

ジャズ音楽のピアノ演奏における発音時刻の分析

森田果歩[†]北原鉄朗[†][†] 日本大学文理学部情報科学科

1. はじめに

ジャズにはスウィングといわれるリズムで演奏するなど、必ずしも楽譜上のジャストのタイミングで演奏されないことが多い。しかし、演奏者や曲によって発音のタイミングをどの程度ずらすかは様々である。

これまで、ジャズを対象とした発音タイミングの分析が行われてきた。Wesolowski¹⁾は、ジャズアンサンブルにおいて8分音符の発音とアンサンブルの同期性の関係を分析し、発音のずれは、ビートの位置やアーティキュレーション、ハーモニー、テンポなどの音楽的変数に関連していることを明らかにした。Friberg²⁾は、ジャズアンサンブルのジャズレコード4枚からスペクトログラムを用いてドラムのライドシンバルの発音を検出・分析し、ドラムは遅いテンポではスウィング比率がかなり高いことを報告した。Nelias³⁾は、400以上のレコーディングの分析から、ダウンビートの遅延がテンポの低下につれて増加することを、聴取者を用いた実験から、裏拍のときにソリストのダウンビートをリズムセクションでも遅延させることで、スウィングが大幅に強まることを明らかにした。池上⁴⁾は、スウィングによる音楽評価への影響について心理学的な実験を行い、テンポや楽器によって、スウィングの大きさはリズムに対する評価に強く影響することを明らかにした。

これらの研究では、8分音符における表拍と裏拍の音長の比 (beat-upbeat ratio, BUR) がよく用いられているが、重要な特徴はこれだけではない。ジャズミュージシャンは8分音符だけを演奏するわけではなく、表拍の発音のタイミングもずらすこともある。そのため、発音タイミングの全体的な特徴を可視化することで、視覚的に理解することが有効であると考えられる。

本稿では、ジャズのピアノ演奏の音源を対象とし、既存の発音時刻検出技術やビート解析技術を使って発音時刻やビート時刻を検出し、発音時刻の特徴を可視化する方法を提案する。これを用いて、市販されているジャズピアニストのピアノ演奏の発音タイミングを可視化し、考察する。

2. 可視化の提案手法

ジャズのピアノトリオを対象に、ピアノの発音時刻がビート時刻からどの程度ずれているかを以下の手順で可視化する。

2.1 発音時刻・ビート時刻の検出

ピアノトリオの音源からピアノおよびベースのみの音源を抽出した後、ピアノ音源から発音時刻 o_1, o_2, \dots, o_M 、ベース音源からビート時刻 b_1, b_2, \dots, b_N を検出する。音源分離には、Demucs Music Source Separation⁵⁾を用いる。ペー

ス音源は音量が小さいことが多く、そのままではビート時刻の検出が難しいため、Pydub モジュールを用いて4dB音割れする程度に音量を上げる。発音時刻、ビート時刻の検出にはlibrosaを用いる。

このとき、隣り合うビート時刻の差が中央値 δ の1.5倍より大きい場合は、間にビート時刻を補う。たとえば、 $b_{n+1} - b_n > 1.5\delta$ のとき、 b_n と b_{n+1} の間に $b_n + k\delta$ (k は1以上の整数で $b_n + k\delta < b_{n+1} - 0.5\delta$ を満たす) を補う。

2.2 ビート間隔内の発音時刻の検出および変換

あるビート時刻 b_n に対して b_n から b_{n+1} までの発音時刻を

$$O_n = \{o_m \mid b_n \leq o_m < b_{n+1}\}$$

としたとき、 O_n の各要素 o_m に対して、

$$o'_m = (o_m - b_n) / (b_{n+1} - b_n)$$

を求める (これにより0以上1未満の値に正規化される)。 $\{o'_m\}$ に対して N 個の階級からなるヒストグラムを作成し、これを $H(\omega)$ ($\omega = 0, 1/N, \dots, (N-1)/N$) とする。

