

研究報告

折り紙の音楽化表現の探求と実践 Musicalization of Origami

清水 久見

Hisami SHIMIZU

九州大学大学院芸術工学府

Graduation School of Design, Kyushu University

西田 紘子

Hiroko NISHIDA

九州大学大学院芸術工学研究院

Faculty of Design, Kyushu University

概要

本研究では、独自の幾何学や造形手法によって作られた折り紙作品を音楽に変換する方法を模索する。その目的は従来の形式の音楽では得られないような斬新な表現を得ること、及び、異ジャンル複合型の新しい形態を持つ演奏会の可能性を提案することにある。まず、折り紙と音楽における数的パラメータや、作品生成のための即興的な処理同士を対応付けることで、折り紙を音楽へと変換する OtoM(Origami to Music) 変換法を構築し、その実践と考察から、変換における問題点や利点について考察した。また変換をわかりやすく聴衆に伝える方法についても、アニメーションによるデモと、変換用に作成した電子楽器 (GME) の実演という 2 通りの表現手法を実践し、それぞれに対する意見聴取を行った。

1. はじめに

音楽を目に見える彫刻に変換する試みや、逆に絵画を音楽として鑑賞する試みは存在する。また「折り紙」はその特徴から、表現の領域のみならず、宇宙工学や建築の分野でも着目されている。本研究ではこの背景を受け、独自の幾何学と造形手法によって作られた折り紙作品を音楽へ変換する方法 (OtoM 変換) を提案した。その目的は、従来の形式の音楽では得られないような斬新な表現を得ること、及び、異ジャンル複合型の新しい形態を持つ演奏会の可能性を探ることにある。

2. 変換理論の構築

2.1. 旋律の抽出

OtoM 変換構築の出発点として、折り紙の展開図上に存在する放射状の線分 (折り線の交点) から旋律を抽出する方法を提案する。ここで、ある音の周波数を「音高」、その音の始まりから次の音の始まりまでの時間長

を「音価」と呼び、その 2 つのパラメータを持った音が継時的に連なった旋律を「基本旋律」と呼ぶことにする。このとき、N 個の音の連なりからなる基本旋律は、線長を音高に、線分同士のなす角度を音価にそれぞれ対応付けることで、図 1 に示すような N 本の放射状に交わる線分により幾何学的に表現できる。そして、そのうち n 番目の音について、長さ l_n [mm] と音高 f_n [Hz] の対応には式 1 を、角度 θ_n [度] と音価 d_n [拍] の対応には式 2 を用いた。これらの対応により、放射状に交わった線分から基本旋律を取り出す処理を、RaLiSeM 変換と呼ぶことにする。

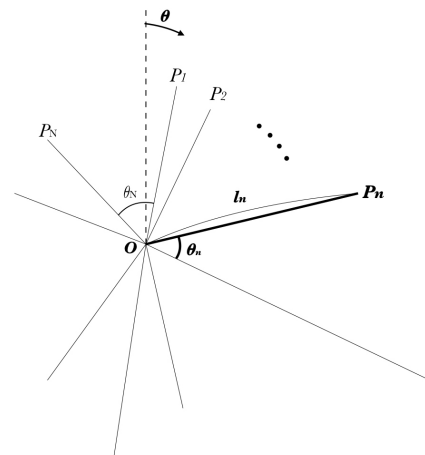


図 1 旋律の幾何学的表現

$$f = a(\text{定数}) \times l \quad (1)$$

$$d = \frac{\theta}{90} \quad (2)$$

2.2. 作品生成プロセスの比較

変換法全体を見通すために、折り紙と音楽をその作品生成のプロセスの観点から対比する。折り紙の作品生成を「展開図」「基本形」「完成形」の3ステップに分け、それぞれを音楽における「楽譜」「ウアザッツ (シェンカー分析による)」「楽曲」へと対応付けた。ここで、展開図から基本形までの「構造形成プロセス」では作品の基本設計を表す情報が、基本形から完成形までの「装飾付加プロセス」では即興的な仕上げの情報が得られるとみなした。そして、設計的な情報が記された折り紙の基本形からは「基本旋律」と「旋律配置」の情報を、完成形からは「仕上げの処理」の情報を得るものとした。

