



《第63回》聴覚と音楽

饗庭 絵里子

1. はじめに

私は、大学の学部までピアノ演奏の専門教育を受けており、その後、聴覚心理学分野の研究を始めた¹⁾。そのため、私自身が演奏の中で経験した疑問を研究テーマに落とし込むことが多い。幸いにも音楽演奏は研究シーズの宝庫である。聴覚心理学、聴覚生理学、音楽心理学といった音関連の分野、さらには音と運動との連携についても考えることができる。本稿では、私自身が音楽に触れる中で着想した研究について簡単にご紹介したい。

2. 音の高さが変なチェンバロ

学生時代に履修していたチェンバロを弾いた時に気が付いた錯聴現象がある。今では、この錯聴をピッチ不安定性強調現象と名付け、ピッチ知覚メカニズムの解明を目的とした研究に役立てている。この錯聴現象発見の経緯はこうである。

ある日、ピアノの練習直後に、さぼっていたチェンバロの練習を慌てて始めた。すると最初の和音をジャランと鳴らした瞬間に奇妙な音が聞こえたのである。その音は、まるでギターでチョーキングを行った時のように、音高が途中で変化するような音（スweep音）であった。おかしいなと思いつつも、数回同じように和音を弾くと、その現象はなくなってしまった。その後も、ピアノを弾いた直後にチェンバロを弾くたび、その現象はあらわれたが、当時はそれがピッチ知覚メカニズムの研究につながるという発想にはいたらなかった。聴覚心理学分野の研究を始めてからも、しばらくは忘れていたが、あるとき不意に思い出した。研究者になった手前、この現象を見逃すわけにはいかない。さっそく、当時の状況を思い出しながら刺激の作成に取り掛かった。

このときヒントになったのは、ピアノとチェンバロとでは基準となるピッチが異なる点である。ピアノは一般的に A4（いわゆる中央ラ）を 440 Hz とする国際標準

ピッチで調律されるが、チェンバロは A4 を 415 Hz とするバロックピッチで調律されることが多い。つまり、直前までピアノを弾いていた私は、楽譜上のこの和音を弾くと、こんな響きの音が鳴るはずであると国際標準ピッチで頭の中に思い描いていたにもかかわらず、予想とは異なる高さの音が聞こえたために、そこから修正を行ったのかもしれない。

そこで、定常的なピッチ感をもつ音を複数回鳴らした後、西洋音階より若干狭い周波数差をもつ音程（図 1 左側、非西洋音階的音程）だけ離れた音を鳴らして見たところ、実際に音の開始部分でピッチが揺らいで不安定になるような知覚が得られたのである。また、これを複数回聴取するうちに不安定感はなくなった。一方で、西洋音階に基づく音程間で移行した場合には、ほとんど不安定性は感じられなかった（図 1 右側、西洋音階的音程）。まさに当時の現象を再現することができたのである。

さらに、この音の聴取中に音の周期性に同期して生じる脳波のひとつである周波数追従反応（100 Hz の音刺激に対して 100 Hz の脳波が誘発されるなど、音波形に相似した反応が得られる。）を計測したところ、やはり音の物理的な周期性に同期した反応が取得できた²⁾。つまり、聴覚末梢系で音の振動が神経活動として符号化される段階では、周期情報が維持されているのである。ピッチ不安定性強調現象は、より高次の情報処理過程で生じていることがわかった。現状、定常的なピッチをもつ音を聞くと、次の音として、日常的に触れている西洋音階に基づく音程（2 音間の間隔）を無意識のうちに予測し

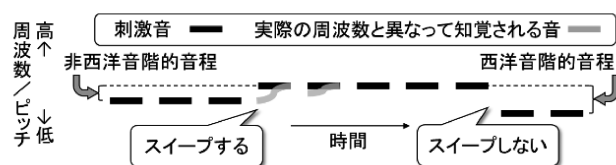


図 1 ピッチ不安定性強調現象の概要図

ており、これから外れた場合に、この現象が生じるのではないかと考えている。ピッチ知覚に関する研究は、聴覚末梢系での周期情報を軸に検証されることが一般的であるから、より高次での処理を知るために、よい手がかりとなりそうである。加えて、この現象がより強くあらわれる音色や提示条件、音楽歴などがあることから、音楽家を対象とした検証などを引き続き行っていきたい。

3. 聴覚にとっての同時とは何か

演奏指導の場面では、さまざまなアドバイスを受ける。中には「キラキラと星が輝くような音で!」とか、冷静に考えるとどんな物理特性の音のことなのか全くわからない内容であることも多い。ただ、試行錯誤すれば何となくそこに近づいていく気がするもので、これはこれで面白い研究になると思う。

