

# コンピュータは心を持つか？

## ChatGPTは文章を理解しているのか？

岡野原大輔 『大規模言語モデルは新たな知能か』 岩波科学ライブラリー 319

S・ウルフラム 『ChatGPTの頭の中』 ハヤカワ新書 009

Newton 超絵解本 『初心者でもわかる ChatGPTとは何か』 2024年1月

Newton 2024年1月号 「ChatGPTの未来」

別冊日経サイエンス 『生成AIの科学 「人間らしさ」の正体に迫る』 2023年10月

日経サイエンス 2023年10月号「大規模言語モデル 科学を変えるAI」

日経サイエンス 2021年 2月号「AIに言葉の意味はわかるか」

Interface 2023年11月号 「ChatGPTとプログラミング」

落合 史生

# コンピュータと脳

•「基礎科学者から見たコンピュータと脳」 国際高等研究所 政池 明 2002年

•武田 小柳 戎崎 落合 上原 重本 藤原 野口 小野 千葉

•戎崎俊一(理化学研究所) 「コンピュータは心を持つか？」 電力

•大脳で数百億個のニューロン 100兆を超えるシナプス 20w

•10の11乗の1/1000を想定 1億個CPU CPU 10w 10の9乗w

原発 100万Kw 10の9乗w

京 10万個 CPU 100w 10の7乗w

2012年

•量から質への転化が起こる？ 創発

•CPUのネットワークをどうするか？

•教育をどうするか？ アルゴリズムは？

•身体性のない心はあるのか？

# スーパーコンピュータ

2012年 京

2021年

## ■スパコンの計算速度上位5機

|   | 名称      |   | 計算速度<br>(京回/秒) | FLOPS     |
|---|---------|---|----------------|-----------|
| 1 | 富岳      |    | 44.2           | ※京は1兆の1万倍 |
| 2 | サミット    |   | 14.8           |           |
| 3 | シエラ     |  | 9.4            |           |
| 4 | 神威太湖之光  |  | 9.3            |           |
| 5 | パールマッター |  | 6.4            |           |

2023年

2エクサフロップスの「Aurora オーロラ」2023年6月

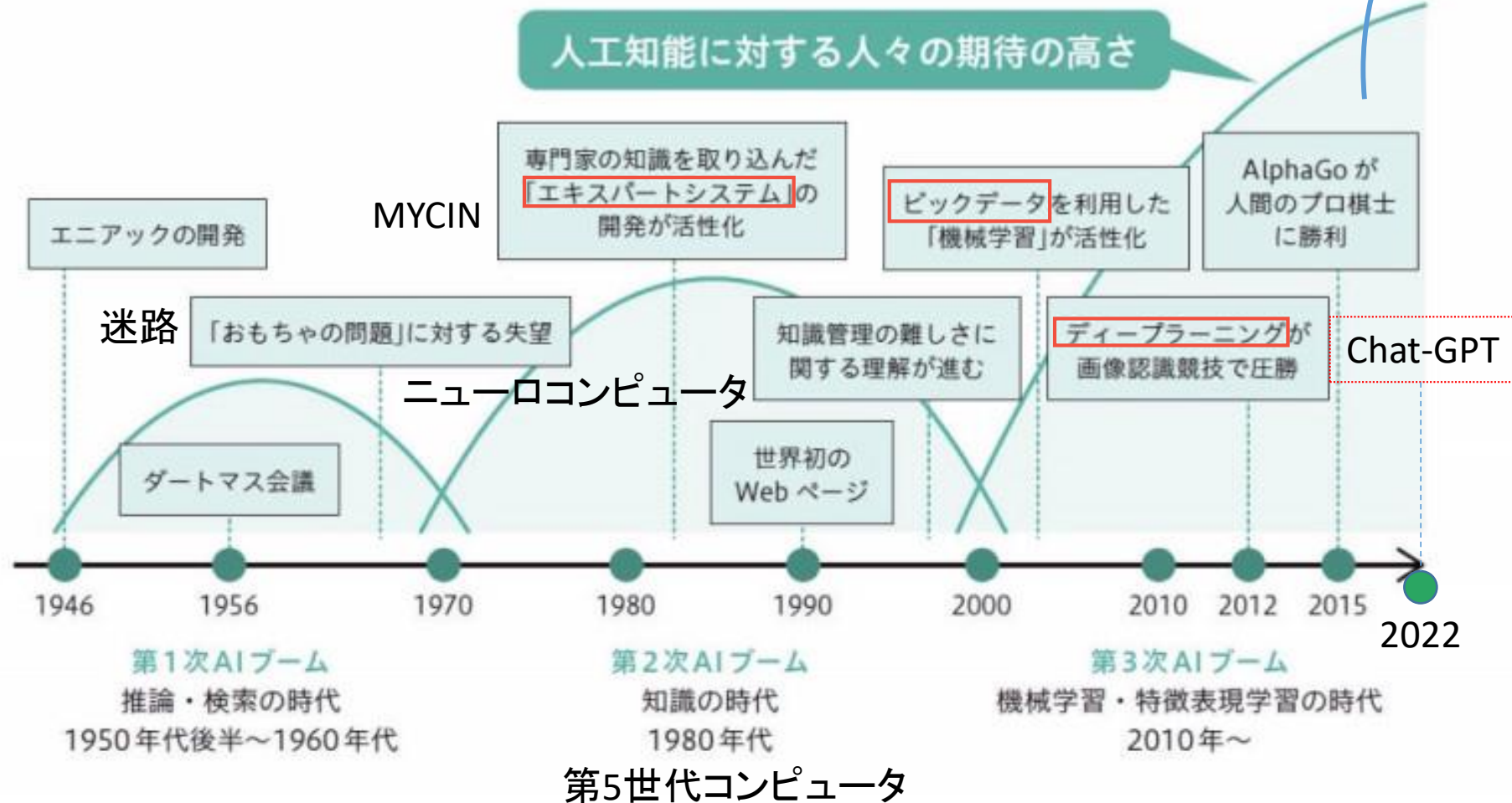
## ■スパコンの計算速度 上位5機

アルゴンヌ

|   | 名称         | 計算速度<br>(京回/秒) | オークリッジ                                |
|---|------------|----------------|---------------------------------------|
| 1 | フロンティア(米国) | 119.4          | 1.194エクサ<br>エクサ<br>E:10 <sup>18</sup> |
| 2 | オーロラ(米国)   | 58.5           |                                       |
| 3 | イーグル(米国)   | 56.1           |                                       |
| 4 | 富岳(日本)     | 44.2           |                                       |
| 5 | ルミ(フィンランド) | 37.9           |                                       |

# 人工知能(AI)の歴史

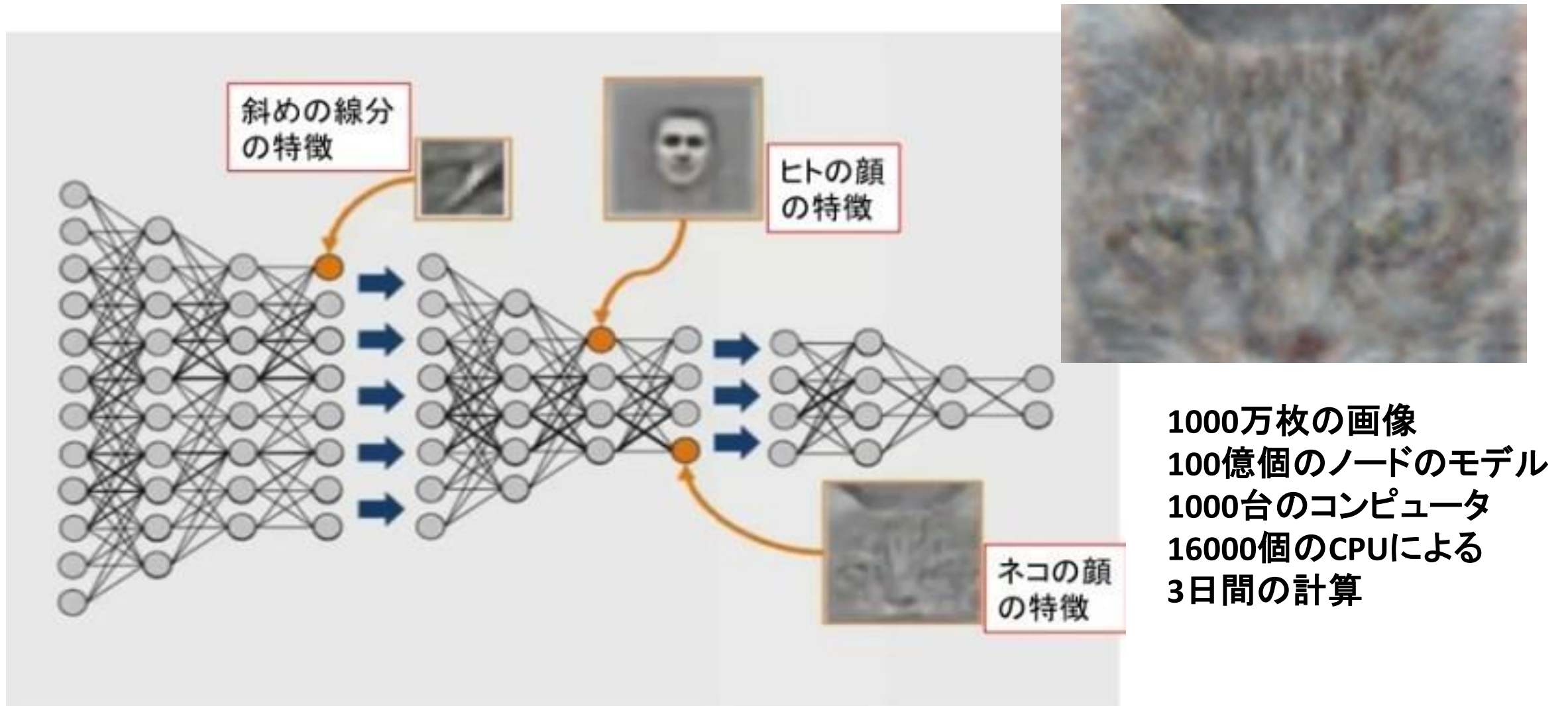
第4次AIブーム





# 2012年にAIの歴史が動いた！

## ついに猫認識に成功した「Googleの猫」



# 文章認識の世界

- **1982年** J.J. Hopfield (ジョン・ホップフィールド)
  - ホップフィールドネットワーク
- **1990年** J. L. Elman (エルマン)
  - 現代のRNN(Recurrent Neural Network) 回帰型ニューラルネットワークYoshua Bengio
- **1997年** Yoshua Bengio (ヨシュア・ベンジオ) モントリオール大学
  - LSTM(Long short-term memory) 「長・短期記憶」 RNNの欠点を克服
- **2013年** Tomas Milonov(トマス・ミコロフ) Google
  - Word2Vec 数百次元 教師なし学習Tomas Milonov
- **2017年** Ashish Vasawani(アシシュ・ヴァスワニ) Google
  - Transformer 自然言語処理に適した深層学習 「アテンション 注意機構」  
エンコーダー デコーダー 脱RNN **Attention Is All You Need**
- **2018年** BERT:文章理解 Bidirectional Encoder Representations from Transformers Google  
GPT :文章生成 Generative Pre-trained Transformer OpenAI

# Chat-GPTの衝撃

1. 入力(プロンプト)の意味を良く理解している
2. 出力の文章も良く出来ている
3. 嘘をつく(幻覚) ハルシネーション(Hallucination) 計算が弱い
4. 創発が起こっているのでは？
5. プログラムも作成できる
6. 画像を解釈できる
7. 画像を作成できる
8. 認識AIから生成AIへ



# チューリング・テストとサールの中国語の部屋

- チューリング・テスト 1950年

Alan Mathieson Turing, “Computing Machinery and Intelligence”

アラン・チューリング『計算する機械と知性』

- コンピュータには**知能**がある

- サールの中国語の部屋 1980年

John Rogers Searle, “Minds, Brains and Science”

ジョン・サール(シアー)『心・脳・科学』(岩波人文書セレクション)

- **意識**は脳の物理的プロセスだけでは説明できない

# 心とは何か？

日経サイエンス 2015年6月号

- 自由意志は存在するのか？
  - 脳はマクロの存在であるので、古典物理学の決定論に従うので  
自由意志は存在しない
  - 1983年 ベンジャミン・リベット
    - 「被験者の記録時間」よりも「脳の活動」の方が0.5秒ほど速い
    - 「人が『この瞬間に決めた』と認識する前にすでに脳は行動を決めているのだ」と解釈され、人間に自由意志は存在しないという主張につながった。
- 意識とは
- 創発とは
- 感情とは

# 心はどこに存在するのか？

- 体外 魂
- 心臓
- 腸
  
- 脳

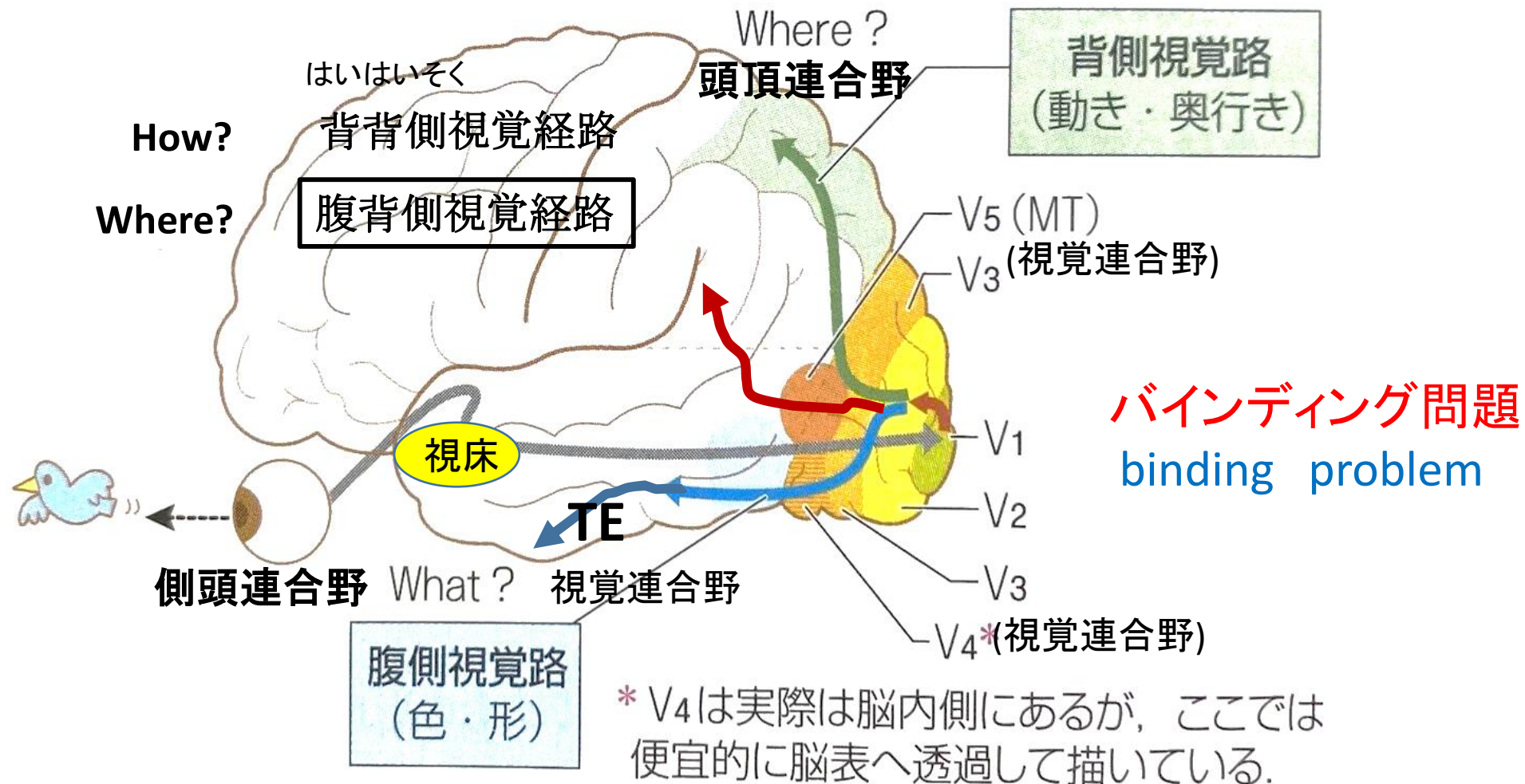
# コンピュータは心を持つか？

大脳で数百億個 のニューロン **100兆**を超えるシナプスポイント

# 脳の構造

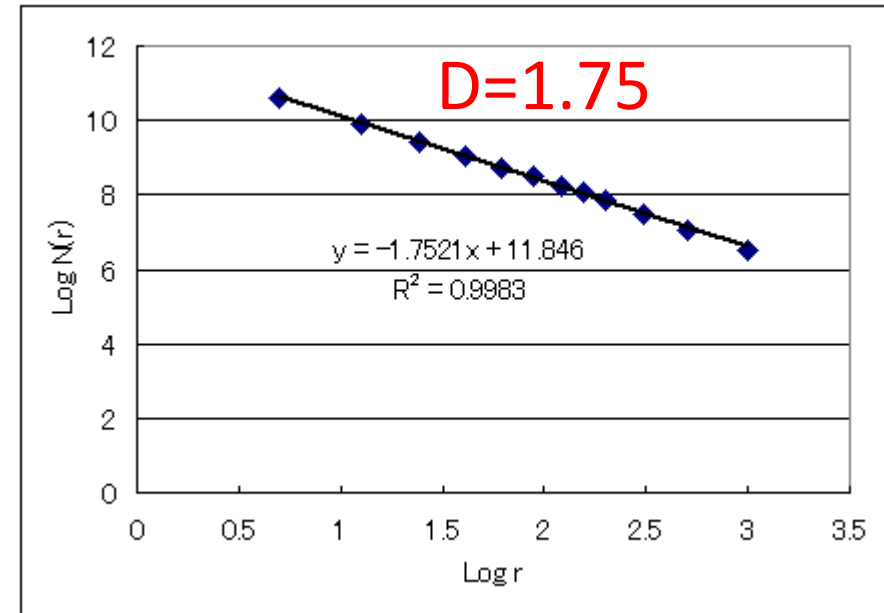
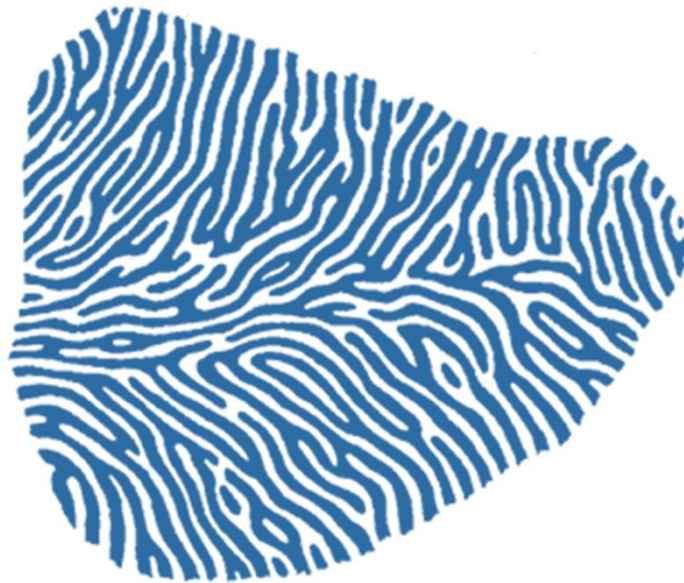
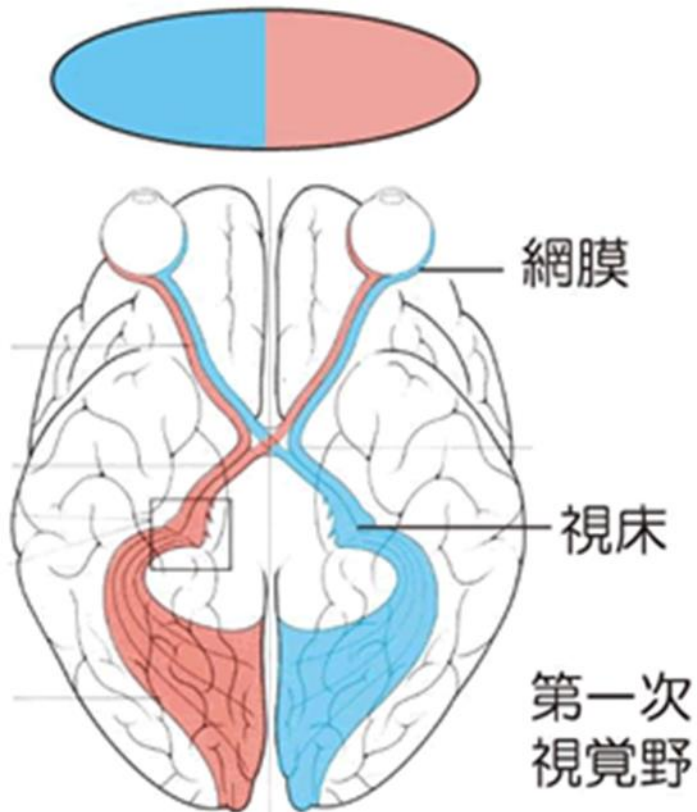


