（ 様式D－２ ）
（ 別　　紙 ）

令和７年度　海外派遣研究員研究報告書〔研究実績〕

令和８年５月１日

日本大学理事長　　殿
日 本 大 学 学 長　　殿

所　　属　　生産工学部（生産工学研究所）
資格・氏名　　教授・髙寄正樹

令和７年度海外派遣研究員（　長期　）の研究実績を，下記のとおり報告いたします。

記

１　区　　分　　長期

２　研 究 課 題

ヒトの運動に伴う認知機能への一過性の影響に関する研究

３　派 遣 期 間　　西暦　２０２５年４月１日　～　２０２６年４月１日

４　派　遣　先　　ノルウェー王国

５　研 究 目 的

習慣的な運動により，人の認知機能が向上・改善することは広く知られている一方，急性運動における一過性の影響については相反する結果が報告されており，運動の種類や強度，実験デザイン，対象とする認知機能の違いなど様々な要因が指摘されている。報告者はこれまで，反応抑制を評価するストップシグナル課題（stop-signal task: SST）と自転車エルゴメーターを用いたペダリング運動を組み合わせた二重課題により運動と認知機能の関連を検討してきた。当該研究では行動指標において運動中に有意な反応時間短縮が確認されたものの，体動や発汗に起因するアーチファクトの影響により事象関連電位（event-related potentials: ERPs）に対する運動の影響を明確に示すには至っていなかった。

本派遣では，オスロ大学心理学科の Multimodal Imaging and Cognitive Control Lab（MICC-Lab）（René J. Huster 教授）に滞在し，以下の課題に取り組むことを目的とした。研究１：独立成分分析（ICA）を中心とした高度な前処理を導入し，運動中脳波からペダリング運動下の反応抑制の神経基盤を明らかにする。研究２：動的運動に伴う心拍応答や呼吸など複合的な生理要因を排した条件下で，運動制御に必要な注意が反応抑制に与える影響を分離して検討するため，足関節背屈による等尺性収縮を運動負荷とする新たな実験パラダイム（AMRI プロジェクト：Attention, Motor control, Response Inhibition）を構築・実施する。これらを通じて，運動―認知連

関研究における新たな視点と，運動制御研究の解析手法を認知神経科学に統合する基盤の提供を目指した。

６　研　究　概　要

①研究の方法

(1) ペダリング運動下の SST における脳波再解析（研究 1）

報告者が渡航前に国内で収集したデータを対象として，ICA を核とした再解析を行った。健常若年成人 21 名（女性 6 名，男性 15 名）が低・中・高の 3 運動強度群（予備心拍数の 30%，50%，75%HRR）に振り分けられ，自転車エルゴメーターに着座した状態で SST を 4 条件（安静時，運動中，運動直後，心拍回復時）で実施した。脳波は 32ch ワイヤレス EEG システムにより 1,000 Hz で記録した。再解析には EEGLAB を用い，バンドパスフィルタ後に extended Infomax 法による ICA を実施し，眼球運動・筋活動・体動由来のアーチファクト成分を除去した。go 正答試行（goCor），ストップ成功試行（SStop），ストップ失敗試行（UStop）の各条件について P2，N2，P3 の振幅を抽出し，行動指標とともに条件×強度群の混合計画分散分析により検定した。

(2) 等尺性収縮を用いた二重課題実験（研究 2：AMRI プロジェクト）

研究 1 の結果を踏まえ，運動の動的・生理的要因を排して運動制御に必要な注意が反応抑制に与える影響を分離するため，等尺性収縮を運動負荷とする実験を新たに設計した。健康な右利き成人 30 名を対象に，(A) コントロール条件，(B) 25%MVE ± 2.5%（高難度），(C) 25%MVE ± 5%（低難度）の 3 条件を被験者内要因として実施する。MVE（maximum voluntary exertion）は最大随意収縮時の前脛骨筋表面筋電図 RMS の最大値として規定した。参加者は座位で専用固定具に右足首を固定し，足関節背屈による等尺性収縮を行う（写真 1）。視覚フィードバックの許容幅のみを操作することで，物理的な収縮強度を一定（25%MVE）に保ったまま運動制御に向ける注意配分量だけを変化させる設計とした。各条件は 1 ブロック 25 試行の SST を 12 ブロック実施し，計 300 試行を収集する。EEG は 32ch・1,000 Hz で記録し，EMG は右前脛骨筋，左前脛骨筋（global inhibition 観察用），左右の短母指外転筋（EMG 反応時間算出用）の計 4 部位より双極導出した。脳波解析はバンドパスフィルタ後に ICA を実施し，P2，N2，P3 を解析対象成分とする。

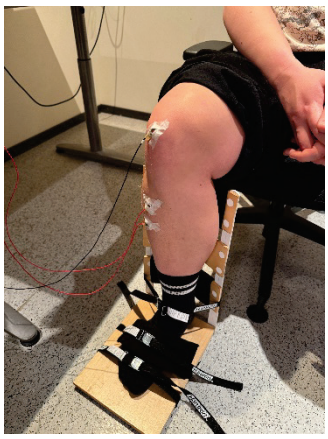


写真１　AMRI 実験における等尺性収縮課題の実験装具

②渡航先での活動内容

派遣先のオスロ大学心理学科 MICC-Lab は，認知制御の神経基盤を多次元的に検討する研究室であり，特に SST を用いた反応抑制の電気生理学的検討で国際的に高い評価を得ている。派遣当初は AMRI プロジェクトに直ちに着手する予定であったが，渡航後の Huster 教授・Thunberg 博士との詳細な討議の結果，報告者の既収集

