

知的マッサージのための音刺激に基づく脳波と主観の相関性評価 Correlation Investigation between EEG and Subjective Feeling Based on Sound Stimulation

清水 健[†] 櫛田 大輔^{††}

Ken Shimizu[†] Daisuke Kushida^{††}

[†] 鳥取大学 大学院 持続性社会創生科学研究科 ^{††} 鳥取大学 大学院 工学研究科

1 概要

鍼灸院では施術効果を高めるために痛みを伴う施術を行うことがあり、痛み緩和のために音楽を利用している。将来的に、マッサージチェアで効果の高い痛み刺激を与える際に、痛み緩和のために音楽を利用することを想定し、音刺激による人間の感覚の変化について脳波とVAS (Visual Analogue Scale) 法アンケートで評価を行う。6名の被験者において音刺激前後における脳波とVAS法アンケートの変化を検証したところ、脳波と複数のアンケート項目に相関がみられ、VAS法による評価を脳波により代用できる可能性を示唆した。

2 はじめに

現在のマッサージチェアは、使用者に痛みを与えることなく施術を行うことが重要であり、著者らの一部は生体信号から痛み感覚を推定して施術強さを変更する研究を過去に実施していた [1]。これは、対象者が強い痛みを感じる刺激を与えた際の脳波の各パラメータの変化量によって痛みを推定する手法であった。しかし、実際のマッサージチェアでは強い痛みが生じることは稀であることから、過去の評価手法は一般的とは言えない。

一方、鍼灸院では施術効果を高める目的で痛みを伴う刺激を与えることがあり、一時的な痛み刺激が結果として施術後の高いリラクゼーション効果につながるといわれている。しかしながら、痛み感覚は可能な限り緩和することが望ましく、鍼灸院では部屋にアロマや音楽を流すことで緩和に努めている。

本研究では、将来的にマッサージチェアで同様の痛み刺激を与える際の緩和手段の1つとして、個人ごとに好みが生じ難い音刺激による人間の感覚の変化について、脳波とVAS法アンケートを用いてその相関関係の調査を行う。

3 感覚評価指標

3.1 客観的評価指標

脳から生じる電気活動を頭皮上に置いた電極で記録したものが脳波であり、主たる指標に α 波(8~13[Hz])と β 波(14~30[Hz])がある。 α 波は落ち着いている状態や安静閉眼状態で優位な指標であり、 β 波はイライラした状態や緊張している状態で優位な指標である。

先行研究 [1] では強い痛み刺激を与えた際の脳波

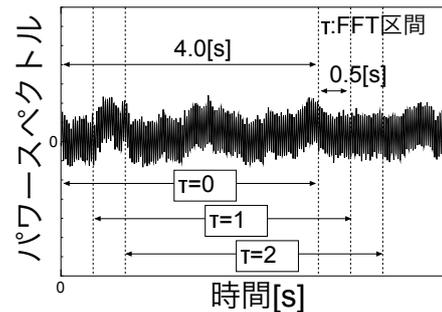


図 1: 脳波データの FFT 処理手法

を測定していたが、本研究では音刺激の前・中・後の前頭部から誘導した脳波を測定する。なお、脳波測定には NeuroSky(株)の MindWave Mobile 2 を使用する。測定した脳波データは、遮断周波数 40 [Hz] のローパスフィルタを通し、データ区間 4.0 秒間とした FFT (Fast Fourier Transform) 処理をデータ区間の 7/8 (0.5[s]) をオーバーラップさせて逐次実施する (図 1)。得られたパワースペクトルの 8~13[Hz] のスペクトル和を α 波、14~30[Hz] のスペクトル和を β 波とする。なお、FFT 区間番号を τ として α 波を $\alpha(\tau)$ 、 β 波を $\beta(\tau)$ と定義する。外部刺激に対して $\alpha(\tau)$ および $\beta(\tau)$ はそれぞれ上昇する傾向があるが、刺激の強さや対象者の受ける感覚によってそれぞれの上昇率が異なる [1]。そのため、両値を相対的に比較する客観的評価指標として $\alpha(\tau)/\beta(\tau)$ を採用する。

3.2 主観的評価指標

VAS 法とは感覚的な程度を評価する際に用いられるものであり、対象者が現在の感覚の程度を長さ 100[mm] の黒線上に印すことで評価を行う。本研究では、音刺激の前後に「不快・快」「緊張・リラックス」「いらいら・良い気分」「退屈・わくわく」の 4 項目に対して VAS 法アンケートを各々行う。VAS 法アンケートの結果は [-1, 1] の範囲で数値化をし、主観的評価指標として採用する。なお、本 4 項目は先行研究 [2] にてモデル化された快適さの評価指標であるが、先行研究 [2] では日常生活における感覚変化について調査を実施しているが、本研究では音刺激に着目した調査を実施する。

4 データ取得

20~40 歳代の 6 名の被験者に対し、音刺激を与えて脳波および VAS 法アンケート結果のデータ取得を行

表 1: 音刺激による脳波と VAS 法の変化

	α/β_{ave}	VAS 法結果の数値化			
		快	リラックス	良い気分	わくわく
音刺激前	2.77	-0.30	-0.33	-0.29	-0.17
音刺激中	2.14	×	×	×	×
音刺激後	2.26	0.14	0.24	0.21	0.08