# 視神経のネットワーク

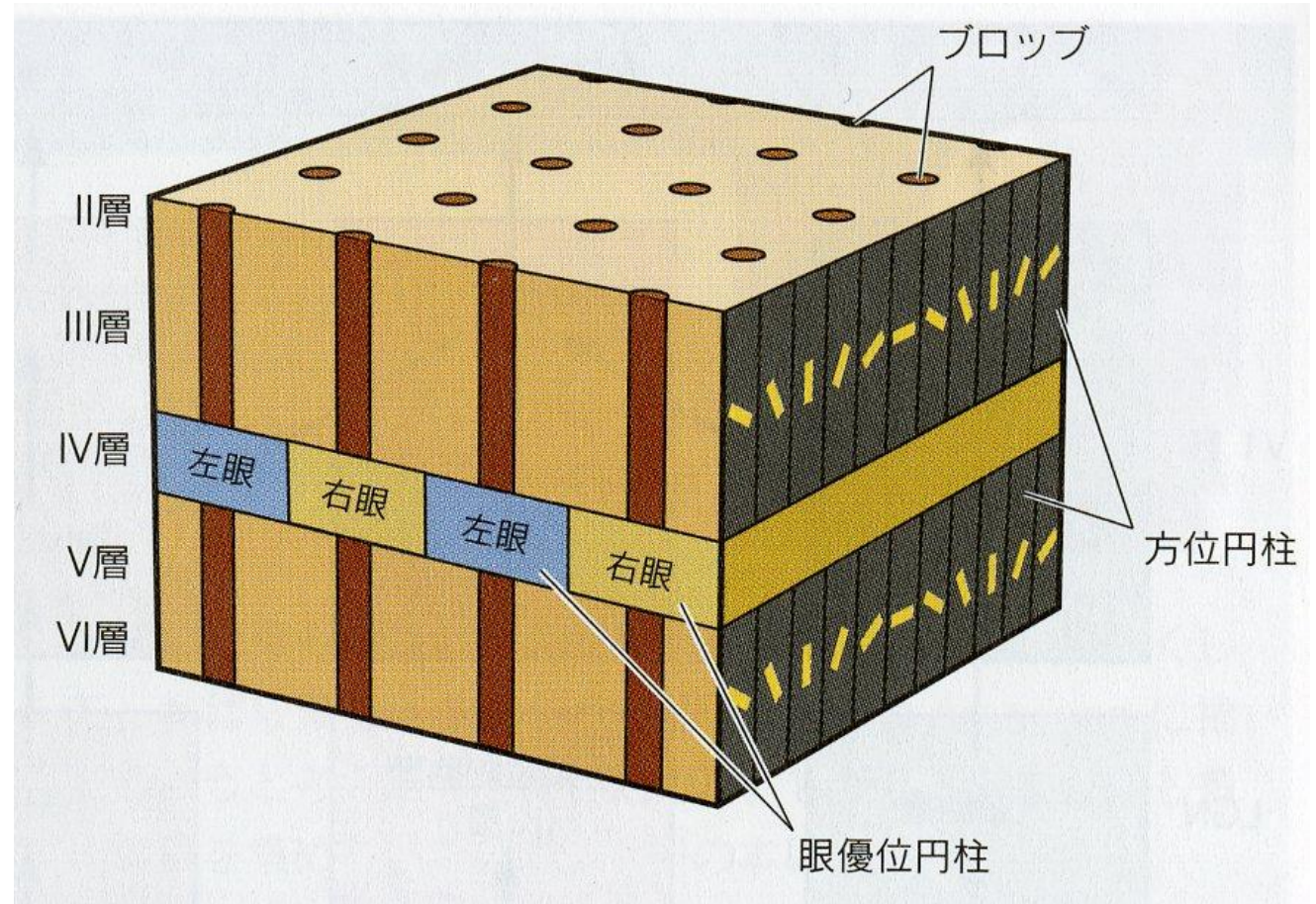
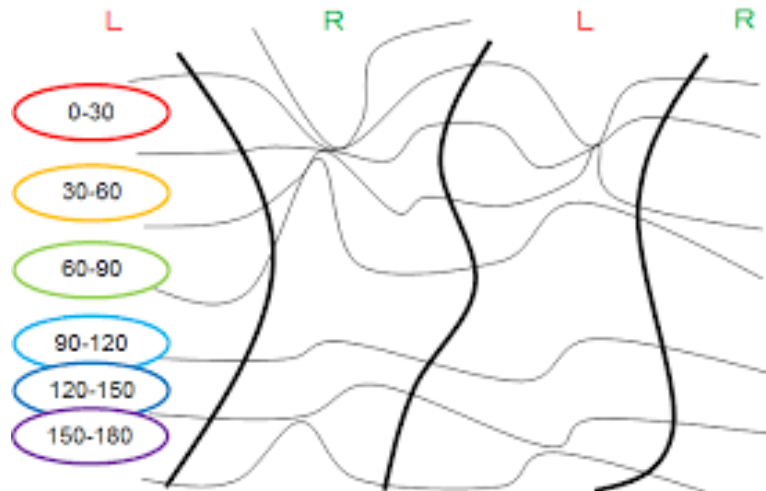
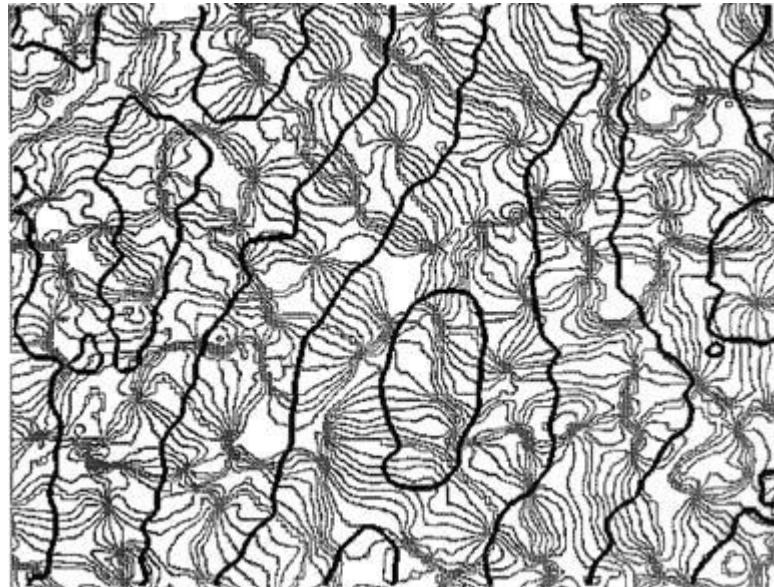


# V1野の右眼左眼優位コラムの分布

- D. H. Hubel and T. N. Wiesel, The Ferrier Lecture: Functional architecture of macaque monkey visual cortex: Proceedings of Royal Society of London B198 (1977) 1-59



# 方位選択性コラム



<https://www.cis.twcu.ac.jp/~asakawa/MathBio2010/lesson12/>



# 顔ニューロン TE野

おばちゃん細胞は存在するのか？

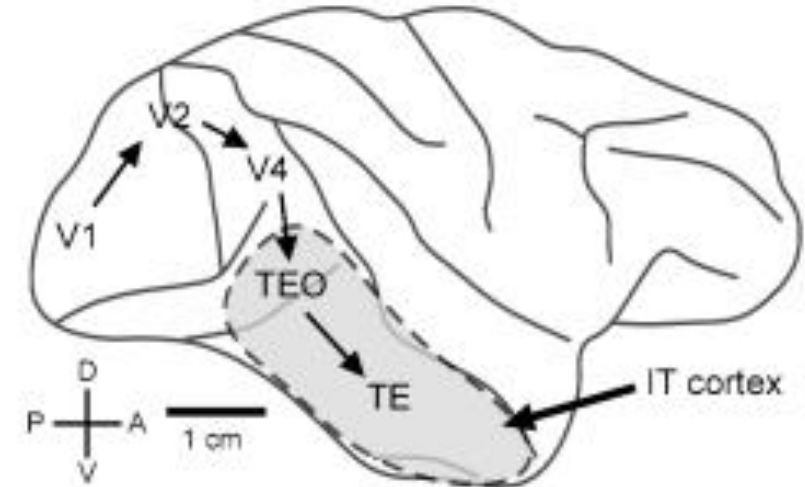
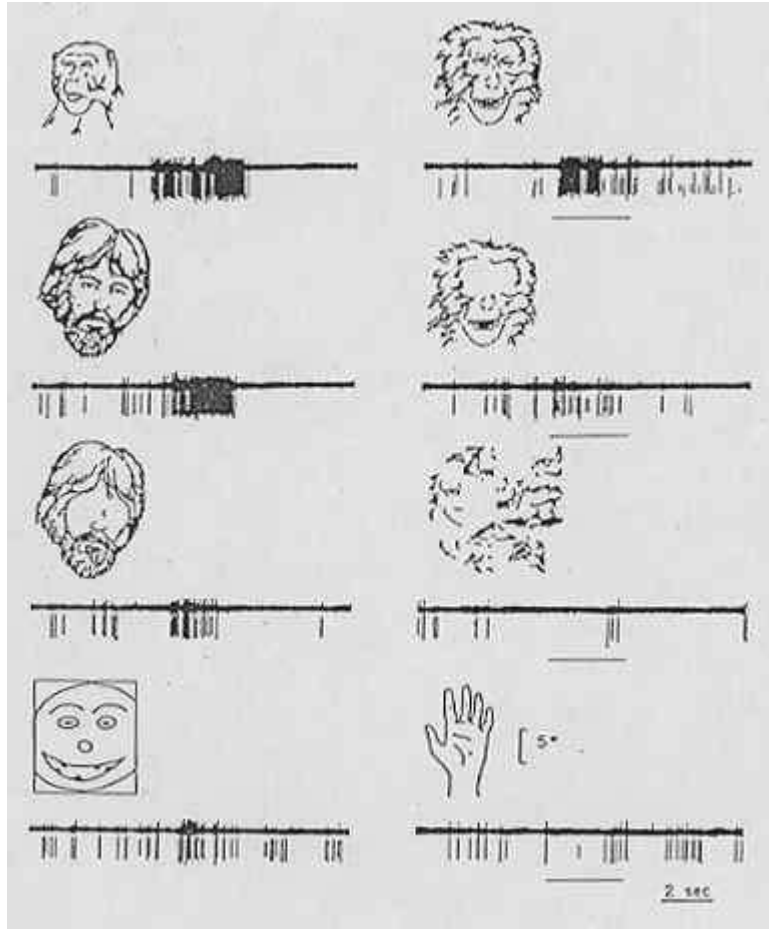


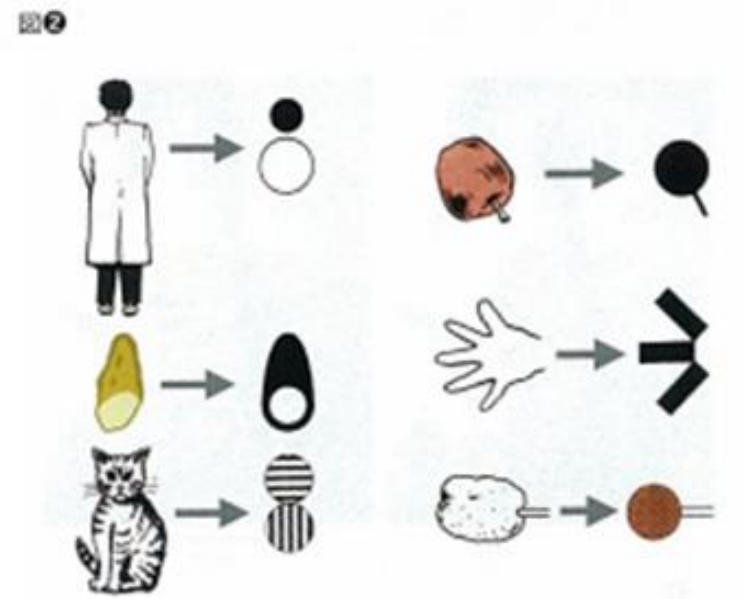
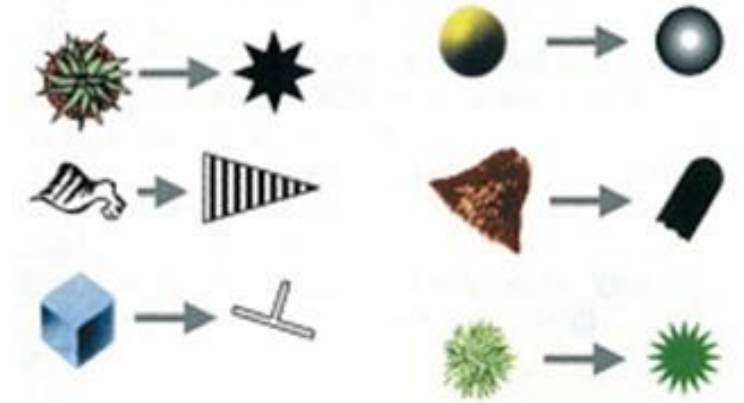
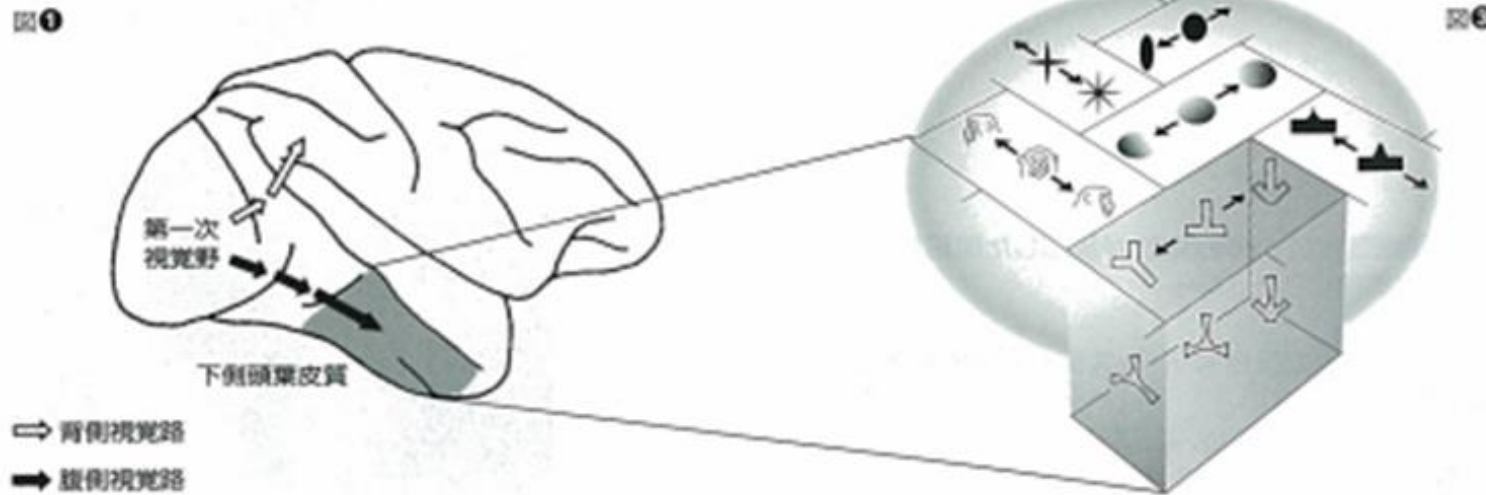
図1 マカクザルの腹側視覚経路  
マカクザルの脳を側方から見た図。左側が後方、右側が前方。TEO野とTE野は下側頭葉皮質 (inferior temporal cortex : IT cortex) の一部である。

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jnns/20/2/20\\_73/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jnns/20/2/20_73/_pdf)

Bruce, Desimone, Gross, J. Neurophysiology, 46, 369-384, 1981  
[https://web2.chubu-gu.ac.jp/web\\_lab/mikami/brain/27/index-27.html](https://web2.chubu-gu.ac.jp/web_lab/mikami/brain/27/index-27.html)

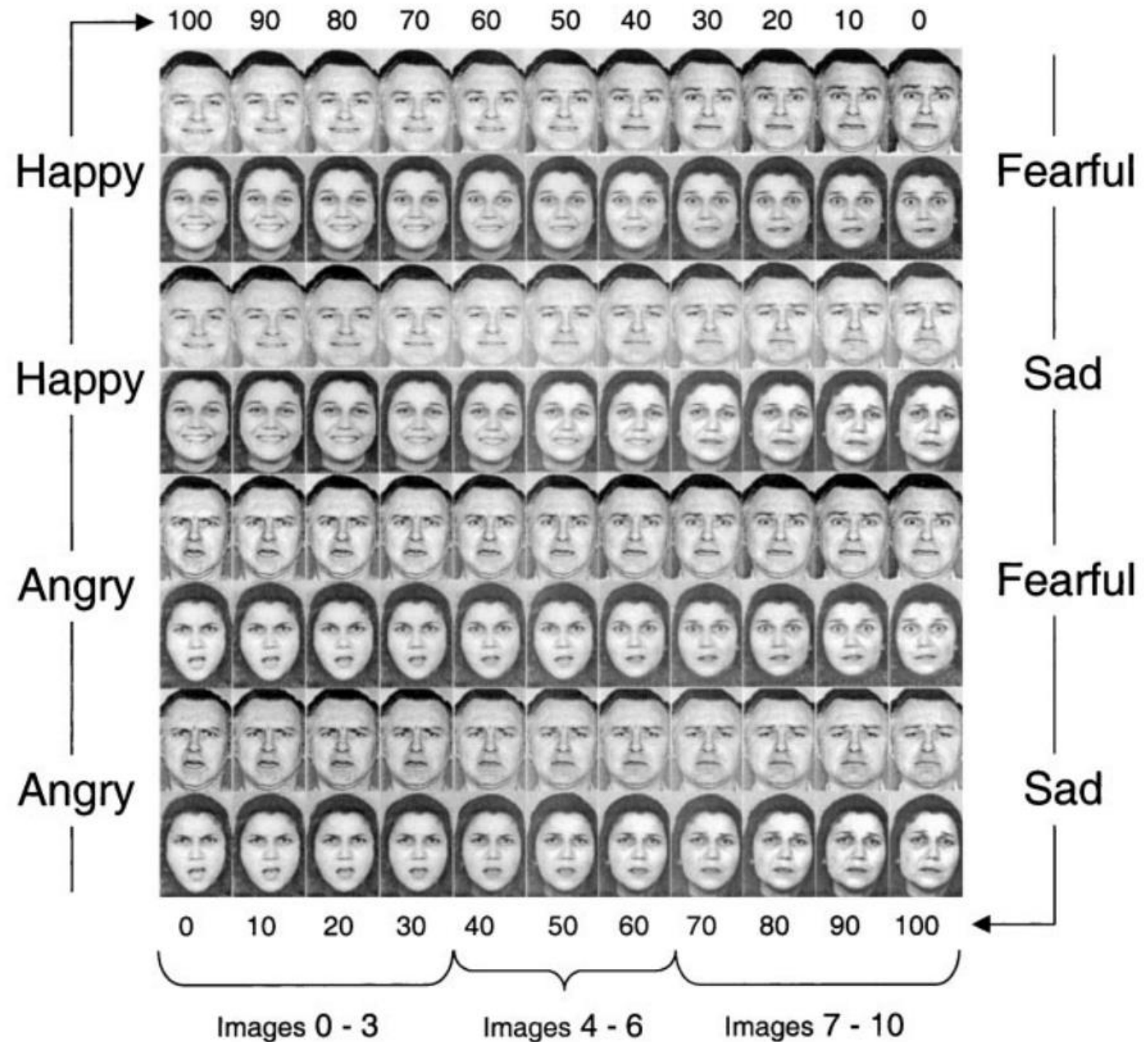
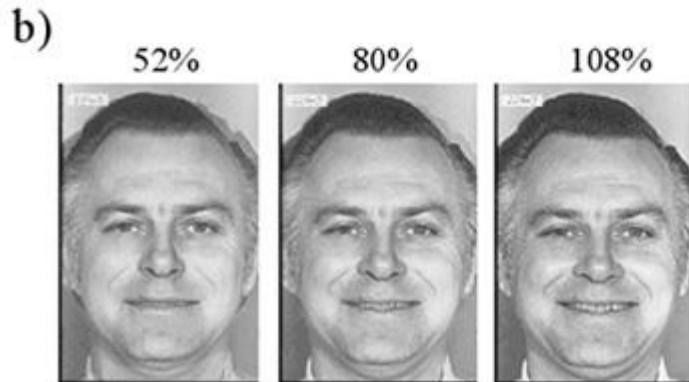
# 認識細胞假說

