

絶対音感におけるピッチメモリの精度とピッチラベリングの正確度

池田 佐恵子 (bohko-so@plum.plala.or.jp)

Precision of pitch memory and accuracy of pitch labeling in absolute pitch perception

Saeko Ikeda

Abstract

Absolute pitch (AP) is assumed to involve both pitch memory and pitch labeling for musical pitches. While people with AP possess both, non-AP individuals possess only pitch memory. AP possessors are superior to non-AP possessors in pitch labeling accuracy for semitones, but whether this holds true in pitch memory precision that cannot be labeled by a musical pitch name is unclear. In this study, pitch memory for tones subdivided by less than one semitone was compared among accurate AP possessors, inaccurate AP possessors, and non-AP possessors. In experiment 1, participants were given a pitch labeling task, and both accurate and inaccurate AP possessors were superior to non-AP possessors in the precision of pitch memory. However, in experiment 2, in which pitch labeling was not required, inaccurate AP possessors were not superior to non-AP possessors. In addition, the perceptual shift toward low pitch was also observed below the age of twenty years on average.

Key words

absolute pitch, pitch memory, pitch labeling, precision, accuracy

1. はじめに

絶対音感 (absolute pitch: AP) は、外的に与えられた参照音と比較することなく音楽的音高を同定・産出できる能力と定義される (Takeuchi & Hulse, 1993)。Levitin (1994) は、絶対音感にはピッチメモリ (安定した音高の長期記憶表象を保持する能力) とピッチラベリング (音高に意味のあるラベルを付属させる能力) の2要素があるとした。そして、絶対音感の保有者 (以後、保有者) はピッチメモリ、ピッチラベリングの両方を保持し、絶対音感の非保有者 (以後、非保有者) はピッチメモリのみを保持するとした。

非保有者のピッチメモリは、記憶している音高と提示された音高の同異判断をすることによって測定された。たとえば Vitouch & Gaugusch (2000) は、非保有者に対し、音楽家によく知られている曲の原曲とそれを1半音高い音にずらした曲を提示し、記憶している原曲の音高と同異判断させた。その結果、判断の正答率は59%になり、チャンスレベルの50%を超えた。Schellenberg & Trehub (2003) は、非保有者に対し、よく知られているテレビ番組の原曲と1~2半音ずらした曲を提示し、記憶している原曲の音高と同異判断させた。その結果、1半音のずれでは58%、2半音のずれでは70%の正答率になり、チャンスレベルの50%を超えた。また、Smith & Schmucker (2008) は、非保有者に対し、北米で一般的に使用される電話のダイヤル音の原音と約1~4半音ずらした音を提示し、記憶している原音かそれより高いか低いかを判断させた。その結果、原音を原音と判断した確率は高い・低い判断よりも高かった。(発声によるピッチメモリの測定でも似たような結果になっているが (たとえば Levitin, 1994)、発声によるものは運動記憶が影響する可能性があ

るため (Hsieh & Saberi, 2008; 池田, 2010a) ここでは省略する)。そして、これらの結果により先行研究では、非保有者も音高に対する絶対的で長期的なピッチメモリを、1半音の違いがある程度わかる精度で保持すると理解された。

一方、保有者のピッチメモリは、絶対音感の知覚過程を説明するピッチカテゴリとラベルの連合説 (Hsieh & Saberi, 2008; Zatorre, 2003) における「ピッチカテゴリ」に近い概念である。すなわち、保有者の絶対的な音高知覚の初期段階にはピッチメモリがあるが、ピッチメモリはピッチラベルとの連合によりまとまった形で存在すると考えられているため、ピッチメモリの表現の一種としてピッチカテゴリという表現になる (本研究では、形状を特定する意味が含まれるピッチカテゴリではなく、単にピッチメモリと言及する)。ピッチラベルは、具体的には音楽的音名のことで、ピッチラベリング能力が測定される一般的な絶対音感判定テストでは、半音を最小単位とする音楽的音高に対し、同じく半音を最小単位とする音楽的音名によってラベリングするため、絶対音感判定テストで測定された正確な保有者のピッチメモリは、半音または半音より高い精度があると推定できる。

非保有者のピッチメモリは、前出の Smith & Schmucker (2008) では、山形の原音判断の半値幅 (単峰性分布の最大値の半分の値のときの幅) が5半音程度もあるため、保有者のピッチメモリの精度は非保有者よりも高い。しかし、保有者のピッチメモリの精度が高くみえる理由はラベリングによるため、ラベリングによる同定ができない場合に、非保有者と比べてピッチメモリの精度が高いかどうかについては明らかではない。保有者のラベリングによる優位がないのは、ラベリングできない半音内の、半音より細かい違いの音に対してであるが、ラベルと連合する保有者のピッチメモリの精度については、隣接す

る音楽的音高との境界までの周波数範囲（たとえば A4 が 427 ~ 453 Hz）なのか、調律に合った音楽的音高に一致する特定の単一周波数（A4 が 440 Hz）なのかという議論がある。

