

2024.10 ブログ：「ニューラルネットワーク分野からノーベル物理学賞」、の詳細
(→ <http://www.1968start.com/M/blog/index3.html#2410c>)

ニューラルネットワーク分野からノーベル物理学賞

中所武司

■このエッセイのきっかけ

学生時代（1970年前後）に卒論・修論でニューラルネットワークを研究テーマにしたので、今回のノーベル物理学賞に興味を持った。

【参考資料】

- ・日経：2024年ノーベル物理学賞：物理学からAIの基礎を築いた2氏に
<https://www.nikkei-science.com/?p=74090>
- ・日本物理学会：2024年ノーベル物理学賞は、
「人工ニューラルネットワークによる機械学習を可能にした基礎的発見と発明に対する業績」
・・・に決定
<https://www.jps.or.jp/information/2024/10/2024nobelprize.php>

■内容の要約とコメント（→★）

<上記の日経記事から>

- ・2024年のノーベル物理学賞は、
「人工ニューラルネットワークによる機械学習を可能にする基礎的発見と発明」の功績で、
米プリンストン大学のホップフィールド（John Hopfield）名誉教授と
カナダのトロント大学のヒントン（Geoffrey Hinton）名誉教授に授与される。

→★コンピュータ分野の研究者を対象にした有名な賞としては、チューリング賞があるが、
ノーベル物理学賞の対象になるとは。

- ・1982年、理論物理者のホップフィールドは数学的な操作により、複数のパターンを一度に
モデルに記憶させることができる「ホップフィールド・ネットワーク」を考案し、
断片的な記憶から全体を再現する「連想記憶」をコンピュータで実現した。

→★1980年代の第二次AIブームは、エキスパートシステムなどの知識ベースシステム中心で、
知識表現と推論方式が研究された。第一次AIブームのときのニューラルネットワークは
この時期に再び話題になるも、あまり注目されなかったが、ノーベル賞につながった。

- ・1985年、ヒントンは記憶したパターンの想起だけでなく、大量のパターンから
その特徴を学習する新たなモデル「ボルツマン・マシン」を開発し、
学習していないパターンでも生成できる現在の生成AIの原型となった。

- 2000年代に入るとボルツマン・マシンは多層化され、新たに未知のパターンを入力すると、学習したパターンのどれに近いかを高い精度で判断でき、人工知能の爆発的な進展が始まった。ヒントンはこの仕組みを「深層学習」と名付けた。
- 現在のAIは、これらのマシンとは比較にならないほど巨大化し、はるかに複雑なタスクを実行しているが、基礎科学としての土台は1980年代に築かれたと言える。

＜上記の日本物理学会の記事から、日経記事との重複部分以外の追記＞

- 1970年代初頭までに、ホップフィールドの連想記憶モデルと同様の機能を有するモデルは、国内では中野馨氏、甘利俊一氏、海外ではウィルショウ氏やコホーネン氏らが提案している。

→★私の卒論・修論の研究時期の1970年ごろは第一次AIブームのときで、当時、中野馨氏のアソシアトロンは話題になった。また、1970.12の電子通信学会のオートマトン研究会で、甘利俊一先生の発表の次に、私は以下の発表を行った。ニューラルネットワークのニューロン間の結合度を概念間の連想度とみなしたモデルを導入している。

* 中所武司、齋藤正男：思考過程のシミュレーション、
電子通信学会オートマトン研究会資料、A70-76 (Dec. 1970)
<https://www.1968start.com/M/bio/olduniv/gakkai7012.html>

■私の研究における関連引用文献

→★私の研究論文（1990）、修論（1971）、卒論（1969）の参考文献の中にはニューラルネットワークの歴史の解説によく引用される研究者の論文も多い。特に、今回のノーベル物理学賞受賞者の2名の論文は、1番目の論文の参考文献（8）と（14）に掲載している。

【1】第二次AIブームのときの人工知能学会の論文

T. Chusho: **Computational Semantics of a Neural Network System for Thought Process Simulation and its Applications**,
人工知能学会誌 Vol. 5, No. 5, pp. 548-557 (Sept. 1990)
<https://www.1968start.com/M/p2/9009chuAI.pdf>

(受賞者2名の参考文献と引用部分抜粋)

- (8) **Hopfield, J. J.** and Tank, D. W.: Computing with Neural circuits: a Model, Science, Vol. 233, pp. 625-633 (1986)
- (14) **Rumelhart, D. E.**, **Hinton, G. E.** and Williams, R. J.: Learning Representations by Back-propagating Errors, Nature, Vol. 323, pp. 533-536 (1986).

<引用箇所抜粋>

By the early 80's, some of the practical use problems had been solved from the engineering viewpoint.

(簡約：1980年代の初期に、実用化のための課題のいくつかは工学的視点で解決された)

J. Hopfield showed that a simple model based on nonlinear neurons organized into networks with symmetric connections had the capacity to solve optimization problems.

(簡約：J. Hopfieldは、対称的な結合のネットワーク構造の非線形ニューロン群に基づく単純なモデルが、最適化問題を解く能力を有することを示した)

D. Rumelhart developed an effective learning algorithm on a multilayer network, which was called an error back propagation algorithm.

(簡約：D. Rumelhart達(注：**G. E. Hinton**を含む)は、誤差逆伝搬法と呼ばれる、多階層ネットワーク上の効果的な学習アルゴリズムを開発した)

→★この2件のほかにも、この研究論文(1990)の参考文献リストでは、下記のニューラルネットワーク関連の論文を記載している。

- (1) **Amari, S.:** Mathematical Foundation of Neural Network (Japanese)
Sangyo-tosho, Tokyo (1978)
- (7) **Hebb, D. O.:** The Organization of Behavior, Wiley, N.Y. (1949)
- (9) **Kohonen T.:** The "Neural" Phonetic Typewriter,
Computer, Vol. 21, No. 3, pp. 11-22 (1988)
- (11) **McCulloch, W.S. and Pitts, W.:** A Logical Calculus of the Ideas Immanent
in Neural Net, Bullentin of Mathematical Biophysics. Vol. 5, pp. 115-137 (1943).
- (12) **Minsky, M. and Papert, S.:** Perceptrons, MIT Press, Cambridge, Mass. (1969).
- (13) **Rosenblatt, F.:** Principles of Neurodynamics, Spartan, Washington, DC (1961).

【2】第一次AIブームのときの修士論文

中所武司：思考過程の数学的表現と模擬実験、

東京大学大学院工学系研究科電子工学専門課程 修士論文 (March 1971)

<https://www.1968start.com/M/bio/olduniv/shuuron.htm>

→★参考文献リストには、M. Minskyのパーセプトロンのほか、甘利、中野の論文もあり。

【3】第一次AIブームのときの卒業論文

中所武司：条件反射の生体工学的解析、東京大学工学部電子工学科 卒業論文 (May 1969)

<https://www.1968start.com/M/bio/olduniv/soturon.htm>

→★参考文献リストに、ニューラルネットワーク関連の論文あり。

図2-1に、McCulloch-Pittsの神経回路網のモデルを掲載。

以上