

# 環境音に潜むリズムと音階の音楽要素化による 音変換手法の提案～絶対音感覚の擬似表現～

梅本 沙織<sup>1</sup> 中 祐介<sup>1</sup> 吉田 直人<sup>1</sup> 米澤 朋子<sup>1</sup>

**概要:** 本研究では環境音の音高を至近の音階に置換した楽器音にリズムを付与することにより、音楽の楽しみの要素を実世界の環境音に適用する手法を提案する。本システムにより、絶対音感非保持者は、環境音に潜む音楽性を拡張して聴取でき、また絶対音感保持者は、音階選択の自動的推定思考によるストレスを持たず環境音を楽しむことができると考えた。今回は、絶対音感非保持者を対象に実験を行った。その結果、生成された音楽から音楽性を感じることができ、さらに楽しみを与えることもできた。

## 1. はじめに

日常には、野鳥の鳴く声や風鈴の音、水の流れる音といった様々な環境音が溢れている [1]。これらの環境音には音高が存在するが、一般的に環境音を音高のない雑音として捉えてしまう。このような人々を絶対音感非保持者という。

一方で、環境音に含まれる音高を音階として捉える人も存在し、このような人を絶対音感保持者という。絶対音感とは、「ある音が単独に与えられた時に、他の音を参照せずに音名を正しく把握できる能力 [2,3]」である。また、絶対音感とは、6歳を超えると取得困難になる事が指摘されている [4]。絶対音感とは反復学習で身に付くが、訓練を怠ると能力が失われてしまうため、身に付けることは難しい [5]。

しかし、全ての音に対して「音階」と捉え、音階からずれた音高を聴いて不快に感じてしまい、ストレスを感じることもある [6]。

そこで、本研究では環境音の音高を至近の音階に置換した楽器音にリズムを付与することにより、音楽の楽しみの要素を実世界の環境音に適用する手法を提案する。絶対音感非保持者に環境音を音階的に聴取させることができ、絶対音感保持者が感じるストレスも軽減できると考える。さらに電車内での騒音を楽器音に変換することで、不快感の軽減に繋がると考える。また、クオンタイズによってリズムの刻みに特定のインターバルを与え、音のタイミングをあらかじめ決められた至近のタイミングに合わせ、リズムを作り出す。

以上より、音階を理解できる能力がなくても、環境音を音楽的に楽しめることが可能になり、絶対音感保持者にはストレスの軽減により環境音を楽しめると考えた。また、音だけで音階を理解することができない絶対音感非保持者のために、視覚的フィードバックも行うこととした。

音楽は、メロディ、リズム、ハーモニーなどの要素から構成されている。その中で、メロディは、不連続な音の高さ(音階) [7]、リズムは強度や時間の変化によって決まる [8]。つまり、音階を持つ音を特定のタイミングに合わせることで音楽を生成できると考えた。従って、本研究での音楽は、リズムとメロディによって構成されるものとし、これらが存在することで「音楽性」があると定義する。

## 2. 関連研究

楽器の割り当てに関して、山本ら [9] は生活音を利用することで、あたかも楽器を演奏しているかのように感じさせるシステムを提案した。検証により、割り当てた楽器音を鳴らすことで、実際に楽器を演奏しているように感じさせた。しかし、このシステムでは、環境音の音階を反映できていない。また、リズム感のない人が使うと綺麗なリズムを作ることができず、楽しみを感じられないと考えた。これに対し本研究では、音階のとれる音、とれない音によって楽器を分類し、クオンタイズによってリズムを付け、リズム感がなくても音楽を楽しめるようなシステムを作成した。

音階変換に関して、牛田ら [10] は心拍変動に音階とリズムを付与し、音楽を生成するシステムを提案した。これは、心拍変動を音楽に変換し、作業負担制御の可能性を検討した研究である。このシステムを使うことによって、音

<sup>1</sup> 関西大学  
Kansai University, 2-1-1 Rezenji-cho, Takatsuki-shi, 569-1095, Japan

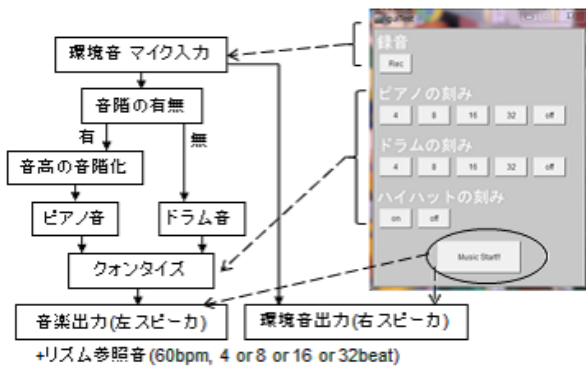


図 1 システムのフロー図と操作パネル

Fig. 1 Flowchart of the operation system.

