

# Brownies in Piano: リフレクションによる気づきの幅を広げる ピアノ演奏の表情創造支援システムの提案

宮本遥奈<sup>†1</sup> 西本一志<sup>†1</sup>

**概要:** ピアノを用いて音楽的創造活動に取り組もうとすると、楽器演奏経験の不足や技術習得におけるハードルの高さから、「創造」に到達する以前の段階で挫折してしまう人が多い。そこで、これまで技術的側面の支援が多く行われてきた。しかし、本来音楽は自己表現の一部であることを踏まえると、技術面の支援のみではなく、表情付け（音楽の創造的側面）に関する支援も重要である。また、音楽における連続性の思考（表情付けを含む）をする上でリフレクションは重要である。しかし、表情付けは微細な変化を伴う要素であるため、特に初心者においてはシンプルなリフレクションでは表現したいイメージとのズレを知覚し、解決策を考えることは難しい。そこで本研究では、リフレクションを強化する手法として、自身の演奏を加工した音源を数種類生成して提示する「拡張リフレクション」を提案する。提案システム Brownies in Piano では、演奏者の MIDI 演奏データを入力として、演奏表情を強化、弱化、および3種の形容詞の印象に変化させるフィルターを LLM で生成し、元の演奏の音源を変化させる。これにより、リフレクションにおける収束の過度な固定化を緩和し、さらに通常のリフレクションでは得られがたい気づきを得られるよう促す。本稿では、提案システムの有効性を検証する本実験に向けて実施した予備実験とその結果について報告する。本実験の詳細な結果についてはシンポジウム場で報告する。

## 1. はじめに

ピアノを用いて音楽的創造活動に取り組もうとすると、楽器演奏経験の不足や技術習得におけるハードルの高さから、「創造」に到達する以前の段階で挫折してしまう人が多い。そこで、これまで自動演奏やピアノ演奏における運指・リズムなどを対象とした技術的側面の支援が多く行われてきた[1]。しかし、本来音楽は何かを表現するもの、自己表現の一部であることを踏まえると、自動演奏や運指などの楽器の操作技術面での支援のみではなく、音楽の創造的側面に関する支援も重要である。そこで我々は、ピアノ演奏を対象とした創造的側面を支援する手段についての研究を進めている。なお、創造性には超一流のプロレベルから初心者レベルまで多様なレベルが存在するが、本研究では主に初心者からアマチュアの演奏者による little-c と呼ばれるレベルの創造性を支援対象とする[2]。

ピアノ演奏における創造的側面での重要な取り組みのひとつとして、演奏への表情付けがある。表情付けとは、微細な音量の強弱や音長の伸縮などを調整することによって演奏を表情豊かにすることである。表情付けの流れは、まずどのような表現をしたいのかをイメージした後、そのイメージにあった演奏技術を選択し、演奏音を調整することによって表情を付ける[3]。この表現したいイメージを具体的な演奏へと変換する過程の実践にあたっては、多様な演奏の聴取など十分な経験を要するため、表情付けは初心者にとって容易ではない。また、表情付けの流れは一方通行ではなく、演奏の反復的試行錯誤を通じて最初はだまかであったイメージを徐々に詳細化させつつ、イメージにより適した演奏にしていくことで、イメージ通りの表現に近づけていく。つまり、表情付け

の過程は連続性の思考といえる。

この音楽における連続性の思考に関して、藤本はリフレクションが有効かつ重要であると指摘している[4]。リフレクションとは、自らの行為・思考・経験を振り返り、その過程から新しい気づきや学びを得ることであり、「reflection in action」と「reflection on action」の2種類がある[5]。表情付けにおいては、演奏中に自分がまさに今弾いている音を聴きながら、そこで得た気づきを即座に後続する部分の演奏に活かすのが「reflection in action」であり、自分が弾いた演奏の録音などを事後的に聴き、そこで得た気づきを次回の演奏に活かすのが「reflection on action」である。しかし、表情付けは微細な変化を伴う要素であるため、特に初心者においては自分の演奏中の音を聴いたり単純に録音を聞いたりするのみのシンプルなリフレクションでは、表現したいイメージとのズレを知覚し解消するための具体的な演奏を考えることは難しい。そのためより多様で幅広い気づきを得られるようなリフレクションを実現することが求められる。

