

論文

# 擬似音符に対する 読譜初心者の視覚情報処理

—音楽レッスン前後における変化—

雨池 圭位子

## はじめに

人は音楽に感動し、音楽を他の人に伝えるために、また自分で楽しむために楽譜を読み、テクニックを磨いて演奏する。自らの解釈に基づいて楽曲を演奏し、聴き手が感動するような演奏を構築するためには、認識（＝音楽的知識）、感情（＝音楽的感性）、そして精神運動（＝演奏テクニック）がバランスよく働くことが必須であり<sup>1</sup>、その基本となるのが読譜である。読譜とは、ある特定の文化や領域で使用されている視覚的記号（例えば五線譜）によって音楽を理解することであり、記号から視覚情報の読み取り、聴覚的な聴きとり、曲の中にある論理、規則、しくみ、雰囲気、そして感情を自らの長期記憶内の知識と照合して読み取ることである。本論文は音楽レッスンによる視覚情報処理の変化を論点と

するため、読譜の射程を楽譜情報の視覚的な読み取りと、聴覚的な聴き取りに絞った。

音楽能力を高めるためには、経験的読譜訓練によって習得される能力である楽曲分析、変奏、即興演奏、そして瞬時反応の訓練である聴音、初見奏、移調等の諸項目をお互いに関連付け、相互に関連し合う輪をらせん状に幅広く発展させることが必要である。読譜はこれら諸項目の能力を支える基礎であるため、読譜力を身につけることは、あらゆる音楽力を向上させることにつながる。音楽演奏は、楽譜からの視覚情報の獲得、視覚情報の符号化による短期記憶<sup>2</sup>への貯蔵、長期記憶内の既存の音楽知識との照合、運指を含む演奏プランニング、演奏、演奏の聴覚的フィードバックという複雑な過程を経て構築される。本研究は、読譜初心者が楽曲分析、聴音、初見奏、移調奏、即興演奏、変奏、レパトリー奏を

バランス良く取り入れた総合的な音楽レッスンを受けた結果、「視覚情報を獲得し、符号化し、それらを脳内に一時的に貯蔵し、長期記憶と照合する」という過程をいかに獲得していくか、つまり読譜を行うプロセスを調査したものである。

## 1. 視覚情報処理と音楽訓練

### 1-1. 視覚情報の入力と記憶

読譜熟達者は、刻々と移りゆく時間のなかで、楽譜の情報を読み取りつつ、それらの意味を長期記憶内の知識と照合しながら、解釈し演奏を続行する。楽譜の情報は、最初に視覚的感覚記憶（持続時間は200ms-500ms）として入力される。楽譜の情報は視覚的感覚記憶貯蔵庫に入っている間は、単なる物理的な視覚パターンにすぎない。演奏を行うためにはこれらの視覚的パターンが何を表すのかを認識する必要がある。パターン認識を行う際、脳内に「パターン認識プログラム」を仮定し、これが感覚記憶貯蔵庫内のどの情報を短期記憶貯蔵庫に送るかを決定する。読譜においては、視野に入る全ての楽譜情報の中から、次の瞬間に演奏を構築するうえで必要な情報を、ある種のパターンとして認識し、短期記憶貯蔵庫に送る過程である。

短期記憶の持続時間は約15秒であり、短期記憶貯蔵庫の容量は、各項目の情報

量がいくらであっても、チャンク化して7±2項目を記憶することができる。ここでは、長期貯蔵庫内で単一に表現されているものならなんでも1チャンクと数える<sup>3</sup>。読譜におけるチャンク化の例として、複数の音が同時に鳴る現象を和音として認識することが挙げられる。

感覚情報がパターン認識されて短期記憶貯蔵庫に収められた場合、視覚を通して受け取った情報は、単に視覚的符号化により維持されるだけでなく精緻なコード化が成される。精緻なコード化とは、視覚情報が連想的イメージのコード・体制化のコードなど安定したコードとして、長期記憶から検索することが可能な状態となることである。

### 1-2. イメージの心的走査と読譜の熟達化

複数の物体を記憶し、それらを心的にイメージする場合、心的走査は物体上で注意をシフトすることにより成り立つ。Kosslyn (1978) は、イメージされた物体が離れていればいるほど、注意を移動する際により時間がかかるのは、イメージ表象が空間を具現しているからである<sup>4</sup>と述べている。読譜においても同様に、隣接する音が離れていればいるほど、認識するのに時間がかかる。

また、短期記憶内で行う心的走査において、人は情報を保持しつつ注意をシフトしているという<sup>5</sup>。Pinker (1884) は、人が呈示された対象物の位置を再生する際、位置が曖昧である、あるいは欠如し

ている場合、推定して位置を決めると述べている。読譜においても同様に、音楽熟達者は、音楽の構造に基づいて先の音を推測することができるため、離れた音程であってもその予測に基づいて正確に短時間で音符を読み取れる、また近い音程であってもその予測から逸脱している音符を読み取る場合、誤って読み取ることもある<sup>6</sup>と報告されている。

楽譜上の音符から音高を読み取るためには、五線のどこに音符があるかを判断する垂直ラインの情報処理と、刻一刻の変化に合わせた水平ラインの情報処理が必要である。音楽熟達者は、初心者よりも垂直・水平方向のいずれに対しても高い視空間イメージ能力を持っていると言われている<sup>7</sup>。その訳は、音楽熟達者が長年の読譜経験によって、楽譜をより効率よく処理するスキルを獲得しているであろう。

### 1-3. 音楽訓練と熟達化

熟達した演奏家は、音楽構造に基づいて音符を体制化して読譜を行う。例えば、楽曲における特徴的なパターンの音高、ならびに音価の系列を脳内に表象し、有意味なモチーフとしてチャンク化している。読譜には、入力した情報をチャンク化し、意味あるものに符号化する能力が必要とされる。