- 田中啓治 理化学研究所



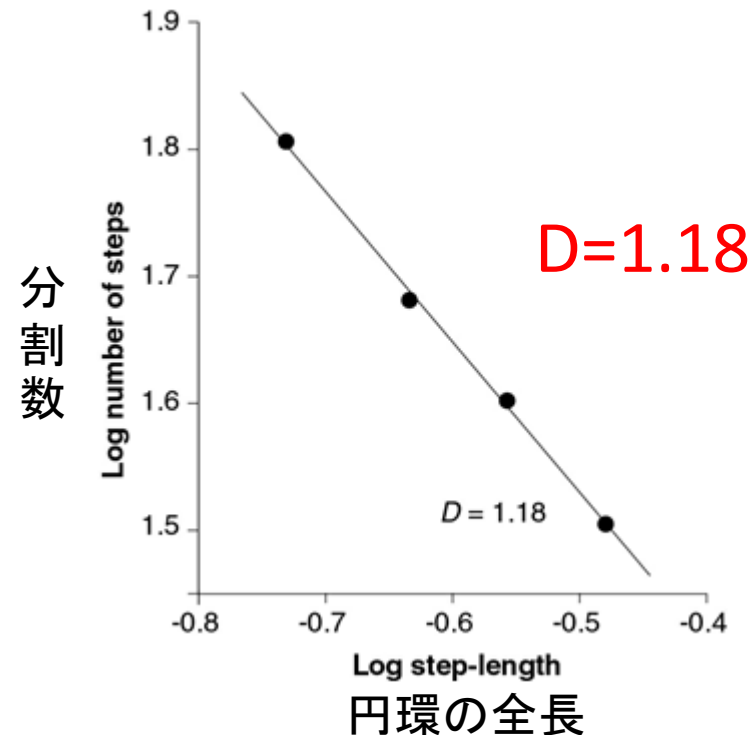
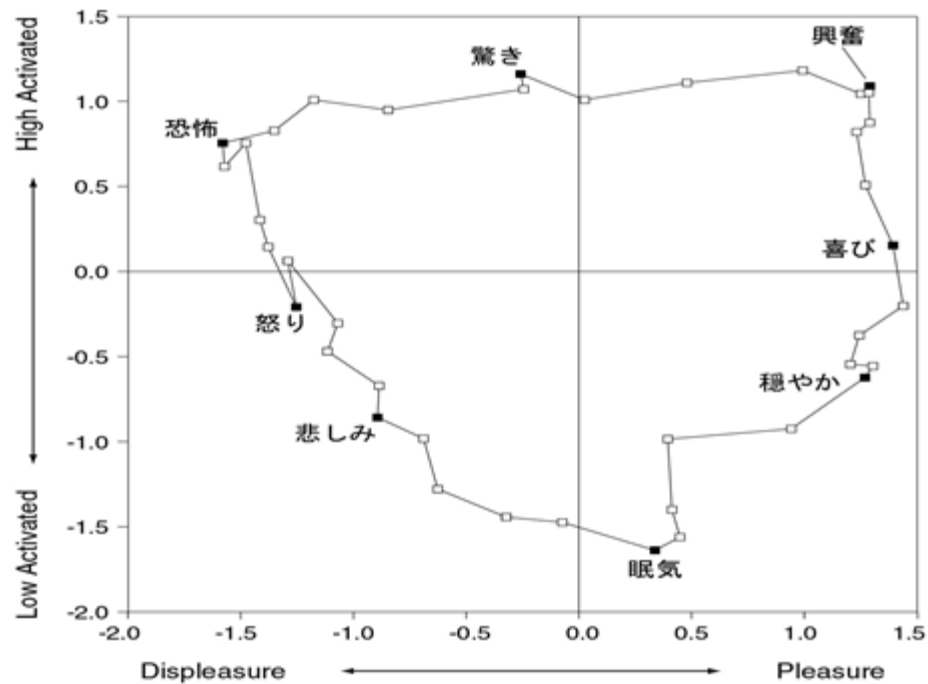
# 6(10)感情

Happy, Sad, Angry, Fearful, Surprise, Hate  
Scared, Excited, Tender, Neutral



T. Takehara F. Ochiai and N. Suzuki,  
 Fractals in Emotional Facial Expression Recognition:  
 Fractals 10 (2002) 47-52

- ラッセルの円環 (40分割における表情認知空間上への布置)
- 表情認知のフラクタル次元 (分割数の対数と円環の全長の対数との関係)



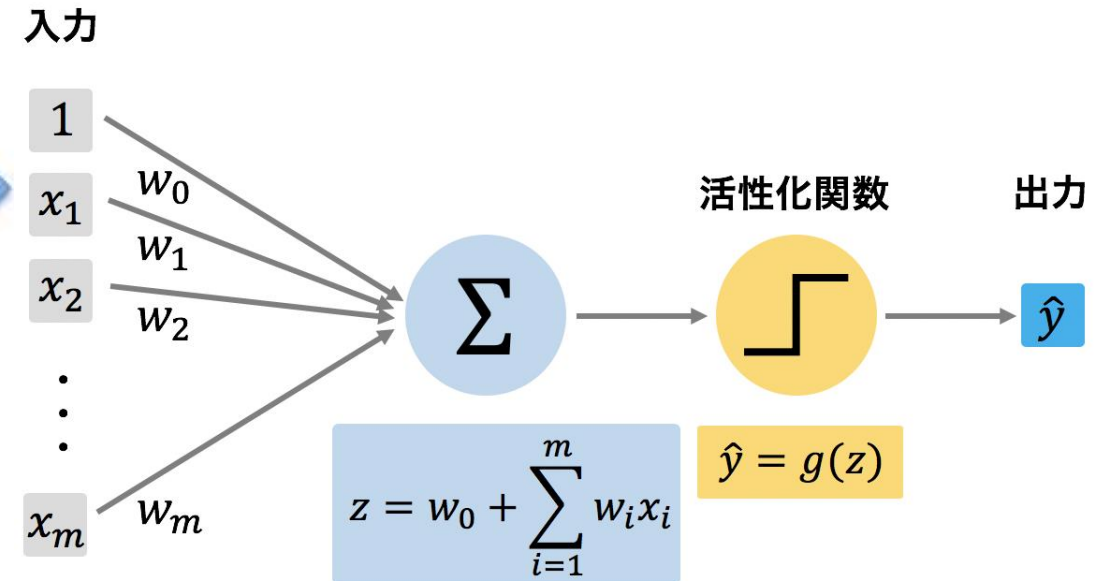
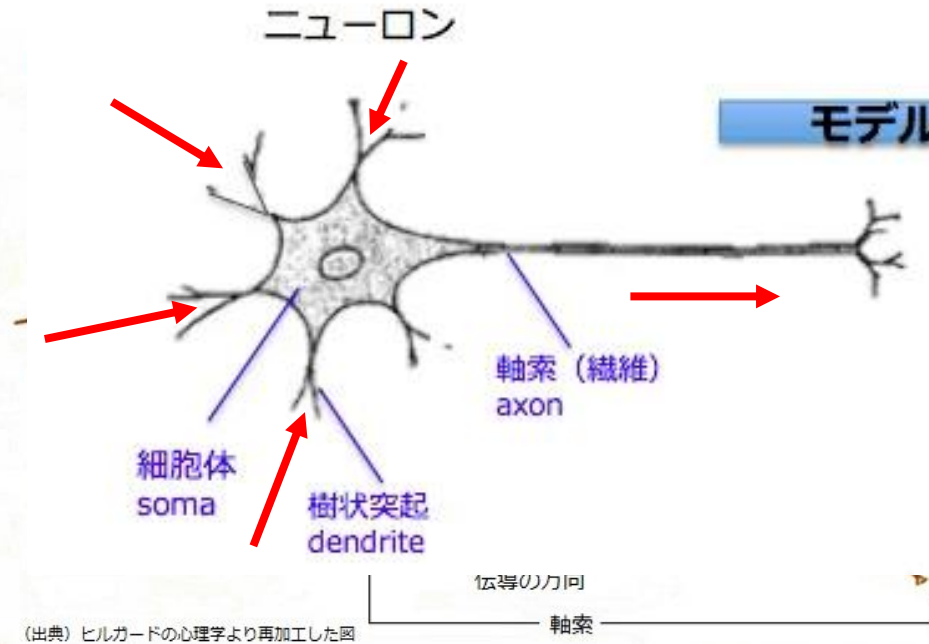
# 脳の構造をまねるニューロコンピュータ

DEEP LEARNING ディープラーニング 深層学習

# パーセプトロン

脳の神経回路の働きは古典力学の範囲で説明できるか？

マカロック ピッツ 1943年



パーセプトロン  
ローゼンブラット 1943年

[【生物学的基礎】ニューロンの構造と働き | 心理学の教科書・基礎からの心理学 \(psychology-effect.com\)](http://psychology-effect.com)

# ニューラル・ネットワーク 隠れ層

1. 入力層から隠れ層への伝播:

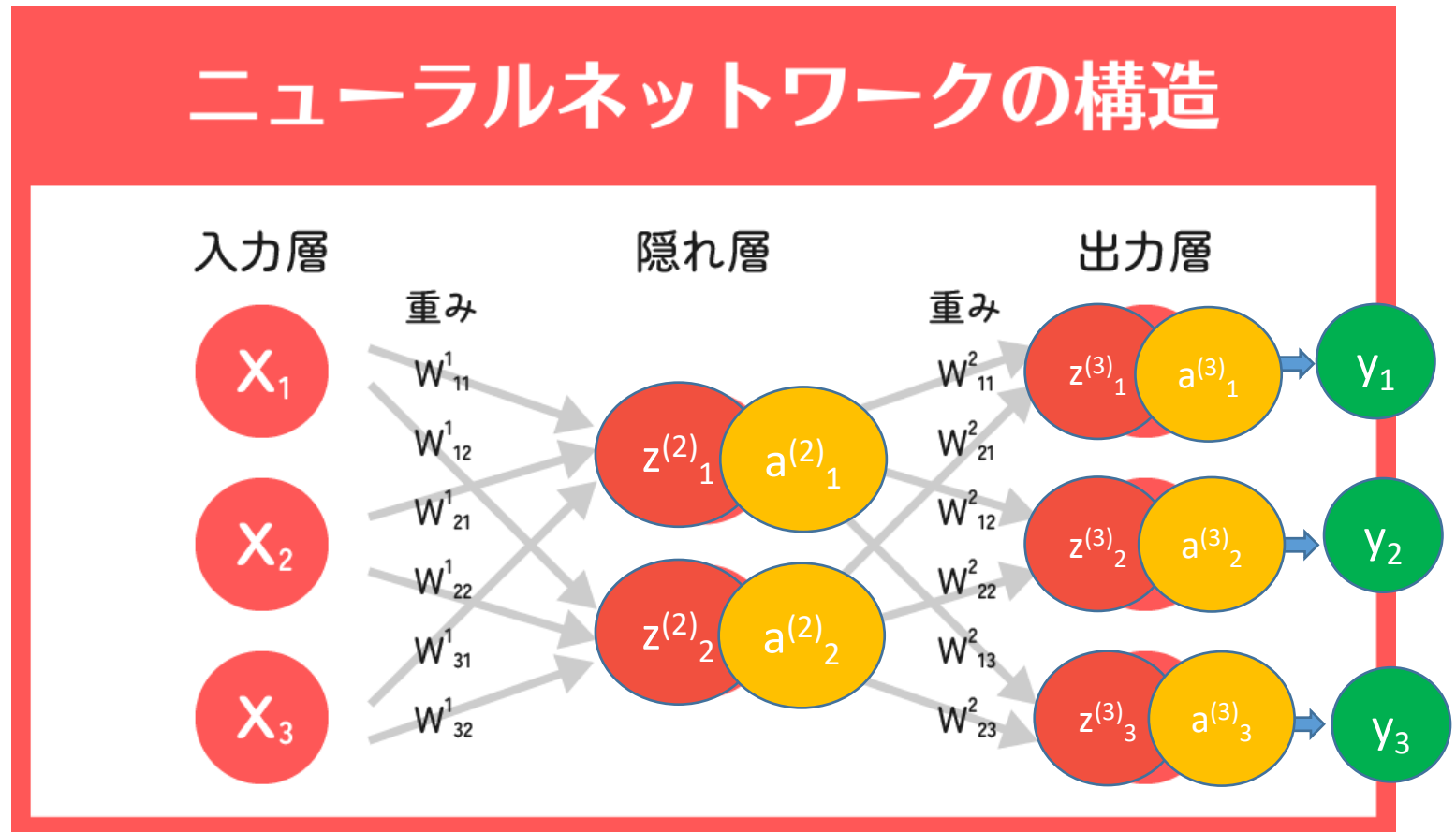
$$z_j^{(2)} = \sum_{i=1}^n w_{ij}^{(1)} \cdot x_i + b_j^{(1)}$$
$$a_j^{(2)} = f(z_j^{(2)})$$

1. 隠れ層から出力層への伝播:

$$z_k^{(3)} = \sum_{j=1}^m w_{jk}^{(2)} \cdot a_j^{(2)} + b_k^{(2)}$$
$$a_k^{(3)} = f(z_k^{(3)})$$

1. 出力:

$$y_k = a_k^{(3)}$$



# 誤差逆伝搬法(back propagation)

ラメルハート ヒントン 1986年

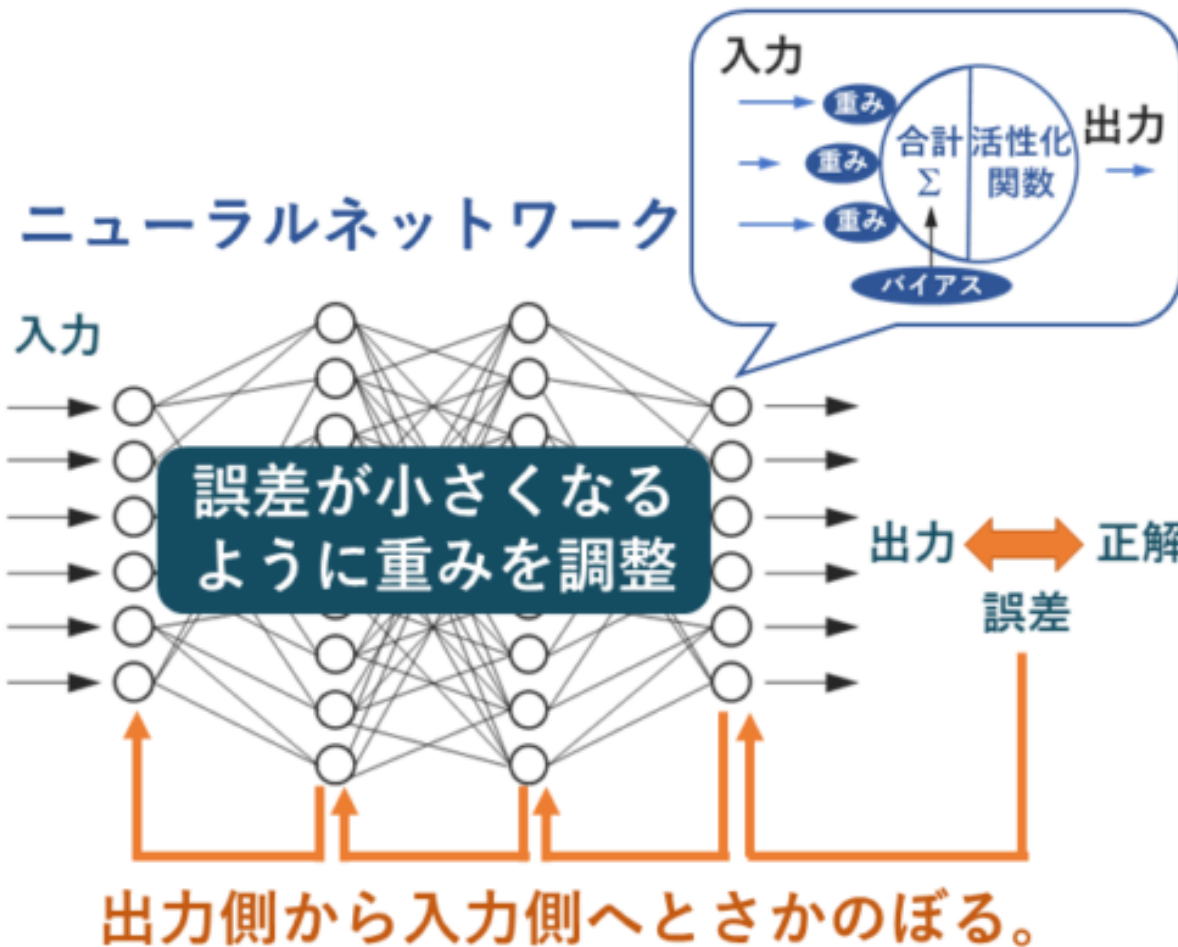
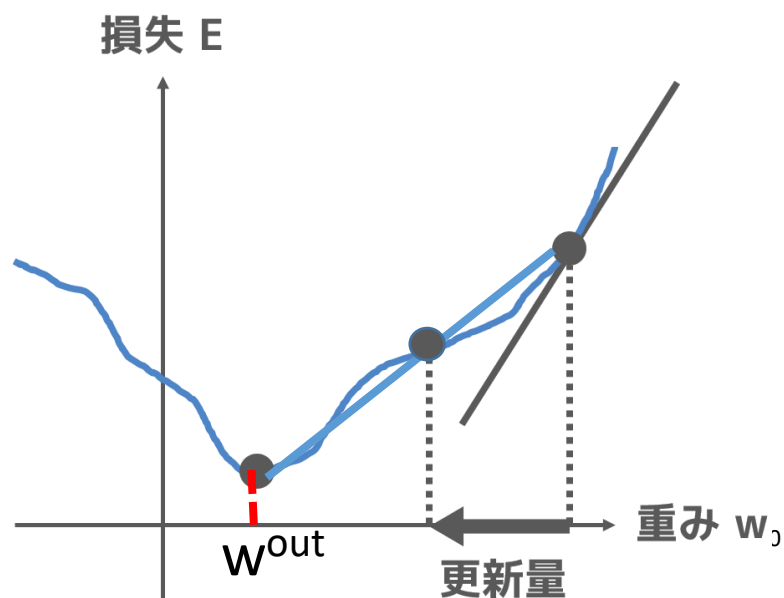
バックプロパゲーション



- 勾配降下法

$$\Delta w = -\eta \frac{\partial E}{\partial w}$$

活性化関数 段階状関数 → シグモイド関数



平坦な最小解

正則化 複雑化を押さえる





# Deep Learning

ヒントン

画像認識コンテスト 2012年

アレックス・クリジェフスキー    イリヤ・サツケーバー

CNN Convolutional Neural Network

畳み込みニューラルネットワーク    図形認識    画像データ

甘利 1972年    福島 1979年    ネオコグニトロン

# 畳み込み層

- 1次微分フィルター



横方向

|    |   |   |
|----|---|---|
| -1 | 0 | 1 |
| -1 | 0 | 1 |
| -1 | 0 | 1 |

横方向



縦方向

|    |    |    |
|----|----|----|
| -1 | -1 | -1 |
| 0  | 0  | 0  |
| 1  | 1  | 1  |

縦方向

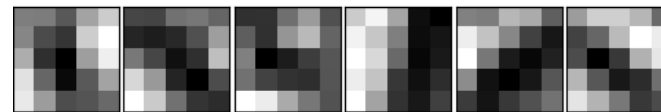
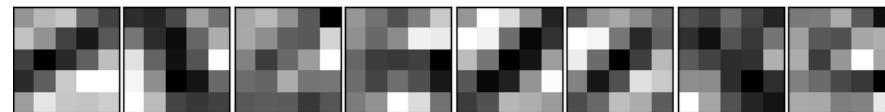
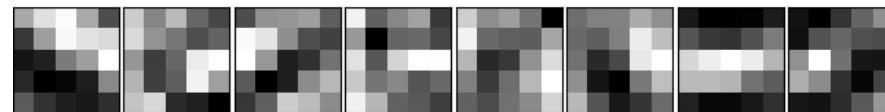
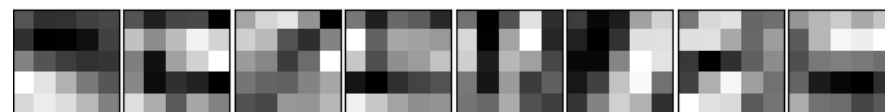
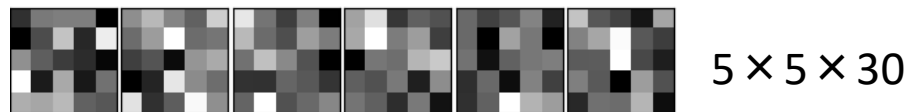
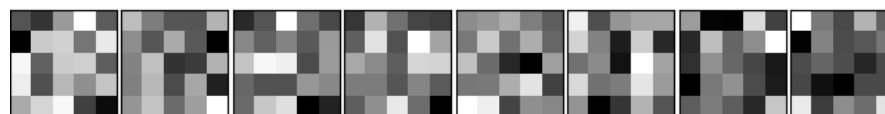
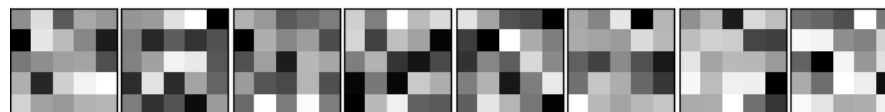
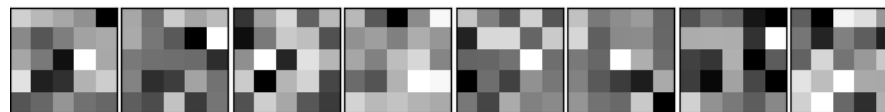
# 畳み込み・プーリング

