

## 環境音を用いたモザイク音楽の生成 ～猫と犬の鳴き声による生成する曲の検討～

Mosaic Music Creation with Environmental Sound  
—A Study on Music Sound Using Meow and Bark—

武井 祥† 徳永 幸生† 杉山 精‡ 阿部 匡伸\*

Sho Takei Yukio Tokunaga Kiyoshi Sugiyama Masanobu Abe

### 1. 研究の背景・目的

日常生活環境の中には車の音や動物の鳴き声、風の音など表1に示す様々な環境音が存在する。十数匹の猫の鳴き声を用いたジングルキャッツ「Meowy Christmas」<sup>[1]</sup>が発表されているが、猫の鳴き声を環境音と捉えれば、この作品は環境音で作られた音楽と言える。また Honda の CM のように、自社の製品に関わる様々な音を組み合わせるベートーベンの交響曲第9番二短調作品125「歓喜の歌」を作成した例もある<sup>[2]</sup>。

本研究では、このような環境音によるモザイク音楽 (Sound Mosaic Music) の自動生成を目指している。そのため、

- 1) 欲しい音高をもつ環境音の採取
  - 2) 環境音の音高の判別
  - 3) 環境音の長さや音符の拍数の適合
  - 4) 必要な音色に整合する環境音の選択
  - 5) 音高を検出しにくい音の割合の検討
  - 6) モザイク音楽に適した曲の検討
  - 7) 作成した Sound Mosaic Music の評価
- などの課題を解決しなければならない。

これまでに 1)<sup>[3]</sup>, 5)<sup>[4]</sup>, 7)<sup>[5]</sup>について検討を行ってきた。本稿では上記の 6)に着目し、どのような特徴の音楽がモザイク音楽に適しているかの検討を行う。具体的には、音高を検出しやすい音として猫の鳴き声、検出しにくい音として犬の鳴き声を用い検討した結果について報告する。

表 1. 環境音の例

サウンド	風鈴の音、鹿威しの音など
人間の活動の音	足音、ノックの音、など
自然界の音	風の音、動物の鳴き声、など
モノや機械の音	車の音、船の音、など

### 2. 猫と犬の鳴き声の分析

猫の鳴き声を採録し、分析した。録音条件は、標準化周波数 48kHz、量子化ビット数 16ビットとした。

音高の分析では、猫は声帯を用いて鳴き声を発していると考えられることから、人間の母音発声の分析と同様の手法と対比させて行うこととした。図1は、女性に“ド”の音高に合わせて“ア”を発声してもらった際の分析結果である。分析にはフーリエ変換を用いた。人間の母音発声の周波数特性においては、音高を決定するのは周波数特性の基本周波数(ピッチ周波数)であること、それを基音とした倍音成分(高調波成分)が検出される。同様

† 芝浦工業大学大学院, Graduate School of Engineering Shibaura Institute of Technology  
‡ 東京工芸大学, Tokyo Polytechnic University  
\* 岡山大学, Okayama University

にフーリエ変換を用い、録音した猫の鳴き声の周波数分析を行った結果を図2に示す。図1, 2を比較すると、どちらも基本周波数の倍音成分が検出されている。

そこで、猫の鳴き声の基本周波数を音高と見立て、1オクターブの7音を並べて被験者(大学生15名)にアンケート調査をしたところ、音階を認知することができた。

同様に犬の鳴き声について周波数分析を行った結果を図3に示す。図3では、猫の鳴き声のような特徴的な基本周波数は検出することができない。これは鳴き声の継続時間が短く、周期的な波形を含まないことを示唆している。

