



## 絶対音感を巡る誤解\*

宮崎 謙一 (新潟大学人文学部)\*\*

43.75.Cd

### 1. はしがき

絶対音感是一部の人にしかない特殊な能力と見なされてきたという意味で限定的なテーマであるため、それについての科学研究は量的には多くない。しかし稀少な能力であるがゆえに絶対音感 は人々の関心を呼ぶ話題であるらしく、それを巡って雑誌やテレビなどのメディアやウェブサイトなどでは多くの意見や体験が語られている。それにもかかわらず、絶対音感については必ずしも正しく理解されているとは言えず、それについて語られる話の中には誇張や誤解が含まれていることが少なくない。絶対音感についての科学研究は19世紀末にまで遡ることができ [1], それ以来現在まで、研究者たちは様々な方向からこの問題にアプローチしてきた。しかし必ずしも研究者の間で共通の理解がされているとは言えず、様々な意見の相違や誤解がある。ここでは絶対音感を巡るそうした幾つかの誤解を吟味する。

### 2. 絶対音感の定義を巡る誤解—絶対音感とは完璧な音感か？

絶対音感に対応する英語の absolute pitch ということばはどちらかというと学術的な用語であるが、英語圏ではその同義語として perfect pitch ということばが広く用いられていて、こちらの方が一般の人々にはよく知られている。絶対音感が完璧な素晴らしい音感として理解されていることの現れと言える。日本では完璧な音感という同義語はないが、絶対音感の「絶対」が、絶対的に（ほかに比べるものがないほどに）素晴らしいという意味で受け取られることが多く、一般に理解されている絶対音感と英語の perfect pitch の意味は

ほぼ重なる。しかし学術用語としての絶対音感の絶対 (absolute) は、他と比較することなしにという操作的な意味を表しているだけであり、特別に素晴らしいとか完ぺきなとかいう価値的な意味は含んでいない。

「音感」ということばも意味不明であり、学術用語として適切とは言えない。「音感がよい」という言い方は、音の様々な性質（高さや大きさ、長さ、音色など）に対して敏感であるとか、音の微妙な違いを聞き分けることができるなどの意味で使われることが多く、音の何の違いが聞き分けられることを言っているのかは不明なままである。このような漠然とした用語が用いられているために、絶対音感についての誤解は一層増幅されることになる。

絶対音感とは音の聞こえの様々な側面の中で、音高（ピッチ）、特に音楽に関わるピッチについての能力であり、従って絶対音高と呼ぶのが適切である。しかし絶対音感という言葉はすでに広く使われているので、ここでは新しい用語を用いることを主張するよりは、上述のような意味を持つものとしてこの言葉をそのまま用いることにする。

学術用語としての絶対音感が意味するのは、一つの音のピッチを、他の音と比較することなしに（絶対的に）音楽的音高名を用いて同定する能力のことである [2, 3]。1 オクターブの中にある 12 の音がランダムに鳴らされるのを聞いて、一つ一つの音のピッチを、音程感覚に頼ることなしに、絶対音高名 (C, D, E, ...) 又は固定ド音高名 (ド, レ, ミ, ...) を用いて即座に、かつ十分に正確に答えることができるとき、その人は絶対音感があると見なすことができる。

絶対音感を持たない多くの人々には、このようなことができる絶対音感の能力が素晴らしい音楽的才能の一つのように見えてしまうことになる。ところが音楽の多くは、数多くの異なるピッチの

\* Misunderstandings about absolute pitch.

\*\* Ken'ichi Miyazaki (Faculty of Humanities, Niigata University, Niigata, 950-2181)  
e-mail: miyazaki@human.niigata-u.ac.jp

音が組み合わせられてできるメロディや和声を中心に作られている。このような音楽において、鳴り響く個々のピッチが他の音と関連づけることなしに単独で分かることには、いったいどのような意味があると言えるだろうか。音楽では、同時に鳴り響くピッチや前後につながるピッチの間の関係（相対音高）を認知することや、それらの関係が組織づけられるやり方（和声、調性）を把握することが本質的に重要であることは明らかである。従って単独の音のピッチをばらばらに把握する能力である絶対音感とは、音楽的には何の意味もないと言えることができるだろう。また、絶対音感とは単独の音を音楽的音高名を用いて同定するというその定義以上のものではなく、絶対音感を持つ人々がその他の、例えばピッチやラウドネスの弁別、音色の識別、複合音のピッチの知覚などの聴覚的能力に関して、特別に優れているという証拠はない[4]。こう考えると絶対音感とは、少なくとも音楽的には、完ぺきな音感でも、比べるものもないほどに素晴らしい音感と言えるようなものでもないと言ってよい。