それはさておき、高校生の頃にとっても印象に残るアドバイスを受けた。「和音を弾くときに、浮き立たせたい音だけ、ずれたとわからない程度に先に弾きなさい。そうすると他の音より目立ちますよ。」というものである。先に弾くことで他の音より目立つという点については、大学の音響心理学の授業で Rasch³⁾ によって実験的に証明されていることを知って感動した。このことは、私を研究者の道に歩ませるきっかけのひとつとなった。ずれたとわからない程度に同時にという点については、蝸牛遅延と呼ばれる聴覚の特性の存在を知ることにより、謎が深まってしまった。蝸牛遅延とは、蝸牛基底膜の鼓膜側がより硬く、離れるにつれてより柔らかくなる(蝸牛頂側)ことによって生じる現象である。つまり、鼓膜から蝸牛内に伝わった音に含まれるより高い音が鼓膜側で共振し、より低い音が蝸牛頂側で共振するために、さまざまな周波数成分が同時に鼓膜に到達したとしても、周波数に依存して共振までにかかる時間にずれが生じるのである。では、聴覚にとっての同時とはいったい何なのか? そこで、この疑問を解消することを博士論文のテーマとして選択した。

聴取実験では、蝸牛遅延を補正するような(低い音から次第に高くなる:補正タイプ)スイープ音と、蝸牛遅延を増長するような(高い音から次第に低くなる:増長タイプ)スイープ音、それから高い音も低い音も同時になるような(同時タイプ)パルス音を用意して、同時性判断の精度を比較した。その結果、やはり物理的に同時であるものが、最も同時であると判断されたものの、増長タイプのほうが補正タイプに比べて同時性判断の精度が高いことが明らかになった⁴⁾。つまり、聴覚が同時であると判断する音の時間的ずれの範囲には、異方性があったのである。なぜ異方性があったのかについては、まだ明らかにすることができていないが、もうひとつ興味深いことが明らかになった。

この実験は博士論文を書くために行ったので、実験参

加者は在学していた京都市立芸術大学の音楽学部の学生であった。その後、ポスドクとなった大学で、音のオンセットに同期して生じる聴性脳幹反応(パルス音が2回鳴れば、脳波にも2つのピークがあらわれる。たくさんの神経がいっせいに活動するようすが捉えられるため、オンセットとの同期性が高ければ高いほどピークも急峻になる。)が計測できるというので、理工学部の学生を対象に再度実験を行った。すると、全刺激タイプにおいて同時性判断の精度が明らかに悪くなった。そこで、あらためて音楽学部の学生を対象に聴性脳幹反応も計測してみたところ、音楽学部の学生の方が高い同期性を示す結果が示された⁵⁾。聴覚にとっての同時は、演奏訓練によって変化する可能性があるとうわかった。

4. おわりに

本稿では、聴覚心理学の分野に焦点をあてた研究について言及したが、ピアノを演奏する中で生まれる疑問は尽きることがない。また、研究の息抜きにピアノを弾くことで、新しい研究アイデアが生まれるのであるから、一石二鳥である。研究の種はどこに落ちているかわからないものである。好きなことを真剣に楽しむことで、新たな研究の世界が広がっていくのであれば、それは私にとってこの上ない喜びである。

(2023年12月25日受付)

参考文献

- 1) 饗庭 絵里子: どうしてそうなっちゃったの!?, 日本音響学会誌, 77-1, 54/55 (2021)
- 2) M. Chikamori and E. Aiba: Pitch Instability Enhancement Illusion and Its Relation to the Pitch Perception Mechanism, *Abstracts for The Association for Research in Otolaryngology* 2023, TU199 (2023)
- 3) R. A. Rasch: The Perception of Simultaneous Notes such as in Polyphonic Music, *Acta Acustica*, 40-1, 21/33 (1978)
- 4) E. Aiba and M. Tsuzaki: Perceptual Judgment in Synchronization of Two Complex Tones: Relation to the Cochlear Delays, *Acoust. Sci. Technol.*, 28-5, 357/359 (2007)
- 5) E. Aiba, K. Kazai, T. Shimotomai, T. Matsui, M. Tsuzaki, and N. Noriko: Accuracy of Synchrony Judgment and Its Relation to the Auditory Brainstem Response: The Difference between Pianists and Non-Pianists, *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, 15-8, 962/971 (2011)

[著者紹介]

あ い ば え り こ
饗庭 絵里子 君

2002年京都市立芸術大学音楽学部器楽科(ピアノ)卒業。2006年同大学院音楽研究科博士課程(前期)、2009年博士課程(後期)修了。同年関西学院大学博士研究員。2012年日本学術振興会特別研究員PD。2013年電気通信大学・大学院情報システム学研究科助教。2018年電気通信大学・大学院情報理工学研究科准教授。現在に至る。聴覚心理学、聴覚生理学、演奏科学の研究に従事(博士(音楽学))。

E-mail: aiba.eriko@uec.ac.jp

所属: 電気通信大学 東京都調布市調布ヶ丘1-5-1