

令和元年6月12日現在

機関番号：17104

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00373

研究課題名(和文)音楽嗜好性関連脳波の探索

研究課題名(英文)The study on the music-preference-related electroencephalogram

研究代表者

夏目 季代久(Natsume, Kiyohisa)

九州工業大学・大学院生命体工学研究科・教授

研究者番号：30231492

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では被験者に音楽を聴かせ、嗜好判断時間の後に嗜好を判断して貰った。その結果、音楽嗜好性の意志決定に左前頭波パワーが関係している事を見つけた。また嗜好性に有意に異なる電極間位相差が低周波位相差を特徴にし判別分析を行った所、平均80%程の判別が可能であり、パワー値よりも性能が良かった。また気分変化を誘導するサイバーボール課題を与えると音楽嗜好性と相関のある脳波パワー値は相関が無くなった。本研究により音楽嗜好性に関連する脳波パワー値、電極間位相差の存在を明らかにした。特に音楽嗜好性判別特徴としては電極間位相差が有用である事が明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

先行研究では音楽聴取と嗜好判断が同時に行われており、純粋に音楽嗜好判断の脳波が明らかで無かったが、本研究では音楽聴取と嗜好判断の時間を分け、嗜好判断の意志決定に左前頭波が関わる事を初めて明らかにした。また波の電極間位相差が音楽嗜好性に関与する事も初めて明らかにした。

本研究は、脳波を用いた音楽プレイヤーの開発に貢献すると共に、個々人に最も有効な音楽を提供するオーダーメイド音楽療法システムの開発にも繋がると思われる。本研究は心理学、脳科学、工学を組み合わせた複合領域での研究成果で有り、今後リハビリテーション分野、医療分野においても多大な貢献が可能であると考えている。

研究成果の概要(英文)：The present study shows the left-frontal gamma rhythm, one kind of electroencephalogram (EEG), can be related to the decision making for the music preference. The electrode phase differences of EEG at lower frequency were also related to the music preference score. The cyberball task which induces person to have the change in mood suppressed the power of the music-preference-related rhythm. Using the phase difference as the discrimination feature, the discrimination rate was about 80%. That was higher than that using the power of EEG. Therefore, we will develop the EEG-based music player using the phase difference at lower-frequency rhythm as the discrimination feature. In future, we will develop the music player controlled by music-preference EEG.

研究分野：脳情報工学

キーワード：音楽嗜好性 脳波 スペクトルパワー 電極間位相差 気分変化 サイバーボール

1. 研究開始当初の背景

人は主観的な「好み」の影響を受けており、物品の選択、友人や配偶者の決定、政治的な投票選択といった多様な社会決定行動に大きく影響している。そのような「嗜好性」は主観的なだけでなく、視線などの眼球運動や神経活動など客観的にも評価できる。嗜好性に関連する神経活動も fMRI や脳波を用いて測定されている[1,2]。お気に入りの曲を聴いた時、側坐核から眼窩前頭皮質にかけての報酬系ネットワークの活動が増加する。これは楽しい音楽を聴いている際にも活動する。つまり感動や気持ちよさを感じる、好きな音楽は脳に報酬としての作用をもたらすと推察される。一方、怖い音楽や不協和音を聴いて「気持ち悪い」と感じた時、扁桃体が活動する。扁桃体は恐怖心に関与しているため、それら嫌いな音は生命を脅かす音は恐怖と同等の強烈な刺激である。一方、脳波研究から前頭波と後頭波が嗜好性に関係していると示されている。これらの脳の反応は判断形成以前に起こることから、嗜好形成は自覚的な判断以前の段階で形成される潜在的な脳内過程であると示唆されている。このようにこれまで音楽嗜好性研究が行われているが、それらの多くが音楽聴取後に嗜好性の判断が行われており、脳波も判断前の数秒の平均しか計算されていない。従って、音楽嗜好性がどのような経時変化で形成されるのか明らかにされていない。またその嗜好性は固定したものではないが、嗜好性はどのような要因によって変化させられるのか、これまで明らかにされていない。本研究では、音楽聴取時の音楽嗜好性の形成過程、及び、どのような要因が音楽嗜好性に影響を与えるのか、聴取者の気分変化に着目し研究を行う。

