

音楽聴取時の脳波特性の可視化

岸本 勇作 伊藤 伸一 宮村(中村) 浩子 斎藤 隆文 満倉 靖恵

東京農工大学大学院生物システム応用科学府

1. はじめに

脳波とは脳の電気活動によるシナプス電位の変動を頭皮上から誘導し増幅したものであり、医学や心理学、工学など広い分野で用いられている。またストレス社会と言われる現代において癒し音楽と呼ばれるものが人々の関心を集めるようになった[3]。それらの音楽の効果の解明には、音楽と人間の心理の関係の研究が欠かすことのできないものであり、その研究手段として脳波が多く用いられている。しかし、脳波から必要な情報を正確に読み取ることは非常に困難である。その主な原因として、大規模なデータを扱うこと、ノイズを多く含むこと、そして未知の性質をもっていることなどが挙げられる。そこで本研究では、脳波の正確な理解を助けるような効果的閲覧法を提案すること、脳波の音楽聴取時特有の情報を可視化により引き出すことの2つを主要な目的とする。この2つを達成するためには大規模データを限られたスペースに表示する必要がある。そのために擬似カラーを利用した可視化方法を提案する。また、脳波に紛れるノイズを選別するために予備実験を行う。

2. 脳波の測定と分析

本研究では平常時、閉眼状態、音楽聴取時の脳波を用いている。聴取音楽はロック、演歌、癒し音楽、クラシックの全4ジャンル(4曲)であり、測定は複数の被験者に4曲それぞれに対し複数回行っている[1]。脳波計は脳力開発研究所のBrain Builderを使用している。計測部位は国際10/20法により定められているFP1(左前頭葉部分)である。測定器付属ソフトにより取得データに対し1s毎にFFTを行い4~22Hzの周波数成分に分解する(図1)。得られた計238点(238s)の時系列データ19セット(4Hz~22Hz)を扱う。

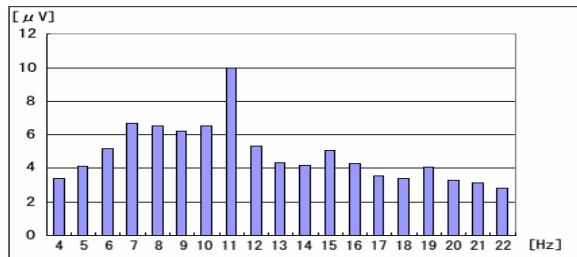


図1. 脳波の周波数成分分解結果

3. 脳波の可視化

取得データをグラフによって表示し解析する場合、折れ線グラフは異なる周波数間の値の関係を読み取りにくく、また棒グラフでは一度に全てのデータを表示することは困難である、これらの問題を解決し、複雑かつ大規模な脳波データに対し直感的把握を促すために、可視化による効果的な閲覧方法の提案が必要となる。

3.1. 擬似カラーによる表示

本研究で使用する脳波データ(1回の測定に対し238点が19セット)を計4,522個のブロックとして擬似カラーで表示する。周波数を縦軸(4~22Hz)、時間を横軸(0~238s)とし、パワースペクトルの値(0~30μV)に色情報を割り当てた(図2)。この表示方法により、大規模なデータをコンパクトに表示することができ、また異なる周波数間のパワースペクトル値の関係を読み取りやすくなる。例えば図2の例で画像中段 波帯域に反応が強く現れていることを瞬間的に読み取ることができる。

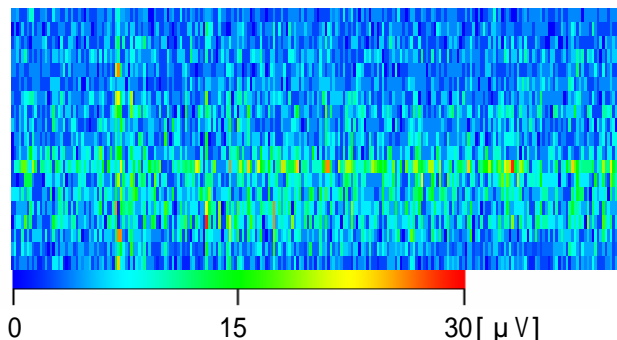


図2. 擬似カラー表示

Visualization of brainwave property affected by listening to music
 Yusaku KISHIMOTO, Shinichi ITO,
 Hiroko Nakamura MIYAMURA, Takafumi SAITO,
 Yasue MITSUKURA
 Graduate School of Bio-Applications and Systems
 Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

