

計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の
開発と応用

2018 年度採択研究代表者

2019 年度 実績報告書

小村 豊

京都大学こころの未来研究センター

教授

情報網に潜む因果構造解析と高次元脳計測による意識メータの創出

§ 1. 研究成果の概要

本研究は、霊長類の動物モデルを対象に、高次元脳計測による意識レベルの客観的な定量化を目指すプロジェクトである。その遂行のために、研究代表者の小村(意識計測グループ)は、全脳計測を可能とする電極などを開発するグループ(計測基盤・鈴木グループ)と、統合情報理論による意識を定量化するグループ(情報数理・大泉グループ)と、連携して、以下の研究を行っている。

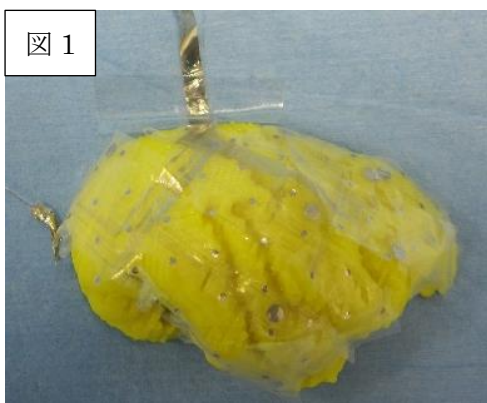


図 1

2019年度は、前年度、プラズマエッチング法で作成した多点薄型 ECoG 電極のプロトタイプを用いて、全脳の皮質活動を、安定して記録できるかを、検証した。これまでも、電極を多点化する研究はあったが、ある限局した脳領域をターゲットにしている事が多かった。本プロジェクトでは、全脳を覆う形をとるので、そこに技術的困難を伴う。その克服のために、まず ECoG 電極作成において、いくつかのシートに分割して、各シート内で皿電極を挟み込み、全インピーダンスをチェックした

後に、複数のシートが分離しないようにくみ上げた。

計測グループは、3D プリンターを用いて、実際の脳の形状・サイズに合わせた模式脳をおこし、パリエンの強度、全体の電極シートが、脳にフィットするか、チェックした(図 1)。これらの試行を重ねた上で、64 チャンネルの低侵襲型 ECoG 電極を確定させ、実際に、動物脳に留置した。その結果、全チャンネルの電極から安定して、皮質

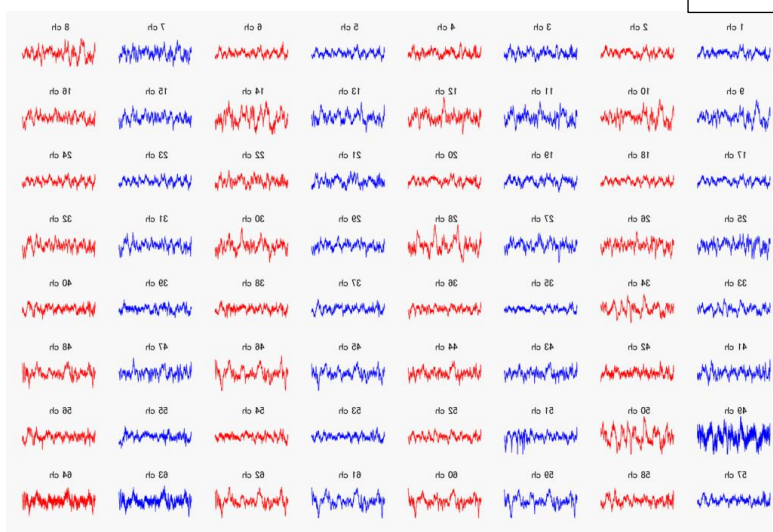


図 2

活動を計測することができた(図2)。その皮質活動を解析すると、麻酔下と睡眠下では、覚醒下に比べ、周波数帯域が異なることが分かった。

一方で、意識の数理指標としての統合情報量を算出する解析法の開発も行った。これまで、統合情報量は、ネットワークの要素数に対して、計算量が指数時間を要することが、大きな壁になっていたが、統合情報量が局所的に最大になるネットワークを効率的に探索するアルゴリズムを用いることで、計算量を多項式時間まで削減できた。また、スペクトル分解した時系列データにも適用できる道筋を示すことができた。

§ 2. 研究実施体制

(1) 小村グループ

- ① 研究代表者: 小村 豊 (京都大学こころの未来研究センター 教授)
- ② 研究項目
 - ・意識を支える脳ダイナミクスの可視化

(2) 鈴木グループ

- ① 主たる共同研究者: 鈴木 隆文 (情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター 室長)
- ② 研究項目
 - ・高次元脳計測系の構築

(3) 大泉グループ

- ① 主たる共同研究者: 大泉 匡史 (東京大学大学院総合文化研究科 准教授)
- ② 研究項目
 - ・統合情報量の数理解析の整備