

## 創作ノート

## ハイランド・バグパイプのcantataを用いた自動作曲の研究

坂田晶, 由雄正恒

Aki SAKATA, Masatsune YOSHIO

昭和音楽大学大学院音楽研究科

Showa Graduate School of Music

## 概要

《ピーブロッホ・アンサンブル *Piobaireachd Ensemble*》は、バグパイプによる合奏をコンセプトに制作された、1台のハイランド・バグパイプと、電子音響によるライブ・パフォーマンス作品。バグパイプによって演奏される旋律は、本楽器の古典音楽ジャンルであるピーブロッホ *Piobaireachd* の楽曲を分析し、あらかじめ自動で作曲されたものである。パフォーマンスでは、バグパイプの演奏と同時に、リアルタイムで作曲されるバグパイプ・シンセサイザー及び、いくつかの音響処理法を用いたバグパイプ・アンサンブルを、本楽器の元々の伝承方法として用いられていた口承法、cantata *Canntaireachd* のフレージングを応用して展開していく。

本稿では、自動作曲のプログラムの構成と、cantataのフレージングの、作品への応用について、音楽と口承法の、両方の形態を踏まえて解説する。

## 1. はじめに

著者は、スコットランドの伝統楽器であるハイランド・バグパイプを用いた自動作曲作品及び、電子音響作品を制作することを目標に現在まで研究を進めてきた。その上で、当楽器特有の、膨大な量の定型化された装飾音をプログラム上で管轄し、ライブ・エレクトロニクス作品として、音響処理を制御する必要があった。そのための方法として、幾つもの楽章で主題の変奏が行われる、伝統的な音楽ジャンルであるピーブロッホの形式を用いてきた。しかし、旋律の生成においては、極めて体系的である装飾音形の数々を、適切な組み合わせで旋律音に結びつける確実な手法を確立できず、旋律音と装飾音系を別々のアルゴリズムで生成し、旋律を生成してきた。

本作では、ハイランド・バグパイプの歴史において、五線記譜法が主流になる以前、楽曲の記録のために用いられていた、所謂、唱歌的記譜法であるcantataをシステムの基盤に加え、旋律音と装飾音形の

整合性の向上を試みた。即ち、パフォーマンス時に、リアルタイムで生成される旋律、且つ、事前に用意したバグパイプで演奏される自動作曲による楽曲は、より「実際の楽器で違和感なく演奏することができ」、「既存のピーブロッホ楽曲の主題の旋律の形にみられる要素を含んだものにする」ことを課題としている。

また、本作品では、もう一つの目標として、実際の楽器で演奏される旋律と表裏一体である、リアルタイム音響処理プログラムのための、新しいフレージングの提案を掲げている。cantata譜の特徴的なフレージングと、各楽章のフレーズの切れ目に置かれる音高の規則性に焦点を当て、楽曲集の分析データを用いた確率による新たな楽句の生成を試みた。

## 2. 取り扱う伝統音楽について

2.1. ピーブロッホ [*Piobaireachd*, *Pibroch*] について

ピーブロッホとは、ハイランド・バグパイプの独奏によって演奏されるスコットランドの伝統的な音楽ジャンルである。

ピーブロッホは、いわゆる変奏曲の形式を持っており、冒頭に演奏される、ウルラー *Urlar* と呼ばれるグラウンドに基づいた変奏が行われる。最初に基本形で演奏された主題は、図1のように、必須の主題音を抜粋した縮小形に省略され、図2が示すような、形式化された装飾音形のパターンによって変奏される。各楽章[繰り返される主題]で用いられる装飾音形は統一されており、変奏を重ねるに連れ、装飾は複雑化してゆく。また、最後には、楽曲は主題への回帰をもって終わられる。

2.2. cantata [*Canntaireachd*] について

cantataとは、スコットランドにおける伝統的な記譜法の一つであり、唱歌のように、言葉として、譜を歌う手法である。例えば、装飾音の付加されていないハイランド・バグパイプの音階、Low G、Low A、



