

論文審査の結果の要旨

氏名：川 島 哲 史

博士の専攻分野の名称：博士（心理学）

論文題名：認知制御と行動パフォーマンスに関する生理心理学的研究

審査委員：（主 査） 教授 依 田 麻 子 ㊞

（副 査） 教授 内 藤 佳津雄 ㊞

准教授 齋 藤 慶 典 ㊞

本論文は、認知制御と行動パフォーマンスの関係を生理心理学的領域から検討することを目的としたものである。まず、認知制御を“行動の遂行に必要な一連の認知プロセス”と定義し、非慣習的な行動に対する制御のプロセスから慣習的な行動に対する自動的プロセスへ段階的移行に注目している。このような段階的移行を検討する際に、Skill-Rule-Knowledge モデル（以下、SRK モデル）が、人間の認知制御を行動パフォーマンスに応じて 3 つのレベル（知識ベース、ルールベース、スキルベース）に分類する認知制御モデルであることから、認知制御の段階的移行に関する説明モデルとして適しているとして、SRK モデルを採用し、その検討を行ったものである。

認知制御に関係する生理的反応としては脳波に着目し、前頭部 θ 帯域の活動から認知制御と行動パフォーマンスとの関係について解明することを試みている。

本論文は、5 章から構成されており、第 1 章では本論文で述べられている研究の背景と目的、意義について述べている。第 2 章から第 4 章までは実験研究であり、第 5 章は総合的考察となっている。

第 1 章では先行研究のレビューを、認知制御の観点及び脳活動との観点から詳細に行い、SRK モデルのフレームワークでの実験的検討がほとんどみられないこと、また脳活動との関連がほとんど報告されていないことを見出した。また、認知制御と脳活動について、近年の研究を中心に概観し、認知制御に関連する脳部位として、前頭部に位置する前頭前野と前帯状回皮質が多くの研究で報告されていることを示した。特に前帯状回皮質の活動が認知制御に関連して増減することが報告されていること、脳波の中でも前頭部 θ 帯域が前帯状回皮質に局限して出現することについて言及し、前頭部 θ 帯域の活動は、SRK モデルに対する脳活動の指標となる可能性について述べている。

第 2 章では、SRK モデルの各認知制御レベルの特徴に基づいた 3 種類の暗算課題を作成し、これらの課題の違いが課題パフォーマンスおよび脳波活動に及ぼす影響について検討した。検討対象とした背景脳波の活動周波数帯域は θ 帯域 (4-7 Hz)、 α 帯域 (8-12 Hz)、 β 帯域 (13-30 Hz) であった。課題パフォーマンスは、知識ベース、ルールベース、スキルベースの順での上昇が認められ、背景脳波の活動は、前頭部 θ 帯域において SRK モデルの認知制御レベルの違いにより変動する可能性があることを見出した。しかしながら、先行研究においては前頭部 θ 帯域の周波数帯域が統一されていないことから、分析対象となった 4-7 Hz の周波数帯域と実際に前頭部 θ 帯域の活動が活性化している周波数帯域は異なっていた可能性があることから、以降の研究においては前頭部 θ 帯域の活動が活性化する周波数帯域を確認した上で検討を行う必要性を指摘している。

第 3 章では SRK モデルに基づく認知制御レベルの違いが背景脳波の活動に及ぼす影響についての検討を行っている。課題のパフォーマンスは、解答数、解答時間、正答数については、知識ベース、ルールベース、スキルベースの順で上昇したが、正答率については知識ベースとルールベースの間に統計的な有意差が確認できなかった。背景脳波については、分析対象とする背景脳波の周波数帯域は高速フーリエ変換の結果から周波数帯域を設定し、課題間の比較を行っている。周波数帯域の確認により、5.4-8.0 Hz の周波数帯域に顕著な活性化が認められ、前帯状回皮質の位置にあたる電極である Fz 周辺に局限した活動が認められた。これらの活動は知識ベース課題において最も増大し、スキルベースにおいて最も減少することを示していたが、ルールベースにおいては、前頭部 θ 帯域の活動は課題への習熟度合いによって知識ベース

寄り、もしくはスキルベース寄りに近似する可能性を示唆していた。

第4章では、知識ベースの課題を用いて、課題の習熟による行動パフォーマンスの変化と前頭部 θ 帯域の活動との関連性について検討を行った。ここでは、知識ベースの認知制御を用いる暗算課題を3回実施し、課題の習熟に伴う認知制御の段階的移行が前頭部 θ 帯域の活動に与える影響について経時的に実験を実施した。その結果、課題のパフォーマンスからは練習の効果が認められ、課題の認知制御レベルは3回目の時点で知識ベースから、「ルールベースとスキルベースの中間程度」までの移行が認められた。これとは対照的に、前頭部 θ 帯域の活動は、1回目、2回目、3回目の順で減少しており、これらの結果から課題の習熟による認知制御レベルの自動化に伴い、前頭部 θ 帯域の活動が減少していくことを明らかにした。

第5章の総合考察では、得られた知見をまとめるとともに、本研究の限界および今後の展望について述べられている。得られた知見は以下の4点にまとめられている。1) 認知制御に伴い、背景脳波の活動が変動する。2) 前頭部 θ 帯域の活動がSRKモデルの認知制御レベルの違いに対して敏感である。3) 前頭部 θ 帯域の活動をSRKモデルに基づいて考えると、その活動は知識ベースの認知制御で最も増大し、スキルベースの認知制御で最も減少するが、ルールベースの認知制御においては課題への習熟度に応じて変動する知識ベースもしくはスキルベース寄りの活動に近似する可能性がある。4) 知識ベースの認知制御を用いる課題に習熟していく過程において、その認知制御がルールベース、スキルベースへと移行していくに伴い、前頭部 θ 帯域の活動は減少していく。

以上のように、本論文では、これまで十分に検討されてこなかったSRKモデルのフレームワークによる認知制御と行動パフォーマンスに関する関係性を、背景脳波の活動と関連付けて生理心理学的観点から明らかにしたものであり、得られた結果はこの領域の発展に大いに寄与する内容を含むものである。更に、用いられた研究のデザインは十分な検討がなされており、データの解析手法も工夫がされた独創性の高いものであり、得られた知見は、今後教育場面などにおける応用可能性も期待されるものである。

よって本論文は、博士(心理学)の学位を授与されるに値するものと認められる。

以上

令和3年1月6日