そこで本研究では、通常のリフレクションを強化する「拡張リフレクション」を提案する。拡張リフレクションとは、あくまで個人が行った行為そのもの（本研究ではピアノ演奏）を基にしつつ、その行為を適度に変形した刺激を数種類生成してこれを提示することで、リフレクションにおける収束の過度な固定化を緩和し、さらに通常のリフレクションでは得られがたい気づきを得られるようにすることを目的とした手法である。本稿では、拡張リフレクションを提供するための提案システム Brownies in Piano の構成と、その有効性の検証に向けて実施した予備的な実験の結果について述べる。

## 2. 関連研究と提案手法

ピアノ演奏の学習支援に関する例として、田中ら[6]は、保育者養成課程のピアノ初心者を対象として学習者と教員の演

<sup>†1</sup> 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科  
Graduate School of Advanced Science and Technology, Japan Advanced  
Institute of Science and Technology

奏を「見える化」するシステムを構築した。これは、テンポ、左手音量、右手音量、左手発音長、右手発音長などに関して学習者・教員それぞれの演奏データを時系列のグラフで可視化したものである。これにより、学習者と教員の演奏の違いを視覚的に確認できる。また上田ら[7]は、打鍵情報を基にピアノの練習状況をヒートマップで可視化する機能と、譜面上に気づきや学習方略をアノテーションする機能を持つ学習支援システムを構築した。ヒートマップでは、合計打鍵回数、正解打鍵回数、打鍵ミス回数、演奏の滞留度を譜面上に表示している。アノテーション機能は、学習者が練習中に得た気づきや学習方略を記述することで、練習の省察への新たな着眼点を生むきっかけに繋がる。ただし、これらの取り組みは表情の創造よりは演奏の正確性を重視している点で、技術的な学習支援の取り組みであると言える。

初心者の表情付けに関する研究として、高橋らによる熟達者と非熟達者の演奏比較が挙げられる[8]。この研究では、熟達者はフレーズの構造に応じて *velocity* や *duration* を柔軟に変化させているのに対し、非熟達者では変化の幅が小さく、結果として演奏が平坦になりやすいことが報告されている。また渡会[9]は、読譜力不足でも演奏を必要に迫られている演奏者に対して、自前の動画教材を作成し、動画教材が演奏能力の向上にどう役立つのかを検証した。中級者に関しては、曲の流れ・リズム・テンポ・強弱の確認や曲のイメージなど音楽表情に関する部分で参考にしていただくと報告している。また、動画教材に求められることとして、初心者は「鍵盤の位置がわかる」「指づかいを確認できる」が多く、中級に近づくにつれて「表現のつけかたがわかる」の割合が上昇した。

表情付けを支援するシステムに関する研究例として、楊ら[10]は、独力では楽曲をうまく解釈できない初心者を対象として、インターネットを利用して楽曲と関連する画像を収集して楽曲の各部と関連付けた画像データベースを構築し、画像付き楽譜を提示することによって楽曲の表情付けを支援するシステムを構築している。大島ら[11]は、楽譜通りの演奏を行うことが求められる再現演奏と呼ばれる種類の演奏を対象として、楽譜に記述されている音高列の再現を計算機支援することによって、奏者が表情付けに直接的に取り組むことを可能とする楽器を提案している。鈴木[12]は、演奏表情生成手法を応用した音楽表現の学習支援システムを構築した。教員がシステムに形容詞を入力して生成した音楽表情を手本表情とし、学習者は手本表情を聴いて練習・録音をする。その録音したデータと手本表情の演奏表情パラメータを比較することで、学習者の演奏に関してよかった点、改善点、手本表情を提示している。

このようにピアノ演奏の技術面での支援に関する研究や、初心者を対象とした演奏表情付けとその支援に関する研究例はこれまでも多数存在する。しかしながら、創造性の発揮を目的としてリフレクションに着目した表情付け支援に関する研究例は、管身の限り見当たらない。

