

スペクトル解析と統計手法を用いた音色分類法とその応用について の一考察

～ヴィヴァルディ「四季」の音色による分類～

大部麻美子[†] 華山宣胤[‡]

尚美学園大学 芸術情報学部 情報表現学科^{†, ‡}

概要：本研究では、弦楽合奏団（ヴァイオリン）の音色を分析するための新しい手法を導入し、既存の音声解析手法を用いた結果との比較を行う。ヴァイオリンから出る音のスペクトルについてはパルス駆動に若干のノイズ駆動の要素を加えた特徴を持っている。このような場合、一般的に用いられるスペクトル包絡の比較は、ヴァイオリンの音としての感覚的な類似性と結びつかないように思われる。そこで本研究では、スペクトルのピーク位置についてのバラツキ指標（分散・歪度・尖度）を求め、その数値に基づきクラスター分析を行う方法を検討する。

1. はじめに

ヴィヴァルディ作曲「四季」は世界中の多くの楽団が演奏し、CDが録音され発売されている。その演奏や音には微妙な差があり、聞き手はその微妙な差を楽しんでいる。そこで本研究は、ヴィヴァルディ作曲「四季」より「春」を例題として、弦楽合奏団（ヴァイオリン）の音色を分析するための新しい手法を導入し、既存の音声解析手法を用いた結果との比較を行う。

音声／音響データの分析では、一般的にスペクトル包絡の比較が行われる。ところが、ヴァイオリンから出る音のスペクトルについてはパルス駆動に若干のノイズ駆動の要素を加えた特徴を持っているので、とても複雑な波形をしている。そのため、スペクトルを単純化した包絡での比較は、ヴァイオリンの音としての感覚的な類似性と結びつかないように思われる。そこで本研究では、スペクトルのピーク位置についてバラツキ指標（分散・歪度・尖度）を求め、その数値に基づき分析を行う方法を検討する。

2. 導入手法

本研究は以下の手順を導入した。

- ① CDから「春」の1音目を取り出す。
- ② Window関数をかける。
- ③ MATLABを用いてパワー値を算出する。
- ④ Excelを用いてスペクトルのピーク位置を算出する。
- ⑤ スペクトルのピーク位置の分散・歪度・尖度を算出する。
- ⑥ 因子分析を行う。
- ⑦ 因子得点に基づいたクラスター分析を行い、音色によるグループ分けを行う。

この結果をスペクトル包絡の比較による音色の分析結果と比べ、どちらが有用であるかを検討する。

①は、ヴィヴァルディ作曲「四季」「春」は単音で始まっているため、1音目だけを取り出しやすい。②では、よく使われる hann window を用いた。④スペクトルの二階差分をとり閾値 (0.0001) を超えた点をピークとする。⑤ピークの位置について分散・歪度・尖度を算出する。⑦近くにプロットされたものは似た特徴を持つものとされるため、クラスター樹形図を見ながら実際に音を聞き比べる。

3. 結果

①～⑦の手順に従い、図1と2に示す結果（因子分析の寄与率：**72.25%**）を得た。この結果と実際に音を聞いた感覚（感想）を照らし合わせてみると以下のことが言える。

- (1) 図1の因子得点表中の  グループは低音が強めに聞こえてくる。重くしっとりとした印象がある。
- (2)  のグループは、高音から低音まで色々な音が聞こえてくる。刺々しいガサガサとした印象がある。
- (3)  のグループは高音が強めに聞こえ、軽い印象がある。
- (4)  のグループは、高音が強めに聞こ

A discussion of measure for timbre classification using methods for spectral analysis and statistical analysis and its application: timbre classification of "the four seasons (Vivaldi)"

