

平成 30 年 5 月 30 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26380994

研究課題名(和文) 終止構造に基づく音楽情動情報の期待と報酬の神経基盤

研究課題名(英文) The structural neural substrate of expectation and rewards of music emotion information based on music cadences

研究代表者

星 玲子(柴玲子)(Reiko, Hoshi)

東京電機大学・情報環境学部・研究員

研究者番号：90291921

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、音楽階層構造モデルを利用し、音楽構造とその情動情報伝達による報酬系との関係について心理生理学的計測により分析するとともに、EEG、MEG、fMRIを組み合わせた脳機能計測により、その神経基盤について計測と解析を行った。その結果、音楽が終止構造によりまとまりとして認識される際、脳内では音響情報処理が行われると同時に、情動および運動に関する領域の活動が有意に高まった。報酬系に関わる領域の活動上昇は認められなかったが、大脳皮質前頭前野における実行機能に関連する領域の活動が高まり相関することが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：In this research, using the music hierarchical structure model, we analyzed the relationship between the music structure and the reward system based on its emotional information transmission by psychophysiological measurement, and by measuring the brain function combining EEG, MEG and fMRI. As a result, when the music is recognized as a set by the termination structure, acoustic information processing is performed in the brain, at the same time, activity in the area related to emotion and movement is significantly increased. Although no increase in the activity in the area related to the compensation system was observed, it became clear that the activity in the area related to the execution function in the cerebral cortex prefrontal cortex increased and correlated.

研究分野：認知神経科学

キーワード：音楽終止構造 まとまり構造 脳機能計測 fMRI 情動情報 運動 実行機能

## 1. 研究開始当初の背景

音楽は、情動など言語外の情報を伝達可能であり、人間にとって必須のコミュニケーションツールである (図1)。

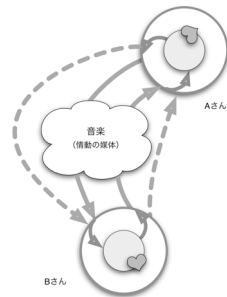


図1 音楽情動コミュニケーションモデル (Tewasawa, Shiba, et al., 2013)

本研究者はこれまで、音楽の表現力およびその情報伝達力を調べるために、その構造自体を体系的に分析するモデルの構築およびその生理心理学的検証を行ってきた。その結果、旋律と機能和声の組み合わせにより終止度の異なる終止構造が構築され、音楽階層構造の基盤となる事を明らかにした (図2)。

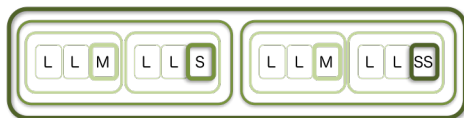


図2 音楽階層構造モデル 音楽の階層構造とそれをつくる「まとまり構造」の終止度の強さ(終止度)との関係。終止度は  $L < M < S < SS$  (Shiba, et al., 2014)

さらに特定の終止構造の聴取により、次の和音に対する期待の脳活動が生起する事を明らかにした (図3)。

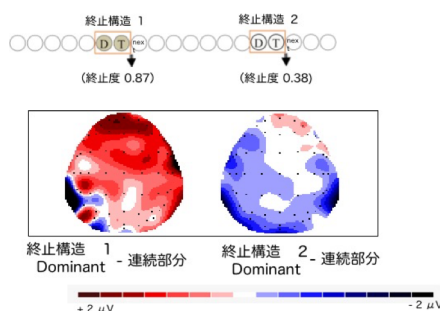


図3 Dominant 和音聴取時の脳活動 (和音呈示後 380-480 ms の分布) (Shiba et al., 2014)

## 2. 研究の目的

本研究では、この音楽階層構造モデルを利用し、音楽構造とその情動情報伝達による報酬

系との関係について、心理学的、生理学的計測により分析するとともに、EEG, MEG, fMRI を組み合わせた脳機能計測により、その神経基盤について明らかにする事を目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) これまでに構築・検証を行った音楽階層構造モデルを利用し、生理心理指標をもとに、旋律と機能和声の組み合わせに対する心理的音楽情動評価を数値化を行なった。