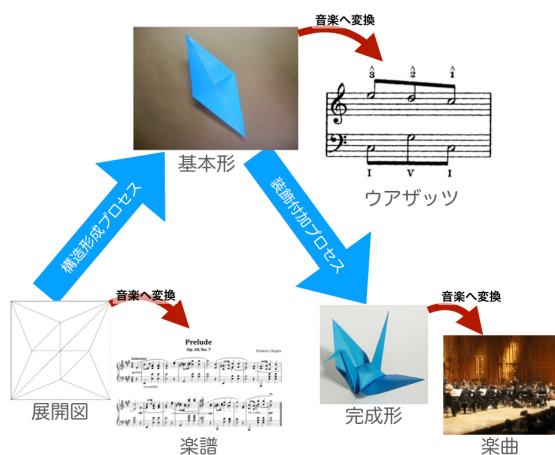


図2 折り紙の生成プロセスと、それぞれのステップに対応する音楽上の概念
出典: 楽曲の譜例は Wikimedia Commons、ウアザッツの譜例は H.Schenker(2015)

2.3. 旋律の配置法

抽出した旋律を楽曲として聴取するために、旋律の継続的、和声的な配置法を2通り提案した。

2.3.1. 構造準拠型の配置

折り紙の構造を音楽の形式と対応付ける方法である。10種類の重要な伝承作品の基本形を、その図形的性質と取り出される楽曲形式との対応から3つのグループに分類し、旋律配置の指標とした(図3)。この際、I型はA → B → A' という3部形式へ、II型はA → B → A → C → A → B' → Aのロンド形式へ、III型は繰り返しを持つミニマルミュージックへ変換するものとした。

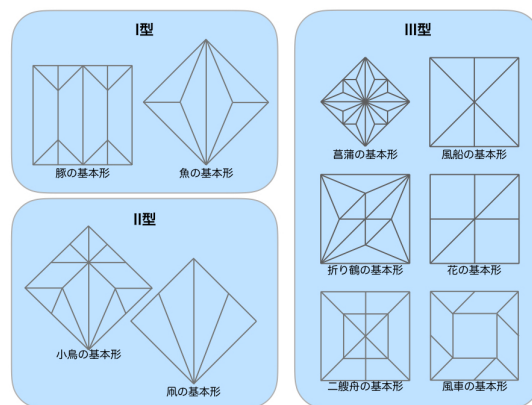


図3 10種類の基本形の展開図とその3分類

2.3.2. 折り順準拠型の配置

折り紙の作品生成そのものを演奏とみなし、折りのプロセスで増えていく情報を順次音楽へ変換する。折り鶴を例とすると図4のようになる。この方法の実現には即時的に折り紙から旋律抽出ができる道具が必要であるためGME(後述)の開発を行った。

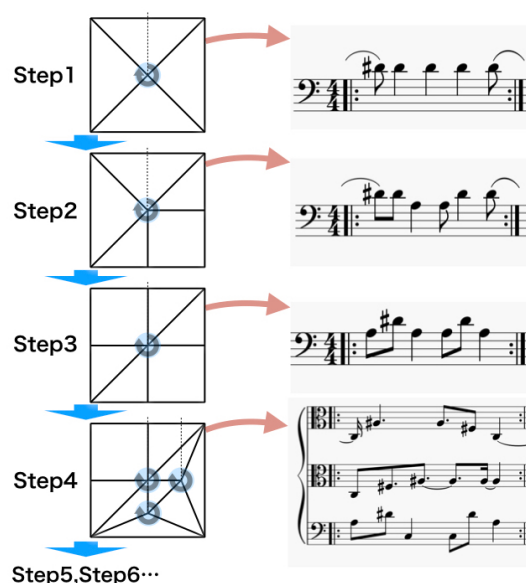


図4 折り順準拠型配置における、各ステップで演奏される旋律(角度の始点は便宜的に共通して上方向としている)