図 1: *Cath Bhealach Chraoibhe* における主題の縮小化の様子（筆者作成）



図 2: *Cath Bhealach Chraoibhe* における主題縮小形の変奏形式の一例（筆者作成）

B、C、D、E、F、G、High A は、カンタラッハ記譜法では順に、em、en、o、o、a、e、di、I のように表される。現在一般的に用いられている五線記譜法が、18 世紀の後半に導入されるまでは、ピーブロッホはカンタラッハによって記録されてきた。カンタラッハにおいてリズム、即ち各旋律音の音価は、言葉のアクセントにより特定されるものであり、今回の研究内容には含まれないものとする。



図 3: *Cath Bhealach Chraoibhe* における五線記譜とカンタラッハ記譜の相関を示した譜例（筆者作成）

### 3. 分析結果に基づくウルラーの自動作曲

本作品では、ピーブロッホの主題であるウルラーに焦点を当て、自動作曲のプログラムを制作した。そのプログラムを用いた旋律の制作方法は、次節より解説する。

### 3.1. 変奏形式の選択

ピーブロッホは、ウルラーに続く多くの主題変奏部によって構成される。即ち、形式化された装飾音形をもって、縮小化された主題の「変奏」が展開する。その変奏の形式は実に様々であり、ピーブロッホ作曲家は、可能なもののリストから選択して楽曲の制作を行っている。

本作品では、プログラムが生成した主題に、どの変奏形式を付与していくかを、楽曲集 (*Piobaireachd Society. Piobaireachd. 1 vols. Piobaireachd Society, 1925.*) に収録されている楽曲の分析と確立テーブルによって決定している。また、変奏の順序については、シェーマス・マクニール Semus MacNeil の著書 (MacNeil, Semus, Frank Richardson. *Piobaireachd and its Interpretation. Edinburgh: John Donald Publishers LTD, 1987.*) に解説されている、変奏形式一覧の順序に従っている。また、ここでは、マクニールの著書に掲載されている、決まった装飾音形で統一された、固有の名称を持つ変奏形式のみを集計している。

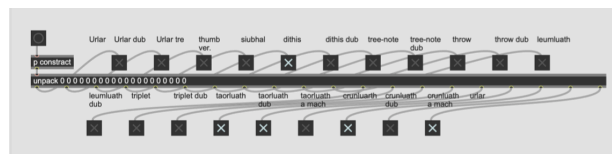


図 4: 楽曲集分析の後確率テーブルによって決定された変奏形式 [楽章]

### 3.2. 旋律の生成

カンタラッハの記譜法では、以下のようにフレーズはカンマ [,] で区切られている。

Hiemotra hiaho, hioen hodinotra, ...

そこで、まず、各フレーズに含まれている言葉（音形）を五線譜と照らし合わせ、可能な限り最小の単位に分割する。

Hiem o tra hia ho, hio en ho din o tra, ...

次に、フレーズを構成している音形に 1 から順に番号を振る。

(1)Hiem (2)o (3)tra (4)hia (5)ho, (1)hio  
(2)en (3)ho (4)din (6)o (7)tra, ...

楽曲中のフレーズ全てに上記の作業を施し、次に、どの番号に、どの音形が、どの程度の頻度で出現したかを集計する。そして、その分析のデータを Max/Msp の table object に記録し、番号毎に用意された table に、そ

それぞれの音形の出現パーセンテージを設定する。分析が完了した後、各番号のプログラムが bang を受け、確率によって一つずつ言葉を出力すると、一つのフレーズが完成する。(図5) 記号「-」は、確率により言葉が選択されなかった際に出力される。

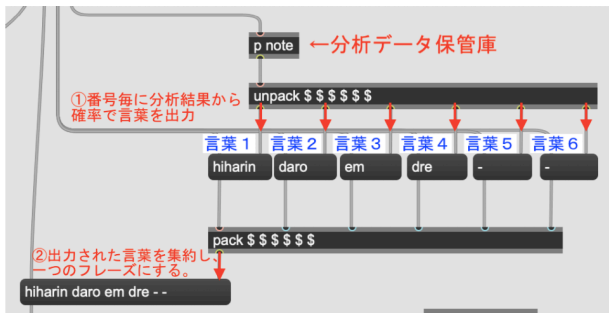


図 5: Max パッチ上のフレーズ生成の流れ

また、図5の工程を経て出来上がったフレーズは、counter object によって生成順に番号が振られ、最終的に coll object に記憶される。(図6) この番号は、フレーズの組み立てに必要な情報となる。