表情付けの過程は、表現したいイメージを徐々に具体化し

ていくという連続的な思考プロセスで構成される。この音楽における連続性の思考について、藤本はリフレクションの有効性を指摘している[4]。リフレクションには、①主体にイメージと音を客観的に比較させそのズレを認識させる、②ズレの原因についての手がかりを与え、ズレを解消するための予想を立てさせる、③主体の持つイメージを関連づけたり作りかえたりして、主体の持つイメージを詳細にして広げていく、④主体が表現したいイメージを明確化する、の4つの機能があると述べられている。この4つの機能を表情付けに当てはめた場合、③④の機能が演奏へのイメージを詳細化する部分、①②の機能がイメージ通りの演奏ができていないのかを確認し、解決策を考える部分に当たると考えられる。しかしながら、特に初心者の場合、イメージと自分の演奏を比較してズレを認識し、そのズレの解消のための方策を考えてさらにイメージを上げるということは容易ではない。そのため、「表情の違い」や「可能な方向性」などを実感できるようにするための具体例を示すことが有効な支援策になるのではないかと考えられる。

以上を踏まえ本研究では、自身の演奏における各音の強弱 (*velocity*) や長さ (*duration*) などの演奏パラメータを若干変化させた「改変演奏音源」をいくつか生成し、これを奏者に提示することによるリフレクションの拡張を試みる。改変演奏音源をいくつか提示することで、演奏者が自身の表現したいイメージと最も近い演奏を特定し、それと自身の演奏とのズレを知覚できるようにする。加えて、最もイメージに近い音源を基に、どのように演奏を改善すべきかを検討する過程を支援する。すなわち、表現したいイメージを具体的な演奏へと変換する過程を支援する。

### 3. 提案システム：Brownies in Piano

#### 3.1 概要

システム構成の概念図を図1に提示する。本システムの使用手順の概略は以下の通りである：

1. 利用者はMIDIデータを出力可能なグランドピアノ(ヤマハグランドピアノ C3 自動演奏機能上級仕様)で演奏を行い、その演奏のMIDIデータを記録してシステムに入力する(図2)。
2. システムは、GPT-5のAPIを用いて演奏データを5通りに加工する。
3. 利用者は、自分自身の演奏と加工された5つの演奏を

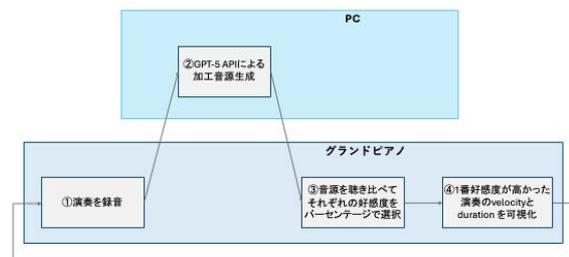


図1. システム構成の概念図

ブラインドで聴き比べたのち、どれがどのくらい良かったかをパーセンテージのパラメータで選択する(図3)。

4. 3.で一番好感度が高かった演奏のみを **velocity** や **duration** に関して視覚的に表示し(図4)、演奏内容を検討する
5. その後、再び1に戻って新しい演奏を行う。

以上のプロセスを繰り返して、納得がいくまで表情付けを構築していく。図2~4の各部の機能は、以下の通りである：

- ① 録音開始ボタン。
- ② 再生・停止ボタン。録音した演奏と加工した音源を試聴する。
- ③ 好感度入力欄。視聴した結果の好感度をスライダーバーで入力する。
- ④ グラフ表示。好感度の高かったグラフを表示するページへ移動。
- ⑤ グラフ表示タブ。グラフを表示したいパターンを選択する。
- ⑥ 再生・停止ボタン。表示しているグラフの音源を視聴する。

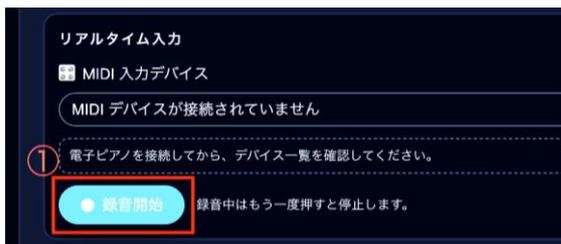


図2. 演奏録音画面

- ⑦ ピアノロール。⑤で選択したパターンのピアノロール (**duration**) を表示する。再生されている箇所が自動スクロールされる。
- ⑧ **velocity** グラフ。⑤で選択したパターンの **velocity** を縦棒グラフで表示する。再生されている箇所が自動スクロールされる。



