

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 21 日現在

機関番号：12606

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24603007

研究課題名(和文)音楽情動生成のモデル化とそれに基づく作品制作の研究

研究課題名(英文)Modeling of emotional arousal in music and its application to artworks

研究代表者

古川 聖 (Furukawa, Kiyoshi)

東京藝術大学・美術学部・教授

研究者番号：40323761

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究において音楽構造から生起する音楽情動を理論的に定式化、それを具体的な作品表現として定着するためのメソッドを開発、そしてそれを使った創作を構成論的に同時におこなった。その過程で音楽情動の様相は予想をはるかにこえて複雑なものであり、音楽構造が単一の感情に対応するのではなく、多くの感情が同時に喚起されることが見出された。(研究成果1)音楽構造から生まれる音楽情動の種類ではなく音楽情動の強度に関する研究が進められ、論文としてまとめられた。(2)そしてこれらから得られた知見から、創作のためのメソッドの策定とそれらを使った創作表現が行われ、国内外で発表され好評を博した。(3、4、5)

研究成果の概要(英文)：We theoretically formulated the music-emotion caused by musical structure, developed methods to realize it as concrete artistic expression, and created artworks using that method. All these elements were conducted in parallel employing constructive approach. In this process we realized the music emotion is far more complex than our expectation. The music structure does not necessarily correspond to single category of emotion but often many emotions (results of research 1), meaning that our musical emotion is the integration of sub-emotion types. Therefore we conducted a research on the intensity of musical emotion rather than types of musical emotion, and published the results (results 2). Using those knowledge we developed the methodology for artistic production, and created compositions and installations (results 3, 4, and 5). The final musical productions were presented at public events inside and outside Japan, that were nicely received.

研究分野：作曲

キーワード：作曲 音楽理論 コンピュータ音楽 音楽認知 脳科学 メディアアート アルゴリズム作曲 デザイン学

1. 研究開始当初の背景

音楽構造から音楽情動へ：

音楽がどのような感情(情動)を喚起するかということについて、アリストテレス以来、人間は長い間考えてきた。学術的な研究は19世紀に遡るが、現在においても研究者によって音楽情動に関する捉え方も異なり、この分野の研究が着実に積み重ねられてきたとは言えない状況にある。そのような中、2010年に出版されたの Handbook of Music and Emotion の14章において A.Gabriellsson らはそれまでの音楽の構造、要素とそれが喚起する感情、情動との対応関係を調べた研究を概観し、音楽情動生成のモデルの構築に重要な方向性を与えた。しかし現在までに音楽情動と音楽構造を結ぶ理論に関して、L.Meyer 等のその可能性に対する理論的な言及はあったが、いまだ十分な具体性を持った研究、実践は行われてきてない。本研究はその音楽情動と音楽構造との間に注目するものである。

2. 研究の目的

情動については分からない事が多く、情動そのものがカテゴリー的なものなのか、または次元を用いて表現すべきなものなのか、研究者間で一致をみない。また私たちが生活の中で感じる情動と音楽の聴いた時に感じる情動も同じ物ではないかもしれない。しかし本研究では音楽情動を音楽を聴いたり演奏したりするとき起こる、長いもの、短いもの、強いもの、弱いものを含めたすべての心の動きとし、音楽の構造(音や音のグループ間の関係性)と音楽情動の関係の具体的な定式化をめざし、それらを実際の創作へと結びつける方法を開発することを目標とした。(現在では音楽情動の生成の要因には複数の経路が知られており、音楽構造から生起する音楽情動もその一つであり、それは、例えば個人的な過去の記憶と結びついた音楽情動のようなものとは異なり、はっきり区別して扱わなくてはならない。)そのうえで、構成論的アプローチによって、実際に生成モデルを作って作品制作し、その結果を見て生成モデル検証する、という過程を通して実践的にその仕組み、関係性を解明する。音楽情動は心理現象である。その生起の心理学的、生理学的メカニズムに関して現在、複数知られている経路から、音楽構造からの生成過程にアプローチする、つまり音楽構造=音の具体的な組み合わせ、音の形式から心理現象である音楽情動を生成する原理とメソッドの開発を行う。音楽情動と音楽構造を具体的につなげる方法は現在、知られておらず、この研究は今までの音楽技法、理論に欠けていた音楽情動を扱う実践的な技法を既存の音楽理論に加えることになり、アートの表現方法に寄与することになる。

3. 研究の方法

音楽情動と音楽構造を具体的につなげる方法を開発するにあたって、ある音楽の音形、動き(低次の音楽構造)に必ず付随する D.Stern の「生氣感情」(vitality affects) という概念に注目し、これを音楽情動と音楽構造をつなげるインターフェイスとした。つまりある特定の高次の音楽情動、例えば「荘厳な」は低次の音楽情動/音楽構造である「生氣感情」を特定の方法で組み合わせた結果生じると仮定する。この仮定に基づき、心理実験を通して音楽構造から音楽情動を生成するモデルをつくり、それを作品制作に用いるためのメソッドを作成し、作曲を行った。これらの一連の作業を互いに動的な関係におき同時進行させ、モデル、メソッド、作曲の精緻化を行った。