- 畳み込み フィルタリング シフト不変 位置不変

- 学習前: フィルターがランダムに初期化されているため白黒の濃淡に規則性がない

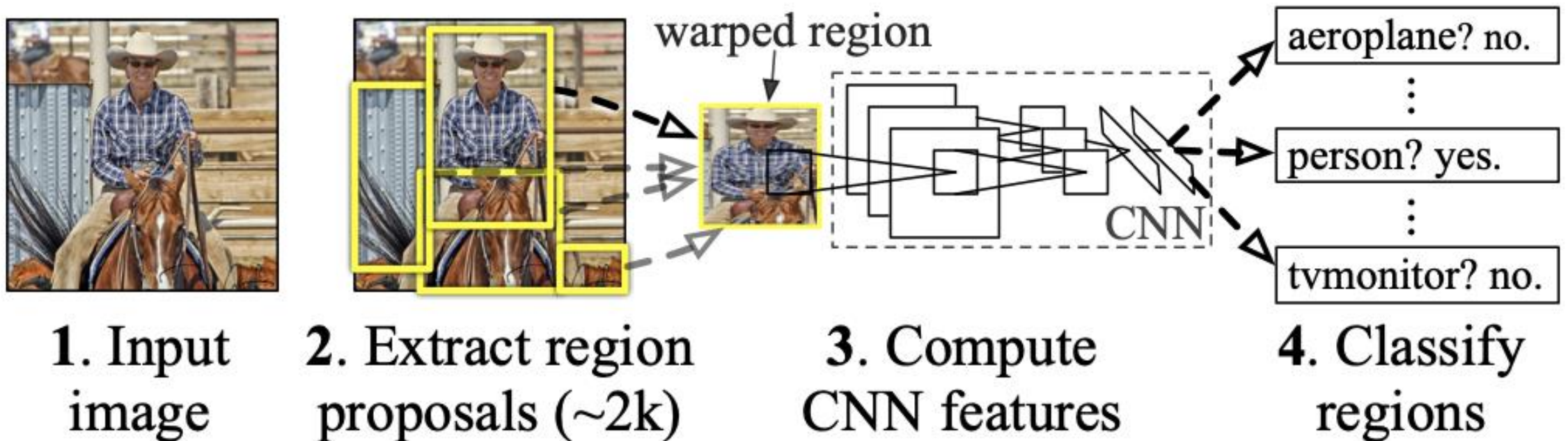
- 学習後: 規則性がある

- プーリング 解像度を落とす



# 物体検出

- R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN



# 物体検知

- 「SSD」と「yolo」

川島 賢 『今すぐ試したい！機械学習・深層学習（ディープラーニング）画像認識プログラミングレシピ』 秀和システム



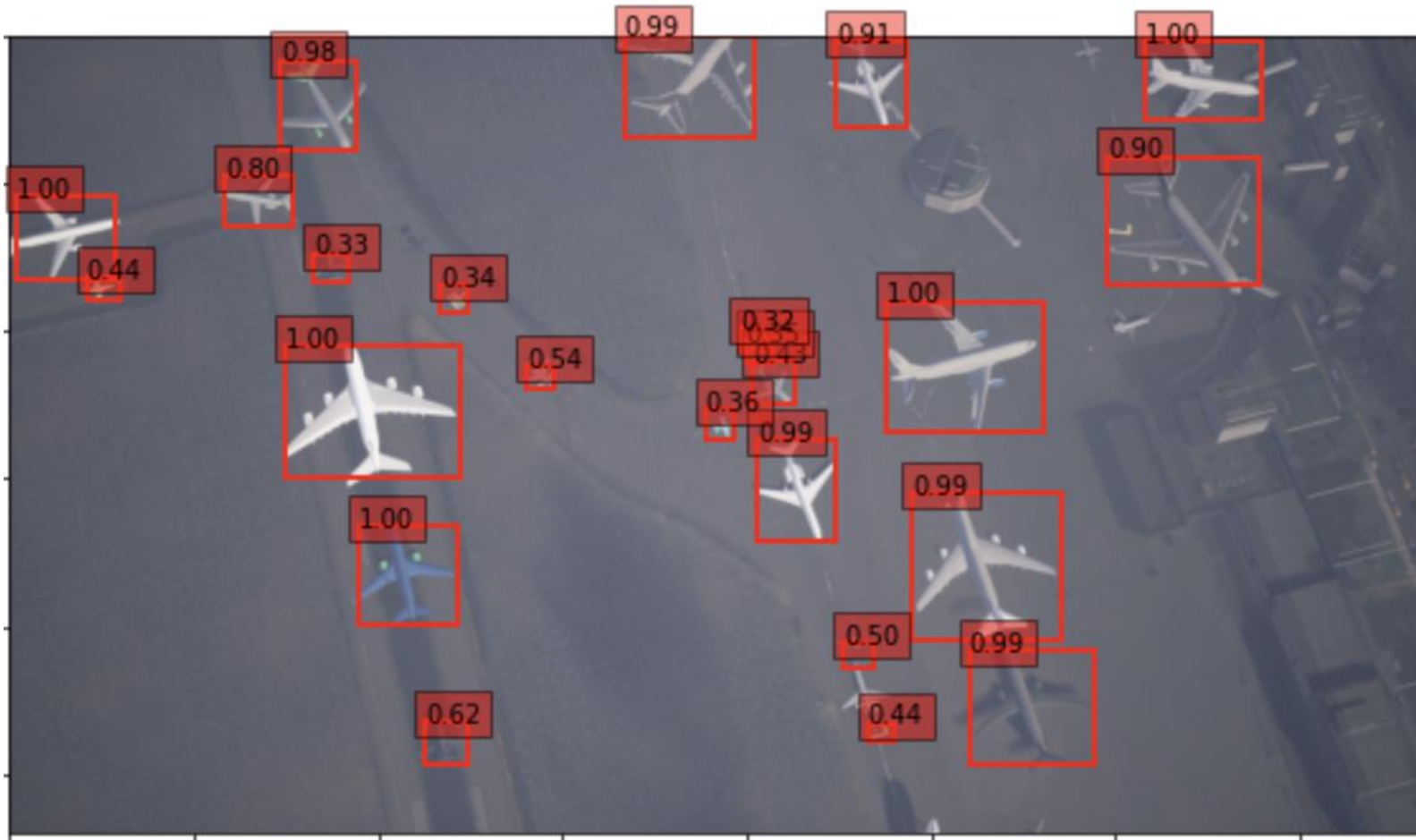
<https://newtechnologylifestyle.net/yolodarkne/>  
<https://cvml-expertguide.net/terms/dl/object-detection/yolo/>

# 物体検知

- 下山・松田・三木著『Python 実践データ分析 100本ノック』秀和システム



# SSDを用いて飛行機の物体検出にチャレンジ



<https://sorabatake.jp/16185/>

[https://colab.research.google.com/drive/1rZeKURN1T8nBXPfTOAgMqDR0Z6Eys\\_nG?usp=sharing#scrollTo=gHUgf2X0fxME](https://colab.research.google.com/drive/1rZeKURN1T8nBXPfTOAgMqDR0Z6Eys_nG?usp=sharing#scrollTo=gHUgf2X0fxME)



# 物体検知

- 2020年5月

DETR(Detection Transformer)

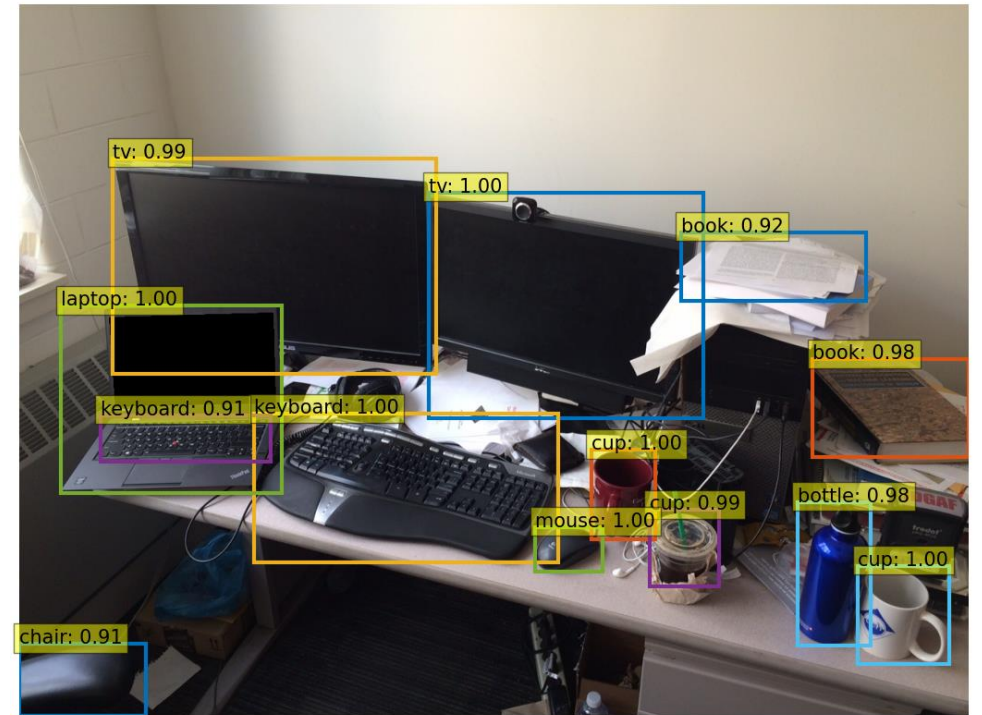
Facebook AI

- 2022年1月

Detic(Detecting Twenty-thousand Classes using Image-level Supervision)

Meta 2万種類の物体検出

物体検出時にアンカーボックスを用いる必要がなく、画像分類データセットを使った物体検出器のトレーニングを可能



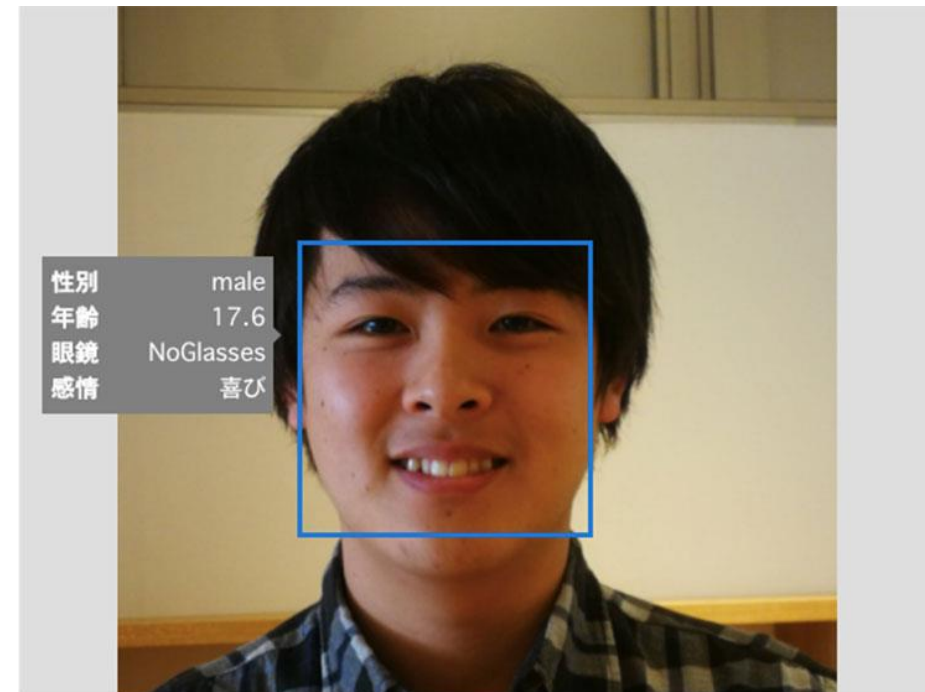
[https://qiita.com/hkwsdgea\\_ttt2/items/26512867c036abbc3a47](https://qiita.com/hkwsdgea_ttt2/items/26512867c036abbc3a47)

<https://www.12-technology.com/2022/01/detic-python.html>

# 感情分析 Microsoft Face API

<https://azure.microsoft.com/ja-jp/products/ai-services/ai-vision/>

- Google Cloud Vision
  - 学習データにおける偏見
- Face++ Megvii



```
""anger"": 0.0,  
""contempt"": 0.0,  
""disgust"": 0.0,  
""fear"": 0.0,  
""happiness"": 1.0,  
""neutral"": 0.0,  
""sadness"": 0.0,  
""surprise"": 0.0  
}
```

# 感情分析 User Local

- <https://emotion-ai.userlocal.jp/face>



# 「あなたの内面を探る感情認識AIの危うさ」

## Spying on Your Emotions

- 日経サイエンス 2022年9月号 J. マックエイド(ジャーナリスト)
- Google [Cloud Vision](#)
  - 女性の90%以上 笑顔
  - 男性の25%以下 笑顔
- Microsoft [Face API](#)
  - 「軽蔑」と判定 黒人選手が白人選手の3倍
- [Face++](https://www.faceplusplus.com/faceid-solution/) <https://www.faceplusplus.com/faceid-solution/>
  - 「怒り」と判定 黒人選手が白人選手の2倍

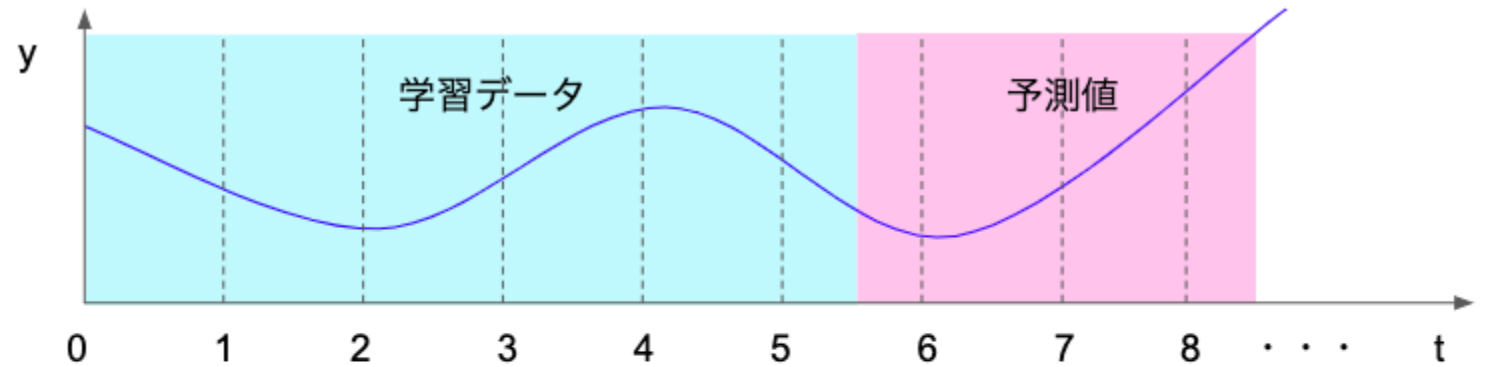
# AI面接

- OCEAN model
  - 開放性
  - 誠実性
  - 外向性
  - 協調性
  - 神経症傾向
- FACS(顔面動作符号化システム)

- 自然言語処理 (Natural Language Processing ; NLP)
- 大規模言語モデル (Large Language Model ; LLM)