読譜能力の研究法には、読譜初心者と熟達者の視覚刺激の情報処理能力を比較する横断的な方法と、同一参加者に縦断的に音楽訓練を行い、特定の認知能力に

音楽訓練が及ぼす効果を調査する方法がある。前者においては、熟達者は初心者より刺激の包括的な情報である旋律線を記憶することだけでなく、個別の音の位置を特定する等、局所的情報の記憶にも優れているという<sup>8</sup>。読譜においては、旋律線の全体的な特徴をまず符号化し、次に音程、音名、音高といった下位要素を符号化するプロセスを経て階層的に知覚処理が行われている。後者においては、児童に長期的な音楽レッスンを行なった結果、知能（FSLQ）が向上を示した報告<sup>9</sup>、また、ペース・メソッド<sup>10</sup>と呼ばれる総合的音楽学習法を用いて音楽レッスンを行なった結果、幼児・児童の読譜能力が発達した報告がある<sup>11</sup>。このメソッドは、生徒自身がすでに学習したことを応用して、自ら新しい知識、技能を習得する「知識の転移」<sup>12</sup>を可能な限り引き出すことを目的に構成されている。

### 1-4. 本研究の構成について

本研究の構成は、実験1の横断研究、実験2の縦断研究から成る。実験1の位置づけは、実験2で呈示する刺激を選定するために行なった準備実験であったが（本研究の中心は実験2である）、実験1・実験2のいずれにも貴重な発見があった。

## 2. 擬似音符パターン再生実験における日常的音楽接触度の影響（実験1）

実験1の目的は、日常的に楽譜に接触する頻度の違う参加者に、擬似音符パターン<sup>13</sup>を呈示し、それらの再生結果から、実験2に用いる刺激、すなわち初心者が音楽レッスンを受けることにより、変化するとと思われる刺激を選定することであった。更に、参加者間の年齢・テレビゲーム経験・読譜経験による瞬間視能力の違いにより、視覚情報処理能力にも差が有るかを調査することも目的とした。

以下は、実験1の仮説である。楽譜に接触する頻度が高い参加者は、低い参加者より擬似音符を正確に再生できるだろう。テレビゲーム経験により瞬間視能力が発達している大学生は、日常的に楽譜に接触する頻度にかかわらず、読譜に熟達している中高年のピアノ教師よりも、擬似音符を正確に再生できるだろう。擬似音符のパターンに関しては、水平なラインを持つパターンは、垂直なラインだけで形成されているパターンより再生し易いだろう。

### 2-1. 方法

**参加者** 楽譜接触頻度に基づき、「ピアノ教師」「楽譜接触高群」「楽譜接触低群」の3群を設定した。3群とも音楽義務教育以外に、9年以上の楽譜接触年数があった。「ピアノ教師群」として、ほ

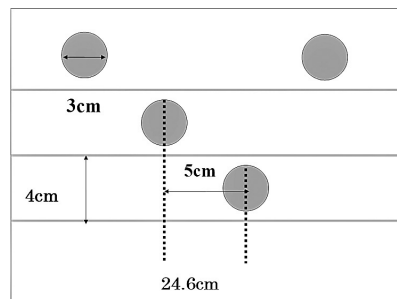


図1 刺激パターンのサイズ

ぼ毎日楽譜に接触していた平均年齢49歳のピアノ教師が6人、「楽譜接触高群」として、週3回以上楽譜に接触していた北海道大学の学生が8人、「楽譜接触低群」として、週3回以下楽譜に接触していた同大学の学生9人が実験に参加した。

**刺激** 緑色の3本の水平線と5度以内に配置した4個の円から成る刺激を142呈示した。画像はMac iBook Appleのディスプレイ（縦18.5cm、横24.6cm）上において、円の直径は3cm、隣接した円の距離は5cm、線と線の間隔は4cmであった（図1）。

142の刺激は8種類の旋律線に分類した（図2）。(a) 前半2個と後半2個が水平の「2+2」、(b) 中央の2個が水平の「台形」、(c) 異なる方向への転換が1回の「L型」、(d) 異なる方向への転換が2回の「N型」、(e) 4個の円が同じ方向の「同方向」、(f) 隣接する3個の円が水平の「3+1・1+3」、(g) 真ん中2個の円が水平の「1+2+1」、(h) 前半又は後半の2個の円が水平の「2+1+1・1+1+2」であった。

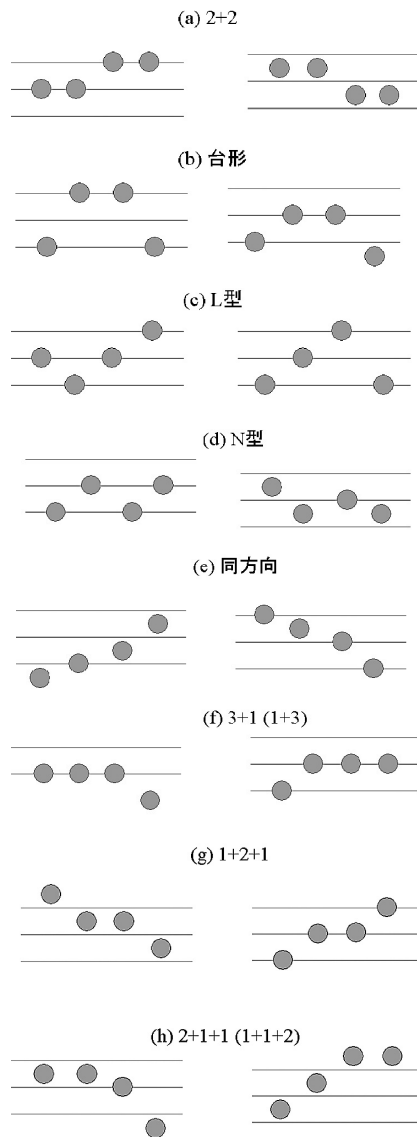


図2 8種類の旋律線

手続き 刺激は、実験ソフト Psy-Scope を用いて呈示し、A5版 (15cm×

21cm) に 3 cm 間隔で 3 本の線を配置した用紙を、解答用紙として用いた。実験は北海道大学、あるいは実験者宅の静かな部屋で行った。

参加者は口頭および書面にて実験についての説明を受けた。参加者は擬似音符パターンが500ms ディスプレイに表示されるので、それを記憶し、5秒後に覚えた円の位置を、解答用紙に記入するよう教示を受けた。このとき、できる限り正確に位置を特定してほしいが、位置を特定できなかった場合でも、見えたと思うものを、左から順番に書き取ってほしいこと、5秒の遅延時間の間に、手元の解答用紙に目を移さないこと、そして手や指を動かすことによって、刺激を記憶しないでほしいことを教示した。手や指を動かさないように教示したのは、円の位置を動作と結びつけて指番号 (記号) で符号化することを避け、心的イメージや心的走査による、視覚的・音響的な符号化処理をさせるためであった。参加者は練習試行を二回行った後、本試行に入った。142の刺激は、5ブロックに分け、8種類の旋律線は各ブロックにほぼ均等に入るように調整し、ブロック内での刺激の呈示は、ランダムに行なった。