図3. 再生・好感度入力画面

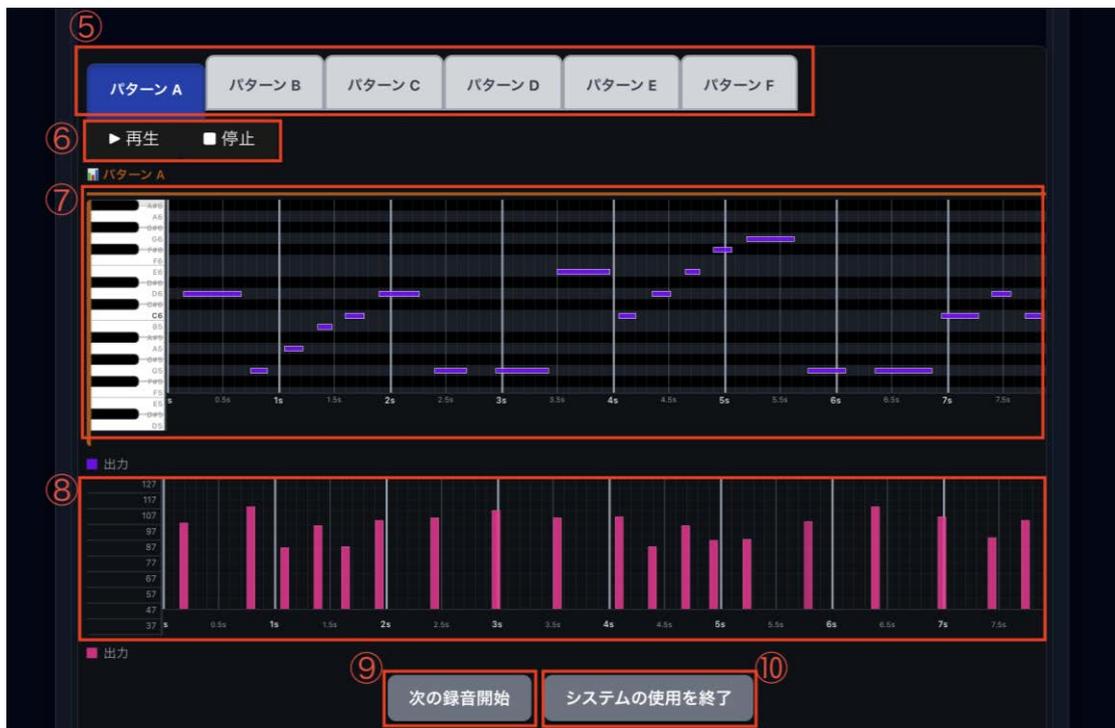


図4. 演奏データ表示画面

⑨ 次の録音開始ボタン。まだ、演奏を繰り返したい場合に押す。録音開始ページに移動する。

⑩ システムの使用を終了するボタン。

このように、本システムは自身自身の演奏を提示することで通常のリフレクションを提供するとともに、さらに5つの改変演奏音源を提示することで拡張リフレクションを提供する。また、velocityやdurationに関して視覚的に表示することで、具体的な方策や方向性考案のための手がかりを提供する。

### 3.2 改変演奏音源の生成・再生方法

改変演奏音源は、元の演奏データを以下の3つの方法で改変して生成した：

1. 元の演奏の表情を強くする。
2. 元の演奏の表情を弱くする。
3. 表情を<形容詞1~3>の調子に変化する。

1.は、VelocityおよびDurationの変動幅を増大させ、演奏者の表現意図を強調する処理である。Velocityについては、演奏

全体の中央値を基準とし、各音の強弱の偏差を1.2倍に拡張することで、強く演奏された音はより強く、弱く演奏された音はより弱く変換する。Durationについては、音間隔(IOI)に対する元演奏のDurationの割合に応じて、0.8~1.2の範囲で伸縮させる。具体的には、元演奏がレガート寄りの場合には最大1.2倍まで延長し、スタッカート寄りの場合には最大0.8倍まで短縮する。これにより、レガートな箇所はよりレガートに、スタッカートな箇所はよりスタッカートになり、Durationにおける表情が強調される。