2. 研究の目的

音楽によるストレス軽減やリラクゼーション効果があるが、好きな曲を聞くことで、その効果はより高くなる。この効果に注目し病院や福祉施設は音楽療法を取り入れている。聞きたいか聞きたくないかを判断する「音楽嗜好性」が脳波によっても評価できる事を申請者は予備実験で明らかにしてきた。しかしこれまでの嗜好性実験は主に視覚刺激を用いてきた。音楽等の複雑な聴覚刺激の研究はほとんど無い。また人の気分や体調の変化によって聞きたい曲は変わる。しかしどのように変わるか不明である。本研究では、音楽の嗜好性を判別できる脳波特徴を明らかにし、その特徴がどのような要因で変化するか明らかにする。またそれらの結果を元に、嗜好性を元にした音楽選曲システムの実現可能性について検証する。

3. 研究の方法

1) 「音楽嗜好性に関連する脳波特徴の検索」

健常学生 37 名(うち女性 1 名)が実験に参加した。産業技術総合研究所 Real World Computing 音楽データベース [3] を用いて、健常な被験者に 5~8 ジャンルから選んだ音楽計 30 曲を約 30-60 秒間聴かせ(音楽聴取時)その後 30 秒間考えて貰い(嗜好判断時)各曲に対して次に聞きたいかを 6 段階のリッカート尺度で評価した。実験中全期間の脳波を記録した。被験者に聞かせる音楽は、事前に実施したアンケートを参考に「知っている」、「知らない」ジャンル数が均等になるよう選択した。

脳波記録は国際 10-20 法に基づき前頭(F3,F4)、中心頭(C3,C4)、頭頂(P3,P4)等 15 カ所から行い、また瞬きノイズを除去するため眼電図(EOG)を記録した。デジテックス社製パイオアンプ及び Intercross-410 アンプ(インタークロス社製)を用い脳波信号を増幅後、PC に送り測定ソフトウェア LABDAQ(松山アドバンス社製)を用いて 1KHz で計測した。得られた脳波データはまず脳波解析フリーソフト EEGLAB を用い、独立主成分分析により EOG と関連のある成分を除いた後、解析を行った。高速フーリエ変換(FFT)を用いて(4-8Hz)、(8-12Hz)、(12-30Hz) 波(30-50Hz)毎の平均パワー値を音楽聴取時、嗜好判断時で求めた。嗜好判断時の脳波はコントロールデータを差し引いた後、「次に聞きたい」と「聞きたくない」回答毎の脳波に分けた。その後、脳波特徴として、波毎の平均パワー値、及び、各脳波をヒルベルト変換し瞬時位相を求めた後、電極間位相差の時間平均を求め、統計的に好き嫌いで比較し、音楽嗜好性に相関のある脳波特徴を明らかにした。の脳波特徴は音学習聴取前 2 秒間のデータを用いてベースライン補正を行った。また統計有意確率は 5%とした。

2) 「1) の脳波特徴を用いて音楽嗜好性を判別可能かどうかの検証」

1) で見つけた音楽聴取時、嗜好判断時の音楽嗜好性脳波特徴(スペクトルパワーと電極間位相差)を用い、線形判別分析により交差判定 leave-one-out cross validation を行った。

3) 「音楽嗜好性脳波特徴の時間的安定性の調査」

1) で見つかった脳波特徴が、被験者内で安定した脳波特徴なのか、1) と同様の実験を最初の実験から 1 週間後、1 ヶ月後、6 ヶ月後に行い、音楽嗜好性脳波特徴の安定性について調べた。

