

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名：国際共同研究プログラムに基づく日米連携による脳情報通信研究（第4回）
- ◆副題：霊長類の手を用いた物体操作に必要な十分な大脳皮質・脊髄神経回路：生理学の実験・脳型コンピューター・ロボットハンド研究の融合による構成論的検証
- ◆受託者：国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター
- ◆研究開発期間：令和3年度～令和6年度（36か月間）
- ◆研究開発予算（契約額）：令和3年度から令和6年度までの総額75百万円（令和6年度13百万円）

2. 研究開発の目標

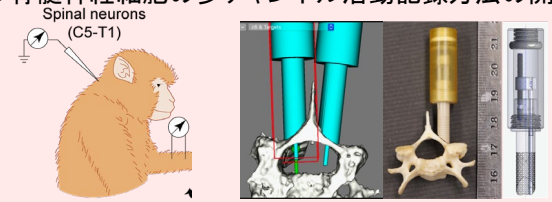
実験動物を対象とした生理学的研究手法およびロボットを対象とした構成論的手法の融合により運動制御における脊髄神経回路の機能を検証する

3. 研究開発の成果

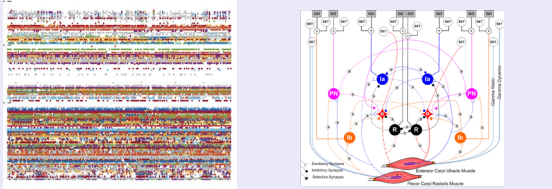
研究開発目標

研究開発成果

研究開発項目1:
サル脊髄神経細胞の多チャンネル活動記録方法の開発



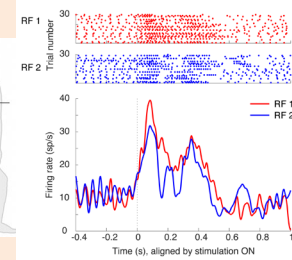
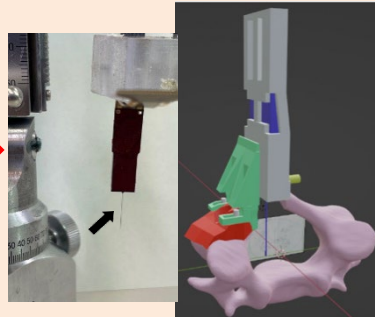
研究開発項目2:
把握運動課題中の脊髄細胞活動の記録と分類



研究開発項目3:
ヒトの把握運動中における外乱反応の検証

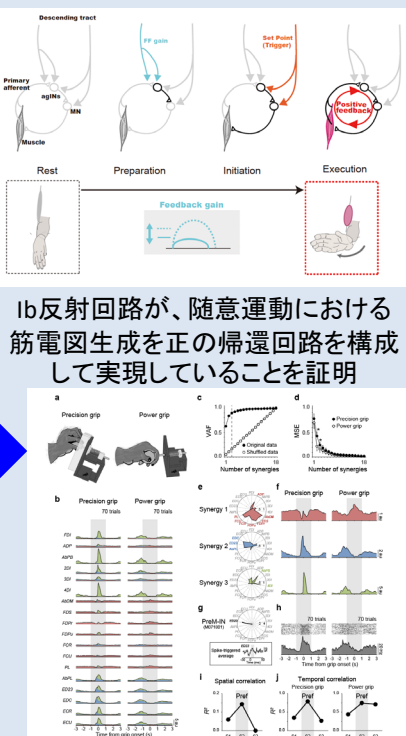


研究開発項目1:
ニューロピクセル電極(左)の使用への切り替えと、インプラント技術(右)を開発



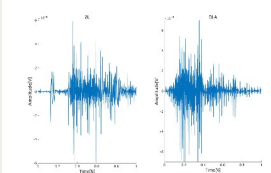
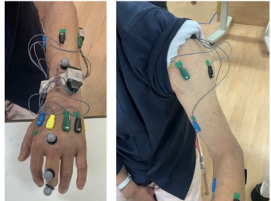
麻酔下でのサルからのニューロピクセル電極による多細胞同時記録に成功

研究開発項目2:
Ib反射回路が、随意運動における筋電図生成を正の帰還回路を構成して実現していることを証明



複数の把握運動中のニューロン活動記録の実現

研究開発項目3:
ヒト筋電図記録システム確立



多様な把握運動時の筋電計測が可能に

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	2 (0)	9 (3)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1)論文発表 Saeka Tomatsu, GeeHee Kim, Shinji Kubota, Kazuhiko Seki : Presynaptic gating of monkey proprioceptive signals for proper motor action, Nature communications 14, Article number: 6537 (2023)

脊髄の体性感覚制御モジュールの一つであるシナプス前抑制の作動機序が解明された。この知見は、本プロジェクトにおいて開発している脊髄モデルの重要な一要素になった。

Kubota S, Sasaki C, Kikuta S, Yoshida J, Ito S, Gomi H, Oya T, Seki K:Modulation of somatosensory signal transmission in the primate cuneate nucleus during voluntary hand movement. Cell Report 113884 マカサルの手指運動遂行における、延髄の固有神経回路での感覚運動情報処理機構の一部を解明した。

(2) 研究交流

研究期間内に、日米の研究者間で多くの多くの研究交流を行った点は特筆すべきである。第一に、NCNPモデル動物開発研究部と南カリフォルニア大学のValero研究室との間で、隔週のラボ間ミーティングをオンラインで行った(日本時間で金曜日午前9時から)。また2022年度はNCNPメンバーが11月に米国に訪問し、San Diegoで行われた北米神経科学学会会場で脊髄モデルについての議論を行った。2023年度4月には米国側研究者がNCNPを訪問し、共同実験などを行った。また同10月には日本側研究者4名がUSCを3日間訪問し、ロボットを用いた構成論的研究について議論を行った。2024年7月には、関が10日間USCを訪問して、共同研究結果の解析と論文執筆を行った。

(3) スピンオフ研究成果

上記のように頻繁で研究結果に対するボトムアップな研究議論を繰り返すことによって、本研究に関連するいくつかの重要な研究プロジェクトが発足した。第一に、脊髄アルファ運動ニューロンの分枝が、ガンマ運動ニューロンに投射することを予測するモデル研究が独立して進展し、論文が2024年7月にPNAS誌に掲載された。第二に、大脳皮質神経の筋活動への影響における議論から、サル手指運動時の皮質一筋コヒーレンスというアイディアが生まれ、NCNP側のデータをUSC側で解析し、現在共著論文を執筆している。第3に、Loeb型脊髄モデルに関する議論の過程で、脊髄介在ニューロンの役割に対する新たな仮説が複数生まれ、論文執筆を行なっている。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

本研究における主要な成果は、実験動物の頸髄から世界で初めて超高密度電極による多数神経細胞活動の同時記録に成功し、さらにそれらの生理学的な同定方法を確立したことである。研究期間終了時まで、齧歯類、ネコを対象とした記録に成功し、霊長類については、単一神経細胞の2日間の連続記録に成功した。本年度中には、霊長類からの高密度電極記録方法も確立できる見込みであり、結果を米国側との共同研究を継続して解析を進展させる予定である。それによって、霊長類の脊髄神経回路の感覚運動制御における役割を、従来にない高い解像度で解明できる。

6. 外国の実施機関

Viterbi School of Engineering, University of Southern California, Los Angeles, USA.