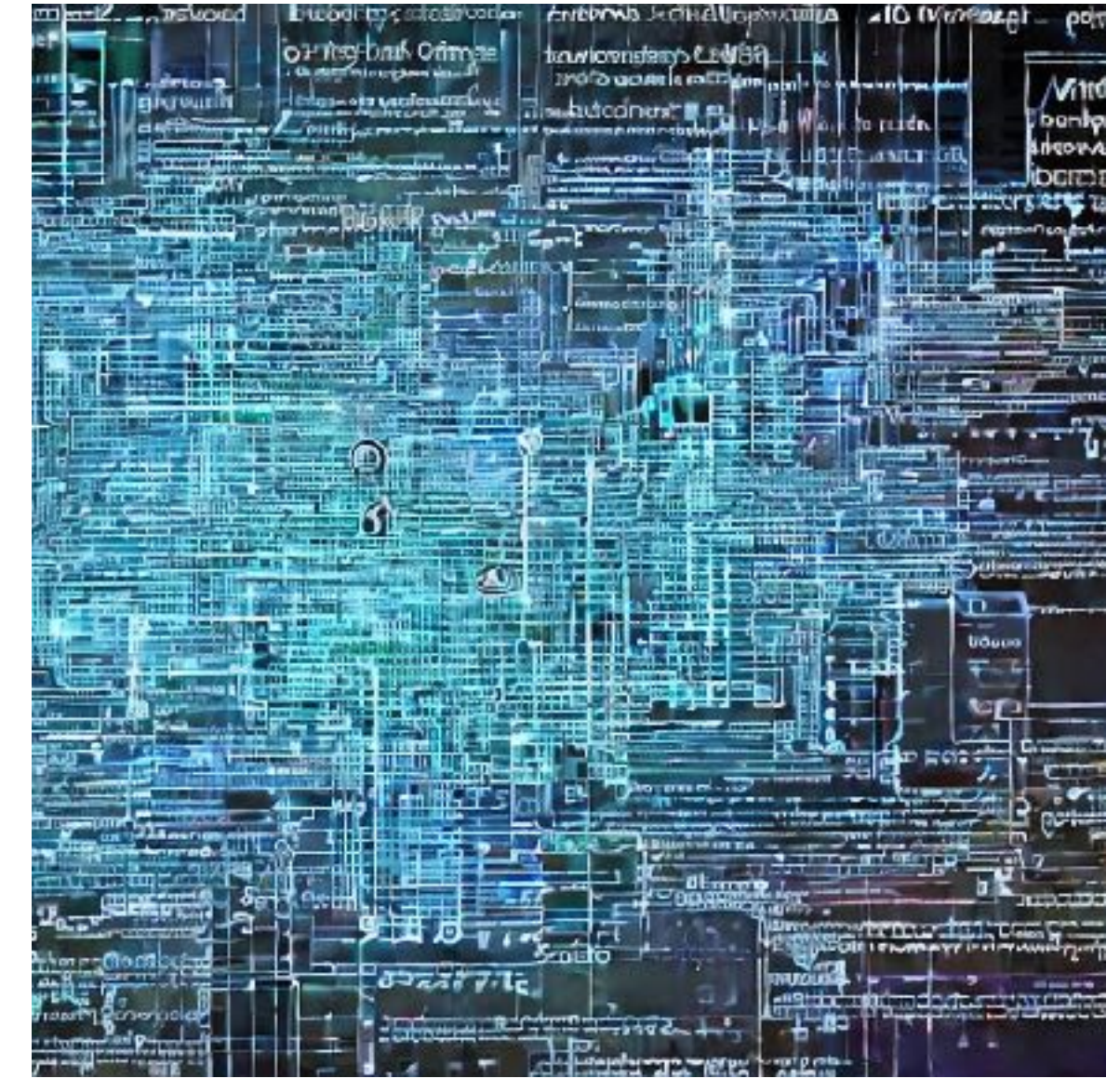




# (AIは生物ではないが) AIの環世界を考える

## AIと人間はどう違う？

一般的な現代人の一日は24時間（食事、排泄のために起き、睡眠が必要）  
そもそもAIは（まだ）身体をもたない。他者や空間の認知が可能か  
AIの環世界は設計者の意図、学習に用いたデータセットによる制約を受ける  
学習、要約、生成に要する時間は圧倒的にAIが速い