4) 「気分変化がどのように音楽嗜好性脳波へ影響するか明らかにする」

1) の音楽聴取課題を行った後に、社会的排除感を誘発するサイバーボール (CBT) 課題を被験者に行って貰い、その後、再度、音楽聴取課題を行った。CBT 課題では、PC 上にいる 2 人のアバターと被験者の 3 人でキャッチボールを行う。まず被験者が 2 人のアバターのどちらかにボールを投げるが、その後、2 人から被験者へ返球される割合が少ない (20%) と被験者は社会的排除を感じる [4]。CBT 課題が音楽嗜好性、及び音楽嗜好性脳波に影響するか明らかにする。返球割合 30% をコントロール条件とした。社会的排除により気分変化したかどうかは新版 STAI-JYZ の質問 [5] を含む、気分調査アンケートに答えて貰った。

4. 研究成果

1) 「音楽嗜好性に関連する脳波特徴の検索」

脳波特徴としてのスペクトルパワー値

実験参加者 10 名の脳波スペクトル解析し、例えば参加者 6 では、音楽聴取時、F3, F8, T4, C4, P4 のパワー値が音楽嗜好性と相関があった。また嗜好判断時では、F3, T6 が相関のある脳波であった。また、このような脳波特徴は被験者毎に異なった。全被験者のデータを用いて相関解析を行った所、嗜好判断時の F3 波で相関が見られた。以前も前頭部分の θ 波が関係していると報告されている [6]。本研究の結果は一致する。しかし本研究では先行研究 [6] と異なり、音楽聴取と嗜好判断を異なる時間で行っているため、この脳波が嗜好判断の意志決定に関係すると強く主張できると考えられる。

脳波特徴としての電極間位相差

次に好き嫌いで有意に異なる電極間位相差を求めた所、音楽聴取時、嗜好判断時共に、 θ 波の位相差が他の脳波に比べ、多くの場所で有意であった。特に、嗜好判断時の θ 波ではその数は有意が多かった (図 1)。曲中に設けられた無音期間では、直前の音楽を想起している可能性があり、そのような時、 θ 波が出る事が先行研究 [7] によって分かっているため、本研究でも被験者は、嗜好判断時に聴いた曲を想起していると考えられる。また θ 波は広範囲で観察され報酬などの情動と関連している [8] ので、被験者は快情動を元に嗜好判断していたと考えられる。

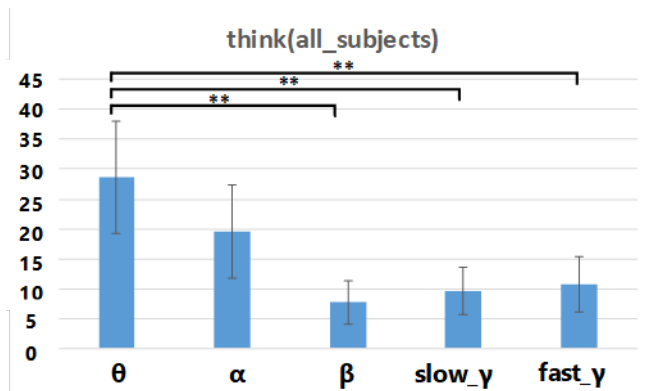


図 1: 嗜好判断時において好き嫌いで有意な位相差があった脳波別の電極ペア数 θ は他の脳波に比べて有意な位相差がある電極ペア数が多かった (1 要因 ANOVA, **p<0.01). 全参加者でのデータを用いた。

2) 「1) の脳波特徴を用いて音楽嗜好性を判別可能かどうかの検証」

嗜好判断時の F3 波、及び各被験者において嗜好スコアと相関があったパワー値から主成分分析を用いて、1 次元に次元圧縮したデータを用いて判別正解率を計算した所、共に 70% だった。

