

---

# IoT eラーニング

## AI発展の歴史

(第1次ブーム【1950年代】、第2次ブーム【1970～80年代】、  
第3次ブーム【2010年代】)

国立大学法人 琉球大学

---

- AI発展の歴史
  - 第1次人工知能ブーム
  - 第2次人工知能ブーム
  - 第3次人工知能ブーム

## ● 第1次人工知能ブーム

第1次人工知能ブームは、1950年代後半から1960年代におこった。

コンピュータによる推論や探索が可能となり、特定の問題に対して解を示すことができるようになったことがブームの要因である。

冷戦下のアメリカでは、自然言語処理による機械翻訳が特に力が注がれた。

しかし、当時の人工知能では、単純な仮説問題を扱うことはできても、さまざまな要因が絡み合う現実社会の問題を解くことはできないことが明らかとなり、一転して冬の時代を迎えた。

- チューリングテストの提唱  
1950年にアラン・チューリングが「Computing Machinery and Intelligence」を発表した。この中で、ある機械が知的であるかどうかを判定するテスト「チューリングテスト」を提唱した。
- ダートマス会議で「人工知能」という言葉が登場  
人工知能という言葉は、1956年に開催されたダートマス会議で命名された。ダートマス会議とは、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した会議の通称であり、「人が知能により達成」する事象を「コンピュータプログラムで達成」させる技術のことを「人工知能」と命名した会議でもある。この時、初めて「人工知能」とい言葉が使われ、人工知能研究が学問分野として確立された。
- ニューラルネットワークの研究  
1943年にウォーレン・マカロックとウォルター・ピッツが「A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity」でニューラルネットワークの基礎となる「形式ニューロン」を発表した。

- ニューラルネットワークマシン「SNARC」の構築  
1951年にマービン・ミンスキーは世界初となるニューラルネットワークマシンの「SNARC」を構築した。
- 探索問題としてのチェス解析  
1949年にクロード・シャノンが「Programming a Computer for Playing Chess」を発表し探索問題としてコンピュータがチェスをする方法を示した。  
コンピュータが次の手を決定する際に、評価関数を用い評価の対象となるすべてを数値化し評価を行う方法である。  
また、探索木を用いた探索方法でその後のゲーム展開を予測する方法でもある。
- 意味ネットワーク  
意味ネットワークは、意味記憶の構造を表すモデルである。知識をノードとリンクからなる有効グラフで表現している。  
意味ネットワークは、1956年ケンブリッジ言語研究所のリチャード・リチェンスによって計算機向け言語として発明された。その後、アラン・コリンズとキリアンの論文により広く知られるようになった。

## ➤ パーセプトロンの提唱

1958年にフランク・ローゼンブラットが「The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain」を発表した。

この中で「形式ニューロン」の考え方をもとにして開発された「パーセプトロン」について論じている。

入力層、中間層（隠れ層）、出力層の3つで構成されており、入力層と中間層はランダムに結合している。外部から入力層に信号が与えられると中間層へ情報を伝達し、中間層から出された答えに対して出力層はそれを評価し答えを出す流れになる。答えを出す評価の調整は「重み」と呼ばれるパラメータで調整する。

入力層と出力層の2層のみの構造を「単純パーセプトロン」と呼び、中間層を1つ以上持つ者を「多層パーセプトロン」と呼んでいる。

## ➤ ファジー集合

1965年にロトフィ・ザデーがあいまいさを表現する概念としてファジー集合を提唱した。集合分けする際に若い、若くないなど人の主観により判断が異なるあいまいな基準に、メンバーシップ関数（0～1の値）を定義し数学的に扱えるようにした概念である。

## ➤ パーセプトロンの限界

1969年にマービン・ミンスキーらにより「線形分離不可能な問題は収束しない」というパーセプトロンの限界を指摘した。入力層と出力層だけからなる単純パーセプトロンは完全ではなく、かなり簡単な問題しか解けないことがわかった。これにより、パーセプトロン（ニューラルネットワーク）の研究が下火となった。

