

音楽のテンポと心拍の同期現象とリラクゼーションへの影響

著者	福本 誠, 楠 芳之, 菅野 和之, 長島 知正
雑誌名	サテライト・ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー年報
巻	5
ページ	39-40
発行年	2003
URL	http://hdl.handle.net/10258/369

音楽のテンポと心拍の同期現象とリラクゼーションへの影響

福本 誠¹⁾ 楠 芳之²⁾ 菅野和之³⁾ 長島知正^{2,3)}

1) 室蘭工業大学工学研究科生産情報システム工学専攻

2) 室蘭工業大学 サテライト・ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー

3) 室蘭工業大学工学部情報工学科

1 研究背景

音楽は古くから医療などに利用されてきた。現代においても、音楽は療法や日常的な気分転換などの目的に応じて用いられており、このような音楽の持つ人間への影響が心理的・生理的な見地から調べられている。

音楽が人間の生理にもたらす影響の一つに心拍への影響が挙げられ、近年、音楽刺激のテンポと心拍の関係が注目されている。Bason et al. [1] はクリック音による心拍数の引き込みにより、音刺激による心拍制御の可能性を示した。近年の報告では、Reinhardt[2] が癌患者のリラクゼーションを目的とした音楽聴取実験において、音楽刺激のテンポと心拍の同期現象を報告している。

これまでの研究から、音楽刺激のテンポと心拍の同期現象が確認されたが、その生理的な影響は明らかではない。そこで我々は、音楽刺激のテンポと心拍の同期現象と、音楽刺激から人間が受ける影響の関係をリラクゼーションの観点から調べた [3]。本報ではその概要を述べる。

2 目的

本研究の目的は、リラクゼーション効果があると考えられる音楽聴取中の同期区間、非同期区間および無音実験での自律神経活動指標の比較により、同期区間における生理的なリラクゼーションを示すことである。そのために、音楽のテンポと心拍の同期現象を可視化するツール Cardio-Music Synchrogram(CMS)[4]をもとに同期現象を観察し、CMS から同期現象が起きている時間帯である同期区間を求めた上で、同期区間での自律神経活動を観察する。

3 実験方法

男性被験者 13 名を対象に 600 s の音楽聴取実験を行い、同時に心電図を計測した。対照実験として無音実験を行った。また、各実験の前には、STAI[5] アンケートをもとに

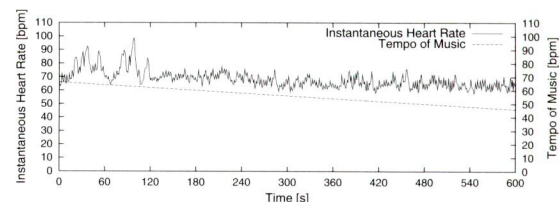


図 1: 音楽刺激のテンポと一被験者の心拍数の推移

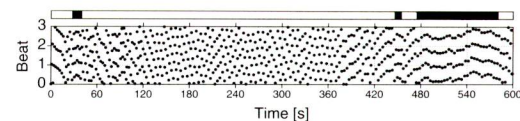


図 2: 一被験者の CMS(下) と同期区間(上)

一時的なストレスを評価した。

音楽刺激には 4 分の 3 拍子のピアノ曲 *Gymnopédy No. 1* を採用し、テンポが 66 bpm から 46 bpm へと変化するように編曲した。時刻 t における音楽刺激のテンポは、 $66 - t/30$ bpm で表される。心電図から瞬時心拍数 IHR(Instantaneous Heart Rate) を $60.0/(R-R \text{ 間隔})$ により求め、一例を音楽刺激のテンポとともに図 1 に示した。

4 実験結果

図 1 の心拍データから構成された CMS を図 2(下) に示した。CMS は音楽のある拍数を基準に音楽の拍と心拍の関係を可視化するツールであり、本研究では音楽刺激の一小節の拍数である 3 拍を基準の拍数とする。同期状態は心拍数の推移からは判別し難いが、CMS 上では 500 s 付近に見られるような時間軸に平行な点列として観察される。

得られた CMS から同期区間を求め、図 2(上) に示した。同期区間は、無音実験の心拍と音楽刺激の拍を仮想的に組み合わせた CMS をもとに、統計的に同期区間を検出する手法 [6] により求めた。同期区間は被験者全員で観察され、総同期時間の平均は 132.0 s であった。また、同期区間の

