

**Abstract.** Although machine learning has been applied in various fields besides musical content creating, the applications of Japanese instrument are few. In this study, we analyzed one of the traditional Japanese performance named “chichibuyataibayashi”. In order to play the drum as the same style, we used the neural network to recognize the relation of subsections. Under the assumption that Neural Network is used for musical genre classification, the experimental results on 3 genres of Japanese drums’ dataset showed that the proposed method demonstrated the accuracy of 76%. Therefore, an automatic performance system of Japanese drum was implemented.

**Keywords:** Machine learning, Neural Network, genre classification

## 1. 研究目的

機械学習を用い、西洋楽器に対する研究が多いが、太鼓のような和楽器についての研究は少ない。例えば、埼玉県秩父市の秩父大祭に演奏される秩父屋台囃子は、大太鼓と小太鼓が一体となって演奏されるため、通常の練習は同時に行う必要があるから、個人が練習することが難しいという独特性を持っている。現在、大太鼓と小太鼓のリズムが合致するように、他方が奏でるリズムを想定し、もう一方を叩く必要があるため、熟練した能力を持つ奏者の指導など人力の対応を行っている。一方で、「大波へ」、「小波へ」と呼ばれた秩父屋台囃子の基本打法がいくつあるが、実際に曲を演奏する時、奏者によって、それらの「部品」を使い、組み合わせてフリースタイルを演奏する。従って、単に熟練者の演奏をコピーしてそのまま再生すると、その奏者だけの理解しか表現できない。また、ランダムで組み合わせると、伝統芸術の独特な魅力がなくなると考える。

機械学習により、一人の練習を支援するシステムを作成する為、予測器で大太鼓の演奏を作り、小太鼓の波形や大太鼓の打刻に関する研究[1]や音圧最大点と環状特徴量を利用し、演奏の上手さを評価する研究[2]などが進んでいたが、演奏を実際に評価するのは人間であり、演奏を客観的に評価するシステ

ム、演奏を出力するシステムに関する研究が少ない状態である。従って、ある演奏した曲に対し、より客観的な評価指標を作るシステムの構築を考えている。さらに、この評価指標を利用し、演奏効果を高めるシステムを完成すれば、支援システムを改善し、伝統文化の保護に対して役に立つと考える。

## 2. 自動演奏

機械学習を行う為のデータセットとして、秩父屋台囃子保存会・若葉会が発売している CD[3]から大太鼓と小太鼓の音を抽出した。図 2.1 に、小太鼓が 8 拍叩

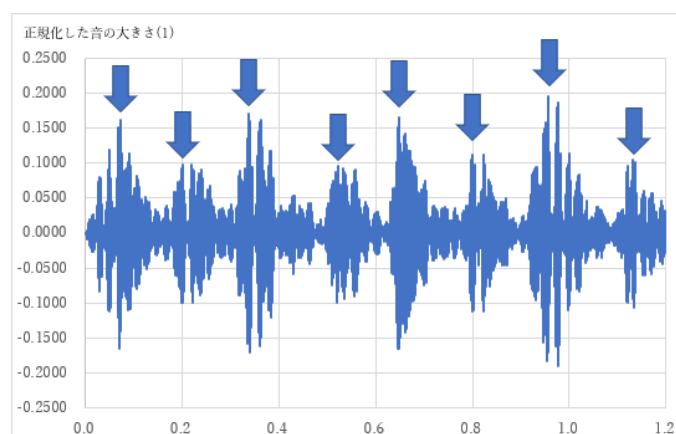


図 2.1 小太鼓 8 拍の波形

いた音波を示している。データが CD から抽出した為、音の大きさはサンプリングレートを正規化した値で表示する。毎拍の時間は均等ではないが、4 拍を 1 小節としての時間はおよそ 0.6s となっていることが分かった。

機械学習を行う際、学習データが必須である。上記の方法で得られた波形を 0.15s (1 拍) で分割し、文献

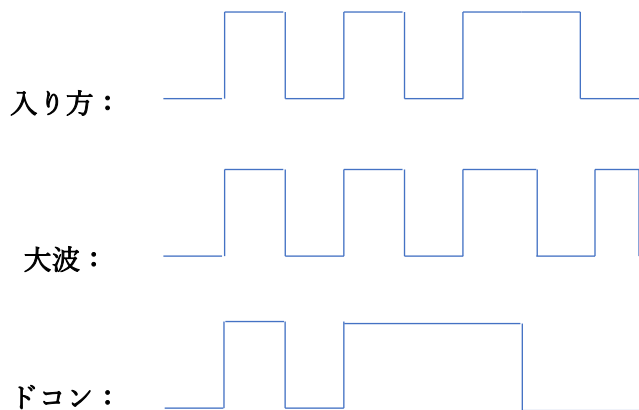


図 2.2 リズム型のイメージ (一部)