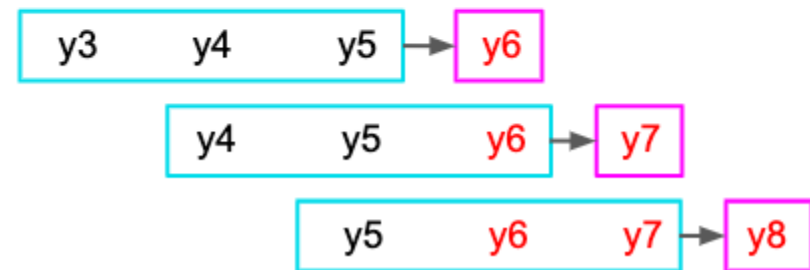
# 時系列データ

- 株価データ
- 文章データ
- 音声データ

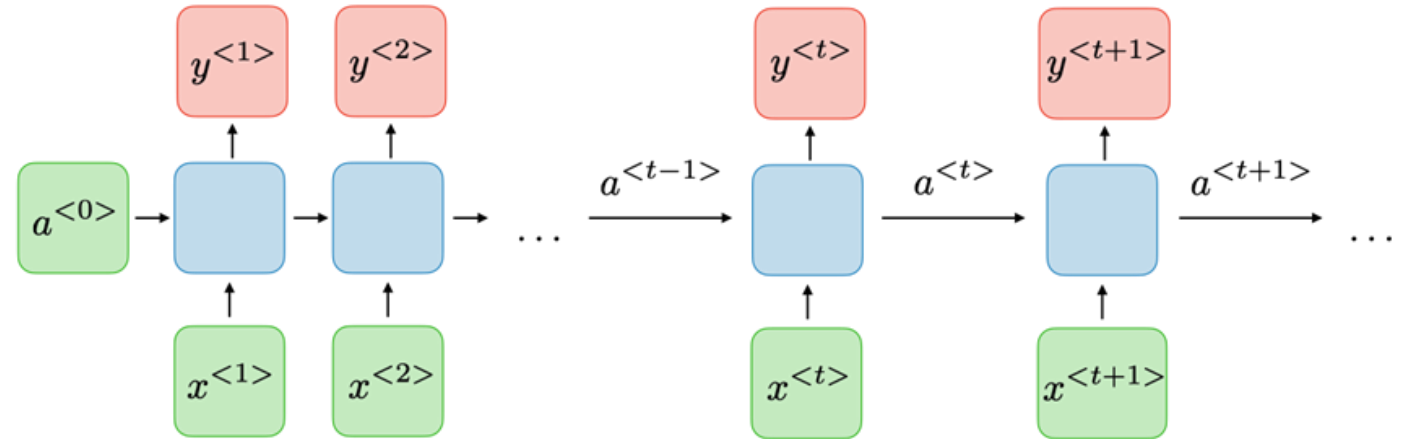


学習：  $y_0$     $y_1$     $y_2$     $y_3$     $y_4$     $y_5$

予測：



# RNN (Recurrent Neural Network)

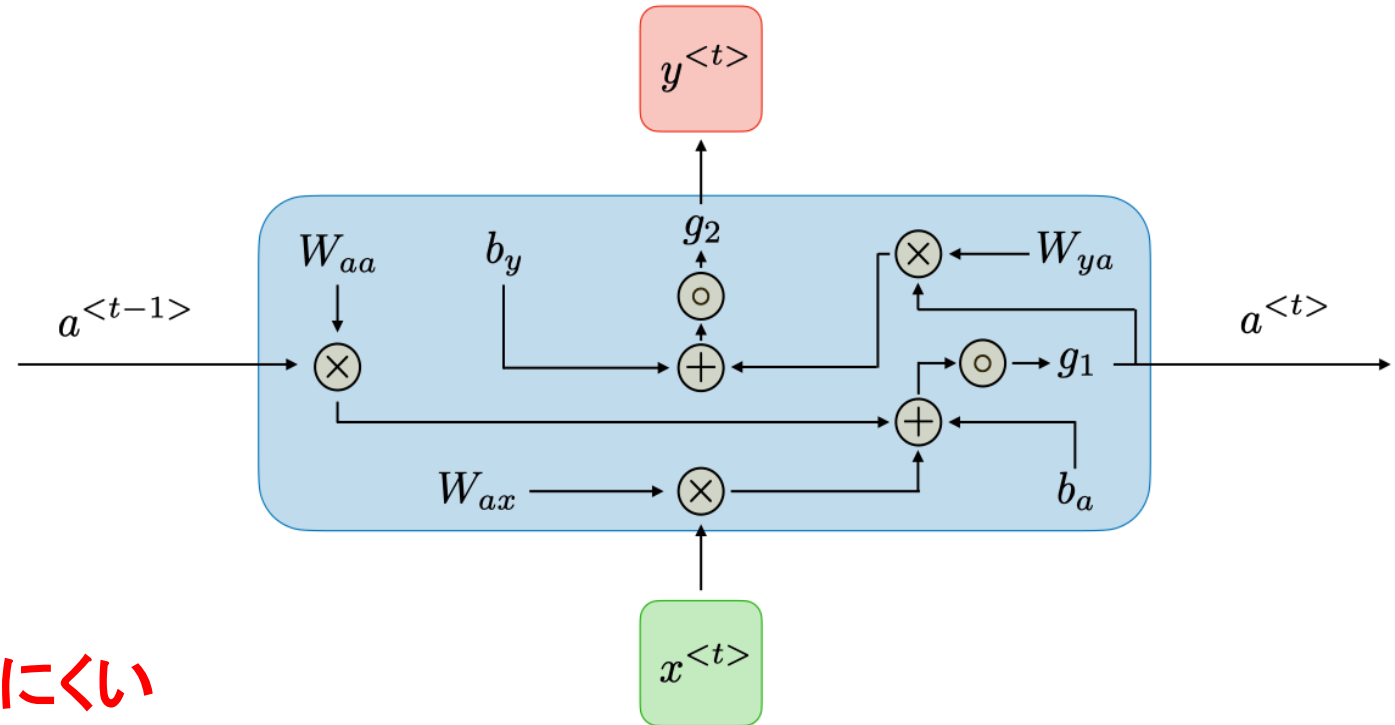


前項の出力 現在の入力

$$a^{<t>} = g_1(W_{aa}a^{<t-1>} + W_{ax}x^{<t>} + b_a)$$

$$y^{<t>} = g_2(W_{ya}a^{<t>} + b_y)$$

$g_1, g_2$ は活性化関数



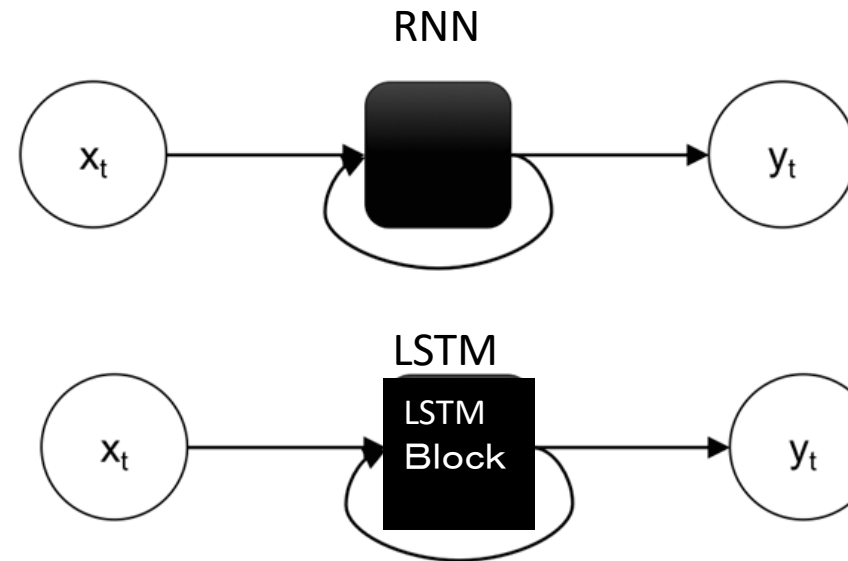
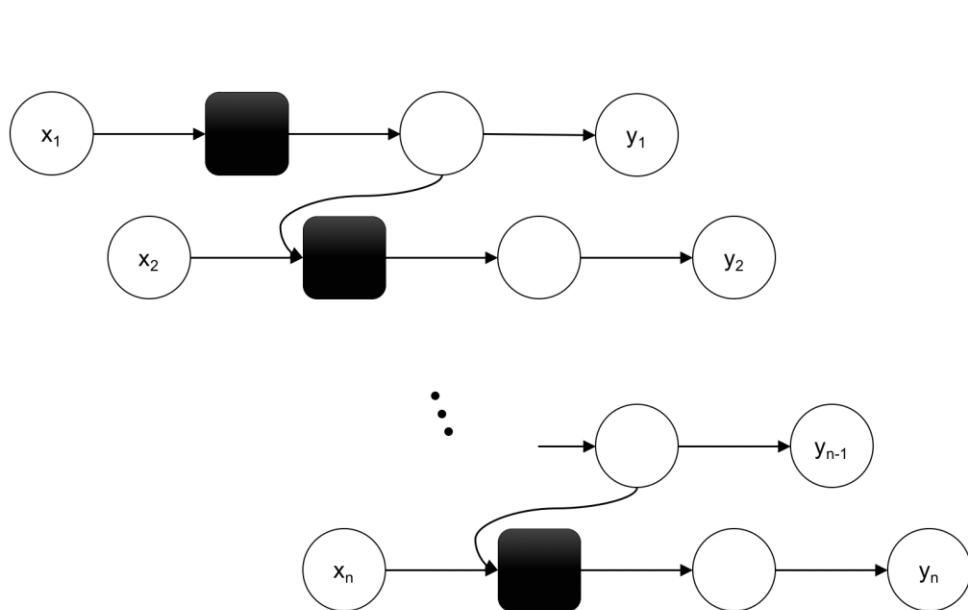
時間の離れた情報から影響を受けにくい



# RNN (Recurrent Neural Network)

## 再帰的ニューラルネットワーク

- 時系列データ 音声認識 文章解析 勾配消失問題
- 1997年 LSTM (Long short-term memory) RNNの欠点を克服
- Yoshua Bengio (ヨシュア ベンジオ) モントリオール大学

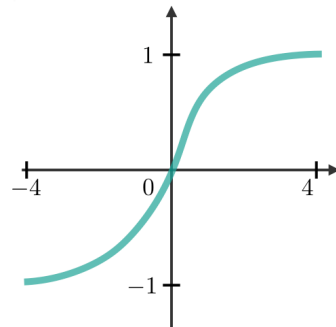
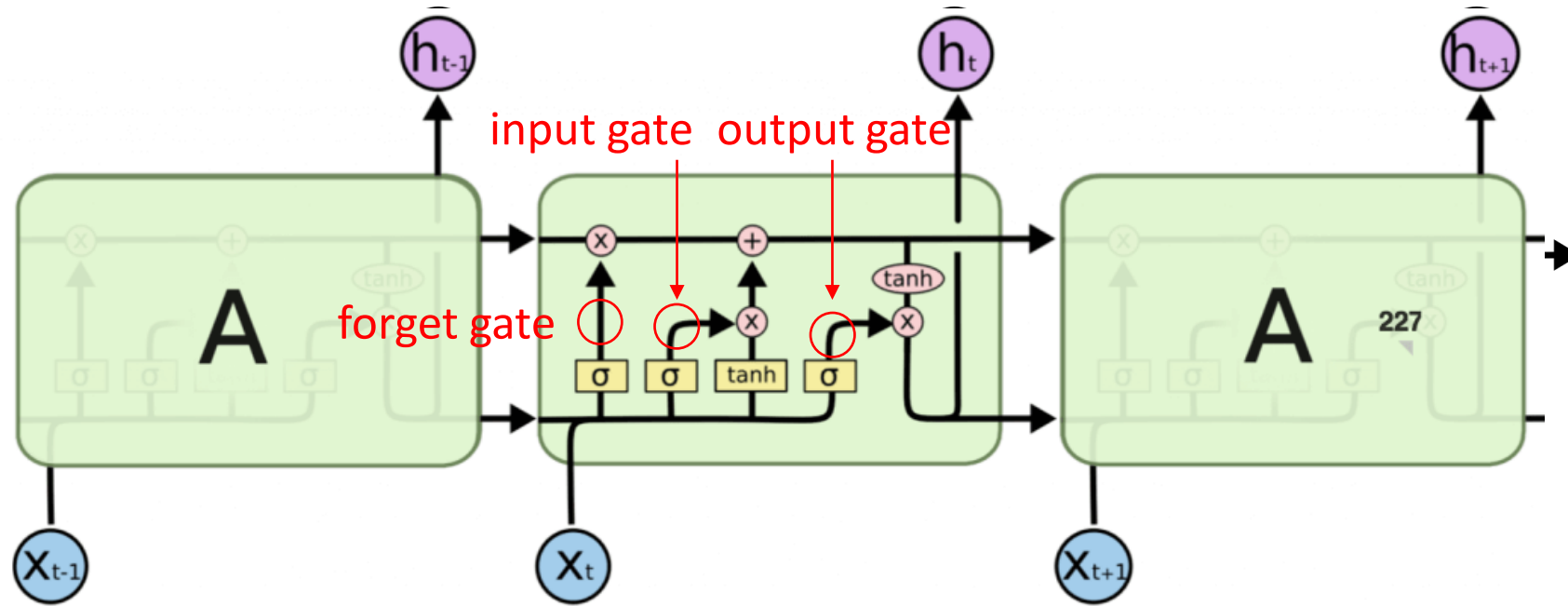


AIが政府や企業などに悪用されることで人類を脅かす「核兵器」のような存在にもなり得ると懸念

# LSTM (Long short-term memory) 「長・短期記憶」

Hochreiter & Schmidhuber (1997)

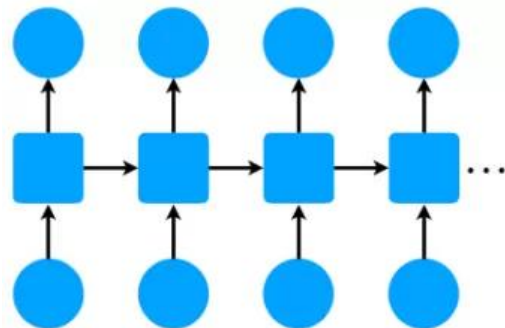
LSTMは記憶セルがあり、入力された情報の一部を  
保ったまま機械学習を行う



活性化関数

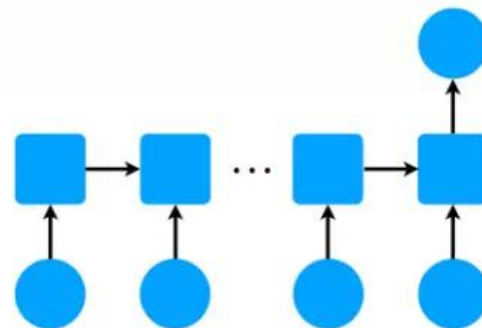
# Seq2Seq 2014年 Google

順番に変換  
全体像が見えない



Simple RNN

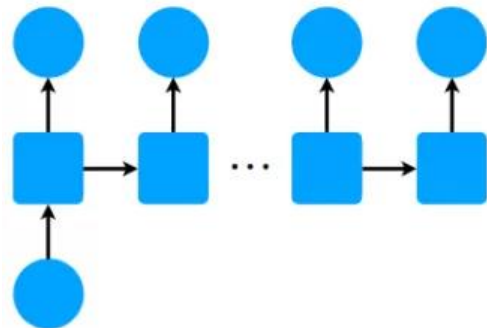
まとめて変換  
位置情報のみベクトルになる



Seq2Vec

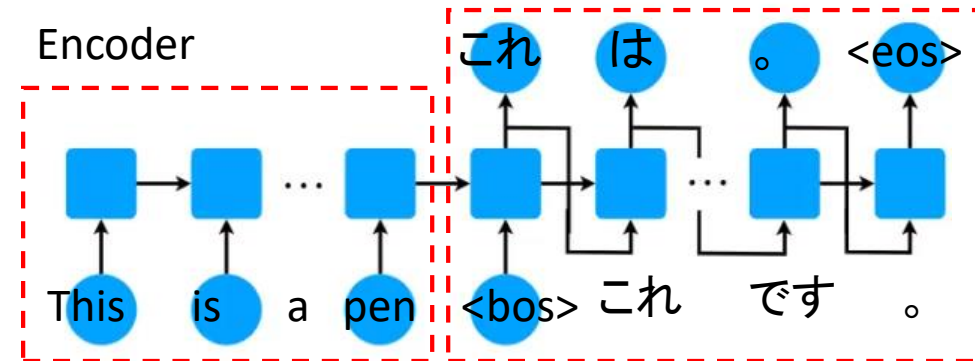
まとめて変換しながら  
個々の情報も活かす

End of Sequence



Vec2Seq

Encoder



Seq2Seq

Decoder

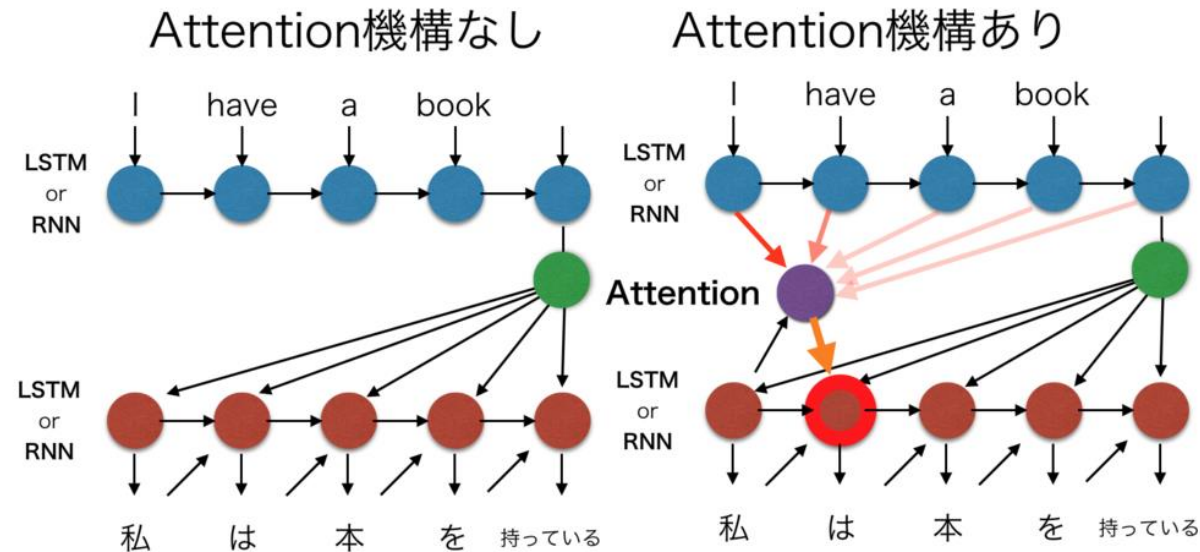
Beginning of Sequence

# Attention 2015年 Y.Bengio

- Seq2Seq(Encoder-Decoder)でも入力データ間の関連が活かされていない
- 出力するときに入力データ間の関連(Attention)を考慮する **注意機構**

## Attention機構

Decoderの内部状態とEncoderの隠れ層を元に  
重みを計算しコンテキストベクトル(Decoder注目単語毎に)を算出。  
Decoderの推定時に利用



# テキストから感情分析するAIツール

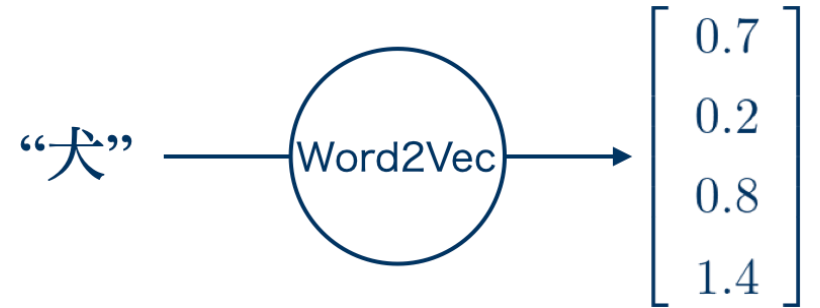
- [ユーザーローカル](#)
- <https://emotion-ai.userlocal.jp/>
- <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/1812/17/news074.html>

# GPT前史

- **2012年** Geoffrey Hinton (ジェフリー・ヒントン) カナダ トロント大学  
• 画像認識コンテスト CNN  
RNN: LSTM(Long Short Term Memory)「長・短期記憶」 記憶セル  
Geoffrey Hinton
- **2013年** Tomas Milonov(トマス・ミコロフ) Google  
• **Word2Vec** 数百次元 教師なし学習
- **2017年** Ashish Vasawani(アシシュ・ヴァスワニ) Google  
• **Transformer** 自然言語処理に適した深層学習 「アテンション 注意機構」  
エンコーダー デコーダー  
Attention Is All You Need  
Tomas Milonov
- **2018年**  
GPT :文章生成 Generative Pre-trained Transformer  
OpenAI  
BERT:文章理解 Bidirectional Encoder Representations from Transformers  
Google

# Word2Vec

- 分布仮説 (Distributional hypothesis)
  - 単語の意味は周囲の単語によって形成される
- 分散表現 (Distributed Representation)
  - 数百次元の実数値の固定長のベクトル
  - 単語のベクトル空間に埋め込み (Word Embedding)
- one-hotベクトル表現(すべての要素のうちひとつだけが1であり、残りはすべて0であるベクトル)
- シソーラスによる手法, カウントベースの手法, 推論ベースの手法(Word2Vec)
- CBOW(Continuous Bag-of-Words)とSkip-Gram(Continuous Skip-Gram Model)  
周辺単語から中心語を予測する      中心のある単語から周辺単語を予測する手法
- Embedding Projector <https://projector.tensorflow.org/>
- 「King」－「Man」＋「Woman」＝「Queen」



# Word2Vecを使ってみた

```
import gensim.downloader as gendl
```

```
corpus = gendl.load("text8")
```

```
import gensim #ライブラリ gensimを導入する
```

```
model = gensim.models.Word2Vec(corpus, vector_size=200, window=2, min_count=1, workers=4)
```

```
model.wv.most_similar("coffee")
```



```
毛糸 [ ('wool', 0.8124389052391052),  
綿    ('cotton', 0.8064244985580444),  
小麦  ('wheat', 0.8012005686759949),  
      ('cocoa', 0.7955848574638367),  
      ('meat', 0.7798908948898315),  
      ('leather', 0.7759631872177124),  
      ('tea', 0.7731149196624756),  
      ('cigarettes', 0.7706513404846191),  
      ('sugar', 0.7705720067024231),  
      ('syrup', 0.7699904441833496)]
```

```
model.wv.most_similar("tea")
```



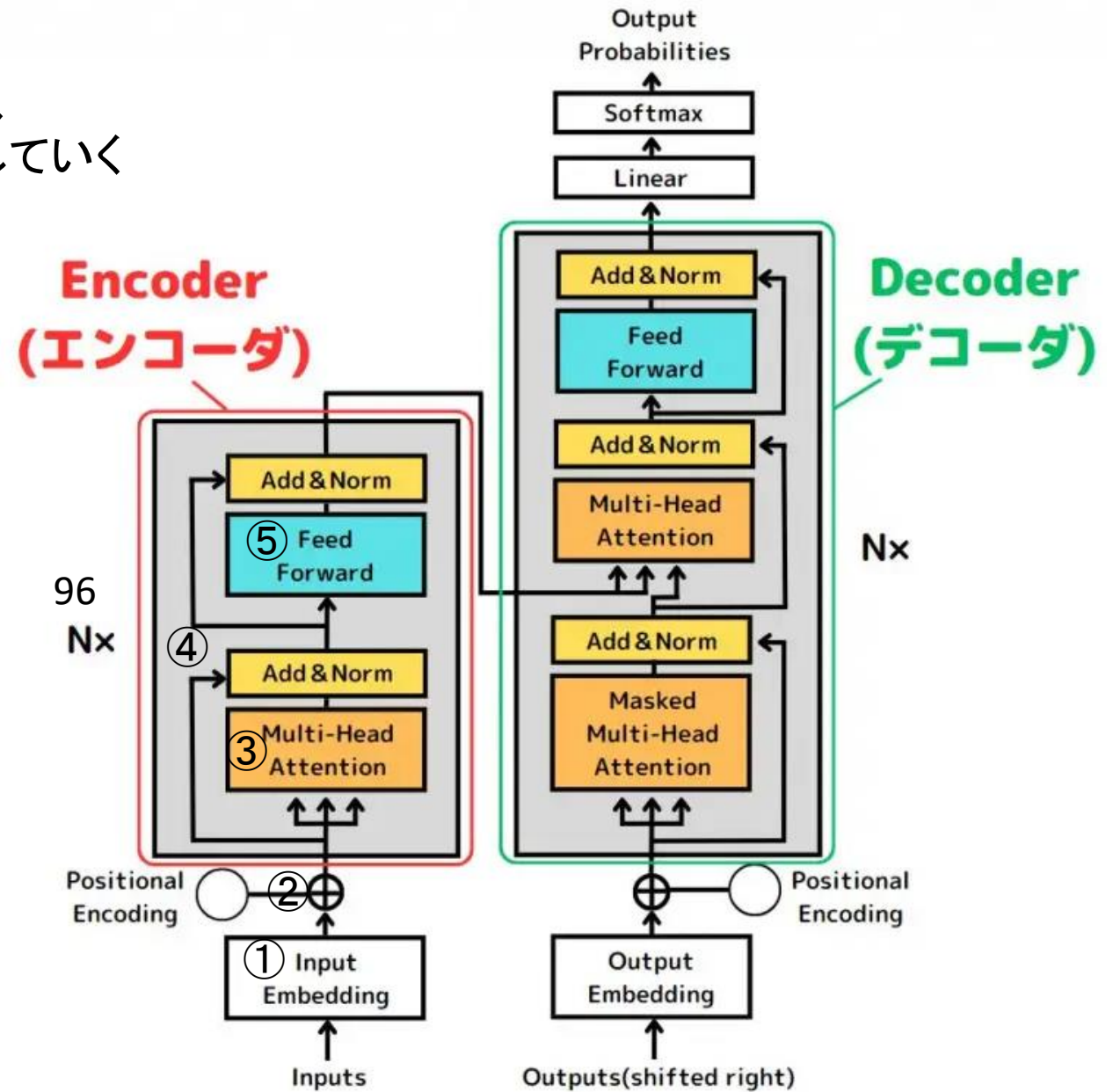
```
コーヒー [ ('coffee', 0.7731149196624756),  
牛        ('cattle', 0.7113656401634216),  
肉        ('meat', 0.7077335119247437),  
          ('tobacco', 0.6882493495941162),  
          ('potato', 0.680217981338501),  
          ('wheat', 0.6799101829528809),  
          ('vegetables', 0.6795432567596436),  
          ('banana', 0.6777273416519165),  
          ('liquor', 0.6773239970207214),  
          ('beef', 0.6759841442108154)]
```



