

人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開
2018年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

柳澤 琢史

大阪大学 高等共創研究院
教授

脳表現空間インタラクション技術の創出

主たる共同研究者:

神谷 之康 ((株)国際電気通信基礎技術研究所 脳情報研究所 客員室長)

貴島 晴彦 (大阪大学 医学系研究科 教授)

菅野 秀宣 (順天堂大学 脳神経外科 前任准教授)

田村 健太郎 (奈良県立医科大学 脳神経外科学講座 講師)

西本 伸志 (大阪大学 大学院生命機能研究科 教授)

研究成果の概要

本研究は、**脳と表現空間との新しいインタラクション技術**である rBCI の開発を目的とする。まず、貴島 Gr, 菅野 Gr, 田村 Gr が共同して、**国内最大規模となる多施設共同での皮質脳波計測体制**を構築した。これにより、通常は症例に限られる**視覚関連皮質脳波のビッグデータ**を得た。

西本 Gr はヒトが日常生活において経験する**多様な認知・情動・知覚内容**についての**表現空間**を定量化する方法を開発し、その脳内表現を明らかにした。実際、大規模 fMRI データを用いて、意味・情動・認知タスクなどの多様な知覚・認知情報表現を司る脳内表現空間の定量と可視化について、詳細な解析を追加し論文で報告した¹⁾。さらに、西本 Gr は**ヒト脳活動と画像生成 AI モデル Stable Diffusion**における**潜在表現間の関係性を明らかに**することで、個人の脳活動からの知覚内容の映像化や AI 潜在表現の脳活動を介した解釈を行った²⁾。この成果は論文の社会的注目度を示す Altmetric Attention Score 2090(歴代論文約 2300 万本の Top 0.02%以内)、Science 誌や Newsweek 誌を含む世界各国 80 以上のメディアで報道されるなどの評価と反響を得た。

柳澤 Gr は、西本 Gr が開発した表現空間を用いて、皮質脳波から視覚認知内容を推定し、これを closed-loop で適用し、**被験者が想起した画像を画面に提示する rBCI**を開発した³⁾。これらは**世界初の想起画像操作技術**であり**意思伝達**や**Web 検索**に応用される。また、柳澤 Gr では脳磁図を用いた rBCI により皮質可塑性を誘導し、幻肢を意識せずに幻肢痛を制御する方法を開発した⁴⁾。また、神谷 Gr は**fMRI 信号から知覚・想起画像を再構成する技術**を開発し、その神経メカニズムを探索した⁵⁾。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Tomoya Nakai, Shinji Nishimoto, Representations and decodability of diverse cognitive functions are preserved across the human cortex, cerebellum, and subcortex, **Communications biology**,5, 1245, 2022
- 2) Takagi Y, Nishimoto S (2023) High-resolution image reconstruction with latent diffusion models from human brain activity, **CVPR2023** (to appear)
- 3) Ryohei Fukuma, Takufumi Yanagisawa, * Shinji Nishimoto, Hidenori Sugano, Kentaro Tamura, Shota Yamamoto, Yasushi Iimura, Yuya Fujita, Satoru Oshino, Naoki Tani, Naoko Koide-Majima, Yukiyasu Kamitani, Haruhiko Kishima, Voluntary control of semantic neural representations by imagery with conflicting visual stimulation, **Communications biology**, 5:214, 2022
- 4) T. Yanagisawa, R. Fukuma, B. Seymour, M. Tanaka, O. Yamashita, K. Hosomi, H. Kishima, Y. Kamitani, Y. Saitouh, Neurofeedback Training without Explicit Phantom Hand Movements and Hand-Like Visual Feedback to Modulate Pain: A Randomized Crossover Feasibility Trial, **Journal of Pain**, 2022 Volume 23, Issue 12, December 2022, Page 2080-2091
- 5) Jun Kai Ho, Tomoyasu Horikawa, Kei Majima, Fan Cheng, Yukiyasu Kamitani, Inter-individual deep image reconstruction via hierarchical neural code conversion, **NeuroImage**, vol 271, 1 May 2023