

特集「認知科学と記号創発ロボティクス：実世界情報に基づく 知覚的シンボルシステムの構成論的理解に向けて」にあたって

谷口 忠大
(立命館大学)

岡田 浩之
(玉川大学)

認知科学は「知」の総合的な科学を構築する学問分野であり、心理学、人工知能、計算機科学、言語学、脳神経科学、哲学、社会学、ロボティクスなどの学際領域である。日本国内では近年、認知科学は心理学の一分野であるかのように思う人が多いようであるが、始まりは、必ずしもそうではない。

1956年に開催されたダートマス会議は人工知能分野においては、「人工知能 (artificial intelligence)」という言葉が生まれた会議として大変有名である。同時に、人工知能と同じくダートマス会議が認知科学の出発点と見る見方もある。認知科学と人工知能は双子のような存在だといえるだろう [鈴木 15]。

双子のように生まれた認知科学と人工知能であるが、その二つの分野は国内外の研究活動において、徐々に隔たれたものへと変わってきてしまったように感じられている。本特集では、記号、表象といったキーワードを軸に、この二つの分野を再びつなぐ糸口と、その必要性を見いだしたい。

認知科学はその成立当初より、積極的に計算モデルやシミュレーションを取り込んできた。20世紀の認知科学においては表象系を設計された *amodal* (感覚独立) な表象系として取り扱われる傾向が強く、その制約ゆえに記号接地問題を始めとする多くの問題を抱えることになった。この影響は人工知能や計算科学などが与えた影響であり、認識論の主流は非身体的、非知覚的なものとなり、知覚的な認識論の立場は失われていったと指摘される [Barsalou 99]。

しかし、本質的に人間の認識は *perceptual* (知覚的) なものである。Barsalou は *amodal* な表象系から身体的な経験に基づく *modal* (感覚従属) な表象系に立ち返る重要性を指摘し、知覚的シンボルシステム (*perceptual symbol system*) を提案した。しかし、認知科学の枠の中で、それをどのように実証していくのか、議論していくのかは大きな課題として残されたままである。

本特集ではこの知覚的シンボルシステムの理解を認知科学と人工知能の新たな媒介役として設定する。人工知能分野側の受け手は記号創発ロボティクスである。

21世紀に入り、人類は、高速な計算機、広大なメモリ空間、安価なセンサ、アクチュエータを手にし、また、それらの計算・情報資源を背景とした確率的情報処理の

学問的進化に支えられながら機械学習、知能ロボティクス、自然言語処理、コンピュータビジョン、音声情報処理などの実世界情報処理技術の諸分野において長足の進歩を得てきた。これらは実世界情報を計算機が「知覚的に」扱うことを可能にするための分野といえるだろう。

これらの学術的、技術的発展は私達に認知主体のモデルを 20 世紀とは質的に異なる水準で構成することを可能にし始めている。現在、私達は新たなフェーズの実世界情報に基づく知覚的シンボルシステムの構成的理解を射程に捉えた状況にある。

その中で、記号創発ロボティクスと編者らが呼ぶ分野が徐々に形成されつつある。記号創発ロボティクスは、まさにロボティクスとさまざまな実世界情報処理技術を融合させ、主体内部での知覚的シンボルシステムの自己組織的形成を経て、接地した言語やコミュニケーションに至ろうとする新たな学術分野である。

記号創発ロボティクスが生まれた背景には人工知能分野における基本問題の一つとして数えられる記号接地問題の存在がある。記号接地問題は Harnad によって提案されたものであり、*amodal* な表象系のもつ問題を感覚器を通じた「接地」を通して解決しようとしたものである [Harnad 90]。記号創発ロボティクスでは、これを身体をもったロボット自身が記号系を生み出す過程をつくり出すことで、乗り越えようとしている [谷口 14]。

奇しくも、認知科学における知覚的シンボルシステムは、記号創発ロボティクスの研究の中で描かれてきた表象系の表現に酷似している。この知覚的シンボルシステムに関する議論を軸に据えつつ、認知科学にとっても人工知能にとっても重要な「記号」の問題に進展を得るための新たなコラボレーションの場を生み出そうとするのが、本特集の狙いである。

本特集の多くの読者が、この新たに浮上る研究領域に興味をもち、参画して下さることを切に願っている。

ここで本特集に至る流れを少し説明させていただきたい。この特集は 2014 年と 2015 年の夏に開催された二つの研究会に端を発している。八ヶ岳会議 (2014 年 8 月 26 ~ 28 日, 会場:八ヶ岳ロイヤルホテル) と、熱海サイド会議 (2015 年 9 月 13 ~ 15 日, 会場:ホテルミクラス) である。ともに認知科学と人工知能研究の新たな 50 年を築くための議論をすることをうたい、合宿形

