

等音価音列の音高の変換処理の性質

—移調楽器を用いた実験的検討—

後 藤 靖 宏

等音価音列の音高の変換処理の性質 ——移調楽器を用いた実験的検討——

後藤 靖 宏
Yasuhiro GOTO

目次

1. はじめに
2. 方法
3. 結果
4. 考察
5. 謝辞
6. 引用文献

[Abstract]

The Nature of Transformation Processing of the Equal Note Value Tone Sequences: An Experimental Study Using Transposing Instrument

This study conducted an experimental investigation of the nature of cognitive procedures involved in the transformation of pitch heights of equal note value. For the purpose of the study, a piano was employed as the instrument playing the actual sound and a clarinet was used as the transposing instrument. Participants were asked to play a musical score comprising only of quarter notes either on the piano or on the clarinet. The results of the experiment revealed that the musical score and the musical instrument influenced each other. However, no difference was observed between playing an actual pitch of musical score on the transposing instrument and playing a transposed musical score on the instrument designated to play the actual pitch. The findings thus demonstrate that the mental process of transposition does not evince an asymmetric relation. In terms of dual task processing theory, these results suggest that a player can devote cognitive resources to the administration of pitch height transformations without engaging in the metrical organization process. Future studies should elucidate more precisely the nature of the mental practices involved in transposition through the modification of the methods of presenting a pitch height.

はじめに

本研究の目的は、移調楽器を演奏させることによって、等音価音列の音高の変換処理の性質を明らかにすることである。

音楽の一側面である“調”には様々な定義がある（たとえば、石桁ら、1965；吉野、2000など）。しかしそれらは、音の高さに関する概念であるという点では共通している（後藤、2019）。音の高さに関して、ある曲を各音の相対的な音程関係を変えずに、別

の調に音程を移すことを移調という（金沢、2004）。この定義に基づき、本研究では楽譜に記された音の音高を別の調に適切に変換する処理を移調と呼ぶこととする。

オーケストラや吹奏楽で使用されるクラリネットやホルン、あるいはトランペットなどといった楽器は移調楽器に分類される。移調楽器とは、楽譜に記された“記音”と、実際に聞こえる“実音”が一致しない楽器のことを指す（新造、2002）。これを楽譜の側面から考えると、実音楽器の楽譜は記音と実音が

キーワード：音高の変換処理、移調、等音価音列、拍節構造、二重課題

Key words: Pitch Transformation, Transposition, Equal Note Value Tone Sequence, Metrical Structure, Dual Task

一致しているのに対し、移調楽器の楽譜は、その楽器に固有の調で記されているということの意味する。その結果、オーケストラや吹奏楽のように、複数種類の楽器で演奏する場合、同じメロディを演奏しているにもかかわらず、奏者の楽譜は楽器ごとに異なるということになる(後藤, 2019)。したがって、集団で演奏する場合には、奏者や指揮者にとって移調楽譜を自由に読み書きする訓練は不可欠のものと言える(安達, 1985)。

実際の演奏場面でこのような移調楽譜を使用する場合、奏者は絶対的な音高を表す“音名”と、相対的な音の位置関係を表す“階名”を使い分け、楽譜に記された記音を実際に聞こえる絶対的な音高である実音に戻すという処理が必要になる。こうした音高の変換処理は、認知的な課題を遂行する際に必要な認知リソース(高野, 1995)や、様々な記憶処理の性質のような、人間の認知処理の制約を受けていると考えられる。このような認知的特徴を鑑み、後藤(2019)は移調の“方向性”に着目してその性質を調べた。移調された音階から実音に音高を変換する場合と、実音から移調された音階に音高を変換する場合では、同じ“距離”を、逆の“方向”に移動することになる。後藤(2019)は、この2つの変換処理を調べることで移調の際の心的特性を明らかにできると考えた。実験では、実音楽器であるピアノと移調楽器であるクラリネットを用い、移調の“方向性”を操作して、ピアノの楽譜を見てピアノを弾くこと、ピアノの楽譜を見てクラリネットを吹くこと、クラリネットの楽譜を見てクラリネットを吹くこと、およびクラリネットの楽譜を見てピアノを弾くことの4種類の演奏を行わせた。移調の方向性によって音高の変換処理の難易度に違いがあるかを比較した結果、楽譜と楽器の調が異なるときにエラー数が極めて多くなることや、実音楽譜を移調楽器で演奏する際のエラー数がその逆の場合よりも多くなると

