

CREST「人間と調和した創造的協働を実現する知的情報処理システムの構築」 研究領域中間評価報告書

総合所見

本研究領域は、戦略目標「人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理技術の開発」の下に、“場の状況と話の流れに応じた対話の実現に向けた知的情報処理技術の開発”、“人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理システムの開発に向けた対話、作業等のメカニズムの解明と技術開発”の実現を達成目標として設定された。研究成果は、それを展開・発展させることで、具体的には2025年を目途に次のようなシステムを目指している。

- ・高度な質問応答・助言システム(高齢者支援、個別教育、医師の診断支援など)
- ・高度な意思決定支援システム(専門家の議論支援、政策・制度設計支援など)
- ・自律的ロボット(人間が行う作業の模倣、災害救助、介護者の支援など)

2014年度から3年間にわたり、総計11件の研究課題が採択され、情報科学技術を中心に、認知科学、ロボティクスの学問分野と融合した知的情報処理システムの具体化を目指した研究が行われている。

本研究領域は、現在のAI技術の一步先の人間と協働・共生する知的情報処理システムに向けた意義ある目標を掲げているが、研究開発を実際に進めて行く上では難しい局面も少なくないと考えられる。それは、どの技術項目を突破すれば目標に近づくのか明確化が難しく、それら項目の複数技術を統合する複合的、あるいは総合技術的性格が強いと思われるからである。これを打破する有力なアプローチは、特定の分野で役立つ応用を設定し、そのシステム作りから始め、それを一般化するよう発展させて行く研究開発が考えられる。研究総括もこのことを強く意識し、鈴木の自閉症児の社会的対話、渡邊のアスリートとコーチの対話、長井(隆)の家庭内での片付けタスク、長井(志)の発達障害者の対話などの特定の分野で役立つ応用のシステム開発を目指す研究課題を採択したと判断される。ここから難しいのは、これらの応用に向けたシステム開発を通じ、より一般的な状況における創造的協働の対話の実現に向けて、突破すべきコア技術は何かということである。現時点では必ずしも明確になっていないが、本研究領域の後半の取組みで明らかになることを期待する。

研究総括は、戦略目標、達成目標、およびこれらが設定された意図から、要件を15個抽出し、チェック項目C1～C15とした。各チェック項目は、C1:状況に応じた対話、C2:対話・作業メカニズム、C3:質問応答・助言システム、C4:意思決定支援システム、C5:自律的ロボット、C6:認知科学、ロボティクスなどとの協働研究体制、C7:ELSI(Ethical、Legal and Social Issues)、C8:人々のつながりの充実・深化、C9:安全・安心、C10:政策上のIT戦略との連携、C11:他CREST、さきがけ領域などとの連携、C12:研究の必要性・喫緊性、C13:JST研究開発戦略センター(CRDS)との連携、C14:統合研究体制、C15:サービスデモである。これらをバランス良く研究領域の運営に反映させることで、研究領域の運営方針や達成目標の明確化を行っていることは評価できる。また、プラットフォーム作りが重要との考えの

下、目指すプラットフォームを Cyber-Physical Service、Middleware、Unified Component の3層に分類し、各研究課題をそれぞれ位置付けた。さらに、このプラットフォームを ELSI-Aligned Situated Service プラットフォームとして、プライバシーに関わる情報などを取扱う研究課題に対し、十分に配慮した研究開発を指導し実践している。

研究課題間、他の CREST やさきがけ研究領域、国内外の研究機関、および異分野との連携に関しては、領域会議や各種学会、シンポジウム、ワークショップなどの機会を捉え、各活動が戦略目標と整合するようチェック項目 C1~C15 と対応づけ、現在まで 33 回にわたり連携、協力の推進活動を行っている。

若手育成では、領域会議を合宿形式にするなど、若手同士、他の研究領域も含む研究総括や領域アドバイザーと若手研究者との交流の場を作る努力が認められる。

難しい達成目標に向けて研究の全体像を明らかにし、その枠組みの下で各研究課題の研究方向について指導的役割を果たしている研究総括を中心とするマネジメントは良く機能している。

戦略目標の達成に向けた研究成果の科学的・技術的な観点では、佐藤の状況把握のコンピュータビジョン、森嶋の AI 関連ソフトの統合、伊藤のマルチエージェントの合意形成法、金井の人工意識、黄瀬の体験共有知の流通などの創造的協働の対話の要素技術的な研究開発については、国際レベルの研究成果が多く認められ、国際的活動も活発に行われている。

研究成果の社会的・経済的な観点では、鈴木の子閉症児の社会的対話、渡邊のアスリートとコーチの対話、長井(隆)の家庭内での片付けタスク、長井(志)の発達障害者の対話など、具体的応用に向けたシステムの研究開発において、研究成果を上げつつある。今後一層、実際に役立つことを示せるよう研究領域の後半の取組みに期待する。

