

## 読譜時の視行動時空間軌跡パターンによる ピアノ演奏者の楽曲難易度要因推定

Identification of factors of difficulty levels of music for piano players  
using space-time trajectories of eye movements in score reading

笠原 翔平 †  
Shohei Kasahara

中平 勝子 †  
Katsuko T. Nakahira

北島 宗雄 †  
Muneo Kitajima

### 1 はじめに

一般的にピアノ演奏は楽譜を読み、楽譜に記載されている記号を認知して演奏行動が行われる。関連研究として、藤間ら [1] はピアノ演奏技能獲得過程の記述を行い、ピアノ演奏において視覚-聴覚-運動系とそれらの認知が円滑に連動することによりピアノ演奏がなされることを示唆している。また、笠原ら [2] はピアノ演奏者の読譜中の視線を計測し、演奏者にとって易しい楽曲の場合は指定された時間で読譜を行うことができ、難しい楽曲の場合は一音ずつ丁寧に読譜を行わなければならないため、指定された時間で読譜を行うことができないと報告した。したがって、演奏する楽曲の構成や演奏者の演奏技能などの様々な要因によって演奏行動に違いが見られ、それらは読譜時の視行動に現れると考えられる。

本稿では、楽譜上の注視点の時系列データで現される視線移動の時空間軌跡パターンと、読譜の際に起きている認知過程や情報処理過程を示す。ピアノ演奏の熟達度の違いにより時空間軌跡パターンに違いが現れると考えられるため、読譜の際に起こっている認知過程や情報処理過程の違いから、演奏者の楽曲難易度要因の推定を行う。

### 2 視行動時空間軌跡パターン

笠原ら [2] は、読譜時における停留点移動を、時刻  $t$  における  $xy$  平面に定義される楽譜上の注視点  $(x(t), y(t))$  の時系列データで現される時空間表現による軌跡パターンとして特徴づけることを試みた。図 1 に非熟達者、図 2 に熟達者の視行動軌跡パターンによる停留点移動の概念図と、時間  $t$  の変化に伴う停留点の  $y$  座標の変化のグラフを示す。中平ら [3] は、読譜は一般の文章を読む場合の水平方向の視線移動とは異なり、水平方向に加えて垂直方向の視線移動が必要になると報告している。また、演奏者の演奏技能が楽譜の難易度を上回る（演奏者にとって楽譜の難易度が低い）ほど、大譜表の符頭を一つのまとまりとして読譜を行い、停留点の  $y$  座標の変化も小さくなると考えられる。したがって、熟達者と非熟達者では一つの停留点で獲得できる情報の範囲が異なると考えられるため、時空間表現による軌跡パターンとして現すことにより、一回の停留の間に認知する楽譜の領域の違いを読み取ることが容易になる。そして、停留点に関連付けられる視行動軌跡の範囲や停留点間の距離を分析することにより、読譜中に起きている認知過程や

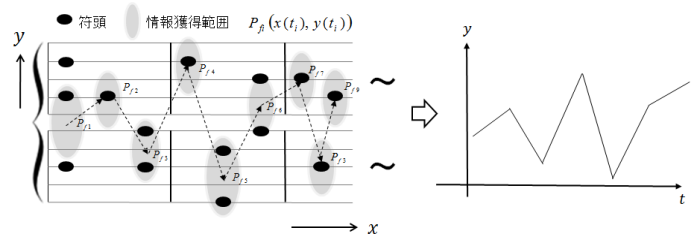


図 1 非熟達者の視行動軌跡パターンの概念図

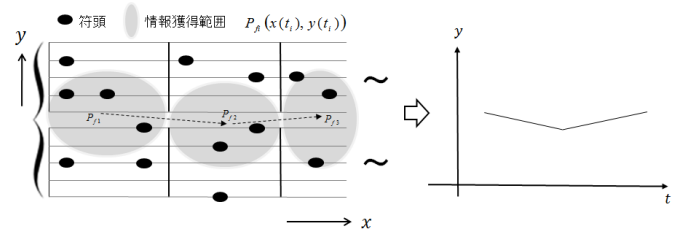


図 2 熟達者の視行動軌跡パターンの概念図

情報処理過程から、演奏者の楽曲の難易度を決める要因を推定することができると思う。

### 3 読譜における認知過程

藤間ら [1] が記述したピアノ演奏技能獲得過程 (図 3) に基づき、情報処理や記憶に着目して読譜時の認知過程を示す。

**外界からの情報取得・情報処理:** 外界からの情報である楽譜には音符や休符といった様々な音楽記号が示されている。また、感覚記憶された情報は、記憶された情報のなかから、その人間が注意を向けている情報 1 つしか短期記憶に格納することができないため、演奏するために必要だと思える情報を注意する能力が必要である。この時、視覚からの情報取得時間や、短期記憶に格納する情報量はピアノ演奏者の熟達度に関係する。

**情報の検索 (記憶):** 長期記憶からの検索は、頻繁に使用している情報ほど確率が高くなり、確率が高いほど情報を引き出しやすくなる。つまり、ピアノ演奏の熟達度が上がるにつれて、短い時間で情報を引き出すことが可能である。また、長期記憶から引き出される情報は検索した情報そのものの意味だけではなく、熟達度に応じ、その情報に関係した情報 (鍵盤の位置や鍵盤を弾く指など) も一緒に引き出される。

**認知と運動:** 長期記憶は読譜や聴覚、運動により情報が引き出

† 長岡技術科学大学

表 1 ピアノ演奏者の読譜における情報処理

	エラー	情報選択の必要性
非熟達者	多：情報活用機会の少なさによるエラー	あり：短期記憶へ格納できる情報量が少ない
熟達者	少：情報活用機会が多く、円滑な情報検索が可能	なし：短期記憶へ格納できる情報量が多い