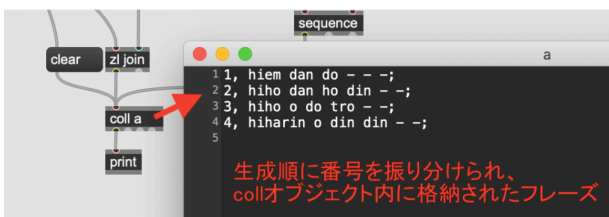


図 6: oll オブジェクト内に格納された番号つきフレーズ

### 3.3. フレーズの組み立て

図6で完成したフレーズを、一つの大きな主題として組み上げるためには、残り二つの作業を行なう必要がある。最初に、楽譜集収録楽曲のカンタラッハ譜のウルラーが、どのようなフレーズの組み合わせで構成されているかを分析する。本研究では、旋律別に番号を振り、どのような順序で出現しているかを分析、パーセンテージ化した。(図7) 但し、よく似た旋律を持つ2つ以上のフレーズ同士があっても、少しでも構成が異なっていれば、関係のないものと見なし、別々に分析する。

I. URLAR.  
Line 1st. ... Hiharinodin, hihodarodo do, hiharinodin, hihodarodo do, hiemdan hodin, hihodin tro,  
.. 2nd, ... hiharinodin, hihodarodo do, hiemdan hodin, hihodin din, hiemdan hodin, hihodin tro,  
.. 3rd, ... hiharinodin, hihodarodo do, hiemdan emdre hodin, hihodin tro.

図 7: Cath Bhealach Chraoibhe におけるカンタラッハ譜へのフレーズ番号振り

次に、Max/Msp に打ち込んだ分析結果をもとに、確率テーブルを用いて、Line 1~Line 3 それぞれのフレーズの順序を出力する。(図8) 赤枠内のメッセージボックスに表示された数値は、確率で出力された旋律番号を示している。また、数値0は、確率によりフレーズが選択されなかった際に出力される。

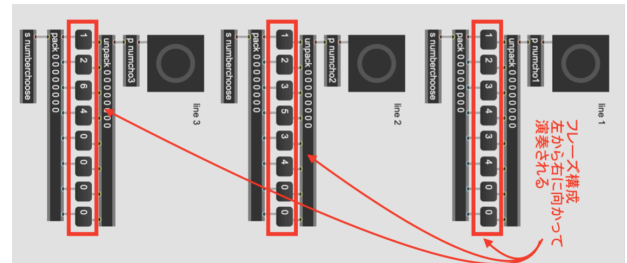


図 8: 確率で出力された数値による Line 1~Line 3 のフレーズ構成順序

ここで生成されたフレーズの組み立て順序は、sequence object へ出力され、図6に示した番号つきフレーズが図8の赤枠内の数字の通り Max コンソール・ウィンドウに出力され、ハイランド・バグパイプの実演のためのウルラーが組み立てられる。(図9)

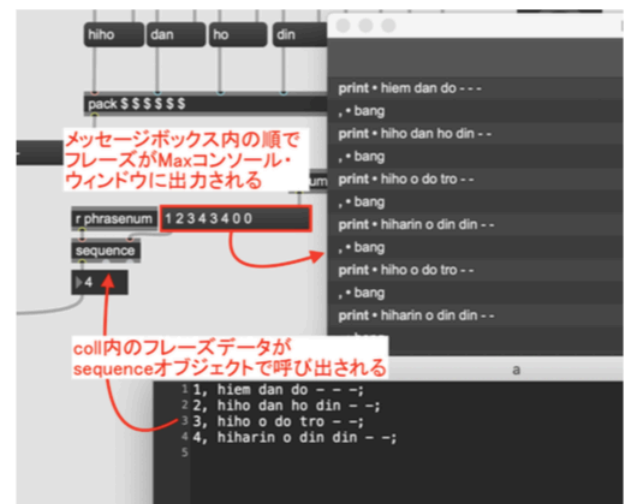


図 9: sequence による最終的なフレーズの組み立て

### 3.4. パフォーマンスでの作曲プログラムの利用

ここまで解説した一連の作曲プログラムは、実際にライブ・エレクトロニクスのパフォーマンスの際に用いるバグパイプ・シンセサイザーにも利用されている。パフォーマンス用のパッチでは、言葉のデータとセットで、音形を音として出力できるパッチが配置されている。それぞれの音形データは、演奏される際に、メッセージボックス内の1~9の数値を順に出力する。

