

メタ認知のEEG-fMRI同時計測と実環境ニューロフィードバック

概要

自身の認知状態を把握するメタ認知能力を脳波(EEG)から可視化するブレイン・マシン・インタフェース(BMI)を目指し、時間分解能の高いEEGから、空間分解能の高いfMRIに基づく脳状態を予測する機械学習法の開発に取り組んでいます。また、EEG-fMRI同時計測データに必要なノイズ除去法の開発や、実環境ニューロフィードバックに向けた準備を進めています。

特徴

- EEGには様々なノイズが混入します。ノイズ除去の評価には通常、EEGの真値が必要ですが、MRI環境ではそれ取得できません。このような状況でも、ノイズ除去評価を可能にする新しい手法を開発しました。
- EEGとfMRIそれぞれに含まれた脳活動情報を損なわずに、2者の相関を最大化する幾何学的機械学習モデルを開発しました。EEGからのfMRI予測の精度向上に加え、新規データへの汎化性も向上しました。
- 意思決定のメタ認知課題を用いたEEG-fMRI同時計測に向けてスクリーニングを完了しました。また、日常環境でのニューロフィードバックに向けて、脳状態を可視化するための家庭用ロボットの導入など、準備を進めています。

今後の展開

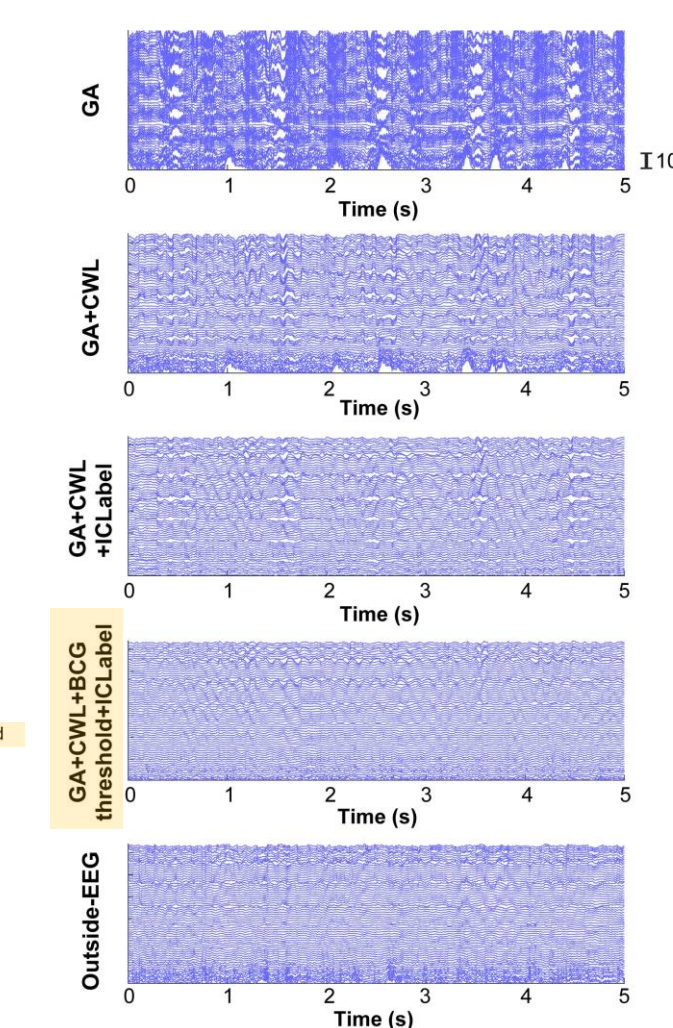
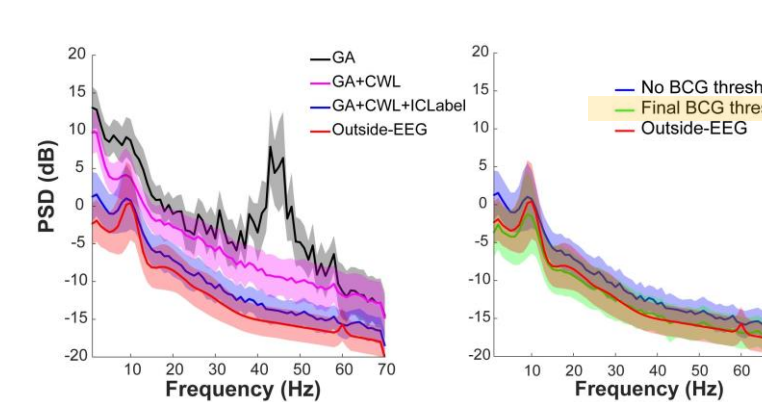
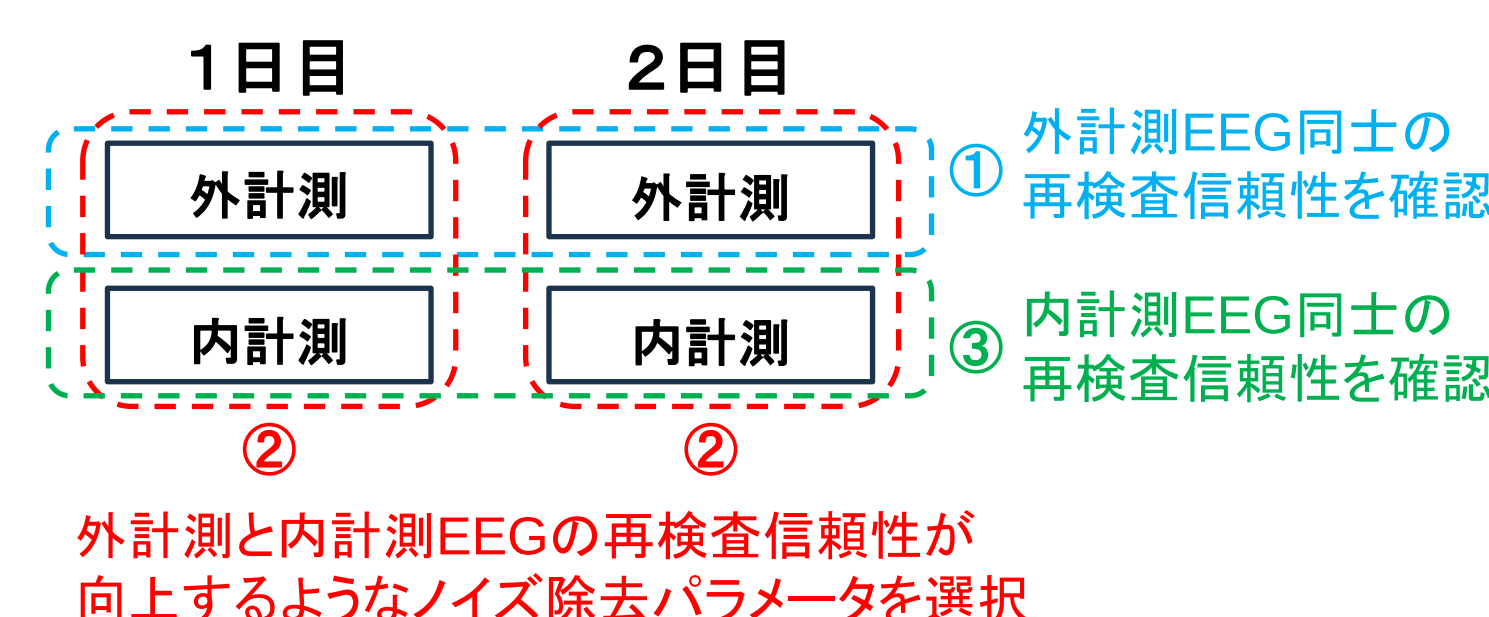
- fMRIを用いて研究が進められているメタ認知の神経基盤に基づき、日常的にアクセス可能なEEGを用いて、メタ認知に関連する脳状態を予測する手法の開発を目指します。メタ認知BMIを実装し、日常環境実験にて効果を検証します。