刺激の呈示から書き取りまでは、以下の流れに沿って行った。参加者自らが、キーボード上の○印の貼られたキーを押すことで試行を開始した。○印キーを押すと、画面中央に十字の注視点が2秒間あらわれ、その後4個の緑色からなる擬

似音符パターンが500ms呈示された。刺激が消えた後「画面から目を離さないでください」と5秒間ディスプレイに表示され、参加者はディスプレイを注視した。500msの呈示時間は、視覚的感覚記憶の最長の持続時間であり、再生までの5秒の遅延時間は、短期記憶が急激に衰退するのが5秒前後であることにより決定した<sup>14</sup>。5秒後、「書き取ってください。書き取ったらすぐに○印を押してください」と表示され、参加者は刺激パターンを解答用紙に書き取り、パソコン操作を行って次の試行を続けた。そして実験終了後、テレビゲーム経験の有無とプレイの頻度等について、質問紙に回答を記入し、実験について口頭で実験者に内観報告をした。

## 2-2. 結果と考察

解答の得点化は、呈示刺激と一致した場合は「1」、どこかに誤りがあった場合は「0」としてコード化した。全刺激に対して、群全員が正解した刺激をAとし、群の正解者の比率に応じてAからEまで5段階にランク付けを行なった。3群の成績は異なったが、旋律線の難易度ランクづけに類似した傾向が見られたため、3群を合体した(図3)。

図3から、同音が隣接する「2+2」「台形」「3+1・1+3」の多くは、難易度が低いA・Bに多く、「同方向」「L型」「N型」は、難易度が高いことが読み取れる。各群の解答を集計したところ、ピアノ教師群はA・Bランクに刺激

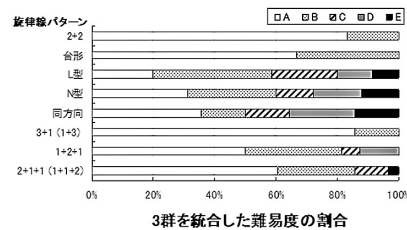


図3 旋律線と難易度ランクの関係

の52%、楽譜接触高群は94%、楽譜接触低群は90%が分類された。3群の中で最も楽譜接触度の高いピアノ教師が、大学生(楽譜接触高群・低群)より再生成績が低かった結果について、以下の3つの原因が考えられる。

一つ目は、大学生の方がピアノ教師より、過去から現在まで多くのテレビゲームを経験したため、大学生の瞬間視能力が訓練されていたと考えられる。二つ目は、ピアノ教師群と大学生の大幅な年齢の差による瞬間視能力の違いが考えられる。加齢と瞬間視能力の研究によると、若年群(21±0.6)は、中年群(41±1.1)や高年群(63.3±2.1)より瞬間視能力において、優れているという<sup>15</sup>。三つ目は、ピアノ教師が短期記憶において、大学生と異なった符号化を行った可能性が考えられる。

実験後の内観報告によると、ピアノ教師の全員が5秒の遅延時間に「円を音名に置き換えた」「五線譜上の音符の響きで聞いたので戸惑う」「旋律線の形は覚えていても音名を忘れる」等、視覚的符号化と聴覚的(音韻的、音響的)符号化



の両方を行なって記憶を保持したと報告した。それに対して大学生の多くは「画面をそのまま覚えた」「4個の円のそれぞれの場所を記憶した」等、視覚的符号化のみで記憶を保持したと報告した。ピアノ教師は、円の位置を視覚的に符号化しつつ、円の音高の響きを聴きとり、その音名を音韻化(言語化)する聴覚的(音響的+音韻的)符号化を行なった。そのことにより、三線譜上の円と五線譜上の円の聴覚的な符号化に「ずれ」が生じ、再生に失敗した可能性がある。このような結果について、いずれが原因となっているのかを明らかにするために、年齢、ゲーム経験を除外し、変数を音楽経験の違いだけに絞った追加実験を行った。

追加実験の参加者は、実験1の大学生と同年代、同程度のテレビゲーム経験を持つ音楽義務教育以外の音楽経験が3年未満の北海道大学の学生17人であった。刺激は実験1において易しいA・Bランクに分類された88刺激であった。追加実験群(音楽経験なし群)に対しても、実験1と同様に群全員が正解した刺激をaとし、群の正解者の比率に応じて、aからdまで4段階にランク付けを行なった(図4)。

図3と図4を比較すると、音楽経験なし群の難易度ランク(図4)は、3群を統合した難易度ランク(図3)より総じて高いが、8種類の旋律線の再生傾向に大きな違いが見られなかった。両群に共通して、「L型」「N型」は、難しいラン

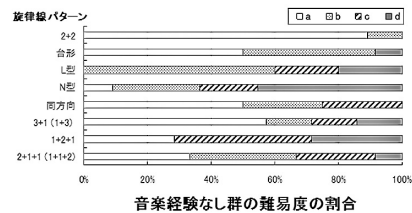


図4 旋律線と難易度の関係

クに多く、「2+2」、「3+1・1+3」「台形」等、同音が隣接しているパターンは、易しいランクに多く見られた。読譜接触高群・低群と追加実験に参加した大学生間で得点を比較した結果、読譜接触高群・低群の方が有意に高得点であった<sup>16</sup>。また、8種類の各旋律線の再生成績に差があるかを検定した結果、読譜接触高群・低群の方が有意にL型とN型を正確に再生できた<sup>17</sup>。