2.4. 「仕上げ折り」の音楽化

折り紙の「基本形」から、音楽における完成した「楽曲」へと到達するためには2通りの経路がある。

2.4.1. 造形内仕上げ

先に折り紙上で仕上げの造形を行い、得られた完成形から旋律を直接取り出し配置することで、楽曲を得る方法。基本設計と仕上げ処理はどちらも音高と音価の2次元のパラメータをもつ情報として取り出される。

2.4.2. 音楽内仕上げ

先に基本形から音楽の原型であるウアザッツを取り出してから、音楽上で「仕上げ折り」に対応する処理を施す方法。本研究では8種類の仕上げ折りに音楽のアーティキュレーションを対応付けた(表1)。

表1 折り紙上の仕上げ処理(左)と付加されるアーティキュレーション(右)の対応

折り紙上の処理		音楽上の処理
内側へ段折り	→	モルデント
外側へ段折り	→	プラルトリラ
蛇腹折り	→	トリル
曲げる、カールさせる	→	グリッサンド
角を細くつまむ、折る	→	スタッカート
広げて潰す	→	テヌート
先を折り込んで丸くする	→	音を柔らかくする
中割り折り/被せ折り	→	ターン
特徴的な箇所	→	アクセント

3. 変換法の実践と考察

3.1. 折り鶴の音楽化

図5に示すように構造配置型で旋律配置を決定し、図6の例に示すようにRaLiSeM変換を用いて旋律を抽出した。なお本研究ではGMEの実装が遅れ、折り順準拠型の旋律配置による楽曲が制作できていない。

折り鶴の基本形から取り出されたウアザッツを図7に示す。また図8は「折り鶴」の完成形から得た楽曲である。音楽内仕上げのメリットは造形上の作者の意図をアーティキュレーションのニュアンスによって表現できることであり、この作品では首や尾の細く折る仕上げをスタッカート、首と尾の中割り折りをプラルトリラー、背中をふくらませる仕上げをテヌートにより表現した。