いう、移調の心的処理の非対称性を見いだした。特に、実音を移調された音階に変換する方向が、移調された音階を実音に変換する方向よりも難易度が高いということから、後藤(2019)は、西洋調性音楽の聴き手には絶対音高のDoを主音とする音階スキーマが構築されており、その音階スキーマを使って音高の変換を行っていると結論づけた。そして、調以外の要素を統制することで、音高の変換処理のより詳細な特性を明らかにすることができると考察している。

こうした観点から移調を考える場合、音楽の基本的な認知過程の特徴を踏まえることは不可欠になる。一般的に、音楽は、メロディ、リズムおよびハーモニーで構成されており、これらが相互に関連付けられて音楽が認知されると考えられる。阿部(1987)によれば、メロディは音楽の音高的側面とリズムの側面が統合されて認知されるという。このうちの音高的側面については、調性的体制化(吉野, 2000)と呼ばれる処理によって調性感が認知される。一方、リズム的側面については、拍節的体制化(後藤, 2000)と呼ばれる処理によって拍節構造が認知される。

これを課題の遂行という観点から考えると、音楽の認知過程においては、調性的体制化と拍節的体制化という、いわば“二重課題”を行っていることになる。この二重課題では、単独では簡単な課題どうしを同時に行うことで、単独で行ったときより、それぞれの実行成績が低下することが明らかになっている(河原, 2011)。これは、処理資源に限度があるという認知リソース(高野, 1995)や、情報の処理と保持の並列処理を支えるというワーキングメモリ(荳阪, 2002)の性質から説明できる。逆に言えば、同時に行う処理を減らすと、それぞれの実行成績は下がらないということになる。こうした二重課題の制約は、音楽認知のみならず移調処理にも影響を与えていると考えられる。すなわち、移調

が適切に達成されるときは、原則として、音高の変換という処理と、リズムの保存という処理が同時に行われている。したがって、もし音高の変換処理のみを単独で行い、リズムの処理を無視すれば演奏のエラー数は減ると考えられる。

以上を踏まえ、本研究では、移調楽器演奏時における音高の変換処理に、リズムの処理が関わっているかどうかを明らかにすることを目的として実験を行った。具体的には、後藤（2019）と同様に、実音楽器と移調楽器を用いて、実音楽譜と移調楽譜の2つの楽譜をそれぞれ演奏させた。後藤（2019）と異なる点は、使用した楽曲が等音価の音列であったことである。これにより、演奏者は音高の変換処理のみに認知リソースを割くことができるようになる。そしてその結果を後藤（2019）と比較することで、音高の変換処理にリズムの処理が影響しているかどうかを明らかにすることができる。本研究では、実音楽器としてピアノを、移調楽器としてクラリネットあるいはトランペットをそれぞれ使用した。これらを用いた理由は、どちらも実音のSi \flat が記音のDoである移調楽器であるためであった。

本研究の仮説は以下の通りである。楽譜の調と楽器の調が同じであるとき、2種類の演奏のエラー数は等しくなるであろう。また、楽譜の調と楽器の調が異なるときの演奏のエラー数は、調が同じときに比べて多くなるであろう、しかし、このときも2種類の演奏のエラー数は等しくなるであろう。つまり、音高の変換処理の難易度に差はなく、移調の心的処理の非対称性はない。なぜなら、同時に行う処理が1つ減ることで、課題の難易度が下がると考えられるためである。

方法

実験参加者 大学あるいは短期大学におい

て吹奏楽部に所属しているなど、集団で楽器を演奏している学生23名（男性8名、女性15名、平均年齢19.70歳）が実験に参加した。実験参加者が普段演奏している楽器は、クラリネット、バスクラリネットあるいはトランペットであった。彼らは実験時点で吹奏楽部に所属している現役の奏者であった。なお、全員が後藤（2019）の実験に参加していなかった。

実験計画 2要因の実験計画を用いた。第1要因は楽譜要因であり、実音楽譜を読む実音楽譜条件と移調楽譜を読む移調楽譜条件の2水準とした。第2要因は楽器要因であり、ピアノを演奏する実音楽器条件と移調楽器を演奏する移調楽器条件の2水準とした。これらはすべて実験参加者内要因とした。