階の高低は作業効率の妨げとなり、心拍パラメータに影響を与えることがわかった。しかしこのシステムでは、速さが突然変化してしまうなど音楽聴取による心地よさや楽しみをもたらす上での問題がある。本研究ではクオンタイズによって一定のリズムの刻みを作り出し、安定した音楽を生成する。

リズム変換に関して、木村ら [11] は鼻歌から音階を抽出し MIDI に変換することで音階を付与し、クオンタイズを行うことによってリズムを付けるシステムを提案した。また、リズムを明確にするために、伊藤ら [12] の Voice-to-MIDI を用いたリズム分析を行い、不自然でない音楽を奏でられることを示した。分析結果を基に、鼻歌作曲支援システムを実装した。本システムでも、クオンタイズによって環境音にリズムを付与した。また、音楽には様々なリズムが存在するため、リズムを 4 種類用意し、ユーザの好きなリズムで音楽を生成できるようにした。

### 3. 提案システム

#### 3.1 システム概要

まず、環境音の録音をマイクで行い、環境音を音楽らしい音に変換するため、環境音のピッチ検出とアタック検出、楽器音を割り当てるための音分類、リズムを作り出すためのクオンタイズを行う。生成された音楽は、録音した環境音と同時に再生する (図 1)。

また、環境音の録音やクオンタイズの設定、再生をユーザが自由に行えるように、操作パネルを作成した。

#### 3.2 音楽生成のための音分析

環境音に含まれる音高を音階に変換するために、マイクで環境音を 10 秒間録音し、サンプリング周波数 44100Hz、フレーム長 512 で高速フーリエ変換 (FFT) を行い、ピッチを抽出した。ピッチが抽出された音はピアノ音に当てはめる。また、ピッチが抽出できない音はアタックの強さで音の検出を行い、強い音にはドラム音を当てはめる。今回アタックの弱い音に関しては、楽器分類は行わない。

本稿では 2 種の楽器の推定にスペクトログラムの概形を

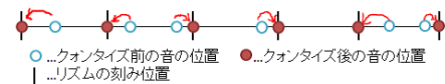


図 2 クオンタイズ処理の過程

Fig. 2 Quantize processing.

利用した。音階を持つ音は、音の波形に周期性が存在する。音階を持つ楽器であるピアノには倍音が存在する。また、音の波形に周期性のある「コップを鳴らす音」にも倍音が存在する。以上より、倍音が存在する音は音階を持つ音であると考え、音階を奏でられる楽器で認知度の高い [13] ピアノ音を割り当てた。本システムでは、C3 から B5 までの、3 オクターブの音階を割り当てた。261.63Hz 以下の音には C3~B3, 261.63~523.25Hz は C4~B4, 523.25Hz 以上の音には C5~B5 の各音階を当てはめた。今回は音の不協和音を除くため、半音は取り除いた。

一方、音階を持たない音は波形に周期性がなく、環境音から音階を検出することができない。ドラムは倍音は存在せず、音の概形が三角形である。また、音の波形に周期性のない机を叩く音のスペクトログラムの概形も三角形である。以上より、倍音が存在しない音にはドラム音を割り当てた。

#### 3.3 クオンタイズによるリズム変換

環境音より生成された音にリズムを持たせるために、クオンタイズを行う。クオンタイズとは、MIDI シーケンサで使用される機能であり、ノート・オンのタイミングを指定したグリッド上に整列するために使用する。クオンタイズの手法は様々だが、本システムでは、音の発刻時間を最も近い 7 グリッドに整列させた (図 2)。

またリズムの刻みは、60bpm で 4, 8, 16, 32 ビートの 4 種類をユーザが決定できるようにした。

本システムにはクオンタイズされたピアノ音とドラム音が鳴っているタイミングを参照しながら聴くために、「リズム参照音」として、ハイハットを加えた。リズム参照音も 4 種類のリズムを用意し、音の入切も設定できるようにした。