[1]に記載した方法で各部分の最大値を求め、その最大値が出力された時刻を記録した。よって学習データは  $[t_1, t_2, \dots, t_8, w_1, w_2, \dots, w_8]$  (8 拍毎に叩いた時刻を  $t_x$  その拍の強さを  $w_x$  とする) のような 16 次元のベクトルを 2965 個記録した。例えば、図 1 に表示している波形の特徴ベクトルは  $[0.072, 0.221, 0.338, 0.522, 0.649, 0.801, 0.956, 1.135, 0.154, 0.095, 0.169, 0.095, 0.163, 0.112, 0.191, 0.101]$  となる。本研究では、時間の長さが必要であるから、下記の式より、

$$T_0 = t_1,$$

$$T_n = t_{n+1} - t_n (n \in [1, 8])$$

全ての時刻を時間の長さに変更する。次に、隣接している二拍に対し、時間の長さが 0.1s 以下の拍があれば、長音として認めて時間を前拍に加算し、0 に修正し、時間ベクトルを作成する。

秩父屋台囃子保存会の初代会長高橋利雄が出演した「秩父屋台囃子講座」の教本 CD[4]から、10 種類の初心者叩き方の大太鼓のみのデータを抽出し、上記修正方法でやり直し、0 から 9 のラベルを付ける。叩き方のイメージは図 2.2 のように示している。正解ラベルを付けた高橋氏の 8 次元ベクトルデータを説明変数としてラベルを目的変数とするデータセットを学習データにする。教師あり学習のニューラルネットワークモデルを利用し、修正後の 2965 個データセットのラベルを予測する。結果は、全曲の中で、「入り方」、「大波」の使用頻度が高く、それに対して「小波」「ドコン」は低い頻度で演奏した。そこで、叩き方の繋が

りが解析できれば、リズム感を改善できると考える。

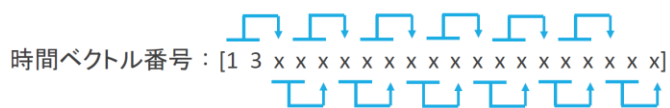


図 2.3 小節関係の推測

予測した 2965 個データのラベルを注目する。一つのラベルが 1 小節 8 拍の叩き方を示しているので、三つのラベルを 1 セットし、全てのデータのラベルを重ねて、2963 個セットを作成できる。これらの 3 セットデータに対して、前二つ叩き方の番号を組み合わせ、100 種類がある、また、理論的にはそれぞれの組み合わせを繋がる叩き方が 0 番から 9 番まで 10 種類で演奏できる。100 の組み合わせごとに 0 番から 9 番の演奏した回数を計算し、各組み合わせを繋がる全ての番号の総合を分母として確率を算出すると、図 2.3 のように繰り返して演奏する小節の番号を推測する。

### 3. ジャンル分析

本研究では、秩父屋台囃子の特徴を客観的な指標を作成し、ジャンル分析システムの構築を目指している。

ジャンル分析を行う為、同じ祭りの演奏に対して基本的に三種類を用意し、市販の CD とネットで公開している演奏ビデオをまとめ、曲セットを用意した。表 3.1 には収録した曲示している。

表 3.1 に収録した曲に対し、librosa を用いてスペクトル配列を抽出した。データ数を全体に 7 割程度をランダムで選び、訓練データとする。また、残った 3 割のデータはテストデータとする。三種類に分類したかったが、資料を収集際に、4 番目秩父屋台囃子 (高野) の演奏には、個性的な演奏を含めている為、表 3.2 のように三つの方式でジャンルを設定した。方式 1 には、ファイル 4 のデータを訓練したいが、テストデータは 1 ~ 3 と同様にテストする。

より特別の値を避ける為、各方式に対し、ニューラルネットワークの機械学習手法でそれぞれ五回の学習を行い、訓練正解率とテスト正解率を記録した。ここでは、正解ラベルが付けている為、それぞれの正解率は機械が予測した結果と正解が一致する割合を表すものである。