保有者のピッチメモリが周波数範囲として知覚されるとする説は、カテゴリー的に知覚されるという説とほぼ同じ意味で言及される。たとえば Siegel & Siegel (1977) は、保有者に、半音を五等分した音に対し音楽的音名でラベリングさせ、ラベル内の同定関数の形状が比較的平らであったため、ラベル内の違いを知覚できないとし、カテゴリー的に知覚されると解釈した。他方で、同じ課題で調律に合っているか否かも判断させた Miyazaki (1988) では、正確な保有者 12 人のうち最も正確な 1 人については、ラベル内の同定関数の形状が山形になったため、調律に合っている音と外れた音の違いを知覚できるとした。Levitin (1999) もラベル内の細分音に対し「良さ (goodness)」を評価させた場合に、典型的な 1 人の保有者については同様の結果になった。

ただし、Miyazaki (1988) や Levitin (1999) は 1 人のデータを示しているだけなので、これが保有者全般にいえることなのかは明らかではない。一般的事例でも、A4 を 440 Hz の調律に合わせた音楽的音高に対し絶対音感を獲得した者が、A4 を 442 Hz の調律に合わせた音楽的音高を聞いた場合に違和感を感じるとする報告があるが、これがどれだけ普遍的なのか、どの程度の違いなら違和感を感じるのかについては実験的には示されていない。

このように、これまでの研究では、保有者の半音内のピッチメモリがどのようなものかは必ずしも明らかではない。非保有者についても、非保有者のピッチメモリを測定する目的で行われた Vitouch & Gaugusch (2000) や Schellenberg & Trehub (2003)、Smith & Schmucker (2008) では、半音内のピッチメモリが測定されたことがなく、Siegel & Siegel (1977) や Miyazaki (1988) では、非保有者についても結果を示しているが、Siegel & Siegel (1977) では音名判断のみしか行わせておらず、Miyazaki (1988) でも、調律判断のみの結果は示していないため、ラベリングとは関係のない保有者と非保有者の半音内のピッチメモリについては比較していない。

したがって本研究では、次のような可能性を考えた。1 つは、Vitouch & Gaugusch (2000) や Schellenberg & Trehub (2003) の示したように、非保有者が音楽的音高で構成された旋律に対して絶対的で長期的なピッチメモリを保持し、Smith & Schmucker (2008) が示したように、単音の非音楽的音高に対する絶対的で長期的なピッチメモリを保持しているのなら、単音の音楽的音高に対しても、絶対的で長期的なピッチメモリを保持している可能性である。

もう 1 つは、保有者と非保有者の半音内のピッチメモリの形状に差がない可能性である。保有者と非保有者には、周波数弁別力、聴覚フィルタの形状、ギャップ検知、両耳間時間差などの基礎的な聴覚能力に違いは示されていない (Fujisaki & Kashino, 2002)。保有者が非保有者に比べて優位なのがラベリング能力だけならば、ラベリン

グできない半音内の音に対するピッチメモリについては、非保有者と同じ程度の精度である可能性がある。

また、Schellenberg & Trehub (2003) は、非保有者が原音から 1 半音離れた音をある程度同異判断できることと、保有者がピッチラベリングの際に半音エラーを起こすことを比較し、保有者のピッチメモリは非保有者と似ていると考察した。半音エラーを頻繁に起こすのは正確度がそれほど高くない者であることから (池田, 2009)、正確な保有者には似ていないが不正確な保有者には似ている可能性がある。

これらのことを検討するため本研究では、保有者がラベリングによる同定を行うことができない半音を細分した音高を使用し、保有者と非保有者のピッチメモリの精度を同じ条件で比較した。ピッチラベリングの正確度については絶対音感判定テストの正答率によって、ピッチメモリの精度については半音内で原音からずらした音を、記憶している原音と比較して調律判断する主実験によって測定した。実験 1 では、Siegel & Siegel (1977)、Miyazaki (1988) に類する課題を行い、調律判断のみを抽出した結果を中心に分析した。実験 2 では、非保有者のピッチメモリを測定した Vitouch & Gaugusch (2000)、Schellenberg & Trehub (2003)、Smith & Schmucker (2008) に類する課題を、音楽的音高の半音内でずらした単音の音高を使用し、非保有者だけでなく保有者に対しても行った。また、結果が普遍的なものかどうかを調べるために、正確度別の群を設定し、平均化した。

2. 実験 1

実験 1 では、半音を五等分した音を使用し、音名判断と調律判断の両方を求め、半音内のピッチメモリがどのように形成されているかを調律判断を中心に検討した。調律判断は、保有者が最も敏感に音高の違いを区別した Miyazaki (1988) の実験 2 と同じように、「合」判断に加えて「高」「低」判断を行う様式で行った。また、実験 1、実験 2 を通して実験プログラムは Cedrus 社製 SuperLab を使用し、コンピュータにつないだヘッドホンを通じて両耳にダイオティックに提示した。

2.1 方法

2.1.1 実験参加者

非音楽専攻の大学生および大学院生 34 名 (男性 13 名、女性 21 名、平均年齢 19.2 歳、標準偏差 1.54 歳)。初期に使用した音名は全員がイタリア語であった。