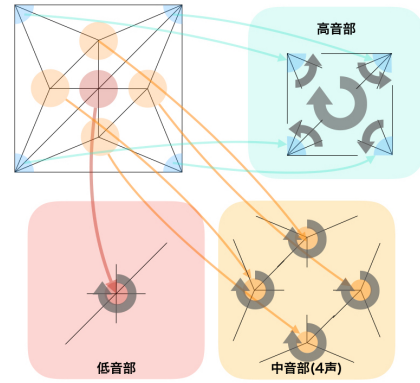


図5 折り鶴の基本形から抽出する旋律の声部配置と変換順序

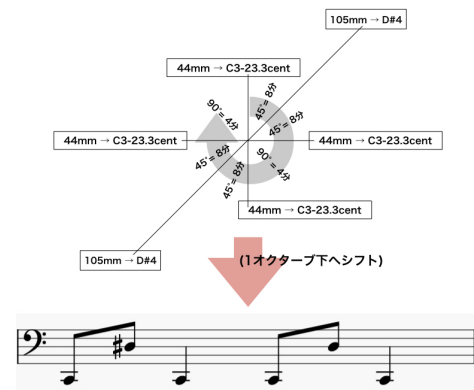


図6 展開図中心のカドからのRaLiSeM変換による旋律抽出の例



図7 折り鶴の基本形から得られたウアザッツ

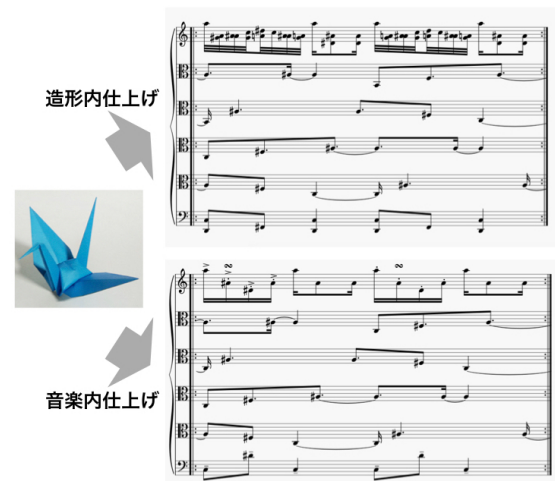


図8 折り鶴の完成形から取り出された楽曲

3.2. 折羽鶴の音楽化

図9は折り鶴と同じ基本形から得られる「折羽鶴」から得た楽曲である。造形内仕上げのメリットは、特徴的な仕上げ上の造形処理を数的に取り出せることである。この作品では、楽譜の2段目と3段目に見られるように蛇腹状の特徴的な仕上げが数的に抽出され表現されている。



図9 折羽鶴の完成形から取り出された楽曲

3.3. 小鳥の音楽化

また、構造準拠型配置の特徴は、折り紙の展開図の幾何学的特徴を楽曲の形式として表現できることにある。「小鳥」からの楽曲抽出では2.3.1で述べたロンド形式が得られた(図10)。

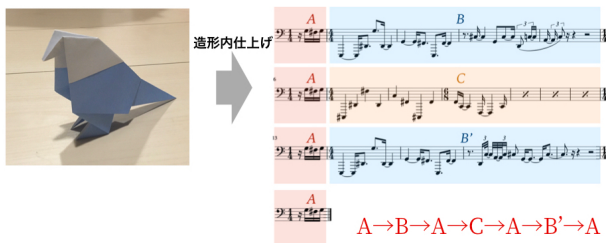


図10 小鳥の完成形から取り出された楽曲

4. 表現法の探求と意見聴取

4.1. アニメーションによるデモの作成

OtoM変換を視覚的にわかりやすく表現するため、演奏されている音に対応する折り線が発光するアニメーション(図11)をKeynoteを用いて作成した。

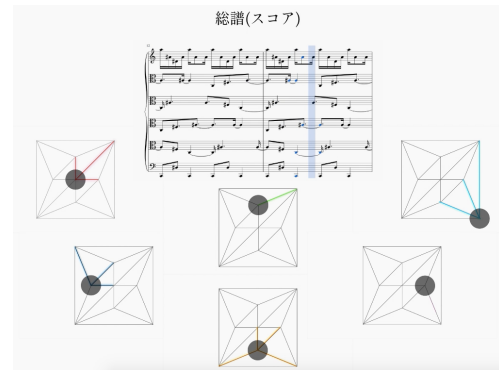


図11 作成したアニメーション

4.2. 即時的なOtoM変換装置「GME」の作成

OtoM変換の直感的な体感と、即時的な旋律抽出のためにGME(図12)を開発した。この装置はディスプレイを有する箱状の本体とそこから伸びるデジタルノギスで構成され、Processingのスケッチを2台のArduinoを接続したRaspberry Pi上で実行することで実現されている。旋律を抽出するためには、ディスプレイに表示される分度器型のメーターに折り線群の角度を入力した後、デジタルノギスで各折り線の長さを測り取っていく。