音楽の熟達度に関わらず、一般的に垂直ラインより水平ラインの方が知覚しやすい、また、音楽熟達者は、初心者よりも垂直ラインを短期記憶に正確に保持できるという<sup>18</sup>。本研究において、同音が隣接する水平ラインの刺激の方が、L型やN型の刺激より易しいランクにあったこと、音楽熟達者が初心者よりも垂直ラインの知覚を必要とするL型とN型の刺激を、正確に再生できたという結果は、Brochard et al.(2004)<sup>19</sup>の結果を支持するものであった。そこでL型・N型は、音楽訓練の効果が現れるパターンであると判断し、実験2で呈示する刺激に選定した。

日常的に楽譜に接触する頻度が高い群

は、低い群より擬似音符を正確に再生できるだろうとの仮説は、年齢とテレビゲーム経験が同程度の大学生にのみ検証された。最も楽譜に接触している頻度が多いピアノ教師群が、読譜接触高群・低群より擬似音符を正確に再生できなかったことに関しては、仮説と異なった結果となった。刺激の形態に関しては、同音が隣接する水平ラインを持つ刺激の方が、垂直ラインのみで形成されているL型・N型より再生し易いという仮説は検証された。

### 3. 音楽レッスンを通して見られる視覚情報の発達と変化 (実験2)

実験2の目的は、初心者の大学生に2ヶ月のパターンリーディングを導入した音楽レッスンを実施することにより、視覚情報処理の発達の変化を検証することであった。パターンリーディングとは、音符を音名で読むのではなく、右隣の音符に対する方向と度数 (step up=2度上行、step down=2度下行、skip up=3度上行、skip down=3度下行) 及び、1つのまとまりと認識できる音群を、パターンとして模様読みする読譜法である。

以下は、実験2の仮説である。幼児・児童と同様に大学生も、パターンリーディングを導入した総合的な音楽レッスンを受けることにより、視空間情報処理

能力が発達するだろう。読譜経験がある大学生は、音名で読譜するのに慣れているため、パターンリーディングに多少の違和感を持つ可能性がある。そこで、読譜経験のない大学生の方に音楽レッスンの効果が大きく現れるだろう。円が連続的に下行する形状を持つ刺激は、視線の移動が容易であるため、パターンリーディングの効果が現れ易いだろう。レッスンでは1度・2度・3度の読みだけを行うので、2度と3度で構成された刺激の再生成績が向上するだろう。2度と3度の知識を応用することで、レッスンで扱わなかった4度や5度を含む刺激に対しても「知識の転移」が生じるだろう。4個の円をチャンク化して体制化し易い刺激にレッスン効果がより大きく現れるだろう。

#### 3-1. 方法

参加者 北海道大学の学生23人が実験に参加した。参加者の読譜経験に応じて、以下の3群を設定した。第一の群は、音楽義務教育以外で音楽クラブ活動等、五線譜に触れる機会が3年未満の7人(以下、「読譜経験あり群」)、第二の群は、音楽義務教育以外で五線譜に触れる機会がなかった7人(以下「読譜経験なし群」)とし、これら2群に対して2ヶ月の音楽レッスンを実施した。第三の群は、レッスンを受ける群と同等の音楽経験を有する9人(以下、「統制群」)であった。

刺激 刺激は、5度以内に配置した4



個の円から成るL型・N型であった。円と円の間を、左から順に音程1、音程2、音程3として、3箇所の音程うち2箇所の音程を等しくした場合、全てを網羅すると刺激の数は120（L型：56、N型：64）となる。（図5）。

具体的には、前半3個の円、後半3個の円を、チャンク化して知覚できる刺激と、前半2個と後半2個のそれぞれを、チャンク化して知覚できる6通りの刺激を、（L型・N型それぞれ、音程1＝音程2、音程2＝音程3、音程1＝音程3）「隣接音程との規則性関係」の下に分類した。

120の刺激を、右に「隣接する円に向

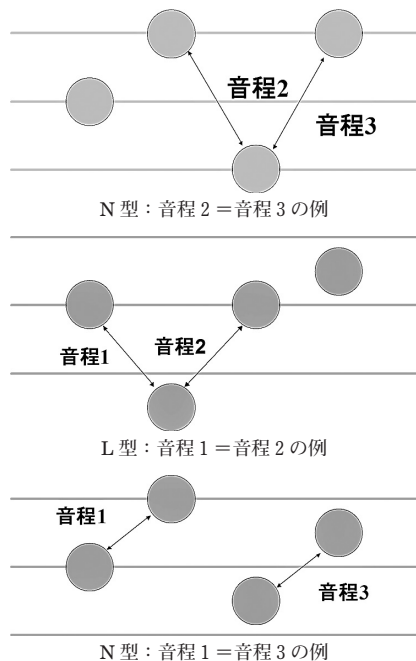


図5 隣接音程との規則性関係

かう方向」から分類すると、L型が4通り（上行→上行→下行、下行→下行→上行、上行→下行→下行、下行→上行→上行）、N型が2通り（上行→下行→上行、下行→上行→下行）の合計6通りとなる（図6）。

120の刺激は、3箇所の隣接音程のう

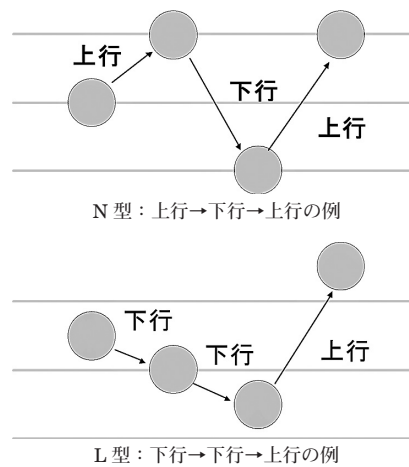


図6 右隣の円に向かう方向

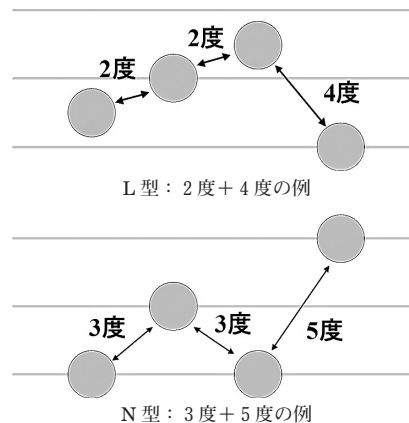


図7 種類の音程の組み合わせ

ち2ヵ所が等しいので、「2種類の音程の組み合わせ」は6通りとなる。可能な「組み合わせ」は、2度+3度、2度+4度、2度+5度、3度+4度、3度+5度、4度+5度である(図7)が、L型の4度+5度は5度以内で作れないため、L型とN型の「組み合わせ」の合計は、11である。