全体的に高い評価と認められるが、各研究課題が目標達成のためのブレークスルーとなる理論や技術として何に取り組んできたのか、それがどの程度達成されているのか、それによって将来に対する方向性が見えてきているのか、現時点では必ずしも明確になっていない側面も見受けられる。社会実装に関しては、ELSI の観点を重視しているが、今後、社会実装の核となるアイデアや社会実装のブレークスルーなどを示していくことを期待する。また、特定の分野で役立つ応用のシステム開発と要素技術の研究開発を通じ、創造的協働の対話実現に向けて必要なコンセプトとコア技術が、今後、より一層明確になることを期待する。

本研究領域が世界に問う「人間と調和した創造的協働システム」「状況に応じた対話システム」に関し、Beyond Words、End of Disability を超えるコンセプトが打ち出せることが望まれる。複合的・総合的技術を必要とするアプローチが難しい目標であるが、要素コア技術とシステム化の技術を合わせた新しいコンセプトの下で、実際に役立つインパクトの高いシステムを具体的に示されることを期待する。

以上を総括して、本研究領域は総合的に優れていると評価できる。

1. 研究領域としての成果について

(1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

本研究領域は、目標に対し、そのアプローチに難しい側面がある。そのため、研究総括は、戦略目標、達成目標、およびこれらが設定された意図から、要件を15個抽出し、チェック項目(C1~C15)とした。各チェック項目は、C1：状況に応じた対話、C2：対話・作業メカニズム、C3：質問応答・助言システム、C4：意思決定支援システム、C5：自律的ロボット、C6：認知科学、ロボティクスなどとの協働研究体制、C7：ELSI(Ethical、 Legal and Social Issues)、C8：人々のつながりの充実・深化、C9：安全・安心、C10：政策上のIT戦略との連携、C11：他CREST、さきがけ領域などとの連携、C12：研究の必要性・喫緊性、C13：JST研究開発戦略センター(CRDS)との連携、C14：統合研究体制、C15：サービスデモである。研究総括は、これらをバランス良く研究領域運営に反映させることで、研究領域運営方針や達成目標の明確化を行っている。領域アドバイザーについても、15個のチェック項目をカバーするように配慮した人選が行われていることは評価できる。

また、プラットフォーム作りが重要との考えの下、目指すプラットフォームをCyber-Physical Service、Middleware、Unified Componentの3層に分類し、各研究課題をそれぞれに位置付けた。研究領域運営において、中間層のMiddlewareが、Cyber-Physical Service、Unified Component層と相互運用性を保ち、様々なサービスシーンでこれらを組合せ、知的情報処理システムが生まれるプラットフォームを目指すことを掲げている。

特定の分野で役立つ応用の具体的システム開発と、先進要素技術の研究チームを採択し、上記枠組みの中に位置づけ、具体的に役立つことが見える研究成果を上げるよう各研究課題の関連付けなど可視化するなどし、それぞれの特性に応じた指導を適切に行っている。

研究課題間や外部との連携に関しては、研究課題間、他のCRESTやさきがけ研究領域、国内外の研究機関、および異分野との間で領域会議や各種学会、シンポジウム、ワークショップなど機会を捉え、各活動が戦略目標と整合するようチェック項目C1~C15と対応付け、現在まで33回にわたり連携、協力のための推進活動を行っている。また、領域会議を合宿形式にするなど、若手同士、他の研究領域も含む研究総括や領域アドバイザーと研究者との交流の場を作るなど努力が認められる。これらの結果、3研究課題でPlimes, Inc.(鈴木)、GAOGAO(山口)、ChiCaRo(長井(隆))などスタートアップ企業が設立され、JST AIP(Advanced Integrated Intelligence Platform Project)ネットワークラボの若手研究者向けのAIPチャレンジでは、2016~2018年度の採択件数の内、約半数が本研究領域の若手研究者が占めるなど効果が表れている。

本研究領域の目標に向けた研究活動において、研究総括は見識を持って各研究課題に対し、戦略的に俯瞰したチェック項目を設けるなど、非常に適切な指導力を発揮して運営していると認められる。

以上により、本研究領域の研究マネジメントは特に優れていると評価できる。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成状況