## ➤ フレーム問題

1969年にジョン・マッカーシーとパトリック・ヘイズが「フレーム問題」を指摘した。

フレーム問題とは、有限の処理能力しか持たないロボットには、現実には起こりうる全ての問題に対処することができないことを示したものである。

現実の世界で人工知能が、「スーパーでパンを買え」のような課題を解決することを要求されたとする。現実の世界ではさまざまな出来事が起きる可能性があるが、そのほとんどは当面の課題とは関係がない。人工知能は起こりうる出来事の中から、「スーパーのパンを買う」に関連することだけを抽出し、それ以外に関しては当面無視する思考が求められる。全てを考慮することは際限なく時間を使ってしまうからである。

つまり、枠（フレーム）を作り、その枠の中だけで思考する必要がある。

しかし、一つの可能性が当面の課題と関係するかどうかを高性能なコンピュータで評価しても、振るい分け対象となる可能性が無数にあるため、抽出する段階で無限の時間がかかることとなる。これがフレーム問題である。

## ● 第2次人工知能ブーム

第2次人工知能ブームは、1980年代におこった。

知識を与えることで人工知能が実用可能な水準に達し、多数のエキスパートシステムが生み出された。

日本では、政府による「第五世代コンピュータ」と呼ばれる大型プロジェクトが推進された。

しかし、当時はコンピューターが必要とする情報を自ら収集し蓄積することはできないため、必要な情報は人が収集しコンピューターが理解できるよう翻訳する必要があった。

世の中にある膨大な情報全てを用意することは困難なため、特定領域の情報に限定することで活用可能な知識量が集めることができる状況であった。こうした限界から、1995年頃から再び冬の時代を迎えた。



## ➤ 知識工学の誕生

知識工学は、人間が経験により得た知識を利用し問題を解決する能力を情報処理システム上に実現することを目指した研究と開発に関する工学である。

1977年の第5回人工知能国際会議でスタンフォード大学のエドワード・ファイゲンバウムの特別講演を由来としている。

具体的な応用としてはエキスパートシステムやデータマイニングなどがある。

## ➤ ニューラルネットワークの研究

「パーセプトロンの限界」の指摘によりパーセプトロンの研究は下火になっていたが、1986年にデビット・ラメルハートがパーセプトロンを改良した誤差逆伝播法（バックプロパゲーション）を発表した。

誤差逆伝播法は「多層パーセプトロン」において問題となっていた重みの調整を解消する手段となった。これにより、ニューラルネットワークの研究が進められるようになった。

## ➤ エキスパートシステム (ES : Expert System)

1970年代前半にスタンフォード大学でエドワード・ショートリッフェとブルース・ブキャナンが推論エンジンを使ったシステム「MYCIN」を開発した。医療診断の診断結果として65%の正確性を示し、最初のエキスパートシステムと呼ばれている。

エキスパートシステムは特定の問題領域に限定した知識を表現することにより、専門家と同等に知的な問題解決を目指したシステムである。

エキスパートシステムは次の2つで構成されている。

- ◆ 専門家の持つ事実や規則などの知識が収集・蓄積された「知識ベース」
- ◆ 「知識ベース」の知識をもとに推論し結論を導き出す「推論エンジン」

エキスパートシステムの研究・開発は広く行われ、多くの企業がエキスパートシステムを導入するなど実用的なツールとして商用利用も行われるようになった。

## ➤ データマイニング

データマイニングとは大量のデータの中から、それまで未知だったデータの特徴を発見し知識として取り出す技術のことである。

1989年に「IJCAI'89 Workshop on Knowledge Discovery in Databases」というワークショップがデトロイトで開催され、初めて「Knowledge Discovery in Databases (KDD)」という言葉が使われた。

これ以前にデータマイニング (Data mining) という言葉が論文上に使用されることがあったが否定的なニュアンスであったこともあり、このような名称となった。このことから、データマイニングをKDDと呼ぶ場合もある。

1990年代以降、リレーショナルデータベースとSQLが出現したことと、コンピュータの性能向上とインターネットの普及により、蓄積されるデータが加速度的に増加するようになった。これにより研究が大幅に加速されていった。