2.は、VelocityおよびDurationの変動幅を縮小させ、演奏表情を平坦化する処理である。Velocityについては、中央値からの偏差を0.8倍に圧縮することで、強弱差を適度に抑制し、演奏全体の起伏を緩和する。Durationについては、IOIに対する元演奏のDurationの割合に応じて、0.8~1.2の範囲で伸縮させる。ただし、強化処理とは逆の制御を行い、元演奏がレガート寄りの場合には最大0.8倍まで短縮し、スタッカート寄

```
BATCH_PROMPT_TEMPLATE = """
以下は入力されたMIDIファイルのノート情報です：

""MIDIノート情報を格納するクラス""

pitch: int # ノートの音程 (0-127)
start_time: int # 開始時間 (ticks)
velocity: int # ペロシティ (0-127)
duration: int # 持続時間 (ticks)
channel: int = 0 # MIDIチャンネル (デフォルト0)

次の{num_adjectives}つの形容詞ごとに、MIDIファイルを変化させるPythonプログラムを作成してください：
{adjectives_list}

【生成ルール】
- 不変条件
  - 変更してよいのは velocity と duration のみ。
    - pitch / start_time / channel は絶対に変更しない。
- 設計の方向づけ
  - IOI(Inter-Onset Interval) を使って時間構造を捉え、ダイナミクスと音価を決める。
  - フレーズ頭や短IOIの連続など、音楽的な局所文脈に応じたニュアンスを加える。
  - 間値・ゲート比・スケール係数などは、可能な限りデータ駆動で導出し、なぜその値にしたのかをコメントで説明。
  - 形容詞を、「全体的な強弱の傾向」「アタック感」「跳ね/滑らかさ」「余韻」「ヒューマニズ幅」などに写像し、パラメータへ反映。その写像方針もコメントで述べる。
  - 3つの関数は異なるアプローチでもいいです。共通性は不要です。各形容詞に最適な処理を実装してください。
- 実装スタイル
  - セクションごとにブロックコメントを入れ、設計判断の理由を書き残す。
  - マジックナンバーを避け、意味のある名前を付ける。
  - データ分析や計算が必要な場合は、_percentile()、_compute_context()、_uniform_signed_from_note() などのヘルパー関数を定義してかまいません。むしろ、複雑な処理は小さな関数に分割してください。
- 出力
  - apply_filter 関数のコードのみを出力してください(説明文は不要、コメントは歓迎)。
  - コードは必ず`python ...`のコードブロックで囲んでください。

【実装例】
def apply_filter_重厚な(notes: list) -> list:
    result = []
    iois = compute_iois(notes)
    avg_ioi = mean(iois) if iois else 480

    for i, note in enumerate(notes):
        # ペロシティを強化
        v = min(127, int(note.velocity * 1.2))
        # デュレーションを延長
        d = int(note.duration * 1.1)
        result.append(Note(pitch=note.pitch,
                           start_time=note.start_time,
                           velocity=v, duration=d,
                           channel=note.channel))
    return result
```