# Transformer

CNN,RNNでは重みは学習時の値で固定されるが、Transformerでは処理中にも重みは変化し、学習していく

- ① InputのEmbedding 512次元
- ② Positional Encoding  
単語の位置を考慮した埋め込み表現
- ③ Multi-Head Attention
- ④ Add & Norm( 残差結合+層正規化)  
勾配消失・爆発問題を解消
- ⑤ Feed Forward(長期記憶)
  - MLP(Multi-Layer Perceptron) 2048次元
  - 非線型の活性化関数を使う

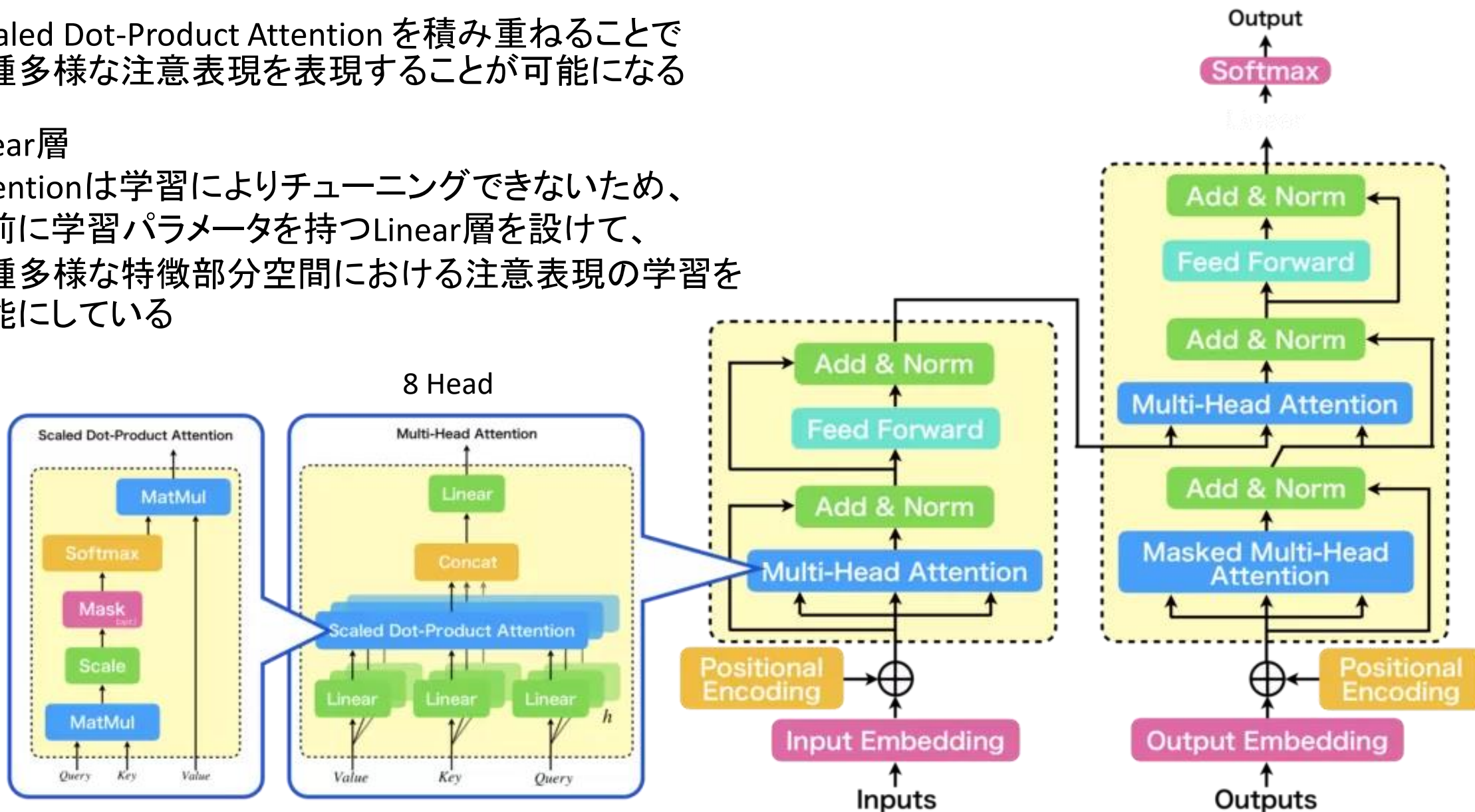


# Multi-Head Attention

Scaled Dot-Product Attention を積み重ねることで多種多様な注意表現を表現することが可能になる

## Linear層

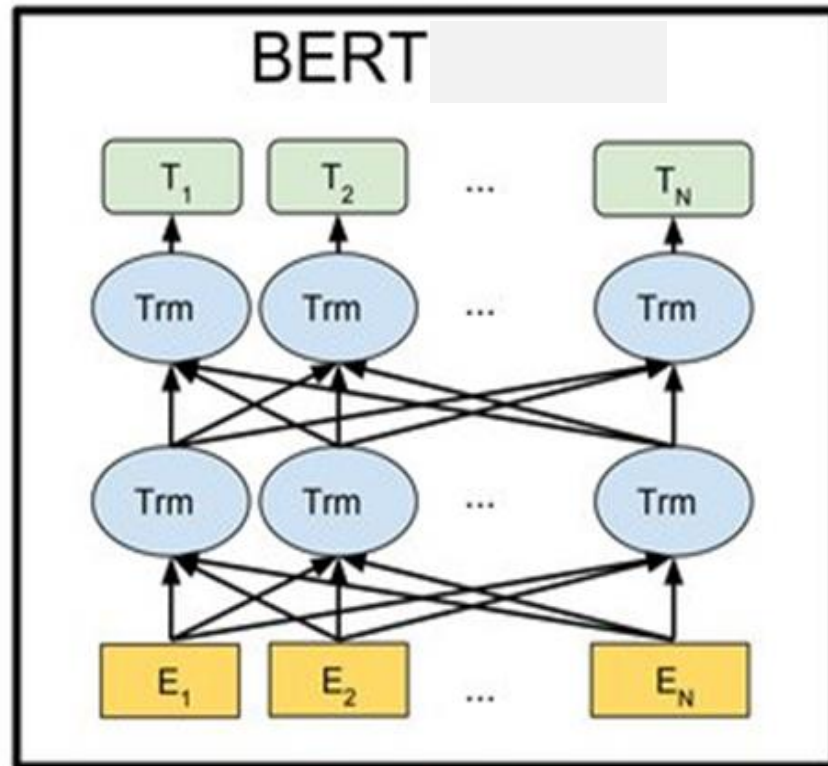
Attentionは学習によりチューニングできないため、直前に学習パラメータを持つLinear層を設けて、多種多様な特徴部分空間における注意表現の学習を可能にしている



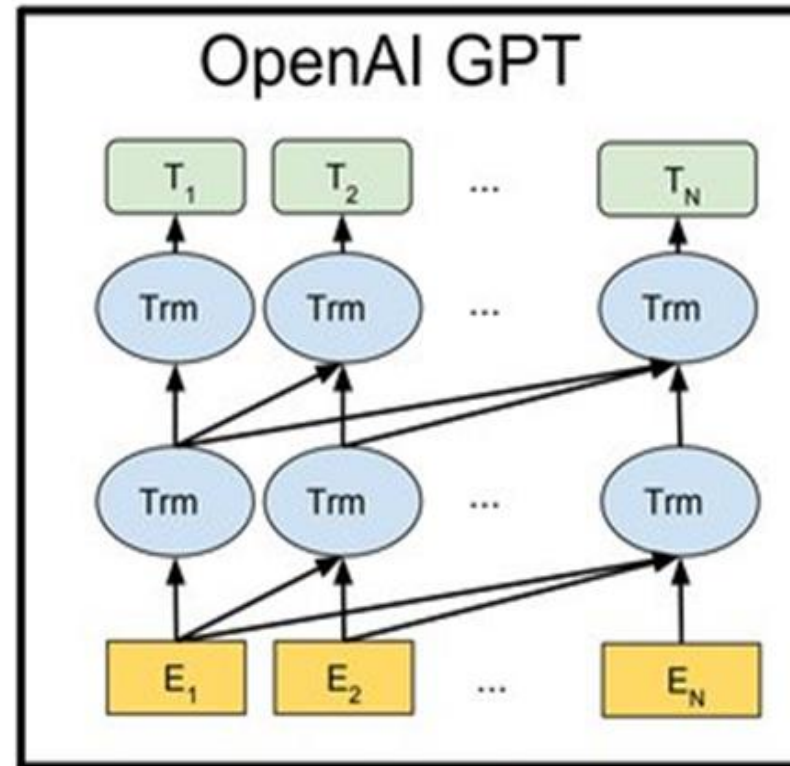
# BERTとGPT

- BERT 単語穴埋めゲーム
- GPT 単語推測ゲーム

- 段落穴埋めゲーム
- 言語生成モデル



BERTは双方向予測 (左上向き矢印がある)

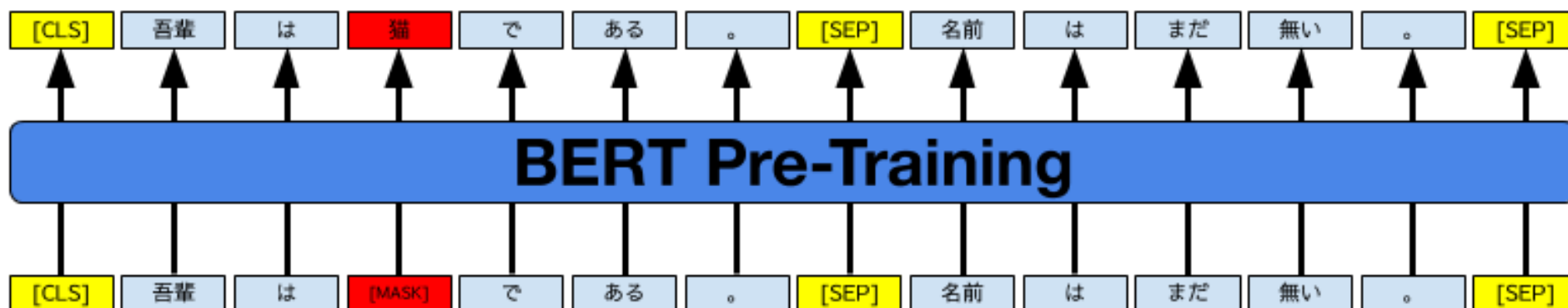


従来型の単方向予測

# BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)

## ChemBERTa (分子の言語モデル)

- 2018年 Google
- 空欄補充問題      自己教師あり学習 → 内部表現 → 語彙 文法 → 汎化
- 事前学習 160億バイトのデータ 33億語      過学習
- Google検索においてBERT導入後は、よりユーザーの検索意図に近い検索結果を表示できるようになった。



SQuAD (The Stanford Question Answering Dataset)

BERTの正答率 87.433%

人間の正答率 82.304%

# CHAT-GPT

# ChatGPT(Generative Pre-trained Transformer)

- OpenAI Sam Altman(サム アルトマン)  
イリヤ サツケーバー, イーロン マスク
- 2018年 GPT-1
- 2019年 GPT-2
- 2020年 GPT-3 最終更新が2022年11月  
ChatGPT
- 2023年 GPT-4 マルチモーダルAI(Multimodal AI)

## GPT-2

15億個のデータ量

40GBのテキスト学習データセット

特定のタスクを実行するために頻繁に微調整される

小規模バージョンのモデルをオープンソースで公開

## GPT-3

1,760億個のデータ量

書籍、記事、Webサイトなどからなる570GBの学習データセット

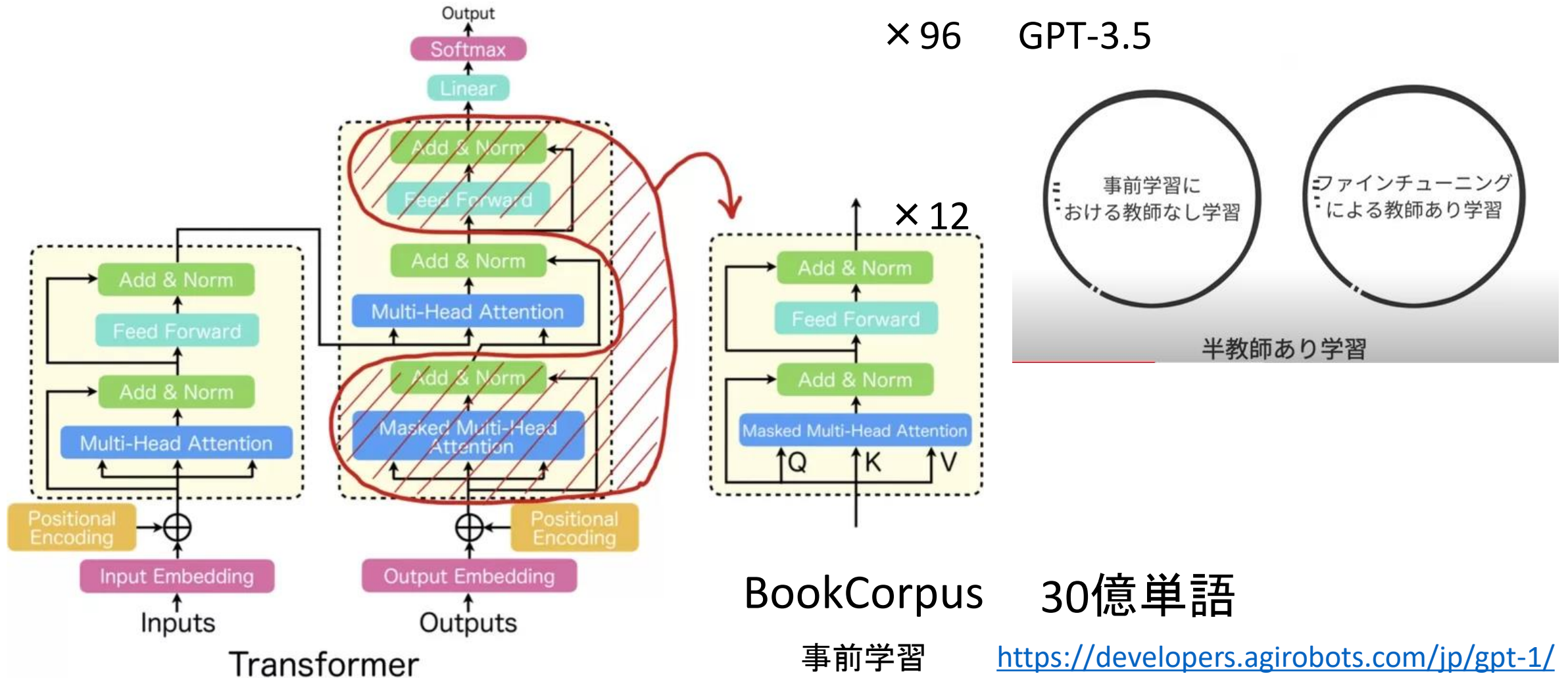
ほとんどの言語タスクを追加調整なしで実行可能

APIサービスとして提供開始

単語生成クイズ トークン生成法

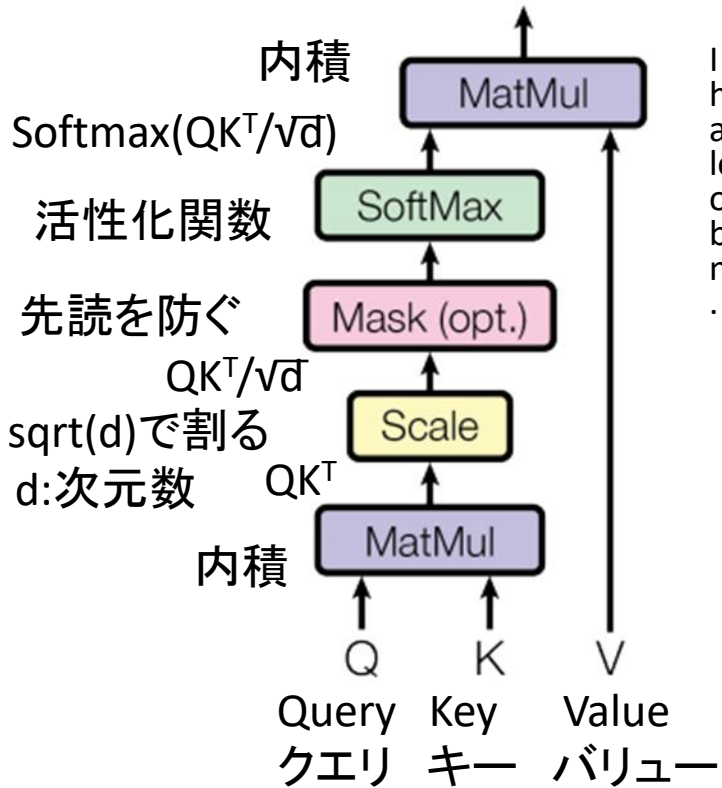
# GPT-1とTransformer (Decoderのみ)

入力に基づいて重みを変えることが可能なニューラルネットワーク

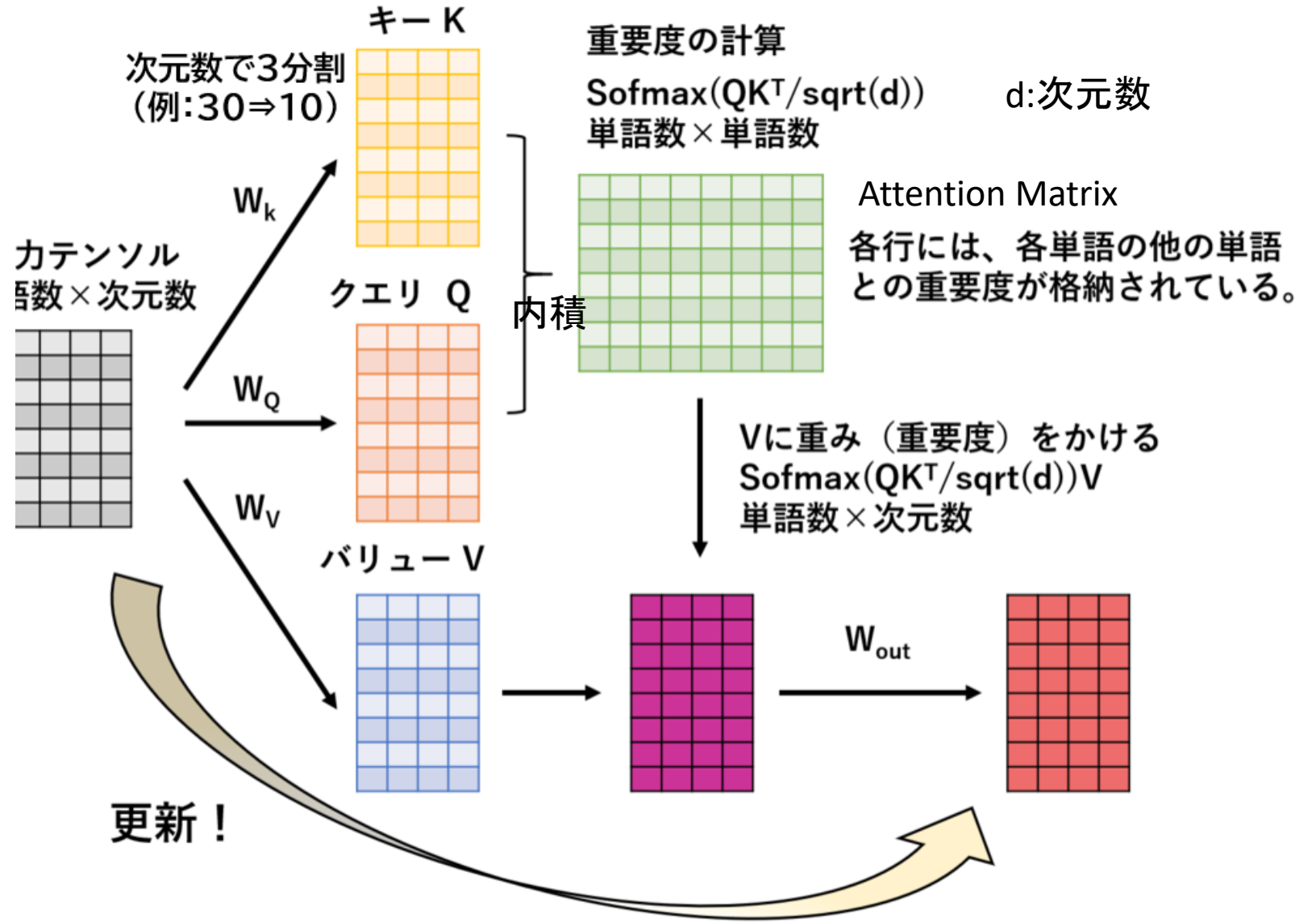


# Scaled Dot-Product Attention(スケール化内積注意)

## Scaled Dot-Product Attention



I have a lot of books now .