テーマ「万博、そしてその先へ～科学技術が描く未来～」との関連

- ニューロフィードバックによりメタ認知能力を高めることができれば、問題解決能力の向上につながり、少子高齢化社会での労働力不足の軽減などが期待されます。

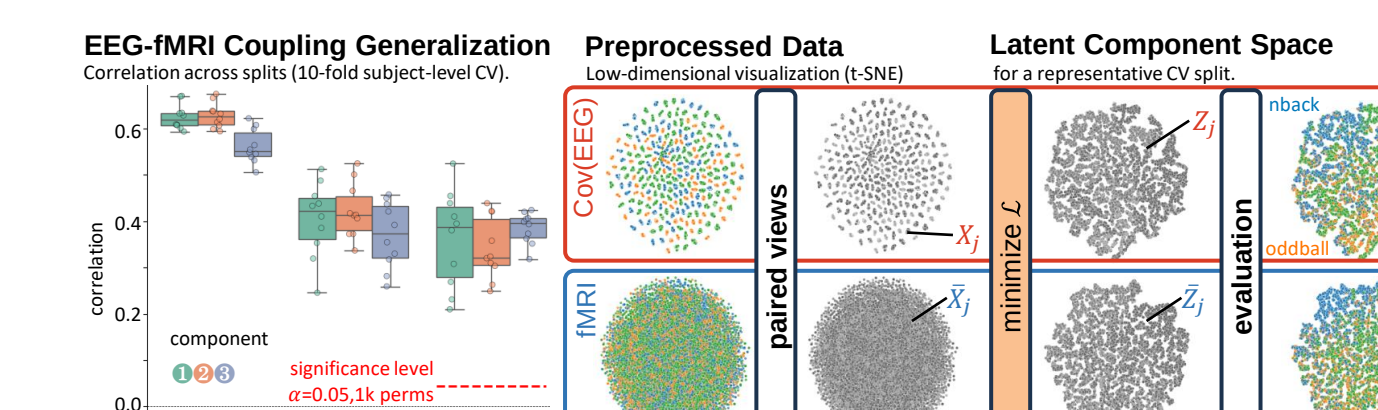
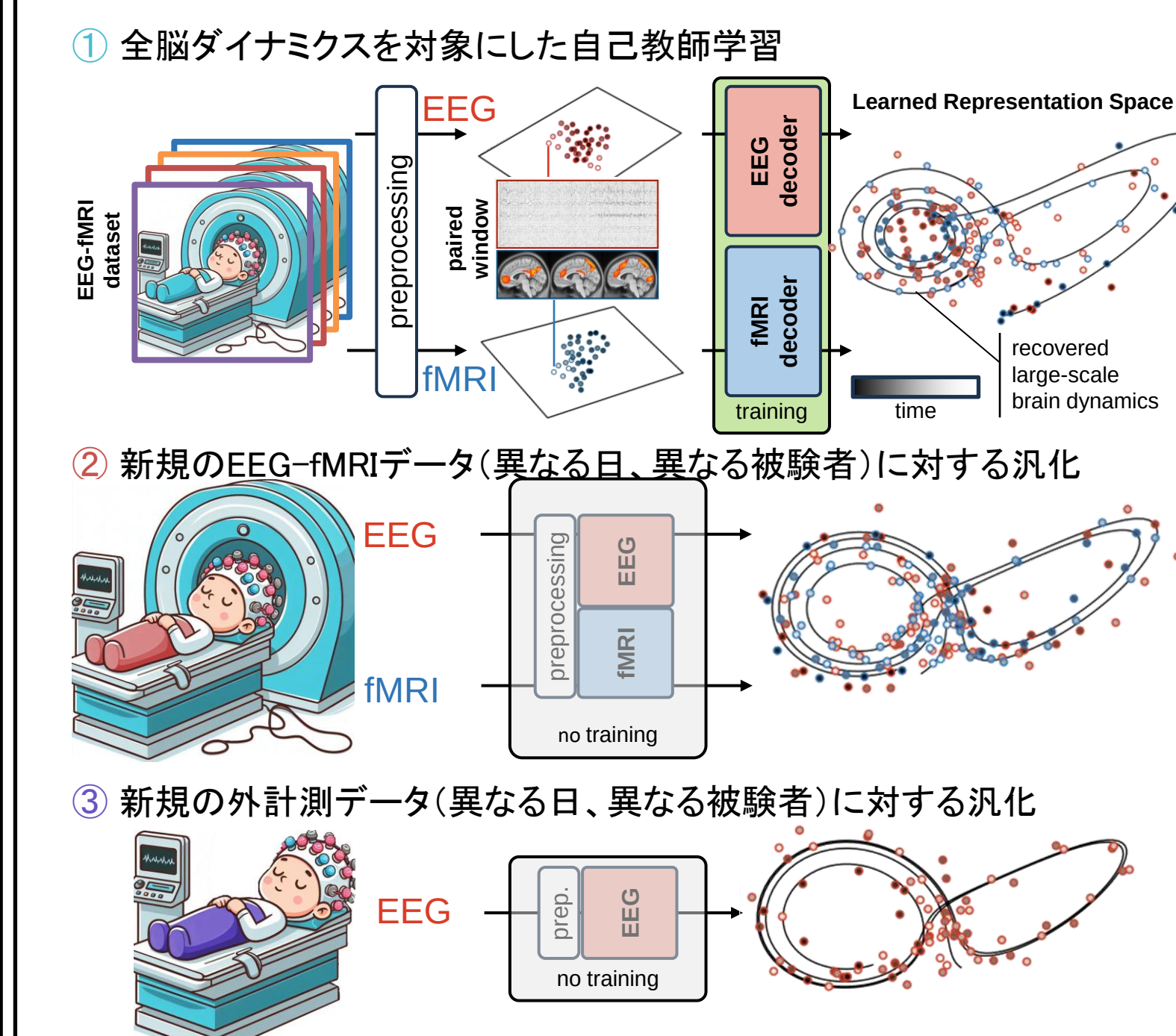
成果①