絶対音感の定義について書かれた文献には、単音の音楽的ピッチを同定する能力（受動的絶対音感）と並んで、他のピッチを参照することなしに指定された音高名のピッチを発声又は何等かの装置を使って作り出す能力（能動的絶対音感）が挙げられるのが常である。しかしこれらは絶対音感の2種類の操作的定義であり、絶対音感があることを確認する操作を述べているのであって、絶対音感に受動的と能動的の2種類があるということではない。実際には、絶対音感がある人が特定のピッチを発声するときは、絶対音感を用いてターゲットのピッチを聴覚的にイメージしながら発声し、それに伴う聴覚的フィードバックを通して発声を制御していると考えられる。能動的絶対音感だけがあって受動的絶対音感はないという事例が報告されたことはない（もしそのような例があるとすれば、ピッチ制御の自己受容感覚に関する絶対音感ということになるだろう）。

### 3. ピッチクロマに関する誤解

ピッチに二つの側面があることはよく知られている。一つは高い-低いということばで表現される次元上で音の基本周波数に対応して連続的・直線的

に変化するピッチの側面で、ピッチハイト (pitch height) と呼ばれる。アメリカ規格協会 (ANSI) で定めているピッチの定義がこれに相当する (ANSI, 1994)。ピッチのこのような側面を知覚する能力は基本的に人間が共通に持つものであり、ピッチ知覚の問題は、古くから現在に至るまで音響（聴覚）心理学の中心的問題として取り扱われている。これまでこの意味でのピッチ知覚のメカニズムを説明する数々の理論が提案されてきた（例えば古くからの場所コード仮説と時間コード仮説に加えて、パターン・マッチング仮説、自己相関仮説など）[5, 6]。しかし長い研究の歴史があるにもかかわらず現在に至るまで、ピッチ知覚にはまだ明らかになっていない問題がたくさんある。

第2は、基本周波数が1オクターブ変化するたびに繰り返す性質としての側面である。音楽理論ではオクターブ関係にあるすべてのピッチの集合をピッチクラス (pitch class) と呼んでいるが、聴覚心理学ではピッチクラスが持つ知覚的性質としてピッチクロマ (pitch chroma) という用語が用いられる。これは音楽的な聞き方をしたときに音階音のカテゴリとして知覚される性質であるため、音楽的ピッチと呼ぶことができる。西洋音楽では1オクターブの中に半音間隔で12のピッチクロマがあり、それらは円環状に配列される。このような循環する側面を含むため、ピッチは円を描きつつ上昇するらせんとして表現されてきた (図-1) [7, 8]。

聴覚研究者がピッチクロマに言及するときは、オクターブ関係にある音の間の類似性（オクターブ等価性）の意味として理解されることが多い。しかしオクターブ等価性はピッチクロマから生じる現象の一つにすぎないものであり、これでは個々の音の音楽的性質というピッチクロマのもともとの意味が脱落してしまう。

ピッチクロマということばはもとをたどると Bachem [9] に始まる。彼は絶対音感保有者がオクターブ関係にある音を混同するオクターブ・エラーをしばしばおこす傾向があることから、オクターブ関係の音は共通の知覚的性質を持つとして、その性質を例えば C-chroma（すべてのCの音に共通する性質, C-ness）、D-chroma (D-ness) などと呼んだ。ここから明らかなように、ピッチクロマは絶対音感を前提とした概念なのである。Bachem は自身が絶対音感を持っていたので、こ