一方、saw object によるピッチ生成パッチの中に、あらかじめ準備されたハイランド・バグパイプの各音高、Low A～High A には 1～9 の数値が充てがわれており、各音形パッチから受信した数値情報をピッチに変換し、音として出力する仕組みを持つ。(図 10)

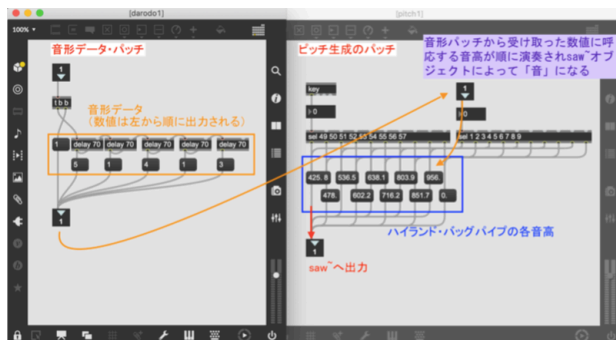


図 10: パフォーマンスのためのリアルタイム作曲パッチにおける発音部の機構

尚、バグパイプ・シンセサイザーで演奏される旋律の音価は、後述する音響処理プログラムのためのフレーズングに従っている。

#### 4. カンタラッハのフレーズングを応用した、新たなフレーズングの提案

##### 4.1. パフォーマンスに用いる音響処理プログラム及び作動システムの概要

本作品は、実際の楽器で演奏される旋律と、アンサンブルをイメージした3種類の電子音響によって構成される。一つは、前述した、リアルタイムで生成されたウルラー旋律を奏する、バグパイプ・シンセサイザー・アンサンブルである。また、一つは、record object を利用した、通模倣的なアンサンブル・プログラムである。そして、最後の一つは、record を利用し、fzero object で検出されたピッチの数値データを、ピッチシフトの変動値として細やかなパッセージを生成する、音響処理プログラムである。

この3つのプログラムに加え、各プログラムに挿入された定位コントローラーは、ハイランド・バグパイプが演奏する旋律を、リアルタイムで分析し、新しく設けられたフレーズングに従って可動する。そのフレーズの区切りは、次のようなシステムで生成されている。

##### 4.2. カンタラッハのフレーズングと終止音による電子音響のための楽句生成

多くのピーブロッホの変奏形式で、フレーズの切れ目に決まった音高が現れる。本作品では、そのフレー

ズの切れ目に現れる音を、終止音と仮定し、電子音響のフレーズングのための主要な要素として位置づける。(図 11)



図 11: *Cath Bhealach Chraoibhe* における各変奏形式でフレーズの切れ目に現れる終止音（筆者作成）

本作品で用いられる変奏形式を含む楽曲を、楽譜集の収録楽曲から分析し、各部において、ハイランド・バグパイプが、終止音を提示した場合に、確率で電子音響のフレーズの区切りを生成する。終止音の検出には fzero によるピッチ検出を用いる。ここでは、フレーズを区切る引き金をカンタラッハの所謂「音形」ではなく、一つの「ピッチ」とする。それは、ピッチとして検出を行うことで、終止音の検出可能範囲が広くなり、演奏される楽曲に比べ、複雑なフレーズの区切りが生成されるのではないかと、いった狙いによるものである。

前節で概要を述べた電子音響では、この新たなフレーズングは、主に次のように作用している。

バグパイプ・シンセサイザー・アンサンブルでは、フレーズングの区切りに合わせて出力される bang が sequence へ出力され、リアルタイムで生成された3つの旋律が進行する。

通模倣的なアンサンブル・プログラムでは、3チャンネルによる模倣の再生、停止のタイミングの指標として、同じく、このフレーズングで出力される bang を利用している。

パッセージの生成プログラムもまた、フレーズングによる bang を用いて再生を行っており、定位の周期的に変化も、この機構によるものである。

以上が、本作品のプログラム及び、アルゴリズムの解説である。

#### 5. まとめと今後の展望

本稿では、自作品 *Piobaireachd Ensemble* を通して、ハイランド・バグパイプのための自動作曲作品を「実際の楽器で違和感なく演奏することができる」、「既存



