

生体マルチセンシングシステムの究明と活用  
技術の創出

2022 年度  
年次報告書

2021 年度採択研究代表者

花川 隆

京都大学 大学院医学研究科  
教授

ハプティクスメッシュと脳脊髄活動計測によるヒト触覚統合システムの究明

主たる共同研究者:

阿部 十也 (国立精神・神経医療研究センター 脳病態統合イメージングセンター 部長)

小林 健 (産業技術総合研究所 企画本部企画室 産業技術総括調査官)

山本 洋紀 (京都大学 大学院人間・環境学研究科 助教)

## 研究成果の概要

触覚デバイス開発では、極薄圧電振動素子ハプティクスフィルム(HF)の高伝達化、HFを多チャンネルアレイ化したハプティクスメッシュ(HM)の開発、及びHF/HMの強磁場環境動作特性の把握に取り組んだ。HFの振動高伝達化に向け、振動板を用いた高伝達化手法に関する研究を行った。HFを皮膚に直接貼り付けるのではなく、振動板を介して皮膚を刺激することにより振動の高伝達化を達成した。HMの開発に向け、HFをポリウレタン等でラミネーションするソフトパッケージング技術を開発し、いくつかのパターンでHMの試作を行なった。強磁場環境動作特性の評価では、MRIのような強磁場環境下で使用可能なHF/HMの開発と、強磁場環境下における駆動評価を行った。HF/HMを強磁場環境装置内に配置し、最大9テスラの強磁場環境下においても正常に駆動することを確認した。心理計測では、筐体付HFを用いて、振動知覚の周波数特性、振幅修飾や波形が触覚や触感に与える影響やその個人差を調査した。触覚ネットワークのマルチモーダル測定では、死後脳MRIを用いた脳幹の神経核同定が実現し、ヒト用7-TMRIを用いることで脳幹神経核のレベルで触覚刺激が誘発する機能的MRI信号の測定が可能になった。また、脳脊髄同時計測による脳脊髄神経結合の評価法を開発し公表した。同様の方法を痛み刺激中の脳・脊髄神経活動の計測に応用し、髄節に一致した脊髄後角活動とペインマトリックスの脳活動の同時計測に成功した。この実験系では、痛覚刺激による自律神経応答を皮膚電位計、心電図計で同時計測し、10例ほどのデータ収集を完了している。皮質層別計測に関しては、視触覚統合に関する低次感覚皮質の層別脳活動の計測に適した実験パラダイムを設計し、予備fMRI撮像の分析・確認を行った。

### 【代表的な原著論文情報】

1) Takasawa E, Abe M, Chikuda H, Hanakawa T: A computational model based on corticospinal functional MRI revealed asymmetrically organized motor corticospinal networks in humans. *Commun Biol* 5(1):664, 2022 doi.org/10.1038/s42003-022-03615-2