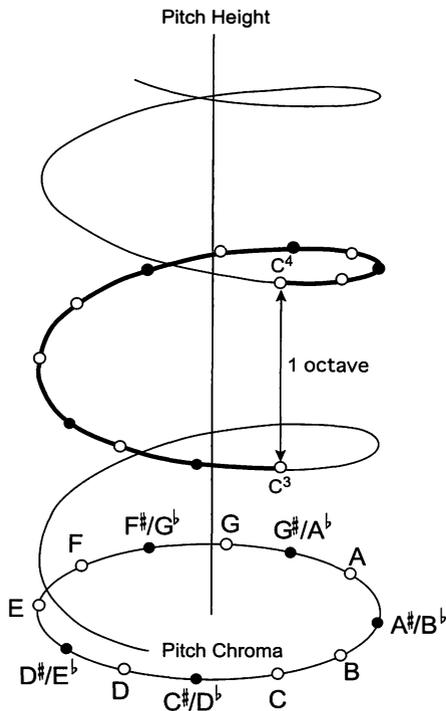


図-1 音楽的ピッチを表す単純ピッチらせん

のような用語を用いることが問題になるとは考えなかったのだろうが、これが表しているのは絶対音感を持つ人々だけが知覚できる性質である。後に述べるように、Bachem によれば絶対音感を持つ人は1万人に1人以下しかいないとされるのだから、そのようなごく一部の人々にしかとらえられないようなピッチの側面を一般的な聴覚特性と考えることはできない。そしてピッチクロマが絶対音感を持たないほとんどの人々にはとらえることができないとすると、12のピッチクロマが刻まれたクロマサークルを含むピッチらせんも、限られた人々にしかあてはまらない限定的なモデルということになってしまう。

それではピッチらせんを一般的なピッチ知覚を表すモデルにするにはどうすればよいだろうか。絶対音感を持たない多くの人々は、ピッチクロマ(音高名)を正しく言うことはできないが、オクターブ関係にある音を音楽的に似たものとして知覚することはできる。このようなオクターブ等価性は、音楽経験がある人々だけに限定されない一般的な特性であり、生後3か月ほどの乳児やサルでも観察されている [10, 11]。だからピッチらせんからピッチクロマの刻みを取り除いて、1オク

ターブで1周することでオクターブ等価性だけを表すようにするのが一つのやり方である。

しかしこれでは音楽的ピッチの知覚モデルとは言えないので、ピッチらせんに音楽的ピッチのカテゴリを組み込むのがより良いやり方である。ただし組み込むのは絶対音感保有者だけにしか分からない固定的なピッチクロマではなく、音楽的な意識をもって聴く人ならば誰にでもとらえることができる、スライド可能な相対音高のカテゴリである。これは音階の中の音の位置を表す階名(ド、レ、ミ、…)と呼ばれることが多い。図-2(A)の外円はクロマサークルを表し、その内側は階名が刻まれた相対音高を表すサークルであるが、絶対音感保有者の場合、ほとんどが固定ドでピッチをとらえるので、ドはCに固定されている(絶対音高名と相対音高名が区別されていない)。これに対して絶対音感を持たない人々では、相対音高カテゴリのサークルは、絶対音感保有者の場合のようにド(長音階の主音)がいつもCに固定しているのではなく、自由に回転させて、例えばドをピッチクロマ(絶対音高)のDに合わせたり(二長調、図-2(B))、やろうと思えばDとD#の中間の音に合わせたりすることもできる(図-2(C))。これが特定のピッチに固定されずに音階の主音をどのピッチにでも自由に設定して、それを中心にしてピッチの関係(音階)を頭の中に構築する相対音感のやり方を表すモデルである。絶対音感を持たない多くの人々はこのようなやり方で音楽的ピッチをとらえている。

しかしこのモデルは絶対音高に固定されない音階音(相対音高カテゴリ)を組み込んだだけで、音楽的ピッチを表すモデルとしては出発点にすぎない。音楽では和声的關係や調性機能が重要な役割を果たしていて、音楽を聴く人はこのような機能によってもたらされる関係を顕在的、あるいは潜在的にピッチの中に聴き取っている [12]。音楽を聴く人がピッチをとらえるやり方については、認知心理学と音楽理論の方向から研究が行われ、様々な形の複雑な認知構造モデルが提案されている [13-15]。例えば図-3に示したのは、ピッチハイトと組み合わせるのに、クロマサークルの代わりに音楽的ピッチの関係をより良く表現する5度サークルを用いた二重らせんモデルである。ただしここではピッチクロマではなく相対音高カテゴリを置