装置 演奏の録音のためにICレコーダー（OLYMPUS製Voice-Trek V-802）を使用した。

材料 実音楽譜条件で使用する楽譜はフルートまたはピアノの楽譜であった。移調楽譜条件で使用する楽譜はクラリネットの楽譜であった。これらの楽譜は以下のようにして作成した。まず、田中（1995）、Weber, Erickson and Proyher（1976）、Voxman（1952）、Lancelot（1967）および山本（2002）から、調号が3つ以下のものを16曲選出し、1曲が4分音符40～60音になるように編曲した。次に、音価を4分音符に統一し、音高だけが変化する“楽譜”を作成した。楽譜には小節線を表示しなかった。なお、小節線が表示されていないため、楽譜の作成時に、たとえば元の曲がB durのとき、Siに本位記号（ナチュラル）がついており、その次のSiには変記号（フラット）がつくなどの場合は付け足した。楽譜は付録に示す。使用楽器は、実音楽器条件としてキーボード（YAMAHA製CBX-K1XG、以下便宜的に“ピアノ”と記す）を、移調楽器条件としてクラリネットまたはトランペットを使用した。移調楽器は、

実験参加者が普段使用している自分のものを持参させた。

手続き 実験は騒音のない静かな部屋で個別に実施した。実験の流れは、基本的に後藤(2019)と同様であった。部屋にはピアノと譜面台を置き、その近くに実験参加者に持参させた移調楽器を置かせた。実験では、ピアノと移調楽器の演奏をさせた。演奏の種類は以下の4つであった。すなわち、1つ目はピアノの楽譜を見てピアノを弾くこと、2つ目はピアノの楽譜を見て移調楽器を吹くこと、3つ目は移調楽器の楽譜を見て移調楽器を吹くこと、および4つ目は移調楽器の楽譜を見てピアノを弾くことであった。この4種類の演奏を1セットとし、4セット計16曲の演奏をさせた。順序効果を防ぐため、1セット内の演奏の種類と、4セットの演奏の順序はラテン方格法により条件を割り当てた。なお、演奏の種類は1曲ごとに実験者が指示した。また、演奏の際は、自由なテンポとリズムで演奏して良いことを教示した。

まず本試行の前に、練習としてピアノでDo, Re, Mi, Fa, Sol, La, SiおよびDoと、移調楽器でDo, Re, Mi, Fa, Sol, La, SiおよびDoを演奏させた。さらに、それぞれ音を読み替えてDo, Re, Mi, Fa, Sol, La, SiおよびDoを演奏させた。以上の練習が全て終了してから本試行に進んだ。本試行ではピアノの楽譜を見て移調楽器を吹くとき、移調楽器の楽譜を見てピアノを弾くときは音を読み替えて演奏するようという教示を与えた。演奏終了後、回答用紙に年齢、現在担当している移調楽器の開始時期とやめた時期、鍵盤楽器やその他の音楽経験の有無と経験期間、および演奏で気づいた点を記入させ、実験を終了した。実験全体の所要時間は約30分であった。

結果

移調の方向性によってエラー数に違いがあるかを確かめるために、演奏のエラー数をカウントした。エラー数は、演奏の際に実験参加者が正しい音で演奏をすることができなかった回数とした。カウントに際しては実験者が実験参加者の録音された演奏音を確認し、楽譜と異なる実音であった場合をエラー数とした。

この基準に基づいて演奏のエラー数を従属変数とし、楽譜要因と楽器要因を独立変数として繰り返しのある分散分析を行った。その結果、楽譜要因と楽器要因の交互作用が観察された($F [1, 91] = 81.94, p < .001$)。楽譜要因の主効果($F [1, 91] = 2.60, n.s.$)、楽器要因の主効果($F [1, 91] = 0.16, n.s.$)は観察されなかった。各条件のエラー数を図1に示す。

楽譜要因と楽器要因の交互作用が観察されたので、Bonferroni法による単純主効果検定を実施したところ、実音楽器においては実音楽譜条件($M = 2.47$)と移調楽譜条件($M = 16.90$)の間に有意な差が見られた($p < .001$)。移調楽器においても、実音楽譜条件($M = 18.05$)と移調楽譜条件($M = 0.58$)の間に有意な差が見られた($p < .001$)。また、実音楽譜条件においては実音楽器条件($M = 2.47$)と移調楽器条件($M = 18.05$)の間に有意な差が見られた($p < .001$)。移調楽譜

