



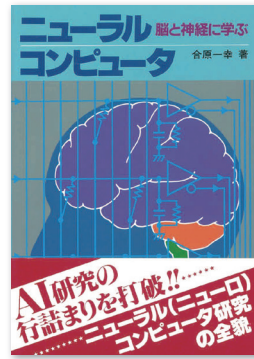
第56回

人工知能と脳 30年たち、発想から実践へ



合原一幸
Kazuyuki Aihara
東京大学教授

図1 ニューラルコンピュータ
脳と神経に学ぶ
(東京電機大学出版局、1988年)



最

近人工知能（AI）が
大きな注目を集めてい
る。ディープラーニン
グ（深層学習）と呼ば

れる人工のニューラルネットワーク
（神経回路網）を用いたニューロ計算
手法が、画像や音声などのパターン認
識で高性能を発揮したことがひとつの
きっかけとなった。

この様な最近の流れを知っている
と、図1の本は新刊本に見えるかもし
れない。が、実は筆者が30年近く前
に上梓した本である。編集担当者が軽い

思いつきで付けた本の帯がちょっとし
た物議を醸し、当時の人工知能の偉い
先生からお叱りを受けたりした。

30年たつてようやく、この本の帯の
メッセージが現実になろうとしている
。あまり知られていないが、ニュー
ロ計算がAI分野で本格的に使われる
のは今回が初めてのことなのであり、
この点を理解していないと現在のAI
研究の本質を見逃してしまう。

ディープラーニングとその問題点

ディープラーニングを実行するニュー
ラルネットワークは、単純な人工ニ
ューロン（生物の神経細胞の数理モデ
ル）が集まったニューロン層を多段に
積み重ねたものである。そこで使われ
る手法は決して新しいものではなく、
情報表現の自動生成で世の中を驚かせ

ているオートエンコーダー自体も、図
1の本ですでに紹介してある技術であ
る。さらに主要な学習アルゴリズムの
原理は、筆者の理論研究の恩師である
甘利俊一（東京大学名誉教授が50年近く
前に提案したものである）。

ただし、学習に用いるビッグデータ
の蓄積とその大規模学習を可能にする
コンピュータ能力が、この30年で大き
く進展したことが、高性能のパターン
認識を可能にした。特に、猫やヒトの
顔に選択的に反応する人工ニューロン
の生成等、対象の情報表現が自動的に
学習される点が注目されているが、こ
のような情報表現自体はあまりにも静
めかつ特異的で、脳科学分野では「お
ばあさん細胞仮説」として狭義には否
定されている。したがって、高度なAI
を構築するためには、ディープラー

ニングのみでは不十分である。

数理脳科学の重要性

「おばあさん細胞仮説」を超える「分
散表現」、「スパース表現」、「時空間表
現」等の情報表現が、脳の情報コード
との関連でこの20年来活発に議論され
ている。実際の脳の脳で顔に反応する
神経細胞が見つかったり、ディープ
ラーニングの顔ニューロンとは異な
り、表現する内容が時間的に変化する、
もつと動的な特性を示す。

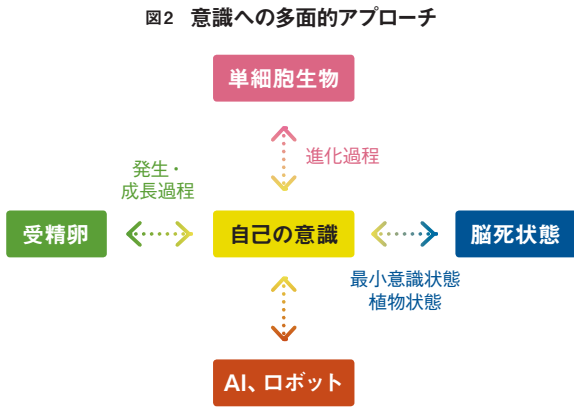
実験的な脳科学研究成果をAIに直
接活かすのは容易ではないが、実験的
成果を基に理論的に脳を研究する数理
脳科学分野では、すぐにでも活用でき
る知見がすでに多数蓄積されている。
したがって、ニューロ計算を用いたAI
開発には、これらの成果をうまく取

り入れることが不可欠である。

ハードウェア実装の進歩

もうひとつ、最近の日本のAI研究が見逃しているのが、人工ニューロンのハードウェア化技術である。この分野は、南雲仁一が1960年代に世界に先駆けて開拓し、筆者の実験研究の恩師である松本元らが90年代に世界をリードしたが、松本の早逝によって衰退したという歴史的経緯がある。

ただしこの伝統は受け継がれていて、河野崇（東京大学生産技術研究所）



人工知能と意識

AIが自分自身の能力を上回るAIを自ら生み出せる様になると、再帰的進化によって知能爆発に至るという議論をしばしば耳にする。しかし、これはマルサスが考察した様に人口がいつまでも幾何級数的には増加しないのと同様で、時間的に増加する関数の爆発的増加は一般に非線形効果で抑えられ、線形思考の限界を正しく理解することが肝要である。

もうひとつの興味深い論点は、「AIやロボットは自己を意識出来るか？」という問題であるが、これは現時点では答えようがない。なぜなら、意識とは何かという問い自体が、昨今多くの研究成果はあるけれども、答えにはいまだ程遠いからである。

筆者は、この問題に関しては図2の様な多面的アプローチをとるのがいいと考えている。すなわち、たぶん十分な意識は持っていないと多くの人が考える単細胞生物、受精卵、脳死状態等そしてAIから、自己を意識していると思われる状態への変化過程を丁寧に追うことである。単細胞生物からヒト

への進化過程、受精卵から新生児や幼児への発生・成長過程、脳死状態と正常状態の間にある植物状態や最小意識状態などにおける、神経細胞数やネットワーク構造の変化の解析が、意識の謎、そしてAIの意識といった問題に貴重なヒントを与えるはずである。

もっとも意識が生成されるカラクリがわかっていないのだから、十分複雑なAIやロボットが設計者の思惑を越えてプリミティブな意識を創発する可能性は0ではない。カオス人工脳や量子人工脳をつい創ってみたくなる筆者の意識の深層に、もしかしたらこういう考えが潜んでいる様な気もする。

第56回フォーラム「新・地球学の世紀」出席者

発表 合原一幸（東京大学生産技術研究所教授・生命情報システム/複雑数理モデル） 座長 松井孝典（千葉工業大学惑星探査研究センター所長・地球惑星物理学/複雑理工学） 副座長 川勝平太（静岡県知事・経済学） 幹事 斎藤成也（国立遺伝学研究所集団遺伝学部門教授・ゲノム進化学） メンバー 内田亮子（早稲田大学国際教養学部教授・生物人類学）、岡ノ谷一夫（東京大学大学院総合文化研究科教授・神経行動学/言語起源論）、加藤秀樹（構想日本代表・政策デザイン論）、金田康正（東京大学情報基盤センター名誉教授・計算科学）、鬼頭宏（静岡県立大学学長・歴史人口学/日本経済史）、佐藤勝彦（自然科学研究機構機構長・宇宙物理学/宇宙論）、高橋組織（日本映画大学附属図書館長・文学理論/映像文化論）、筒井清忠（帝京大学文学部長兼大学院文学研究科長・日本文化学/歴史社会学）、南淵明宏（心臓外科）、原島博（東京大学名誉教授・電子情報学）、薬師寺泰蔵（慶應義塾大学名誉教授・国際政治学）、横山俊夫（滋賀大学理事/副学長・文化史）、和田昭允（東京大学名誉教授・生物物理）