式で行われた招待制の研究会である。本特集記事の編者でもある谷口と岡田が開催提案者となり開催した。うたい文句は志高く「日本版ダートマス会議」であった。

それぞれ 12 名, 16 名の研究者が参加し, 2 泊 3 日の間の短い時間ではあったが, 朝から晩まで缶詰状態で議論を重ねた。会議の位置付けとしては, 10 ~ 50 年スパンの研究課題に対して極めて建設的な議論をし, 既存のコミュニティに受け入れられないことを恐れず, 真の人間理解のためのあらゆる可能性を検討することとした。

本来ならば一週間程度は時間をとり, 議論したかったのだが, 日程的に, それが許されなかったのが, 現在の研究環境の慌ただしさと, 世知辛さだろう。

60 年前のダートマス会議では McCarthy が「我々は, 1956 年の夏の 2 か月間, 10 人の人工知能研究者がニューハンプシャー州ハノーバーのダートマス大学に集まることを提案する」としており, すでに期間の点で負けている。

そもそも八ヶ岳会議のきっかけとなったのが 2014 年の本学会全国大会 (会場: ひめぎんホール) でのオーガナイズドセッション「記号創発ロボティクス」の招待講演に鈴木宏昭先生をお呼びしたことだった。そこで, 記号創発ロボティクスの研究と認知科学における知覚的シンボルシステムの近さが指摘され, 「しっかり時間をとって議論しよう」ということになった。大変, 濃密な議論を行ったこれらの会議の余韻は, 本特集記事からも感じ取っていただければ幸いである。

さて, 認知科学と人工知能の再接近を目指そうとする動きは, 学会単位でも動きつつある。2015 年度本学会全国大会 (会場: 公立はこだて未来大学) においては「特別セッション: 認知科学と AI の再会 — 認知科学会とのコラボレーションセッション」が三つ組まれた。そのうちのひとつが, 編者の一人の岡田がオーガナイザとなった, 「知覚的シンボルシステムの実現に向けて—人間知能の構成論的理解—」であった。本特集のタイトルはこの特別セッションの名称を継承している。

以降, 本特集に関して各記事の簡単な導入をしたい。鈴木宏昭氏 (青山学院大学) には「実体ベースの概念からプロセスベースの概念へ」として概念や表象の捉え方をどのように更新していくべきなのか, 知覚的シンボルシステムや記号創発ロボティクスの研究にも触れながら執筆いただいた。次に, 長井隆行氏・中村友昭氏 (電気通信大学) には「記号創発ロボティクス—マルチモーダ

ルカテゴリゼーションから言語に至る構成の道筋—」として, これまでの記号創発ロボティクスの一連の研究を振り返りながら, これらの研究がどこまで来ており, これからどう進んでいくのかについて執筆いただいた。また, 松香俊彦氏・川端良子氏 (千葉大学) には認知科学の視点からこれまでの概念モデル研究をまとめ, 今後についての展望を述べていただいた。谷口 (立命館大学) は記号創発システム論の視点から, 知覚的シンボルシステムを超えて, 記号接地問題の本質的解決を行うためのシンボルシステム (記号系) の捉え方に関して執筆した。そこでは, 記号接地問題ではなく, 新たに記号創発問題を導入している。次に, 内海 彰氏 (電気通信大学) には単語の意味の計算論に関する研究, 特に, 分布に基づく意味モデルや比喩理解の計算論に関して執筆いただいた。折田奈甫氏 (東北大学) には, 認知のプロセスを確率モデルにより形式化し言語現象にアプローチする, 新たな言語理論の可能性について議論いただいた。最後に, 岡田 (玉川大学) は幼児の言語獲得に関して, その本質の一つであり, 謎である対称性バイアスに関して解説を行った。

特集記事全体がまとまってみると, 「認知科学と記号創発ロボティクス」という主題の割にはロボット成分が少ないような気がするが, そもそも認知科学との概念や言語の計算論を媒介とした新たな接近を生むことが, 本特集号の目的でもあるので, よしとしたい。

この相互作用の領域は, 世界的に見ても新しく, また, 学問的にも重要である。八ヶ岳会議を始めるにあたって, 集まった研究者に開催提案者が示したのが「八ヶ岳会議は歴史に名を残すことができれば成功である」という規準だった。本特集号を一つのきっかけとしつつ, 新たな展開が生まれ, また, 本特集号自体が歴史の一つの標石となれば幸いである。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Barsalou 99] Barsalou, L. W.: Perceptual symbol systems, *Behavioral and Brain Sciences*, Vol. 22, No. 4, pp. 1-16 (1999)
- [Harnad 90] Harnad, S.: The symbol grounding problem, *Physica D: Nonlinear Phenomena*, Vol. 42, No. 1, pp. 335-346 (1990)
- [鈴木 15] 鈴木宏昭: 認知科学と AI の展開が生み出す新たな研究課題, 人工知能学会全国大会 (第 29 回), 1B4-CS-1 (2015)
- [谷口 14] 谷口忠大: 記号創発ロボティクス—知能のメカニズム入門 (講談社選書メチエ), 講談社 (2014)