#### 3.4 フィードバック手法

視覚的フィードバックとして、「ドレミファソラシド」をディスプレイに表示する (図 3)。聴覚的フィードバックは、クオンタイズされたドラム音とピアノ音、ハイハットを鳴らす。また、同時に録音した環境音を再生し、リズムの変化や音階をユーザに体感させる。この時、スピーカの右側から環境音が、左側から楽器音と参照音が流れるように設定した。さらに、それぞれ楽器音の有無も設定できるようにした。録音した環境音のスペクトログラムと変換後の音楽の楽譜を図 4 に示す。

絶対音感非保持者にピアノの音階を瞬時に理解させるた

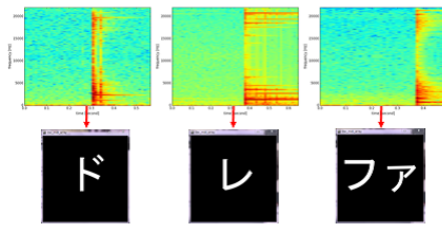


図 3 視覚的フィードバック  
Fig. 3 visual feedback.

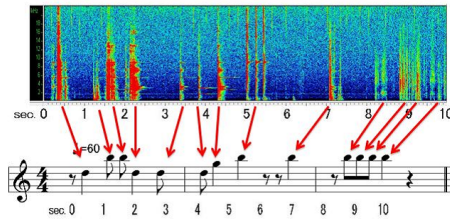


図 4 環境音のスペクトログラムと音楽変換後の楽譜  
Fig. 4 sound spectrograms and a score.

めに、音情報を視覚的・聴覚的に伝えた。また、音階を自動的に割り当てることで、絶対音感保持者が音高を聞いた際に発生するストレスが軽減されることを期待する。

#### 4. リズムと音階付与による聴取印象への影響

クオンタイズと音階変換が、環境音を音楽に変換した際に、ユーザの印象に影響を与えるかを調査した。

##### 4.1 実験の設定

**仮説:** 環境音に音階を付与し、クオンタイズによりリズムを作り出すことで音楽性を感じ、作られた音楽に対して楽しさを感じる。

**被験者:** 19~22歳の情報学部生の絶対音感非保持者の男女20名。

**条件:** 「クオンタイズ(リズムの付与)」「音階変換(ピアノ音で音階を表す)」「リズムの刻み(8ビート・16ビート)」の3要因8条件で行った。リズムの刻みは、事前実験により4種類のリズムの音楽を聴かせ、好感度の高かった上位の刻みを採用した。

**実験手順:** 用意した音楽ファイルを2度聴かせ、聴いた音楽に対する印象についてSD法と、MOS法による評価を求めた。

**質問項目:** SD法には22項目の形容詞対を用いた。形容詞対の選択には、音楽印象や芸術への印象を調査した研究[14-17]を参考にした。項目は表1左側に示す。また、被験者には以下の質問項目に5段階(1:あてはまらない 2:まああてはまらない 3:どちらでもない 4:まああてはまる 5:あてはまる)での評価を求めた。

- 1: 音楽のように聴こえた
- 2: リズミカルだった

表 1 パリマックス回転後因子負荷量と得点係数

Table 1 the factor loadings after varimax rotation and coefficient of score.

形容詞対 (得点: 1-5)	因子 1	因子 2	標準得点係数 (因子 1)	標準得点係数 (因子 2)
おもしろい—つまらない	<u>0.647</u>	0.322	0.054	0.075
親しみやすい—親しみにくい	<u>0.880</u>	-0.04	0.089	-0.040
快な—不快な	<u>0.883</u>	0.048	0.087	-0.014
ワクワクする—退屈する	<u>0.737</u>	0.304	0.064	0.067
魅力的な—魅力的でない	<u>0.782</u>	0.211	0.071	0.037
明るい—暗い	<u>0.826</u>	0.072	0.080	-0.005
さわやかな—うっとうしい	<u>0.774</u>	-0.092	0.080	-0.052
意外な—予想通りな	-0.086	<u>0.604</u>	-0.028	0.183
美しい—醜い	<u>0.804</u>	-0.030	0.081	-0.034
刺激的な—刺激的でない	0.294	<u>0.675</u>	0.007	0.192
賑やかな—さみしい	<u>0.764</u>	0.355	0.0652	0.0814
派手な—地味な	<u>0.756</u>	0.365	0.064	0.084
活発な—不活発な	<u>0.754</u>	0.378	0.063	0.088
きちんとした—だらしない	<u>0.815</u>	-0.212	0.088	-0.089
動的な—静的な	0.436	0.591	0.0246	0.162
安定した—不安定な	<u>0.778</u>	-0.376	0.090	-0.137
まとまった—バラバラな	<u>0.709</u>	-0.450	0.085	-0.157
変化にとんだ—単調な	0.100	<u>0.726</u>	-0.013	0.213
落ち着いた—落ち着きのない	0.203	<u>-0.626</u>	0.040	-0.193
なめらかな—とげとげしい	<u>0.610</u>	-0.368	0.073	-0.129
覚醒的な—覚醒的でない	<u>0.641</u>	0.415	0.050	0.103
嬉しい—悲しい	<u>0.801</u>	0.135	0.076	0.014