2.1.2 手続き

実験は、質問紙、音名・調律判断実験、絶対音感判定テストの順序で行った。

2.1.3 質問紙

以下の項目を記載した質問紙を実験の最初に参加者に提示し、参加者は筆記で回答した。

- (1) 年齢・性別
- (2) 楽器の開始年齢と期間
- (3) 最初にどの音名を使用して音楽教育を受けたか
- (4) 絶対音感があると思うか
(ある、わからない、ないの3択)
- (5) 音楽的音高の調律が外れていると違和感を感じるか
(ある、ないの2択)

2.1.4 音名・調律判断実験

本研究の刺激はすべて Sound Foundry 社製の Sound forge 5.0 で作成した。刺激は A4 を 440.00 Hz に合わせた西洋平均律 12 半音階音で、音色はのこぎり波形、1 音の持続時間は 1000 ms、音高範囲は A3 ~ G5 音であった。この範囲にある 24 の音楽的音高を 20 セントの間隔で対数的に等しく細分し、調律に合った音高を「0」、他を高低に「±0.2 半音」または「±0.4 半音」外れた音高とした。刺激の総数は 24 音×5 調律 (-0.4, -0.2, 0, +0.2, +0.4) の 120 音で、これらを 1 回ずつ提示した。120 音は 40 音ずつ 3 ブロックに分け、ブロック間には休止時間をあけた。

参加者は音刺激を一つずつ聞いて、まず、カタカナで書かれた音名のラベル（黒鍵音については#表記とb表記を上下に記した）の貼られたキーボードのキーのうち、最も近いと思う音名のキーを一つ押し [音名判断]、続いて、その音が調律に合っているか、高いか、低いかを、「高」「合」「低」キーのうち一つを押すことによって判断した [調律判断]。キーを押すと 1 秒後に次の刺激が提示される設定で行った。実験の前に 5 試行の練習試行を行った。実験 1、実験 2 を通して刺激の提示順序は参加者ごとにランダムであり、判断に対するフィードバック等はなかった。

2.1.5 絶対音感判定テスト

A4 を 440.00 Hz に合わせた西洋平均律 12 半音階音で、音色はのこぎり波形、1 音の持続時間は 1000 ms、音高範囲は C3 ~ B5 までの 36 音であり、これらを 1 回ずつ提示した。参加者は音刺激を一つずつ聞いて、音名判断で使ったのと同じ 12 のキーから、聞こえた音と一致する音名のキーを一つ押すことによって判断した。

絶対音感判定テストの正答率 80% 以上を AP1 群 (7 名、平均正答率 91%、楽器の平均開始年齢 4.1 歳、平均期間 13.6 年)、40% 以上 80% 未満を AP2 群 (9 名、同 64%、同 4.3 歳、同 8.3 年)、20% 未満を NAP 群とし、このうち楽器経験のある者を NAPa 群 (6 名、同 12%、同 8.8 歳、同 6.0 年)、ない者を NAPb 群 (11 名、同 12%) とした。先行研究に照合すると、AP1 群が正確な保有者、AP2 群が不正確な保有者、NAP 群が非保有者に概ね該当する。正答率が 20% 以上 40% 未満だった 1 名は分類から除外した。

2.2 結果と考察

2.2.1 音名判断と調律合判断

図 1 は、各音刺激に対する「音名」判断率（実線）、音名判断に加え調律に合っていると判断した「音名+調律

合」判断率（点線）の群別平均を示した。判断の半値幅を計算したところ（計算手順：(1) 参加者個別に、60 音 (12 音×5 調律) の刺激に対する判断を正判断音「0」を中心として並べ替え、刺激ごとに判断率の平均値を算出。(2) 算出した値の分布の山の最大値×0.5 までの範囲を $0.2 \times$ 音数の距離として数値化)、「音名」判断の平均半値幅は AP1 群で 1.03 半音、AP2 群で 1.20 半音、「音名+調律合」判断の平均半値幅は、AP1 群で 0.77 半音、AP2 群で 1.02 半音であった (NAPa、NAPb 群については判断分布に明確な山がなく、半値幅の数値化が難しいためこの分析からは除外した)。群 (AP1、AP2) と条件 (「音名」判断の半値幅、「音名+調律合」判断の半値幅) を 2 要因混合計画で分散分析した結果、群の主効果は有意傾向 ($F(1,14) = 4.48, p < .10$)、条件の主効果は有意だったが ($F(1,14) = 14.23, p < .01$)、交互作用は有意ではなかった。つまり、AP1 群のほうが AP2 群より半値幅は狭い傾向にあり、AP1 群、AP2 群ともに「音名」判断より「音名+調律合」判断のほうが半値幅は狭くなったが、増減の傾向には有意な差はなかった。