自動演奏システムを用い、秩父屋台囃子の1分間の演奏を5曲作った。演奏した曲を6s毎(5小節)に分割し、作った小節セットに対し、ジャンル分析を行った。

表 3.1 演奏ビデオのデータセット

	内容	データ (6s)
1	秩父屋台囃子 CD	604
2	秩父屋台囃子伝承會[5]	107
3	秩父屋台囃子伝承會[6]	23
4	秩父屋台囃子(高野)[7]	38
5	日野祭囃子(滋賀県日野町)[8]	185
6	日野祭囃子 大窪町 龍虎社囃子方[9]	197
7	日野祭り囃子共演会 2019[10]	394
8	葛西囃子保存会[11]	147
9	葛西ばやし地蔵ばやし保存会さん[12]	95
10	新春寿葛西囃子 お囃子[13]	91

分析結果には、[0]、[1]、[2]、[3]がそれぞれ秩父屋台囃子、秩父屋台囃子(高野)、日野祭り、葛西囃子四つのジャンルを表す。5曲ども秩父屋台囃子と判別した小節セットが0になり、日野祭りと判別した小節が過半数になる。予想以外の結果になった為、原因を判明することが必要である。

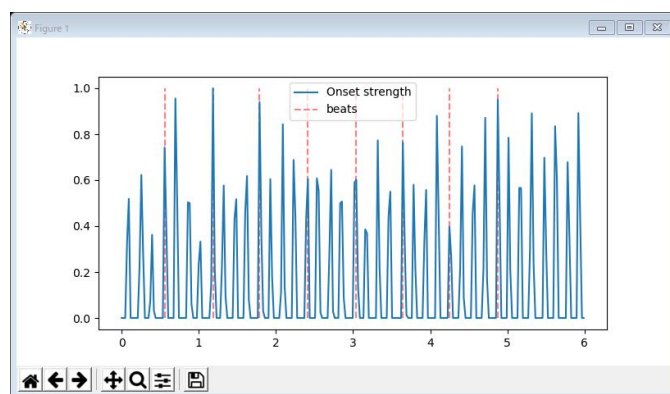
表 3.2 ジャンルの設定方式

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Class0		なし	Class1			Class2				
2	Class0				Class1			Class2			
3	Class0		Class1		Class2			Class3			

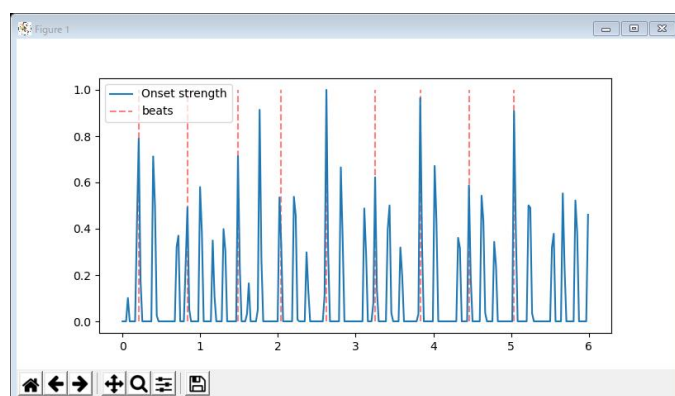
ジャンルを学習する際は、スペクトル配列を用いて行った為、各ジャンルの周波数特性を確認できる。自動演奏した曲のリズムを変わず、ただスペクトル特徴変化すると、別のジャンルを判別する仮説を設定した。

仮説を検証する為、自動演奏した曲のスペクトル配列を+150Hz シフトすると、ジャンル分析結果は秩父屋台囃子と判別された。通常、太鼓の音色は、作った材料と作り方によって決められるので、演奏した曲の周波数はある固定範囲以内になっている、すなわち、

スペクトル配列を用い、ジャンル特徴を学習させる際に、リズムの影響が弱いと考えられる。これを解決する為、リズムの関連性が高い特徴で学習させることが必要である。



(a) 秩父屋台囃子



(b) 自動演奏した曲

図 3.1 ビート特徴の一部

収録した曲に対し、librosa を用いてビート配列を抽出した。訓練データ数とテストデータ数は同じ 7:3 に分け、学習させた。5 回学習した結果の平均値は、訓練正解率 99.92%、テスト正解率 76%である。

同じ 1 分間演奏した 5 曲に対し、ジャンル分析を行った。分析結果には、[0]、[1]、[2]、[3]がそれぞれ秩父屋台囃子、秩父屋台囃子(高野)、日野祭り、葛西囃子四つのジャンルを表す。[0]秩父屋台囃子と判別した小節セットが 60%を越えている。図 3.1 には、各ジャンルに所属している曲のビート特徴の一部を示している。自動演奏した曲は秩父屋台囃子の叩き方を模倣していると考えられる。