2.3 ヒストグラムの描画

拍節には周期性があるため、その周期性を考慮してヒストグラムを描画するのが望ましい。そこで、単位円上にヒストグラムを描画する。具体的には、階級 ω の度数を $H(\omega)$ とすると、単位円上の座標 $(\cos 2\pi\omega, \sin 2\pi\omega)$ から、原点とはちょうど反対の向きに長さ $\alpha H(\omega)$ の線分を描画する。現在の実装では $N = 120, \alpha = 0.03$ である。

3. 実験

3.1 使用データ

1959年に録音され、1977年にリリースされたBill Evans Trioが演奏したアルバム『On Green Dolphin Street』に収録されている中から6つの演奏 (表1) を用いた。ピアノのソロに着目するため、テーマが終わった直後と想定される楽曲開始1分後～2分後の1分間を分析対象とした。

表1 使用した演奏

	楽曲名	収録時間
演奏1	How Am I to Know?	6:19
演奏2	My Heart Stood Still	5:20
演奏3	You and the Night and the Music	7:21
演奏4	On Green Dolphin Street	8:09
演奏5	Woody 'N You [Take 1]	4:25
演奏6	Woody 'N You [Take 2]	4:10

3.2 実験結果・考察

可視化結果およびそこから読み取れることを以下で考察する。以下、便宜的に1拍内に16分音符が4つ並んでいると考え、1つ目の発音時刻 (座標 (1, 0) 付近) を「第1テータム」、2つ目 (座標 (0, 1) 付近) を「第2テータム」、同様に3つ目、4つ目を「第3テータム」「第4テータム」と呼ぶ。