また、図 1 では、AP2 群の黒鍵音に対する判断が少なかったため、白鍵音のみの場合の半値幅も同じように計算した。その結果、「音名」判断の平均半値幅は AP1 群 1.06、AP2 群 1.38 であり、「音名+調律合」判断率では AP1 群 0.71、AP2 群 0.98 であった。同じように分散分析した結果、群の主効果は有意傾向 ($F(1,14) = 4.11, p < .10$)、条件の主効果は有意 ($F(1,14) = 19.29, p < .01$)、交互作用はないなど、黒鍵音を含んだ場合と同様の傾向になった。

2.2.2 調律判断の平均

続いて、図 2 は、各調律に対する「低」「合」「高」の判断率を、音名判断とは無関係に群別に平均したものであり、ラベリング能力を必要としない保有者と非保有者のピッチメモリを比較できると考えられる。

「合」判断について、群 (AP1、AP2、NAPa、NAPb) と条件 (-0.4, -0.2, 0, +0.2, +0.4) の 2 要因混合計画の分散分析を行った結果、群の主効果は有意ではなかったが、条件の主効果 ($F(4,116) = 7.53, p < .01$) と交互作用 ($F(12,116) = 2.76, p < .01$) が有意であった。交互作用が有意だったので、単純主効果の検定を行い、Bonferroni 法で多重比較を行った結果、群間で有意差があったものはなかったが、条件間では、AP1 群と AP2 群において +0.2 条件の「合」判断率が -0.4, -0.2, 0 条件よりも有意に低く、AP1 群のみで、+0.4 条件の「合」判断率が -0.2 条件よりも有意に低かった ($p < .05$)。

AP1 群、AP2 群ともに、0.2 半音高い音に対して 0.4 半音低い音、0.2 半音低い音、調律合音に有意差があったため、0.2 半音低い音を中心とし 0.4 半音程度を幅とするピッチメモリを保持していると考えられる。非保有者は、ラベリングができなくても日常的に耳にしている音楽的音高に対するピッチメモリを保持し、調律判断ができる可能性があると考えたが、半音内の調律判断に有意差はなかった。