3.2. アーチファクト混入部の特定および除外

計測された脳波のデータは注目したい情報の中に、測定時に混入したアーチファクトと呼ばれる脳以外からの電位の情報(筋電位や汗腺の活動電位など)がノイズとして存在していることが多く、脳波の正確な読み取りを困難にしている[2].そこでまず、意図的にアーチファクトが混入するような測定を行い、可視化画像にどのような影響を与えるか観察してみた。測定条件は閉眼時、音楽を聴いていない状態で60秒間、さらに測定中に意図的に瞼を断続的に動かすというものである。図3がその結果である。まばたきを行った箇所が部分的に全周波数成分にわたり、パワースペクトルの値が大きく上昇しており、縦縞模様が現れる。各時間のパワースペクトルを全周波数分加算したものが図4であり、まばたきの箇所付近で値が大きく増加している。次に、特定したアーチファクトの混入箇所の情報を元に可視化画像を改良することを考える。図5はアーチファクトの混入箇所を、情報の信頼性が低い部分であるとして明度を低減したものであり、これにより本来の脳波の情報に注目することが比較的容易となる。

4. 音楽聴取時特有の情報の可視化

音楽聴取時の脳波は通常の脳波とは異なったいくつかの性質を持つと考えられ、その1つとして時間依存性が挙げられる。外部から時間に依存した情報の入力(今回の場合は音楽)があるとき、脳波もその入力に呼応するような情報を持つことが予測される。そこで被験者1人の1曲に対する全ての脳波のデータを周波数別に分けて表示する。図6は4~22Hzそれぞれを測定回数分縦に重ねて表示したものである。全測定分のデータが時間に依存して特定の周波数に特定のタイミングで強弱が現れるならば、同じ時間帯に同様な変化が見られるはずである。

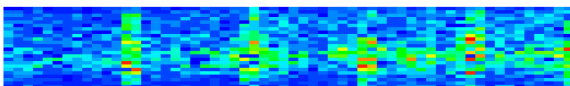


図3. 測定時に瞼を動かしたときの結果

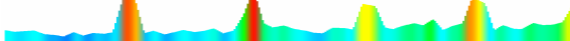


図4. パワースペクトル加算値の可視化

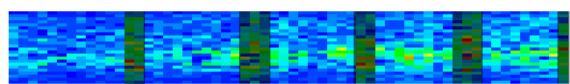


図5. アーチファクト部分の明度を低減

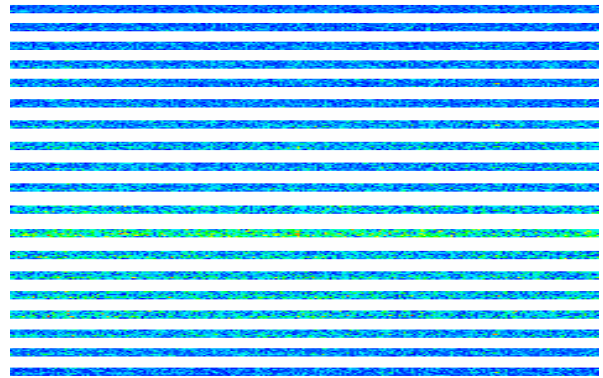


図6. 全測定分の周波数別表示

しかし、全ての周波数においてほぼランダムとも見なせるような結果となり、この結果のみで時間依存性を判断するのは困難である。これは測定した脳波の時間に依存した成分がそれ以外の成分に隠れているせいであると推測できる。

5. まとめと今後の課題

今回、脳波のデータに対し擬似カラーを用いコンパクトに表示する方法と、アーチファクトの情報に注目した可視化方法を提案した。また音楽聴取時の脳波に現れると考えられる特徴に注目し、その性質を可視化することを試みた。脳波の正確な理解を助ける可視化では、今後さらに実験を繰り返し、アーチファクトやその他のノイズ成分の出現条件の詳細と、それが脳波にどのような影響を与えるかを明らかにし可視化に反映することが必要である。また音楽聴取時の情報の可視化については再度方法を検討する必要があるが、例えば音楽ではない単純な音を聴いたときの脳波と無音状態での脳波との比較を行うなどして聴覚刺激による誘発脳波のみに注目するなどの方法が考えられる。また多くの被験者が同様の反応を示すであろうと考えられる音(嫌音など)を使用し、実験条件を単純化する方法も考えられる。

参考文献

- [1] 伊藤伸一, 脳波の個人特性を考慮した脳波分析法の提案, 2004
- [2] 時実利彦, 藤森聞一, 島園安雄, 佐野圭司, 新脳波入門, 1982
- [3] 市川忠彦, 脳波の旅への誘い, 星和書店, 2004