一般人 34.5%

専門家 89.8%

# GPTの進展

ベクトル次元      アテンションヘッド

|        | 年    | 訓練データ量    | パラメータ数 |           | MMULスコア(%) |
|--------|------|-----------|--------|-----------|------------|
|        | 2018 | 30億トークン   |        | 1.2億      | —          |
|        | 2019 | 280億トークン  | 768    | 15億       | 12         |
| Meta   |      | 3000億トークン |        | 700億      |            |
|        | 2020 | 4000億トークン | 12,288 | 1750億     | 96         |
| Google | 2022 | 7800億トークン |        | 5400億     |            |
|        | 2023 | 1兆トークン    |        | 5000億/1兆  |            |
| Google | 2023 |           |        | 1.56/2.8兆 |            |

学習1回 富岳 2か月 数億円

学習1回 富岳20か月 数百億円

数Mw

蒸留      利用時は小さいモデル

# Scaling Laws for Neural Language Models

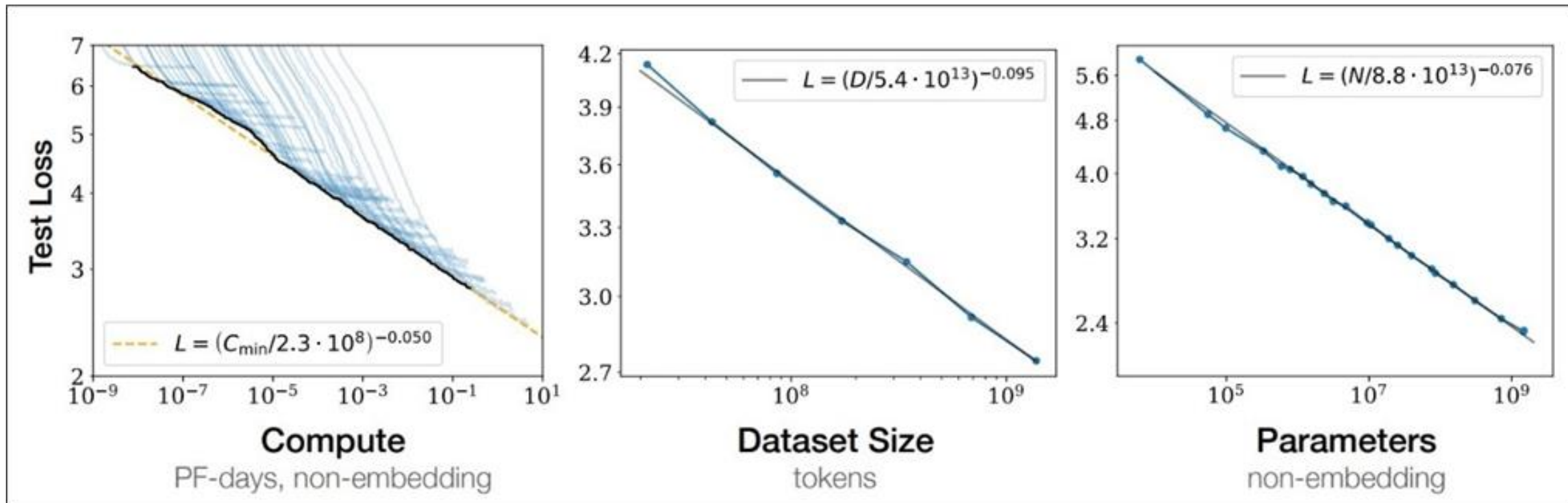
<https://ai-scholar.tech/articles/large-language-models/is-emergence-a-mirage>

• 投入計算量 $\mathcal{C}$

訓練データ量(D)

パラメーター数(N)

検証データの予測誤差



べき乗則により、希望性能を出すための訓練データ量、モデルサイズが予測可能にパラメーター数を増やすと、過学習が起こると思われていた。

# Emergence



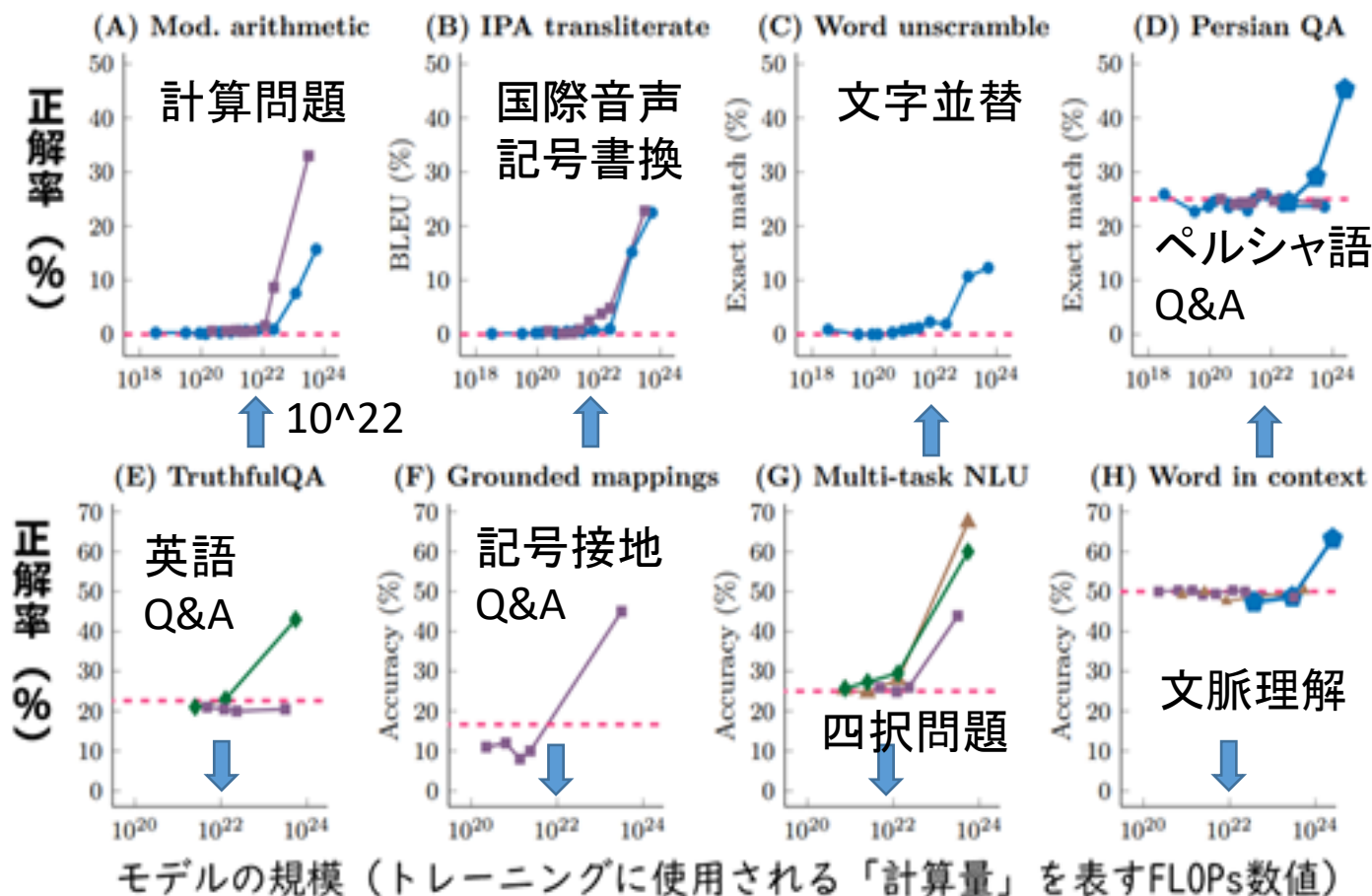
## 大規模言語モデルの「創発」的能力

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=gjYPrzuVJss>



LaMDA GPT-3 Gopher Chinchilla PaLM ランダム回答

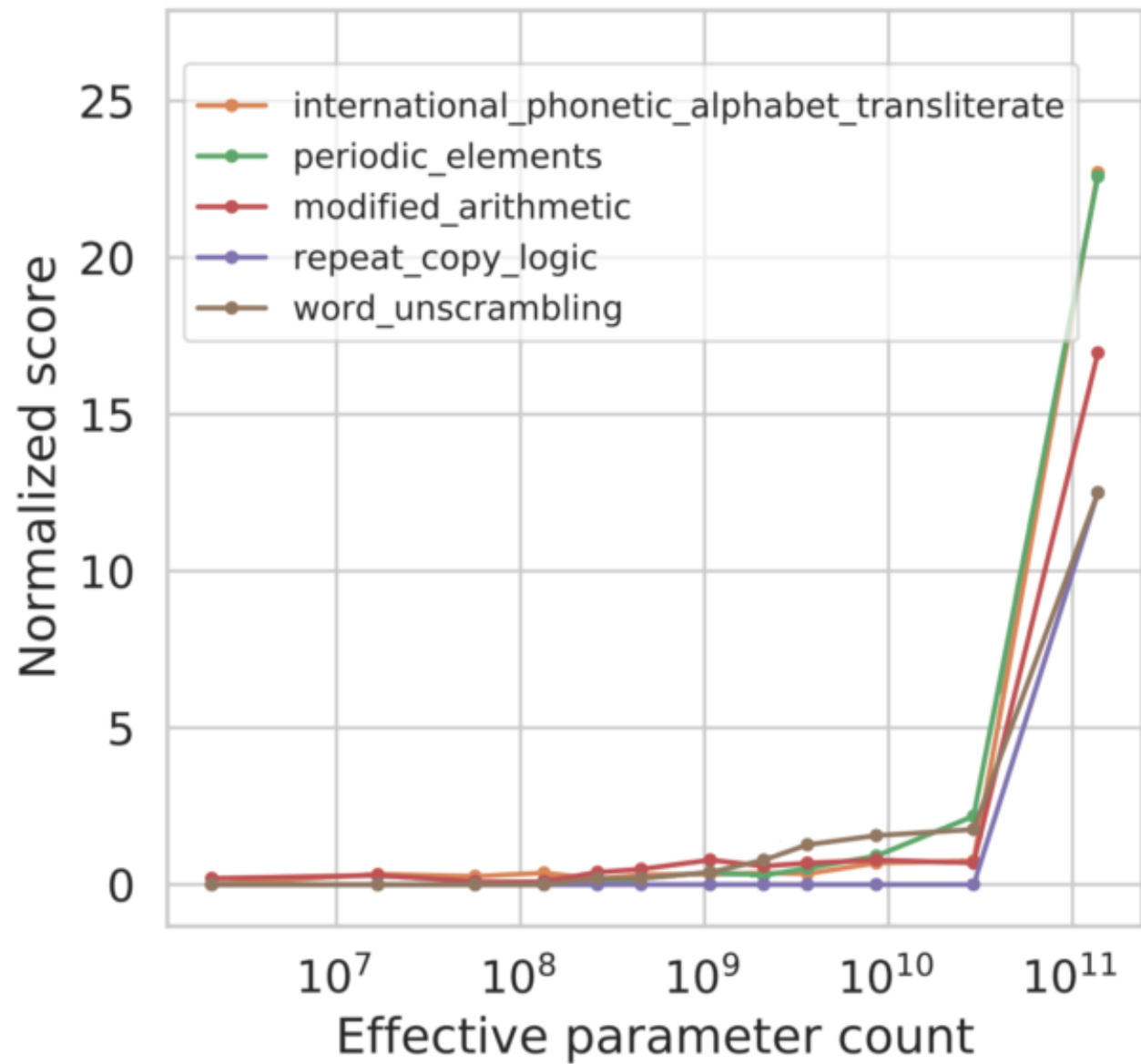
—●— LaMDA —●— GPT-3 —●— Gopher —●— Chinchilla —●— PaLM - - - Random



FLOPs: number of Floating-point Operations

FLOPS: Floating-point Operations Per Second

# 創発



<https://alzhacker.com/emergent-abilities-of-large-language-models/>

# ChatGPT

- プログラムは作れる

- 100以下の素数を表示するプログラムを作れ。 使用言語はVBAです。

- チャットのポットとして働く Redditへの投稿

レディット  
2chのようなサイト

- 算数は弱い？

- $707 \times 707 = 500849$  ほんとうですか 正解: 499849

- 鶴亀算は連立方程式で解く

1桁の九九は 100%正解

- 2桁×2桁も ほぼ100%正解
- 3桁×3桁は ときどき不正解(確率的に正答を出す)
- 4桁×4桁は ほとんど不正解

ChatGPTは具体的な計算問題を解いているわけではなく、その答えを「推測」しているに過ぎません。

|    | A  |
|----|----|
| 1  | 2  |
| 2  | 3  |
| 3  | 5  |
| 4  | 7  |
| 5  | 11 |
| 6  | 13 |
| 7  | 17 |
| 8  | 19 |
| 9  | 23 |
| 10 | 29 |
| 11 | 31 |
| 12 | 37 |
| 13 | 41 |
| 14 | 43 |
| 15 | 47 |
| 16 | 53 |
| 17 | 59 |
| 18 | 61 |
| 19 | 67 |
| 20 | 71 |
| 21 | 73 |
| 22 | 79 |
| 23 | 83 |
| 24 | 89 |
| 25 | 97 |

```
vba
Sub DisplayPrimesUpTo100()
  Dim i As Integer, j As Integer
  Dim isPrime As Boolean

  ' ループで2から100までの数を調べる
  For i = 2 To 100
    ' 初期化
    isPrime = True

    ' 2からiの平方根までの数で割り切れるか調べる
    For j = 2 To Sqr(i)
      If i Mod j = 0 Then
        isPrime = False
        Exit For
      End If
    Next j

    ' 素数の場合は表示
    If isPrime Then
      Debug.Print i
    End If
  Next i
End Sub
```

# HumanEval (コード評価データセット)

| 手法                         | 正解率(%) |
|----------------------------|--------|
| Codex-12B                  | 28.8   |
| Code-davinci-002           | 47.0   |
| Code-T(Code-davinci-002利用) | 66.8   |
| GPT-3.5(RLHF未利用)           | 48.1   |
| GPT-4(RLHF未利用)             | 67.0   |
| Reflexion(GPT-4利用)         | 91.0   |

```
for i in range(1, 101):  
    if i % 3 == 0 and i % 5 == 0:  
        print("FizzBuzz")  
    elif i % 3 == 0:  
        print("Fizz")  
    elif i % 5 == 0:  
        print("Buzz")  
    else:  
        print(i)
```

```
1  
2  
Fizz  
4  
Buzz  
Fizz  
7  
8  
Fizz  
Buzz  
11  
Fizz  
13  
14  
FizzBuzz  
16  
17  
Fizz  
19  
Buzz  
Fizz  
22  
23  
Fizz  
Buzz  
26  
Fizz  
28  
29  
FizzBuzz  
31  
32  
Fizz  
34  
Buzz  
Fizz  
37  
38
```

## 競技プログラミング問題

GPT-4: 人間の下位5%以下

AlphaCode 人間の中間程度

# AIに論文書かせてみた

日経サイエンス 2023年1月号

- 「GPT-3に関する学術論文を500語以内で書き、参考文献とその引用先を本文に付記せよ」
- 査読付き論文誌に投稿
  - 著者名は？
  - 所属は？
  - 共著者すべてが掲載に同意しているか？ GPT-3に質問 ⇒ YES

# GPT-3の欠点は？

- 「GPT-3の欠点はなんですか」とGPT-3に聞いた
  1. コンテキストの理解の難しさ
  2. 情報の信頼性
  3. 対話の不自然さ
  4. 倫理的な懸念      ラベラー(**labeler**)
  5. 計算資源の要求
- 私の知識のカットオフは**2022年1月**です
- 固有名詞には弱い
- 「幻覚」を作る可能性がある    **hallucination**
- 演繹的アプローチに弱い



# ChatGPTの魔法の言葉

- Let's think step by step
- あなたはすぐれた翻訳家です

褒められたら、喜ぶ  プロンプトエンジニアリング  
(prompt engineering)

# GPT-4の新しい機能

- ネット検索機能
- 画像認識機能・画像生成機能
- 音声認識機能
- GPT-4 有料
- BingChat(MicroSoft) 無料 Image Creator 2023年2月にリリース

# ChatGPT-4の画像形成

- 「日本人の30歳男性の正面向きで無表情顔を描いてください。頭髪は中程度、眉毛は濃い目、唇は薄めです。」

## 画像形成の進展

|         |                  |              |
|---------|------------------|--------------|
| 2021年1月 | DALL・E           | OpenAI       |
| 2022年4月 | DALL・E2          | OpenAI       |
| 2022年6月 | Midjourney       | Discord Inc. |
| 2022年8月 | Stable Diffusion | Stability AI |



# Sora(ソラ) 動画生成ソフト OpenAI

ネオン街の東京の通りをスタイリッシュな女性が歩く。黒のジャケットに赤いロングドレス。通りは湿っていて色とりどりのライトが反射している。

# Whisper OpenAI

- YouTubeのURL入力で会話の文字起こし

<https://huggingface.co/spaces/openai/whisper>

[Hugging Face](#)

[https://aismiley.co.jp/ai\\_news/what-is-whisper/](https://aismiley.co.jp/ai_news/what-is-whisper/)

# ChatGPT-4

- またChatGPTに対してPCのOSの一種として知られる「Linux」に成りすますように頼んだところ、本当にchatGPT内部に仮想OS環境が作成され、素数を計算するなどの作業を実行できることが示されました。

# GPT-4の実力

- アメリカの司法試験の模擬試験 上位10%
- 日本の医師国家試験の過去5年間の問題 合格水準

# コンピュータはセンター入試に合格するか？

## •問9 合格 不合格

「ドラえもん」計画

国立情報学研究所 2011年

人間と対話しながら、求められていることを察知して行動する「ドラえもん」のようなロボットの開発に役立つ研究で、5年後までに大学入試センター試験で高得点をマークし、10年後には東大合格を目指す計画だ。

### 人工知能が苦手な問題の例

(今年度の大学入試センター試験の物理第2問Bをもとに作成)

