

**調知覚の手がかり**  
**- 「特定の音程の存在」についての検討 -**

松永理恵

matunaga@psych.let.hokudai.ac.jp

阿部純一

abe@psych.let.hokudai.ac.jp

北海道大学大学院文学研究科  
〒060-0810 札幌市北区北10条西8丁目

**概要**

松永・阿部(2001, 2002)は, 特定の調の知覚が, メロディがもつ音高系列上の何らかの局所的特徴を手がかりにして導かれる可能性を明らかにした。本研究では, そのような音高系列上の手がかりとして音程に着目し, 特定の音程の存在が調を特定するための手がかりとなっているかどうかについて検討した。音高セットが同じで音高の系列順序のみが異なる 450 種の音列を用意し, 5名の音楽経験者に調反応を求めた。その結果, 調の知覚は音高セットに大きく規定されるだけでなく, 音高の系列順序によっても系統だった形で影響されることことが再確認された。音程に着目して調反応を分析した結果, 特定の音程の存在が調知覚の手がかりとなっている可能性は少ないことが明らかになった。

キーワード: 調知覚, 音高の系列順序, 特定の音程の存在

**Perceptual cues and key judgement:  
The effect of specific intervals**

Rie MATSUNAGA and Jun-ichi ABE

Department of Psychology, Hokkaido University  
N10 w7, Kita-ku, Sapporo 060-0810, JAPAN

**Abstract**

Our previous studies (Matsunaga & Abe, 2001, 2002) have suggested that various local characteristics in temporal ordering of pitches guide listeners' judgements toward specific keys. In this paper, we focused on the presence of specific intervals in melodies might lead listeners to make specific key judgements. Five musicians with absolute pitch were asked to make a specific key judgement for tone sequences consisting of the same pitch set but differing in the temporal ordering of pitches. The results suggested that the presence of specific intervals had no significant influence on listeners' key judgements.

Key words: key perception, temporal ordering of pitches, interval

メロディの聞き手は, たとえ無意識的にではあったとしても, そのメロディの“調(Key)”を知覚しているものである(阿部, 1987, 1995)。聞き手の知覚する特定の調は, 一般に, メロディがもつ何らかの特徴を手がかりとしてもたらされると考えられるが, その特徴とはどのようなものなのであろうか。

調の知覚が, メロディを構成する音高の集

合(以下, 音高セットと呼ぶ)に大きく規定されることは, 先行研究によって指摘されてきた(例えば, 星野・阿部, 1984; Krumhansl & Kessler, 1982; Krumhansl, 1990; Longuet-Higgins & Steedman, 1978; Vos & Van Geenen, 1996)。Krumhanslと彼女の共同研究者たちは, このことを明らかにする実験を数多く行っている。例えば, Krumhansl

and Kessler(1982)は、被験者に、様々な音高セットで構成されている音列を呈示し、プローブ音評定を求めた。プローブ音評定とは、被験者に、呈示音列に次いで1つの音高(1オクターブ内の12音高のどれか)を聞かせて、その音高が先に呈示した音列にどれくらい“適合(fit)”しているのかを評定させるものである。この実験の結果は、音列を構成する音高セットが異なることで、最も適合していると評定された音高は系統立った形で異なってくる、というものであった。彼らは、最も適合していると評定された音高は、呈示された音列を全音階的に解釈できる調の主音とみなすことができると考えており、この実験の結果は、音高セットが異なると知覚される調も異なるようになることを示すものであるとしている。星野・阿部(1984)も、調の知覚が音高セットに大きく規定されることを報告している。彼らは、様々な種類の音高セットからなる音列材料を被験者に呈示し、それらの各音列に対し「最もまとまりよく終わらせることができる」と感じられる終止音高を反応させた。そして、その結果から、音高セットが異なることで終止音高の反応がある一定の傾向で異なってくることを確認している。また同時に、彼らは、終止音高として選ばれた音高は、基本的に、呈示された音高セットの構成音全てを全音階の音階音として解釈できる調の主音と捉えることができる、ということ報告している。

