

健常者のうつ度を推定可能な脳波活動を発見

脳波の特定の周波数で発生する「位相リセット」と呼ばれる現象の頻度が、日々変化するうつ気分を反映して変化することを見いだしました。これを用いると、脳波を1分間計測すればその時のうつ度（うつ気分の強さ）を推定できます。この手法はうつ病の早期発見などに役立つと考えられます。

うつ病は「こころの風邪」と言われることがあるほど一般的な病気ですが、自殺の大きな原因ともなる深刻な病気であり、早期の発見と治療が重要です。

脳波は計測が容易で装置も比較的安価です。このため、脳波からうつ気分の強さを手軽に測ることができれば、うつ病の早期発見・早期治療に非常に有用と考えられます。しかし、これまでそのような方法は知られていませんでした。

本研究では、実験参加者に毎日自宅で自身の脳波（安静閉眼状態）を1分間、2～4週間にわたって計測してもらい、その時のうつ気分の強さとの関係を調べました。その結果、多くの実験参加者について、異なる脳領域の脳波がそろそろ位相リセットという現象の発生頻度が、ある周波数ではうつ気分が強いほど増え、別の周波数では逆に減ることが分かりました。

この結果は、安静閉眼状態で脳波を1分間計測すれば、うつ気分の変化を客観的に測れることを示しており、今後うつ病の早期発見や新たな治療法の開発などにつながると期待されます。

研究代表者

筑波大学システム情報系

森田 昌彦 教授

研究の背景

うつ病は「こころの風邪」と言われることがあるほど一般的な病気です。しかし、自殺の大きな原因ともなる深刻な病気であり、早期の発見と治療が重要です。ところが、風邪の場合の体温のような早期発見を可能にする客観的な生理指標が確立しておらず、長年にわたってさまざまな方法が研究されています。中でも脳波は、計測が容易で装置も比較的安価であるため、これを用いてうつの度合いを測ることができれば、風邪の場合の体温計に相当するものが実現できると考えられます。

脳波に関しては、最近の深層学習を用いることにより、うつ病患者と健常者の脳波を高精度で識別できることが多数報告されています。しかし、これらの方法は、うつ病の結果生じた認知機能の低下を捉えている可能性が高く、うつ病の早期発見に成功した例はありません。例えば Google のグループ会社である Alphabet X 社は 2017 年に脳波からうつ病の兆候を捉える研究プロジェクトを開始しましたが、目的を達成できないまま 3 年余りで終了しました。

研究内容と成果

本研究チームは、独自の機械学習技術を用いて健常者の脳波解析を行い、うつ傾向と相関^{注1)}のある脳波活動を捉えました。さらに、研究チームのメンバーのうち 1 人の脳波を長期間計測して解析を進めた結果、特に位相リセット^{注2)}の頻度 (PRR) がその日のうつ気分の度合いに応じて変化していることが分かりました。

本研究では、この結果の一般性を確認するために、参加条件を付けずに募った実験参加者 10 人にポータブル脳波計を自宅に持ち帰ってもらい、2~4 週間の間毎日、自らの脳波を計測してもらいました。測定データはノート PC に記録されます。また、その時の気分についても毎日、アンケートに答えてもらいました。アンケートの結果から、うつ気分の強さを表す尺度 (Depression-Dejection スコア、以下 DD スコア) を求め、2~32 Hz の間の 40 の周波数における PRR などの特徴量と DD スコアとの相関^{注2)}を調べました。

その結果、5 人の実験参加者については、PRR と DD スコアとの相関係数^{注3)}が脳波周波数の変化に対して大きな正の値と大きな負の値の間を往復して変動し、この変動の大きさは統計的に有意でした。また、相関係数が正および負のピークとなるときの PRR の差を取ると、DD スコアとの相関係数が 0.68~0.88 という高い値を示し、脳波から DD スコアが実用的な精度で推定できることが分かりました。その他の実験参加者も、計測日数が少ないため統計的に有意ではないものの、同様な現象が見られました。ただし、相関係数がピークとなる周波数 (特性周波数) は、実験参加者間でかなりの違いがありました。

実験参加者のうち抗うつ剤を服用していた 1 人を除く 9 人は健常者だったことなどから、特性周波数における PRR は、うつによる認知機能の低下ではなく、うつ気分の変化を反映して変化したと考えられます。このような知見はこれまで全く得られておらず、どのような仕組みで生じるのかは不明です。しかし、脳の広い領域で観測されることなどから、何らかの未知な神経メカニズムによる可能性があります。

