

# 書 評

日本認知科学会 編, 谷口忠大 著: 心を知るための人工知能  
— 認知科学としての記号創発ロボティクス — (越境する認知科学 5), pp. 271, 共立出版 (2020)

知能はどのように生成するのだろうか。本書は人工知能基礎論の領域に、戦略的に取り組む「記号創発ロボティクス」とその前提となる思想が網羅された書籍である。「記号創発ロボティクスは言語獲得にいたる適応的な認知システムのモデルを構築することを主たる目的としている」(本書より引用)ので、環境・身体・知能の三者の関係の中から、言語体系が立ち上がっていく過程を課題としている。当然、そこには「記号接地問題」(シンボルグラウンディング問題)も取り上げられるが、この問題については改めて定義されている。「人工知能学会誌」Vol. 27, No. 6 (2012)では「記号創発ロボティクス」が特集されているので、こちらも参照されたい。

記号には二つの側面があり、社会的なコミュニケーションで利用される記号(外的表象)と、認知の形成の過程として現れる記号(内的表象)がある。コミュニケーションのための記号と、認識に関わる記号は混合されやすい。しかし、社会的な恣意性をもつ記号があたかも確定された意味と明確な指示対象をもつ、とみなされる一方で、認知に関わる記号は記号が形成されるためには、対象をひとまとまりのものとして捉える自己組織化的な知的活動(シニフィエ)が形成される必要があり、それに記号がひも付けられるのであり(記号過程)、環境の多様な解釈を可能とする。必ずしも現実に対一に記号が接地されているわけではない。記号が環境で機能するために、知能は主体として身体と運動を通じた環境と固有の関係を結び、そこで記号が関係を表現するものとして利用される。記号を使うということは、知能にとってけっしてパターン認識の指標ではない。一人称の内部視点から記号を捉える見方が必要とされる。

1章「実世界認知のモデル」では、記号創発ロボティクスの立場が科学哲学者カール・ホバーの反証可能性の概念を用いて詳細に語られる。著者は人間の記号過程と、人工知能の過程を安易に混合するべきではないと警鐘する。「『ロボットがもし実世界で言語獲得できたならば、人間もそうやっているということだ』とはいっさい主張されていない」と説く。

2章「人工知能と記号の旅路」では、人工知能が記号とともに進んできた根底にある思想について言及される。「記号システムは認知システムのみの問題として閉じて定義することはできず、社会システムと認知システムとがカップリングしたシステム」と述べられる。つまり身体から社会のダイナミクスまでを包括するダイナミックなシステムの上で創発を考えるビジョンが示され



る。特にアモーダル記号システムと知的的記号システムの対比が強調される。

3章は「認知的閉じ」とカテゴリー生成について説明される。身体と感覚によって世界から限定された表象を獲得しているという「認知的閉じ」において、行為と世界の応答から確率的な推定によって対象を学習していく。

4章「概念とカテゴリーを形成するロボット」では、第1～3章を準備として実際のロボットを用いた著者の研究の成果が述べられる。マルチモーダル物体カテゴリー生成を行い、また逆にクロスモーダル推論を実現する。

5章「語彙を獲得するロボット」では、連続的な音声信号から語彙を発見し、カテゴリーと関連付けをしながら語彙を獲得する。「幼児は学んだ音素の知識に従って、音声を認識して、その音素・音節の統計情報から、単語を発見する」作業仮説を覆し、状況と語彙との統計的つながりから学習する認知システムが単語分割を促すこと

が解説される。

6 章「内的表象を生み出すディープラーニング」では、記号創発とディープラーニングの関係が模索される。著者は「内的表象」、「内部表現」が英語では同じ **internal representation** であることを指摘する。キングマらによる自己符号化変分ベイズに関する論文“**Auto-encoding Variables Bayes**”は、確率的生成モデルとして解釈できることを指摘する。

第 7 章「記号創発ロボティクスと認知理解の発展」では、マルチモーダルなカテゴリ形成とニューラルネットワークによる確率的生成モデルを用いて、内的表象としてのカテゴリ（確率分布）を獲得するモデルの展望が語られる。

このように本書は「記号創発ロボティクス」、つまり

確率的生成モデルに従って環境からマルチモーダルな感覚を用いて対象を確率分布として把握し、共起する記号を獲得するアプローチの解説書であると同時に、深くポジティブな反省の書である。自らの研究分野を解説すると同時に、一歩下がって客観的・批判的に語ることで、一つ一つの概念が確かに積み上がっていく。読者はその概念を一步一步昇っていくことで、新しい知見、新しい領域にいざなわれる。人間の知能が生成・運動する基本的なプロセスを探求し、人工知能においてロボット、マルチモーダル、確率生成モデルとニューラルネットワークを用いて実際に実装するという知能の根幹に関わる未踏の分野のフロンティアランナーの息吹が感じられる充実した内容の良書である。

[三宅 陽一郎 (編集委員, スクウェア・エニックス)]

西川 仁, 佐藤智和, 市川 治 著, 清水昌平 編: テキスト・画像・音声データ分析 (データサイエンス入門シリーズ), pp. 240, 講談社 (2020)

まずレイアウトが美しい本である。ストレスなく読めるように、入念にデザインされており、カラー図版も理解しやすく文章量も適切である。「データサイエンス入門」シリーズとして、初学者に対して丁寧に編集されている。

内容もまた、テキスト、画像、音声データ、の三者を 1 冊の本で扱うというのも、めずらしい内容となっている。これはそれぞれの分野の分析手法をまずは一通り学ぶことに目的が置かれているからであり、データ分析を学ぶ、まさに 1 冊目の本としてデザインされているのである。三人の著者が、それぞれの分野を解説するスタイルになっているが、解説の仕方が統一されている。各トピックが必ず 2 ~ 4 ページで解説されるようになっており、全体を濃淡なくリズム良く学べるように設計されている。さらに全 15 章で練習問題とその解答も準備されているので、大学の講義で使いやすい構成となっている。また全体を通して Python をベースとしたコーディングが提示されている。ニューラルネットワークに偏ることなく、データ解析の技術が全般的に網羅されており、広範な技術を平易に学ぶことができる。入門者がつまずきやすい場所がないように注意が払われている。また各章に参考文献がリストされており、この本から始めて、各章ごとに専門書へ進めるようになっていく。それぞれのトピックには「参考」として知っておくと便利な知識が散りばめられている。企業の研修用にも最適であり、また網羅的にトピックが簡潔に示されているから、机上に



1 冊常備しておくのも良いだろう。

本書を順番に読んでいくと、テキスト、画像、音声データ解析が独立な話題が提供されるというよりも、データに対する統一的な姿勢が浮かび上がってくる。データに

対して、どのようにアプローチしていくか、という共通の精神がここに描かれている。一つ一つはシンプルなアプローチであっても、データの中から本質を抽出すると同時に、明示的に表現するという共通の姿勢が本書全体を通じて貫かれている。データをどのように要素に分解し、要素間の関係を調査し、全体に対して統一的なアルゴリズムを仕掛けることで、それまで見えなかったデータの姿を目に見える形で現出させる、そのような姿勢である。

本書は外見も美しく、読みやすい本であるが、異なる分野のデータ解析技術を一同に会することで、データ解析分野全体のもつ全体像とデータに向き合う姿勢を読者に強く印象付ける書となっている。データ解析の書で最初に手に取る本として最良の 1 冊である。

〔三宅 陽一郎 (編集委員, スクウェア・エニックス)〕