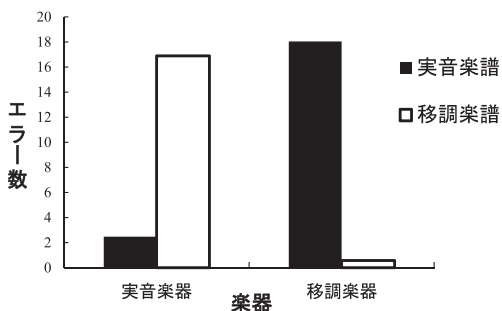


図1 各条件のエラー数の平均値

においても、実音楽器条件 ($M = 16.90$) と移調楽器条件 ($M = 0.58$) の間に有意な差が見られた ($p < .001$)。

続いて、楽譜と楽器の調の不一致による影響の比較のため、対応のあるサンプルの t 検定を行った結果、実音楽譜を見て移調楽器を演奏する場合 ($M = 18.05$) と移調楽譜を見て実音楽器を演奏する場合 ($M = 16.90$) では、エラー数において有意な差は見られなかった ($t [91] = -0.63, n.s.$)。

考察

本研究の目的は、移調楽器を演奏させることによって、等音価音列の音高の変換処理の性質を明らかにすることであった。

本研究の仮説は、楽譜の調と楽器の調が同じであるとき、2種類の演奏のエラー数は等しくなるというものであった。また、楽譜の調と楽器の調が異なるときの演奏のエラー数は、同じときに比べて多くなり、このときの2種類の演奏のエラー数は等しくなるというものであった。

本研究では、クラリネットあるいはトランペット奏者に実音を移調された音階に変換して演奏をさせた。また、移調された音階を実音に変換するという演奏もさせた。そして、それぞれのエラー数を比較した結果、楽譜の種類と楽器の移調の種類との間に関連性が認められ、楽譜と楽器の調が異なると、エラー数が増えるということが明らかとなった。また、実音を移調された音階に変換するということと、移調された音階を実音に変換するということの演奏のエラー数に差はなく、移調の心的処理の非対称性は見られなかった。この結果は、仮説を支持するものであった。

実験の結果は、以下のようにまとめることができる。まず、図1に示すように、楽譜と楽器の調が一致していないときのエラー数は極めて多くなっている。それぞれの楽譜は、

固有の調で楽器に合わせて記されており、この結果は、自分の楽器に合った楽譜であれば演奏のエラーは少ないということを示している。これは後藤 (2019) と同様に、妥当な結果であろう。

次に、移調の心的処理については、リズムの処理をせずに移調された音階を実音に変換する場合と、実音を移調された音階に変換する場合では、変換の難易度に差がなかった。この結果は、後藤 (2019) と極めて対照的である。本研究と後藤 (2019) の最も本質的な違いは、使用した楽曲が等音価であるかどうかという点にあった。すなわち、今回の実験では、音価を統一した楽譜を用いてリズムを無視させており、音高の変換処理のみ単独で行わせていたことになる。その結果、変換の難易度に差がなかった。それに対し、後藤 (2019) では音高の変換処理とリズムの処理を同時に行わせていた。その結果、音高の変換に難易度があるという結果が得られている。この両者の違いを併せ考えると、移調の心的処理とリズムの処理は同時並行的に行われていると考えられる。すなわち、リズムの処理は音高の変換処理に干渉していたということになり、このことは、音高の変換処理とリズムの処理は、共通した処理資源を用いていることを示唆する。そのため、リズムの処理を行う必要がないときには、次に演奏する記音をどのような実音に変換するのかという音高の変換処理にのみ認知リソースを割くことができ、結果として変換の難易度に差が表れなかったのであろう。

今回の結果は、リズム認知の特性からは以下のような考察も可能である。前述したように、拍節構造の知覚には、入力された音列を分節化したり群化したりする、拍節的体制化と呼ばれる処理が関わっている (後藤, 2000)。この処理は人間のリズムスキーマに支配されていると考えられる。後藤・阿部 (1996) によると、人間のリズムスキーマの