一方で電極間位相差を用いて判別正解率を求めた所、音楽聴取時、嗜好判断時共に 80% 程であった (図 2)。その時用いた脳波特徴は θ 波であった。

以上の事から、音楽嗜好性の脳波特徴としては、1) で有意な結果が見られた θ 波より θ 波の方が高く、パワー値より電極間位相差の方が適していると考えられる。

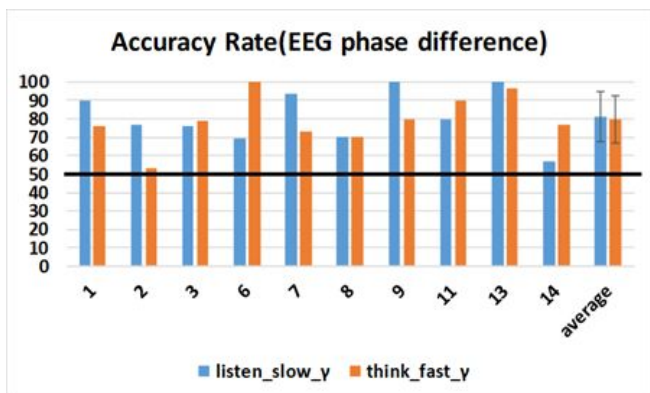


図 2: 各参加者での電極間位相差を脳波特徴に用いた判別正解率

3) 「音楽嗜好性脳波特徴の時間的安定性の調査」

音楽嗜好性判断は、1週間、1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月と時間が経つに従って、変化していく事が分かり、決してランダムでは無かった。またその変化に伴って脳波も変化した。

4) 「気分変化がどの音楽嗜好性脳波への影響を明らかにする」

CBT 課題により不安スコアの上昇傾向があった (Wilcoxon signed-rank test: $p=0.099$)。一方、コントロール CBT 条件では、そのような傾向はなかった。

CBT 課題により、音楽嗜好性スコアと相関のある脳波が消失する傾向があった(図3)一方で、コントロール条件ではそのような事はなかった。CBT 課題による気分変化により音楽嗜好性脳波が影響を受けると考えられる。

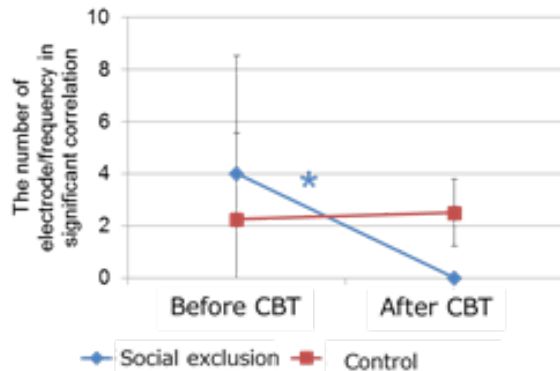


図 3: CBT 課題前後での音楽スコアと相関がある脳波の数の変化

この実験の中で新たに、CBT 課題前後で、音楽嗜好性スコアと曲の BPM との相関係数が正から負に有意に変化した。つまり、気分が不安になると遅い曲が好きになる傾向があった。また CBT により BPM と相関のある脳波の数が増えた。

以上の結果は、CBT 課題により気分が不安になると、音楽嗜好性に関連した脳波の発生が妨げられる可能性が示唆される。またそのような時、ヒトは、例えば BPM のような、物理的な特徴を元に嗜好判断するのではないかと考えられる。

以上の結果より、音楽嗜好性意志決定に関する脳波は左前頭 波パワーである事を本研究により明らかにした。社会的排除感を誘発する気分変化により音楽嗜好性脳波パワーは影響を受ける。また電極間位相差も音楽嗜好性で代わり、その脳波特徴として有用であると考えられる。今後は気分変化に対する電極間位相差への影響を明らかにしていき、脳波を用いた実用的な音楽選曲システムの開発を進めていきたい。

< 引用文献 >

[1] D. Sammler, et al., *Psychophysiol.* Vol. 44, 293-304 (2007). [2] <https://staff.aist.go.jp/m.goto/RWC-MDB/index-j.html>, 2019年2月閲覧. [3] J. Lindsen et al., *NeuroImage*, Vol. 50(4), pp. 1626-32. (2010). [4] K.D. Williams, et al., *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 79 (5), pp. 748-762, 2000. [5] 肥田野直, 等, STAI マニュアル, 実務教育出版, 東京, 2015, 35p. [6] S.K. Hadjilimitriou and L.J. Hadjileontiadis, *IEEE Trans. Biomed. Engineer.*, Vol. 59 (20), pp. 3498-3510, 2012. [7] C. Joucla, et al., *Int. J. Psychophysiol.* Vol. 125, pp. 50-56, 2018. [8] 廣中 直行他, *認知神経科学* Vol. 13(1), pp. 96-102, 2011.