①研究成果の科学的・技術的な観点からの貢献

佐藤は、状況把握のコンピュータビジョンで、マックス・プランク・インスティテュート(MPI)、慶応義塾大学と連携し、様々な国際会議で発表している。その中でも著名な国際会議である International Conference on Computer Vision (ICCV)、Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) などに論文を発表している。森嶋は、様々な問題を解決する基盤として、クラウドと AI を組み合わせ、アルゴリズムや機械学習を外部から使用可能な API (Application Programming Interface) を実装し、クラウドソーシングのように AI ワーカーが使えるシステムを世界で初めて公開した。伊藤は、動的に変化する議論の構造を見える化し、議論状況に応じ、エージェントが参加者の議論を促進、合意形成するというようなマルチエージェントによる大規模な合意形成システムを目指している。実空間参加者とオンラインの議論を見える化するコア技術を開発し、著名な国際会議である International Conference on Agents (ICA) に Best Paper Award 4 報、Best Student Paper Award 2 報含み発表しており、International Conference on Computer Science and Education (ICCSE)、Association for the Advancement of Artificial Intelligence Conference (AAAI)、International Conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems (PRIMA) などにも発表している。金井は、人工知能が意識や意図といった内面的な世界を表現できる人工意識の研究を立上げ、著名な雑誌として Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)、Journal of Neuroscience、PLoS Computational Biology などに発表している。黄瀬は、自己学習、スポーツなどの分野で、人の経験知を経験サプリメントとして体験共有するシステムを目標にしているが、ドイツ人工知能研究センター (DFKI) とも人的交流を行い、これまで、UbiComp、Computer Human Interaction、International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR) など著名な国際学会で発表している。これらから、創造的協働の対話の要素技術的な研究開発は、国際的な論文発表も多く、高い水準の研究成果が認められ、国際的活動も活発に行われていると認められる。

全般的には良い評価が与えられるが、各研究チームの目標達成のためのブレークスルーとなる理論や技術として何に取り組んできたのか、それがどの程度達成されているのか、それによって将来に対する方向性が見えてきたのかが、現時点では必ずしも明確になっていない面があるため、今後に期待したい。

以上により、研究成果の科学技術への貢献については高い水準が期待できると評価できる。

②研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献

本研究領域の研究成果が社会や経済に寄与していくためには、創造的協働の対話実現の目標に具体的にどのように役立つのかを示すことが必要と考える。その中で、鈴木木の自閉症

児の社会的対話では、情動の変化を示す社会的行動の計測を可能とするソーシャル・イメージングを活用した技術により、自閉症児が苦手なグループ行動に変容が起こり易くなるようなシステムを開発している。ここでは、小児同士が触れ合うと反応する装着型機器やチーム行動を促す体育館の床面へのプロジェクション・マッピング表示法およびその実装法、発達支援の適切な介入法など、自閉症児のインタラクションや気づきを促進するためのインタフェース技術を開発している。渡邊のアスリートとコーチの対話では、義足装着のアスリートが、トレーニングの結果として、欠損した右義足の足指の部分まで身体の一部として脳で感じられる新しい現象を捉え、健常者では左脳からのものが、右脳から脊髄に至る経路が使えるようになるという脳の可塑性を発見し、人間は自分の能力を拡張できることを示した。これにより、認知科学、ロボティクス、スポーツ科学などの幅広い応用に活用できる可能性を示した。長井(隆)の家庭内での片付けタスクでは、一人暮らしの高齢者など想定し、ロボットによる概念・言語学習のアルゴリズム開発やクラウド化を実現し易くするための手法を開発し、World Robot Summit2018による実践的・客観的評価でPartner Robot (Virtual) タスクで総合優勝、Partner Robot (Real) タスクで総合準優勝など成績を修めた。これらにより、ある家庭環境において、ロボットがテーブルの片付けタスクを人との対話を参照しつつ実現できることを示した。長井(志)の発達障害者の対話では、認知ミラーリングと呼ぶ研究を立ち上げた。発達障害者がどのように日常シーンを知覚しているか、人の認知過程を観測可能にすることで、自身の認知過程を理解し、周りの人とその情報を共有可能とし相互理解を深めるものである。予測学習に基づく認知発達原理の提案、聴覚過敏・鈍麻の発生過程の計算論的な解明などで自閉症スペクトラム障害者の視覚体験シミュレータの開発を進め、NHK「あさイチ」(2017年4月放送)との協働でASD視覚体験シミュレータをアプリ化した。また、メディアを通じた認知ミラーリングシステムの社会普及も進めている。これらのように、具体的応用に向けたシステムの研究開発において、研究成果を上げつつあるが、今後、一層実際に役立つことを示せるような取組みに期待する。

社会実装において、ELSIを重視しているのは良い。ELSIへの考慮の中で、1)新しいコンセプト(新しい問題の解き方)の提示、2)新たな技術の提案、3)それを実行・持続させる社会的仕組み・ビジネスモデルなどの重要な観点が包括的に扱われるよう、社会実装が期待される2025年までに整理し、具体化されることを望む。シンプルで一貫性のある考え方と技術を示し、「人と調和したシステム」の社会実装の方法論まで高められればさらに望ましい。現実社会では、スマートスピーカーが広まってきており、現在、物理的インタラクションは伴わないが、認知、判断、対話機能などが今まで以上に知性を持つように進化する可能性が高い。本研究領域はこれらには無い実用上も有意な技術を生み出す可能性を秘めており、非常に期待している。

以上より、研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献については高い水準が期待できると評価できる。