

## 特集「構成的発達科学を目指して」にあたって

浅田 稔

(JST ERATO 浅田共創知能プロジェクト, 大阪大学大学院工学研究科)

本特集では、科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業 (ERATO) 「浅田共創知能システムプロジェクト」の成果を踏まえ、新たな知の創造の手法として、構成的発達科学を提唱している。脳を含む身体が、他者を含む環境との相互作用を通じて、どのように知を獲得していくかのミステリーをロボットという道具を使って探りだしている。これは、浅田らが10年以上前から唱えてきた認知発達ロボティクス [瀬名 04] の集大成である。当初、手法は定かではなく、方法論もまちまちだった。既存の単一分野だけでは、困難なチャレンジに立ち向かうだけに、わくわく感と同時に、既存分野の価値観では、見劣りする弱さもあったが、5.5年経過し、徐々にではあるが、このおもしろさが伝わりつつあり、かすかに光が見え始めている印象を覚える。とはいえ、まだまだものがきは続きそうではある。本稿では、以降の解説の説明ではなく、「共創知能」の考え方や、このような研究分野をどのようにつくり上げるに至ったかについて、浅田自身の体験から説明しようと思う。

学部4年の卒業研究配属時、パターン認識という言葉に惹かれ、人間の認識一般に興味があったので、機械でどのように認識するのかという興味から、当時の大阪大学基礎工学部辻 三郎研究室に入り、動画像解析から始まり、三次元運動と形状の復元と表現などの研究を行ってきた。その頃のAIは、計算機内での記号処理が中心で、実世界を対象とする外界とのつながりをもつ点で、ビジョンの研究はおもしろかった。反面、一方向の受け身の側面を免れず、(物理的に) 外界に働きかけることの意味を認識にフィードバックさせる意味で、ロボットの世界に入ってしまったことは、自分としては自然であった。すなわち、「計算機+視覚(センサ)+(狭義の)身体=ロボット」という構図で、これが「身体性」のアイディアの始まりだったのかもしれない。反面、ロボティクスの分野では、実世界で物理的機構を動作させるためのモデル化や制御の課題が重く、認知や認識の課題は、他分野からの借り物を多く利用してきた。その結果、本来、身体のもつダイナミズムを静的なモデル化でつぶしてしまい、認知や認識の問題に正面から向き合っただけで済んだ経緯がある。当時のAIとロボティクスは、互いに相手側の完璧な情報処理や運動制御を期待することで、人

工システムの構築をねらっていたが、互いに期待できるはずもなく、このような背景から、包摂アーキテクチャ [Brooks 86] が生まれたと考えられる。さまざまな批判を浴びながらも、生物が採っている形式により近いアーキテクチャは、その後、多くの派生を生み出し、その代表が身体性認知科学 [Pfeifer 99] や認知発達ロボティクス [瀬名 04] である。

浅田は、石黒 浩氏、國吉康夫氏とは彼らが学生時代からのつきあいだが、一緒にプロジェクトを始めたのは、ロボカップだった。ソニー CSL の北野宏明氏に誘われて、90年代初めのチャレンジWSでの議論の中から、ロボカップ(当時ロボットJ-リーグと命名)の発想が生まれ、具体化する中で、石黒氏、國吉氏らと議論を重ねた。1997年の人工知能の国際会議に合わせて、最初のロボカップを開催する方向で進めていて、その途中で國吉氏がMITに海外逃亡し、代わりに現在、編集委員会委員長の松原 仁氏(ロボカップ日本委員会前会長)にバトンタッチした。

競技会としてのさまざまな議論と同時に、ピュアに研究議論を進める場として、石黒氏と國吉氏が企画し、1994年に設立したけいはんなでの「若手知能ロボット研究会」がある。ここでは、中島秀之氏をはじめ、メンバがロボティクスよりも、むしろ、生物学、脳科学、精神医学などの分野の多彩なゲストを招き、毎回、分野の枠を超えた課題を扱い、徹底した議論を完膚なきまで行ってきた。

ここでの数多くの議論は、今でも浅田の肥やしになっている。この研究会は、その後「社会的知能発生学研究会」と名称を改め、研究会発足当時、博士とりたてほやほやの研究スタッフとして浅田研に入ってきた細田 耕氏が現在、参画している。SF作家の瀬名秀明氏もゲストスピーカーからメンバになり、研究会活動をブルーバックスから出版する際に、とりまとめ役を買って出た。「知能の謎—認知発達ロボティクスの挑戦」[瀬名 04]と題したこの本は、最近廃刊となり、残念である。

1994年の最初の頃の研究会で、ロボカップ向けの強化学習のロボットの研究発表をベースに議論を展開した。シミュレーションが多い中で、視覚情報をもとに実ロボットへの応用を示した研究であった。これを論文

化し、最も著明なロボティクスの国際会議の一つに投稿し、採択を確信していたが、大した理由もなく落とされた。悔しくて、その後、小さな WS などで多数発表し、評価され、また深い議論も海外の研究者と行った。翌年、落とされた論文を一字一句違わず同じ会議に投稿し、1000 を超える投稿の中から、ベストペーパーの候補 10 編に選ばれた (残念ながらベストペーパーは逃した!)。今にして思えば、最初落ちたことで、悔しさをバネにして海外を飛び回り、発表と同時に多くの仲間や情報を得たことは、その後の研究人生に大きな影響を与えた。