ところで、調の知覚は、音高セットだけでなく、音高の系列順序によっても影響を受けるようである。このことは、そう多くはないが、いくつかの研究によって指摘されて来ている(例えば、Brown, 1988; Brown, Butler, & Jones, 1994; Butler & Brown, 1984, 1994; Deutsch, 1984; 松永・阿部, 2001; Matsunaga & Abe, 2002; West & Fryer, 1990)。中でもButlerとBrown(Brown, 1988; Brown, Butler, & Jones, 1994; Butler & Brown, 1984, 1994)は、早くから、調の知覚に見られる音高の系列順序の影響について検討を行っている。例えば、Brown(1988)は、音高セットが同じで音程遷移構造が異なる音列材料を用意し、被験者に調反応とその調を感じる程度を評定することを求める実験を行い、音程遷移構造が異なることで、被験者は異なった調に反応することがあることや、知覚する調は同じでも調を感じる程度が異なってくることを明らかにしている。そして、この結果を、調の知覚が音高の系列順序に影響されることを示すものと考察している。

最近、松永・阿部(2001, Matsunaga & Abe, 2002)は、上記の諸研究に比べて、より直接的に、また、より広範囲な形で、調の知覚に見られる音高の系列順序の影響を調べている。彼らは、音高セットの構成音高全てを全音階の音階音として解釈した場合に複数の調にあてはまる音高セットを用い、音高セットが同じで音高の系列順序のみが異なる音列材料を用意し、被験者に調反応を求めた。その結果、全音列に対する被験者の反応は特定の少数の調に集中すること、しかし、その反応は個々の音列(すなわち個々の系列順序)ごとに敏感に対応して変わるといほどのものではないことを明らかにした。この結果から、彼らは、特定の調の知覚は、音高セットによって大きく規定され、同時に、音高系列上の何らかの局所的な特徴を手がかりにして導かれる、と推定している。

では、特定の調の知覚は、具体的には音高系列上のどのような局所的特徴によって導かれるのであろうか。そのような局所的特徴については、ButlerとBrown(Brown, 1988; Brown, Butler, & Jones, 1994; Butler & Brown, 1984)が言及している。彼らは、西洋全音階的枠組み内での音程の出現頻度が音程の種類によって異なるというBrowne(1981)の指摘をもとに、西洋全音階的枠組み内での出現頻度の低い短2度や増4度といった“稀少音程(rare interval)”が、調を特定するための手がかりとして機能するという仮説を立てた。そして、構成音高が西洋音楽に最も頻繁に出現する和声進行の順序で並ぶ音列に稀少音程が含まれる場合、聞き手は稀少音程を手がかりとして特定の調を知覚する傾向にあると報告した。だが、一般に、聞き手は稀少音程を含まない音列に対しても特定の調を知覚するものである。例えば、稀少音程を含まない音列を材料として用いた我々(松永・阿部, 2001, Matsunaga & Abe, 2002)の実験においても、被験者は特定の調を知覚している。すなわち、調知覚の手がかりとなる音高系列上の局所的特徴として、BrownとButlerが提案する稀少音程は適切ではないかもしれない、ということである。特定の調の知覚を導く音高系列上の局所的特徴は何かという疑問は、現在未解決のままであるといえる。

さて、調の知覚の手がかりとなる音高系列上の特徴としては、様々なものが考えられるが、本研究では、とりあえず、音高系列内に含まれる2音の間の“音程(interval)”に着目する

ことにする。ここでいう音程とは、隣接する2音の間の音程ばかりではなく、間に他の音を挟んだ形での2音間の音程も含む。もしも、ある特定の音程が音列内に存在するとして、そのことがその音列の調を決める手がかりとなっているとした場合、直感的には、2音間の時間系列上の距離が遠い場合よりも近い場合の方が、その手がかりとしての強さは大きくなると思われるが、本研究では、その点についても検討する。

本研究では、音高セットが同じで音高の系列順序のみが異なる音列材料を用意し、被験者に調反応を求める。もしも、多くの被験者が同じ調に反応した音列がいくつかのグループ(群)に分かれることが確認され、かつ、そのそれぞれの群内の音列間では共通の2音高が含まれているが、その2音高は他の群内で見つかる2音高と絶対音高で異なっており、かつさらには、それらの2音高の間の相対音程はすべての群間で共通して同じであることが確認された場合、その音程が調の知覚を導く手がかりとなっていることが強く推定されることになってくる。より具体的に説明しよう。例えば、実験の結果、被験者間で共通してC-Majorに知覚される音列が複数見つかれば、かつ、それらの音列には特定の2音高の順列[C4-E4]が共通して存在することが確認されたとする。また、同時に、ほとんどの被験者にG-Majorと知覚される音列が複数見つかれば、それらには2音高の順列[G4-B4]が必ず含まれていることが確認されたとしてみよう。この場合、この[C4-E4]から作られる音程も[G4-B4]から作られる音程も共に上行4半音であり、この上行4半音という音程が音列内に存在していることが、特定の調への知覚を導く手がかりとなっているのではないかと推定されることになる。さらには、この例で言えば、聞き手は、刺激音高列内に上行4半音の音程関係にある2音が存在するを感知すること、その2音中の前の方の音の高さを“tonal center (西洋音楽でいう調の主音)”として知覚するということである。