### 3-3. 音楽レッスン

一回目の実験終了後、「読譜経験あり群」と「読譜経験なし群」に対して、北海道大学内の楽器が設置してある教室で、80分程度のグループレッソンを、2ヶ月の間に6回行った。レッスンで用いた教材は、ベース・ピアノ教育シリーズの初心者向けのテキスト<sup>20</sup>の中から、隣接音程に4度や5度となる箇所を含んでいても、パターン内の隣接音程が完全1度(stay)、長・短2度(step)、長・短3度(skip)で構成されており、パターンがL型とN型以外の長調の曲であった。それらを全調で学習し、読譜法はパターンリーディングを用いた。L型・N型のパターンや、隣接音程に4度・5度を含むパターンを避けた理由は、レッスンで学習したstep(2度)、skip(3度)を応用してstep+skip(4度)、skip+skip(5度)を自ら習得できるか、すなわち「知識の転移」が生じるかを検証するためであった。また、同音が隣接している、あるいは順次進行している等、特徴を捉え易い旋律線の学習を通して、より複雑な旋律線であるL型・N型に

する情報処理の変化を検証するためであった。

毎回のレッスンに聴音、初見奏、移調奏、テクニック、レパートリー演奏、理論、楽曲分析、即興演奏をほぼ等しい比率で組み込んだ。楽器はクラビノーバ、キーボード、チャイムを使用し、高音部記号のD4からG5までの11枚のフラッシュカードと低・中・高の3通りの音高のいずれかに属する3個の丸が描かれている三つ玉カードも使用した。

6回の音楽レッスンは、体を動かす動作による具体的な理解、図形音符を用いた映像レベルでの半具体的な理解、記号を用いて象徴レベルで理解する抽象的な理解の順に行なった。これらの活動には、知的理解・感情・身体運動の三つの機能のバランスが要求される。本実験の参加者は、動作による具体レベルの活動が十分習得されていたので、抽象レベルである楽譜の理解を結びつけるために、「具体」と「抽象」をつなぐ「半具体」である図形音符を用いた学習に重点を置いた。

1-2回目は、「絵本」<sup>21</sup>のストーリーに合わせて弾いた音の高低、強弱そして速度の緩急を身体的な動作で表現する『具体』の学習と、『半具体』である図形楽譜を用いたレッスンを行なった。3-6回目は、図形楽譜と『抽象』である五線譜を用いて、聴音以外の項目のレッスンを行なった。

図形楽譜は、五線譜よりも音の長さ、

音程、鍵盤の位置、全体の形、一つのまとまりとして認識できるパターンを視覚的に認識し易い。音高を表す指番号(1、2、3、4、5)や音長を表す音符名(しぶん=1拍、にぶん・おんぷ=2拍)を歌いながら宙に音高と音長を描く学習方法は、視覚と聴覚を結びつけるので、五線譜よりも「譜面を見て音楽をイメージする」、「音楽を聴いて譜面を頭に浮かべる」といったことが容易である。またパターンを視覚的に認識し易いため、楽曲分析や即興演奏の理解に有効であると考えた。

五線譜の読譜も図形楽譜と同様に、線と間(step)、間と間・線と線(skip)を手がかりに隣接音程を瞬時に認識する、及び一つのまとまりとして知覚される音群を模様読みするパターンリーディングを行なった。更に、フラッシュカードを用いて音符の位置と聴覚情報である音名(記号)を一致させる訓練を行なったが、音程を使った曲を音名唱する訓練は行わなかった。それは、ペース・メソッドの音名は「ドレミ」ではなく「アルファベット」であるため、音名唱に馴染み難いこと、また、曲を丸暗記して手元を見て音名と鍵盤を結びつけて弾く癖が付くのを避けたことによる。初見奏や移調奏に必須とされる手元を見ない訓練の妨げとなると考えたためであった。音程を使った曲は、図形音符と同様に指番号と音長を表す音符名で歌った。

聴音は、クラビノーバを用いて長音階

の主音から第5音の中から、隣接音程が3度以内であること、隣接音を線で結んだ場合L型とN型の形状となる配置を避けた音を3～4個選択した。参加者には予め調性を伝え、主音に右手親指を乗せた位置で、実験者が奏した音群をキーボードで模奏させた。3音聴音の際は、「カルタとりゲーム」のように、複数並べた「三つ玉カード」の中から3音の相対的關係が、聴き取ったものと同じカードを選択させた。聴音に三つ玉カードを用いた意図は、聴けば相対的な位置関係が見える(耳で視る)、聴こえたものと一致したカードを選ぶ(目で聴く)活動を通して聴覚情報と視覚情報を結びつけるためであった。

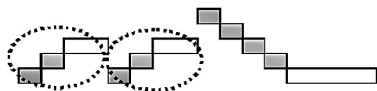
初見奏とその応用技術である移調奏は、音が鳴った瞬間に固視していた楽譜上の地点と演奏された音符との距離である視手範囲(eye-hand span)を大きくして、パターンリーディングするように訓練した。初見奏、移調奏でのパターンリーディングは、曲をチャンク化して認識できるので、短期記憶貯蔵庫内の情報量を増やし、限界のある注意資源を音響的符号化に回す、いわゆる「目で聴く」訓練につながると考えた。パターンリーディングは、知的理解、感情、身体運動の3者を連動させる合理的な読譜法と言える。

