

認知科学と AI の展開が生み出す新たな研究課題

Common Research Issues to Cognitive Science and Artificial Intelligence

鈴木 宏昭*1

Hiroaki SUZUKI

*1 青山学院大学

Aoyama Gakuin University

The present paper aims at the collaboration of cognitive science and artificial intelligence. Contrary to the traditional notion of intelligence, recent development in cognitive science has revealed that human cognition is closely tied with its body, emotion, and the environment, to generate adaptive actions. These findings are partly paralleled with those in artificial intelligence. Realizing the commonalities would trigger the reunion of the two research communities.

1. はじめに

1970年代に情報という概念の普及により知性への新たなアプローチが可能になり、この流れの中で認知科学、人工知能という双子が生まれた。知識とその獲得、表現、利用という共通のテーマの下で両者は緊密な連携の下に研究を始めた。エキスパートシステム、ニューラルネット、第5世代コンピュータという展開の中でも両者は相互に影響を与え合ってきた。しかしながらこの連携は近年徐々に弱まってきたように思われる。

本報告では近年の認知科学の展開を人工知能コミュニティのメンバと共有し、その上で共通の課題を探るための基礎的なデータを提供したい。

2. 歴史的背景

認知科学は1950年代後半に米国における認知革命をその起点とする。それ以前に主流であった行動主義は刺激と反応との間の関数関係の同定のみを行い、内的情報処理過程についての言及を避けてきた。しかしこの時期に Miller, による短期記憶の研究, Chomsky による生成文法, Newell と Simon による問題解決の計算モデルなどの提案がこの時期に行われ、入力情報を加工、精緻化し、内的表象を作り出すものとして知性を捉える立場が一挙に普及した。

この後、認知科学は人工知能との密接な関係を築き、人間の知性のアーキテクチャの解明、知識の獲得、表現、利用に関わる研究を、主に認知（知覚、記憶、言語、思考等）領域において行ってきた。

3. 近年の動向

人工知能も含めた他研究領域との共同を行うことで認知科学はさまざまな展開を遂げた。これらの中で主要な4つの展開を取り上げる。

感情・情動的知性

初期の認知科学では知覚、記憶、思考など知的機能の研究が焦点化されていたため、感情、情動を扱う研究は限られていた。しかし、神経科学および脳機能計測を含むさまざまな生体計測が用いられるようになり、この分野の研究は認知科学の重要な研

究対象となった。その結果、感情、情動は決して認知と対立するものではなく、認知が適切に働くためのパートナーであることが徐々に明らかになっている [Damasio 94, 藤田 07, Ledoux 99]。

さまざまな感情状態と認知との間の関係の解明は、この分野の中心的な研究テーマである。ポジティブ状態の時には全体的、創造的な処理が促進される一方、ネガティブ状態の時には分析的、アルゴリズム的な処理が促進される。また感情状態は身体と密接に関わりながら、認知のプロセスのさまざまな点に影響を与えていることが明らかになっている。

知の社会性

近年、ヒトの知性、およびそれを支えた脳の進化が、我々人間の社会性に由来すると言う考え方が広まってきている。つまりヒトの知性は比較的大きな社会集団においてその規範を守りつつ、協力し合うことから生じたという考え方である [長谷川 07, 亭坂 13, Tomasello 10]。

こうした流れは乳幼児発達研究、人の近縁種を用いた比較認知科学研究、また進化心理学、社会心理学分野の研究者と認知科学者との共同を促し、その知見は知の社会性という仮説の確実性を高めている。また、1990年代から活発に勧められている共同認知も知の社会性を強く意識したものとなっている。ここでは人同士の共同が学習、問題解決にどのような影響を与えるのかをパフォーマンスレベルではなく、プロセスレベルで解明することに成功している [植田 00]。一方、Vygotsky, L. S. などの思想の流れを現代的に展開した状況の認知も認知の社会的側面を前提とした研究を勧めてきた [Lave 91, Suchman 87]。この立場では共同体における人同士の関係のあり方、人と環境内の人工物との関係のあり方から、認知を捉えるという立場を取る。

知の身体性

従来、身体は脳、あるいは中央制御系のシステムの命令を受けて受動的に働く機関であると考えられてきた。しかし生態心理学、ロボティクスなどの研究領域との共同研究から、脳や中央制御系は身体の動きや働きを前提としたコントロールを行う、ある意味で折衷的な機能を果たしているに過ぎないという見解が主流になりつつある [Barrett 11, Pfeifer 99]。

生態心理学の研究は、人間の行為を微視的に分析し、環境情報、各身体部位の協調関係を明らかにしてきた [三嶋 00, 佐々木 03]。またさまざまな環境下で運動、行為を行わせつつ、その入力と運動情報を組み合わせながらシンボル、概念の

連絡先: 鈴木宏昭, 青山学院大学教育人間科学部,
susan@ri.aoyama.ac.jp

学習を行う記号創発ロボティクス [谷口 13], 乳児様のロボットに様々な経験をさせ、そこから人間の発達過程を探る認知発達ロボティクスなどが展開している。加えて、視覚、聴覚等様々なモダリティからの情報を統合する仕組み、それらが相互に与える影響を検討する多感覚統合研究は認知科学において急激に発展を遂げているが、これも知の身体性の流れの1つと考えられる [田中 11].

知の創造と創発

最後に知の創造と創発についての研究分野が挙げられる。知性は蓄えた知識を利用するだけでなく、与えられた環境の制約の中で、新たな知を絶えず作り出している。こうした活動が顕著な形で現れているのは、科学的な発見、工学的な発明、芸術、スポーツなどの分野においてである。これに加えて問題発見などの創造的能力を含む21世紀型スキルを育成する学習科学研究も展開している [Griffin 11, 沖林 12, 白水 12].