本実験では、そのような音程が存在するのか、また、存在するとして、その音程は音列上の2音がどのような距離関係にあるときにより強く調知覚の手がかりとして機能し得るのか、を実験的に検討する。

さて、以上の目的を達成するために、本実験ではどのような音列材料を用意すればよいのであろうか。まず、聞き手が呈示された音列に対して調を感じる必要がある。星野・

阿部(1984)の実験結果から、音列の長さと同音高セットを構成する音高数とを共に6音にすることは、調性を確立させるためと転調の可能性を少なくさせるために適当であると考えられた。また、音列中での音高の出現頻度は調の知覚に影響することが報告されているため(Oram & Cuddy, 1995)、音高セットを構成する6音高の各出現頻度を等しくすることにした。その上で、音高セットは聞き手が複数の調に知覚することが可能なものを用意することにした。本実験では、音高セットの構成音高全てを西洋全音階の音階音として解釈することができる調がC-Major, G-Major, e-minor, a-minorの4種となる音高セット[C, D, E, G, A, B]を準備することにした。また、音高セット[C, D, E, G, A, B]を用いて1オクターブ内の存在する音程が全て出現するように、2種類の音高セット[C4, D4, E4, G4, A4, B4] (音高セットA)と[D4, E4, G4, A4, B4, C5] (音高セットB)を用意することにした。音高セットAからは(±2)<sup>1</sup>, (±3), (±4), (±5), (±7), (±9), (±11)の音程を、音高セットBからは(±1), (±2), (±3), (±4), (±5), (±7), (±8), (±9), (±10)の音程をそれぞれ作ることが可能である。なお、この2種類の音高セットは、共に我々の先行研究(松永・阿部, 2001, Matsunaga & Abe, 2002)で用いた音高セットと同一である。

本実験では、このような6音高からなる音高セットを用いて、系列順序のみが異なる音高列をなるべく多数用意することにした。異なる6音高から作られる順列の数は720である。つまり、本実験で用意した音高セットAとBからは、それぞれ720音列、計1440種の音列を作ることができる。これら1440音列全てから被験者の調反応を得ることができれば、それが一番望ましいことではあるが、被験者の負担を考え、本実験では、音高セットAから194種の音列、音高セットBから256種の音列をランダムに選び、計450種の音列を音列材料として用いることにした。

## 方法

### 被験者

被験者については、絶対音感を有し、かつ、ある程度以上の音楽経験を持つ音楽熟達

<sup>1</sup>本稿では、音程を次のように表記することにする。すなわち、半音を単位として上行の場合は正の整数値で、下行の場合は負の整数値で表記する。例えば、上行4半音は(+4)と表わす。

者を用いた。それは、音楽熟達者は、自分が知覚した調を言語的に反応することができ、その反応は一般の聞き手よりも、安定しており、偶然性に支配されにくいためである(阿部, 1995)。被験者は絶対音感を持つ音楽経験者5人であった(平均年齢 = 21.8歳)。彼らはいずれも14年以上の音楽演奏経験をもち、その演奏経験年数は平均16.2年( $SD = 1.79$ 年)であった。被験者1はピアノ、被験者2, 4, 5はヴァイオリン、被験者3はチェロを日常的に演奏していた。

#### 音列材料

本実験では、音高セットが同じで、音高の系列順序のみが異なる450種の音列を音列材料として用意した。450音列中194音列は[C4, D4, E4, G4, A4, B4] (音高セットA)から作られ、256音列は[D4, E4, G4, A4, B4, C5] (音高セットB)から作られた。被験者による調反応の安定性を調べる目的のために、450種の音列の中から20種の音列を繰り返し用い、計470の音列を被験者に呈示した。繰り返し呈示される音列は、最初に呈示した後、十分な間隔を空けて呈示した。全470種の音列の呈示順序は、被験者ごとにランダム化した。音列の呈示速度については、調の知覚への拍節知覚の面からの影響を少なくするため、各音高の長さを同じにし(0.6 sec/ tone)、1音列全体の長さを3.60 secにした。