即興演奏の訓練には、音楽を視覚と聴覚の双方から知覚できるチャイムを用いた。参加者は、実験者が演奏したパター

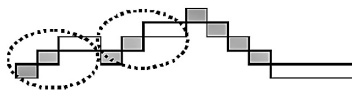
ンを視覚と聴覚を通して頭で理解して、自らの感情に基づいて2、4、8小節の曲を即興的に演奏した。即興演奏や変奏の理解を深めるために、図形音符を用いて図8を参考に曲を作らせ、音楽の構造を理解させた。変奏については「stepはskipに、skipはstepに変奏できる」と、3度以内の音程の変換だけを教えた。図8は5度以内に配置した図形音符を用いて楽曲の構造を示した例、及び3度以内に配置した三つ玉の例である。

長音階の主音から第5音までの何れの音にも臨時記号を付けずに扱ったので、

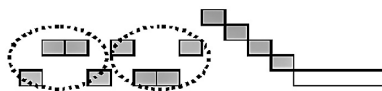
1. パターン & リピートの例



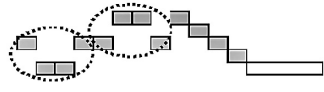
2. パターン & シークエンスの例



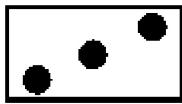
3. パターン & インバージョンの例



4. パターン & シークエンスをインバージョンにした例



step up & step up



skip up & step down

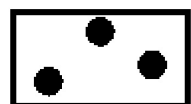


図8 図形音符 & 三つ玉カードの例

隣接音程が増音程や減音程にならなかった。参加者がパターンとして知覚した音群は、視覚、聴覚の双方において、stay (完全1度)、step (長・短2度)、skip (長・短3度)の5種類であったので、聴覚上の認識と楽譜上の認識に差異はなかった。

レパートリー曲の学習の手順は、まずマクロな視点からパターンとして認識できる音群を模様読みし、続いてミクロな視点からパターン内の隣接音程関係をパターンリーディングした。次に指番号を歌いながら音高と音長を宙に描き、手指をもう片方の腕の上で動かすことで、手首の脱力と音の動きを参加者自らの触覚によって知覚させた後に、キーボードの上で弾かせた。

手続き 実験装置および実験プログラムは、実験1と同様であった。120の刺激を4ブロックに分け、1ブロック30刺激の中に、6通りの「隣接音程との規則性関係」を均一に配分し、ターゲット刺激とした。更にダミー刺激(3箇所の隣接音程が全て同じ、又は全て異なるL型・N型)を各ブロックに4刺激ずつ加えた。

1回目の実験終了後、実験1と同様の質問紙に回答を求め、2回目の実験終了後、「読譜経験あり群」と「読譜経験なし群」に対して、各実験における円の記憶方略について、内観報告を求めた。刺激の得点化については、「旋律線の形態」「円の位置」「隣接する円の方向」「始め

と終わりの円の位置」隣接度数」の各項目における間違えを合計してエラー得点とした。

### 3-2. 結果と考察

「隣接音程との規則性関係」「右隣の円に向かう方向」「2種類の音程の組み合わせ」において、各群のエラーの得点の平均値を算出し、レッスンの前後の成績を比較したところ<sup>22</sup>、3群とも1回目に比べて、2回目のエラー得点が総じて減少した。統制群における1回目と2回目の差に比べ、実験群（読譜経験あり群、読譜経験なし群）における差の方がより大きかった。図9と図10は、実験群に有意差があった項目である。

「隣接音程との規則性関係」 レッスン後、読譜経験なし群の「L型：音程1＝音程3」のエラー得点が、有意に減少した。この形状に属する刺激は、「2種類の音程の組み合わせ」において、レッスン後に有意にエラー得点が減少した「L型：2度＋3度」及び「L型：2度＋4度」で構成されている。レッスンで2度、3度の読みを訓練した効果と、2度、3度を応用して参加者自らが4度（2度＋3度）を学習した（「知識の転移」が生じた）結果、エラー得点が減少したと推測できる。

読譜経験なし群の「L型：音程1＝音程2」において、レッスン後にエラー得点が有意に減少する傾向を示した。この形状は、規則性が刺激の前半にあるため、早くに規則性に気づき、チャンク化

### 結果（読譜経験なし群）すべてL型

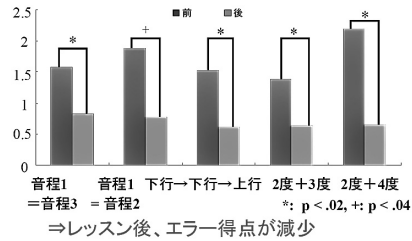


図9 実験2の結果（2回目の実験でエラー得点が減少した項目）

### 結果（経験あり群）L型

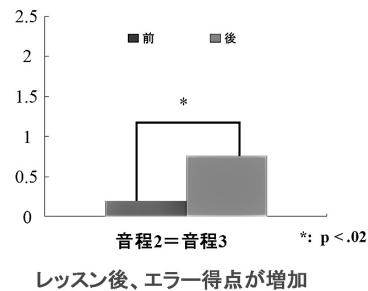


図10 実験2の結果（2回目の実験でエラー得点が増加した項目）

して認識できることから、パターンリーディング（模様読み）を行なった効果が見られたと推測できる。

読譜経験あり群は、「L型：音程2＝音程3」において、レッスン後にエラー得点が有意に増加した。しかも群の全員が、レッスン後に行なった2回目の実験においてこのカテゴリに属する刺激のいくつかを間違えて再生した。レッスン前後の2回の実験を通して、群の構成員全員が同じカテゴリに属する刺激の再生を間違えたのは、読譜経験あり群の2回目

の実験における「L型：音程2＝音程3」のみであったことは、特記すべきである。

内観報告において、読譜経験あり群は以下のように述べた。レッスン前は、目に焼き付けてそのまま、或いは個々の円の位置を記憶したが、レッスン後は、画像として保持しつつ、左から順に心の中で円の高さを鳴らしながら心的に4個の円を走査したと報告した。すなわち、視覚的符号化と音響的符号化の両方を行なったと言える。

