

## 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

The relationships between the skill levels of piano performance and the changes in visual behaviors while reading score before and after the practice

長井 貴也 \*<sup>1</sup>, 中平 勝子 \*<sup>1</sup>, 北島 宗雄 \*<sup>1</sup>

Takaya NAGAI\*<sup>1</sup>, Katsuko T. NAKAHIRA\*<sup>1</sup>, Muneo KITAJIMA\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> 長岡技術科学大学,

\*<sup>1</sup> Nagaoka University of Technology,

E-mail: s13107781@stn.nagaokaut.ac.jp

**概要:** 本稿では、ピアノ演奏熟達と読譜時視行動変化の関係を導くために、ピアノ演奏学習者を対象に楽曲練習前後における読譜時視行動計測実験を行い、練習前後の視行動変化と演奏技能向上の関係を分析し、特徴抽出をする。初見の楽曲練習前後において1分間の読譜行動・楽曲演奏を課し、その時の視線を計測した。計測データより、練習前後で違いが出ると予想される1回当たりの停留における情報獲得の範囲・停留時間を算出、比較を行う。

**キーワード:** ピアノ演奏, 音楽教育, 視線計測, 熟達化

表1 楽譜情報

項目	値	項目	値
楽譜	4種類	最大符頭数	9 ~ 18
小節数	16 ~ 17	最小符頭数	2 ~ 6
		平均符頭数	7.0 ~ 13.2

### 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いて、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。一方、笠原ら [2] は、ピアノ演奏における認知過程に着目し、読譜時における初心者と熟達者の視行動の違いを分析した。また、長井ら [3] はピアノ初心者の演奏技能の熟達過程における視線の変化を分析し、視行動の移動距離や注視点の時系列パターンが技能成長の指標になると考察している。寺岡ら [4] は、指導者向けに視行動データや個人学習情報を提示するシステムを開発しており、音楽教育現場で使用することで指導支援に寄与し、学習の効率化が見込まれると考察している。

本稿では、長井ら [3] の予備実験で得られた知見を利用し、ピアノ経験者を対象にした視行動計測実験を行った。1回の停留における情報獲得量を定量化し、練習前後の視行動変化と演奏技能向上の関係を分析、熟達の特徴を抽出、比較を行うことで、ピアノ学習支援に寄与することができると思われる。

### 2 実験

本稿では、ピアノ演奏熟達と読譜時視行動変化の関係を導くために以下の実験を行った。ここでは、ピアノ経験者を「ピアノ演奏の専門教育（私的レッスン等を含む）を少なくとも1年以上受けていた者」とする。初めて触れる課題曲に対し、次の様な手順で読譜・演奏を行わせ、その際に、視線計測を行う実験を京都女子大学で行なった。実験諸元は次の通りである。

**実験参加者:** 学部2~4年生25名、京都女子女子大卒業生1名、講師1名、計27名が参加した。

**課題曲:** ヤマハ音楽能力検定制度に使用されるピアノ演奏グレード6級と同程度の曲を4曲、課題曲として選定した。表1に楽譜情報を示す。実験で使用する課題曲レベルの選定については有識者の助言を参考にした。

**計測機器:** 楽譜提示用ディスプレイとして DELL ST2210b (21.5inch, 解像度 1920 × 1080px), 視線計測には、Tobii アイトラッカー (Tobii X2-60, サンプリング周波数 60Hz) を用い、Tobii Studio にて制御を行った。

ピアノ演奏は電子ピアノ (YAMAHA P-255B), MIDI録音を Domino で行い、その様子をビデオカメラ (sony FDR-AX100) で収録した。

**実験手順:**

始めに実験の目的、趣旨について説明を行い、以下の手順で実験を行った。

- 被験者自身による課題曲選定
- 選定された課題曲に対する1分間の読譜と初見演奏
- 10分間の課題曲練習
- 再度、課題曲に対する1分間の読譜行動とピアノ演奏
- 個人プロフィール取得のためのアンケート

### 3 分析

#### 3.1 情報獲得範囲

停留の定義は中平ら [5] の提唱した定義を使用する。停留点と判断された視点群の  $x, y$  座標の最大値, 最小値を頂点として、描画できる長方形を1回の停留における情報獲得範囲とする。また、どの時刻にどれくらいの長さで情報獲得を行っていたかを示すため時間  $t$  を追加する。本稿では、ある座標に停留していた時間を情報獲得時間と定め、情報獲得範囲と情報獲得時間を用いて直方体として記述し、停留点を時空間パターンとして記述を行う。時空間パターン例を図1に示す。楽譜上における視点データの座標をそれぞれ  $x$  軸,  $y$  軸で表し、経過時間を  $t$  で表現する。時空間パターンとして示すことにより、演奏者の視行動の概形を表すことができる。

本実験における条件下では、被験者から楽譜までの距離を 60cm とし、角度  $1^\circ$  (中心視) は、 $x, y$  方向とも 40px とし、距離を  $\theta = 2^\circ$  以内、視点データが 6個以上 (100ms) の視点群を停留点とした。