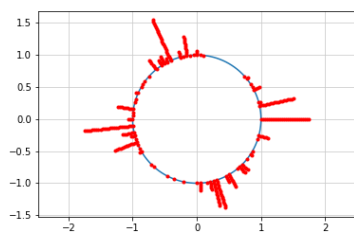


図1 「How Am I to Know?」
(演奏1)の可視化

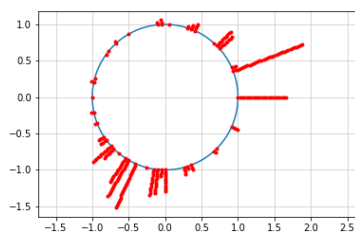


図3 「You and the Night and
the Music」(演奏3)の可視化

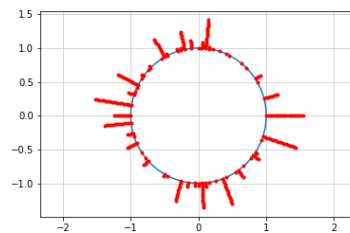


図5 「Woody 'N You [Take 1]」
(演奏5)の可視化

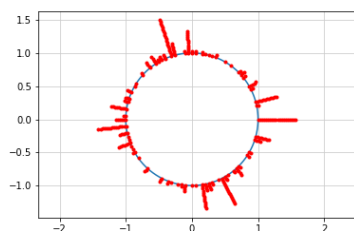


図2 「My Heart Stood Still」
(演奏2)の可視化

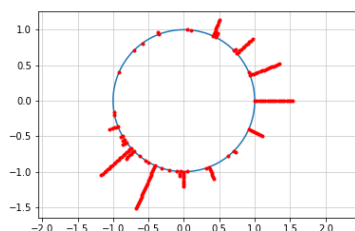


図4 「On Green Dolphin Street」
(演奏4)の可視化

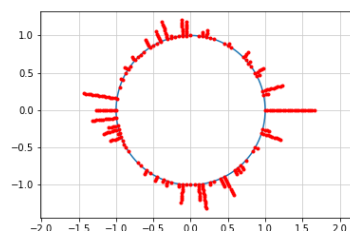


図6 「Woody 'N You [Take 2]」
(演奏6)の可視化

3.2.1 演奏1と演奏2の比較

図1は「How Am I to Know?」、図2は「My Heart Stood Still」に対する結果である。これらは、次の三つの点が類似しているといえる。(1) 第1テータムの発音はジャストなタイミングで発音したものが一番多いが、16分音符の1/6程度後ろにずらして発音したものが存在する(演奏1はジャストの0.75倍、演奏2は0.6倍)。(2) 第2テータムでは、ジャストのタイミングで発音したものは少なく、16分音符の1/6程度後ろにずれた時刻で発音したもののほうが多かった(第3・第4テータムも同様のことがいえる)。(3) 4つのテータム間の発音が少なく、全体的に少し後ろにずらし気味の16分音符を演奏しているといえる。

3.2.2 演奏3と演奏4の比較

図3は「You and the Night and the Music」、図4は「On Green Dolphin Street」に対する結果である。これらは、類似する点が二つあるが異なる部分もある。

類似している部分の一つ目は、第1テータムから第2テータムまで、16分音符の1/4程度の間隔で発音していることである。二つ目は、第2テータム・第3テータムにほとんど発音がなかったのに対し、第3テータムと第4テータムの中間あたりに発音が集中している。これは、ちょうど8分3連符の3つ目の発音時刻に相当すると考えられる。

第1テータムで、演奏3は、ジャストなタイミングより16分音符の1/4程度後ろにずらして発音したものが約1.5倍多い。つまり、表拍も含めて全体的に後ろにずらして演奏していることが分かる。一方、演奏4では、ジャストなタイミングの他、16分音符の1/4程度前にずらしたのものもある(ジャストの0.5倍程度)。

3.2.3 演奏5と演奏6の比較

図5は「Woody 'N You [Take 1]」、図6は「Woody 'N You [Take 2]」に対する結果である。これらは同じ曲のTake1, Take2であるため、全体的な形状は類似するものの、

異なる部分も見られる。たとえば、演奏5は演奏6に比べて、第1テータムをジャストより早めのタイミングで演奏していることが多い。ジャストなタイミングでの発音もあるが、16分音符の1/4程度前にずれているものと同じくらいある。しかし、演奏6はジャストなタイミングでの発音が一番多い。また、演奏5では、第2テータム付近の最頻値がジャストよりも若干前にずれているのに対し、演奏6では、第2テータム付近には鋭いピークは見られなかった。

4. おわりに

本稿では、ジャズのピアノ演奏を対象に、発音タイミングの分布の可視化を試みた。その結果、演奏間の違いを(特に同じ楽曲に対する演奏に対しても)読み取ることができた。しかし、発音時刻などの検出は自動であり、完全に正確な検出ができるわけではない。今後は、この結果の妥当性を専門家に検証してもらおうとともに、より多様な楽曲に対して可視化を試みていきたい。

謝辞本研究は、科研費22H03711, 21H03572の支援を受けた。

参考文献

- 1) Wesolowski, B.: "Timing deviations in jazz performance: The relationships of selected musical variables on horizontal and vertical timing relations: A case study", *Psychology of Music*, Vol.44, No.1, pp.7594, 2016.
- 2) Friberg, A., Sundstrm, A.: "Swing ratios and ensemble timing in jazz performance: Evidence for a common rhythmic pattern", *Music Perception*, Vol.19, No.3, pp.333349, 2002.
- 3) Nelias, C., Sturm, E.M., Albrecht, T. et al: "Downbeat delays are a key component of swing in jazz", *Communications Physics*, Vol.5, Issue 1, article id.237, 2022.
- 4) 池上真平, 重野純: "音楽鑑賞におけるスウィングの効果—リズム聴取実験による検討—", *心理学研究*, vol.84, No.2, pp.119-129, 2013.
- 5) Défossez, Alexandre: "Hybrid Spectrogram and Waveform Source Separation", *Proceedings of the ISMIR 2021 Workshop on Music Source Separation*, 2021.