

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：82636

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K22887

研究課題名(和文) 疲労やモチベーションなどの内的な状態により変化する脳の余裕度定量評価

研究課題名(英文) Quantitative evaluation of brain margin that changes depending on internal conditions such as fatigue and motivation

研究代表者

成瀬 康 (NARUSE, YASUSHI)

国立研究開発法人情報通信研究機構・未来ICT研究所脳情報通信融合研究センター・室長

研究者番号：00455453

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではラジオニュースという一般的な音声を聞かせたときにこのラジオニュースに対する脳反応から脳の余裕度の推定が可能かについて検討を行った。ラジオニュースと無声動画を見ているときに、1. ラジオニュースに注意を向ける、2. 無声動画に注意を向ける、および、3. ラジオニュースのみを聞いてラジオニュースに注意を向けるという3つの条件で実験を実施し、ラジオニュースに対する脳反応を抽出した。その結果、同じラジオニュースに対する脳反応でありながら、条件間で反応強度に有意な差を得ることができた。このことは、脳の余裕度に関連する脳情報を取り出すことができている可能性があることを示唆している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

作業のミスが発生させる原因は、精神的、身体的な疲労の結果、脳に「余裕」がなくなり、作業に対して集中が出来なくなったからであるともいえる。疲労による脳への影響は様々であると考えられるが、ミスに直接的につながる「脳の余裕度」をリアルタイムに計測することが出来れば、作業ミスなどを防ぐことが出来る可能性がある。今後は、本研究で抽出した脳の余裕度に関連する脳活動を利用してミスなどのトラブルの発生を予測することで、トラブルを未然に防ぐことができる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：In this study, we investigated whether it is possible to estimate the margin of the brain from the EEG response to this radio news. There were the three conditions: when listening radio news and watching silent videos participants were paying attention to radio news (condition 1), when listening radio news and watching silent videos participants were paying attention to silent video (condition 2), and when listening only to radio news participants were paying attention to radio news (condition 3).

The brain responses to the radio news were extracted. As a result, we were able to obtain a significant difference in response intensity between the conditions. This suggests that it may be possible to extract brain information related to the margin of the brain.

研究分野：実環境下における脳機能計測とその応用

キーワード：脳波 余裕度

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

作業のミスを生じさせる原因は、精神的、身体的な疲労の結果、脳に「余裕」がなくなり、作業に対して集中が出来なくなったからであるともいえる。疲労による脳への影響は様々であると考えられるが、ミスに直接的につながる「脳の余裕度」をリアルタイムに計測することが出来れば、作業ミスなどを防ぐことが出来る可能性がある。これまで、余裕度を測る手法がなかったこともあり、疲労度を推定することで、余裕が減少していることを推定していたが、同じ疲労度であったとしても、作業の難易度によって脳の余裕度は変化すると考えられるため、脳の余裕度を定量的に計測することができれば、ミスなどのトラブルの発生を予測できる可能性が著しく向上すると考えられる。

これまで、研究代表者らは聴覚定常状態応答(Auditory Steady State Response: ASSR)が課題の難易度によって変化することを研究開始前から明らかにしていた(Yokota and Naruse, Neuroscience Research, 2015, Yokota, Naruse, et al., Frontiers in Human Neuroscience, 2017)。ASSRとは、連続的な音に対する聴覚反応と定義されている。例えば、500Hzの正弦波を40Hzで振幅変調を行った音を聞いた場合、この振幅変調を行った40Hzが脳波の成分として検出され、この成分がASSRである。研究代表者らは、前頭葉を使うことが知られているワーキングメモリの課題として代表的なN-Back課題を利用し、このN-Back課題の難易度を変えた場合、ASSRの位相の揺らぎが変化することを明らかにした。このことは、前頭葉の余裕度を聴覚刺激を用いて聴覚野の反応から推定できる可能性を示している。

2. 研究の目的

これまで、聴覚定常状態応答が脳の余裕度によって変化する可能性が示唆されている。つまり、脳の中で余裕が無くなると聴覚に対する反応が下がってくるのである。しかし、聴覚定常状態応答は非常に単調な音を聞かせるだけであるため、実験参加者に負担が大きい。そこで、このような単調な音では無く、通常の音声を聞かせたときにも脳の余裕度の推定が可能かについて検討を行うことが本研究の目的である。

3. 研究の方法

通常の音声刺激として、ラジオニュースを用いた。このラジオニュースを聞いているときに他の動画を見せた場合、脳の余裕度が下がると考えられる。このような条件において、ラジオニュースに対する脳反応から脳の余裕度を推定できないかについて検討を行った。