2010年代にはビッグデータが提唱された。ビッグデータを用い、データマイニングを応用したサービスが一般向けにも提供さえるようになった。

## ➤ 遺伝的アルゴリズムの研究

遺伝的アルゴリズムは、遺伝子の振る舞いである適応度の高い遺伝子を「選択」し「交叉」または「突然変異」を繰り返しながら優良な遺伝子を残していく仕組みをモデル化したものであり、1975年にジョン・ホランドが提唱した。  
1990年にはジョン・コザによって、遺伝子を木構造として用いる遺伝的プログラミングが提案された。

## ● 第3次人工知能ブーム

第3次人工知能ブームは、2000年代から現在まで続いている。

現在、ビッグデータと呼ばれているような膨大な量のデータを活用することで、人工知能自身が知識を獲得する機械学習が実用化された。

続いて、知識を定義する特徴量を人工知能が自ら習得するディープラーニングが登場したことが、ブームの背景にある。

## ➤ ディープラーニングの幕開け

2006年にジェフリー・ヒントンはオートエンコーダを利用したディープオートエンコーダを提案し、これがディープラーニングの幕開けだと言われている。オートエンコーダとはニューラルネットワークを使用して次元削減を行うアルゴリズムである。ディープオートエンコーダの手法により人手を介さずに特徴量が求められる点で分岐点となった。

## ➤ 猫を認識するコンピュータ

2012年にGoogleが猫を認識するディープラーニングの技法を使った人工知能を開発したと発表した。1000万枚の猫の画像から人間に教えられることなく猫の特徴をつかみ猫を認識することに成功した。

これはコンピュータで自己教示学習 (Self-Taught Learning) が行われたことになる。

自己教示学習は人工ニューラルネットワーク (Artificial Neural Network : ANN) のひとつとして、神経回路網が学習するプロセスをコンピュータで再現するために研究されていたものである。

この発表により、停滞していた人工知能技術を進展させる出来事だった。

➤ トロント大学の「スーパービジョン」

2012年、ILSVRC (ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge) にトロント大学のジェフリー・ヒントン教授率いるチーム「スーパービジョン」が参加し優勝した。

従来のエラー率は26%程度だったが、ディープラーニングを活用したスーパービジョンはエラー率17%と、2位以下を10%以上も引き離す圧倒的な強さを示した。

ILSVRC はスタンフォード大学のImageNetが毎年主催する画像認識精度を競うコンテストである。画像に写っているものをコンピュータが認識し、エラー率が最も低いものを優勝とするコンテストである。

## ➤ 自律学習型汎用AI「DQN」

DQN (deep Q-network) とは、Google DeepMindが開発した強化学習 (Q学習) とディープラーニングを組み合わせた人工知能である。

2015年2月、科学誌ネイチャーにてDQNに関する詳細な研究内容の論文が発表された。人間が教えることなくコンピュータが自律学習していくことをテレビゲームを使い証明した。

家庭用ゲーム機 Atari 2600 の49種類のゲームを学習させ、43種類のゲームで従来の人工知能を上回る得点を出した。また、29種類のゲームについては上級者と同等かそれ以上のパフォーマンスを示した。

特にブロック崩しでは、回数を重ねるごとに成長し、600回のプレイ後には次々と攻略法を生み出し、上級者を遥かに超える高得点を出すようになった。これは、ゲーム全般を対象とする「汎用」的に開発された人工知能が達成したことである。



## ➤ 囲碁対戦用AI「AlphaGo」

2016年、Googleが開発した囲碁ソフト「AlphaGo」がプロ棋士に勝利した。

このソフトではディープニューラルネットワークが実装されモンテカルロ木探索が用いられていた。

学習方法としては、インターネット上の囲碁対局サイトにある3000万手の膨大な棋譜データを使用した。これだけでは足りなかったためコンピュータ同士による対戦を行わせ強化学習を行った。この対戦で3000万局に及ぶ学習が行われプロ棋士に勝利するまでになっている。

囲碁は、チェスなどと比較してコンピュータが勝つのは困難であると考えられていたが、プロのトップ棋士に勝利したことから大きな話題となった。