#### 4. まとめと今後の課題

本研究では、秩父屋台囃子の太鼓を対象として、叩き方の繋がり方を考案し、自動演奏システムの実装を

行った。演奏システムのクラスタリングでは、10種類の初心者打法の演奏データを2965個抽出した。このデータセットをニューラルネットワーク手法で学習させたシステムを用意し、小節間の繋がる関係を把握できた。ランダム性が高い演奏より、少し特徴を持つリズムを演奏できた。

自動演奏した曲を評価する為、三種類、総計時間約三時間のビデオに対し、librosa ライブラリを用い、ビート配列を作成し、テスト正解率76%のジャンル分析システムを実装した。そこで、スペクトル配列だけを利用し、ジャンル分析を行う際、太鼓の素材等固有特性から、影響を受けたことが分かった。

また、ジャンル分析の結果を利用し、演奏システムを修正する方法を提案した。秩父屋台囃子と判別した小節セットの割合を増加することは可能だが、演奏システムの出力記録が必要であること、と演奏した曲を全体的に録音してから分析可能になることがまだ自動的なアルゴリズムにならない為、改善を考えられる。

今後の展望として、10種類の初心者打法より、14種類の打法まで拡充し、演奏システムの改善を試したが、熟練者のような上手く叩く演奏と比較すると、打法の豊富度はまだ足りない為、高級打法を含む演奏システムの構築が課題となる。

また、本研究はジャンル分析システムを構築際に、三種類しか含まれていないので、ジャンル分析システムとしては幅が狭い。異なる祭りのデータを増やすことも今後の研究で実現すべきことである。一方で、ジャンル分析システムには、スペクトル配列とビート配列、両方とも単一特徴量を学習させ、ジャンル結果を分類している状態である。日本伝統音楽ではないが、洋楽を対象として、ジャンル分析する研究が存在している。メル周波数ケプストラム係数+短時間フーリエ変化等様々な方法で特徴量を学習させて分析精度を検討した為、メロディーがなく、リズムに専念する太鼓の演奏については、ジャンル分析システムの精度を上がることも今後の課題である。

さらに、元々演奏したいジャンルと判別された分が全体に占めている割合で演奏を評価した。この指標が最適解であるかどうか、他に適切な評価指標を検討する必要があると考えられる。

## 参考文献

- [1] 佐藤 信太郎, “和太鼓における機械学習を用いた演奏支援システムについて”, 2018 年度中央大学修士論文.
- [2] 海老原 俊輔, “和太鼓のリズムの特徴量と機械学習を用いた評価”, 2019 年度中央大学修士論文.
- [3] 秩父屋台囃子保存会・若葉会, 国指定無形民俗文化財・秩父祭・秩父屋台囃子, Far East Island Record, 2014, CD.
- [4] 高橋利雄, 国指定重要民俗文化財「秩父祭」, 2008, CD.
- [5] 秩父屋台囃子 大太鼓編 秩父屋台囃子傳承會, <https://www.youtube.com/watch?v=34SA3wfEcig&list=WL&index=16&t=0s>, 2021/02, 閲覧
- [6] 埼玉県秩父市/秩父屋台囃子傳承會【大太鼓】, <https://www.youtube.com/watch?v=MQje1EAE5s0&list=WL&index=14&t=40s>, 2021/02, 閲覧
- [7] 秩父屋台囃子 和太鼓, <https://www.youtube.com/watch?v=XnbhLly6P4o&list=WL&index=15&t=0s>, 2021/02, 閲覧
- [8] 日野祭囃子 (滋賀県日野町), <https://www.youtube.com/watch?v=Pgz8jzfgnc&list=WL&index=5&t=0s>, 2021/02, 閲覧
- [9] 日野祭囃子 大窪町 龍虎社囃子方, <https://www.youtube.com/watch?v=ukOoWpynbEQ>, 2021/02, 閲覧
- [10] 日野祭囃子共演会 2019①, <https://www.youtube.com/watch?v=zNVPr9zyVsg&t=3684s>, 2021/02, 閲覧
- [11] 葛西囃子保存会 国立劇場演奏, <https://www.youtube.com/watch?v=-SErXQgB1fc&list=WL&index=10&t=0s>, 2021/02, 閲覧
- [12] 2017-03-05 第33回 越谷市郷土芸能祭(越谷市) 地蔵ばやし保存会さん「葛西ばやし」, <https://www.youtube.com/watch?v=8Zv2aN6FWxA>, 2021/02, 閲覧
- [13] 2018-01-08 新春寿葛西囃子(葛飾区) お囃子, <https://www.youtube.com/watch?v=GgcQiLnWnxg>, 2021/02, 閲覧