

(続紙 1)

京都大学	博士（教育学）	氏名	梶村 昇吾
論文題目	Mind wandering regulation by non-invasive brain stimulation （非侵襲脳刺激法によるマインドワンダリング制御）		
（論文内容の要旨） 本論文は、注意散漫な状態と関わるマインドワンダリングのメカニズムについて、質問紙調査法、経頭蓋直流刺激法や機能的核磁気共鳴画像法等による 5 つの認知心理学実験を行ったものである。 第 1 章では、マインドワンダリングに関わる先行研究を紹介するとともに、その効用として、創造性や気晴らしを促進する一方で、注意集中や学習過程を阻害するなどの側面をもつことを紹介し、後者の側面について制御する必要性を示した。その上で、マインドワンダリングにかかわる脳の神経基盤、その臨床応用へと向けた検討が進んでいないことを踏まえ、以下の課題を検討することを述べた。 まず、経頭蓋直流電流刺激法（transcranial direct current stimulation, 以下 tDCS）によってマインドワンダリングの抑制への関与が示唆される脳領域の機能を操作することによって、脳機能とマインドワンダリング抑制機構との因果関係を明らかにすること。これに加えて、マインドワンダリングを抑制するための新しい技法の開発を提案することの二点を、本論文で扱う研究目的として提示した。 続く第 2 章では、2 つの研究を取り上げた。まず研究 1a（成人男女 408 名）では、日常的なマインドワンダリング傾向を測定する質問紙である Daydreaming frequency scale および Mind wandering questionnaire の邦訳版を作成し、認知課題中のマインドワンダリングを測定する指標（思考プローブ法）との相関を明らかにした。加えて、邦訳版尺度の因子分析による内的整合性の確認、および Well being 関連尺度との負相関や精神疾患関連尺度との正相関などを示した。続く研究 1b（大学生 58 名）では、注意課題中のマインドワンダリング頻度と研究 1a で作成したマインドワンダリング尺度との相関分析により、指標の妥当性を明らかにし、続く研究 2～4 においても同様の手法によりマインドワンダリングを測定することを述べた。 第 3 章では、研究 2 としてマインドワンダリング抑制に寄与しうる脳領域として右頭頂葉を仮説領域とし、tDCS による当該領域への刺激が、注意課題中のマインドワンダリング頻度に与える影響を検討することとした。実験では、右頭頂葉機能を tDCS によって操作した後に注意課題を実施し、思考プローブ法を用いて課題中の思考内容を測定した。その結果、右頭頂葉の活動を促進した群では、これを抑制した群に比べて、課題中の課題無関連思考、すなわちマインドワンダリングが少ないことを見出した。 第 4 章では、研究 3（大学生 60 名）として、機能的核磁気共鳴画像法（functional			

magnetic resonance imaging, fMRI) による脳画像測定を行うことにより右頭頂葉に対する tDCS がマインドワンダリングに与える影響，およびこれを支える脳内機序を検討した。その結果，tDCS によって右角回および内側前頭前野から帯状回後部に対する結合が調節されていること，および右角回から帯状回後部への結合はマインドワンダリング抑制性を示す一方で，内側前頭前野から帯状回後部に対する結合はマインドワンダリング促進性であることが明らかとなった。

第 5 章では，研究 4（大学生 27 名）として，tDCS 前後の安静時結合変化に加えて，注意課題中の結合変化，ならびに頭頂葉の左右それぞれへの tDCS 効果の相違を検討した。そのためにまず tDCS により結合強度が変化した脳機能パラメータを機械学習アルゴリズムにより同定し，このパラメータ情報を用いた機械学習によって刺激条件と統制条件の識別を行った。その結果，ここでのパラメータ変化が，tDCS によるマインドワンダリングの抑制を媒介していること，すなわちマインドワンダリングは右頭頂葉刺激によってのみ生じること，およびマインドワンダリング促進性結合の低下およびマインドワンダリング抑制性結合の上昇という両者の機構の関与のもと，マインドワンダリングを低減しうることを示した。