三つ作業：

研究において行われた作業は主に以下の三つの事項である。

1) 音楽構造から音楽情動が生起するメカニズムのモデル化

これは上記の「生氣感情」を含むモデルを出発点として、数種類の音形を組み合わせた4~16小節のメロディーを作成し、心理テストにより評価することから始められた。

2) モデルを実際の作曲へつなげるメソッドのデザインとそれを定式化した制作ソフトウェアの開発

私はこれまでも、ある具体的な(科学的な)原理を作品に応用する際にある種の困難さを痛感してきた。これは原理と作品をつなぐための最適化されたメソッドの不在に起因する。このメソッドの開発にも十分に意が注がれた。

3) モデルとメソッドによって情動を生成する作品の作曲

作業の動的な構成：

本研究の特色は各々の作業の場(上記の三つの作業)で起こる事象を他の作業へフィードバックする、つまり作曲の実践の場での結果をモデル化やメソッド開発のプロセスへフィードバックすることにある。フィードバックの結果得られた改善されたモデル、メソッドを使い、再び作曲を続けるという動的な研究方法がとられた。

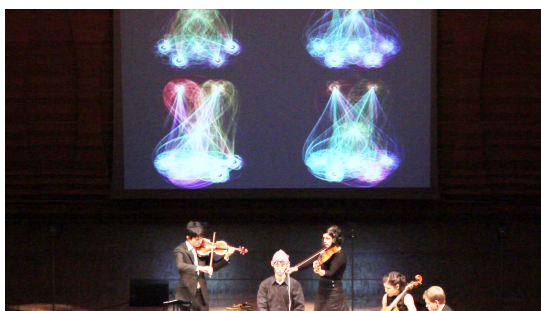
4. 研究成果

1) 音楽の調性という構成要素を操作しその相違からえられる印象を心理実験で検証し、ある音楽聴取における印象、音楽から生起する情動は多義的、両義的であることが示唆された。また、その両義性は音楽聴取自体が代理感情的なものであることも示唆された。一つの音楽構造が一つの情動に対応するという、本研究が当初から暗黙に仮定していた前提が崩され、音楽情動に関し、再考するきっかけになった。この結果は川上(当時、博士

後期課程) 岡ノ谷(東京大学)らと研究論文としてまとめられた。

2) 本研究の重要な理論的な目標である、音楽構造と音楽情動の関係の研究は期間中、音楽の構造的認知を2小節単位~16小節まで、様々な大きさで阻害したり、複雑度を調整し、その関係性をジュネーブ尺度など標準化されている尺度を変形したものをを用いデータ化した。実験室で行う聴取心理実験のほか、実験ために開発したWEBアプリを使い、多数の被験者からデータを収集し、分析を行った。現在までのその到達点を示すものとして、その成果を秋草大学の紀要に「音楽の時間構造と情動の関係 ~ 心理実験を通じた検討 ~」としてまとめた。ここでは、音楽の時間構造に着目し、2つの心理実験を通して、楽曲構造のどの単位が音楽情動の喚起にとって重要であるかを検討した。もとなる楽曲と、それを大小さまざまな構造単位で並べ替えてつなぎ合わせた曲を聴いて、同じく音楽情動と快適さと構造変化の知覚度合を評定してもらった。統計解析の結果、構造と音楽情動の有意な関連が見出され、小楽節を構成する4小節の単位が情動喚起にとって重要である可能性が示された。

3) 2013年、5月、毎年行われるコンピュータ音楽界のイベント NIME(The International Conference on New Interfaces for Musical Expression)が韓国の Kaist(太田市)に行われ、本研究の作品としての成果である、オーディオビジュアル作品「それはほとんど歌のよう」のソロバージョンが発表された。Brain-computer Interface (BCI) technologyによって脳波のパターンが実時間で和声構造として表現されまた、脳の状態がリアルタイムで聴覚化、視覚化された。



演奏風景、© Furukawa

4) 2014年、9月、毎年行われるコンピュータ音楽界最大のイベント、ICMC(国際コンピュータ音楽会議)がギリシアのアテネで行われ、本研究の成果である、体験型のインスタレーション、「それはほとんど歌のよう」の複数参加型バージョンが初めて展示され、世界から集まったアーティスト、研究者がインスタレーションを体験した。また、そのインスタレーションにおけるテクノロジーを説明する研究発表も行った。インスタレーション

はアテネ音楽院のコンサートホール全体に音を映像を配置大掛かりなもので聴衆に強いインパクトを与えた。

5) 2015年、4月25日、研究期間の終了直後に、毎年行われる東京、六本木での大きなアートイベント、六本木アートナイトにて本研究の知見に基づいて制作された、体験型のインスタレーション、「脳が夢見る音楽」が六本木ヒルズカフェにて展示され、音刺激から感じられる複数の聴衆の脳波の分析データの個別性、共通性を視覚化、聴覚化し、のべ1500人を超える聴衆が作品を楽しんだ。