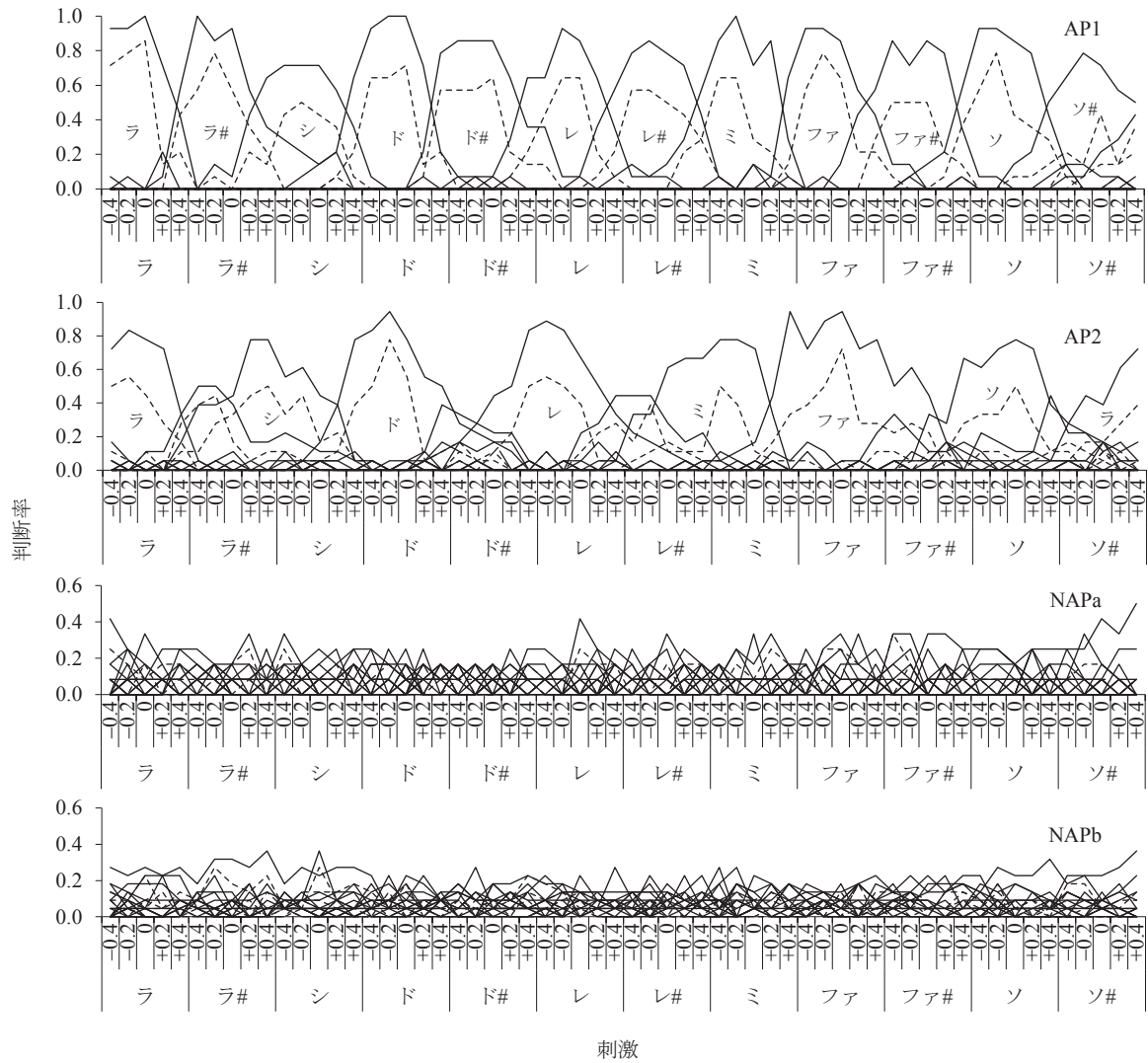


図1：刺激に対する「音名」判断率（実線）、「音名+調律合」判断率（点線）の群別平均

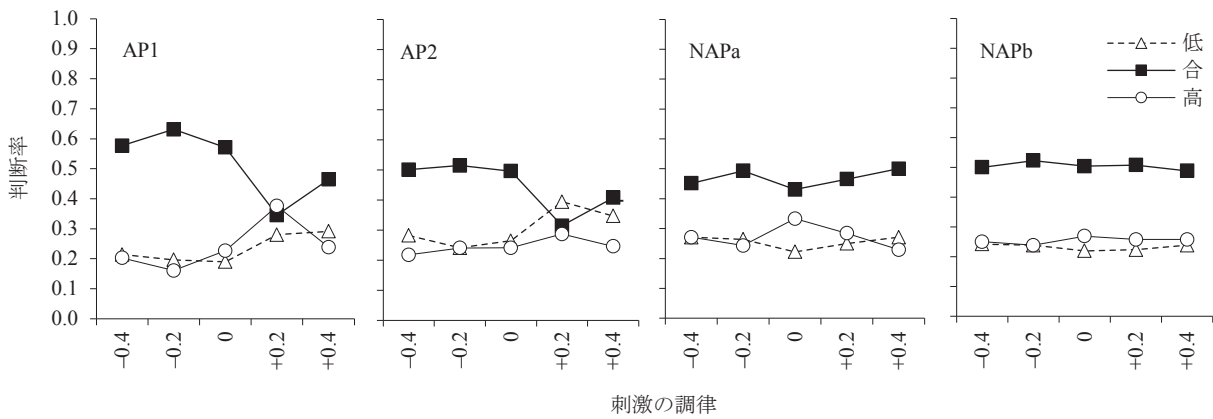


図2：5つの調律に対する「低」「合」「高」判断率の群別平均

また、「低」判断については0.4半音低い音に、「高」判断については0.4半音高い音に最も判断率が高くなることが期待されたが、合判断の分布の中心が0.2半音程度低い音にずれており、幅も0.4半音程度あったため、0.2半音高い音が音楽的音高の知覚的な境界になり、高低判断ともにこの調律に対し判断率が高かったと考えられる。

3. 実験2

実験1では、最初に音名判断を行ったため、参加者にラベリングを意識させない形でピッチメモリを測定することができなかった。また、調律判断の平均(図2)の結果より、保有者の調律「合」判断は、0.2半音程度低い音を中心として幅が0.4半音(-0.4~0)程度あり、「高」「低」判断については位置を区別することができなかった。したがって実験2では、半音を二等分した音を使用し、音楽的音高の調律に合っているか否かの同異判断のみをさせる課題を、A4を440.00 Hzに合わせた標準調律条件に加え、A4を0.2半音低い434.95 Hzに合わせた0.2半音下げ条件でも行った。ピッチメモリが0.2半音低い音にずれているなら、0.2半音低い音に調律をずらした条件のほうがピッチメモリを正確に測定できると考えられる。

3.1 方法

3.1.1 実験参加者

10歳以下に2年以上楽器経験があるという条件で募集した非音楽専攻の大学生および大学院生30名(男性10名、女性20名、平均年齢18.8歳、標準偏差1.65歳)。初期に使用した音名は全員がイタリア語の音名であった。

3.1.2 手続き

実験は、質問紙、調律同異判断実験、絶対音感判定テストの順序で行った。

3.1.3 質問紙

実験1と同じ内容で行った。

3.1.4 調律同異判断実験

標準調律条件の刺激は、A4を440.00 Hzに合わせた西洋平均律12半音階音で、音色はのこぎり波形、1音の持続時間は1000 ms、音高範囲はA3~G5#であった。この範囲にある24の音楽的音高を50セントの間隔で対数的に等しく細分し、調律に合った音楽的音高(調律合)と、0.5半音外れた音高(調律不合)とした。刺激の総数は24音×2調律(合、不合)で48音であり、これらを1回ずつ提示した。0.2半音下げ条件では、標準調律条件の音高をすべて0.2半音下げた音を使用した。

参加者は、音刺激を一つずつ聞いて、調律に合っていると思ったらキーボード上のラベル「○」を、合っていないと思ったら「×」を押すことによって判断した。実験は標準調律条件、0.2半音下げ条件の順序で行い、条件間は2分以上の休止時間をあけた。各条件の前には、6試行の練習試行を行った。