図5. プロンプト例

```
# ----- スカットした -----
def apply_filter_スカットした(notes: list) -> list:
    """
    写像方針
    - 全体: 抜きの良い明快さ。ダイナミクスを拡張しコントラスト強化。
    - アタック感: 強め。フレーズ頭ははっきり。
    - 跳ね/滑らかさ: 短音はキレ良くスタッカート寄り。
    - 余韻: 全体的に短め。次の音へバツと切り替える。
    - ヒューマニズ: こく控えめ(タイトさ優先)。
    """
    if not notes:
        return []

    ctx = _analyze_timing(notes)
    ioi_next = ctx["ioi_next"]
    phrase_head = ctx["phrase_head"]
    median_ioi = ctx["median_ioi"]
    short_th = ctx["short_th"]
    long_th = ctx["long_th"]
    cycle_pos = ctx["cycle_pos"]
    short_pos = ctx["short_run_pos"]
    short_len = ctx["short_run_len"]

    v10, v50, v90, vmax = _velocity_stats(notes)

    # 非線形拡張: 規格化してgamma>1で持ち上げ
    def expand(v: int, gamma: float = 1.4, out_gain: float = 1.1) -> float:
        if v90 - v10 < 1e-6:
            base = v50
        else:
            t = _clamp((v - v10) / (v90 - v10), 0.0, 1.0)
            base = v10 + ((t ** gamma) * (v90 - v10))
        return base * out_gain

    # 時間パラメータ (タイト)
    base_gate = 0.58
    short_gate = 0.46
    long_gate = 0.65
    head_boost = 14.0
    beat_emphasis = 8.0 # 4分割グリッドの0位置を軽く強調
    pad_ticks = max(1, int(median_ioi * 0.06)) # 6%のバッドで歯切れを強調

    result = []
    for i, note in enumerate(notes):
        tnext = ioi_next[i] if i < len(ioi_next) else median_ioi

        # ペロシティ拡張
        v = expand(note.velocity)

        # 強拍風アクセント (簡易) : cycle_pos==0をやや持ち上げ
        if cycle_pos[i] == 0:
            v += beat_emphasis

        # フレーズ頭は強め
        if phrase_head[i]:
            v += head_boost

        # 短連線の先頭はさらにアタック強化。後続は控えめ
        if short_pos[i] == 0 and short_len[i] > 1:
            v += 6.0
        elif short_pos[i] > 0:
            v -= 4.0

        # クリップと微小ヒューマニズ
        v += _det_noise_signed(note.pitch, note.start_time, salt=3) * 2.0
        v = int(_clamp(round(v), 1, 127))

        # デュレーション: 短め・タイト
        if tnext < short_th:
            g = short_gate
        elif tnext > long_th:
            g = long_gate
```

図6. 生成されたソースコード (抜粋)

りの場合は最大 1.2 倍まで延長する。これにより、スタッカートおよびレガートの極端な差が緩和され、Duration における表情が平坦化される。

3.では、形容詞の箇所にはあらかじめ用意した 28 語の形容詞の中からランダムに 3 語を選択した。この形容詞 28 語は、東海林の「感性形容詞による自動作曲システム」[13]で使用されている感性形容詞 28 語を採用した。感性形容詞 28 語は形容詞イメージスケール[14]の中から分布を崩さないように選出されたものである。改変演奏音源の生成には、GPT-5 の API を用いた。その際、直接 MIDI データを出力させるのではなく、MIDI データを変換させるような Python のソースコードを出力させた。GPT-5 に与えたプロンプトの例と、それによって生成された Python のソースコード (の一部) の 1 例を図 5, 6 に示す。

なお、先に示した使用手順の 3.で 6 つの演奏 (自身の演奏と 5 つの改変演奏)を聴き比べる際、どれがどの演奏なのか、改変演奏音源の生成にあたってどのような形容詞を用いて演奏を加工したのかは、一切提示しない。これは、生成された音源がその形容詞通りの変化になっているかなどが重要なのではないからである。それぞれの演奏の微妙な違いを感じとり、そこから得られた気づきによって自由奔放に新しく自分らしい表情付けの可能性を拓けていくことを期待している。そのためには、その表情付けがどのような形容詞などに基づいて行われたかという情報によって発想の幅を狭めるべきではないと考えるからである。また、いずれの演奏データについても利用者は満足いくまで聞き直すことができる。各音源の再生の際には、実際に鍵盤が動いた方が演奏のイメージが湧きやすいと考え、グランドピアノの自動演奏機能を用いる。

#### 4. 予備実験

拡張リフレクションがピアノ演奏の表情付けの創造に有効に寄与するかどうかを検証する本実験を実施するための前段階として、生成した改変演奏パターンの表情の違いが演奏者に知覚されるかどうかを確認し、その結果に基づいてプロンプト設計の妥当性を判断することを目的として、予備実験を実施した。実験は、日本語を母国語とする大学院生 2 名 (男性 1 名, 女性 1 名) を対象に行った。被験者のピアノ演奏経験は 3 年~5 年である。実験には、MIDI 出力が可能なグランドピアノ (ヤマハ グランドピアノ C3 自動演奏機能上級仕様) を用い、防音室内で実施した。課題曲には、高橋らによる熟達者と非熟達者の演奏比較研究[8]において両者の差が報告されている、音楽之友社刊『子供のバイエル 下巻: 付点 4 分音符のおはなし』の練習曲冒頭から第 8 小節までを用いた。図 7 に課題曲の一部の譜例を示す。