- 3: ノリながら音楽を聴いた
- 4: 不快に感じた
- 5: 生活音のように感じた
- 6: 他の環境音で作った音楽も聴いてみたい

#### 4.2 実験結果

##### 4.2.1 SD法による因子分析

累積寄与率から因子2までを分析することとし、使用した形容詞対と回転後の因子負荷量を表1に示す。数値は小数第4位以下を切り捨てとする。0.6以上または-0.6以下の数値を持つ形容詞対に着目するために、表内に下線を引いて示す。

因子1(固有値 10.50)は、「親しみやすい—親しみにくい」、「快な—不快な」、「嬉しい—悲しい」などの形容詞対で負荷因子量の数値が高かった。このことから、因子1は音楽に対する好感度を表す形容詞対であると解釈し「好感性因子」と名付けた。因子2(固有値 3.29)については「変化にとんだ—単調な」、「刺激的な—刺激的でない」、「意外な—予想通りな」などで負荷因子量の数値が高かった。このことから、因子2は音楽のリズムや音階の変化を表す形容詞対であると解釈し「変動性因子」と名付けた。

次に、各因子における実験条件の印象の変化を比較する。2つの因子から、次の2つの仮説を設定した。

仮説1: クオンタイズと音階によって、音楽に対する印象に変化がある。

仮説2: リズムの刻みによって、音楽の変化や動きに対する印象に変化がある。

##### 4.2.2 実験条件における印象の比較

実験条件間での印象比較を行うため、因子得点係数(表1)から標準因子得点を求めた。分散分析は有意水準を $p=.05(*)$ とし、クオンタイズと音階、リズムの刻み方の3要因に関して行った。

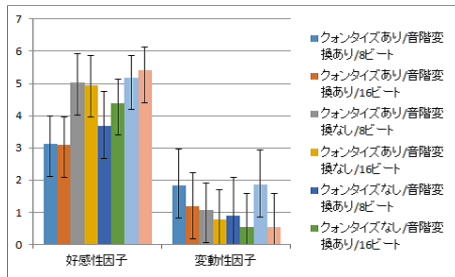


図 5 質問項目の三要因分散分析の結果  
 Fig. 5 Results of the questionnaire.

表 2 被験者が受けた印象についての因子得点の分散分析  
 Table 2 Analysis of variance result

	クオンタイズ (A)		音階 (B)		リズムの刻み (C)		単純主効果
	F(19)	p	F(19)	p	F(19)	p	
好感性	27.374	< 0.01*	74.406	< 0.01*	4.959	0.0382*	A(b1,c2), B(a1,b2,c2)
変動性	1.337	0.2619	0.052	0.8225	17.032	< 0.01*	A(b1), AB(c1), C(a2b2)

標準因子得点は、因子得点係数を用いて算出した。2 因子の因子得点を「好感性得点」、「変動性得点」とし、実験条件における印象の比較対象として利用する。8 つの条件ごとに被験者が受けた印象についての因子得点の平均値と標準偏差 (図 5) と、標準得点による 3 要因 8 条件の分散分析の結果を示す (表 2)。

好感性因子の標準得点の分散分析の結果、クオンタイズ有無と音階の有無、リズムの刻み方に有意差を得たことから仮説 1 を確認した。また、変動性因子の標準得点の分散分析の結果、「クオンタイズの刻み」に有意差を得たことから、仮説 2 を確認した。

