

# ジェフリー・ヒントンの語った ディープ ラーニング革命

【ジェフリー・ヒントン  
トロント大学名誉教授が  
2019年本田賞授与式で講演】



提供：本田財団

トロント大学 (University of Toronto) 名誉教授で、ベクター研究所主任科学顧問を務めるジェフリー・ヒントン氏が、2019年の本田賞<sup>※1</sup>を受賞し、2019年11月18日に帝国ホテルで記念講演「ディープラーニング革命」を行った。ヒントン氏は、制限ボルツマンマシンの開発や、バックプロパゲーション（誤差逆伝播法）アルゴリズムを発展させてディープラーニングの基礎を築き、ディープラーニングの父として知られている。

ここでは記念講演の一部を紹介する。

## ■ AIにおける2つのアプローチ

ヒントン氏はまず、コンピューターが認識できる形で知識をデータ化し、それに基づいてコンピューターが推論するアプローチ（シンボリックAI）について説明。次にシンボリックAIのアプローチの代替となった、生物学的着想で人間の脳の仕組みをモデル化し、膨大なニューロンの活動パターンを用いて学習する人工ニューラルネットワークについて説明した。ヒントン氏が研究を始めた頃は、シンボリックAIのアプローチが主流で、人工ニューラルネットワークは理解されなかったと述べた。

「着想は、人工ニューラルネットワークが学習データから知識を得るだけで難しいタスクを学べるであろうというものでした。しかし、多くの人がそのような学習アプローチで

は難しい問題を解決することなど決してできないと考えていました。

アラン・チューリングとオリバー・セルフリッジといった黎明期の研究者は、ランダムな重み付けから出発し、そして重み付けを変えることで、ネットワークの挙動を改善できることを確認しましたが、これはアルゴリズムとしてはきわめて効率が悪いものです。1960年頃、フランク・ローゼンブラットは入力データを正しく分類するために、入力の特徴をどのように重み付けするかを理解できる、効率的な学習手順（パーセプトロン収束手順と呼ばれる）を導入しました。

1969年、マービン・ミンスキーとシーモア・パパートは、データからどのような特徴を引き出すべきかまでは学習できないことから、単純なパーセプトロンができることには限界があることを示しました。そして人工ニューラルネットワークに最初の冬が来たのです。バックプロパゲーションのアルゴリズムが開発されたのは1980年代でした。私は、私のメンターであったデビッド・ラメルハートとともに、バックプロパゲーションのような学習アルゴリズムの開発にあたりました。バックプロパゲーションの様々な改良案は甘利俊一のグループらによってすでに考案されていましたが、我々はバックプロパゲーションがニューラルネットワークに固有の特徴を設計させたり、多層の特徴を持たせることを

可能にしていることの論証に焦点を当てました。この取り組みは多大な興奮をもたらしました。これにより困難な問題も解決できるように見えました。今は実際にできるわけですが、当時はあまり機能しませんでした。それがなぜなのかも不明でした」

## ■ 学習アルゴリズムが成果を上げられなかった理由とは？

その後、ヒントン氏はいろいろなことを試し、開発したアルゴリズムはうまく機能していた。しかし、他のアルゴリズムと比べて、特段優れているわけではなかったという。

「他のアルゴリズムも同じくらい良い性能を出していました。大いに失望しました。しかし、当時、私たちが理解していなかったことがあります。このテクニックは、大規模なデータセット、大規模なネットワークがあるときに機能するということです。1980年代には大規模なデータセットはなく、トレーニングをするための強力なコンピューターもありませんでした。シンボリックAIをやっている人たちが、『予備知識も入れず、ランダムな重み付けだけで難しいタスクを学べるわけがない。膨大な知識をプログラミングしなければ、難しい問題を解決することはできない』と言いました。ニューラルネットワークの研究者は彼らの主張を信じてはいませんでした。しかし、その時点では自分たちの正しさを証明できなかったのです」

## ■ 諦めない姿勢がブレイクスルーへ

ヒントン氏は講演の中で、1912年にアルフレート・ヴェーゲナーが提唱した大陸移動説を紹介した。大陸移動説も40年間、地質学者に理解されなかった。学者であったヒントン氏の父は、大陸移動説を支持しており、それが後に証明されたことは、ヒントン氏の諦めない研究姿勢に影響を与えた。

その後も人工ニューラルネットワークは

理解されなかった。あるレビュアーは、ヨシユア・ベンジオ氏の論文をICMLに載せる場所はないとコメントし、CVPRのレビュアーはヤン・ルカン氏の論文に書かれたシステムの動作が他の論文のものより優れていたにもかかわらず採択しなかった。しかし現在、人工ニューラルネットワークは音声認識、画像認識の分野で活用されている。ヒントン氏はそれらの仕組みを解説しつつ、次のように述べた。

「2012年にImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) という画像認識のコンペティションで、トロント大学のチームがそれまでの約27%の認識エラー率を、16%というエラー率に改善しました。これがブレイクスルーとなりました。現在、画像の認識エラー率は3%まで下がっています。人の認識エラー率は5%です。全般的には人をまだ上回っていませんが、特定のデータセットでは上回るようになっています。例えば皮膚がんを見つける応用例では、人と同じくらいまで来ています。CTスキャンの読影では、間もなく人を超えるでしょう」

最後にヒントン氏は機械翻訳に解説を加え、シンボリックAIについても言及した。

「機械翻訳は最もシンボリックAIに適していると言えるかもしれません。過去、シンボリックAIによる翻訳の取り組みがありましたが、従来のコンピューターで実現するのは、うまくやり方ではなかったのです。シンボリックAI研究者が得た洞察は、より良いニューラルネットワークの構築に活用できるはずです」

※1 公益財団法人本田財団（設立者：本田宗一郎・弁二郎兄弟）により、1980年に創設された、科学技術分野における国際賞

ジェフリー・ヒントン氏の記念講演「ディープラーニング革命」の講演録は、本田財団Webサイト<<https://www.hondafoundation.jp/>>で公開されます。