

令和元年6月17日現在

機関番号：12606

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K02303

研究課題名（和文）ピッチ理論の微分音領域への拡張とそれに基づく分析的な作曲方法論研究

研究課題名（英文）Research on Analytical Methodology of Composition Based on Attempts of Expansion of the Theories on Pitch Structure from Twelve-Tone to Microtonal Pitch Space

研究代表者

折笠 敏之（ORIKASA, Toshiyuki）

東京藝術大学・音楽学部・講師

研究者番号：80751479

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、12平均律の音高を数値化して扱う従来のピッチ理論の枠組みを微分音領域まで拡張し、それを創作の方法論の枠組みへと転用することを試みる。そしてその方法論化のプロセスに応じての具体的な楽曲の創作、演奏を目的とする。研究期間中には具体的な配置等も含めたピッチ構造から音響解析等へ発展的に方法を拡張し、いくつかの過程に応じて音高をシステムティックに制御した作品を創作した。それらの実作により、その方法論的な枠組みが創作に際して一定程度有効であることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

極めて複雑な音響構造が頻出する現代の芸術音楽作品創作の領域において、聴覚による身体的な把握のみならず、数値化されたデータとして原理的に音響を精査することは、個々の音響の実態をより詳細に把握する有効な手段の選択肢の一つとなる。それは分析のみならず創作へと転用が可能で、特定の複雑な音響が要求される状況設定等、方法論的な「モデル化」の余地も残されており、一定の有効性を持つ。このような原理性に基づく創作態度は、将来性という意味で否定的な文脈で語られがちなこの領域における創作の今後の発展にも一定程度資するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this project, some kind of expansion of the framework of the theories on pitch structure from twelve-tone to microtonal pitch space, and its diversion to the framework of the methodology of composition were attempted. And the major purpose of this project was to compose and to perform actual pieces created according to the progress of these attempts. During this project period, those methods were developed and expanded from referring to pitch structures containing the positioning of each note to application of techniques of sound analysis etc., and some pieces were composed with systematically controlled pitch structures according to the process of the examination of the methodology. The efficiency of these frameworks was to some extent confirmed by pieces created and performances.

研究分野：作曲

キーワード：作曲方法論

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

従来のピッチ（音高）関連の諸理論は、例えば A.フォートによる古典的な「ピッチクラス・セット理論」（1973 等）などに見られるような、(主に) 無調音楽の分析理論として考案された、オクターヴ等価等を前提としての 12 平均律による音高空間を想定し、分析対象となる音組織を少数の集合に還元して扱うものである。そして、その還元的な手法などのため、分析理論としての有効性への疑念や限界が繰り返し指摘されている。

ただし、個々の音高をクラス（あるいはクロマ）化して捉える枠組みそのものは、少なくとも音響学等の学問領域における根拠にも基づくものであり、妥当性があることも否定できない。むしろ、音楽における理論的な水準でのこの種の数値による表現は古来行われてきたことであり、創作に際して、極めて複雑化した現代音楽における音高組織の音響をいかに系統立てて制御するかについての方法論を改めて検討する際に、その枠組み自体は一定の有効性を持つ。

### 2. 研究の目的

12 半音による音組織を前提とした音高関連の分析理論における枠組みで扱い得る対象に関して、先行研究などを手掛かりとして、微分音領域にまで拡張することを試みる。

同時に OpenMusic や bach 等、微分音を定量的な水準で扱い得る CAO（「コンピュータ支援作曲」）関連の開発環境やライブラリ等を用いて検証を行いつつ、その音高組織についての理論的な枠組みを、創作方法論へと転換することを試みる。

また、創作に際して、微分音を含む音高組織を必ずしも経験的水準ではない次元で原理的に用いるような場合をも想定し、そこから音響解析や解析結果の検証などにも基づき（例えば、極端な音域やノイズ的な音響構造の把握も含む）、聴覚による身体的な把握のみならず、数値化されたデータ等としても、個々の（複雑な）音響の実態を把握しつつ創作を行う可能性を探る。それらの検証等に基づく方法論的な創作及び実演（演奏）を行うことを本研究の目的とする。その方法論的な水準での或る種の典型的な「創作モデル」の設定も本研究の成果として期待される。

### 3. 研究の方法

本研究は、下記(1)-(3)の 3 つの過程からなるが、基本的には(1)の理論研究の段階に応じて(2)方法論化を行い、(3)実作を継続的に行うという手順を踏む。（研究が予定通りに進まない場合でも、その段階での成果に基づく実作を行うことは可能であり、その検証自体がその後の研究に資するものと考える。）