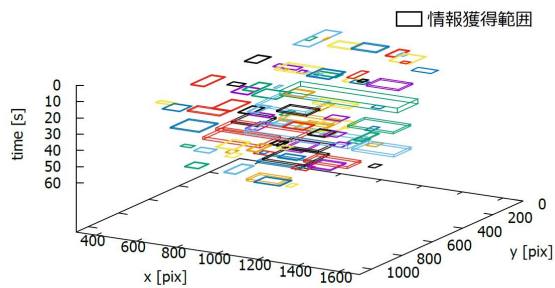


図1 読譜時視行動時空間パターンの表現例

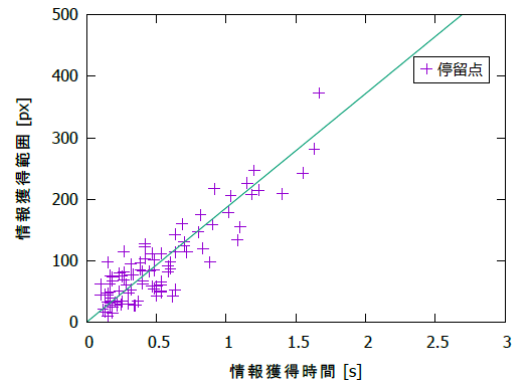


図2 情報獲得範囲 (x 軸) と情報獲得時間

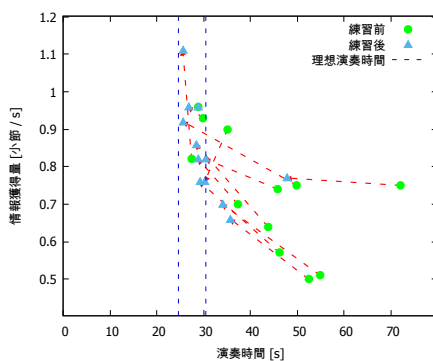


図3 練習前後における演奏時間と情報獲得量の変化

### 3.2 演奏技能

演奏技能を評価する方法としては、正確な打鍵、リズムの緩急、打鍵強度など様々な観点から評価する方法がある。長井らの予備実験 [3] によれば、ある楽曲に対して熟達すると、ミスが少なくなり、楽譜指定のテンポで弾くことができる傾向が見られる。熟達前では、ミスが多くなり、その結果、演奏時間が長くなる傾向が見られるということが見出されている。本稿では、演奏技能を課題曲を演奏するのにかかった時間と捉え、楽曲指定テンポで弾く理想演奏時間  $t_{ideal}$  の近辺で弾くことが出来れば、演奏技能が向上したと判断をする。

### 3.3 分析例と考察

分析方法は次の通りである。まず、被験者  $i$  の視線データから図1に示した、時空間パターンを算出する。次に図2のように各停留点に対して、最小二乗法を用いて算出した傾き  $\alpha_i$  [小節/s] の近似直線を描画する。ここで、 $\alpha_i$  を時間あたりに獲得できた情報量である。 $\alpha_i$  が大きいほど短時間で広範囲の情報量が獲得できたことを示している。

本稿では、各小節の情報量は等価であると仮定し、楽曲 C(17 小節, 平均符頭数 8.9 個, 1 小節あたりの長さ 150px,  $t_{ideal}$  は 25~30 秒) を選択した実験参加者 12 名を例として前述の分析を行った。全実験参加者の練習前後における  $\alpha_i$  と演奏時間の変化の関係を図3に示す。図3に示す赤矢印の点線は、●を始点、▲を終点とするベクトルで表示されており、ベクトルが左上へ向かうことで演奏時間が短縮され、 $\alpha_i$  が増加することを示

している。ベクトルの水平方向の移動は運指など運動関係の、垂直方向の移動は情報獲得の変化と関係している。

全体の傾向として、12 名中 7 名には練習前後で 0.1~0.2 小節分の情報獲得量の変化がみられた。練習前後とも  $t_{ideal}$  内に弾くことのできた人の情報獲得量が 0.75~1.1 であった。演奏時間が  $t_{ideal}$  より遅く、 $\alpha_i < 0.75$  の人は課題曲に対して読譜能力・運指練習とも足りなかったと考えられる。また、 $\alpha_i > 0.75$  で  $t_{ideal}$  より遅い人物は読譜能力はあるが、運指練習が足りなかったと考えられる。

## 4 まとめと今後の課題

本稿では、視線データを停留点を時空間パターン記述し、情報獲得範囲を算出することでピアノ演奏熟達と読譜時視行動変化の関係について分析を行った。

今後の他グループの情報獲得範囲の分析、停留時間などに着目し分析を行い、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を考察していく。

## 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] 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] 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).
- [3] 長井貴也, 中平勝子, 北島宗雄: ピアノ初心者における演奏熟達度と読譜・演奏時視行動変化の関係分析, 研究報告教育学習支援情報システム (CLE), CLE-23, pp1-7, 2017.
- [4] 寺岡耕平, 中平勝子, 北島宗雄: ピアノ演奏指導支援のための学習者読譜時視行動データを活用した学習者情報表示機能の開発, 情報処理学会全国大会 (掲載予定)
- [5] 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