

## 楽譜に記された情報の読み取りを対象とした音楽認知モデルの検討

湊山梨紗<sup>†</sup> 鈴木泰山<sup>‡</sup> 徳永幸生<sup>†</sup> 杉山精<sup>††</sup>  
 芝浦工業大学<sup>†</sup> 株式会社ピコラボ<sup>‡</sup> 東京工芸大学<sup>††</sup>

## 1. はじめに

音楽認知における研究対象は音楽聴取、音楽解釈、音楽作曲など多岐にわたる。また、それを対象とする学問も音楽学、認知科学、情報工学など様々である。大浦<sup>[1]</sup>は楽器演奏に必要な認知的技能を以下のように述べている。“記譜された音楽作品を演奏に移すには、最小限、楽譜に記された情報を読みとること、読みとった情報を打鍵のための指の運動指令に変換すること、それから、運動プログラムどおりに正確に指を動かすために運動をコントロールすること、の3つの過程を経なければならない。”本研究ではこの中でも“楽譜に記された情報を読みとる”という認知過程を取り上げる。従来研究では、演奏者の視覚に着目し、楽譜の認知過程さらには音楽の認知過程を明らかにする試みが数多く行われている。しかし、これらの研究は認知科学や認知心理学的な方法での探求が多い。

そこで本研究では、ピアノ演奏において、楽譜に記された情報を読みとる際の認知行動を探り、楽譜認知モデルを構築することを目的とする。将来的には計算機への実装を目指したい。

## 2. 楽譜認知モデル構築の前提

本研究では、音楽認知における“楽譜に記された情報の読みとり”を対象にモデルを構築する。そこでまず、演奏者の楽譜認知は演奏中の楽譜または手元を見る動作に現れると仮定し、その行動から認知モデルを検討する。アルゴリズムとして取り出すことが容易なモデルには、線形、非線形、状態変化など様々あるが、今回はまず単純な線形モデルを構築するために重回帰分析を使用した。楽譜または手元を見るという動作は様々な要因によって起こる行為であると考えられ、それを定量的に理解するために適した手法と考えたためである。

重回帰分析を行う前に、ピアノ演奏者に複数曲演奏してもらい、演奏中の演奏者の視線が楽

譜と手元のどちらを向いていたかを16分音符単位で記録した。そして、視線の向きと楽曲の音符配列の特徴の関係や、演奏者ごとの傾向などを目視で確認した。

被験者は全員、趣味としてピアノを弾く演奏者である。演奏に使用した曲と難易度、そしてそれぞれの曲を演奏した演奏者の人数を表1に示す。なお、難易度は全音楽譜出版社から引用しており、Aが初級、Bが初級上となる。

表1 演奏に使用した曲一覧

	曲名	作曲者	難易度	演奏者数
A	あやつり人形	ローデ	A	10
B	紡ぎ歌	エルメンライヒ	A	5
C	忘れな草	リヒナー	A	9
D	花の歌	ランゲ	B	5

演奏中の視線の向きは演奏者によってばらつきがあり、また、目視で確認した限りで一見してわかるような楽譜上の特徴との関連性はあまりなかった。そこで、重回帰分析を行う前に多くの演奏者が手元を見ている個所を調査したところ、手の位置が大きく変わるほど音高差がある場合や、フレーズなどの切れ目である場合が多かった。これらの知見をもとに、視線の動きに影響を与えそうな楽譜上の特徴を数値化し、目的変数と説明変数の設定を行った。そして、楽曲ごとに左手と右手のそれぞれについて視線の向きとの相関を分析した。

今回採用した目的変数は、ある拍内において演奏者のうち手元を見ている人数の割合とした。例えば、ある拍内で10名中3名が手元を見ていたとすると、目的変数の値は0.3となる。続いて説明変数は以下の9つである。

## 音高差

2つの音の音高差を鍵盤上の距離で表す。隣り合う白鍵どうしの差を1.0、隣り合う白鍵と黒鍵どうしの差を0.5とする。図1の左に例を示す。この差が大きいくほど演奏中に手を動かす必要があると考え、今回は差が6.0以上になったときを1、そうでなければ0とした。

## 発音が1か所

ある拍内で発音する個所が1か所しかないときは1、そうでなければ0とする。図1の右に例を示す。図1の曲は4分の2拍子である。この曲の場合、1拍目には左右とも8分音符が2か所存在するが、2拍目では左右とも8分音符が1か

The music cognitive model for reading of the information on a score

<sup>†</sup>Risa MINATOYAMA(m110132@shibaura-it.ac.jp)

<sup>‡</sup>Taizan SUZUKI(taizan@picolab.jp)

<sup>†</sup>Yukio TOKUNAGA(tokunaga@sic.shibaura-it.ac.jp)

<sup>††</sup>Kiyoshi SUGIYAMA

<sup>†</sup>College of Engineering Shibaura Institute of Technology

<sup>‡</sup>PicoLab Co., Ltd.