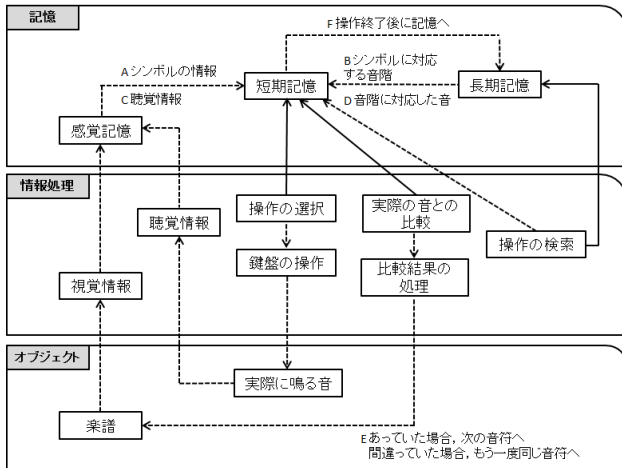


図 3 ピアノ演奏技能獲得過程。実線は記憶へのアクセス、破線は操作の過程を示す。(藤間ら [1] の提案を基に再編)

されるほど、認知と運動の結合度は強くなる。つまり、読譜の回数が増えるほど適切な情報処理や判断、運動ができるようになる。また、読譜の能力はピアノ演奏技能に少なからず関係しており、読譜の能力が高いほど演奏技能も高いと判断できる。

#### 4 ピアノ演奏者の楽曲難易度要因の推定

熟達度の異なるピアノ演奏者の読譜における情報処理をエラーと情報選択の必要性に分類し、図 3 のピアノ演奏技能獲得過程と照らし合わせて楽曲難易度要因の推定を行う。表 1 にピアノ演奏者の読譜における情報処理を示す。

##### 【非熟達者の情報処理】

**エラー：**感覚記憶に正しく格納されたシンボルの情報は短期記憶へ転送され、長期記憶領域の検索司令を行う。しかし、長期記憶内の情報検索に時間を要する、あるいは正しい情報を引き出せない状態である。(図 3: A F B) つまり、引き出す情報を頻繁に利用していないため、異なった情報を引き出してしまいう情報活用機会によるエラーである。

**情報選択の必要性：**感覚記憶から短期記憶に格納(図 3: A)する情報量はピアノ演奏の熟達度に関係してくる。図 1 の停留点移動の概念図にも示すように、非熟達者は大譜表の符頭を一つのまとまりとして格納するのが難しく、符頭を一つずつ短期記憶に格納しなければならない。つまり、次々に視覚情報から入ってくる外界の情報をすべて処理できず、演奏するために必要な情報を見落としているかもしれないと考える。また、長期記憶への検索回数も多くなるため、指定された時間で読譜を行うことができない。

##### 【熟達者の情報処理】

ピアノ演奏の熟達度が上がる(演奏者にとって楽譜の難易度が低い)ほど、非熟達者に起こるエラーが少なくなり、情報の選

択も必要なくなると考えられる。したがって、読譜中の情報処理を円滑に行えるため、情報の検索だけにリソースをさかず、楽曲をイメージして指運動や鍵盤を弾く指などの検索も行うことができる。

#### 4.1 楽曲難易度要因の推定

熟達者と非熟達者の読譜時における情報処理より、楽曲難易度を決める要因は円滑な情報検索や情報処理が可能であるかどうかである。ピアノ演奏の熟達度が上がるにつれて、短期記憶に多くの情報量を格納することができ、長期記憶から一度に多くの情報を引き出すことが可能である。また、情報検索を繰り返す、つまり読譜を行う機会が多くなるほど長期記憶との結びつきが強くなる。したがって、非熟達者は読譜を行う機会が少くないと考えられるので、情報の検索に多くのリソースを割かなければならず、円滑な読譜はできないと考えられる。また、ピアノ演奏における長期記憶を訓練するには、指運動や聴覚の訓練などがあり、読譜も例外ではなく、読譜能力が高いほどピアノ演奏技能も高いと判断されるため、読譜の訓練はピアノ演奏技能向上につながると考えられる。

#### 5 まとめと今後の課題

本稿では、読譜時の認知処理プロセスを示し、熟達度の異なるピアノ演奏者に起きている情報処理より楽曲難易度要因を推定を行った。ピアノ演奏の非熟達者は熟達者と比較して、読譜を行う機会が少ないために短期記憶へ格納できる情報量が少なく、長期記憶への検索回数が多くなるため、円滑に読譜が行われないと推定した。

今後の課題として、ピアノ演奏者の視行動時空間パターンの分析を行い、読譜時の認知過程や情報処理と合わせて具体的な楽曲難易度要因の推定を行う。

#### 謝辞

本研究の遂行にあたり、実験に協力していただきました京都女子大学深見友紀子教授、および京都女子大学発達児童学部の皆様に厚く御礼申し上げます。

#### 参考文献

- [1] 藤間渉, 中平勝子: 読譜視線分析によるピアノ演奏技能獲得過程の記述, 第 11 回情報科学技術フォーラム講演論文集, 第 3 分冊, pp.559-660, 2012
- [2] 笠原翔平, 中平勝子, 北島宗雄: 読譜時の視行動時空間パターンとピアノ演奏技能の関係, 情報処理学会第 78 回全国大会, 2016
- [3] 中平勝子, 北島宗雄: 読譜スキルを特徴付ける方略の視行動データに基づく視覚化, ヒューマンインタフェース学会誌, Vol.17, No.4, pp.317-325, 2015