展示風景、© Furukawa

雑誌論文(計9件)

5. 主な発表論文等

1) 星・柴玲子, 古川聖, 岡ノ谷一夫, "音楽階層構造の基盤となる終止構造認識の心理および生理学的検証", JSMPC2012, No.2, p29-30. 査読あり

2) A. Kawakami, K. Furukawa, K. Katahira, Kazuo Okanoya, "Sad music induces pleasant emotion", Frontiers in Psychology, 4, 311-1-15, 2013 (doi: 10.3389) 査読あり

3) 大村英史, 二藤宏美, 岡ノ谷一夫, 古川聖, "音楽構造の破壊による音楽情動へ影響の調査", 日本認知科学会論文誌「認知科学」, Vol.21, No.1, 152-159, 2013. 査読あり

4) 大村英史, 柴山拓郎, 寺澤洋子, 星・柴玲子, 川上愛, 吹野美和, 岡ノ谷一夫, 古川聖, "音楽情動研究の動向-歴史・計測・理論の視点から(総説)", 日本音響学会誌, Vol.69 No.9, pp.467-478, 2013. 査読あり

5) 寺澤洋子, 星・柴玲子, 柴山拓郎, 大村英史, 古川聖, 牧野昭二, 岡ノ谷一夫, "身体機能を統合させた音楽情動コミュニケーションモデ

ル,” 日本認知科学会論文誌「認知科学」, Vol.21, No.1, pp.112-129, 2013 査読あり

6) Kawakami, A., Furukawa, K., Katahira, K., Kamiyama, K., & Okanoya, K., “ Relations between musical structures and perceived and felt emotion ”, Music Perception, 30(4), 407-418 査読あり

7) Hoshi-Shiba R., Furukawa K., Okanoya K., "Neural correlates of expectation of musical termination structure or cadence ”, Neuro Report, Vol.25, No.10, p743-748, 2014 査読あり

8) 二藤宏美、大村英史、古川聖、岡ノ谷一夫、音楽の時間構造と情動の関係 ~ 心理実験を通じた検討 ~, 秋草学園短期大学紀要、第31号、2014年度, pp97 ~ 116、2015年 3月, 査読あり

9) Tsubasa Tanaka and Kiyoshi Furukawa Interval scale as group generators, Proceedings of ICMC, SMC, pp1057-1061, 2014, 査読あり

学会発表(計 4 件)

10) 大村英史, 二藤宏美, 岡ノ谷一夫, 古川聖. “メロディ構造における複雑性の知覚と音楽情動”, 第2回 日本情動学会, 2012, 12. 査読あり

11) H. Ohmura, T. Shibayama, T, Shibuya, T, Takahashi, K. Okanoya, and, K. Furukawa. “ Modeling of Melodic Rhythm Based on Entropy toward Creating Expectation and Emotion ” Proceeding of Sound and Music Computing 2013 (SMC), pp.69-73, 2013. 査読あり

12) T. Tanaka, H. Ohmura, and, K. Furukawa. “ Reinforcement Learning Models for Acquiring Emotional Musical Modes ”, Proceeding of Sound and Music Computing 2013 (SMC), pp.40-47, Stockholm, Sweden, 2013, July 査読あり

13) Hamano T, Rutkowski TM, Terasawa H, Okanoya K, Furukawa K. “ Generating an Integrated Musical Expression with a Brain-Computer Interface ”, Proceedings of the 13th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME 2013). Daejeon + Seoul, Korea Republic: KAIST; 2013. p. 49-54 査読あり

14) 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, 査読付

その他(計 3 件)

14) 脳波音楽(Brain dreams Music)プロジェクト: 《それはほとんど歌のように》古川聖, 上演、LIVE INTERFACES: Performance, Art, Music, リーズ、イギリス、平成24年9月2012. 審査あり

15) 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 Interactions of Joint 40th International Computer Music Conference (ICMC) and 11th Sound and Music Computing (SMC), Athens, Greece, Sep. 2014、審査あり

16) 古川聖 “脳が夢見る音楽” 体験型インスタレーション, 六本木アートナイト, 六本木ヒルズカフェ, April 2015, 招待公演

〔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
<http://furukawalab.org>

6 . 研究組織

(1) 研究代表者
古川聖 (FURUKAWA Kiyoshi)
東京芸術大学 美術学部教授
研究者番号: 40323761

(2) 研究分担者
藤井晴行 (FUJII Haruyuki)
東京工業大学 理工学研究科 教授
研究者番号: 50313341

(3) 研究分担者
柴一星 玲子 (SHIBA-HOSHI Reiko)
東京電気大学 理工学部 情報環境学部
研究者番号: 90291921

(4) 研究分担者
柴山 拓郎 (SHIBAYAMA Takuro)
東京電気大学 理工学部 准教授
研究者番号: 80366385