この分野では実験室における研究、フィールド調査に加えて、脳計測、モーションキャプチャーなどの新しい技法による研究も行われている。これらの研究成果は、創造的活動においては、ローカルなレベルでの揺らぎが組織化され、システムの共鳴する過程が含まれることを明らかにしてきている。特に意識的な思考とは別の系の思考が先行的に働き、両者の相互作用が創造の核に存在するという知見が提出されている [阿部 13]. また日本において研究活動が活発な領域である芸術の認知科学も、まさにこの知の創造と創発に深く関わる。この分野では、音楽、美術などに加えて、日本の伝統芸能の研究も活発に行われ、そこでは「息」「間」など暗黙知とされてきたものへの科学的アプローチも始められている [川合 14].

4. 共通の課題は何か

こうした研究の動向が指し示す知性の姿は、40年前に認知科学と人工知能がコラボレーションを始めた頃の姿とは大きく異なっている。感情、情動は私たちの知性をかき乱すものではなく、知性がうまく働くための下働きをしてくれる。社会、環境もまた私たちが一方的に教えを受けたり、あるいは知性を働かせる場として存在するのではなく、私たちの知の構造、機能の中に入り込んでいる。身体も同様であり、それは中枢系の効果器、つまり奴隷として働くのではなく、それ自体が有用な情報を生み出す貴重なリソースとなっている。

これらをやや乱暴な形でまとめれば、認知科学は生物指向(身体、感情)と社会指向(環境、社会、インタラクション)によって展開してきたと考えられるだろう。つまり、知性は身体を通して社会、環境と相互作用を行う中で、多重のリソースを用いつつ、絶えず生成を繰り返しているということになる [鈴木 06].

認知科学におけるこのような動向は、AIにおけるニューラルネットワーク、GA、GP、バイオコンピューティング、ロボティクスなどにおける生物指向、ナレッジ・マネジメント、人工市場、サービス工学などの社会指向と、軌を一にするものと思われる。そして両コミュニティの協同は、産業社会におけるイノベーション、21世紀型の教育、超高齢化社会における福祉や医療、芸術、文化の伝承など、社会的にも緊急性の高い課題の解決の鍵となるだろう。

参考文献

[阿部 13] 阿部 慶賀, 北村 英哉 (編): 特集: 高次認知過程における意識的、無意識的処理, 認知科学, 20 (2013)

[Barrett 11] Barrett, L.: *Beyond the Brain: How Body and Environment Shape Animal and Human Minds*, Princeton University Press, Cambridge, UK (2011), 小松淳子 (訳) 『野生の知能: 裸の脳から、身体・環境とのつながりへ』 インターシフト)

[Damasio 94] Damasio, A. R.: *Descartes's Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*, Avon Books, New York (1994), 田中 三彦 (訳) 『生存する脳』 講談社, 2000

[藤田 07] 藤田 和生 (編): 感情科学, 京都大学学術出版会 (2007)

[Griffin 11] Griffin, P. ed.: *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*, Springer (2011)

[長谷川 07] 長谷川 寿一, 開 一夫 (編): ソーシャル・ブレインズ: 自己と他者を認知する脳, 東京大学出版会 (2007)

[川合 14] 川合 伸幸, 岡田 猛 (編): 特集: 芸術の認知科学, 認知科学, 21 (2014)

[Lave 91] Lave, J. and Wenger, E.: *Situated learning: Legitimate peripheral participation*, Cambridge, Cambridge, MA (1991), (佐伯胖 (訳) (1993) 『状況に埋め込まれた学習: 正統的周辺参加』 産業図書)

[Ledoux 99] Ledoux, J.: *The Emotional Brain: The mysterious underpinning of Emotional Life*, Phoenix, London (1999)

[三嶋 00] 三嶋 博之: エコロジカル・マインド: 知性と環境をつなぐ心理学, 日本放送出版協会 (2000)

[沖林 12] 沖林 洋平, 藤木 大介, 楠見 孝 (編): 特集: 批判的思考, 認知科学, 19 (2012)

[苧坂 13] 苧坂 直行 (編): 社会脳シリーズ 1-3, 新曜社 (2013)

[Pfeifer 99] Pfeifer, R. and Scheier, C.: *Understanding intelligence*, MIT Press, Cambridge, MA (1999), (石黒章夫・小林宏・細田耕 (訳) 『知の創成: 身体性認知学への招待』, 共立, 2002.)

[佐々木 03] 佐々木 正人: 物/環境を行為で記述する試み, 人工知能学会誌, Vol. 18, pp. 399 - 407 (2003)

[白水 12] 白水 始, 今井 倫太, 神田 崇行 (編): 小特集: ヒューマン・ロボット・ラーニング, 認知科学, 19 (2012)

[Suchman 87] Suchman, L. A.: *Plans and Situated Actions: The Problem of Human-Machine Communication*, Cambridge University Press, Cambridge, UK (1987)

[鈴木 06] 鈴木 宏昭 (編): 知性の創発と起源, 知の科学シリーズ, オーム社, 人工知能学会 (2006)

[田中 11] 田中 章浩, 積山 薫 (編): 特集: 多感覚コミュニケーション, 認知科学, 18 (2011)

[谷口 13] 谷口 忠大: 記号創発ロボティクス, 講談社 (2013)

[Tomasello 10] Tomasello, M.: *The Origins of Human Communication*, MIT (2010)

[植田 00] 植田 一博, 岡田 猛: 協同の知を探る: 創造的コラボレーションの認知科学, 共立出版 (2000)