

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：13102

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K19808

研究課題名（和文）脳波を利用した注目音推定技術

研究課題名（英文）Estimating an attentively listening sound using brain waves

研究代表者

杉田 泰則（Sugita, Yasunori）

長岡技術科学大学・工学研究科・准教授

研究者番号：30401780

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：人がリズムカルな音を傾聴した際、知覚したリズムと脳の活動が同期することが知られています。しかし、どのようなリズム音に対して脳波の同期がしやすいかなど、明らかにされていないことも多い。本研究では、脳波同期を引き起こしやすい音楽リズムの調査を行い、その傾向を確認した。また注意を向けている音のリズムを心の中で刻む「リズム想起」が、脳波同期に与える影響について調査・検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

音受聴時の脳波同期現象については、リズム音楽療法（認知リハビリテーションやスピーチリハビリテーションなど）への応用も期待されている。しかし、どのようなリズムに脳波が同期しやすいかなど、明らかになっていないことも多い。本研究により、「脳波同期を生じやすい音楽リズムの特徴」、「聴覚的な注意機能と脳波同期との関係」、「リズム想起による脳波同期への影響」に関して有用な知見を得ることができた。

研究成果の概要（英文）：It is known that when a person listens to a rhythmic sound, brain activity synchronizes with the perceived rhythm. However, it is unclear what kind of rhythm sounds the brain waves tend to synchronize with. This study first investigated the musical rhythm that easily causes rhythm synchronization of brain waves.

研究分野：デジタル信号処理

キーワード：聴覚刺激 リズム 脳波 同期

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

人がリズムカルな音に注意を向けた際、知覚したリズムに脳活動が同期することは古くから知られている。また、音の存在しない(実際に音を聴取していない)状況でも、リズムを想起することによってそのリズムに脳活動が同期することが近年の研究で示唆されている。ヒトが注意を向けている「もの」や「こと」について、視覚的な機能においては、ユーザーの眼球の動き検出を利用した注視領域推定などが確立され、多くの応用がなされている。しかし、聴覚においては、視覚における眼球の動き検出のような確立した手法は現在のところなく、ヒトがどの音に注目しているかをリアルタイムに知ることはできない。もし、ヒトが今、どの音に注目しているかをリアルタイムに知ることができれば、視覚における眼球の動き検出を利用した研究と同様のことが聴覚を利用して実施でき、多岐にわたる分野での新たな技術展開が期待できる。

2. 研究の目的

音受聴時の脳波同期現象については、リズム音楽療法(認知リハビリテーションやスピーチリハビリテーション、パーキンソン病患者の運動機能改善など)への応用も期待されている。しかし、どのようなリズムに脳波が同期しやすいかなど、明らかになっていないことも多い。そこで本申請研究では、「脳波のリズム同期を引き起こしやすい音楽リズムの特徴」、「聴覚的な注意機能と脳波同期との関係」について調査・検証することを主な目的とした。

3. 研究の方法

(1) 単一音受聴時の脳波同期現象の解析

同期現象が見られる被験者、同期しやすい音の調査を目的として、音源リズム: 0.8Hz、1.2Hz、2.4Hz などのリズム音を作成し、1つのリズム音だけが再生されている環境下で、その音を傾聴した際の脳波を測定し、同期しやすいリズム音の検証を行う。

(2) 複数音受聴時の脳波同期現象の解析

我々の事前検討では、複数の音楽が存在する中で人がある音に注意を傾けても、様々な要因(注意の散乱等)により脳波に乱れが生じる。これは、脳波の解析精度を低下させる原因となる。そこで、単に1つの音に注意を向けるだけでなく、注意を向けている音のリズムを心の中で刻む(リズムも想起する)ことを被験者に課した実験を行い、脳波反応の違いを検証する。これは、注目する音に対して意識をより集中させる効果を期待するだけでなく、リズム想起による相乗効果により脳波リズムの同期を誘発する狙いがあり、その効果を検証する。

4. 研究成果

(1) 単一音受聴時の脳波同期現象の解析

同期現象が見られる被験者、同期しやすい刺激音の調査を目的として、0.8Hz、1.2Hz、2.4Hz などのリズム音を用いて、1つのリズム音だけが再生されている環境下で、その音を傾聴した際の脳波測定を行なった。測定は、長岡技術科学大学音響振動工学センターの無響室で行った。測定した脳波の解析結果から、刺激音間隔 2.4Hz の場合、2.4Hz よりも低調波である 1.2Hz に同期が見られやすい傾向があり、また刺激音間隔 0.8Hz の場合は、刺激音間隔が 1.2Hz と 2.4Hz の場合よりも同期しやすい傾向にあることが確認できた。ただし、

脳波同期には被験者依存性があり、刺激音の種類によって同期のしやすさが異なる可能性があること、同期が生じるか否か、また同期の生じるタイミングは被験者の集中力に大きく左右され、刺激音の高調波成分では有意性が小さくなる傾向があることも確認された。これらの結果は、今後の研究を進める上で、貴重な知見となる。一方、脳波同期の確認できなかった被験者については、同期自体をしていないのか、あるいは脳波からの信号が微弱であるゆえに特徴を抽出できなかったのかは、現時点では不明である。したがって、今後、測定データからの高精度なノイズ除去手法の検討や、特徴抽出手法の高精度化の継続的な検討が必要である。

(2) 複数音受聴時の脳波同期現象の解析

(1) で脳波同期の見られた被験者を対象として、音源を2音、3音と増やし(異なるリズム音源を同時に再生)、複数音が存在する中で、被験者がある音に集中した際(傾聴した際)に脳波同期が生じるかを検討した。実験の結果、集中する音源のリズムが遅い場合にはリズムに集中することで脳波同期しやすくなる傾向があること、集中する音源のリズムが速い場合には集中状態が脳波同期に及ぼす影響が小さくなる傾向があること、集中することでより脳波同期がし易くなる傾向があることが確認できた。注意を向けている音のリズム想起を被験者に課した実験では、その優位性を一部の被験者において確認できた。今後、被験者数を増やして更なる検証が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 齋藤 柊二, 杉田 泰則
2. 発表標題 交差項を考慮した一般化スプライン非線形適応フィルタの検討
3. 学会等名 電気学会制御研究会（スマートシステムと制御技術シンポジウム2020）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuki Akutsu, Shuji Saitou, Yasunori Sugita
2. 発表標題 Spline Nonlinear Adaptive Filter With Cross-Terms
3. 学会等名 Proceedings of IEEE International Conference on Electronics Circuits and Systems (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿久津 祐稀, 杉田 泰則
2. 発表標題 交差項を考慮した一般化スプライン非線形適応フィルタ
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿久津 祐稀, 杉田 泰則
2. 発表標題 L1正則化を用いた一般化スプライン非線形適応フィルタ
3. 学会等名 電気学会 制御研究会
4. 発表年 2021年

〔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
---------	---------