う。本研究の評価手法は任意の音刺激を基にしたものではなく、音刺激全般を対象にしたものである。そのため、特定の音刺激に対する結果になることを防ぐため、複数の音刺激を利用し得られたデータを平均化する。今回は、刺激によりリラックスすると予想される音 A (小鳥のさえずり) を 4 サンプル、フラットな音刺激として音 B (白色雑音) を 5 サンプル取得する。なお、実験時の疲労状態を統一するため、実験前に 50 問の四則演算を行う。データ取得は図 2 の手順で行う。

5 検証

5.1 検証条件

FFT によって算出されたパワースペクトルより $\alpha(\tau)/\beta(\tau)$ を得るが、脳波は揺らぎが大きいため、音刺激の前・中・後で各々 $\alpha(\tau)/\beta(\tau)$ を平均化した α/β_{ave} を算出する。また、取得した VAS 法アンケート結果は、[-1, 1] の範囲で数値化を行う。以上の手順で音刺激前後での脳波変化 ($\alpha(\tau)/\beta(\tau)$)、VAS 法アンケート結果の数値変化、および両者の関係性を調査する。

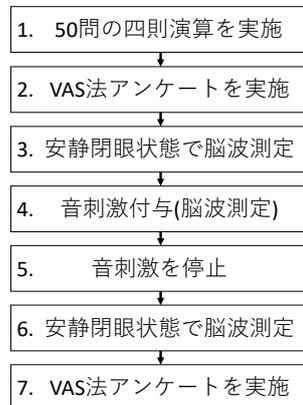


図 2: データ処理フロー

5.2 結果

音刺激の前・中・後各々の α/β_{ave} および VAS 法アンケート結果数値の 9 サンプルの平均値を表 1 に示す。

表 1 より α/β_{ave} が音刺激中に音刺激前から減少している。 α/β_{ave} は $\alpha(\tau)$ と $\beta(\tau)$ の比率であるため、本結果は $\alpha(\tau)$ が $\beta(\tau)$ に対して相対的に減少したことを意味する。 α は安静閉眼状態で優位のため、音刺激により安静閉眼状態が乱された結果である。一方で、音刺激後に音刺激中からの増加がみられる。これは、音刺激を停止して安静閉眼状態を開始しているためである。

次に VAS 法アンケート結果について説明する。表 1 より全 4 項目で値の増加がみられた。これは、音刺激により被験者が「快」「リラックス」「良い気分」「わくわく」と感じる傾向にあったことを意味する。このことから、音刺激によるマッサージの痛み緩和の可能性が示唆される。

5.3 考察

音刺激による脳波変化と VAS 法アンケート結果の数値変化の関係性を考察する。音刺激前の α/β_{ave} を基

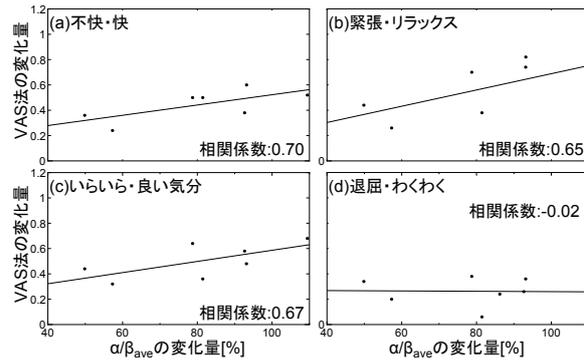


図 3: 脳波変化量と VAS 変化量の関係

準としたときの音刺激後の α/β_{ave} の割合を算出し、これを脳波変化量とする。一方、VAS 法に関しては VAS 結果の数値化した値の音刺激前後での差を VAS 変化量とする。横軸を脳波変化量、縦軸を VAS 変化量として 7 サンプルをグラフ化したものを図 3 に示す (各々最大値と最小値は除外)。

図 3 より、「不快・快」「緊張・リラックス」「いらいら・良い気分」の 3 項目は正の相関が見られ、「退屈・わくわく」はほぼ無相関であった。前者 3 項目は、正の相関であるため、主観的評価指標 (VAS 法による評価) を客観的評価指標 (脳波) により代用できることを示唆している。一方、「退屈・わくわく」の項目は無相関であるが、これは音刺激により「わくわく」が誘起されたが、同時に、実験で被験者が拘束されていることにより「退屈」とも感じたことに起因すると考える。また、「リラックスしているが、それ故に退屈である」ということは経験則的にも最もである。また、本解析結果は「不快・快」「緊張・リラックス」「いらいら・良い気分」の感性和「退屈・わくわく」の感性を誘起させる要因が別であるということも同時に示唆している。

6 おわりに

音刺激を与えた際の脳波と VAS 法結果の変化の調査を行い、両者のいくつかに関係性があることを確認した。今後、マッサージによる物理刺激と音刺激の相互干渉について調査し、痛み感覚の緩和の可能性を探る。

謝辞

本研究は共同研究のもとで行われたものであり、データおよび情報のご提供を頂きましたファミリーイナダ株式会社 野津裕二氏、石藤裕大氏に深く感謝致します。

参考文献

- [1] 寺前達也, 櫛田大輔, 竹森史暁, 北村章, “マッサージ中の脳波に基づくクラス分類と NN による快-不快推定 - 相関係数を考慮した分類と NN の追加学習 -”, 電学論, Vol. 132, No. 2, pp. 828-833, 2012.
- [2] 吉田倫幸, “快適さの客観的計測と評価”, 計測と制御, Vol. 41, No. 10, pp. 696-701, 2002.