3.1.5 絶対音感判定テスト

実験1と同じ方法で行った。正答率80%以上をAP1群(6名、平均正答率90%、楽器の平均開始年齢4.8歳、平均期間10.7年)、40%以上80%未満をAP2群(11名、同54%、同5.0歳、同10.3年)、20%未満をNAP群(12名、同11%、同5.2歳、同8.1年)とした。正答率が20%以上40%未満だった1名は分類から除外した。

3.2 結果と考察

図3に、調律同異判断の群別平均正答率を示した(ここでの正答率は、調律合音に対し「○」判断した場合と、調律不合音に対し「×」判断した確率のことである。また、0.2半音下げ条件では、0.2半音下げた調律合音に対し「○」判断した場合と、0.2半音下げた調律不合音に対し「×」判断した場合を正答として計算した。なお、参加者の「○」判断と「×」判断のしやすさには個人による反応バイアスがあることから、調律合音と調律不合音に対する結果はまとめて正答率として示した)。

正答率を群(AP1、AP2、NAP)と条件(標準調律、0.2半音下げ)の2要因混合計画で分散分析した結果、群の主効果($F(2,26) = 4.97, p < .05$)、条件の主効果($F(1,26) = 13.94, p < .01$)、交互作用($F(2,26) = 7.15, p < .01$)が有意だった。交互作用が有意だったので、単純主効果の検定を行い、Bonferroni法で多重比較を行った結果、AP1群において0.2半音下げ条件の正答率が標準調律条件よりも有意に高く、0.2半音下げ条件においてAP1群の正答率がAP2群、NAP群よりも有意に高かった($p < .05$)。

これらの結果は、実験1で示された保有者のピッチメモリが低い音にずれているという結果を追認し、標準調律条件では保有者、非保有者ともに調律判断できないが、ピッチメモリのずれに合わせた0.2半音下げ条件では正確な保有者は、正答率はそれほど高くないものの、ラベリングできない半音内の音に対する同異判断もできることを示唆する。

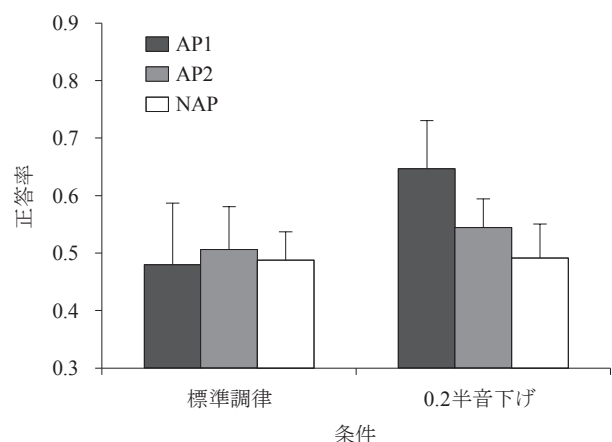


図3: 標準調律条件、0.2半音下げ条件の調律同異判断の正答率の群別平均

注: チャンスレベルは0.5、エラーバーは標準偏差を示す。

不正確な保有者は、実験1の調律判断(図2)では-0.2半音低い音を中心として、高い方に0.4半音離れた音(+0.2)に対して違いを知覚できたのに対し、実験2では0.5半音離れた音に対して判断を行うことができなかった。

4. 総合考察

本研究では、半音内で細分された音に対する絶対的で長期的なピッチメモリの精度をピッチラベリングの正確度との関係から比較した。実験1ではピッチメモリが低い音にずれているようにみえたため、実験2ではずれたピッチメモリに合わせた条件でも検討した。

実験1の結果、保有者のピッチメモリは音名判断のみよりも調律合判断を行ったほうが精度が高かったが、調律合判断の平均幅は0.4半音程度あった。したがって、保有者のピッチメモリは、単一周波数よりは広い幅を持つが、カテゴリの境界でどちらかにカテゴリズされるほど明確なカテゴリ的知覚でもなかった。これが保有者の基礎的聴覚能力上の精度の限界という可能性の他に、ピッチメモリが低い音にずれたことによって曖昧なものになった可能性などが考えられる。

また、正確な保有者と不正確な保有者の違いについては、実験1では、正確な保有者は不正確な保有者よりも、ピッチメモリの精度はやや高く、実験2でも有意に高かった。不正確な保有者が実験1よりも実験2で調律判断ができなかった理由の1つとして、実験1では音名判断を行ったが、実験2では行わなかったため、音高の処理においてラベリングが促進されず、ラベリング手がかりを利用した調律判断ができなかった可能性が考えられる。そもそもラベリングができない音に対する判断であることから、この説明は逆説的ではあるが、池田(2010b)でも正確な保有者と不正確な保有者の間にラベリングの質の違いがあったため、そのような要因が影響した可能性がある。その他の理由としては、実験1と実験2では音刺激の区切りの幅が異なることや、調律判断に求めたものが実験1では「合」と「高」「低」判断だったが、実験2では「合」「不合」のどちらかであったなどの違いに

