

領域番号	4905	領域略称名	脳情報動態
研究領域名	脳情報動態を規定する多領域連関と並列処理		
研究期間	平成29年度～令和3年度		
領域代表者名 (所属等)	尾藤 晴彦（東京大学・大学院医学系研究科・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>脳は4D マルチモーダルな膨大な情報を各脳領域で処理しつつ、領域間で適切に並列処理し貯蔵する。本領域の目的は、このような「脳情報動態」の実態を、先端的記録・操作技術により解明し、記憶・予測・判断に基づく行動原理を明らかにすることである。このため、分野横断型アプローチにより、脳情報動態の生命工学的構造を解明する新しい学問的基盤を確立する。</p> <p>A01 脳情報解読では、高度な脳機能を実現するコアとなる、前頭皮質と4つの記憶構造（扁桃体、海馬、小脳、基底核）で形成されるループ内の情報フローを実証的に研究するため、適切な神経回路網モデルを見出し、細胞レベルでその機能構築原理を解読する。また、大量の実計測データから回路情報フローを抽出・解読する情報学的基盤を確立する。A02 脳情報計測では、多領域連関と並列処理による情報変容を読み解くのに必要な、多細胞多領域ネットワークを高い時空間分解能で計測・操作する、細胞活動センサーやそれを活用した全光学的な神経活動計測操作システムを実現することを目指す。A03 脳情報ネットワーク構築では、多領域連関や並列処理機構を新たな脳動態モデル・情報工学を用いて抽出するために、ヒト脳を中心とした情報フローの数理モデリングや脳情報動態に学んだ非同期並列情報処理アーキテクチャの実現を試みることで、新たな計算論的脳情報工学基盤を創出する。これらの研究を通して、本研究領域では、脳情報動態の多領域連関と並列処理の解明に焦点を絞り、分子・細胞レベルから回路システムに至る多階層からなる脳領域連関システムの作動原理を世界に先駆けて明らかにすることを目指す。</p>		
	<p><u>(2) 研究の進展状況及び成果の概要</u></p> <p>行動中の前頭皮質-基底核/小脳ループの機能的解析を進め(Nat Commun 2018; Neuron 2018; Sci Rep 2018)、前頭皮質の局所回路解析を行うとともに(Cereb Cortex 2017; J Neurophys 2019)、大規模シナプス結合解析のための走査型電顕画像取得技術確立した(Nat Commun 2018)。さらに、逆強化学習による線虫の環境適応機能の解明(PLOS Comput Biol 2018)や、脳結合構造を用いたヒトの視覚注意の転移デコーディング法の開発に成功した(Sci Rep 2018)。多領域脳情報連関を高精度に計測するための新規カルシウムインディケータXCaMPを開発し、前頭皮質の異なる3細胞種の同時活動記録を世界に先駆けて実現した(Cell 2019)。また、ヒト扁桃体のfMRIによる活動パターン計測から1年後までのうつ傾向変化を予測できることを示し(Nat Hum Behav 2017)、実際の新皮質回路の入出力に基づいた入出力回路セマンティクスとアーキテクチャ定義を新皮質マスターアルゴリズム(MAF)として国際学会で提案した。このほか、連続切片電子顕微鏡の再構築法やin vivo 蛍光像/電顕像相関解析法の開発、2光子イメージングの高精度解析法や神経回路モデルによる再現などについて領域内での連携を進めた。</p>		

科学研究費補助金審査部会における所見	A（研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの進展が認められる）
	<p>本研究領域は、神経生物学、光遺伝学、情報工学の融合により、脳内における膨大な情報処理システムを明らかにしようとするものであり、世界最先端の脳活動イメージング技術が開発されたことは特記すべき成果である。また、領域代表者のリーダーシップの下、そのイメージング技術を駆使して、脳の複数領野の連携による並列的な情報動態に関する新知見が得られている点、各計画研究から脳生理学、神経生物学に関係する優れたデータが得られている点も高く評価される。このように大規模な情報を得ているので、今後は、それらデータの数理解析を十分に進め、非同期並列情報処理に関する統合モデルの確立と実証を期待する。</p> <p>今後は、脳科学研究者と情報科学研究者、とりわけ若手の研究者が連携を組める環境を研究領域内に整え、各計画研究の連携を強化し、大規模計測データの数理解析およびモデル構築を進めることを強く望む。</p>