ラジオニュースと無声動画を見ているときに、1. ラジオニュースに注意を向ける、2. 無声動画に注意を向ける、および、3. ラジオニュースのみを聞いてラジオニュースに注意を向けるという3つの課題を実施し、のべ、30名から脳波データを取得した。このとき、それぞれに注意を向けさせるために、ラジオニュースに注意させている条件では、ラジオニュースの内容に関連する質問を、無声動画に注意をさせている条件では無声動画に関連する質問を脳波実験後に行った。各条件の1ブロックは約5分であり、各条件では2ブロックずつ行った。実験ブロックの順番は被験者間でカウンタバランスをさせた。

脳波解析としては、ラジオニュースの音声刺激のエンベロープ情報を取り出し、このエンベロープ情報に対するtemporal response function (TRF)を求めた。具体的な脳波解析の流れを図1に示す。

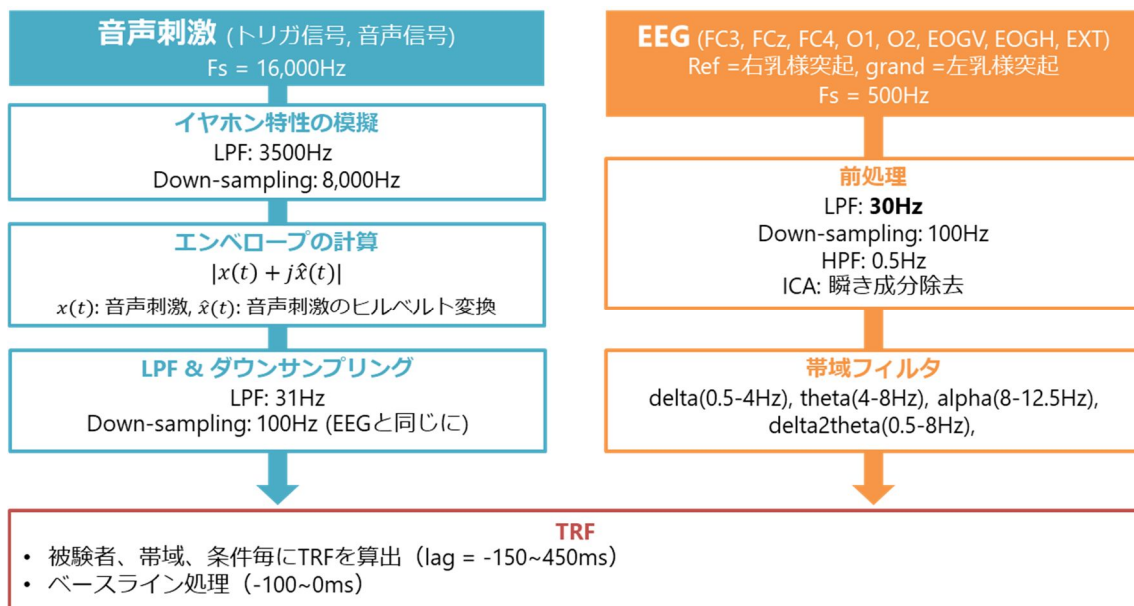


図1 脳波解析の流れ

4. 研究成果

Delta, theta, alpha, delta2thetaの4つの帯域に対してTRFを求めた。その中で、もっとも顕著な結果を得ることができたdelta2thetaの結果を図2に示す。図2の1列目は、TRFの波形を表しており、2列目以降は1列目においてハイライトされている各componentの大きさの条件間比較である。各TRFはあくまでも同じラジオニュースに対する反応であることから、物理刺激としては同じものに対する反応である。しかし、様々なチャンネルにおいて条件間で有意、もしくは有意傾向のある差が見られた。3つの課題でそれぞれ、脳への負荷が異なっていることから、脳の余裕度が異なっていると考えられるが、ラジオニュースという通常の音声を聞いているときの脳波からTRFを用いることで脳の余裕度に関連する脳情報を取り出すことができている可能性があることが示唆された。

これまで、脳波を使って脳の余裕度を調べるためには、非常に単純な音の繰り返しに対するASSRなどの脳活動を利用していた。この脳活動を抽出するためには、非常に単純な音をユーザに意図的に聞かせる必要があるという問題があり、また、単純な音を聞き続けると言うことで、ユーザ側の負担も大きいという問題もあった。本研究で利用した音声刺激のエンベロープ情報を利用したTRFによる解析は、どのような音に対してでも解析が可能である。それ故、その場で流れている音、例えば、車を運転中に流しているテレビやラジオの音声を利用したり、また、何らかの作業をしているときにBGMを流すことでこのBGMを利用したりすることができる可能性があることから、非常に汎用性が高く、ユーザに対しての負荷が小さいことから、既存の方法よりも格段に社会実装が行いやすいと考えられる。