よる影響が考えられる。Miyazaki(1988)でも、調律に合わない音に対し単にスペースバーを押すよう要求しただけの実験1では、高低判断をさせた実験2とは異なり、カテゴリ的に判断された。

さらに、不正確な保有者と非保有者のピッチメモリが似ているかどうかについては、実験1では不正確な保有者の「音名+調律合」判断の平均半値幅は1.02半音であり、Smith & Schmucker(2008)における非保有者の半値幅が約5半音あることと比べると精度が高かった。本研究では、実験1と実験2を通じて非保有者のピッチメモリが半音内には観察できなかったが、図1の非保有者の「音名」判断と「音名+調律合」判断について、1オクターブに渡る範囲内にピッチメモリがあるかどうかを確認するため、刺激に対する正判断音「0」を中心とする判断分布をすべての音名で平均したもの(実験1の半値幅の計算手順(1))を図4に示した。

図4のNAPa群、NAPb群を合わせたNAPab群に対し、1半音(調律合刺激を中心とした0.4半音内の5調律)を平均した「音名」判断率を1要因参加者内計画で分散分析した結果、有意差があった($F(11,176) = 7.25, p < .01$)。Bonferroni法で多重比較した結果、-3半音の判断率が-5、-4、0~+6半音より、-2半音の判断率が-5、+3、+5、+6半音より、-1半音の判断率が+3、+6半音より有意に高かった($p < .05$)。また、「音名+調律合」判断率でも同様に分散分析した結果、有意差があった($F(11,176) = 6.92, p < .01$)。Bonferroni法で多重比較した結果、-3半音の判断率が-5、+2~+6半音より、-2半音の判断率が-5、+2~+6半音より、-1半音の判断率が+6半音より、0半音の判断率が+6半音より有意に高かった($p < .05$)。

これらの結果は、保有者に比べると軽微ではあるものの、非保有者にも半音より広い範囲では弱い形で音楽的音高に対するピッチメモリがあることを示唆するとともに(音名判断も行っているため、ラベリングも関与しているが)、非保有者についてもピッチメモリが低い音にずれており、ずれの幅は保有者より大きく、2~3半音程度あることを示唆する。

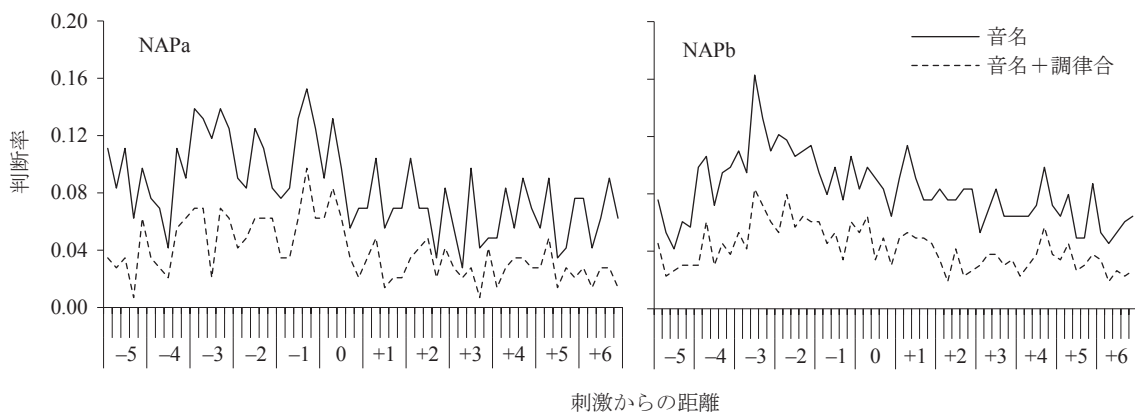


図4: 実験1の「音名」判断率(実線)と「音名+調律合」判断率(点線)について、刺激に対する正判断音「0」を中心とした1オクターブの範囲のNAPa群、NAPb群の群別平均

表 1: 実験 1 と実験 2 の絶対音感および調律外感の自覚「ある」「ない」回答率

	実験 1				実験 2			
	絶対音感		調律外感		絶対音感		調律外感	
	ある	ない	ある	ない	ある	ない	ある	ない
AP1	.29	.14	.86	.14	.33	.17	1.00	.00
AP2	.00	.67	.44	.56	.09	.64	.73	.27
NAPa	.00	1.00	.50	.50	.00	.75	.58	.42
NAPb	.00	.82	.09	.91	-	-	-	-

一方、実験 2 では不正確な保有者と非保有者の間に有意な差はなかった。不正確な保有者の成績が実験 2 で下がった理由が、ラベリングを促進しない条件だからであるとすると、ラベリング能力を分離した場合には保有者と非保有者のピッチメモリが似ているとした Schellenberg & Trehub (2003) の推定は、少なくとも不正確な保有者については正しいかもしれない。ただし、実験 2 では、不正確な保有者も非保有者もチャンスレベル水準であるため、この 2 群に本当に差がないかどうかは明らかではない。