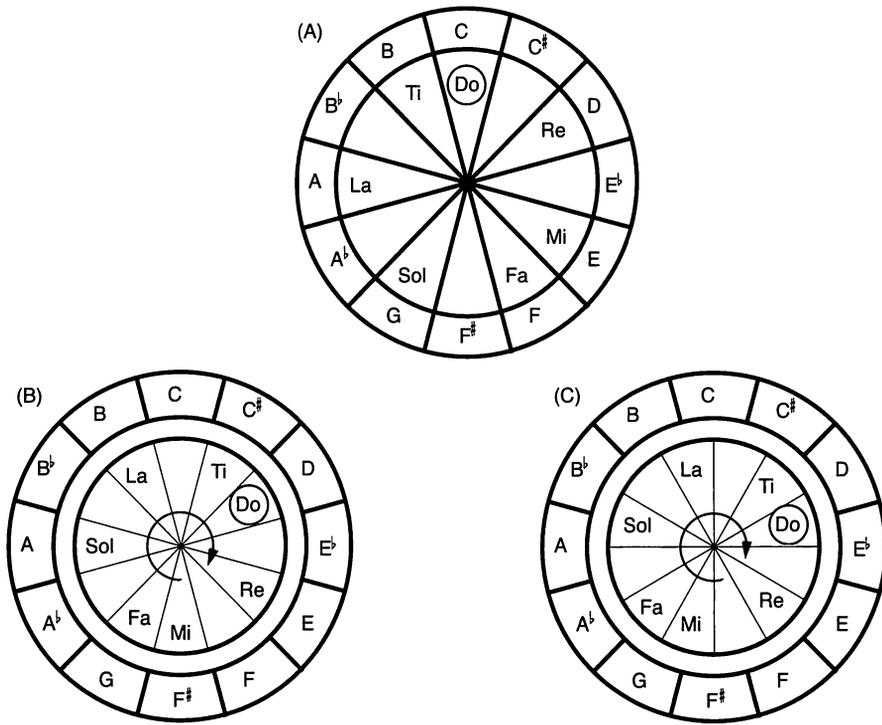


図-2 クロマサークル (外円) と相対音高サークル (内円)  
 相対音高サークルがクロマサークルに固定されている場合 (A); 相対音高サークルが移動可能で、主音 (Do) が D にある場合 (B), D と E-flat の中間にある場合 (C)。

いた。これによって全音階を構成する音 (ド, レ, ミなど; 白丸で表されている) は非全音階音 (#がつく音; 黒丸で表されている) と空間的に分けられる。これを平面に展開すると、調性の中での音の近親性や和声的近親性, 更には調性同士の関係などを表す和声地図や調性地図が導かれる [16]。

これらは相対音感を用いて音楽的な聴き方をする聴き手のピッチの認知構造を表すモデルと言える。これに対して絶対音感, 固定したピッチクロマのレベルにとどまっておらず, このような音楽的音高の認知構造を含むものではない。

#### 4. 絶対音感とは極めて稀な能力であるという誤解

絶対音感について言及されるとき, 第1に挙げられる特徴はその稀少性である。どのくらい稀かを示すために, 一般の人々の中で絶対音感を持つ人の割合は1万分の1以下という推定値が引用されることが多く, これが通説として定着している。ところがその基になるデータはあまり信頼できるものとは言えない。

絶対音感を持つ人の割合が1万分の1以下という推定値が科学論文に最初に出てくるのは, 1955年のアメリカ音響学会誌に掲載された Bachem の論文であるが [17], これは1937年と1940年の研究 [18] で調査した絶対音感保有者の数が123人であったことから導かれたものと思われる。1940年の論文では, この123人を, 絶対音感の調査が行われたシカゴとその周辺地域に住む人の総数400万で割って, 一般の人々の中で絶対音感を持つ人の割合は0.003% (10万人中3人), 又はそれ以上という割合を出している (実は Bachem の論文では0.0003%となっていて, 1桁間違っているのだが)。1955年の論文に出ている1万分の1 (0.01%) 以下という推定値は, このような大まかな割り算をした自らの論文を参照して, 0.003%以上を0.01%以下としたものようである。

1万分の1以下という絶対音感保有者の割合の推定値は, このような杜撰なやり方で導かれたものであるが, それに加えてこの123人の絶対音感保有者をどうやって見つけたのかが示されていないことが問題となる。恐らく音楽学校やオーケス