#### 手続き

被験者は呈示された1つの音列を3回繰り返し聞いた後、その音列に最もふさわしい調を長調12種、短調12種の計24種の中

から直感的に選ぶことと、選んだ調に感じる程度(調性感)を7段階で評定することが求められた。被験者は1つ以上の調を反応することは許されていなかった。以上を1試行とした。なお、練習試行は3試行、本試行は470試行であった。本試行の470試行は、4日にわたって行なわれた。最初の3日間は120試行、最後の4日目には110試行を行った。

### 結果と考察

各被験者の反応の安定性を調べるために、被験者ごとに、2度提示した20種の音列それぞれに対して調反応がどの程度一致しているかを分析した。その結果、同じ調を反応している音列は、被験者1では20音列中6音列(30%)、被験者2では13音列(65%)、被験者3では14音列(70%)、被験者4では13音列(65%)、被験者5では15音列(75%)であった。そこで、反応の安定性が低い被験者1の調反応を除き、被験者2から5の4名による反応を分析対象とすることにした。なお、以下の分析では、これら20種の音列に対する各被験者の調反応は、最初に提示した音列に対するものを採用した。

#### 被験者の反応した調

音高セットが同じで音高の系列順序のみが異なる450種の音列に対して、被験者はどのような調を反応していたのであろうか。その反応の分布をFigure 1に示す。Figure 1から分かるように、音高セットA, B共に、C-majorに反応する音列が最も多く(音高セットAは194音列中平均108.3音列(0.55%)、音高

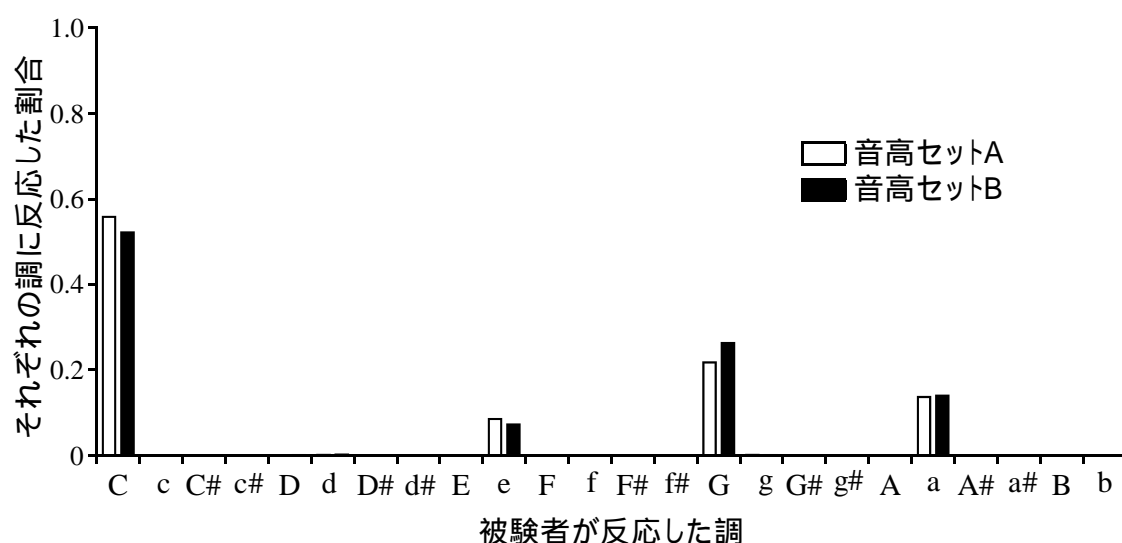


Figure 1. 全450音列に対して被験者が各調を反応した音列の割合. 大文字のアルファベットは長調, 小文字は短調を表わす.

