

諦めにはシータ波が肝心 ～磁気刺激で脳波リズムを制御し認知活動を変容させる～

人のウェルビーイング（心身ともに満たされた状態）には、物事を正しく理解・判断し、適切に行動するための認知機能が高く保たれていることが重要です。認知機能を高める方法として、近年、電気や磁気の力を利用して間接的に脳を刺激することで脳活動を変化させる、非侵襲的脳刺激という技術が注目されています。この技術を使いこなすための鍵となるのが、人の認知活動を反映する脳波リズム（脳の周期的な電気活動）です。認知活動に関連する脳波リズムを変化させるように脳を刺激すると、関連する認知や行動の変容を起こせると考えられていますが、これを実証した研究は、これまであまり行われていませんでした。

そこで本研究では、クイズを解くことを諦める時の脳波リズムを初めて特定し、その脳波リズムを非侵襲的脳刺激の一つである脳磁気刺激によって操作することで、脳波リズムと諦める時の行動がどのように変化するかを調べました。その結果、諦める時のプロセスには、前頭のシータ波という脳波リズムの増加が関係することが判明しました。さらに、脳磁気刺激によってシータ波が増加するように脳を刺激すると、諦めるまでの時間が早まることが明らかになりました。

本研究成果は、脳波リズムを適切に操作することで、さまざまな認知や行動に変化を起こせる可能性を示唆しており、これを応用した認知機能を高める方法の開発につながることを期待されます。

研究代表者

筑波大学システム情報系

川崎 真弘 准教授

宮内 英里 研究員

研究の背景

人のウェルビーイング（心身ともに満たされた状態）には、物事を正しく理解・判断し、適切に行動するための認知機能が高く保たれていることが重要です。日常において、治療が必要な病気や障害とはいえないまでも、心身に影響を与えるような認知機能に関係する困りごとはたくさんあります。例えば、問題解決のプロセスにおいて、考え続けることが解決にならない場合、「諦める（考え続けることを止める）」、という意思決定ができることは適応的な行動として重要な要素です。このような、意思決定がうまくできない状態にあると、ある行動やネガティブな考えにとらわれる反すう思考によって、思うような生活が送れないことがあるかもしれません。認知機能を高める方法はさまざまな分野で研究されていますが、認知や行動と脳のメカニズムの関係は十分に分かっていないことも多く、認知機能を改善させるための技術開発は容易ではありません。

近年、電気や磁気によって脳を間接的に刺激する非侵襲的脳刺激^{注1)}という技術を用いて、脳活動を変えようとする研究が注目されています。しかしながら現状では、うつ病を中心に精神・神経疾患に対する効果を検証した研究が行われているものの、特定の認知機能の変容や向上を目指した研究は多くありません。

認知機能は、脳波から評価される、脳の周期的な電気活動（脳波リズム^{注2)}）と関係していることが知られています。近年の研究から、特定の認知機能の変容には、関連する脳波リズムが変化するように脳を刺激することが重要と考えられていますが、これを実証した研究は、これまであまり行われていませんでした。そこで本研究では、これまで知られていなかった、諦める時の認知機能に関連する脳波リズムを特定するとともに、その脳波リズムを、非侵襲的脳刺激の一つである反復経頭蓋磁気刺激（rTMS）^{注3)}によってピンポイントで操作することで、脳波リズムと諦める時の行動がどのように変化するかを調べました。