「L型：音程1＝音程2」、「L型：音程1＝音程3」に比べて「L型：音程2＝音程3」は、規則性が後半に有るため、チャンク化し難く、刺激の多くには4度と5度が含まれているため、視覚的符号化だけでは記憶を保持するのに不十分と感じて、音高を伴った音響的符号化も同時に行なったと推測できる。五線譜上の音符の位置と音名を一致させる訓練を受けたことにより、読譜に熟達化した読譜経験あり群は、短期記憶内で心的に鳴らした音を三線譜に書き取る際に、楽譜の線の本数に迷わされて、五線譜上の音名を三線譜に置き換えることに失敗したと考えられる。結果として再生に失敗したが、音楽レッスンを受けたことで、視えるものが聴こえるのは、視覚的リハーサルに加えて音響的リハーサルを行う精緻化リハーサルであり、音楽レッスン効果により符号化処理水準に深まりが見られたと解釈できる。

右隣の円に向かう方向 読譜経験なし群は、「L型：下行→下行→上行」において、レッスン後のエラー得点が有意に減少した。この形状は、円が連続して下行するため、目線も連続的に下行する。目線は、上に向けるより下に向ける方が楽であるのは、人の感覚細胞の重力場(万有引力が働いている場)で働く重力受容器が、水平に対する体位の変化を感知するためである<sup>23</sup>。初見奏で視手範囲 (eye-hand span) を大きく取る訓練を行なった結果、連続的に下行している形状の刺激にレッスン効果が現れたと推測できる。

2種類の音程の組み合わせ 読譜経験なし群の「L型：2度+3度」「L型：2度+4度」において、エラー得点が有意に減少したことについては「隣接音程との規則性関係」で述べた。

N型に関しては、レッスン効果が現れなかった。単純な線形図形を注視対象とした場合、注視は角や急峻部など情報の多い部分に落ちる<sup>24</sup>という。N型はL型より方向転換が多いので、旋律線の全体像の形成に必要な断片情報数が多く、視覚対象の部分情報が処理系に高い負荷を与えため、レッスン効果が現れ難かったと推測できる。

本研究の仮説の多くは検証された。読譜経験なし群は、パターンリーディングの訓練等により、視覚的符号化に向上が見られ、読譜経験あり群は視空間に音高を描く活動と聴音の訓練等により、音響



的符号化に向上が見られた。音楽レッスン効果による視覚情報の発達的变化は、それぞれの参加者の音楽経験の違いにより、変化の生じ方にも差異があると考えられる。

### さいごに

本研究の目的は、音楽初心者が総合的な音楽レッスンを2ヶ月間受講した結果、擬似音符に対する視覚情報処理がどのように変化したかを、再生実験により調査することであった。その結果、読譜経験がある参加者、読譜経験がない参加者の双方の視覚情報処理に、発達的变化が見られた。

本研究の準備として行なった実験1では、4個の擬似音符の配列を知覚する際、音楽経験・年齢・瞬間視能力の違いにかかわらず、配列が単純なものは、複雑なものより知覚し易いという一定の傾向が見られたことから、対象物に対する人の知覚には、共通性があると言えるだろう。

テレビゲームと音楽訓練を受けた大学生と、テレビゲームの訓練だけを受けた大学生を比較すると、前者の方が擬似音符の再生に優れていた。その理由は、音楽訓練を受けた大学生が長年に渡り楽譜に接触したことにより、線上、或いは線間にある円の位置を視覚的に記憶するスキルを身につけていたためと思われる。

読譜経験のある大学生は、4個の円に対して音高の響きをイメージせずに、音楽と無関係な図形とみなして再生したが、ゲーム経験だけで瞬間視を鍛えた大学生よりも、擬似音符の正確な場所の再生に優れていた。

一方ピアノ教師は、日常的な読譜接触頻度が高いにもかかわらず、大学生より再生成績が低かった。その理由は、4個の円を音符とみなし、視覚的に符号化すると同時に、音響的に符号化して五線譜上の音名（記号）に置き換えて、三線譜に再生したためと考えられる。ピアノ教師は長年の音楽経験により、視えるものが聴こえると思われる。もし円を五線譜で呈示し、五線譜に再生したなら、視覚的符号化と音響的符号化が一致しているので、実験1は、異なった結果となったかもしれない。実験1に参加した大学生達は、実験の内容に関して全く先入観が無かったのに対して、ピアノ教師達は実験者の知人であったため、音楽に関係した実験であるという先入観があったと思われる。実験1において、この点で統制を取らなかったことが反省点である。

ピアノ教師と実験2の読譜経験あり群の、刺激の音響的な符号化による再生の失敗から、音楽レッスンと瞬間視を鍛えるゲーム訓練の違いは、音楽レッスンが隣接した円の音程関係を、視覚的にも聴覚的にも読み取るのに対して、ゲーム訓練は円を個別の位置と認識する点にあるだろう。音楽の場合、音は単独で空間に

存在することは無く、刻一刻と移りゆく時間の中で、連続的、連鎖的につながって鳴り響く。

読譜経験なし群の再生成績が上がったことから、音楽経験が無い参加者が音楽レッスンを受けた場合、最初にレッスン効果が現れる部分は、楽譜の視覚的な認知であると考えられる。読譜経験あり群の再生の失敗から、音楽経験が有る参加者が音楽レッスンを受けた場合、楽譜の音響情報の読み取りが向上すると考えられる。結論として、読譜における総合的な音楽レッスンの効果は、楽譜情報の視覚的な符号化を経て、より深い処理水準と思われる聴覚的符号化に至るのではないだろうか。

1 Pace, R. (1982, October). *Position paper*. Paper presented at the National Conference for Piano Pedagogy, Madison, WI.

...aesthetic moments are well within reach of most people if we could help each person get the proper balance of the cognitive, affective and psychomotor.

2 『記憶』に関しては、以下の文献を参考にした。

Lindsay, P.H., & Norman, D.A. (1977).

*Human information processing: An introduction to psychology*. New York: Academic Press Inc.

(リンゼイ.P.H.&ノーマン.D.A. 中澤幸夫 箱田祐司 近藤倫明 (共訳) (1992) 情報処理心理学入門 注意と記憶 サイエンス社)

Loftus, G.R. & Loftus, E. (1976). *Human memory: The processing of information*. New York: Psychology Press.