のピーブロッホ楽曲の主題の旋律の形にみられる要素を含んだものにする」ことの2つの課題とし、カンタラッハをシステムの基盤として用いた作曲プログラムの解説を行った。

著者は、自身の研究テーマとして、ハイランド・バグパイプの自動作曲プログラムと電子音響について作品制作を行ってきた。本作品において、カンタラッハを用いることは、装飾音形と旋律音を一つの音形データとして機能的に扱う基盤として非常に有効であることが明らかになった。五線記譜法を発想の基盤として制作してきた現在までの作品と比較して、実際の楽器の演奏技法に沿った旋律の生成、フレーズの組み立てを体系化し、取り込むことが可能になったといえる。

また、本稿では、バグパイプを取り入れたライブ・エレクトロニクス作品のために、自動且つ、リアルタイムで行われる音響処理の統括を目的とした、演奏される楽曲とは異なったフレー징の提案を行った。フレーズの区切れとして設定されている音高は、敢えてカンタラッハではなく、従来のピッチ判定を用いることにより、アンサンブルの複雑化を促す結果が得られた。このように、従来の手法による発想と、新たに取り入れた手法のインスピレーションによって、組織的ではあれども、柔軟にバグパイプ音楽と電子音響を結びつける手法の可能性を見出すことができたように思う。

一方で、今後はカンタラッハにおける、リズム、音価の概念の明瞭化が大きな課題である。フレー징に続いて、時間的情報として有効であるリズムや音価を数値化し、導入することで、更に複雑に体系化されたシステムを構築することが可能であると考ええる。

## 6. 参考文献

- MacDonald, Allan. (1995) "The Relationship between Pibroch and Gaelic Song: its Implications on the Performance Style of the Pibroch Urlar." M. Litt., the University of Edinburgh, 1995.
- MacNeil, Semus, Frank Richardson (1987) *Piobaireachd and its Interpretation*. Edinburgh: John Donald Publishers LTD.
- Piobaireachd Society (1925) *Piobaireachd*. 1 vol. Piobaireachd Society.
- 「ピーブロッホ」(1994) 徳丸吉彦訳『ニューグロヴ世界音楽大辞典』講談社. 第14巻 p.216.
- Collinson, Francis, Kenneth Elliott (1994) 「スコットランド」 高松晃子, 徳丸吉彦訳『ニューグロヴ世界音楽事典』 東京: 講談社. 第9巻 pp.171~180.

## 7. 著者プロフィール

### 坂田 晶 (Aki SAKATA)

作曲家、編曲家、ハイランド・バグパイプ演奏家、イリヤン・パイプ演奏家。玉川大学芸術学部メディア・アーツ学科卒、昭和音楽大学大学院音楽研究科博士後期過程音楽芸術専攻音楽芸術表現領域（作曲）在籍。高山病ハイランダーズ代表。玉川大学メディア・デザイン学科非常勤実技指導員。作曲を、ジョナサン・F・リー、由雄正恒、各氏に師事。また、ハイランド・バグパイプを岩井一義に師事する。ライブ・エレクトロニクスを中心とした、電子音響作品を制作しており、民族音楽との融合の可能性について研究している。近作に *Recycle* (2018) (CCMC2018, MOTUS 賞) など。

### 由雄 正恒 (Masatsune YOSHIO)

神戸出身。作曲家、メディアマスター No.75。コンピュータによる芸術作品の創作を専門とし、アルゴリズム・コンポジション、音響合成、ライブエレクトロニクス、メディア表現を題材にした創作研究を行っている。電子音響作品は、国内外 (ICMC-国際コンピュータ音楽会議、Contemporary Computer Music Concert, FUJII acousmatic music festival, MUSICACOUSTICA-BEIJIN, Festival FUTURA 等) において演奏される。日本作曲家協議会、日本音楽即興学会、情報処理学会音楽情報科学研究会会員、先端芸術音楽創作学会運営委員、日本電子音楽協会理事、昭和音楽大学准教授。



この作品は、クリエイティブ・コモンズの表示 - 非営利 - 改変禁止 4.0 国際 ライセンスで提供されています。ライセンスの写しをご覧になるには、<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> をご覧頂るか、Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA までお手紙をお送りください。