研究内容と成果

本研究では、まず、18歳から26歳までの健康な研究参加者18名について、クイズ（なぞなぞ）を解く課題中の脳波リズムを分析しました。研究参加者には、時間制限を設けずに、難易度が異なるクイズを解いてもらい、クイズが解けた時、または解くことを諦めた時にボタンを押してもらいました。ボタンを押す直前の脳波リズムから、諦める時のプロセスには前頭のシータ波の増加が、解けた時のプロセスには前頭の持続的なアルファ波の増加が、関係することが明らかになりました（参考図）。この関係性が正しいとすれば、前頭のシータ波が増えるように脳を刺激すると、クイズを解くのが難しい時に、より早く諦めるようになる可能性があります。そこで次の実験では、18歳から39歳までの健康な研究参加者20名に対して、クイズ（クロスワード）を解く課題中に前頭をrTMSで刺激し、脳波リズムと、諦めるまでの時間を分析しました。刺激の際には、各研究参加者が持つ固有の脳波リズムを特定した上で、シータ波のリズムでの刺激に加え、比較対象として、アルファ波のリズムでの刺激と、擬似刺激（刺激音だけ流し実際には刺激しない）の条件も同時に実施しました。その結果、刺激によって前頭のシータ波が増加するほど、諦めるまでの時間が早くなることが判明しました。一方で、アルファ波を増加させても、諦めるまでの時間に変化はありませんでした。疑似刺激の場合、脳波リズムに変化は起きず、諦めるまでの時間に変化しませんでした。これらのことから、諦める時のプロセスには前頭のシータ波が関係すること、また、前頭のシータ波が増加するように脳を刺激すると、諦める行動がより早く生じることが明らかになりました。このように、脳波リズムを適切に制御することで、特定の認知や行動に変化を起こせる可能性が示唆されました。

今後の展開

効率的に諦めることができる人は、反すう思考の傾向も低いことが分かっています。しかし、実験室内で人工的かつ一時的に起きた認知と行動の変化が、日常生活とどの程度関連するのかは明らかになっておらず、日常の反すう思考を減らせるような脳波リズムの制御方法を明らかにする必要があります。

また、認知機能にはさまざまな脳波リズムが関係している上、脳波リズムには個人差があるため、特定の認知機能に関する脳波リズムを、ピンポイントで操作することは容易ではありません。今後、注意や記憶といった他の認知機能に対するアプローチの検討や、脳波リズムと行動変容の個人差要因の解明などの研究を進め、脳波リズムの制御による認知機能を高める方法の確立を目指します。