[†]Mamiko Ohbe · Department of Information Technology, Shobi University

[‡]Nobutane Hanayama · Department of Information Technology, Shobi University

え、多少しっとりとした印象がある。

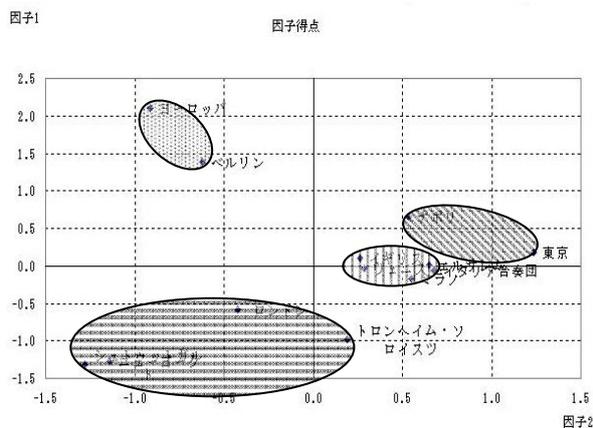


図1：分散・歪度・尖度の因子得点表

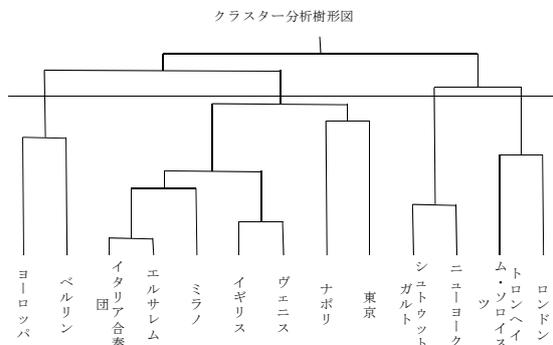


図2：因子得点に基づいたクラスター分析

以上のように、近い距離にプロットされているものをグループとし、そのグループの特徴を短い言葉で表現できた。また、聴覚と視覚が結びつきやすかった。

一方、一般的に用いられるスペクトル包絡による分類の結果を見ながら音を聞き比べてみると、低音の強く聞こえる楽団のグループに高音の強く聞こえる楽団が入っていたり、しっとりとした音の近くにガサガサをした音が並んでいたりと、グループごとの特徴をまとめられなかった。

これらの結果からスペクトルのピーク位置になる部分を抜き出し、楽団毎に分散・歪度・尖度を求めた結果を因子分析する方法を採用し納得のいく結果だと筆者は考えた。

4. 考察

実際に解析に使用したヴァイオリンの音をプロットすると図3のようなギザギザとした山の多いスペクトルが表れる。今まで行われていたスペクトル包絡による音声/音響データの音色の分析は、音色を規定する倍音のスペクトルを

包絡によってまとめてしまうため、比較はしやすいが倍音が曖昧になってしまい音色の特徴を捉えづらいのではないかと考えられる。スペクトル包絡は図4のような山の少ないグラフとなる。

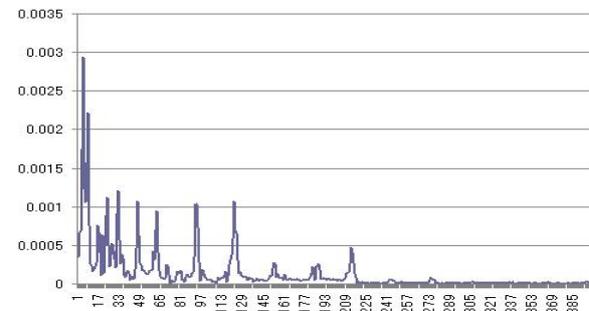


図3：スペクトル

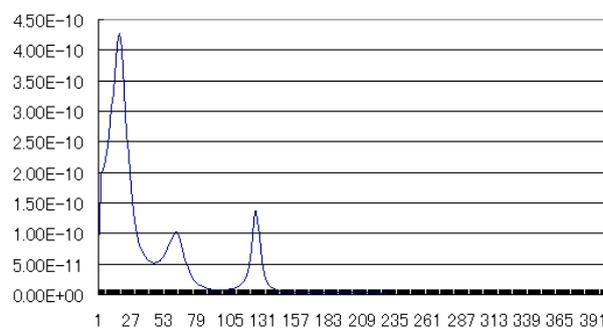


図4：スペクトル包絡

本研究では、包絡をせずにスペクトルのピーク位置の分散・歪度・尖度を比較することで、音色を規定する倍音スペクトルをより細かく分析に反映することができた。

5. まとめ

本研究では弦楽合奏団の音色を、スペクトルピーク位置のバラツキ指標に基づき分類する手法を導入した。導入した手法は一般的な方法と比べ人間の感覚に整合すると思われた。

参考文献

- [1]越川常治, ” 信号解析入門 (電子・情報基礎シリーズ) ”、近代科学社 (1992)
- [2]東京大学教養学部統計学教室 (編集), ” 統計学入門 (基礎統計学) ”、東京大学出版会 (1991)
- [3]北村達也、赤木正人, ” 音声のスペクトル包絡に含まれる個人性について ”、信学技法、SP93-146 (1994-03)
- [4]渋谷道雄、渡辺八一, ” Excel で学ぶフーリエ変換 ”、オーム社 (2003)