(2) EEG および MEG 計測により、旋律と機能和声の組み合わせに対する聴覚皮質における脳活動を比較した。

(3) fMRI 計測により、聴覚皮質での音楽情動評価と辺縁系を含む皮質下の情動系の賦活との関わりを調べた (図4)。実験では、和音連結 Dominant-Tonic (D-T) と旋律の終止形の両方を含む強い終止構造、和音連結 D-T のみを含む旋律の終止形を持たない弱い終止構造、終止構造を持たないもの、の3種類の和音列聴取時の脳活動を比較した。終止構造聴取時の脳活動を、fMRI で測定・解析し、さらに機能的結合についての解析を行い、実行機能に関連する部位の活動の変化を調べた。

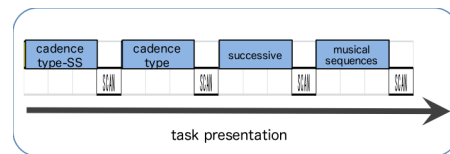


図4 fMRI 計測における和音の呈示 (Shiba et al., 論文執筆中)

(4) 研究結果をもとに、音楽構造、心理的音楽情動評価、聴覚皮質での情動評価、皮質下辺縁系の賦活、大脳前頭前野の活動に対する効果までの、音楽階層構造に基づく音楽情動情報処理の体系化を行なった。(Shiba et al., 論文執筆中)

## 4. 研究成果

当初の研究機関の最終年度までに、終止構造 D-T を構成する楽音の組み合わせと心理評価との結果をもとに、EEG 計測と解析、また MEG が故障していたため fMRI を用いた計測と解析を行い、MEG 計測を開始した。しかし、初年度以降の MEG の故障による研究の遅れに加え、研究者本人が実母と同居介護を行わなければならない状況にあったため、当初の予定である3年間の研究期間の延長を行った。延長期間には、MEG 計測および fMRI 計測による機能結合の解析と論文執筆を行った。その結果、音楽は終止構造によりまとまりとして認識さ

れる際、脳内では音響情報処理が行われると同時に、情動および運動に関する領域の活動が有意に高まった。さらに大脳皮質前頭前野に実行機能に関連する領域の活動が上昇し、領域間の活動に相関が認められた。

音楽が終止構造によりまとまりとして認識されることにより、脳内では音響情報処理が行われると同時に、情動および運動に関する領域の活動が有意に高まるだけでなく、大脳皮質前頭前野における実行機能に関連する領域の活動が高まった。(図6)

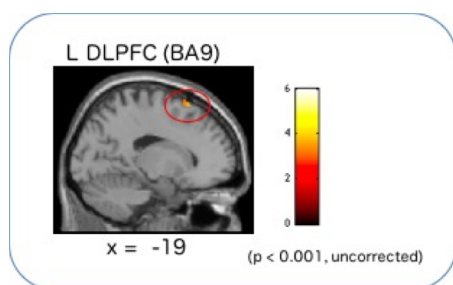


図6 左前頭前皮質背外側部(L DLPFC)に認められた脳活動 (x = -19)

終止度の強い終止構造聴取時に終止度の弱い終止構造聴取時より有意に大きな脳活動が前頭前皮質腹外側部(VLPFC)、左前頭前皮質背外側部(DLPFC)を含む領域であった。これらの領域は、総合的に思考や行動を制御するシステムである実行機能の遂行に関わる部位として知られている領域を含んでいた。

また機能的結合解析の結果、これらの部位間に活動の相関が存在することが認められた。(図7)。現在、得られた結果をもとに論文を執筆中である。

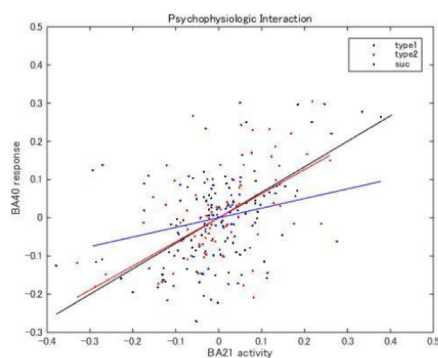


図7 PsychoPhysiologic Interaction 解析例 (musseg003)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 7 件)

雑誌論文 査読あり

1. Hoshi-Shiba R, Furukawa K, Okanoya K, "Neural correlates of expectation of musical termination structure or cadence.", *NeuroReport*, Vol.25, No.10, p743-748, 2014
2. Hamano T, Ohmura H, Nakagawa R, Terasawa H, Hoshi-Shiba R, Okanoya K, Furukawa K, "Creating a place as a medium for musical communication using multiple electroencephalography," *Proceeding of Joint 40th International Computer Music Conference (ICMC) and 11th Sound and Music Computing (SMC)*, p637-p642, 2014

