

ERATO 池谷脳 AI 融合プロジェクト中間評価概要書

【研究総括】池谷 裕二（東京大学大学院薬学系研究科 教授）

【評価委員】（敬称略、五十音順）

内海 英雄（副委員長、静岡県立大学薬学部 客員教授）

木村 實（玉川大学脳科学研究所 名誉教授）

見学 美根子（京都大学高等研究院 物質-細胞統合システム拠点 教授）

五味 裕章（NTTコミュニケーション科学基礎研究所人間情報研究部 上席特別研究員）

塚田 秀夫（浜松ホトニクス株式会社中央研究所 主幹）

銅谷 賢治（沖縄科学技術大学院大学神経計算ユニット 教授）

増井 徹（慶應義塾大学医学部臨床遺伝学センター 特別招聘教授）

Michael Brecht (Bernstein Center for Computational Neuroscience 教授)

米田 悦啓（委員長、医薬基盤・健康・栄養研究所 理事長）

ERATO 池谷脳 AI 融合プロジェクトは、脳と人工知能（AI）の機能を連動させることで、脳の持つ高い可塑性や潜在能力の限界を探るとともに、脳と AI 双方の強みを生かした新しい「知」の形を実現することを目指している。従来のブレインマシンインターフェースの枠を超えた新しいコンセプトのもと、動物実験から人の脳活動のイメージング、心理実験、臨床応用までをカバーする多面的なアプローチは、独創的かつ野心的な研究構想である。本プロジェクトは、齧歯類を中心とした基盤グループと、ヒトにおける神経情報解読を担う解析グループ、ヒトを対象とした臨床応用を包含した研究を実施する応用グループ、脳情報解読・脳情報の次元の制約の研究を実施する計算グループの 4 つのグループで構成され、各分野において優れた成果を挙げている研究者をグループリーダーとして選定し、バランスの良い研究体制を構築している。実験動物、健常ヒト脳、病態ヒト脳を対象とする研究を、分野融合により横断的に組織化して実施するという体制は、きわめて合目的であると評価できる。

本プロジェクトでは、研究構想の実現に向けて、脳チップ移植、脳 AI 融合、インターネット脳、脳脳融合の 4 つの研究テーマを設定し、それぞれの研究テーマに対して各グループが有機的に連携する形で運営している。個々のグループにおいて高いレベルで研究が実施されていることはもとより、グループ同士の連携による優れた成果も挙げつつある。さらなる緊密な連携を戦略的に展開し、ヒトと動物における知見が互いに有効なフィードバックループを形成することで、脳と AI の機能的融合という挑戦的なコンセプトの実現につながる成果を挙げることが望まれる。

中間評価時における研究の達成状況については、各グループにおいて顕著な成果が得られており、質量ともに高い論文発表が成されていると評価できる。解析グループと応用グループは、脳活動情報から AI よって幻肢痛患者の運動意図を推定し、それによって操作される手の映像を用いた訓練を行うことで幻肢痛の優位な減弱に成功しており、今後の応用展開の可能性も含め重要な成果が得られている。また、基盤グループは、ラットの脳情報を AI で解読し、脳に直接フィードバックすることで、ラットに 2 つの言語を弁別させることに成功した。加えて同グループは、ラットの脳から取得した情報のデコード結果を同じ個体の脳へのフィードバック刺激に設定して訓練することにより、フィードバックがなくても弁別できるように学習することも示した。これらの成果は、脳から信号を取り出し AI で解析して脳に戻すことで、脳の機能を拡張できることを示

唆する成果であり、脳の能力の最大化という本プロジェクトの目的の一端に迫るものである。今後、そのメカニズムを掘り下げていくことで、より幅広い影響力のある確固たる成果につながっていくことが望まれる。さらに、計算グループは、ヒトを対象とした学習課題においてメタ認知（自身の思考プロセスを認知すること）という抽象化に関わる機能が価値判断の学習を促進する際に重要な役割を担っていることを初めて実験的に示した。覚醒下のヒトの知覚情報を解読する高精度なデコーディング技術の革新は、ヒト脳神経科学のフロンティアを切り拓く成果である。脳情報に加えて、本プロジェクトでは、心拍や血糖値等の生理状態について AI を介して、脳にフィードバックすることに挑戦し仮説の検証を進めている。元来備わっていなかった機能を付与し、覚醒させるコンセプトは新しく、研究のさらなる進展に寄せられる期待は大きい。中間評価時点までに多数の成果が報告されている一方で、本プロジェクトのコンセプトが挑戦的な構想であるがゆえに「脳と AI の融合」を実現した成果は現在のところ限られている。今後各グループの戦略的な連携によって脳と AI それぞれの強みがどこにあるか、どのように安定した共学習を成立させるか、可塑的变化のメカニズムは何か等、テーマの核心に迫る成果に繋げていくことが求められる。また、現時点で知的財産の権利化はないが、その可能性を有する成果が見えつつあり、今後、新手法の開発などエッセンシャルな部分に関する権利化も期待したい。

ラットにおいて脳情報と AI を結び付けることにより、単なる正解情報のフィードバックだけでは成立しない学習を成立させたことは、脳と AI による共学習が可能であることを示した特筆すべき成果であり、脳と AI の融合による脳の機能拡張という本プロジェクトが目指す革新的な科学技術の潮流が生み出されつつあると評価できる。また、ヒト脳における認知情報表現空間の描出は、従来の研究で活用できていなかった全脳における認知情報の網羅的な関係性を明らかにした世界初の成果であり、今後の神経科学分野への広い貢献が期待される。これらの成果に加えて、自然な行動下で実験するための装置開発や、それらの技術を駆使して明らかになってきた脳の可塑性や外界とつながるための手法開発は、今後の脳神経科学分野や AI 技術の発展に大きく寄与する可能性がある。

本プロジェクトでは臨床系に関しての応用展開も狙って研究が進められており、様々な脳活動のフィードバックによる疾患の識別や理解が深まることなどへの応用が期待できる。特に、脳の信号をデコードして脳状態を捉え、AI で処理した結果をフィードバックして幻肢痛の症状を改善することに成功したことは、従来容易ではなかった慢性疼痛の治療に道を拓くのみならず、同様に脳の情報処理に起因する広い疾患に対する応用の可能性を示すものである。また、脳情報と AI を融合させることによる能力の拡張は、疾患のみならず、健常者の教育や産業界にも利用できる非常に大きな応用フィールドをもち、社会・経済的効果にも繋がることと期待される。

その他、本プロジェクトにおける特に優れた取り組みとして、研究テーマそのものの社会へのインパクトの大きさにも考慮し、生命倫理に対して慎重で組織的な取り組みを継続していることが挙げられる。社会に対する説明や問いかけの継続は、脳神経科学の研究における倫理的取り組みのロールモデルとなり、当該分野の健全な発展に寄与することが期待される。また、アウトリーチの観点からも中高生や患者団体との交流を通じて脳の研究を正しく理解し関心を向ける機会を数多く提供しており、高く評価できる。

以上を総合すると、本プロジェクトは全体的に順調な進捗にあり、戦略目標「ネットワークにつながれた環境全体とのインタラクションの高度化」の達成に資する成果が得られていると評価できる。

以上