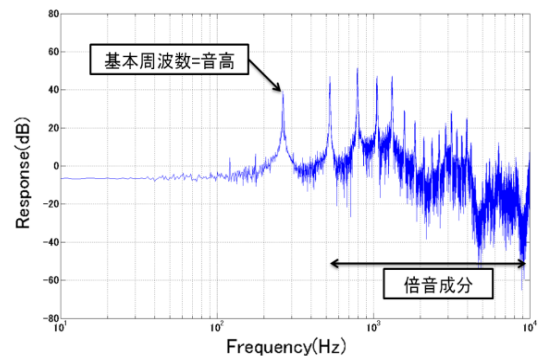


図 1. 女性の声の周波数特性

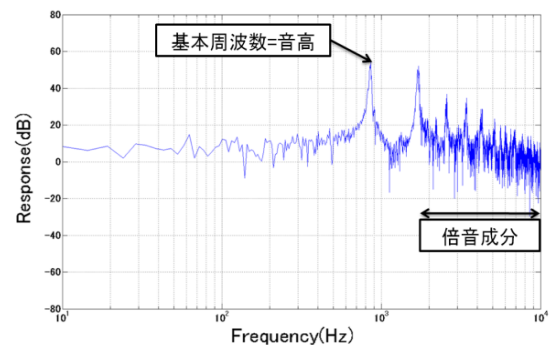


図 2. 猫の鳴き声の周波数特性

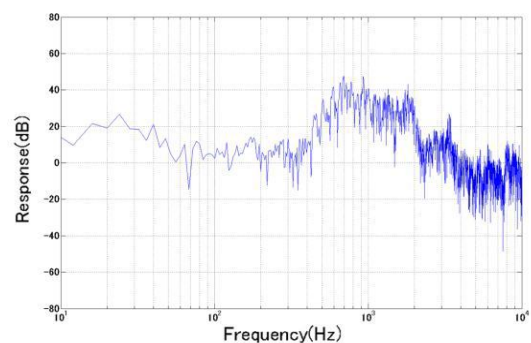


図 3. 犬の鳴き声の周波数特性

### 3. モザイク音楽に適した曲の検討実験

Honda の CM では「歓喜の歌」を対象にモザイク音楽を創作している。このモザイク音楽では、曲の約 50%の音符が音高を検出しやすい音として口笛を用いている。残りはエンジン音などの音高を検出しにくい音が用いられている。今回の実験では、音高を検出しやすい音として猫の鳴き声、検出しにくい音として犬の鳴き声を用いた。

実験方法として、被験者に生成した曲を聞いてもらい、「面白い-面白くない」、「快い-不快な」、「うるさい-うるさくない」、「はっきりとした-ぼやけた」、「ばらばらな-融け合った」という 5 つの形容詞対で評価を行った。また聞いてもらった曲の曲名も回答してもらった。

生成するモザイク音楽は、猫と犬の鳴き声を Honda のCM の「歓喜の歌」と同じ割合、入れ方で生成した。実験で用いる対象曲は、音高の分布と時間における音符の密度を指標として用い、図 4 のような分布になる曲を用いた。被験者は大学生 10 名を対象に行った。

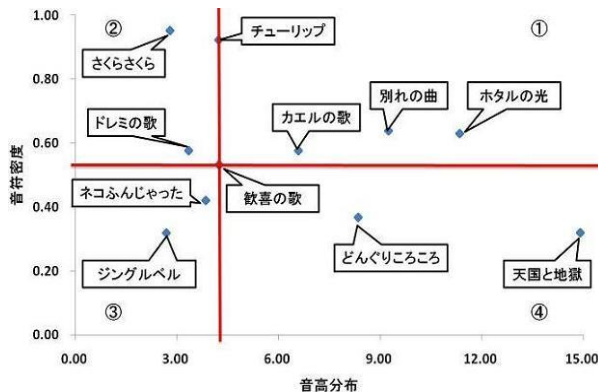


図 4. 使用した曲の分布

使用した曲の分布より、「歓喜の歌」を中心に図 4 の①～④の 4 つの領域に分けた。それぞれの領域ごとの結果の一部を図 5, 図 6 に示す。図より、それぞれの領域で顕著な特徴は現れなかった。そこで、曲の認識率によりグループ分けを行った。認識率による実験結果の一部を図 7, 図 8 に示す。

認識率の結果より、被験者が曲を認識しているモザイク音楽は評価が高くなるという結果を得た。これは被験者が曲を認識できていないと、猫と犬が鳴いているようにしか聞こえないためだと考えられる。「猫ふんじゃった」に関しては、生成した部分に休符が多くあり曲として認識しにくかったのではないかと考えられる。図 5 は認識率が 100%の「ジングルベル」と認識率が 0%の「猫ふんじゃった」の評価値を表しており、認識率により大きな差が出ていることが分かる。