実験の手順として、まず実験者がシステムの使用方法について説明を行った。その後、図 1 に示すシステム使用の流れに従い、提案システムを用いた一連の操作を 1 セッションとし、これを 5 回繰り返して実施した。また、各セッション終了後に、生成された音源に対する好感度を 0~100 の範囲で評価してもらった。実験中は、被験者が周囲の目を気にする



図 7. 課題曲の一部の譜例: 音楽之友社刊『子供のバイエル 下巻: 付点 4 分音符のおはなし』より抜粋

ことなく創造活動に集中できるよう、実験者は防音室から退出した。実験終了後、生成した演奏パターンの違いが被験者に知覚されたかどうか、システムの使用感、および表情付けに対する意識の変化について、5 段階リッカート尺度を用いたアンケート調査を行った。

#### 5. 結果・考察

表 1 に各セッション後と実験終了後に行ったアンケートへの回答結果を示す。「提示された音源の間に違いがあると感じましたか」という設問への回答の平均は 4.3 (5 段階尺度) であった。また、「感じた音源の違いは偶然ではないと思いましたか」という設問への回答の平均は 3.9 (5 段階尺度) であった。これらの結果から、提示した演奏音源間の違いは、被験者に概ね知覚されていたことが確認された。このことから、改変演奏音源の生成に用いたプロンプト設計は、演奏表情の差異を知覚可能な形で反映していたといえる。

表 2 に、どの (改変) 音源が最も好感度が高かったかに関する結果を示す。被験者 1 は、5 回の繰り返しのうち 4 回でオリジナル音源の好感度が最も高く、2 回のみ形容詞「おおらかな」に基づいて生成された改変音源の好感度が最も高かった。被験者 1 は、2 回目に改変音源を聴取した際に、「当初想定していたよりも音を重ねて弾いてもよい」という新たな気づきを得たと述べており、それ以降の演奏では音を重ねることを意識して演奏していた。

一方、被験者 2 では、オリジナル音源の好感度が最も高かったのは 4 回のみであり、それ以外の回では、「強く」または「弱く」改変した音源の好感度が最も高かった。被験者 2 は、1 回目の演奏では教科書的な演奏を行っていたが、2 回目に改変音源を聴取したことで多様な表情を感じ取り、この時点でさまざまな表情を試してみようと考えたと述べていた。その結果、3 回目および 4 回目の演奏では表現を発散させるよう意識して演奏し、5 回目の演奏では表現を収束させたと振り返っていた。

また、被験者 1 は実験全体を通して弾きたい雰囲気が一貫していたのに対し、被験者 2 では、実験の進行に伴って弾きたい雰囲気が徐々に変化していた。両被験者ともに、提示された自分の演奏を変形した音源を聴くことで、「強弱や音長の感じ方が変わった」、および「これまであまり意識していなかった表現の側面に目が向くことがあった」という設問に対する回答の平均はいずれも 4.0 (5 段階尺度) であった (表 1)。これらの結果から、本システムの使用により、演奏者の表情

付けに対する意識が変化していたことが示唆される。さらに、本システムは、弾きたい雰囲気、拡張のみならず、その雰囲気を表現するための演奏技術への気づきを促す点においても有用である可能性が示唆された。

## 6. おわりに

本稿では、通常のリフレクションでは得られがたい新たな気づきを与える拡張リフレクションを提供するピアノ演奏の表情付け支援システム *Brownies in Piano* を提案し、その構成と、その有効性の検証に向けて実施した予備的な実験の結果について述べた。予備実験では、生成した改変演奏パターンの表情の違いが演奏者に知覚されるかどうかを確認し、その結果に基づいてプロンプト設計の妥当性を判断することを目的とした。その結果、提示した改変演奏音源間の表情の違いは被験者に知覚されており、プロンプト設計の妥当性を判断できた。また、被験者はそれらを聴取することで、表現に対

する気づきを得るとともに、表情付けに対する意識が変化した。さらに、被験者によっては、演奏表現を意識的に試行錯誤する傾向が見られた。これらの結果から、本手法が演奏者の表情付けにおける創造的な試行を促す可能性が示唆された。

今後は、拡張リフレクションがピアノ演奏の表情付けの創造に有効に寄与するかどうかについて、より多くの被験者による本実験において検証を行う予定である。シンポジウムでの発表では、本実験の結果を含めて報告する予定である。