現れる時間帯には個人差が見られた。

同期区間の生理的な影響を調べるために、20 s 以上連続した同期区間と非同期区間および無音実験の心拍変動パワースペクトルを求めた。得られた一被験者の心拍変動パワースペクトルを図 3 に示した。

被験者ごとの LO 成分 (0.04~0.15Hz) と HI 成分 (0.15~0.5Hz) から、交感神経活動指標 (LO 成分/HI 成分) と副交感神経活動指標 (HI 成分/(LO 成分 + HI 成分)) を求め、表 1 に示した。非同期区間と比べ、同期区間における有意な交感神経活動の低下 ($p < 0.01$) と副交感神経活動の上昇 ($p < 0.05$) が見られた。無音実験との比較では、同期区間における交感神経活動の低下する傾向 ($p < 0.1$) と副交感神経活動の有意な上昇 ($p < 0.05$) が観察された。一方、非同期区間と無音実験の自律神経活動指標には違いが見られなかった。また、心理アンケートから音楽聴取による有意な心理的ストレスの低下 ($p < 0.05$) が観察された。

5 まとめ

テンポが遅くなる音楽刺激を聴取することで、被験者全員で音楽刺激のテンポと心拍の同期現象が観察された。また、同期区間における生理的なリラクセーションが示された。音楽刺激は心理的なリラクセーション効果を持つと考えられるため、これらの結果は、音楽から受ける心理的影響は音楽のテンポと心拍の同期現象を介している可能性を示唆している。ただし、テンポが変化しない音楽刺激を用いた予備実験^{*1}では、同期区間における生理的なリラクセーションは観察されなかったため、同期現象の生理的影響にはテンポの変化が関係しているものと予想される。

本研究ではリラクセーションの観点から同期現象の生理的影響を調べたが、音楽全般における同期現象の有無やその生理的影響は未解明であり、これを解明するためには様々なジャンルやテンポの変化を持つ音楽による実験が必要である。また、我々はこのような同期現象が心拍にもたらす性質を調べており [7]、同期現象が心拍にもたらす影響を明らかにすることで、音楽療法への応用や同期現象を利用したシステムの開発が可能になると考えられる。

参考文献

[1] Bason, P. T., Celler, B. G.: Control of the Heart Rate by External Stimuli; Nature, Vol. 238, pp. 279-280 (1972).

*1 予備実験では同じ楽曲でテンポが変化しないものを用い、本実験とは別の被験者群を対象に異なる実験時間で行われた。

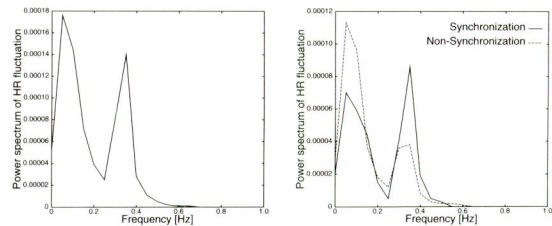


図 3: 無音実験 (左), 音楽聴取実験 (右) における一被験者の心拍変動パワースペクトル

表 1: 同期, 非同期区間および無音実験における交感神経, 副交感神経活動指標

	交感神経活動	副交感神経活動
非同期区間	2.717	0.383
同期区間	1.769	0.488
無音実験	2.593	0.327

[2] Reinhardt, U.: Investigations into Synchronization of Heart Rate and Musical Rhythm in a Relaxation Therapy in Patients with Cancer Pain (German); Research in Complementary Medicine, Vol. 6, pp. 135-141, (1999).

[3] 福本誠, 楠芳之, 長島知正: 音楽のテンポと心拍の同期現象 -Synchrogram による同期状態の検出とリラクセーション効果への影響; 日本感性研究論文集, (印刷中).

[4] Fukumoto, M., Kusunoki, Y., Nagashima, T.: Synchronization phenomena of Heart rate to Music with decreasing tempo; International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, pp. 1001-1004, (2002).

[5] Spielberger, C. D.: Manual for the State-Trait Anxiety Inventory; Consulting Psychologist Press Inc, California, pp. 1-24, (1970).

[6] Kusunoki, Y., Fukumoto, M., Nagashima, T.: A Statistical Method of Detecting Synchronization for Cardio-Music Synchrogram; IEICE Transactions, Nonlinear Theory and its Applications, Vol. E86-A, No. 9, pp. 2241-2247, (2003).

[7] 菅野和之, 福本誠, 楠芳之, 長島知正: 音楽テンポと心拍の同期現象の基礎的性質; 第 36 回計測自動制御学会北海道支部学術講演会論文集, pp. 155-158, (2004).