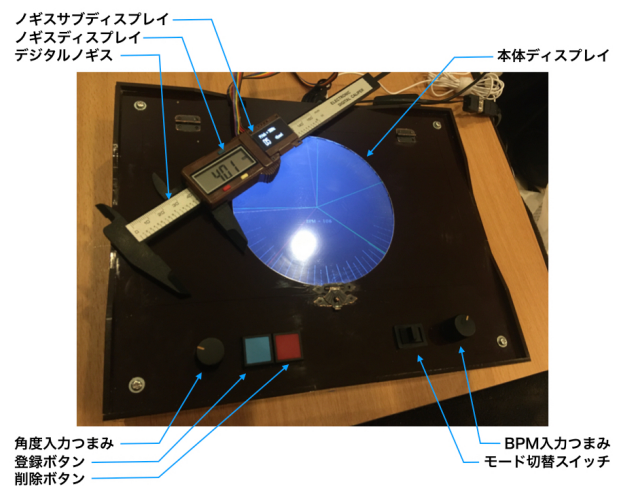


図12 GMEの外観と各部名称

4.3. 表現法のまとめ

アニメーションについては楽譜のある音楽の経験者や折り紙創作経験者、メディアアート研究者、造形デザイン研究者の合計7名にインタビュー調査を行った。また、GMEについては音楽シーンや音楽理論、双方向的なメディアについて研究している学生9名と教員1名の計10名に対しアンケート調査を行った。それぞれ、わかりやすさ、面白さという観点での感想や改善点について回答してもらい、結果として「予想もつかない形で音楽が出来て面白かった」という意見から研究目的の達成が確認できた。変換法の改良に関する意見も多数得られ、変換理論の構築の一助となった。

5. まとめ

5.1. 研究目的の達成度合い

1つ目の研究目的「従来の形式の音楽では得られないような斬新な表現」については、折り紙と音楽の類似点が発見され、OtoMによる音楽特有の特徴が抽出できた。特に「平坦に畳める折り線の交点の周りでは1つおきの角度の和は180度になる」という川崎定理を音楽に導入できたこと(図13)や、折り紙の図形的対称性から不可逆リズムが取り出されたことは成果の一つである。

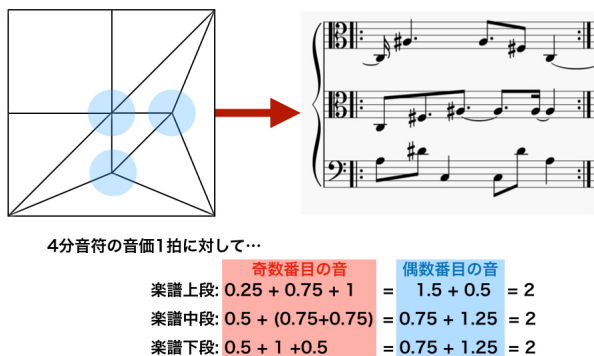


図13 川崎定理が成立している例

2つ目の目的「異ジャンル複合型の新しい形態を持つ演奏会の可能性」を探ることについては部分的に達成できたと言える。GMEの実装状況から公的な演奏会の機会は得られなかったものの、一通りの変換法構築と考察が完了し、2種の表現法を試験的ではあるが実演することが出来た。

5.2. 今後の課題と展望

本報告を作成するまでの時点でGMEの開発が実践的利用が可能な段階まで進んだため、現状の優先的な課題は「折り順準拠型配置」の実践である。また今後の展望として、逆変換を考えることが出来る。図14はPezold(1725 or before)によるメヌエットであり、この主旋律からリズムを取り出し正方形に配置することで折り紙の展開図を作成した(図15)。そしてその展開図に適宜折り線を加えながら立体的な折り紙作品としたものが図16である。このように逆変換を考えることで音楽作品を立体彫刻として視覚的に捉えることが出来る他、既存の音楽作品に「折り畳みのルール」を付加した編曲を行うことが出来る可能性がある。

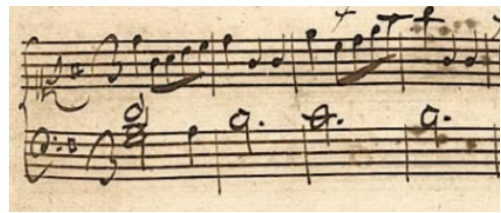


図14 Christian Pezold, “メヌエット ト長調”, 1725 or before

出典: <https://imslp.org/wiki/Special:ImagefromIndex/532969/wc40>

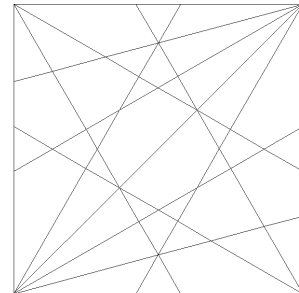


図15 ペツォールのメヌエットのリズムを用いて作成した展開図

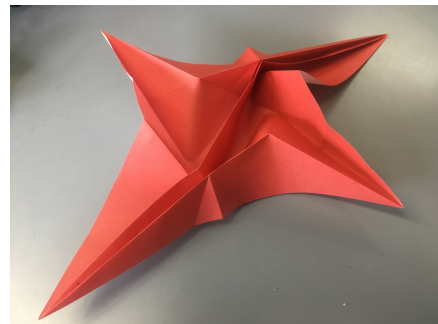


図16 折り紙による立体彫刻として表現されたメヌエット

5月6日, 参照 2020 年 1 月 10 日)