<sup>††</sup>Tokyo Polytechnic University

所のみとなっている．この2拍目のような場合を1とする．



図1 音高差（左）発音が1か所（右）

**休符**

拍内に休符があれば1，なければ0とする．

**モチーフの最後の拍**

本研究では2小節で1つのモチーフとする．

曲を先頭から2小節ずつに区切り，2小節目の最後の拍であれば1，そうでなければ0とする．

**フレーズの最後の拍**

モチーフと同様に4小節で1つのフレーズとし，4小節目の最後の拍であれば1，そうでなければ0とする．

**大譜表の最後の拍**

通常，ピアノ譜はいくつかの大譜表が上から下へ並んでいる．楽譜を見る際には一番右の小節から次の大譜表の先頭の小節へ視線を動かす必要がある．その動きと手元を見る動きには関連があると考え，1つの大譜表の末尾の小節の最後の拍であれば1，そうでなければ0とする．

**次の拍内における音符の数**

1つ先の拍内に音符がいくつあるかを示す．

**拍内での運指**

拍内で指くぐりや指またぎが必要であれば1，そうでなければ0とする．

**次の拍への運指**

ある拍から次の拍へ移る際に，指くぐりや指またぎが必要であれば1，必要でなければ0とする．

**3. 重回帰分析の結果と考察**

2章で述べた前提条件の下で，まずは曲全体に対して重回帰分析を行った．その結果を表2に示す．なお，「右：相関係数」は右手の相関係数を表す．

表2 曲全体の重回帰分析の結果

	曲A	曲B	曲C	曲D
右:相関係数	0.68	0.56	0.47	0.37
右:決定係数	0.47	0.32	0.22	0.14
左:相関係数	0.65	0.35	0.46	0.59
左:決定係数	0.42	0.12	0.21	0.35

表2の数値は1%水準で有意である．しかし，曲全体に対して高い決定係数を得ることはできなかった．また，曲を前半と後半に2分割にして分析を行ったが，これも高い決定係数を得られなかった．そこで，演奏者は曲全体に対して同じような認知をしているのではなく，部分的

に異なる認知をしていると考え，曲を部分的にわけて重回帰分析を行った．また，同じパターンであれば演奏者が同じ個所で手元を見る傾向があるため，そのようなパターンをまとめて分析を行った．その結果の一部を表3に示す．

表3 曲AとDにおける重回帰分析の結果

	曲A(パターン1)	曲A(パターン2)	曲D(パターン1)	曲D(パターン2)
右:相関係数	0.84	0.71	0.55	0.43
右:決定係数	0.70	0.51	0.30	0.18
左:相関係数	0.82	0.64	0.90	0.53
左:決定係数	0.67	0.41	0.80	0.28

表3の数値もすべて1%水準で有意である．曲Aのパターン1では，1から28小節と45から52小節をまとめ，パターン2では29から44小節と，53から75小節をまとめた．曲Dのパターン1では，1から8小節，19から26小節，45から51小節をまとめ，パターン2では27から44小節に対して分析を行った．表3よりパターンによっては精度が左右または片方の手で向上した．精度が向上したパターンでは，パターン内で音高差の大きい個所において，正確に打鍵するために手元を見るという行動が多く演奏者に共通して起こっていた．特に曲Dのパターン1では，右手には音高差のある個所は少なかったが，左手には多く現れ，なおかつその個所で多くの演奏者が手元を見ていた．反対に，曲中に左右の手を大きく動かす必要があるほどの音高差がない，または同じ音や同じフレーズが続くなど，手元を見るための要因が明確でないものには手元をみる個所に個人差が強く現れてしまい，高い精度は得られなかった．

また，曲内のすべての拍に対する目的変数の値について0.5から1までの値の割合を算出したところ，曲Aが約9%，曲Bが約19%，曲Cが約8%，曲Dが50%となった．つまり曲Dは外の曲に比べ，演奏者の半数以上が同じ個所を見る確率が高かった．このことから，曲の難易度が高いほど演奏者は楽譜に制約され同じような行動を取り，反対に難易度が低いほど演奏に余裕が生まれ，行動に個人差が現れると考えられる．

**4. まとめ**

本研究は楽譜に記された情報の読み取りを対象に，重回帰分析を用いてモデルを構築した．その結果，特に音高差があるフレーズの楽曲に対しては有効な結果が得られることがわかった．引き続き適切な説明変数を検討し，より精度の高いモデルの構築を行うとともに，本モデルの適用範囲を明らかにする．

**参考文献**

[1] 大浦容子，音楽と認知，波多野諄余夫（編），pp. 69-95，東京大学出版会，1987