Table 1

各音高セットにおいて、特定の調反応が全4名の被験者中3名以上の反応が見られた音列群とその音列数

特定の調反応	音列数	(4名中4名の被験者が	(4名中3名の被験者が
		反応した音列数)	反応した音列数)
音高セットA(194音列)			
C-Majorの反応が示された音列群	82	(20)	(62)
G-Majorの反応が示された音列群	18	(7)	(11)
a-minorの反応が示された音列群	1	(0)	(1)
その他	93		
音高セットB(256音列)			
C-Majorの反応が示された音列群	87	(24)	(63)
G-Majorの反応が示された音列群	26	(6)	(20)
a-minorの反応が示された音列群	4	(0)	(4)
その他	139		

セット B は 256 音列中平均 133.5 音列 (0.52%)、次いで G-Major (A セット 0.22%、B セット 0.26%)、そして a-minor (0.14%、0.14%)、e-minor (0.09%、0.07%) であった。これら 4 種の調は、いずれも本実験で用いた音高セットの構成音高全てを全音階の音階音として解釈することが可能な調であった。この結果から、聞き手の調知覚は音高セットに大きく規定されること、加えて、音高セットの構成音高全てを全音階の音階音として解釈可能な調に知覚されることが再確認されたといえる。

#### 調知覚の手がかりとなる音高系列上の特徴

それでは、被験者は音高系列上のどのような特徴を手がかりとすることで、呈示された音列を C-Major、G-Major、e-minor、a-minor それぞれの調に特定していたのであろうか。その音高系列上の特徴としては様々なものが考えられるが、本稿では「特定の音程の存在」に着目し、それが調を特定するための手がかりとして働いているかどうかについて分析する。この目的を達成するために、以下のような方法を用いた。

反応された 4 種の調ごとに、全 4 名の被験者中 3 名以上の反応が同じであった音列をその調に知覚されやすい典型的な音列として集計した。Table 1 にその結果を示す。音高セット A から作成された 194 音列は、C-Major に反応された音列群 (82 音列)、G-Major に反応された音列群 (18 音列)、a-minor に反応された音列群 (1 音列)、そして、それら以外の音列群 (93 音列) に分類された。また、音高セット B から作成された 256 音列も同様の 4 群に分類された (結果の詳細は、Table 1 を参照されたい)。

これら音列群のそれぞれにおいてのみ (それぞれの群内の音列間においてのみ) 共通して存在する特定の 2 音高順列が見出されるかどうかを調べるために、本実験では正準判別分析を用いることにした。群変数は Table 1 に示す音列群である。独立変数は、同一音列内に含まれる 2 音高の順列である。本実験で用いた音列は異なる 6 音高から構成されていたため、その内部に存在し得る 2 音高の順列の数は 30 種となる。具体的には、この 30 種類の特定の 2 音高の順列を独立変数として用いた。分析にあたって用いたデータは、音高セット A の場合は 1 つの群変数と 30 の独立変数、音列数 194 ケース、音高セット B の場合は 1 つの群変数と 30 の独立変数、音列数 256 ケースである。

まず、特定の 2 音の間の系列上の距離がどのような場合に、その 2 音高順列の存在が調知覚の手がかりとなる可能性が高いのか、その分析結果を報告する。6 音で構成される音列がもつ 2 音の間の系列上の距離は、隣接する場合、1 音隔てた場合、2 音隔てた場合、3 音隔てた場合、4 音隔てた場合の計 5 種類ある (以下では、これら 5 種類を 2 つの音の間に存在する音の数  $N$  で表わし、 $N = 0 \sim 4$  とする)。これら 5 種類の距離ごとに、正準判別分析を施した。具体的には、30 種類の独立変数の中で、群変数をうまく判別するのに用いられる独立変数をステップワイズ方式の正準判別分析によって選択した。以下では、分析の結果得られた説明率と選択された独立変数の標準化判別係数を見ていく。説明率は、選択された独立変数で作られる判別関数が音列群間の判別をどの程度上手く行なうのかを表わす。説明率が高ければ、つまり音列群が上手く判別されるならば、用いら

れた独立変数は音列群間で異なりかつ音列群内で共通にみられる特徴である可能性が高いことを意味する。そして、高い説明率を持つ判別関数を作る独立変数の標準化判別係数は、その判別への寄与の程度を示す。この寄与の程度から、どの特定の2音高の順列がどの特定の調反応を示す音列群と関連が強いのかを知ることができる。