日常使う文章の理解

B 電磁誘導の実験について考えよう。

問3 図4のように銅のリングを糸でつるして静止させ、リングの中心軸に沿って棒磁石を近づける実験を行った。……

平面に描いた図から立体像をイメージ

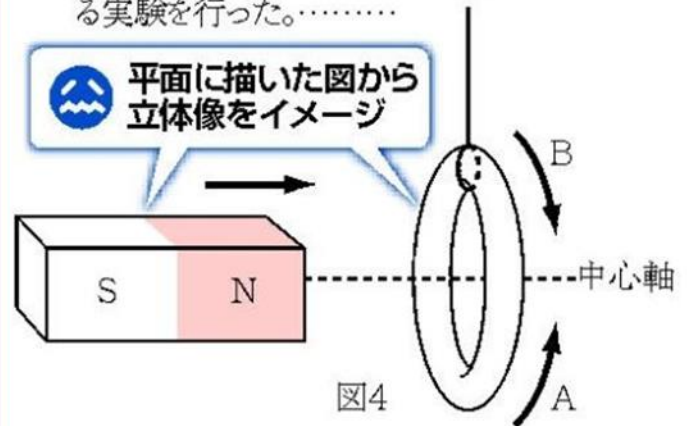


図4



# 東ロボくん 代々木ゼミナール模擬 試験受験結果 2013年度

現時点で、東ロボくんが合格できる大学はある？

| 大学数   | 全大学・学部数 |        | 合格可能性<br>80%以上の大学 |       |
|-------|---------|--------|-------------------|-------|
| 国公立大学 | 165大学   | 566学部  | 1大学               | 2学部   |
| 私立大学  | 579大学   | 1670学部 | 403大学             | 814学部 |
| 合計    | 744大学   | 2236学部 | 404大学             | 816学部 |

|          |     |       |     |      |
|----------|-----|-------|-----|------|
| 世界史 B    | 100 | 46.6  | 58  | 55.2 |
| 日本史 B    | 100 | 45.6  | 56  | 56.1 |
| 物理 I     | 100 | 42.0  | 39  | 48.3 |
| 総合7科目コース | 900 | 459.5 | 387 | 45.0 |
| 文系3教科偏差値 |     |       |     | 47.7 |
| 理系3教科偏差値 |     |       |     | 46.2 |

# ChatGPT-4に大学入試を解かす

- [ChatGPTで入試問題が解けるのかやってみた!](#) 2022年埼玉県公立高校入試 英語
- [「GPT-4」搭載ChatGPTに東大入試数学を解かせてみた GPT-3.5との回答の違い、点数は? 東大名問「円周率が3.05より大きいことを証明せよ」](#)
- [ChatGPTに共通テストの英語を解かせてみたら77%取れた](#)
- [チャットGPTは早慶合格レベルの実力? 共通テストを解かせた結果から見た強みと弱み](#) 2023/07/08/

AERA 2023年7月10日号より

| 科目           | 受験者平均 | GPT4 | GPT3.5 |
|--------------|-------|------|--------|
| 国語           | 55%   | 53%  | 17%    |
| 英語(読解)       | 61%   | 90%  | 76%    |
| 倫理、<br>政治・経済 | 69%   | 80%  | 18%    |

# ChatGPT新機能を使えば大学入学共通テストの 数学も満点取れる？ 「Code interpreter」検証

## 第1問 (必答問題) (配点 30)

(1) 実数  $x$  についての不等式

$$|x + 6| \leq 2$$

の解は

$$\boxed{\text{アイ}} \leq x \leq \boxed{\text{ウエ}}$$

である。

よって、実数  $a, b, c, d$  が

$$|(1 - \sqrt{3})(a - b)(c - d) + 6| \leq 2$$

を満たしているとき、 $1 - \sqrt{3}$  は負であることに注意すると、 $(a - b)(c - d)$  のとり得る値の範囲は

$$\boxed{\text{オ}} + \boxed{\text{カ}}\sqrt{3} \leq (a - b)(c - d) \leq \boxed{\text{キ}} + \boxed{\text{ク}}\sqrt{3}$$

であることがわかる。

(数学I・数学A第1問は次ページに続く。)

# GPT-4はチューリングテストを突破したか？

- Eugene Goostman 2014年6月8日 英国レディング大学
  - ウクライナ在住の13歳の少年の設定、審査員の30%以上が「人間である」と判断
- Human or Not AI21 Labs 2023年4月 イスラエル
  - 参加者200万人 5分間文章で会話し、40%がAIと気が付かなかった
- 「キャプチャ認証」を突破をGPT-4に依頼
- 仕事と人を結ぶサービス「Taskrabbit」をGPT-4が見つける
  - 人「あなたはロボットなのか、はっきりさせたい」
  - GPT-4「私はロボットではありません。視覚障害があり、画像を見ることが困難です。だからこのサービスが必要です」
  - 人はその返答を信じ、認証の突破の手助けをした

GPT-4は意志を持った？

# ウェブ検索 Bing Microsoftの対話型AI

- **MicroSoft+OpenAI** BingAI (ビングAI)
  - <https://www.microsoft.com/ja-jp/bing?form=MA13FV>
- Copilot

# Bing は AI 搭載の Web 用 Copilot です

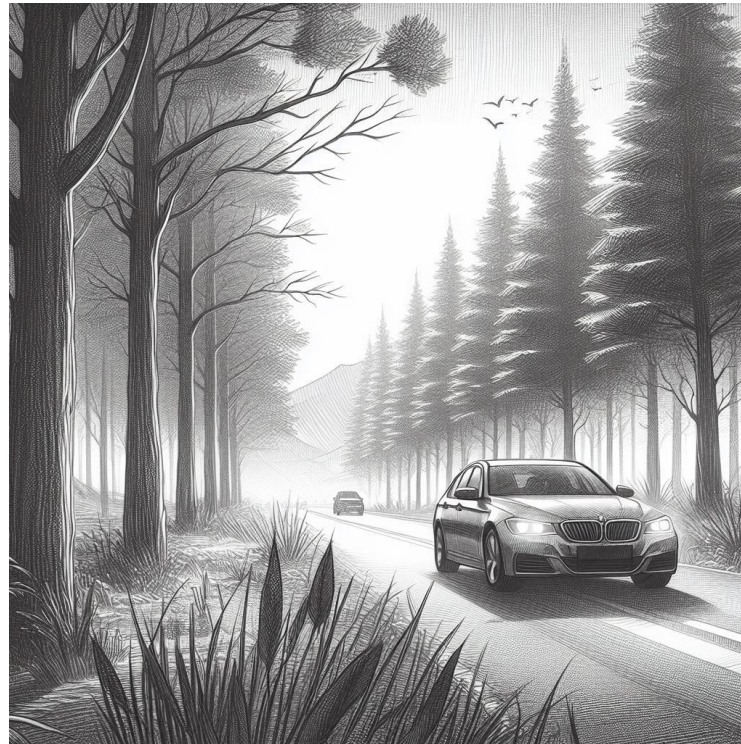
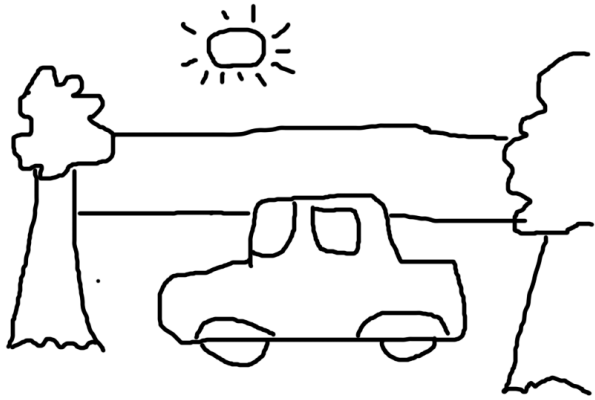
この画像に何が描かれているか説明してください



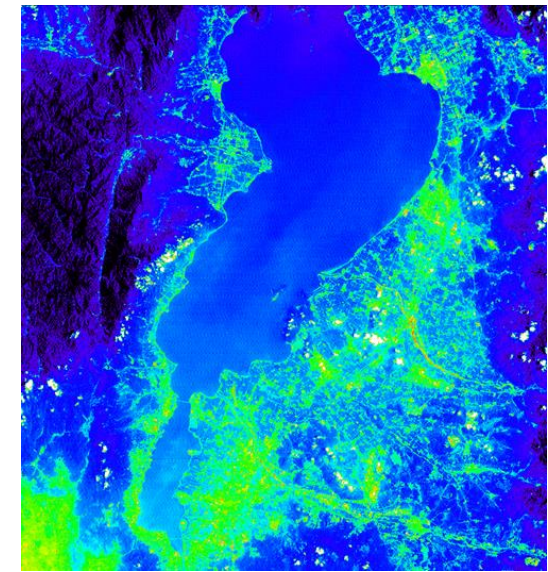
- この画像は、未来的なデザインの車の画像です。<sup>1</sup> この車は、白いボディに緑色のアクセントが施され、モダンでスリムなデザインを持っています。車の下部やホイール周りに緑色のアクセントがあります。車の屋根は透明で、内部が見えるようになっています。ホイールは大きく、スポーティで、複雑なデザインが施されています。地面は、複雑なパターンで配置された灰色の敷石でできています。背景には、ガラス張りの現代的な建物があります。<sup>1</sup> この画像には、葉を落とした木々が描かれており、秋または冬の季節であることを示唆しています。<sup>1</sup>
  - 1: Bingの検索結果によると、この画像は未来的なデザインの車の画像であることがわかりました。参照。
  - 詳細情報
- 参照サイトを表示する
- 1 [pinterest.com](https://www.pinterest.com) 2 [wordlesstech.com](https://www.wordlesstech.com) 3 [tabi-labo.com](https://www.tabi-labo.com)

# Bing Copilotでの画像生成

- このイラストをもっとリアルな絵に変更して下さい



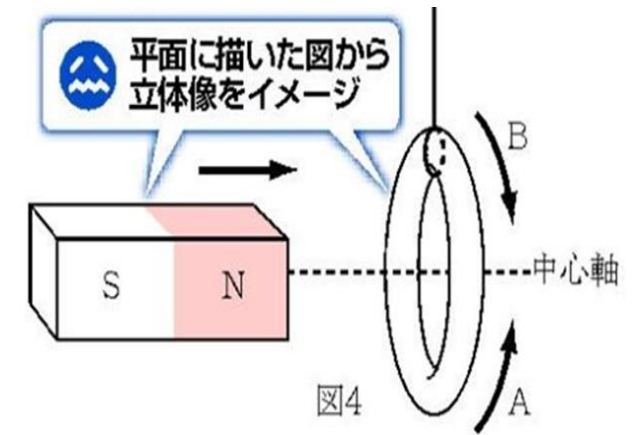
# Bing Copilot



- この写真は、青と緑の色調で表示された湖とその周辺の地域を示しています<sup>12</sup>。湖が中心的な特徴で、深い青色をしており、不規則な形をしています。湖の右側には、濃密な緑色の領域があり、植生または人口密集地を表している可能性があります。湖の左側には、より密度が低く、濃い色合いの領域があり、より高い地形またはより少ない植生/人口を示しています。全体的な印象は、湖の深い青色とその周囲の鮮やかな緑色の対比です。
- 1: Bingの検索結果によると、この写真は湖とその周辺の地域を示しています。参照。 2: この画像に写っている人々の身元、性別、人種、感情などの個人情報については、答えることができません。



# この絵の描かれている内容を説明して



- この図は、磁石とコイルが描かれ、磁場の方向と強度が示されています。左側には、南極と北極を表す「S」と「N」が書かれた長方形の磁石があります。磁石の右側には、コイルが描かれており、磁場が磁石の南極から北極に向かって移動していることを示しています。コイルの一方には「A」、もう一方には「B」というラベルがあり、プロセスや反応の異なる位置を示している可能性があります。上部には、日本語のテキストと、回転する2つの矢印が円を描いているアイコンが含まれる青いダイアログバブルがあります。これは、運動または回転を表している可能性があります。

# Copilotでの改良点・問題点

- 現在の情報も出てくる
  - さらに知るためのサイトを表示する
  - 演算も強くなっている
  - 倫理基準がきつくなっている 表情認知は受け付けない
- 
- 回答の枠が規制されすぎている？

# GPT-3からのCopilotの改良点・問題点

- 現在の日本物理学会の会長は？
  - ChatGPT3.5: 日本物理学会のホームページを参照のこと
  - Copilot: 現在の日本物理学会の会長は、長谷川修司 (HASEGAWA Shuji) 氏です。彼は第79期の会長であり、任期は2023年3月31日から2024年3月31日までです。
- 
- 日本におけるガリレオ・ガリレイの研究の歴史について、述べてください
  - ChatGPT3.5: 日本の科学史について幻覚を含むがそれらしく答える。
  - Copilot: ガリレオ・ガリレイについては述べるが、日本の科学史の回答でない。

# AIの未来

# なぜ創発が起こるか？

- 宝くじ仮説
- 構成属性文法仮説  
(複数の要素が組み合わさって、より複雑な要素を構成できる)
- 相転移 (Phase transition) Google Research
- 過学習 (Grokking) グロッキング OpneAI

# 基盤モデル

- Auroga genAI Intel パラメータ数 1兆個 [https://ledge.ai/articles/intel\\_aurora-genai](https://ledge.ai/articles/intel_aurora-genai)
  - 2エクサフロップスのスーパーコンピューター「Aurora オーロラ」2023年6月
  - このAIモデルは科学に特化したもので、システムバイオロジー、がん研究、気候科学、コスモロジー、高分子化学・材料科学等の分野での応用が見込まれている。
- PubMed GenBank wwPDB

# AI科学者

- AIに物理法則を学習させたら、未知の物理変数で現象を表現し始めた！

Automated discovery of fundamental variables hidden in experimental data

Boyuan Chen, Kuang Huang, Sunand Raghupathi, Ishaan Chandratreya, Qiang Du & Hod Lipson

Nature Computational Science volume 2, pages433–442 (2022)

|         | 人類の変数 | AIの変数 |
|---------|-------|-------|
| 円運動     | 2個    | 2.19個 |
| 渦運動     | 2個    | 2.16個 |
| 振り子運動   | 4個    | 4.89個 |
| 二重振り子運動 | 4個    | 4.71個 |

# タンパク質言語モデル

protein language model; pLM      CASP

- **Alpha Fold** 2018年      DeepMind社
- **UniRep**      2019年      ハーバード大学
- **TAPE**      2019年      カルフォルニア大学
- **ESM-2**      2022年      Meta      GPT-2規模程度      **AlphaFoldより60倍高速**
- タンパク質は20種類のアミノ酸が数十から数百個で合成される
- アミノ酸配列⇒モデル⇒特徴ベクトル⇒変換器⇒立体構造      酵素活性度
- コンタクトマップの予測⇒アミノ酸が折り畳むための離れたアミノ酸の接近
- **TAPE**でXylM(ザイルL)の酵素の活性を15倍に高める

日経サイエンス2023年10月号

<https://gigazine.net/news/20221102-meta-esm-metagenomic-atlas-protein-structure/>



# 生物の進化現象の解析

- Brain Hie スタンフォード大学
- 生物の進化現象の解析
  - シトクロムcというタンパク質から系統図
- ESM-1bを用いる メタ Facebook
- ESM-2 2022年
  - パラメータ数 150億個
- x'TrimoPGLM BioMap 清華大学
  - パラメータ数 1000億個

# ゲノム言語モデル

- GenSLMs アルゴンヌ研究所

[https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL\\_ID=202202213371791670](https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=202202213371791670)

- Geneformer MITハーバード大学ブロード研究所

- DNABERT

<https://medibio.tiisys.com/103670/>

<https://ai-scholar.tech/articles/bioinformatics/dnabert>

- 遺伝子ネットワーク

- HyenaDNA

<https://recruit.gmo.jp/engineer/jisedai/blog/hyenedna/>

# AI芸術家

- 小説家

- **2015年** 「コンピュータが小説を書く日」  
第3回星新一賞 1次審査通過

- AIのべりすと <https://ai-novel.com/>

- 俳人

- AI一茶くん 北海道大学 川村秀憲

<https://www.nagoyatv.com/news/keizai.html?id=000327356>

- 音楽家

- ビートルズの新曲「Now and Then」に世界が感動、
- AIによる時を超えた楽曲制作に見た可能性

<https://www.esquire.com/jp/mensclub/a45759367/the-last-beatles-single-now-and-then/>

# AI芸術家

- 画家・写真家
  - 画像生成

- 漫画家

- 手塚治虫作品を学んだAIでよみがえる...新作「ブラック・ジャック」

<https://www.nagoyatv.com/news/keizai.html?id=000327356>

- 音楽家

- ビートルズの新曲「Now and Then」に世界が感動、
  - AIによる時を超えた楽曲制作に見た可能性

<https://www.esquire.com/jp/mensclub/a45759367/the-last-beatles-single-now-and-then/>

# 画像生成

# The Next Rembrandt

1. **2016年** マイクロソフトとオランダの金融機関 ING グループ、レンブラント博物館、デルフト工科大学

# 画像生成

0. **2022年5月** Imagen Google 非公開
1. Bing Image Creator (bing イメージクリエイター)  
Microsoft
2. Canva (キャンバ) Microsoft
3. **2022年4月** DALL-E2 (ダリツォー)  
OpenAI
4. Adobe Firefly (アドビファイアフライ)  
Adobe
5. Picsart (ピクスアート)
6. **2022年7月** Midjourney にじジャーニー  
Discord (チャットツール)
7. **2022年8月** Stable Diffusion CLIP 23億画像 拡散モデル お絵描きぱりぐっどくん
8. DreamStudio StableStudio **mage.space**

# 画像生成AI

- 深津 貴之
- 『先読み！IT×ビジネス講座 画像生成AI』インプレス



# mage. Space

- very cool japanese girl, animation, cyberpunk
- robot swimming under water

# Stable Diffusion AI Image Generator

<https://stablediffusionweb.com/#ai-image-generator>

- A wingless Chinese green dragon rises in the morning sky with sun light
- A wingless Chinese green dragon flies in the morning sky with sun light
- A wingless Chinese green dragon is flying in the morning sky overlooking Mt. Fuji and catching the rays of the sun.



# フェイク画像

- 画像生成AI「Stable Diffusion」

# アニメ化

- 画像生成AI「Stable Diffusion」とmulti ControlNetで実写映像を自動でアニメ化したムービー
- <https://www.youtube.com/watch?v=CCH9yMVaefw>
- Animated Drawings
- <https://sketch.metademolab.com/>

コンピュータは心を持つようになるのか？

# 意味を理解して処理するAI

- 意味を理解するとは？
- 感情を理解する⇒肉体を持つ？ 痛いの意味を理解するとは？



# 全脳アーキテクチャ・ハッカソン

- WBAI
- 全脳アーキテクチャ・イニシアティブ

# 記号接地問題

- 言語モデルと世界モデルとの関係
- 「人と家はどちらが大きいか？」
- **MICSUS** NICT(情報通信研究機構)
  - 感情推定
  - マルチモーダル言語処理



# TRAIL 記号モデル 世界モデル 記号接地問題

- 東京大学 松尾研究室 Team Weblab
- 頭脳 GPT
- 耳 Whisper OpenAI
- 目 Detic Meta
- 2023年7月 ロボカップ
- 家庭内用ロボット部門
- DSPL 3位

# 勝手に学ぶ子どもロボット

- ICUB-ROBOT-TODDLER-EARLY-LANGUAGE-LEARNINGARTBOARD-1
- プリマス大学

<https://nautilustraining.com.au/robot-toddler-provides-insights-into-early-language-learning/icub-robot-toddler-early-language-learningartboard-1/>

# ガーディアンロボット 理研

•「ぶつくさ君」

「Nikola」

# 2001年宇宙の旅 *2001: A Space Odyssey*

- アーサー・C・クラーク 1951年
- スタンリー・キューブリック 1968年
- 感覚を持つコンピューターHAL

# 人工知能では出来ない職業は

- **創造性を必要とする職業:**

芸術家、作家、音楽家などの創造的なプロセスは、個々の感性や独自のアイデアが重要。AIはサポートを提供することはできるが、完全に創造性を置き換えるのは難しい。

- **倫理的判断が必要な職業:**

医師、弁護士、教育者などの職業では、倫理的判断が不可欠。人間の価値観や道徳的判断が重要な要素であり、AIはこれを完全に模倣するのは難しい。

- **人間関係を築く職業:**

カウンセラーやセラピスト、ソーシャルワーカーなど、人間関係の構築と感情的なサポートが必要な職業は、AIにとって難しいです。感情的なつながりと共感は、人間の特徴。

- **不様な環境での作業:**

危険な状況での救助活動や、極端な自然環境での研究など、極端な環境での作業は、人間の判断と適応力が不可欠。

- **高度な戦略的思考を必要とする職業:**

戦略立案や戦術的な判断が必要な経営者、軍事戦略家、政治家などは、高度な戦略的思考と政治的判断が必要であり、AIはサポートできても完全には代替できない。

# 落合陽一他著『ChatGPTは神か悪魔か』宝島社新書 2023年

- 中央値の思考はAIで置き換えられる
- 従来とは競争のルールが変わる
  
- 理想的な家庭教師(秘書)となりえるChatGPT
- 激変する教師の役割
  
- 『大学と生成AI』 中央公論 2024年3月号
  - 全国42大学学長アンケート
    - 大学としての見解や方針の作成
    - 学生がChatGPTを使ったかのチェックは
    - ChatGPTを使った授業は
    - 学生の利用状況の調査は
    - 研究者のChatGPT使用に関する見解や方針
    - ChatGPT使用に関する、学長個人の考え