#### 4.2.3 MOS 法による 3 要因 8 条件分散分析

有意水準を  $p=0.05$  (\*) とし、クオンタイズと音階、リズムの刻み方の 3 要因に関して行った。結果を図 6 に、分散分析結果を表 3 に示す。

質問 1 では、クオンタイズの有無と音階の有無で有意差を得た。また、単純主効果より、クオンタイズにおいて音階がある場合とリズムの刻みが 16 ビートの場合、音階においてクオンタイズがある場合に有意差を得た。質問 2 では、クオンタイズの有無と音階の有無において有意差を得た。また、単純主効果より、クオンタイズにおいて音階がある場合に有意差が見られ、音階において、クオンタイズがある場合とない場合の両方に有意差を得た。質問 3 では、クオンタイズの有無と音階の有無において有意差を得た。また、単純主効果より、クオンタイズにおいて音階がある場合と、音階においてクオンタイズがある場合に有意差を得た。質問 4 では、クオンタイズの有無、音階の有無に有意差を得た。また、単純主効果より、クオンタイズにおいて音階がある場合、音階においてクオンタイズがある場合とクオンタイズがない場合に有意差を得た。質問 5 では、クオンタイズの有無において有意差を得た。質問 6 では、クオンタイズの有無、音階の有無において有意差を得た。

表 3 リズムとメロディ付与による影響の検証の分散分析結果

Table 3 Analysis of variance result

	クオンタイズ (A)		音階 (B)		リズムの刻み (C)		単純主効果
	F(19)	p	F(19)	p	F(19)	p	
音楽らしさ	21.602	< 0.01*	23.045	< 0.01*	0.248	0.6242	A(b1,c2), B(a1)
リズムカル	24.284	< 0.01*	67.790	< 0.01*	0.356	0.5580	A(b1,c2), B(a1,a2)
ノリのよさ	15.889	< 0.01*	20.815	< 0.01*	0.090	0.7669	A(b1,c2), B(a1)
不快感	11.654	< 0.01*	29.710	< 0.01*	2.753	0.1135	A(b1), B(a1,a2)
生活音らしさ	4.507	0.0471*	0.161	0.6924	0.445	0.5126	C(b1)
また楽しみたい	10.227	< 0.01*	6.264	0.0216*	0.017	0.8968	—

## 5. 拍の刻みやリズム参照音の検証

クオンタイズと参照音が、ユーザの音楽的解釈に影響を与えるかを調査するために実験を行った。

### 5.1 実験の設定

**仮説:** 参照音を追加することで、さらに音楽性を感じさせ楽しみの感情を与える。

**被験者:** 19~22 歳の情報学部生の絶対音感非保持者の男女 20 名。

**条件:** 「クオンタイズ (リズムの付与)」「音階変換 (ピアノ音で音階を表す)」「リズムの刻み (8 ビート・16 ビート)」の 3 要因 8 条件で行った。

**実験手順:** 用意した音楽ファイルを 2 度聴かせ、聴いた音楽に対する印象について SD 法と、MOS 法による評価を求めた。

**質問項目:** 実験参加者には SD 法と MOS 法の 2 つの評価を行わせた。SD 法と MOS 法共に、4 節の実験の評価項目を用いた。

### 5.2 実験結果

#### 5.2.1 SD 法による因子分析

累積寄与率から因子 2 までを分析することとし、使用した形容詞対と回転後の因子負荷量を分散分析した結果を図 5、表 4 に示す。数値は小数第 4 位以下を切り捨てとする。0.6 以上または -0.6 以下の数値を持つ形容詞対に着目するために、表内に下線を引いて示す。

因子 1 (固有値 8.60) は「きちんとした—だらしがない」、「安定した—不安定な」、「まとまった—バラバラな」などの形容詞対で負荷因子量の数値が高かった。このことから、因子 1 はリズムが一定で安定していることを表す形容詞対であると解釈したため、「整然性因子」と名付けた。因子 2 (固有値 5.00) については、「刺激的な—刺激的でない」、「派手な—地味な」、「活発な—不活発な」、「動的な—静的な」などの形容詞対で負荷因子量の数値が高かった。このことから、因子 2 はリズムの激しさや動きを表す形容詞対であると解釈し「興奮性因子」と名付けた。

次に、各因子における実験条件の印象の変化を比較する。2 つの因子から、次の 2 つの仮説を設定した。

**仮説 1:** クオンタイズの有無によって、リズムに対する印象に変化がある。

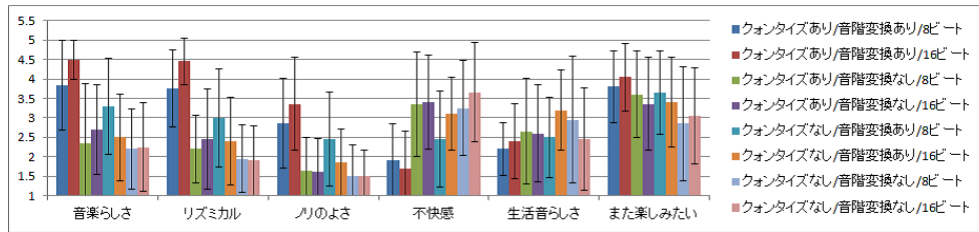


図 6 質問項目の三要因分散分析の結果：実験 1  
Fig. 6 Results of the questionnaire.