(ロフタス, G.R.&ロフタス, E.F. 大村彰道 (監訳) (1990). 人間の記憶 東京大学出版会

3 Chase, W.G., & Simon, H.A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4 (1), 55-81.

複数の情報を関連付けて記憶する「チャンク化」は、チェス熟達者がゲームの場面をつい先ほど見たままに再現できる能力など、視覚的対象についての情報処理が必要とされる課題で行われている。

4 Kosslyn (1978) は、参加者に7つのランドマークが配置している地図を記憶させた後に、目を閉じさせた。参加者は7つのランドマークのうち、一つの名前を聞いてそこに焦点を合わせ、次のランドマークを聞いてそのランドマークをイメージして走査したところ、イメージを走査するのにかかる時間は走査する距離に線比例して増えたと報告した。

5 Pinker, S., Choate, P.A., & Finke, R.A. (1984). Mental extrapolation in patterns constructed

from memory. *Memory and Cognition*, 12 (3), 207–218.

- 6 Wolf, T. (1976). A cognitive model of music sight-reading. *Journal of Psycholinguistic Research*, 5 (2), 143–171.

多くの音楽熟達者達は、初見奏はページ上の馴染みある音の配列を再認するパターン認知作業であると述べている。熟達者は読譜の際、個々の音名を読むのではなく、音群をチャンク化することで短期記憶への負荷を減じている。その際、理論から逸脱した音があっても、それに気づかず理論に則ってチャンク化して読譜することがある。

- 7 Brochard, R., Dufour, A., & Despres, O. (2004). Effect of musical expertise on visuospatial abilities: Evidence from reaction time and mental imagery. *Brain and Cognition*, 54 (2), 103–109.

水平ラインと垂直ラインを0.5秒間呈示し、それらが消えた後、1秒後に点を0.2秒間フラッシュさせて点の所在を問うたところ、熟達者も初心者も水平のラインにフラッシュした時の方が、垂直のラインにフラッシュした時より、好成績であった。また、垂直のラインにフラッシュした時、熟達者は初心者より、有意に好成績であった。

- 8 Sloboda, J. A. (1976a). Visual perception of musical notation: Registering pitch symbols in memory.

*Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 28 (1) 1–16.

- Sloboda, J. A. (1978). Perception of contour in music reading. *Perception*, 7 (3), 117–124.

Sloboda (1976) は、6音を記した楽譜を100ms以上呈示した場合、熟達者は初心者よりも多く、音符の位置を正確に再生できると報告した。Sloboda (1978) は、4音を記した楽譜を50ms呈示した場合、熟達者は音符の正確な位置の特定はできないが、初心者よりも4音を結んだ旋律線の形状を正確に再生できると報告した。

- 9 Schellenberg, E.G. (2004). Music lessons enhance IQ. *Psychological Science*, 15 (8), 511–514.

- 10 Pace, R. (1982, October). *Position paper*. Paper presented at the National Conference for Piano Pedagogy, Madison, WI.

「ペース・メソッド」は、「動作」で表現する『具体』、「映像」等の視覚的イメージで理解する『半具体』、ある特定の文化や領域で使用される「象徴」的な記号により理解する『抽象』を用いて音楽の理解を助けている。この中で「映像」レベルでの認識が「読譜」を理解する直接的な導入となる。具体的には、音高と音価からなる図形音符（擬似音符）を用いて読譜を行う。

- 11 Adachi, M. (1992). Development

- of young children's music reading via instruction. *Proceedings of the Fifth Early Childhood Music Education Seminar* (pp.83-107). Tokyo: Kunitachi College of Music.
- Sampei[0], S. (2001). Effect of spiral learning on intermediate piano student's sight-reading and memorization processes. *Pace-method Journal*, 23. 6-10.
- 安達 (1992)、三瓶 (2001) は、ベース・メソッドを用いて幼児・児童に縦断的に音楽レッスンをを行い、読譜能力の熟達化を検証した。
- 12 「知識の転移」とは学習した知識を応用し、学習者自らが新しい知識を獲得するという教育心理学者 Bruner (1966) の理論である。
- 13 本研究で用いた擬似音符は、三線上に5度以内で4個の円を配置した図形である。音楽経験者には、楽譜に例えて読む可能性があり、未経験者は単なる線と円に見える可能性がある。
- 14 脚注2参照
- 15 中村充・田中稔・工藤大介(2005). 加齢および運動習慣が視機能に及ぼす影響に関する検討. *順天堂医学*, 51, 153-159.
- 16 対応のある  $t$  検定を行なった結果、有意差があった ( $p = .05$ ).
- 17 フィッシャーの正確確率検定を行なった結果、L型 ( $p = .01$ ) とN型 ( $p = .005$ ) にのみ有意差があった。
- 18 脚注7参照
- 19 脚注7参照のこと
- 20 Pace, R.(1984). *The way to play: Book 1*. Chatham, NY: Lee Roberts.
- Pace, R.(1994). *Music for keyboard: Book 1*. Chatham, NY: Lee Roberts.
- Pace, R.(1996). *Keyboard lesson: book 1 A*. Chatham, NY: Lee Roberts.
- Pace, R.(2000a). *Bosco and Kitty's piano magic*. Chatham, NY: Lee Roberts.
- Pace, R.(2006a). *Creative music: Book 1*. Chatham, NY: Lee Roberts.
- Pace, R.(2006b). *Music for piano: Book 1*. Chatham, NY: Lee Roberts.
- Pace, R.(2006c). *Theory papers: Book 1*. Chatham, NY: Lee Roberts.
- Pace, R.(2007). *Finger builders: Book 1*. Chatham, NY: Lee Roberts.
- 21 Pace, R. (2000a). *Bosco and Kitty's piano magic*. Chatham, NY: Lee Roberts.
- 22 統計分析は対応のある並べ替え  $t$  検定を用いた。図9、図10は有意差があった項目である。
- 23 園原太郎・柿崎祐一・本末良治

- (1965). 心理学辞典. 京都: ミネルヴァ書房, p. 176.
- 24 安達潤 (1988). バタン認知過程における周辺視と中心視の役割について. 北海道大学教育学部紀要, 50, 109-130.