雑誌論文 査読なし

3. Reiko Shiba, Kiyoshi Furukawa, Iku Nemoto "Brain connectivity related to the perception of music segmentation by cadence" *The Journal of Japan Biomagnetism and Bioelectromagnetics Society*, Vol.30, No.1, p118-p119, 2017
4. 星-柴玲子, 古川聖, 根本幾, "音楽の終止構造認識による脳内情報処理" *日本生体磁気学会誌*, Vol.29, No.1, p72-p73, 2016
5. 星-柴玲子, 古川聖, 根本幾, "音楽の終止構造と身体性の関わり" *日本認知科学会第32回大会抄録集*, p523-525, 2015
6. 星-柴玲子, 古川聖, 根本幾, "音楽終止構造を期待する脳活動 -fMRIによる予備的研究-" *日本生体磁気学会誌*, Vol.28, No. 1, p120-p121, 2015
7. 星-柴玲子, 古川聖, 根本幾, "音楽の終止構造による終止感" *第10回日本感性工学会春期大会抄録集*, 1-01, 2015

〔学会発表〕(計 13 件)

国際会議 査読あり

1. Reiko Shiba, Kiyoshi Furukawa and Iku Nemoto, "The brain activities associated with the perceptual music segmentation by cadence", *The 6th Conference of The Asia-Pacific Society for the Cognitive Sciences of Music (APSCOM 6)*, Japan, Kyoto, Aug. 2017
2. Reiko Shiba, Kiyoshi Furukawa, Iku Nemoto, Brain connectivity related to the perception of music segmentation by cadence, *Biomagnetic Sendai 2017*, Japan, Sendai, May 2017
3. Furukawa K, Hamano T, Ohmura H, Nakagawa R, Hoshi-Shiba R, and Terasawa H, "'it's almost a song..." an audio-visual installation for using three EEG systems and

Clarinet”, *Sound Insterations of Joint 40th International Computer Music Conference (ICMC) and 11th Sound and Music Computing (SMC)*, Athens, Greece, Sep. 2014

国内会議 オーガナイズドセッション

4. 星-柴玲子, 古川聖, 根本幾, 音楽終止構造の期待と報酬, 第31回生体・生理工学シンポジウム, 大阪, 2016年11月

国内会議 査読あり

5. 柴玲子, 古川聖, 根本幾 終止構造認識による実行機能関連脳部位の活性化, 第33回日本生体磁気学会大会, 広島, 2018年6月
6. Reiko Shiba, Kiyoshi Furukawa, Iku Nemoto The brain activation on executive function in the sense of segmentation by cadence, 第41回日本神経科学大会, 神戸, 2018年7月
7. Reiko Shiba, Kiyoshi Furukawa, Iku Nemoto, The brain activities associated with the sense of segmentation by cadence, 第40回日本神経科学大会, 幕張, 2017年7月
8. Reiko Shiba, Kiyoshi Furukawa, Iku Nemoto, The brain activities correlated to the perception of cadence, 第39回日本神経科学大会, 横浜, 2016年7月
9. 星-柴玲子, 古川聖, 根本幾, 音楽の終止構造認識による脳内情報処理, 第31回日本生体磁気学会, 金沢, 2016年6月
10. 星-柴玲子, 古川聖, 根本幾, “音楽の終止構造と身体性の関わり” 第32回日本認知科学学会大会, 千葉, 2015年9月
11. Reiko Hoshi-Shiba, Kiyoshi Furukawa and Iku Nemoto, “The brain activities of the expectation of cadence -A preliminary study-” 第38回日本神経科学大会, 神戸, 2015年7月
12. 星-柴玲子, 古川聖, 根本幾, “音楽終止構造を期待する脳活動 —fMRIによる予備的研究—” 第30回日本生体磁気学会大会, 旭川, 2015年6月
13. 星-柴玲子, 古川聖, 根本幾, “音楽の終止構造による終止感” 第10回日本感性工学会春期大会, 京都, 2015年3月

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等 なし

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

星 玲子 (柴玲子) (Reiko Hoshi-Shiba)

東京電機大学・情報環境学部・研究員

研究者番号: 90291921