

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	音のテンポが聴取者の心拍に与える影響
Title(English)	
著者(和文)	渡辺謙
Author(English)	Ken Watanabe
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10434号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:柏野 牧夫,金子 寛彦,小林 隆夫,小池 康晴,吉村 奈津江
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10434号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 (理学)
学生氏名： Student's Name	渡辺 謙		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	柏野 牧夫
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)	金子 寛彦

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

普段の生活でも実感できるように、音や音楽は人間の状態や感情に影響を与える。例えば、穏やかな音楽を聴いてリラックスしたり、ポップな音楽を聴いて楽しむように、音楽は人間の感情に影響を与える。また、音楽を聴くことで心拍数や呼吸数が増加するなど、生体応答の変化を引き起こす。しかし、一口に音楽といっても、音楽には音色・メロディー・テンポ・リズム・音圧など、様々なパラメータがあり、それらが複雑に絡み合っている。更に、音楽が人間に及ぼす影響には個人毎に異なり、同じ音楽を同じ状況で聞いたら万人が同じように影響を受ける訳ではない。しかし、音や音楽が人間に与える影響のメカニズムには、まだわかっていない部分が多く残されている。そこで、本研究では、音楽の中でも重要なパラメータの一つであるテンポに着目し、テンポの違いによってもたらされる影響のメカニズムの解明を目的とした。人間が受ける影響として、一般に交感神経・副交感神経の名で知られている自律神経系に着目して研究を行った。そして、自律神経系に支配される器官の中でも、音楽との関係が深く、リズムを持って活動している心拍と呼吸に着目した。

まず、研究1では、音のテンポと呼吸数を個別に統制して、その組み合わせによる自律神経系に与える影響の変化を調べることを目的とした。また、音楽の他のパラメータの影響を除外するために、単純なドラム音を用いて実験を行い、聴覚系へ影響を与えないために、呼吸の統制は視覚刺激のみで行った。その結果、速い呼吸をしながら速いテンポの音を聴いている際にのみ、交感神経活動と平均心拍数が増加するという結果が得られた。ここで、先行研究では、テンポの速い音楽によって、心拍数が上昇し呼吸の速度が増加するという結果が得られた。だが今回の結果から、これには音のテンポだけでなく速い呼吸が必要であったことが示唆された。このことから、音楽が人間に大きな影響を与えるには、音楽のテンポと呼吸の速度の組み合わせが重要な要因になると考えられた。

研究1の結果から、音楽を聴く際に、音のテンポと呼吸の速さが重要になることが示唆された。しかし、音楽が人間に与える影響には、個人差があり、同じ音楽を聴いても反応は異なる。研究1では全参加者が同じテンポの音を聴取しており、個人差は考慮していなかった。そこで、研究2では、音のテンポと呼吸が自律神経系に与える影響の個人差と、その要因について調べた。そのために、音のテンポと安静時の心拍数の関係に着目した。これは、安静時の心拍数は一般的に一分間に60~80回くらいで、研究1で用いた音のテンポと近い範囲のためである。その結果、音のテンポが与える影響は、安静時の平均心拍数と関係がある可能性が示唆された。音のテンポが、安静時の心拍数より速い際にのみ心拍数が有意に増加し、一定以上速くなると増加が飽和した。このことから、音楽の、特にテンポが与える影響には個人差があり、そしてその個人差は安静時心拍数に依存すると考えられる。

研究2の結果から、音による心拍数の増加には、音のテンポが心拍数より速い必要があることが示唆された。ならば、心拍数を基準にして音のテンポを少しずつ速くしていくと、心拍数も継続的に増加する可能性が考えられる。そこで、研究3では、音のテンポが時間変化した際に、自律神経系に与える影響について調べた。そのために、安静時の平均心拍数を測定し、そこから少しずつテンポが増加する刺激を用いて実験を行った。その結果、一分間に2%ずつという特定の範囲でのみ心拍数の継続的な増加が見られた。それ以上の増加率である一分あたり3%、4%の増加率では、途中までは心拍数が増加したがその後は安静時の心拍数に戻る方向へ減少した。

以上の研究から、音のテンポと呼吸が、自律神経系に与える影響に関するいくつかの知見が得られた。音のテンポが自律神経系に大きな影響を及ぼすには、呼吸も同時に影響を受けており、テンポが元々の心拍より速く、テンポの時間変化が一定の範囲内に含まれている必要性が示唆された。そして、これらの研究に関係する神経メカニズムとして、扁桃体を介した聴覚系・呼吸系・交感神経系の神経系が関わっていると考えられる。その中でも特に、交感神経中枢と呼吸中枢間の密接な結合である sympatho-respiratory coupling が、増幅器として働くことで、本研究の結果が得られたと考えられる。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	物理情報システム	専攻
Department of		
学生氏名：	渡辺 謙	
Student's Name		

申請学位 (専攻分野)：	博士	(理学)
Academic Degree Requested	Doctor of	
指導教員 (主)：	柏野 牧夫	
Academic Advisor(main)		
指導教員 (副)：	金子 寛彦	
Academic Advisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Many studies have revealed the influences of music, and particularly its tempo, on the autonomic nervous system (ANS) and respiration patterns. Since there is the interaction between the ANS and the respiratory system, namely sympatho-respiratory coupling, it is possible that the effect of musical tempo on the ANS is modulated by the respiratory system. Therefore, we investigated the effects of the relationship between musical tempo and respiratory rate on the ANS in study 1. The respiratory rates of participants were controlled by using a silent electronic metronome and they listened to simple drum sounds with a constant tempo. As a results, we observed a significant increase in the mean heart rate (HR) and the low (0.04-0.15 Hz) to high (0.15-0.40 Hz) frequency ratio of HRV, only when the respiratory rate was controlled at 20 CPM and the acoustic tempo was 80 BPM. We suggest that the effect of acoustic tempo on the sympathetic tone is modulated by the respiratory system.

We suggested that the importance of the relationship between acoustic tempo and respiratory rate when listening to music. However, the effects of music on the human vary between individuals. Therefore, we investigated the relationship between HR elevation induced by acoustic tempo and individual basal HR in study 2. Since high tempo-induced HR elevation requires fast respiration, which is based on sympatho-respiratory coupling, we controlled the participants' respiration at a faster rate (20 CPM) than usual (15 CPM). As a result, we found that sound stimuli with a faster tempo than the individual basal HR increased the HR.

On the other hand, the HR increased following a gradual increase in the acoustic tempo only when the extent of the gradual increase in tempo was within a specific range (around +2%/min) in study 3. The HR did not follow the increase in acoustic tempo when the rate of the increase in the acoustic tempo exceeded 3% per minute. These results suggest that the effect of the sympatho-respiratory coupling underlying the HR elevation caused by a high acoustic tempo depends on the basal HR, and the strength and the temporal dynamics of the tempo.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).