その後、一連の強化学習関連の研究の中で、状態・行動空間の構成問題が強化学習に限らず、セグメンテーションという大基本問題であり、その後の認知の研究にのめり込むきっかけとなった。コンピュータビジョンやロボットビジョンの研究で博士学位を取得したこともあり、機械の認識を通じて、人間の認知の問題にずっと興味があったことが素地かもしれない。身体性が知能創発の重要な条件であることの主張 [浅田 98] を学会誌特集解説として展開した。

ロボカップも 1997 年第 1 回名古屋大会から、パリ (98)、ストックホルム (99)、メルボルン (00)、シアトル (01) と各地を転々とする間、けいはんなの研究会の拡張版として、JST の異分野交流フォーラム「人工物設計論による新たな人間理解にむけて: ヒューマノイド・チャレンジ」を 12 年前の 2000 年の 1 月に開催した。オーガナイザは浅田であるが、実行委員会メンバを当時の所属で示すと (敬称略)、北野宏明 (ソニー CSL, JST 北野プロジェクト)、川人光男 (ATR, JST 川人プロジェクト)、中島秀之 (電子技術総合研究所)、長谷川眞理子 (専修大学)、國吉康夫 (電子技術総合研究所)、多賀巖太郎 (東京大学)、中村仁彦 (東京大学)、高西淳夫 (早稲田大学)、茂木健一郎 (ソニー CSL) と超豪華な顔ぶれであった。スピーカーには、当時京大の石黒氏、討論者に細田氏の名前があった。ヒューマノイドのハードウェア、赤ちゃんや霊長類の認知発達、相互作用、脳科学、カオス、社会環境など多彩な課題を議論した。1 年目はまだ、各分野ごとの発表が多かったが、2 年目は、認知発達に加え、言語と行動、社会的知能発生、身体と模倣、インタラクション、学習と発達など、融合し、より抽象的なテーマを扱うようになってきた。3 年目は領域探索プログラムとして「ヒューマノイド・サイエンスの構築と応用」と称し、海外から著明な研究者を招待し議論した。

このプログラムが終了する頃、京大の乾 敏郎氏から、

氏が総括を務める「動的インタラクションによるコミュニケーション創発機構の構成と解明」プロジェクトからお誘いを受け、國吉氏、石黒氏、細田氏を引き連れて、「身体性構成論グループ」として参画した。乾氏とは、ビジョン研究で古くからの付き合いがあり、氏も浅田と同様にビジョン研究から、より一般的なテーマを扱う認知神経科学の分野を切り開いた。このプロジェクトは、残念ながら、途半ばで、中止を余儀なくされたが、また、この悔しさをバネに、精進し、その甲斐あってか、ERATO の推薦を受け、本プロジェクトの総括を任された。「これで、思い切り認知発達ロボティクスの研究を進めることができる」との思いで、チーム構成は迷うことなく、細田氏、國吉氏、石黒氏、乾氏にグループリーダーをお願いした。プロジェクト開始前から國吉氏と執筆中だった「ロボットインテリジェンス」[浅田 06] は、2006 年 3 月に出版し、大川出版賞を受賞した。生物の知能の在り方を徹底的に理解し、それを人工物の知能の設計の生かし、動作過程からのフィードバックにより理解を深め、さらに設計する。この過程の繰返しこそが、構成的理解の本質であることを、主張した著書である。本プロジェクトでは「生物の知能の在り方」として、赤ちゃんの発達に焦点を当て、複数の赤ちゃんロボットプラットフォームの構築を通じて、認知発達のミステリーに迫ってきた。大きな成果を上げられたと思う反面、次々とさらなる課題の発見の連続で、「身体性」、「自律性」、「社会性」のもつ意味をさらに深めながら、それぞれに、次のステップに踏み出している。このような背景であったことを念頭に、各解説を読んでいただき、知能設計の多様性を議論していただければ幸いである。

#### ◇ 参 考 文 献 ◇

- [浅田 98] 浅田 稔: 身体性による知能の発現, 人工知能学会誌, Vol. 13, No. 1, pp. 14-15 (1998)
- [浅田 06] 浅田 稔, 國吉康夫: ロボットインテリジェンス, 岩波書店 (2006)
- [Brooks 86] Brooks, R. A.: A robust layered control system for a mobile robot, *IEEE J. Robotics and Automation*, Vol. RA-2, pp. 14-23 (1986)
- [Pfeifer 99] Pfeifer, R. and Scheier, C.: *Understanding Intelligence*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts 02142, USA (1999)
- [瀬名 04] 瀬名秀明, 浅田 稔, 銅谷賢治, 谷 淳, 茂木健一郎, 開一夫, 中島秀之, 石黒 浩, 國吉康夫, 柴田智宏: ブルーボックス B1461 知能の謎—認知発達ロボティクスの挑戦, 講談社 (2004)