- (1) 分析理論としてのピッチ理論の枠組みを微分音領域へと拡張するための研究
- (2) 理論的な研究を創作の方法論へと転換するための研究。先行研究を手掛かりとした「理論化」の段階に応じてそれを作曲方法論化することを試みる。
  - ① ピッチ理論的な文脈の上での作曲方法論化の確認（1)の文献・理論研究と関連）
  - ② CAO「コンピュータ支援作曲」の手法等に基づく方法論化の研究（必要に応じて関連のプログラム開発も含む、また、①との関連で、「コンピュータ支援作曲」のための幾つかの開発環境には、ピッチクラスを理論的に扱うことを前提としたツールがある程度整っている。）
- (3) 方法論的実作と検証

本研究は、音高組織に関して「集合論」的な立場での還元を前提とするわけではなく、微分音を組織的に扱う方法について一定の類型化を行い、その分析的視点から改めて現代の創作における複雑化した音響構造を実質として捉えつつの、(楽譜として記譜された演奏可能な作品の)方法論的創作を目的としている。そのため、ピッチクラス的な（音名成分、クロマ的な観点からの）考察は必須であるが、そのみならず、実際の音響として、音色的なピッチの扱い（音響学周辺領域でのトーンハイトや複合音のピッチの扱い）等も参照しつつ、方法論的な可能性を検討する。それには、様々な尺度の音響解析に関するコンピュータ・プログラム等のある程度の活用も期待される。

例えば対象とする具体的な音響に関して他の音響との類似性を考察する場合等について、「機械学習」的なパターン認識の手法を応用した解析プログラムについても検討を行い、作成に当たる。また「n-平均律」の網の目により音名成分を分析するクロマ、スペクトル重心等の解析に加えて、ピッチ知覚等の要素、例えばメル尺度（あるいは補足的にバーク尺度）等を参照することも視野に入れる。

また、音響学（音響心理学）や聴覚心理学、心理物理学等における成果についてもある程度採

用を検討する。それについては作曲関連の開発環境においても descriptor (IRCAM 関連の研究者が開発しているものが充実している) 等、或る程度の水準でツールが整備されている状況でもあり、作曲専門領域の立場から、音楽理論的な扱いに加えて、音響学的、聴覚理論的な角度から分析・検討を行うことは、特に複雑化した現代音楽に於ける音響を原理的に制御する上で一定の意義のあることと考える。

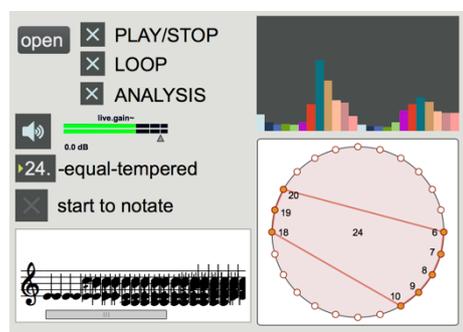
加えて、今後、本研究における方法論化のプロセスの一端（より範囲を限定したものになる可能性が大きい）を、関連の作品とともに学術的な水準の論文としてまとめることを検討しつつ、本研究の期間終了後も考察すべき課題を整理・検討する。

#### 4. 研究成果

##### (1)2016 年度

初年度は、微分音を含む音組織に関して、いかに構造的にピッチ理論的な枠組み（必ずしも集合論的な扱いをするわけでは無い）の中で数値化して表現するのかについて、先行研究に基づき幾つかの選択肢を検討した。例えば、想定している素材に関して適当な等分律  $n$ -tone equal temperament 的微分音空間を設定し、実際に対象とすべき音組織をその部分集合として捉える方法などについて、創作に際しての原理的な扱いの可能性を探った。例えば、古代ギリシャの音楽論で扱われているテトラコルド等についても関連の文献に当たった。

そういった文献研究や検証と平行し、IRCAM (フランス国立音響音楽研究所) 所属の研究者から実地でアドバイスを受けて、コンピュータ上での方法論的な扱いに関する研究も進めた。一つ例を挙げれば、様々な尺度から音響解析を行うツールである descriptor 系のオブジェクト群を用いて、解析対象として入力される音声信号を (12 に限らない)  $n$  平均律のピッチへと分解 (クラス化) した上で各成分を検知し、その強度の高い音名成分についてリアルタイムに楽譜化することの出来るプログラム等を作成した。(右図はその簡易なもので、4 分音による 24 平均律に基づくものである。)