6. 参考文献

- Arduino 公式ウェブサイト, <https://www.arduino.cc/>, (参照 2020 年 1 月 20 日)
- ASCII.jp デジタル, “君は演奏する “プログラミング” Live Coding を知っているか?”, <https://ascii.jp/elem/000/001/563/1563265/>, (参照 2020 年 1 月 15 日)
- BOSS 公式ウェブサイト, “RC-10R Rhythm Loop Station”, <https://www.boss.info/jp/products/rc-10r/>, (参照 2020 年 1 月 15 日)
- C.Pezold, “Minuet in G major, BWV Anh.114”, Manuscript, n.d.(ca.1725-40), 1725 or before, <https://imslp.org/wiki/Special:ImagefromIndex/532969/wc40>, (参照 2020 年 1 月 10 日)
- H.Schenker; 西田紘子・堀朋平訳, “ベートーヴェンのピアノ・ソナタ第 28 番 op.101 批判校訂版 分析・演奏・文献”, 音楽之友社, 2015.
- O.Messiaen; 細野孝興訳, “音楽言語の技法”, ヤマハミュージックメディア, 2018.
- Raspberry Pi 公式ウェブサイト, <https://www.raspberrypi.org/>, (参照 2020 年 1 月 20 日)
- 岩宮慎一郎, “図解雑学—音楽の科学—”, ナツメ社, 2009.
- 笠原邦彦, “紙とおりが紙— 小学館の学習百科図鑑 (35)”, 小学館, 1981.
- トーヨー, “教育おりがみ”, <http://www.kidstoyo.co.jp/kyouiku/>, (参照 2020 年 1 月 10 日).
- 神谷哲史, “神谷流 創作折り紙に挑戦!”, ソシム, 2010.
- 久保田慶一編, “キーワード 150 音楽通論”, アルテスパブリッシング, 2009.
- 齋藤純一郎 “名曲から学べる 音楽記号事典”, ナツメ社, 2009.
- 西田紘子・安川智子・大愛崇晴・関本菜穂子・日比美和子, “ハーモニー探究の歴史 思想としての和声理論”, 音楽之友社, 2019.
- 日本シンセサイザー プログラマー協会 (JSPA) 編著, 社団法人 音楽電子事業協会 (AMEI) 監修 “ミュージッククリエイターハンドブック MIDI 検定 公式ガイド 第 5 版”, ヤマハミュージックメディア, 2015
- 前川淳, “本格折り紙 入門から上級まで”, 日貿出版社, 2007.
- 三谷純, “折り紙研究ノート”, <http://mitani.cs.tsukuba.ac.jp/origami/>, (最終更新日 2013 年

7. 著者プロフィール

清水久見 (Hisami SHIMIZU)

1995 年 埼玉県生まれ。九州大学芸術工学府修士課程 2 年。音楽に折り紙や造形、ものづくりなど他分野のアイデアを掛け合わせることで、斬新な表現を発見すべく研究を行っている。学部時代には弦楽器用の弓の代替となるモーターデバイス “Gizmoviolon” の開発を行った。

西田紘子 (Hiroko NISHIDA)

2009 年、東京藝術大学大学院音楽研究科博士後期課程 (音楽学専攻) 修了。博士 (音楽学)。著書『ハインリヒ・シェンカーの音楽思想—楽曲分析を超えて』(九州大学出版会)、編著『ハーモニー探究の歴史—思想としての和声理論』(音楽之友社) など。



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。クリエイティブ・コモンズ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。