「2音高順列の存在」の説明率を、系列上の距離Nごとに示す(Figure 2)。Figure 2を見れば分かるように、どの距離においても説明率は総じて低い。その中で説明率が最も高い距離は、音高セットA、音高セットB共にN=0、すなわち、隣接した2音高を独立変数として用いた場合であった(音高セットAでは36.1%、音高セットBでは24.8%)。N=1, 2など、2音高間の距離が離れるにつれて説明率が低くなるが、その後、距離がN=3, 4と距離が遠くなるにつれて、説明率はまた高くなる。N=0の場合、すなわち、隣接した2音高順列の存在が実験結果を説明できる割合が(比較的)高いことについてはまだしも、2音高間の距離がN=3や4の場合に、その説明率が高くなるという結果は直感的には肯けない。しかしながら、そのことはさておき、とりあえずここでは説明率が高かったN=0とN=4の分析結果をより詳細に見ていこうことにしよう。

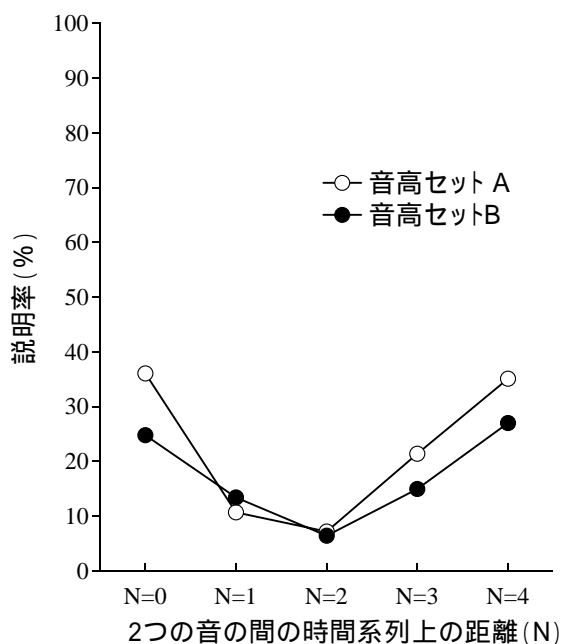


Figure 2. 2つの音の間の時間系列上距離ごとの説明率。Nは、2つの音の間に存在する音の数を示す。

Table 1 に示されているように a-minor に反応された音列数が少なすぎるため、以下では a-minor を対象外とし、C-Major の音列群または G-Major の音列群がそれぞれどの特定の2音高の順列と関連があるのかを分析した結果を示す。

分析の結果から、N=0, N=4の両方において有意な判別関数は3つ得られた。N=0の場合には、音高セットA, Bの両方において、C-Majorの音列群は第1判別関数の正の方向、G-Majorの音列群は第1判別関数の負の方向に示されていた。N=4の場合には、両音高セットにおいて、C-Majorの音列群は第1判別関数の負の方向、G-Majorの音列群は第1判別関数の正の方向に示された。Table 2にN=0の第1判別関数の結果、Table 3にN=4の第1判別関数の結果を示す。Table 2, 3に記されている各特定の調反応を示す音列群と同方向の標準化判別係

Table 2  
N=0の場合の、第1判別関数における特定の調反応と隣接する2音高の順列の関連

音列群の標準化判別係数		2音高順列の標準化判別係数		
音列群	標準化判別係数	2音高の順列	音程	標準化判別係数
音高セットA				
C-Major	1.07	G4-E4	(-3)	1.73
その他	-0.32	G4-A4	(+2)	1.41
a-minor	-0.96	G4-B4	(+4)	1.37
G-Major	-3.15	G4-C4	(-7)	1.32
		G4-D4	(-5)	1.26
		A4-E4	(-5)	0.68
		A4-D4	(-7)	0.64
		A4-G4	(-2)	0.57
		A4-B4	(+2)	0.52
		E4-G4	(+3)	0.46
		A4-C4	(-9)	0.45
		E4-C4	(-4)	0.18
		E4-D4	(-2)	0.11
		E4-A4	(+5)	0.05
		C4-G4	(+7)	0.02
		B4-C4	(-11)	-0.05
		C4-E4	(+4)	-0.21
		C4-D4	(+2)	-0.30
		C4-A4	(+9)	-0.42
		C4-B4	(+11)	-0.48
音高セットB				
C-Major	0.66	G4-D4	(-5)	1.22
a-minor	0.18	G4-E4	(-3)	1.19
その他	0.06	G4-B4	(+4)	1.19
G-Major	-2.58	G4-C5	(+5)	1.17
		G4-A4	(+2)	1.11
		E4-C5	(+8)	0.08
		C5-G4	(-5)	-0.10
		C5-D4	(-10)	-0.29
		C5-B4	(-1)	-0.37
		C5-E4	(-8)	-0.42
		C5-A4	(-3)	-0.56