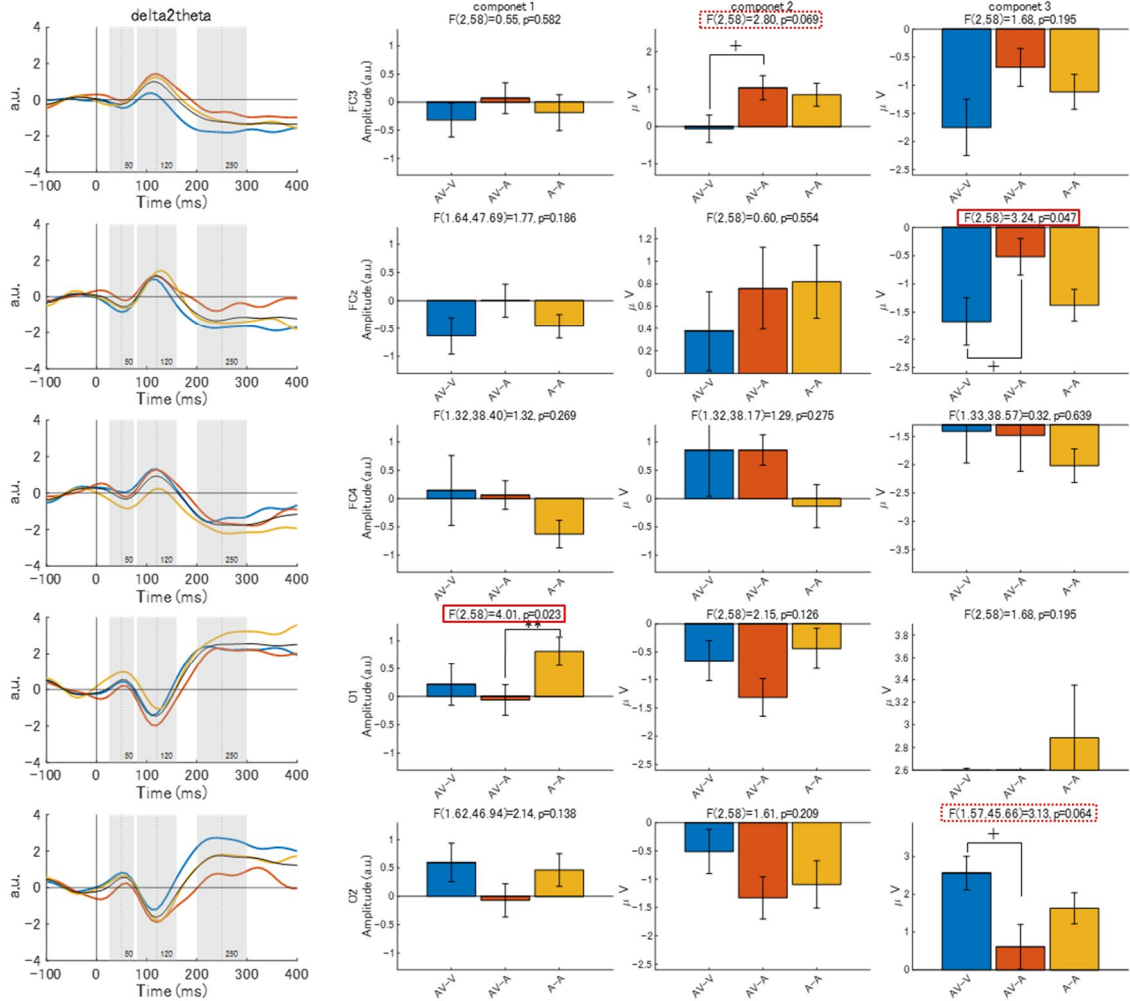


図2 del ta2theta 帯域の TRF の結果 (1 列目) および、グレーでハイライトした各 component の条件間比較。各行は、それぞれの脳波チャンネルのデータを表す。青はラジオニュースと無声動画を見ているときに無声動画に注意を向ける条件，赤はラジオニュースと無声動画を見ているときにラジオニュースに注意を向ける条件，黄はラジオニュースのみを聞いてラジオニュースに注意を向ける条件を表す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|--|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|