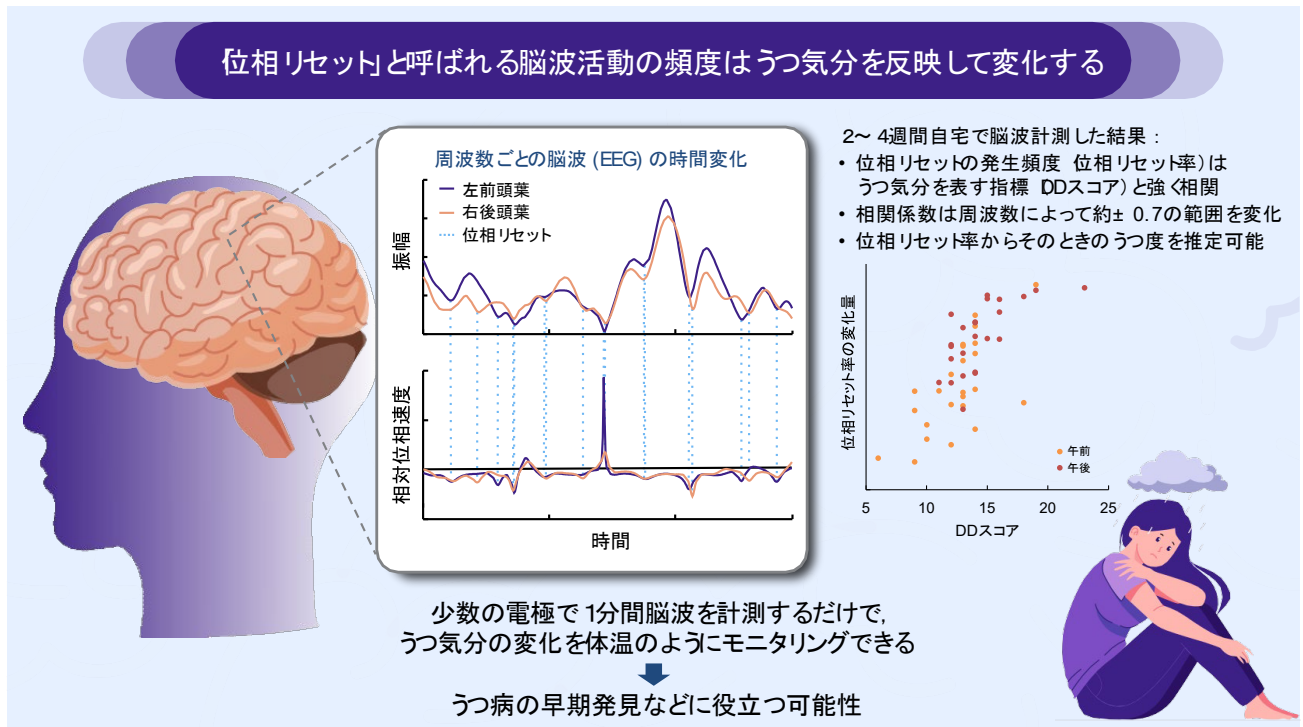
今後の展開

本研究はまだ小規模なパイロット研究の段階で、生理指標として確立するには多くの課題があります。それでも、うつ気分の変化を反映する脳波活動が捉えられたことは、学術的にも社会的にも大きな意義があります。うつ病では、うつ状態が 2 週間以上続くことが診断基準の一つとなっています。体温を測るように客観的にうつ度を測定できれば、うつ状態がある程度続いた段階で受診することが期待でき、うつ病の早期発見が促進されると考えられます。本研究では電極数の少ない安価なポータブル脳波計を用いており、うつ度の推定に必要な脳波計測の時間も 1 分程度であることから、体温計に近い実用性を備え

たうつ度計が実現できる可能性があります。また、このことはうつ病の治療効果の確認や新たな治療法の開発にも役立つかもしれません。

今後、多方面の協力を得ながらより大規模な実験を実施し、生理指標としての確立や実用性の向上を図るとともに、PRR がうつ気分によって変わる仕組みの解明やうつ病の早期治療法の開発にも取り組む予定です。また、本研究成果に関して筑波大学より 2 件の特許を出願しており、産学連携を通じた実用化も目指しています。

参考図



用語解説

注1) 相関 (correlation)

二つのデータの間でどれだけ関連性があるかを示す概念。一方のデータが変化すると、もう一方のデータもある傾向に従って変化するをいう。

注2) 位相リセット (phase resetting)

異なる脳領域における脳波の位相（波が1周期の中のどのタイミングにいるかを示す量）が急速に変化してそろう現象。音などの外部刺激によって誘発されることが多いが、外部刺激がなくてもしばしば発生する。本研究では、外部刺激のない安静閉眼時の脳波を周波数ごとに分解し、その周波数において発生した位相リセットの頻度を求めて、位相リセット率（PRR）と呼んでいる。

注3) 相関係数 (correlation coefficient)

相関の強さや方向を数値で表現するための指標。二つのデータの間にある線形な関係の強弱を-1 から1の値で表す。相関係数が1に近いほど、一方の変数（データの値）の増加に対して他方がより直線的に増加し、-1に近いほど直線的に減少することを示す。0に近ければほとんど相関がないことを意味する。データの数が少ないときや値の分布が偏っている場合、実際には相関関係がないのに偶然大きな正または負の相関係数が得られることがある一方、相関関係があっても統計的な有意性が示されないことがある。

研究資金

本研究は、科研費による研究プロジェクト (JP18H03304, JP23K17457) の一環として実施されました。また、研究の一部は JKA 補助事業 (2020M-117) による支援を受けて行われました。

掲載論文

【題名】 Brainwave activities reflecting depressed mood: a pilot study.

(うつ気分を反映する脳波活動に関するパイロット研究)

【著者名】 M. Morita, R. Otsu, and M. Kawasaki

【掲載誌】 *Scientific Reports*

【掲載日】 2023年9月4日

【DOI】 10.1038/s41598-023-40582-y.

問い合わせ先

【研究に関すること】

森田 昌彦 (もりた まさひこ)

筑波大学システム情報系 教授

URL: <https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000001012>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

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

【産学連携・特許に関すること】

筑波大学国際産学連携本部 (産学連携部産学連携企画課 知的財産管理担当)

TEL : 029-859-1679

E-mail : chizai@ilc.tsukuba.ac.jp