註) 特定の2音高の順列は、標準化判別係数の値の高いものから低いものへと並べてある。

数の値が高い 2 音高順列が、その特定の調の反応に強く関連しているものである。関連が強い 2 音高順列がもつ音程が、C-Major に反応された音列群と G-Major に反応された音列群の間で同じものであるならば、その音程は調知覚の手がかりとして働いている可能性があるということになる。

隣接する 2 音高の場合、すなわち  $N = 0$  の場合から見ていこう (Table 2 参照)。音高セット A の結果を見ると、C-Major に反応された音列群と関連が強いのは G4-E4, G4-A4, G4-B4 などであり、G-Major の音列群と関連が強いのは C4-B4, C4-A4 などであった。これらの順列が持つ音程は、それぞれ (-3), (+2), (+4), および, (+11), (+9) であり、同じ音程というわけではなかった。また、音高セット B を見ると、C-Major に反応された音列群と関連が強いのは G4-D4 (-5), G4-E4 (-3), G4-B4 (+4) であり、G-Major の音列群と関連が強いのは C5-A4 (-3), C5-E4 (-8) などであ

った。この結果もまた、異なる調反応が示された 2 つの音列群の間で、同じ音程が見出されることはなかった。こうした結果からすると、特定の隣接音程の存在が調知覚の手がかりとなっている可能性は少ないと考えざるを得ない。

さて、2 音間の距離が  $N = 4$  の場合はどうであろうか (Table 3 参照)。音高セット A を見ると C-Major に反応された音列群と関連が強いのは E4-A4 (+5) であり、G-Major に反応された音列群と関連が強いのは、C4-G4 (+7), E4-G4 (+3), A4-G4 (-2) であった。音高セット B を見ると、C-Major に反応された音列群と関連が強いのは G4-C5 (+5), D4-C5 (+10) であり、G-Major に反応された音列群と関連が強いのは B4-G4 (-4), D4-G4 (+5), C5-G4 (-5) などであった。このような、距離  $N = 4$  の場合においても、特定の同じ音程が、異なる調反応が示された音列群の間で共通に見出されるということではなかった。この結果は、距離  $N = 4$  離れた 2 音がもつ特定の音程が調知覚の手がかりとなっている、という可能性は少ないということである。

Table 3

$N = 4$  の場合の、第 1 判別関数における特定の調反応と始音と最後尾の 2 音高の順列の関連

音列群	音列群の標準化判別係数		2音高順列の標準化判別係数	
	標準化判別係数		2音高の順列	音程
音高セットA				
G-Major	2.59		C4-G4	(+7)
その他	0.57		E4-G4	(+3)
a-minor	0.25		A4-G4	(-2)
C-Major	-1.22		D4-G4	(+5)
			B4-G4	(-4)
			G4-A4	(+2)
			D4-A4	(+7)
			A4-E4	(-5)
			B4-A4	(-2)
			C4-A4	(+9)
			G4-E4	(-3)
			E4-D4	(-2)
			B4-E4	(-7)
			E4-A4	(+5)
音高セットB				
G-Major	2.65		B4-G4	(-4)
その他	-0.01		D4-G4	(+5)
a-minor	-0.24		C5-G4	(-5)
C-Major	-0.76		E4-G4	(+3)
			A4-G4	(-2)
			G4-A4	(+2)
			E4-A4	(+5)
			C5-A4	(-3)
			D4-A4	(+7)
			D4-B4	(+9)
			B4-C5	(+1)
			A4-C5	(+3)
			D4-C5	(+10)
			G4-C5	(+5)

註) 特定の 2 音高の順列は、標準化判別係数の値の高いものから低いものへと並べてある。

ところで、Figure 2 において、説明率は  $N = 2$  までは 2 音間の距離が離れるにつれて減少し、 $N=2$  以降では再び増加してくる。では、なぜ、距離が離れた  $N = 3$  や  $4$  において、説明率が高くなっていくのであろうか。実は、距離  $N = 4$  離れた 2 音というのは、本実験で用いた音列においては、音列の最初の音と最後の音にあたる。つまり、 $N = 3$  や  $4$  の場合に説明率が高くなるのは、2 音の音程の存在のためではなく、音列の開始音の音高あるいは最後尾の音高の存在によるのかもしれないということである。このことは以下の結果からも示唆される。