表 4 バリマックス回転後因子負荷量と得点係数

Table 4 the factor loadings after varimax rotation and coefficient of score.

形容詞対 (得点: 1-5)	因子 1	因子 2	標準得点係数 (因子 1)	標準得点係数 (因子 2)
おもしろい—つまらない	0.478	0.569	0.045	0.082
親しみやすい—親しみにくい	<u>0.805</u>	0.275	0.101	0.018
快な—不快な	<u>0.828</u>	0.303	0.103	0.022
ワクワクする—退屈する	0.543	<u>0.676</u>	0.050	0.099
魅力的な—魅力的でない	<u>0.750</u>	0.412	0.089	0.044
明るい—暗い	0.528	0.534	0.053	0.074
さわやかな—うっとうしい	<u>0.849</u>	0.180	0.111	0.001
意外な—予想通りな	-0.240	0.448	-0.050	0.088
美しい—醜い	<u>0.821</u>	0.041	0.112	-0.023
刺激的な—刺激的でない	0.014	<u>0.825</u>	-0.028	0.145
賑やかな—さみしい	0.218	<u>0.793</u>	0.000	0.132
派手な—地味な	-0.200	<u>0.831</u>	-0.003	0.139
活発な—不活発な	0.215	<u>0.845</u>	-0.001	0.141
きちんとした—だらしない	<u>0.892</u>	0.014	0.123	-0.030
動的な—静的な	-0.095	<u>0.813</u>	-0.043	0.147
安定した—不安定な	<u>0.888</u>	-0.026	0.124	-0.037
まとまった—バラバラな	<u>0.850</u>	-0.038	0.119	-0.038
変化にとんだ—単調な	-0.281	<u>0.695</u>	-0.065	0.133
落ち着いた—落ち着きのない	<u>0.623</u>	-0.504	0.105	-0.112
なめらかな—とげとげしい	0.675	-0.276	0.104	-0.074
覚醒的な—覚醒的でない	0.070	0.269	0.000	0.045
嬉しい—悲しい	0.289	0.284	0.029	0.039

表 5 被験者が受けた印象についての分散分析

Table 5 Analysis of variance result

	クオンタイズ (A)		リズム参照音 (B)		リズムの刻み (C)		単純主効果
	F(19)	p	F(19)	p	F(19)	p	
整然性	56.686	< 0.01*	2.736	0.1145	5.598	0.0288*	—
興奮性	0.006	0.9373	12.545	< 0.01*	3.126	0.0931+	C(a1,b1), B(c2)

仮説 2: クオンタイズの有無とリズム参照音の有無によって、音楽を聴いたときの印象に変化がある。

### 5.2.2 実験条件における印象の比較

実験条件間での印象比較を行うため、標準因子得点 (表 4) を求めた。分散分析は有意水準を  $p=0.05$  (\*) とし、クオンタイズと参照音、リズムの刻み方の 3 要因に関して行った。

2 因子の因子得点を「整然性得点」、「興奮性得点」とし、実験条件における印象の比較対象として利用する。図 7 に 8 つの実験条件ごとに被験者が受けた印象についての因子得点の平均値と標準偏差を示す。また、標準得点を 3 要因 8 条件の分散分析の結果を表 5 に示す。

整然性因子の標準得点の分散分析の結果、クオンタイズの有無に有意差を得たことから仮説 1 を確認した。また、興奮性因子の標準得点の分散分析の結果、参照音の有無に有意差を得たことより仮説 2 を確認した。

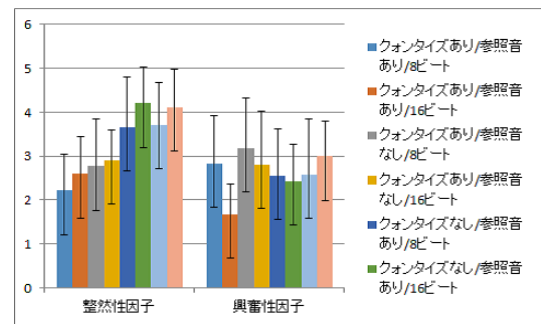


図 7 質問項目の因子得点の三要因分散分析の結果  
Fig. 7 Results of the questionnaire.

