

## 読譜時視行動パターンを利用した楽譜難易度判定

Musical score difficulty level determination using visual behavior data while sight reading

長井 貴也<sup>†</sup>  
Takaya Nagai中平 勝子<sup>†</sup>  
Katsuko T. Nakahira北島 宗雄<sup>†</sup>  
Muneo Kitajima

## 1 はじめに

近年、ピアノ学習における苦手意識の克服や練習の効率化を図るため様々な視点からの研究が行われている。竹内ら [1] は、演奏における打鍵を記録し、そこで収集されたデータに基づく演奏補助情報を表示する学習支援システムを構築し、熟達過程について考察している。中島 [2] は、ピアノ授業における問題を改善するため、グループにおけるピアノ教授法を提案した。笠原ら [3] は、演奏スキルが読譜時の情報取得に及ぼす影響を認知過程に基づいて予測し、非熟達者と熟達者の読譜時における視行動を分析することで、演奏者が感じる楽譜難易度が解釈できることを示唆した。

これらの背景を踏まえ、本稿では初見演奏楽譜に対する練習前後の視線計測実験を行うことによって得られる視行動パターンや演奏情報を利用し、楽譜難易度判定を行う際に必要とされる特徴量を特定する。視行動・演奏時打鍵データより、単位時間当たりの読譜能力、演奏時間や打鍵ミスを出し、練習前後における各特徴量の変化パターンから演奏技能レベルを推定可能であるかどうかを検討する。

## 2 ピアノ演奏における楽譜の認知過程

図1に笠原ら [3] が考案したピアノ演奏時における知覚・認知・運動モデルを示す。ピアノ演奏は楽譜から情報を読み取り、それを身体運動に移し、ピアノの発生音と読み取った情報とを比較するという一連のプロセスを繰り返す。特に、読譜行動は楽譜からの情報を身体運動に置換する過程という意味で、重要な役割を果たしている。そこで、「読譜行動」と一般的に演奏スキルを評価する上での指標である「演奏時間」や「演奏ミス」を加え、笠原らのモデル [3] に基づいて解釈し、演奏者が感じる楽譜難易度の要因を考察する。

**読譜能力**：感覚記憶に格納された情報は、記憶された情報の中から、その人間が注意を向けている情報を短期記憶へ格納し、その情報を元に関連する記憶を長期記憶から検索する。音符1つずつ、あるいは1まとまり（複数個の音符）といった、短期記憶への格納量は演奏者のスキルによって左右される。スキルが高いほど、ピアノ関連知識が構造化されており、情報検索に要する時間が短くなる。短期記憶への情報格納量と長期記憶からの検索時間によって、楽譜に対する読譜能力が決定されると考えられる。短期記憶への格納量が多く、短時間で情報の検索が行われるほど読譜能力が高い場合、その演奏者は楽譜を理解するだけの能力を有していると推定できる。

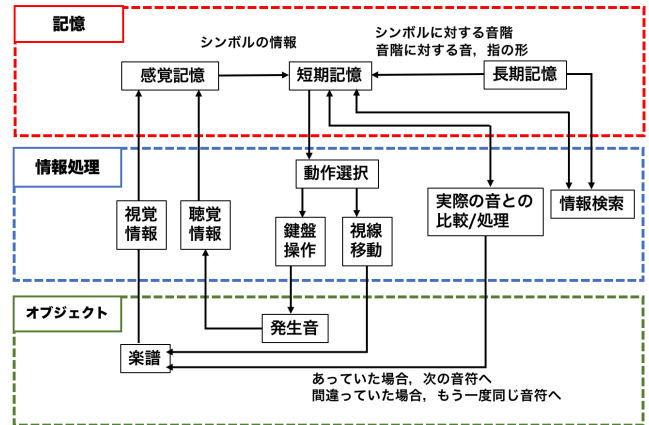


図1 ピアノ演奏の知覚・認知・行動モデル [3]

表1 楽譜難易度の要因

	楽譜難易度：易	楽譜難易度：難
読譜能力	高い	低い
演奏時間	適切	冗長
演奏ミス	少い	多い

**演奏時間と演奏ミス**：演奏ミスには2つの可能性がある。本来検索されるべき打鍵情報と異なった情報が検索された場合と長期記憶からの検索に時間がかかるために、本来処理すべき時間内に処理することができず、演奏のスピードについていけず、演奏を止めてしまう場合である。この時、演奏のタスクを一旦やめ、読譜行動に専念し、適切な情報を検索できたら再度弾き直すという行動をとる。その結果、テンポを落としていたり、運指することにリソースをかけてしまい、記憶への情報検索が円滑に行うことができなくなると考えられる。また、練習において運指を強化することで、この問題を克服することができるが、演奏時間にあまり変化がなく、演奏ミスが続くようであれば、演奏者にとって難易度は適切でないと考えられる。