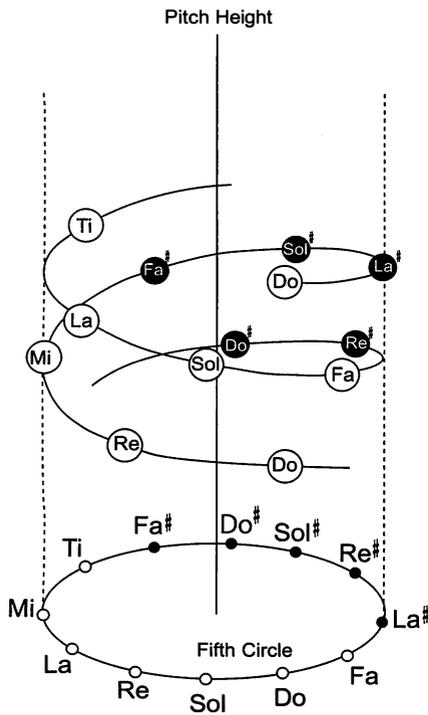


図-3 ピッチハイトと5度サークルを組み合わせた二重らせん

トラなど、幾つかの音楽家集団から参加者を募集したのではないと思われるが、音楽家の母集団全体を調べたわけではないので、見つかった絶対音感保有者の数を調査地域の人口で割るというやり方を正当化することはできない。

絶対音感を測るやり方についての記述も大まかである。彼の記述によると、ピアノに背を向けた実験参加者が、実験者が弾いたピアノの音を聞き、振り向いてその音に対応する鍵盤上のキーを指さすというやり方でテストが行われた。しかし参加者が何回判断を行ったのかも、正答率（エラー率）がどのくらいだったのかも示されていない。論文に示されているのは、エラーがあるかないかや反応のパターンなどに基づいた、絶対音感の質的な分類だけである。

絶対音感はあるかないかという形に二分することはできない。絶対音感の正確さは、上は全く間違いがない完ぺきなレベルから、下はまぐれ当たりよりもいくらかましなレベルまで連続的に分布する。従って絶対音感保有者而非保有者の境界をどこに置くかによって、絶対音感保有者の割合は大きく異なることになる。1937年の論文では、103

人のうち正確な絶対音感とされているのは7例だけで、あとは様々な程度にエラーをおかず絶対音感である。正確な絶対音感以外は、半音エラーやオクターブ・エラーをおかず絶対音感、特定の音域や音色に限定された絶対音感、不正確な境界性絶対音感などと分類されているが、これらがどの程度不正確だったのかは示されていない。また、絶対音感のように見えるが、実は相対音感に頼って判断する疑似絶対音感が13例あり、これらも絶対音感に含まれている。疑似絶対音感は Bachem 自身が真の絶対音感ではないとしているにもかかわらずである。

Bachem の1万分の1という推定値のほかに、Profita と Bidder による1,500分の1という推定値 [19] もよく引用されるが、この値に至っては全く根拠がない。この値が書かれているのは、絶対音感の遺伝的背景を調べる研究報告であり、絶対音感の割合を推定するデータを与えてはいない。1,500分の1という値はこの論文の考察の中で、長年にわたって子どもたちに教えてきた音楽教師たちが経験を通じて得た印象を語ったものとして紹介されているにすぎない。その上この記述自体が、著者の1人による未公開としか記されていない論文からの引用である。このような信頼できないデータから導かれた、あるいは何のデータにも基づかない単なる聞き伝えにすぎないものが多くの科学論文で引用され続けている。それにもかかわらず、これらの推定値が後の研究者たちによって無批判に引用されることになったのは、絶対音感が稀な能力だと語るときに、その根拠となるようなデータはほかに全くなかったからである。

とは言え、一般の人々の中で絶対音感を持つ人が稀であるというのは恐らく間違いはない。しかし絶対音感とは音楽に関わる能力なので、一般の人々の中で絶対音感を持つ人の割合がどのくらいかを問題にしてもあまり意味がない。それでは音楽経験者の中に絶対音感を持つ人はどのくらいの割合でいるのだろうか。Bachem は、前述の123人の絶対音感保有者の中にプロの音楽家と見なせる人たちが22人いたと述べている。そこで彼はこの22人を、彼らが属する団体の全人数で割って、プロの音楽家の中の絶対音感の割合をおよそ5%と推定した [18]。

音楽経験者における絶対音感の割合については

その後幾つかの調査結果があるが[20-23], その多くは実際に絶対音感をテストしたのではなく、自己報告式の質問紙を用いた調査に基づいているため、サンプルの選択バイアス、虚偽報告の可能性、回答者が自らを絶対音感と見なす基準が不明などの問題があって、あまり信頼できるものとは言えない。