表 6 リズムと参照音の付与による影響の検証の分散分析結果

Table 6 Analysis of variance result

	クオンタイズ (A)		参照音 (B)		リズムの刻み (C)		単純主効果
	F(19)	p	F(19)	p	F(19)	p	
音楽らしさ	66.212	< 0.01*	6.500	0.0196*	0.950	0.3419	A(c1,c2), B(c2)
リズミカル	56.883	< 0.01*	10.619	< 0.01*	1.507	0.2346	—
ノリのよさ	69.702	< 0.01*	12.327	< 0.01*	4.188	0.0548+	—
不快感	20.368	< 0.01*	14.503	< 0.01*	4.057	0.0584+	—
生活音らしさ	10.823	< 0.01*	0.938	0.3449	0.432	0.5190	—
また楽しみたい	11.201	< 0.01*	3.892	0.0633+	0.459	0.5063	—

### 5.3 MOS 法による 3 要因 8 条件分散分析

有意水準を  $p=0.05$  (\*) とし、クオンタイズと参照音、リズムの刻み方の 3 要因に関して行った。結果を図 7 に、分散分析結果を表 6 に示す。

質問 1 では、クオンタイズの有無と参照音の有無において有意差を得た。また、単純主効果より、クオンタイズにおいてクオンタイズの刻みが 8 ビートの場合と 16 ビートの場合に有意差を得た。質問 2 では、クオンタイズの有無と参照音の有無において有意差を得た。質問 3 では、クオンタイズの有無と参照音の有無において有意差を得た。質問 4 では、クオンタイズの有無と参照音の有無に有意差を得た。質問 5 では、生活音らしさを感じられるかでは、クオンタイズの有無に有意差を得た。質問 6 では、クオンタイズの有無に有意差を得た。また参照音の有無に有意傾向を得た。

## 6. 考察

リズムとメロディ付与による影響に関する実験について考察する。環境音から音階を抽出したものにリズムを与え、メロディを作ることで、音に音楽性が与えられることが分かった。また、音楽性を付与することで、音をリズム

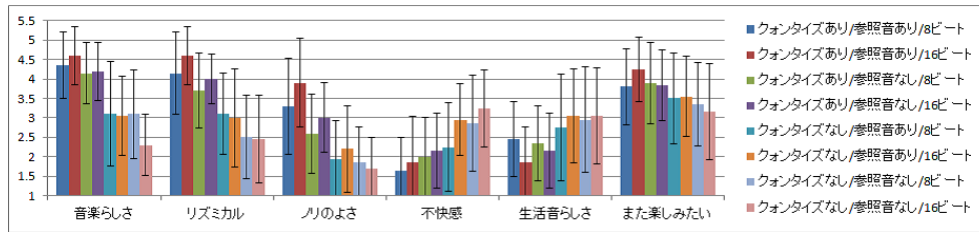


図 8 質問項目の三要因分散分析の結果  
 Fig. 8 Results of the questionnaire.

カルに聴かせることができ、クオンタイズの刻みを変えることで、ユーザに変動性や意外性を感じさせた。自由記述より、「クオンタイズをせず、音階もつけない音楽を聴いて不安な気持ちになった」、「こわい」などの意見があったこと、質問 4 の結果から、不快感を軽減することが分かった。これらにより、ユーザは環境音から作った音楽に好意を持ち、音楽をノリながら聴くことができたと考える。以上より、クオンタイズでリズムに、音階でメロディに変換することにより、ユーザは音楽性を感じ、音楽に対する楽しみだけではなく、好感も与えることができたとと言える。