年度末には、本研究代表者自身が近年用いてきた四分音及び六分音を含む (数比的な) 音高システムによる素材を使用するなど、演繹的なシステムによって生成された素材に基づく大アンサンブル (室内オーケストラ) 作品が、3 月に東京藝大内を会場として開催された第 20 回国際音楽学会東京大会における演奏会にて小鍛冶邦隆指揮、Ensemble REAM の演奏により初演された (5. 主な発表論文等 [学会発表]: ③)。

##### (2)2017 年度

前年度の試みを前提として、それ以外の可能性についても検討を行った。例えば、等分律内の全ての音を含む音組織 (例: 通常の平均律を構成する 12 音) のような様な対象ではなく、不等分律的な音組織を扱う上では、一旦、何らかの等分律的で様なピッチ空間の中にその対象となる音組織を落とし込んだ後に、その不等分な音程関係にある音組織内でクラス化を行う等 (先例として、音階や旋法における音度等)、多層化して対象を捉えること等についても可能性を検討した。実際の創作に際して、例えばコンピュータでの処理を前提とする場合など、関連の開発環境で標準的な MIDI セント単位を基準とした等分律的音高空間 (最大 1200 の音名成分) において、近似的に個々のピッチを表現することが創作の立場からの現実的手段となる。歴史的な音律や自然倍音列などの参照に基づく音組織 (非整数倍音等も含め) に関しても、この平均律上のクラスへと近似的に当てはめて扱う方式をとったが、具体的な配置などについても若干の考察を行った。

2 月には前年度同様、研究の段階に応じて制作した作品として、特定の数系列による演算から導出された微分音を含む音高システムからのヴァリエーションに基づき、方法論的に作曲されたアンサンブル作品 (編成: Fl, Cl, Vln, Vla, Vc, Pf) が、前年度同様、小鍛冶邦隆指揮、Ensemble REAM の演奏により初演された (5. 主な発表論文等 [学会発表]: ②)。

##### (3)2018 年度

前年度までの扱いに基づき、比較的大規模なアンサンブル作品を創作、演奏することを前提として、実際に方法を選択するための整理を行った。具体的には、例えば結果として生成された音響体について、クロマについてのデータ抽出や、個々の配置による絶対音高 (トーンハイト、ピッチハイト) としてのデータ抽出を行いつつ、音組織間で構造を比較するようなコンピュータ・プログラムを用いる等、方法論的に厳密な手法をとりつつ、大規模作品のための素材生成方法について検討した (その中には、リアルタイムの機械学習的なデータの扱いも含まれる)。

楽曲の具体的な創作内容としては、近年、本研究代表者が用いてきた幾つかの音高システム（いずれも体系的な微分音の使用を含む）に基づく作品素材、そして今回新たに用いることを試みた音組織としての素材について、改めて、いわゆるコンピュータ支援作曲 CAO の手法の元で捉え直し、OpenMusic や bach 等の開発環境下で統一的な水準で扱った上で、大規模な器楽アンサンブルのための楽譜として仕上げることを目論んだ（右図はその素材の一部）。また、選択的に電子音を伴い得る作品として、単なる付随的な効果としての電子的な素材というよりは、もとの器楽作品の作曲方法論的な基盤となる音高組織と直接的で密接な関連をもつ音響を、CAO によるデータから生成することを前提として、器楽と電子音との方法論的に統一的な扱いを試みた。本作品は、この研究の成果として、前年度までと同様、小鍛冶邦隆指揮、Ensemble REAM による演奏、作曲者自身による電子音響実演により初演された（5. 主な発表論文等〔学会発表〕：①）。



## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕（計 3 件）

- ① 折等 敏之、locus — natura naturata [初演]、コンサート: Research for Electro-Acoustic Music - REAM - Vol.3、2019
- ② 折等 敏之、Diffusion III [初演]、コンサート : Research for Electro-Acoustic Music - REAM - Vol.2、2018
- ③ 折等 敏之、Diffusion II [初演]、コンサート : Research for Electro-Acoustic Music - REAM - (第 20 回国際音楽学会東京大会 IMS2017 Tokyo 関連企画)、2017

〔その他〕

ホームページ等

(1)2018 年度

コンサート : Research for Electro-Acoustic Music - REAM - Vol.3  
<https://composition.geidai.ac.jp/post/180098373797/ream>

(2)2017 年度 :

コンサート : Research for Electro-Acoustic Music - REAM - Vol.2  
<https://composition.geidai.ac.jp/post/167163720457/ream2018>

(3)2016 年度 :

コンサート : Research for Electro-Acoustic Music - REAM  
<http://composition.geidai.ac.jp/post/156025712207/ream2017>

## 6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名 :

なし

(2)研究協力者

なし