そうした中で Deutsch の報告は検討に値する数少ない研究の一つである[24]。彼女は絶対音感と言語との関連を調べる研究の中で、アメリカ合衆国と中国の音楽大学生に対して選択バイアスの影響が入らないように配慮して絶対音感テストを行った。それによると、正答率85%以上の成績を上げた参加者の割合は、アメリカのロチェスター大学イーストマン音楽学校の学生では約5%であったのに対して、中国の北京中央音楽学院の学生では56%と報告されている。この結果を、こどものころに声調言語を獲得することが絶対音感を持つことにつながるという声調言語仮説を支持するものと Deutsch らは考えている。

私たちがポーランドと日本の音楽専攻学生の間で絶対音感を比較する研究を行った[25]。正答率90%以上を正確な絶対音感とすると、ワルシャワのショパン音楽大学の学生の間ではその割合は9%ほどでしかなく、アメリカと同様にここでも絶対音感のごく少数である。これに対して、新潟大学教育学部の音楽専攻の学生では正確な絶対音感の割合は37%あまりだった(Deutsch の正答率85%以上という基準を当てはめると41%)。この割合は Deutsch の報告にある北京中央音楽学院の学生には及ばない。しかし私たちが調べたのは教育学部の音楽教員養成課程の音楽学生であり、専門の音楽家を養成する音楽大学の学生ではないことを考慮すれば、注目に値する高い割合と言える。

より専門的・高度な音楽教育を受けている音楽学生ではどうだろうか。私たちが現在行っている絶対音感と相対音感の国際比較研究では、各国の音楽大学の学生を対象にして、5オクターブにわたって60音が提示される絶対音感テストを実施している。それによると、京都市立芸術大学の音楽学部の学生では正確な絶対音感保有者の割合は54%(Deutsch の基準を用いれば57%となり、北京中央音楽学院とほぼ等しい)、正答率100%の完べきな絶対音感の割合は3分の1にもなる。また、

正答率が50%未満ならば絶対音感があるとは言えないと考えると、その割合は17%でしかない。京都市立芸術大学にだけ絶対音感を持つ学生が特別に多い理由はないので、日本の音楽大学では、学生の半分以上が正確な絶対音感を持ち、絶対音感を持たない学生は少数であると言えそうである。

ここまで見てきた結果をまとめると、正確な絶対音感を持つ学生の割合は、アメリカやヨーロッパの音楽大学では5-10%程度と少ない。これに対して日本や中国では、その割合は50%くらいもあり、絶対音感を持たない学生の方が少数であるという顕著な違いがある。この違いが何に由来するのかについてはまだよく分からない。考え得る可能性としてまず明らかなのは、絶対音感の獲得につながるようなこどものころからの音楽訓練が、日本や中国でさかに行われていることである。Deutsch は中国で絶対音感が多いことの起源を、声調言語である中国語の環境に求めようとしているが、そう考えるにはまだ証拠が十分ではない。それに日本語は声調言語ではないという事実もある。また、絶対音感に着目する遺伝学者は遺伝的背景を立証しようとしているが、これについてもまだ十分な証拠はない。

## 5. 絶対音感は音楽的才能であるという誤解

長い間、絶対音感は音楽的才能の一つと考えられてきた。現在でもその見方は一般に広まっている。その根拠の一つとして、絶対音感を持つ優れた音楽家の事例が挙げられることが多く、例えばモーツァルトは絶対音感がなければ分からないようなバイオリンのわずかなピッチのずれを指摘して人々を驚かせたというエピソードが伝えられている[26]。作曲家や演奏家で絶対音感があることがほぼ確実な事例は幾つかあり[27, 28]、絶対音感があると自ら語る人々も少なくないが、実際に測定が行われたことはほとんどなく、本物の絶対音感なのか、またどの程度の正確さなのかは分からない。それに絶対音感を持つ優れた音楽家の事例だけを見て、絶対音感が音楽家にとって不可欠な能力だと考えるのは明らかに正しくない。絶対音感を持たない同じくらいに優れた音楽家や、絶対音感はあるが音楽家ではない人々がずっと多くいるはずなのに、それ見ないのは、目に付くところだけを見て判断する誤謬の一例と言える。