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

Yuya Tsuji, Ryouyuke Koyanagi, Noboru Kojima, Hirokazu Sadahisa, and Kiyohisa Natsume, "Brain rhythm related to the subjective music preferences", *NOLTA, IEICE*, 査読有, Vol.10, No.2, Apr. pp. 249-255, 2019. <https://doi.org/10.1587/nolta.10.249>

[学会発表] (計 12 件)

H. Sadahisa, and K. Natsume, " Social exclusion transiently changes the music-preference and the related electroencephalogram " *Neuro2019 (Niigata, Niigata)* (2019 ; 2019.7.25-28) (査読有) .

早田孝明、夏目季代久、"音楽嗜好性判別特徴として脳波位相差と脳波周波数パワーを比較する"、*NLP 研究会* (2019 ; 2019.6.7 - 6.9) (長岡、新潟)。

早田孝明、夏目季代久、"音楽嗜好性に関連する空間的脳波位相差に関する研究"、*NOLTA ソサイエティ* (2019 ; 2019.6.8) (長岡、新潟) (査読有) .

早田孝明、定久 裕和、辻 湧弥、夏目季代久、"音楽嗜好性脳波の位相同期解析" *MBE 研究会* (2019 ; 2019.1.31 - 2.1) (佐賀、佐賀)。

早田孝明, 定久裕和, 辻 湧弥, 夏目季代久, “音楽嗜好性脳波の脳波特徴について”, MBE/NLP/NC 研究会, (2018; 2018.1.26 - 27)(北九州、福岡).

定久裕和, 辻 湧弥, 夏目季代久, “気分変化と音楽嗜好脳波の関係” NLP 研究会(2018/4/26 - 27)(熊本、熊本).

定久裕和, 辻 湧弥, 夏目季代久, “前頭脳波の非対称性を用いた音楽嗜好性の分類とパワー値を用いた分類の比較”, MBE 研究会 (2018; 2018.11.22)(京都、京都)

H. Sadahisa, Y. Tsuji, and K. Natsume, “The effect of the mood change on the music-preference related electroencephalogram” Neuro2018 (Kobe, Hyogo) (2018/7/26-29) (査読有).

辻 湧弥, 夏目季代久, “音楽嗜好脳波を用いた音楽提示システム開発に向けた基礎的研究”, NC/NLP 研究会 (北九州、福岡)(2017; 2017.1.26-27)(2017).

S. Kudo, Y. Tsuji, and K. Natsume, “The music preference-related electroencephalogram during listening to music (音楽試聴時における嗜好性脳波の検出)”, Neuro2017 (Tokyo, Japan) (Poster) (査読有).

Yuya Tsuji, Shinya Kudo, Hirokazu Sadahisa, Kiyohisa Natsume, “The Emergence of Music-preference-related Electroencephalogram (音楽嗜好性脳波の表出)”, NOLTA ソ大会 2017, (Nagoya, Aichi) (2017) (Poster) (査読有).

Hirokazu Sadahisa, Yuya Tsuji, Shinya Kudo, and Kiyohisa Natsume, “The brain rhythm related to the music preferences and the detection of it”, NOLTA2017, (Cancun, Mexico) (2017) (Oral)(査読有).

Noboru Kojima, Hirokazu Sadahisa, and Kiyohisa Natsume, “THE ELECTROENCEPHALOGRAPH IN MUSIC PREFERENCE”, Postech and Kyutech Workshop in Pohang in Aug. (Poster) (2016; 2016.8.22-23) (北九州、福岡).

〔図書〕(計 0 件)

特になし

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称: 特になし

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称: 特になし

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等 <http://www.brain.kyutech.ac.jp/~natume/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 特になし

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名:

職名:

研究者番号(8桁):

(2)研究協力者

研究協力者氏名：定久 裕和

ローマ字氏名：SADAHISA, Hirokazu

研究協力者氏名：早田 孝明

ローマ字氏名：HAYATA, Takaaki

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、研究者個人に帰属されます。