第 6 章では，総合考察として，研究全体のまとめと本研究の学術的および方法論的意義を述べ，今後の研究展開として注意制御法との併用の可能性とそのもたらしうる効果について提案した。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、注意集中を阻害するマインドワンダリングのメカニズムについて、心理学および神経科学の手法を駆使した5つの実験を実施し、得られた結果を心理学の情報処理モデルに位置づけ、個人差の観点から総合的に検討したものである。

本論文の特色は以下の3点である。

1. マインドワンダリングの低減に向けた新たな支援方法の構築に、工夫に富んだ課題と多彩な指標により貢献している点
2. 核磁気共鳴画像化法、経頭蓋直流電流刺激法という神経科学的技法により、行動実験のみでは捉えられないマインドワンダリングの発生機序を視覚化し、かつ非侵襲的に脳を刺激することにより、改善効果の個人差を明らかにした点
3. ともしれば“機能のマッピング”に留まりがちな神経科学の視座を、心理学の情報処理理論を援用し、認知の可塑性とその促進に関わる方法論を新たに示した点

第1章「序論」では、心理学におけるマインドワンダリング研究を展望し、その定義は多様であることを踏まえて、機能と性質の観点から、創造性の向上に寄与するポジティブな側面と、注意集中を阻害するネガティブな側面に大別した。その上で神経科学の先端研究の動向を概観し、マインドワンダリングの発生にかかわる脳のデフォルトモードネットワークを構成する下頭頂葉に注目する意義を示し、その機能を活性化することにより、注意集中を促進しうる可能性を指摘した点に着眼の鋭さがある。

第2章では、マインドワンダリング傾向を測る質問紙を邦訳し、男女408名を対象としたウェブ調査を実施し、確証的因子分析等を行い、尺度の因子構造・信頼性・構成概念妥当性を確認した。続いて、注意課題に取り組んでいる際に生じるマインドワンダリング頻度が、開発した邦訳版尺度の得点と相関することを示した。

第3章では、注意集中の方法論を検討すべく、経頭蓋直流電流刺激法（以下、tDCS）を用いて脳の右下頭頂葉を刺激し、注意課題中のマインドワンダリング頻度を有意に低減しうることを見出した。従来、右下頭頂葉は、注意の制御に関わることが指摘されてきたが、論者は先行研究を読み解く中で、この領域がマインドワンダリングの中核を担うことを予測し、その機能活性による効果を実証した点で高く評価できる。

続く第4章では、電流刺激にともなって活性化する脳部位（右角回、内側前頭前野、帯状回後部等）の活動を、機能的核磁気共鳴画像法を用いて視覚化するとともに、動的因果モデリングに基づき、脳部位間の情報伝達の方向性に応じてマインドワンダリングが増減する様相を明らかにした。このことは、注意の欠陥のみならず、マインドワンダリングを生かした人間の創造性を多面的に考察する上での意義を持つ。

第5章では、右下頭頂葉のtDCSにより活性化する脳領域の大容量のデータを用いて、機械学習のアルゴリズムにより機能活性（刺激／非刺激の識別率）の高い脳領域

を抽出し、そのワンダリング低減過程への媒介効果を明らかにした点は注目に値する。

第6章「総合考察」では、本研究の学術的意義とおよび方法論的意義を述べ、マインドワンダリングに関わる心理・神経科学的モデルを提案し、残された課題と今後の研究方向を示した。

以上のように本論文は、右頭頂葉の機能活性化によるマインドワンダリングの低減効果を実証すべく、論者は、多くの分野の研究成果と問題意識に基づいて、行動実験、脳刺激法、神経画像化法至る技法を果敢に修得・駆使し、実験データを積み重ねて議論を構築した。

他方、今後に残された問題として以下の点が指摘された。

- (1) マインドワンダリングの特性とその個人差の関わりの解明
- (2) 創造性に寄与する脳内機構と、脳刺激によらないその促進方法の開発
- (3) 脳内の揺らぎに加え、外的環境がマインドワンダリングに及ぼす動的なメカニズムの解明

しかし、こうした点は、本論文で見出された多くの新しい知見の価値を損なうものではない。

よって本研究は博士（教育学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成29年2月20日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、（期間未定）当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。