Table 3 に見られるように、 $N = 4$  の場合の音高セット A では G-Major と関連がある上位 5 つの 2 音高順列の後部音高は全て G4 であった。また、音高セット B でも G-Major と関連がある上位 5 つの 2 音高順列の後部音高は同じく全て G4 であり、C-Major と関連がある上位 5 つの 2 音高順列の後部音高は全て C5 であった。この結果は、音列の最後尾の音高が C5 である場合には C-Major と反応され、G4 である場合には G-Major と反応される場合が多かったことを示す。いうまでもなく、音高 C は C-Major の主音であり、G は G-Major の主音である。本実験においては、被験者が音列の最後尾の音高を手がかりとし、その音高を主音とする調に知覚した可能

性が大いにあるということである。このことは、被験者の実験終了後のプロトコルからも支持される。彼らにどのようにして特定の調を反応したのかを尋ねたところ、彼らの多くは「最後尾の音高を手がかりとして反応する調を決めた」という趣旨の回答をなしていた。本実験では音高セットが同じで系統順序のみが異なる音列を数多く聞かされたわけであり、被験者が調を特定するためにそのような一種の方略的なやり方を用いたとしても不思議ではない。

### まとめ

調知覚の手がかりとなる音高系列上の特徴として「特定の音程の存在」に着目した結果、特定の音程の存在が調を特定するための手がかりとして働く可能性は少ないという結果が得られた。聞き手は、「特定の音程の存在」のような比較的単純な特徴を手がかりとしているのではなく、音高系列上のもっと複雑な特徴、あるいは、いくつかの特徴の組み合わせを手がかりとしているのかもしれない。調知覚の手がかりとなる音高系列上の局所の特徴とは具体的にどのようなものであるのか、我々としては今後も引き続き追及していくつもりである。

### 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 (pp.41-68). 東京大学出版会.
- 阿部純一 (1995). メロディの知覚的体制化の過程. 日本認知科学会第12回大会論文集, 16-19.
- Brown, H. (1988). The interplay of set content and temporal content in a functional theory of tonality perception. *Music Perception*, **5**, 219-250.
- Brown, H., Butler, D., & Jones, M. R. (1994). Musical and temporal influences on key discovery. *Music Perception*, **11**, 371-402.
- Browne, R. (1981). Tonal implications of the diatonic set. *In Theory Only*, **5**, 39-55.
- Butler, D., & Brown, H. (1984). Tonal function versus structure: Studies of the recognition of harmonic motion. *Music Perception*, **2**, 6-24.
- Butler, D., & Brown, H. (1994). Describing the mental representation of tonality in music. In R. Aiello (Ed.), *Musical perception* (pp.191-212). New York: Oxford University Press.
- Deutsch, D. (1984). Two issues concerning tonal hierarchies: Comment on Castellano, Bharucha, and Krumhansl. *Journal of Experimental Psychology: General*, **3**, 413-416.
- 星野悦子・阿部純一 (1984). メロディ認知における“調性感”と“パターンのまとまり性”. 心理学研究, **54**, 344-350.
- Krumhansl, C. L. (1990). *Cognitive Foundations of Musical Pitch*. New York: Oxford University Press.
- Krumhansl, C. L., & Kessler, E. J. (1982). Tracing the dynamic changes in perceived tonal organization in a spatial representation of musical keys. *Psychological Reviews*, **89**, 334-368.
- Longuet-Higgins H. C. & Steedman M. J. (1971). *On interpreting Bach*. In B. Meltzer and D. Michi (Eds). *Machine intelligence*, Vol. 6, Edinburgh University Press.
- 松永理恵・阿部純一 (2001). 調知覚に見られる音高系列の影響. 日本音楽知覚認知学会平成13年度秋季研究発表会資料, 45-52.
- Matsunaga, R., & Abe, J (2002). The effect of temporal ordering of pitches on key perception. *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference on Music Perception and Cognition*. [in submit].
- Oram, N., & Cuddy, L. L. (1995). Responsiveness of western adults to pitch-distributions in melodic sequence. *Psychological Review*, **56**, 103-118.
- Vos, P, G., & Van Geenen, E. W. (1996). A parallel-processing key-finding model. *Music Perception*, **14**, 185-224.
- West, R., & Fryer, R. (1990). Rating of suitability of probe tones as tonics after random orderings of notes of the diatonic scale. *Music Perception*, **7**, 253-258.