論理的に考えて、絶対音感が音楽的才能であるという見方そのものにおかしいところがある。音楽が、音程やメロディ、和声、調性など、ピッチの関係の上に構築されるものであることを考えると、孤立したピッチを同定する能力であるにすぎない絶対音感、音楽的に意味があるとは言えない。絶対音感が身につけば自動的に優れた相対音感も発達するというのは素朴すぎる見方である。絶対音感の訓練を行っている音楽教室の主催者によると、子どもたちが相対的にピッチをとらえる聴き方をするようになると絶対音感の獲得が難しくなるといって[29]、逆に子どものころに正確な絶対音感を身につけてしまうと、相対音感の必要性を自覚することなくそのまま音楽の道に進んでしまう可能性もある。絶対音感と相対音感とは根本的に異なるピッチのとらえ方であり、両者を両立させるのは容易なことではない。もし絶対音感が相対音感の発達を妨げるように働くことがあるとすると、正確な絶対音感はあるのに相対音感が弱いという奇妙な音楽家が生まれることになる。これでは絶対音感とは音楽的なハンディキャップになってしまう。

この可能性を検討するために、我々はこれまで、絶対音感を持つ音楽学生が、音楽的により重要な相対音高をどのように認知するのかを調べる研究を行ってきた。その結果、絶対音感がある音楽学生は様々な異なる高さに移調された音程やメロディを絶対音感にたよって聴く傾向があり、絶対音感がない音楽学生に比べて課題の遂行成績が悪くなる場合があることが明らかになった[30-32]。更に我々が進めている絶対音感と相対音感の国際比較研究では、日本と中国、ヨーロッパ、アメリカ合衆国の音楽大学の学生に対して、絶対音感テストに加えて、4種類の異なる調性のコンテキストのもとで11の音程が提示される相対音感テストを行っている。これまでに得られた結果から、興味深い対比が見えてきた。日本の音楽学生は絶対音感の点では最も優れているが、相対音感テストの成績は諸外国に比べて最も劣るのである。80%以上の正答率を正確な相対音感の基準と見なすと、この基準を超えた学生の割合は新潟大学教育学部の音楽学生では7%、京都市立芸術大学の学生でも24%とがっかりするほどに少ないのに対して、上海音楽学院の学生では42%、ドイツのマルチン＝ルター大学(Halle-Wittenberg)の音楽学専攻(音

楽専攻ではない)の学生では70%近くに達した。

絶対音感とは音楽的には意味がないのに対して、この相対音感テストで調べているのは、様々な異なる調の中で音程を認知する音楽的に重要な能力である。このことを考えると、この結果は日本の音楽教育にとって憂慮すべきことと言わざるを得ない。絶対音感と相対音感に関するこの著しい対比が何から来るものなのかについては、日本の現在の音楽教育に何かたりないものがあるからなのか、あるいは絶対音感を身につけたことが音楽的発達に何等かの影響を与えるからなのかなどの可能性が考えられる。この研究は現在進行中のものなので、この対比の背景についてはもっとデータがそろってから考察したい。

#### 文 献

- [1] C. Stumpf, *Tonpsychologie*, Band 1 (Hirzel, Leipzig, 1883), pp. 305-310.
- [2] R. Parncutt and D. Levitin, "Absolute pitch," in *New Grove Dictionary of Music and Musicians*, S. Sadie, Ed. (St. Martins Press, New York, 2002), pp. 37-39.
- [3] A.H. Takeuchi and S.H. Hulse, "Absolute pitch," *Psychol. Bull.*, 113, 345-361 (1993).
- [4] W. Fujisaki and M. Kashino, "The basic hearing abilities of absolute pitch possessors," *Acoust. Sci. & Tech.*, 23, 77-83 (2002).
- [5] W.A. Yost, "Pitch perception," *Atten. Percept. Psychophys.*, 71, 1701-1715 (2009).
- [6] A. de Cheveigné, "Pitch perception," in *Oxford Handbook of Auditory Science*, Vol. 3, Hearing, C.J. Plack, Ed. (Oxford University Press, New York, 2010), pp. 71-104.
- [7] M.W. Drobisch, "Über musikalische Tonbestimmung und Temperatur," *Abhandlungen der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften*, 4, 3-121 (1855).
- [8] R. Shepard, "Structural representations of musical pitch," in *The Psychology of Music*, D. Deutsch, Ed. (Academic Press, New York, 1982), pp. 343-390.
- [9] A. Bachem, "Various types of absolute pitch," *J. Acoust. Soc. Am.*, 9, 146-151 (1937).
- [10] L. Demany and F. Armand, "The perceptual reality of tone chroma in early infancy," *J. Acoust. Soc. Am.*, 76, 57-66 (1984).
- [11] A.A. Wright, J.J. Rivera, S.H. Hulse, M. Shyan and J.J. Neiwirth, "Music perception and octave generalization in rhesus monkeys," *J. Exp. Psychol.: Gen.*, 129, 291-307 (2000).
- [12] C.L. Krumhansl, *Cognitive Foundations of Musical Pitch* (Oxford University Press, New York, 1990).
- [13] G.J. Balzano, "The group-theoretic description of 12-fold and microtonal pitch systems," *Comput. Music J.*, 4, 66-84 (1980).
- [14] H.C. Longuet-Higgins and E.R. Lisle, "Modelling musical cognition," *Contemp. Music Rev.*, 3, 15-27 (1989).
- [15] F. Lerdahl, "Tonal pitch space," *Music Percept.*, 5, 315-350 (1988).
- [16] R.N. Shepard, "Geometrical approximations to