最も基本的な性質として、2倍型の拍節構造知覚への偏好性があるという。本研究において、楽譜には拍節構造の知覚を誘引するような情報は一切表示されておらず、演奏の際にもリズムは自由に演奏して良いという教示を与えていた。しかし、上述のような拍節構造知覚における偏好性を考えると、実験参加者は演奏中に音列を4拍子や2拍子で捉えていた可能性もある。もし、偏好性に基づくそのような処理がなされているとすれば、等音価の音列に対してもある種の二重課題処理が行われていることになる。

さらに、このことに関連して、リズムとメロディの知覚の関係性についても考慮が必要かもしれない。先行研究によれば、拍節構造が確立されると、拍やダウンビート時点の音に注意が向けられることや、拍節的体制化の処理の結果を受けて、調性的体制化の処理が行われることが明らかになっている (Okada & Abe, 1997; 阿部・岡田, 2000)。これらの知見を踏まえると、等音価の音列に対しても何らかの拍節構造を知覚することによって、さらに何らかの調性も認知されることになる。したがって、等音価の音列であったとしても調性的体制化がなされ、その結果音高の変換処理が影響を受けた可能性も否定できない。今回の実験では、これらの点については一切言及することはできず、今後のさらなる検討が必要であろう。

本研究の結果、移調楽器演奏時の音高の変換処理の際にリズムの処理がないとき、音高の変換処理に非対称性が見られないことが明らかになった。一方で後藤 (2019) では、実音を移調された音階に変換する方向が、移調された音階を実音に変換する方向よりも難易度が高いという音高の変換処理の非対称性が明らかになっている。これらを総合的に考えると、リズムの処理は音高の変換処理において、難易度に関係する要素の1つであり、リズムの処理の有無で、音高の変換処理の難

易度が異なると言える。二重課題の観点からは、同時に行う処理を減らすと、それぞれの実行成績は下がらないはずであった。しかし、本研究の結果、音高の変換処理に非対称性こそなかったものの、エラー数は減少しなかった。以上のことから、移調楽器演奏時に音高の変換処理とリズムの処理が同時並行的に行われていたとすると、今回のような音価が統一されている場合には、リズムの処理が欠けていたということになる。このような場合にエラー数が減らなかったということは、演奏のエラー数を減らすためには、音高の変換処理とリズムの処理は同時に行う必要があると考えられる。

今回の実験では、移調楽器演奏時のリズムの処理が音高の変換処理に与える影響を明らかにすることを目的としていた。今後は、演奏をするのではなく、音高の変換処理を行った結果得られる実音の音名を記述させたり、1つ1つ提示された音高に対し、音高の変換処理を行わせたりする必要があると考えられる。このような手法を取ることによって、実験参加者にとって自由なリズムやテンポで音高の変換処理を行わせることができる。このようにリズムの処理を自由に行って演奏する方法はいくつかあるため、リズムの処理をなくした音高の変換処理について詳細に検討する必要がある。さらに、指揮者の音高変換の認知処理を詳細に検討することも興味深い。指揮者は、総譜と呼ばれる楽譜で、演奏中にすべての楽器の楽譜を読譜している。演奏者の音に注意を向けながら、様々な移調楽器の楽譜を一度に読譜するという事は、二重課題と同じような状況であると考えられる。しかし、様々な移調楽器の楽譜を読譜していることから、指揮者は音高の変換処理に慣れていないかもしれない。そのような場合、音高の変換処理に非対称性はあるのかどうかの検討を行うことや、指揮者特有の音高の変換処理の性質があるのかどうかについても検討を行