次に、リズムと参照音の付与による影響に関する実験について考察する。クオンタイズは、実験 1 と同じく、リズムをつくるために重要な要素であることが分かった。クオンタイズ無では、たとえ参照音が付いていても不快感を与える。一方、参照音は主観評価の質問 6 で有意傾向のみ得たが、音楽性を増すための重要な要因であると考えられる。参照音があることで、ユーザに高揚感を与え、クオンタイズした音楽をさらにリズミカルに聴かせる効果があることがわかった。自由記述でも「音楽らしい」との意見があり、クオンタイズ有、参照音無の条件では「寂しい感じがした」という意見があった。このことから、参照音は音楽性を感じさせるための要因であると考えられる。また、高揚感が得られることで、音楽に興味を持ち楽しみを感じさせることができると考えられる。以上より、クオンタイズをするだけでもユーザに音楽性や音楽に対する好意を感じさせるが、参照音によって、さらにユーザを高揚させ、音楽性や楽しみをより感じさせることが分かった。

## 7. おわりに

参照音をつけることで、環境音に音楽性を持たせることにより、絶対音感非保持者には楽しみを与えた。また、絶対音感保持者のストレスを軽減させることを目的とし、音楽をさらにリズミカルに聴かせることができ、ユーザに興奮性の感情を与えるという結果を得た。これにより、参照音は音楽性を与える要素であり、ユーザが楽しくリズムに乗りながら聴くための重要な要素であることがわかった。

今後は、絶対音感保持者のストレスの軽減に本システムが有効であるかを検証する。

謝辞 本研究は一部科研費 24300047 および科研費 25700021 の助成を受け実施したものである。

## 参考文献

- [1] 松本: 環境音の快-不快評価と音圧の関係; 情報科学技術フォーラム講演論文集, **Vol.10**, No.2, pp.235-236 (2011).
- [2] 浅香 淳: 新音楽辞典 楽語; 音楽之友社, p.31 (1977).
- [3] 天岩, 増田: 絶対音感保有者における聴覚刺激の干渉効果と脳活動: fNIRS による脳血流量の測定に基づいて; 共栄大学研究論集, **Vol.11**, pp.211-225, (2013).
- [4] 宮崎: 「絶対音感」はどこまでわかったか?; 日本音響学会誌, **Vol.60**, No.11, pp.682-688, (2004).
- [5] 柳原: なぜ絶対音感は幼少期にしか習得できないのか? : 訓練開始年齢が絶対音感習得過程に及ぼす影響; 教育心理学研究, **Vol.52**, No.4, pp.485-496, (2004).
- [6] 尾崎: 絶対音感にみる音楽認知の傾向と問題; 兵庫教育大学卒業論文, (2000).
- [7] 宮澤 志穂: ワーキングメモリモデルに基づく絶対音感保持におけるピッチ情報処理研究; 早稲田大学博士論文, (2011).
- [8] 松井: 音楽刺激による生体反応に関する生理・心理学的研究; 臨床教育心理学研究, **Vol.29**, No.1, pp.43-57.
- [9] 山本: 身の回りのものに任意の音色を割り当てて演奏可能な電子楽器インターフェース ~Possessing Drums~; 情報処理学会インタラクティブセッション, (2012).
- [10] 牛田, 杉浦, 水野, 高田, 横山, 嶋田: 心拍変動音楽変換機能を付加したコンピュータヒューマンインターフェース; 電子情報通信学会技術研究報告. MBE, ME とパイオサイバネティクス, **Vol.100**, No.190, pp.33-38, (2000).
- [11] 木村, 鈴木, 鈴木: 音楽理論に基づいた鼻歌作曲支援システム “ハミコン”; 日本大学文理学部情報システム解析学科 卒業論文, (2011).
- [12] 伊藤直樹, 西本一志: “歌詞歌唱による入力可能な Voice-to-MIDI 手法の提案”; 情報処理学会シンポジウム論文集, pp.71-72, (2007).
- [13] 生駒 忍: 楽器の認知度とその構造; 第 9 回日本感性工学大会予稿集, (2007).
- [14] 井上, 小林: 日本における SD 法による研究分野とその形容詞対尺度構成の概観; 教育心理学研究, **Vol.33**, No.3, pp.253-260, (1985).
- [15] 山中, 小松, 吉井, 高田, 城: 音楽の印象に対する重回帰分析とその評価; 情報処理学会研究報告. MPS; 数理モデル化と問題解決研究報告, **Vol.79**, No.12, pp.1-6, (2010).
- [16] 田口, 大串, 大前, 山崎, 真木: ピアノの計算演奏に対する聴取者の反応: ショパンのワルツの一節による実験; 日本音響学会誌, **Vol.49**, No.1, pp.19-27, (1992).
- [17] 井上, 小林: 東京ディズニーランドのイメージ構成要素とその形成要因; 東北地理学会, **Vol.66**, No.4, pp.225-233, (2010).