- the structure of musical pitch," *Psychol. Rev.*, 89, 305-333 (1982).
- [17] A. Bachem, "Absolute pitch," *J. Acoust. Soc. Am.*, 27, 1180-1185 (1955).
- [18] A. Bachem, "The genesis of absolute pitch," *J. Acoust. Soc. Am.*, 11, 434-439 (1940).
- [19] J. Profita and T.G. Bidder, "Perfect pitch," *Am. J. Med. Genet.*, 29, 763-771 (1988).
- [20] D. Sergeant, "Experimental investigation of absolute pitch," *J. Res. Music Educat.*, 17, 135-143 (1969).
- [21] S. Baharloo, P.A. Johnston, S.K. Service, J. Gitschier and N.B. Freimer, "Absolute pitch: An approach for identification of genetic and nongenetic components," *Am. J. Hum. Genet.*, 62, 224-231 (1998).
- [22] P.K. Gregersen, E. Kowalsky, N. Kohn and E.W. Marvin, "Absolute pitch: Prevalence, ethnic variation, and estimation of the genetic component," *Am. J. Hum. Genet.*, 65, 911-913 (1999).
- [23] P.K. Gregersen, E. Kowalsky, N. Kohn and E.W. Marvin, "Early childhood music education and predisposition to absolute pitch: Teasing apart genes and environment," *Am. J. Med. Genet.*, 98, 280-282 (2000).
- [24] D. Deutsch, T. Henthorn, E.W. Marvin and H.-S. Xu, "Absolute pitch among American and Chinese conservatory students: Prevalence differences, and evidence for a speech-related critical period," *J. Acoust. Soc. Am.*, 119, 719-722 (2006).
- [25] K. Miyazaki, S. Makomaska and A. Rakowski, "Prevalence of absolute pitch: A comparison between Japanese and Polish music students," *J. Acoust. Soc. Am.*, 132, 3484-3493 (2012).
- [26] E.O. Deutsch, *Mozart: A Documentary Biography*, 3rd ed. (Simon and Schuster, London, 1990), cited in D. Deutsch, "The enigma of absolute pitch," *Acoust. Today*, 2, 11-19 (2006).
- [27] N. Slonimsky, *Perfect Pitch: An Autobiography*, (Shirmer Trade Books, New York, 1988).
- [28] G. Révész, *The Psychology of a Musical Prodigy* (Harcourt, Brace & Company, New York, 1925).
- [29] 江口寿子, 江口彩子, 新・絶対音感プログラム (全音楽譜出版社, 東京, 2001).
- [30] K. Miyazaki, "Absolute pitch as an inability: Identification of musical intervals in a tonal context," *Music Percept.*, 11, 55-72 (1993).
- [31] K. Miyazaki, "Perception of relative pitch with different references: Some absolute-pitch listeners can't tell musical interval names," *Percept. Psychophys.*, 57, 962-970 (1995).
- [32] K. Miyazaki and A. Rakowski, "Recognition of notated melodies by possessors and nonpossessors of absolute pitch," *Percept. Psychophys.*, 64, 1337-1345 (2002).