また、認識率 100%となった「ジングルベル」に関して、図 5 より、認識率 0%の「猫ふんじゃった」と「うるさい-うるさくない」という指標に関して差がないことが分かる。これは猫の鳴き声の部分でも同じ鳴き声が続いたためだと考えられる。

同様に、認識率が 50%と高くなかった「天国と地獄」は図 8 の 50%の部分から分かるように「うるさい-うるさくない」の指標が低い評価となっている。これは音符の数が多く、犬の鳴き声が長い間続いたためだと考えられる。

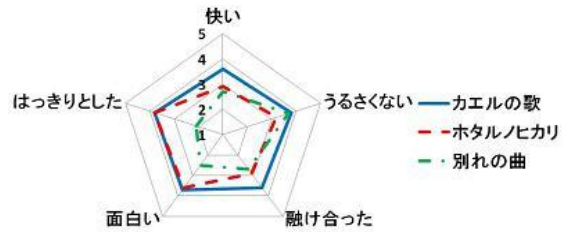


図 5. 領域①の実験結果

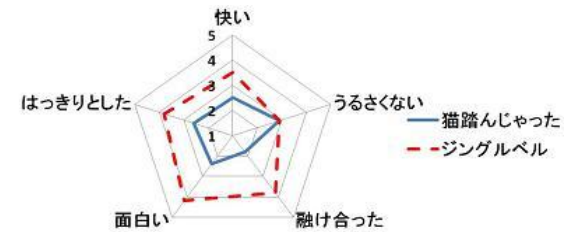


図 6. 領域③の実験結果

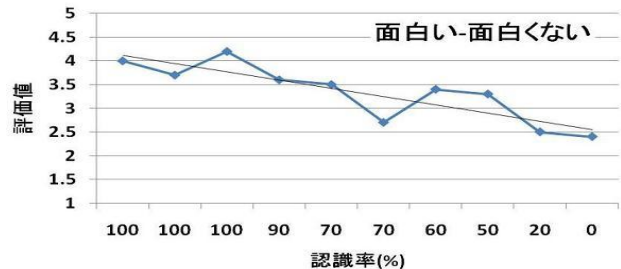


図 7. 「面白い - 面白くない」の正解率による変化

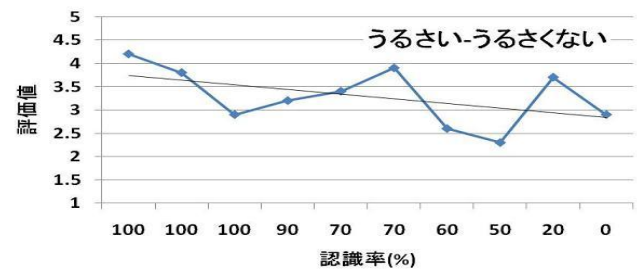


図 8. 「うるさい - うるさくない」の正解率による変化

### 4. おわりに

以上の結果から、各特徴のモザイク音楽の評価に違いは現れなかったが、曲の認識率がモザイク音楽の評価に重要であることが分かった。また、休符が多い曲に関しては、認識率が低くなるということが分かった。さらに、同じ音が連続すると「うるさい-うるさくない」の評価値が低くなることが分かった。

今後はモザイク音楽の曲を認識させる方法の検討を行う。

#### 参考文献

- [1] JINGLE CATS MUSIC. <<http://www.jinglecats.com/>>
- [2] Honda の CM 「Music」 篇 <<http://www.honda.co.jp/message/music/awards.html>>
- [3] 武井祥, 他 猫の鳴き声の音高特性の分析と生成: 情報処理学会第 72 回全国大会, 6U-8, Mar. 2010
- [4] 武井祥, 他 環境音を用いた音楽の生成-猫と犬の鳴き声によるモザイク音楽の評価-: HCG シンポ, A1-1, 2010
- [5] 武井祥, 他 環境音を用いたモザイク音楽の生成条件の検討: 情報処理学会第 73 回全国大会, 2R-4, Mar. 2011