

音楽聴取が生体信号と運動の個体間同期に及ぼす影響

池谷賢人、白松知世

entrainment, respiration, interpersonal synchronization, social interaction, music-synchronized movement

1. 序論

人間の社会的な相互作用の一種として、音楽提示下における被験者間の運動同期とそのメカニズムの解明が求められている。既に音楽に対して、被験者個人の呼吸といった生体信号や、身体運動が引き込まれることはよく知られている[1]。こうした個々の被験者の生体信号や運動の引き込みが、複数の被験者間の運動同期にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることで、精査すべき神経基盤を特定できると考えた。

本研究の目的は、運動の個体間同期に対して、音楽聴取、音楽に同期した運動生成、及び生体信号が及ぼす影響を明らかにすることである。そのため第一に、二名の被験者に対して、指先の三次元座標を同時計測するための画像処理系と、呼吸信号として胸部圧力を同時計測する系を構築する。次に、音楽聴取や音楽に同期した運動生成時の呼吸信号を計測し、その後二被験者の指先運動を計測して同期を調べる。

2. 手法

指先運動の被験者間同期を調べるために、先行研究[2]と同様に、二名の被験者が接近させた人差し指の指先を、2台のWebカメラ(60 fps, Full HD)で撮影した。指先に貼付した黒いシールの重心を画像処理で抽出し、指先の三次元座標をフレームごとに算出した。

呼吸信号は、被験者のみぞおちに圧力センサをバンドで固定し、100 Hzで計測した。得られた呼吸信号にバンドパスフィルタ(0.05–1.0 Hz)をかけ、吸息のピーク時刻として、計測値が極大値を示した時刻を得た。

二被験者は、計測装置を装着して椅子に向い合せて座り、一名は右腕、もう一名は左腕を伸ばし、互いの人差し指の指先を接近させた状態で1分間、静止を保った。その後、左右の腕を入れ替えて同様に1分間、静止を保った。この2分間を1試行として、全部で11試行を行い、被験者の指先をWebカメラで撮影した。

試行間は4分間あけ、その間、被験者は腕を下ろしてヘッドホンを装着し、音刺激の提示と呼吸信号の計測を受けた。音刺激は5条件で、具体的には、2楽曲(モーツァルトのピアノソナタ K. 448, ショパンの夜想曲第19番 Op. 72 No.1)のうち、被験者が同じ楽曲を聴取する2条件、被験者が異なる楽曲を聴取する2条件、さらに、130 bpm (beat per minute)で一定の視聴覚刺激が提示される1条件だった。さらに、これらの音楽の拍、または視聴覚刺激に同期した頭部運動を指示される5条件も加えて、全部で10条件を提示した。

3. 結果と考察

3.1 構築した実験系の評価

固定点に対して画像から算出された三次元座標の誤差の中央値は1フレームあたり15 μm で、これは指先変動の中央値の12.1%と、十分な精度であった。また、全被験者の呼吸信号の1分間のピーク数、すなわち呼吸数は 16.1 ± 4.8 回で、

成人の一般的な呼吸数(12–20回)と同程度であった。

3.2 音楽による呼吸の引き込み

呼吸信号のピークと、聴取した音楽の拍との間には有意な関係性は認められなかった。この結果は、本実験では、被験者間で一貫した、音楽の拍に対する呼吸の引き込みが起きていないことを示唆する。

3.3 音楽に同期した頭部運動が直後の指先運動の個体間同期に及ぼす影響

指先運動の個体間同期の指標として、1分間の指先座標の被験者間の相関の絶対値を算出して、提示した音刺激および同期した頭部運動の有無(5 \times 2条件)が、この相関に及ぼす影響を調べた。

その結果、被験者二名が同一楽曲を聴取し、かつ、同期した頭部運動を行った直後において、指先座標の相関の絶対値がペアごとに大きく異なった(0.07–0.94)。さらに、被験者ペアごとに得られたこの相関の絶対値は、提示した二つの楽曲間で有意な一貫性を示した(相関係数 0.76; 無相関検定, $p=0.0015$, 図1)。同期運動を伴わない音楽聴取や、一定の視聴覚刺激に対する同期運動に対しては、一貫性は認められなかった。

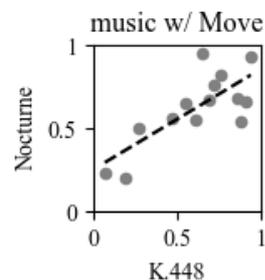


Fig.1 Consistency between musical pieces in the absolute value of the correlation of the finger movements

4. 結論

本研究は、指先運動と生体信号の計測系を構築して、運動の個体間同期に対して、音楽聴取、音楽に同期した運動生成、及び生体信号が及ぼす影響を調べた。その結果、同一の音楽に対する頭部運動を行った後の、被験者間の運動の同期性が、聴取する楽曲に関わらず一貫していた。これは、指先運動の個体間同期に対しては、生体信号よりも、音楽に対する被験者の主体的な運動同期の時間特性が強く影響することを示唆する。

参考文献

- [1] T. W. Johanna, C. Labbé, and D. Grandjean. "Rhythmic entrainment as a musical affect induction mechanism." *Neuropsychologia* 96 (2017): 96-110.
- [3] Y. Kyongsik, K. Watanabe, and S. Shimojo. "Interpersonal body and neural synchronization as a marker of implicit social interaction." *Scientific reports* 2.1 (2012): 959.