う必要があると考えられる。

謝辞

本研究は、佐藤初香（北星学園大学文学部心理・応用コミュニケーション学科2014年3月卒業）の多大なる協力を得た。記して謝意を示す。

引用文献

- 阿部純一（1987）. 旋律はいかに処理されるか. 波多野誼余夫（編）, *音楽と認知*. 東京：東京大学出版会.
- 阿部純一・岡田顕宏（2000）. 音楽知覚におけるリズム処理と調性処理の統合過程に関する認知科学的研究, *サウンド*, 15, pp.22-25.
- 安達弘潮（1985）. 移調楽器の記譜音の読譜について. *弘前大学教育学部教科教育研究紀要*, 2, pp.1-10.
- 後藤靖宏（2000）. リズム（旋律の時間的側面）. 谷口高士（編）, *音は心の中で音楽になる 音楽心理学への招待*. 京都：北大路書房, pp.53-81.
- 後藤靖宏（2019）. 移調楽器の演奏時における音高変換処理の非対称性. *北星論集*, 57（1）, pp.1-11.
- 後藤靖宏・阿部純一（1996）. 拍子解釈の基本的偏好性と漸進的確立. *音楽知覚認知研究*, 2, pp.38-47.
- 石桁真礼生・丸田昭三・金光威和雄・末吉保雄・飯田隆・飯沼信義（1965）. *楽典 理論と実習*. 東京：音楽之友社.
- 金沢正剛（2004）. *新編音楽小辞典*. 東京：音楽之友社.
- 河原純一郎（2011）. 注意. 小安増生・二宮克美（編）, *認知心理学*. 東京：新曜社, pp.24-27.
- Lancelot, J. (1967). *26のエチュード*. Hoche : 日仏音楽出版株式会社.
- Okada, A. & Abe, J. (1997). Cognitive modeling of the integration process of metrical and tonal organizations in melody perception. *Proceedings of the First International Conference on Cognitive Science*, 1, pp. 188-193.
- 荻坂満里子（2002）. *脳のメモ帳ワーキングメモリ*. 東京：新曜社.
- 新造文紀（2002）. 移調楽器の存在意義と移調楽譜への対応について. *宇部短期大学人間生活科学研究*, 38（1）, pp.19-21.
- 高野陽太郎（1995）. *記憶*. 東京：東京大学出版会.
- 田中雅明（1995）. *わたしはピアニスト2*. 東京：全音楽譜出版社.
- Voxman, H. (1952). *Chamber music for three clarinets Vol. 1*. Miami: Rubank Publications.
- Weber, F., Erickson, F., & Proyher, J. (1976). *やさしいバンド曲集 AWAY WE GO* 〈コンダクター〉. 東京：東亜音楽社.
- 山本康雄（2002）. *フルート★マスターピース フルーツ4重奏のために*. 東京：トリム楽譜出版.
- 吉野巖（2000）. 旋律（旋律の音高的側面）. 谷口高士（編）, *音は心の中で音楽になる 音楽心理学への招待*. 京都：北大路書房, pp.22-47.

付録の続き
移調楽譜

9

Musical notation for measure 9, consisting of two staves of music. The first staff begins with a treble clef and a key signature of one flat (B-flat). The melody consists of quarter and eighth notes. The second staff continues the melody with similar note values and rests.

10

Musical notation for measure 10, consisting of two staves of music. The first staff begins with a treble clef and a key signature of one flat. The melody continues with quarter and eighth notes. The second staff continues the melody with similar note values and rests.

11

Musical notation for measure 11, consisting of two staves of music. The first staff begins with a treble clef and a key signature of one flat. The melody continues with quarter and eighth notes. The second staff continues the melody with similar note values and rests.

12

Musical notation for measure 12, consisting of two staves of music. The first staff begins with a treble clef and a key signature of one flat. The melody continues with quarter and eighth notes. The second staff continues the melody with similar note values and rests.

付録の続き

13

Example 13 consists of two staves of music. The first staff begins with a treble clef and a key signature of one flat (B-flat). The melody starts on G4 and proceeds through a series of eighth and quarter notes, ending on G4. The second staff continues the melody from the first staff, also in G-flat major, ending on G4.

14

Example 14 consists of two staves of music. The first staff begins with a treble clef and a key signature of one flat (B-flat). The melody starts on G4 and proceeds through a series of eighth and quarter notes, ending on G4. The second staff continues the melody from the first staff, also in G-flat major, ending on G4.

15

Example 15 consists of two staves of music. The first staff begins with a treble clef and a key signature of one flat (B-flat). The melody starts on G4 and proceeds through a series of eighth and quarter notes, ending on G4. The second staff continues the melody from the first staff, also in G-flat major, ending on G4.

16

Example 16 consists of two staves of music. The first staff begins with a treble clef and a key signature of one flat (B-flat). The melody starts on G4 and proceeds through a series of eighth and quarter notes, ending on G4. The second staff continues the melody from the first staff, also in G-flat major, ending on G4.