データに対し ICA を中心とした高度な前処理を適用することで運動中脳波からも有意な ERP 成分を抽出できる可能性が高いとの示唆を得た。再解析の知見は後続の AMRI プロジェクトの位置付けを明確化する上で不可欠であるとの結論に至り，まず再解析を優先する方針に変更した。

派遣前半は再解析と論文執筆に注力し，週次のラボミーティングおよび個別ディスカッションを通じて解析手順を精緻化した。成果は Frontiers in Human Neuroscience 誌に掲載された（Takayose et al., 2026）。

派遣後半は AMRI プロジェクトに着手し，実験プロトコルの確定，パイロット実験を経て本計測を開始した。研究デザインは報告者が立案し，最大随意収縮の規定方法，視覚フィードバックの許容幅条件，筋電図導出部位など諸条件を吟味した。なお，派遣期間中は定期のラボミーティングにて自身の研究を複数回報告し，他研究者との交流を通じて欧州における認知神経科学研究の動向に関する知見も得た。

7　研究結果・成果

(1) 研究１：ペダリング運動下の SST における ERPs

行動指標では，goRT，usRT，SSRT のいずれにおいても運動中条件で安静時条件より有意な短縮が認められ，特に高強度群でその傾向が顕著であった。これらの効果は運動中に限定的であり，運動後はベースライン水準へ回帰した。ストップ成功率や誤反応率に有意な変化は認められず，反応速度の向上が正答率の低下を伴わない処理効率の改善であることが示唆された。ERP 解析では，go 正答試行の N2 成分（goCor-N2）に有意な条件効果が認められ，運動中条件では安静時および両回復条件と比較して振幅が有意に減弱した。一方，ストップ成功・失敗試行の N2 には有意な変化はみられなかった。ストップ失敗試行の P3 成分（UStop-P3）は運動直後の回復_1 条件において安静時より有意に増大した。ストップ成功試行の P3 および各条件の P2 には有意な変化は認められなかった（図１）。これらの結果は，急性運動が反応抑制に関わる認知過程を一様に修飾するのではなく，処理段階および時間相に応じて選択的に作用することを示している。運

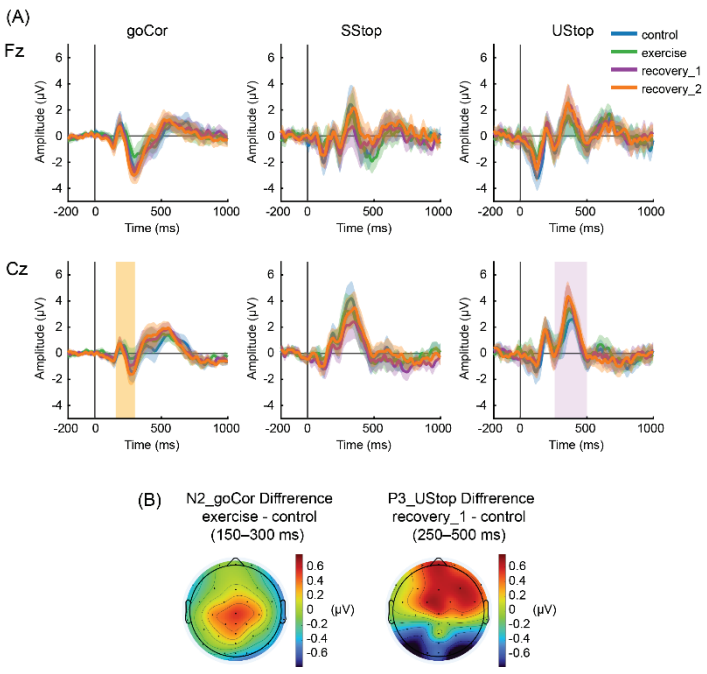


図 1 Frontiers 論文 Fig. 3 より

(A) Fz・Cz 電極における各条件の ERP 波形（goCor, SStop, UStop の 3 試行種別）

(B) 有意な効果が観察された差分波形のトポグラフィ

動中は go 処理に関わる反応準備・選択過程に主に影響し，運動直後にはより上位の評価・モニタリング過程が一時的に修飾されるという処理段階間の時間的棲み分けが示唆された。本成果は ICA を活用することで運動中脳波からも解析可能な ERP データが得られることを示した点でも方法論的意義を有する。本研究は次の通り公刊された：Takayose M, Koshizawa R, Oki K, Thunberg C, Huster RJ. Front. Hum. Neurosci. 2026; 20: 1706674.

(2) 研究 2：AMRI プロジェクト

本プロジェクトは，研究 1 で観察された運動中の脳活動修飾が動的運動に伴う生理的要因に起因するのか，それとも運動制御に脳内リソース（注意）を割くこと自体に起因するのかを切り分けることを目的としている。等尺性収縮を心拍応答が比較的小さい 25%MVE に設定し，視覚フィードバックの許容幅を 2 水準で操作することにより，物理的負荷を一定に保ったまま運動制御に必要な注意量のみを変化させる設計とした。これにより「物理的負荷」と「運動制御への注意配分」を実験的に分離して評価できる。報告者は帰国後も解析ならびにリモートでの Huster 教授・Thunberg 博士とのディスカッションを行っており，本年内を目途に成果を国際学術誌に投稿する予定である。

(3) 今後の展望

本派遣期間中に確立した解析パイプラインおよび新たな実験パラダイムは，今後の運動―認知連関研究の基盤として活用できる。研究 2 の成果が得られ次第，等尺性収縮（運動制御注意）と動的運動（生理的負荷）の効果を直接比較する研究へと発展させ，運動が認知機能に及ぼす影響の機序的理解を一層深めていく予定である。臨床応用の観点からは，認知制御に困難を抱える集団に対する運動介入プログラムの設計指針の提供にも資すると考えている。