参考図

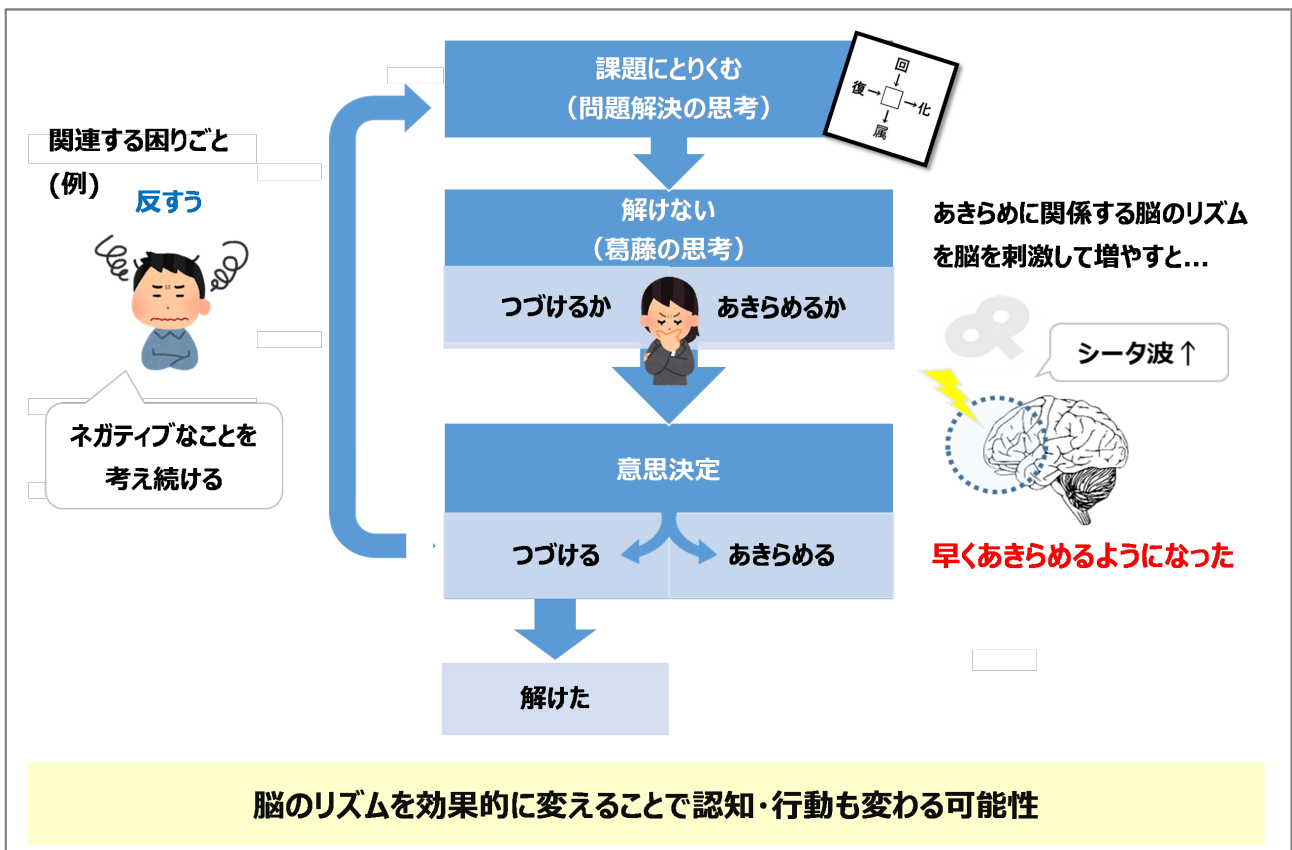


図 脳のリズムを変えることで認知や行動をコントロールできる可能性を実証

クイズを解くとき、人は解を出すために考えながらも、簡単に解が出ない場合は、解き続けるか、諦めるか、葛藤する。この際の脳内を分析したところ、諦める時にはシータ波が活動していることが分かった。さらに、脳を刺激してシータ波を人工的に増やすことで、諦めるまでの時間が早まった。

用語解説

注1) 非侵襲的脳刺激 (Non-invasive Brain Stimulation)

外科的な手術を行わずに脳を刺激することで脳活動を変化させる技術の総称。代表的な技術として、刺激に磁気を用いる経頭蓋磁気刺激や、電気を用いる経頭蓋電気刺激がある。

注2) 脳波リズム

脳の神経細胞の電気活動(脳波)に含まれる周期的なリズムのこと。脳波リズムは特定の認知活動を反映しているとされ、認知心理課題中の脳波リズムを分析することで、脳と認知、心理と行動の関係性を特定する研究が進められている。

注3) 反復経頭蓋磁気刺激 (repetitive Transcranial Magnetic Stimulation: rTMS)

TMSは刺激の瞬間、一時的に脳波の変化を誘発する。rTMSはこの作用を利用して、周期的かつ反復的な刺激によって、その周期に関連した脳波リズムを誘発させる刺激方法である(例:1秒間9~12回の周期で反復的に刺激→アルファ波が誘発される)。

研究資金

本研究は、文部科学省「テニユアトラック普及・定着事業」・「新学術領域研究」、日本学術振興会「若手研究」・「基盤研究B」、による助成を受けて実施されました。

掲載論文

- 【題名】 Behavioural Effects of Task-relevant Neuromodulation by rTMS on Giving-up
(反復経頭蓋磁気刺激を用いた課題特有のニューロモジュレーションによる諦め行動の変容)
- 【著者名】 Eri Miyauchi, Masahiro Kawasaki
- 【掲載誌】 Scientific Reports
- 【掲載日】 2021年11月18日
- 【DOI】 10.1038/s41598-021-01645-0

問い合わせ先

【研究に関すること】

川崎 真弘 (かわさき まさひろ)

筑波大学システム情報系 准教授

URL: <http://kawasaki.iit.tsukuba.ac.jp/img/index.html>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報室

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp