

生理指標・脳機能計測を用いた
音楽のラウドネスと涙感の関係の解明
中間報告書

慶應義塾大学 環境情報学部 2年

坂本嵩

E-mail: ssakamoto21@keio.jp

1. 背景

音楽は我々の心に様々な感情を引き起こす。時には甘美な旋律で“鳥肌感” [1] を誘発し、時には切ない音色で“涙感” [2] を感じさせる。また、音楽は古くから文化的・社会的に人々を繋げる役割 [3] も担っている。そもそも音とは空気の振動に過ぎず、信号が鼓膜から中耳・内耳へと伝わり、蝸牛神経核や上オリーブ核などによって構成される複雑な伝導路を通じて大脳へと伝達される。そして最終到達地点である大脳皮質において、単純な空気の振動が複雑な感情を引き起こす音楽として高次に知覚される。近年、この感動のメカニズム解明が非常に盛んな研究分野となっている。

音楽には音量・音色・和声・旋律・律動・抑揚・緊張感などの様々な特徴が含まれており、その中でも、音楽の知覚的音量（ラウドネス）と、“鳥肌感”を示す生理指標の強度が正の相関を示すことが明らかになっているが [4]，“涙感”などの他の感動に関しては研究が進んでいない。また、音楽に“鳥肌感”を感じている際には“報酬物質”と呼ばれる神経伝達物質ドーパミンの分泌や、“報酬系”の一部である側坐核などの賦活が確認されている [1]。しかしここでも、“鳥肌感”と関連する脳部位や神経伝達物質は明らかになりつつあるものの、その複雑な神経ネットワークを解明した研究は数少ない。そこで私は感動の本質により迫るため、音楽のラウドネスと涙感の関係、そして涙感を感じている際の神経ネットワークを探求することにした。

2. 神経ネットワーク

近年の脳科学研究では、従来のように特定の活動部位を特定するだけでなく、脳全体を一つネットワークとして大きく捉えようとする研究が盛んである [5]。高次の情報処理は一つの脳部位で局所的に行われているのではなく、様々な部位間で情報が受け渡されることによって行われているという考えだ。そして脳の神経細胞、つまりニューロンは電気によって情報をやり取りするため、脳部位間の情報のやり取りを計測するためにはその電気信号を外部からとらえる必要があり、これを可能にするのが脳波計測技術である。脳波とは頭皮上で捉える神経由来の電気信号の集合であるため、fMRI（機能的核磁気共鳴法）などと比べ時間分解能が大変優れている。この特性のおかげで脳波は脳内の周波数情報・位相情報を表現することができ、特に位相情報を用いた位相同期解析は脳内ネットワークの解明に大きく貢献している。位相同期解析には高スペックな計算機が必要とされる

が、近年はコンピューター性能の目覚ましい進展により従来以上に計算・可視化が容易になってきた。

3. 音楽の感動に対する生理指標

また、非常に高次な現象である音楽に対する感動を、生理指標という低次なもので捉えようとする研究も近年盛んである。特に“鳥肌感”や“涙感”においては呼吸や心拍のみならず、副交感神経のみによって支配されている指先の毛細血管の収縮（容積脈波）や、微弱な電流を流した際の抵抗値を計測することで計測できる微量な発汗（ガルバニック皮膚反応・皮膚コンダクタンス反応）などとの関係が報告されている [1, 2]。これらの計測機器は決して安価ではないものの、脳波や fMRI などの脳機能計測機器と同時使用できることが大きな利点である。

4. 今年度の研究活動

今年度は予算の都合上、生理指標計測機器の購入・実験環境のセットアップが難しかったため、位相同期解析の背景にある理論に対する理解を深め、実際の脳波データにも応用した。具体的には、複素モーレーウェーブレット変換で取り出した位相の同期度を表す様々な指標（Intersite phase Clustering, Phase Lag Index, Weighted Phase Lag Index, Debiased Weighted Phase Lag Index）の計算を実装した。これらの指標は、極座標における脳波の瞬時位相の平均ベクトルや虚部の平均値として算出できる。

5. 今後の展望

感動時の脳内ネットワーク機能の解明に向け、今年度は工学的な側面からのアプローチをした。データに対する解析・考察のために必要な理論的土台は出来上がったため、これからは実験環境のセットアップなどに注力していきたい。

6. 謝辞

本研究は教育奨励基金「学習・研究奨励金」の助成により成り立っている。研究活動を支えてくださった慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス教育奨励基金様ならびに城南信用金庫様に心からの感謝を表します。

参考文献

- [1] Salimpoor et al. Nat Neurosci. 2011. [2] Mori et al. Scientific Reports. 2017. [3] Peretz et al. Oxford Univ Pr. 2003. [4] Nagel et al. Musicae Scientiae. 2008. [5] Bullmore et al. Nat Rev Neurosci. 2012.