EEGの真値が得られない同時計測でもノイズ除去評価を可能にする手法を開発 (Kuroda et al., *Imaging Neurosci*, in press; 特願2024-067634)



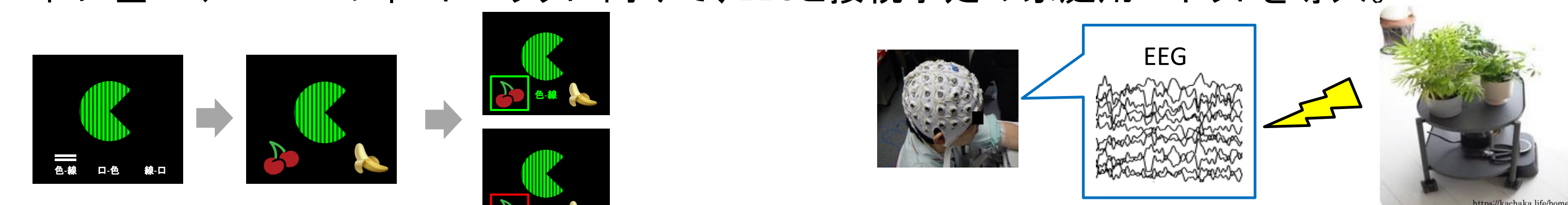
成果②

幾何学を応用した自己教師学習でEEGとfMRIの相関を最大化し、分類器の汎化性を向上 (Kobler et al., OHBM, 2024; Ju, Kobler et al., ICLR'24, 2024)



進捗報告

DecNef室の意思決定のメタ認知課題を用いたEEG-fMRI同時計測データの収集に向けて準備中。また、これに基づくニューロフィードバックに向けて、EEGと接続予定の家庭用ロボットを導入。



連絡先: 認知機構研究所 担当 黒田敏数 E-Mail: t.kuroda@atr.jp

本研究は、防衛装備庁(安全保障技術研究推進制度)JPJ004596の支援により実施したものです。