以上の要因をまとめたものを表1に示す。これらが楽譜の難易度を特徴付けると仮定して、初見演奏の視線計測実験を行った。

## 3 実験

本稿では、長井ら [4] がK女子大で行なった実験手順および実験データを利用して検討を進める。視線計測には、アイト

<sup>†</sup> 長岡技術科学大学

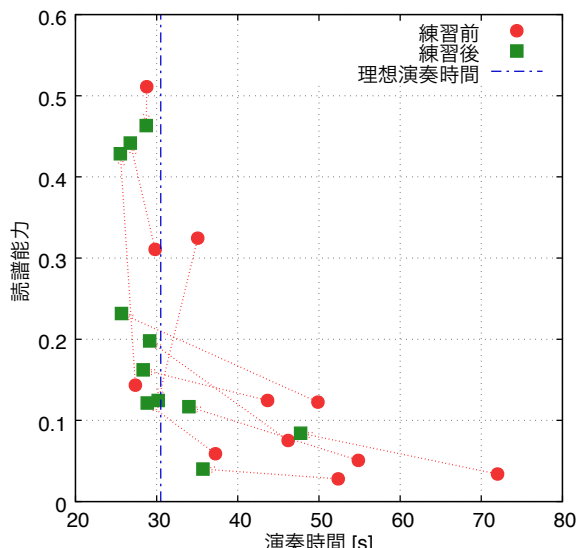


図 2 練習前後における読譜能力と演奏時間の変化

表 2 実験参加者の実験データ

参加者	練習	$x$ 軸範囲	$y$ 軸範囲	演奏時間	演奏ミス
A	前	0.24	0.31	46.2	9, 0
	後	0.55	0.36	29.1	2, 0
B	前	0.33	0.09	52.3	18, 3
	後	0.40	0.10	35.7	4, 0

ラッカー (サンプリング周波数 60Hz) を用い、電子ピアノで行われた演奏を MIDI で記録した。

分析対象としたデータは、練習前後における課題曲の 1 分間の読譜時の視線データ、課題曲の MIDI データである。読譜能力については「情報獲得量範囲」[4] の考えを導入した。課題曲の 1 小節の上下段を含む面積のうち、単位時間あたりに情報取得できる能力との割合を楽曲に対する読譜能力とする。また、本稿では、各小節における音符の情報量は同じであると仮定し分析を行う。打鍵ミスについては、違う打鍵や余計な打鍵が演奏が止まった場合と、演奏が止まってしまって直前から弾き直した場合のミスの場合を分けて計測した。楽譜ごとに 3 グループに分類した内の 1 つのグループ、実験参加者 11 名を分析例として示す。

全体の傾向を図 2 に示す。図 2 は初見演奏直後、および 10 分間の練習後における読譜能力と演奏時間の変化を表している。 $x$  軸は課題曲の演奏時間を示しており、理想演奏時間に近づくほど円滑に情報処理ができていないことを表す。 $y$  軸は読譜能力を単位時間あたり取得できた 1 小節上下段内の情報量を示している。11 名中 9 名が、上達するにつれ、読譜能力がわずかに上がっている特徴が見られた。これは、練習によって、単位記憶に格納できる量や情報処理速度が上がったことによると考えられる。また練習前のうち、理想演奏時間内に 8 名が弾き終わらなかった。そのうち 5 名が読譜能力が 0.1 以下であった。演奏能力と読譜能力は直結するという水戸の指摘 [5] と併

せてと合わせて考えると、その演奏者が感じる楽曲難易度は難しいと考えられる。

次に、練習前後における演奏ミスや読譜能力がどのように変化したか考察する。ここでは、練習前は理想演奏時間内に弾き終わらなかったが、練習後、弾くことができたようになった実験参加者 A、練習前後で弾くことのできなかった実験参加者 B を分析対象として考察を行う。表は、各参加者の読譜能力の変化 ( $x, y$ )、演奏時間、演奏ミスでは打鍵ミス回数と弾き直し回数の変化を示している。

参加者 A は、練習前は演奏時間が長く、弾き直す行動はなかったが、音符の読み間違いによる打鍵ミスが 9 回あった。練習後は打鍵ミスは 2 回と著しく減少し、 $x$  軸方向の読譜能力が 0.3 も上昇していることがわかる。短時間の練習で、音符をひとまとまりとして読むことができるようになったと推測できることから、演奏者にとって課題曲は短時間の練習で修得できる難易度であったと推測できる。

参加者 B は、他の参加者と比較し、 $y$  方向の読譜能力が低いという特徴が見られた。練習後においても  $y$  方向の読譜能力にあまり変化が見られないことから、上下段同時に情報を取得することが苦手であると考えられる。練習後で演奏時間やミス回数が減っていることから運動に関する情報処理が円滑に行われつつあるが、理想演奏時間に届かないことやミスがあることから、演奏者にとって、課題曲は難易度が難しいと推測される。 $y$  方向の情報量が少ない楽曲で練習を行う必要があると考えられる。

#### 4 まとめと今後の課題

練習前後において読譜能力と演奏時間、演奏ミスの変化パターンを分析し、演奏者に対する楽曲難易度が推定可能であることを示唆した。今後は、実験参加者のプロファイルを加えた分析し、より正確な楽曲難易度の推定を行う。

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 大東文化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] 竹川佳成, 平田圭二, 田柳恵美子, 椿本弥生: 鍵盤上への演奏補助情報投影機能を持つピアノ学習支援システムを用いた熟達過程の評価分析, 情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 5, pp. 1093-1100 (2017).
- [2] 中島卓郎: 実践的指導力を高めるピアノ教育の試み-教員養成教育の場合-, 信州大学教育学部附属教育実践総合センター紀要「教育実践研究」, No.3, pp.31-40, 2002
- [3] 笠原翔平, 中平勝子, 北島宗雄, 読譜時の視行動時空間軌跡パターンとピアノ演奏技能の関係, 第 78 回全国大会講演論文集, Vol. 2016, No. 1, pp. 381-382 (2016).
- [4] 長井貴也, 中平勝子, 北島宗男: ピアノ演奏練習前後における視行動変化と演奏技能の関係, 教育システム情報学会学生研究発表会 (北信越), A01, 2018.
- [5] 水戸 博道: 読譜のメカニズム, 音楽教育実践ジャーナル, Vol.7, No.1, p. 124-130, 2009