## 『生物から見た世界』

ユクスキュル、クリサート著、日高敏隆、羽田節子訳（2005）. 岩波書店

それぞれの動物が知覚し作用する世界の総体が、その動物にとっての環境

同じ世界に暮らしている生物であっても物質的な環境を共有しているだけで、異なる知覚世界をもっている

マダニの例… 視覚・聴覚が存在しないが嗅覚、触覚、温度感覚が優れる。目や耳を使わずに外部の温度や匂いに反応する。

ある研究所では18年間の絶食を耐えた  
→血（エサ）を供給する動物がダニのもとを通るのは稀  
人間の時間感覚とは異なる



人間にとっての部屋



イヌにとっての部屋



ハエにとっての部屋

それぞれの生物が自分と結びつける作用トーンを色づけ



# 参考資料・URL

- 小林一郎 『人工知能の基礎』 (2008) サイエンス社. ISBN: 978-4-7819-1217-2

瓜生居室: あり、徳大図書館: なし、市立図書館: なし、県立図書館: なし

- 谷口忠大 『イラストで学ぶ人工知能概論 (改訂第2版)』 (2020) 講談社.

ISBN: 978-4-06-521884-6

瓜生居室: あり (電子版)、徳大図書館: あり、市立図書館: あり、県立図書館: あり

- 赤穂昭太郎ほか, 北川源四郎, 竹村彰通(編) 『応用基礎としてのデータサイエンス : AI×データ活用の実践』

(2023) 講談社. ISBN: 978-4-06-530789-2

瓜生居室: あり (電子版)、徳大図書館: なし、市立図書館: なし、県立図書館: なし

- 岡野原大輔 『ディープラーニングを支える技術: 「正解」を導くメカニズム (技術基礎)』

(2022) 技術評論社. ISBN: 978-4-297-12560-8

瓜生居室: あり (電子版)、徳大図書館: あり、市立図書館: なし、県立図書館: なし

- 岡野原大輔 『ディープラーニングを支える技術2』 (2022) 技術評論社. ISBN: 978-4-297-128111

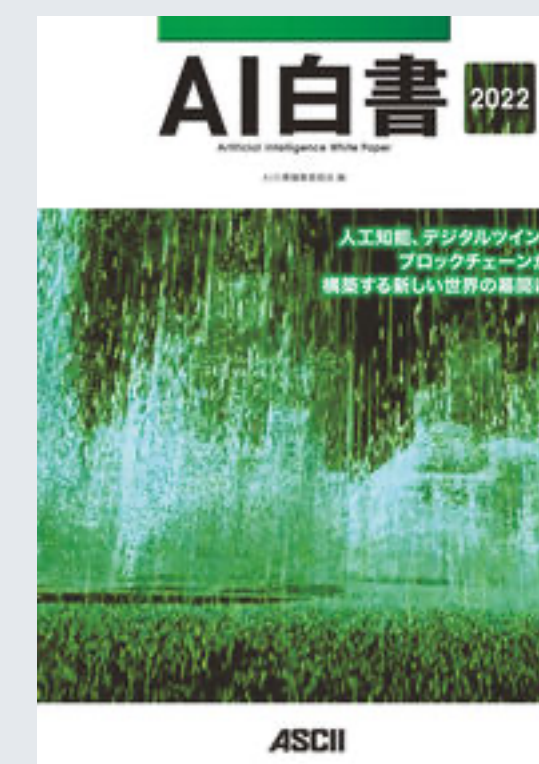
瓜生居室: あり (電子版)、徳大図書館: あり、市立図書館: なし、県立図書館: なし

- 岡谷貴之 『深層学習』 (2022) 講談社. ISBN: 978-4-06-513332-3

瓜生居室: あり、徳大図書館: あり、市立図書館: なし、県立図書館: あり

- AI白書編集委員会 (編) 『AI白書2022』 (2022) KADOKAWA. ISBN: 978-4-04-911090-6

瓜生居室: あり (電子版)、徳大図書館: なし、市立図書館: なし、県立図書館: あり





# 次回: プログラミング入門

来週4月22日同じ時間、同じ場所

ラップトップを持参しないと何もできません…お忘れなく！

充電も