そして、本研究で最も一貫して観察されたのが、低い音へのピッチメモリのシフトであったが、これは先行研究でも指摘されたことがある。たとえば Athos, Levinson, Kistler, Zemansky, Bostrom, Freimer, & Gitschier (2007) は、音楽的音高の同定課題において、高齢になると提示された音よりも高い音名を答えやすい傾向があることを示したが、これはピッチメモリが低い音高にずれていることを意味する。Athos et al. (2007) では半音単位で測定されたので、0.2 半音単位で測定した本研究とは厳密には比較できない。しかし Athos et al. (2007) の結果は、加齢により徐々にピッチメモリがずれていく傾向を示唆している。したがって、本研究において 0.2 半音低い音にピッチメモリがずれる傾向を平均 20 歳未満の年齢の人で認めたのは、若年であっても臨界期から時間が経過するにつれて徐々にピッチメモリがずれていくことを示している可能性がある。絶対音感の獲得時に、もともとピッチメモリがずれた状態で獲得されたなどの可能性も考えられるが、非保有者では 2~3 半音もずれていることから、低い音へのピッチメモリのずれは一般的な傾向で、むしろ保有者はラベリングによってずれを防止しているのかもしれない。

最後に、A4 の調律法が 440 Hz から 442 Hz になった場合（この音高の 2 Hz は約 0.08 半音）に保有者が違和感を感じる事が普遍的かどうかについては、本研究で行った実験ではその 6 倍以上（0.5 半音）の違いでも明確に判断することができなかった。一方、音楽的音高の調律が外れていると違和感を感じるか（調律外感）について尋ねた質問紙の結果では（表 1）、調律外感があると回答した確率は、絶対音感があると回答した確率よりも高かった。「調律が外れている」が何を意味しているのかについて、必ずしも同じ解釈がされていないとしても、自覚と実際にはかなりの違いがあった。他方で、低い音にピッチメモリがずれているということは、標準調律を 440 Hz

で学習した保有者が、調律を 442 Hz に合わせた時などの若干高い音に対しては、わずかな違いでもピッチラベルの境界に達し違和感を感じる可能性がある。ただしこの場合は、ピッチメモリがずれたことによるもので、ピッチメモリの精度が高いことを示すとはいえない。

謝辞

本論文で行った実験は、名古屋大学大学院環境学研究所で 2011 年 12 月~2012 年 7 月の間に実施しました。実験にご参加くださいました皆様に感謝いたします。

引用文献

- Athos, E. A., Levinson, B., Kistler, A., Zemansky, J., Bostrom, A., Freimer, N., & Gitschier, J. (2007). Dichotomy and perceptual distortion in absolute pitch ability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 14795-14800.
- Fujisaki, W., & Kashino, M. (2002). The basic hearing abilities of absolute pitch possessors. *Acoustical Science & Technology*, 23, 77-83.
- Hsieh, I., & Saberi, K. (2008). Dissociation of procedural and semantic memory in absolute-pitch processing. *Hearing Research*, 240, 73-79.
- 池田佐恵子 (2009). 絶対音高判断に対する許容範囲の拡大と人数頻度の関係—基本単位の変更による絶対音感と非絶対音感の分離の可能性—. *人間環境学研究*, 7, 9-15.
- 池田佐恵子 (2010a). 絶対音感の定義・形成・符号化をめぐる問題 *心理学評論*, 53, 511-525.
- 池田佐恵子 (2010b). 絶対音感の正確度と符号化特性—音声干渉が絶対的な音高判断に与える影響—. *認知心理学研究*, 8, 41-51.
- Levitin, D. J. (1994). Absolute memory for musical pitch: Evidence from the production of learned melodies. *Perception & Psychophysics*, 56, 414-423.
- Levitin, D. J. (1999). Absolute pitch: Self reference and human memory. *International Journal of Computing Anticipatory Systems*, 4, 255-266.
- Miyazaki, K. (1988). Musical pitch identification by absolute pitch possessors. *Perception & Psychophysics*, 44, 501-512.
- Schellenberg, E. G., & Trehub, S. E. (2003). Good pitch memory is widespread. *Psychological Science*, 14, 262-266.
- Siegel, J. A., & Siegel, W. (1977). Absolute pitch identification

- of notes and intervals by musicians. *Perception & Psychophysics*, 21, 143-152.
- Smith, N. A., & Schmucker, M. A. (2008). Dial A440 for absolute pitch: Absolute pitch memory by non-absolute pitch possessors. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123, EL77-84.
- Takeuchi, A. H., & Hulse, S. H. (1993). Absolute pitch. *Psychological Bulletin*, 113, 345-361.
- Vitouch, O., & Gaugusch, A. (2000). Absolute recognition of musical keys in non-absolute pitch possessors. *Proceedings of the 6th International Conference on Music Perception and Cognition*.
- Zatorre, R. J. (2003). Absolute pitch: a model for understanding the influence of genes and development on neural and cognitive function. *Nature Neuroscience*, 6, 692-695.

(受稿：2014年11月8日 受理：2014年11月19日)