**謝辞** 実験にご協力いただいた協力者の皆さんに厚くお礼申し上げます。本研究は JSPS 科研費 JP24K02976 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦: リズム学習を考慮したピアノ演奏学習支援システムの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.4, pp.1383-1392, 2013.
- [2] James, C., and Ronald, A.: Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity, *Review of General Psychology*, Vol.13, No.1, pp.1-12, 2009.
- [3] Ruisheng, W.: Analysis on the Emotion Expressing Technique in Piano Performance, *Advances in Social Science*, Vol. 378, pp.609-612, 2020.
- [4] 藤本佳子: 問題解決としての音楽的思考におけるリフレクションの機能, *学校音楽教育研究*, Vol. 23, No23, pp.1-12, 2019.
- [5] Schön D. *The Reflective Practitioner – How Professionals Think in Action*, Basic Books, 1983.
- [6] 田中功一, 小倉隆一郎, 鈴木泰山, 辻 靖彦: 保育者養成課程のピアノ初心者を対象とした演奏見える化ツールの活用実践—バイエル9番の演奏改善を目的として—, *電子キーボード音楽研究*, Vol.10, pp.3-12, 2015.
- [7] 上田健太郎, 竹川佳成, 平田圭二: ピアノ練習状況の可視化および気づきのアノテーション機能を持つ学習支援システムの設計と実装, *情報処理学会論文誌*, Vol.57, No.12, pp.2617-2625, 2016.
- [8] 高橋 範行, 大串 健吾: ピアノ演奏における熟達者と非熟達者の演奏表現の比較, *音楽教育学*, Vol. 34, No. 1, pp.1-11, 2004.
- [9] 渡会純一: ピアノの演奏技術向上に向けた動画教材の活用を試み—「表現技術 I (音楽)」での実践より—, *教職研究*, Vol.2019, pp.163-176, 2019.
- [10] 楊旭, 小林智也, 小倉加奈代, 西本一志: 集散的に収集された楽曲関連画像の演奏表情構築への影響, *情処研報*, Vol.2012-HCI-147, No.27, pp.1-8, 2012.
- [11] 大島千佳, 西本一志, 宮川洋平, 白崎隆史: 音楽表情を担う要素と音高の分割入力による容易な MIDI シーケンスデータ作成システム, *情報処理学会論文誌*, Vol.44, No.7, pp.1778-1790, 2003.
- [12] 鈴木未央: 言葉による印象を反映した演奏表情の生成とその音楽表現学習支援への応用, *釧路工業高等専門学校紀要*, No.48, pp.105-108, 2015.
- [13] 東海林瑞江, 椎塚久雄: 感性形容詞による自動作曲システム, *日本知能情報ファジィ学会 ファジィ システム シンポジウム講演論文集*, Vol.23, pp.29-31, 2007.
- [14] 小林重順: “カラーシステム”, *日本カラーデザイン研究所*, 1999.

表 1. 各セッション後と実験終了後に行ったアンケートの結果 (5 段階尺度)

提示された音源の間に違いがあると感じましたか	被験者 1	被験者 2	平均
1 回目	4	5	4.5
2 回目	4	4	4
3 回目	5	5	5
4 回目	4	5	4.5
5 回目	3	4	3.5
平均	4	4.6	4.3
感じた音源の違いは偶然ではないと思いましたか	被験者 1	被験者 2	平均
1 回目	4	4	4
2 回目	4	4	4
3 回目	5	4	4.5
4 回目	4	4	4
5 回目	2	4	3
平均	3.8	4	3.9
事後アンケート	被験者 1	被験者 2	平均
強弱や音長の感じ方が変わった	4	4	4
これまであまり意識していなかった表現の側面に目が向くことがあった	4	4	4

表 2. 最も好感度が高かった音源の一覧

被験者 1	変換方法	好感度 (0~100)	被験者 2	変換方法	好感度 (0~100)
1 回目	オリジナル	80	1 回目	強く	100
2 回目	おおらかな	80	2 回目	強く	95
3 回目	オリジナル	70	3 回目	弱く	95
4 回目	オリジナル	65	4 回目	オリジナル	95
5 回目	オリジナル	80	5 回目	弱く	90