

## &lt;報告&gt;

## 「音楽と音響の関係」の認識について

## Recognition of the Relationship between Music and Sound Engineering in Japan

片桐 健順

KATAGIRI Takenori

音楽大学では音楽や音楽に関わる学問の授業があり、学生たちは紀元前から続いている音楽を中心的に学ぶことができる。対して17世紀頃から学術的に研究が進んできた音響に関してはかなり限定的に学ぶことができる。音響学は物理学に起源があり発展してきたことから理系の学問と捉えられてきたためであり、芸術を学ぶ音楽大学では専門分野とは言えないからであろう。しかしいずれも「音」に対して研究・発展してきていることであり、また「人間」に対しての効果・影響を大きく取り扱っていることは間違いない。音楽大学に入学したのであれば、「音」対「人間」という部分について改めて認識すべきであると思う。以上から基礎ゼミ「お話し①」では音響に関して影響を受ける事象について取り上げ、実験を交えて受講生に幅広く思案して頂けるような内容で進めた。本稿は事前準備から講演内容、およびその狙いについて報告するものである。

キーワード：音の物理的現象、音響の現象、音楽との関わり

## はじめに

1年生323人、3年生338人（授業登録者数）合計661人という大人数が一同に会しての講義というのは本学では通常あり得ない状況である。私自身も、100人を超える相手に講義や授業を行った経験はなく、どのように進めるべきか大変悩んだ。しかし必要なことは、新入生に対しては義務教育から離れた状況下での学習の進め方を考えていただくこと、基礎課程を終えた3年生に対しては2年間で培った基礎を振り返り、自身の力で発展して頂くことにある。状況が異なる2学年に対して有効な内容を検討していく中でたどり着いたのは、普段から関わっている音楽の中で、当たり前のように接して見失っていることや忘れていたことがあると思われ、その再認識を行なっていただく事を狙いとした。

とはいえ学問的に基礎項目を全て取り扱うというのは時間がなく、また完璧な理解を求める必要性は感じないため、広く様々な事象を紹介し、気になる方はご自身で改めてお調べいただく、という手法を取ることにした。それでも時間が足りないと思い、資料の提示に工夫を行なった。スクリーンに映す文字情報と私が話す言葉情報はなるべく重複させずにより情報量が増えるようにした。受講側としては大変な情報量となり理解が追いつかない方が続出するが、短時間でなるべく広い知見を得ていただきたいという狙いであるので、人によって異なるが断片的でも様々な記憶が残っていただけたら幸いと考えた。

本稿の中では講演中の様子を随所で報告するが、期間終了後に全履修生に課されたレポートからも実にさまざまな反応が見られた。もちろん基礎ゼミという期間全体に対してのレポートであるので私の講演に限った反応を調べることはできない。しかしどれだけの人に「刺さった」のかを見ることはできる。またどのような記憶が出来たかも見えてくる。もちろんレポートという文章の中から汲み取る作業であるため、アンケートの様に集計できる結果は得られないが、私の講演でどのような反応があったか参考資料として用いて、今後の授業方針や内容に活かしていきたいと思う。

## 講演内容について

「音楽と音響の関係」というタイトルで行った「お話し①」であるが、実技を中心とした学生が多くいる本学で、専門必修や希望した講義でも無いのに一方的な講演を行うということは、理解される前に飽きてしまう可能性があるかと危惧した。対策として実習的に参加して頂くことや実演を行うことで身近に感じて頂くような工夫を加えた。特に音の現象は状況に応じて変化することが多くあり、普遍的な内容のみ伝えても実用に結びつきにくいことがある。受講生の今後の活動などを考え、できるだけ役立つことを知っていただきたいという思いもあり、主に基礎から実用に繋げていく部分を抜粋して紹介することにした。

まずは「音」とは何か、これは物理学で定義されていることであり、多くの方は高校までに一度は学習しているはずで、思い出していただく程度に簡潔に紹介した。ただし当時は理論のみ学んだと考えられるため、実験を行って体感して頂く試みを行った。基本を示し、次に応用を示し、実用的な活用法まで示した。このような手法は他の学習、情況でも役立つことであり、学習から現実へ繋げる手段として参考になれば良いと思う。

## 実例 1

音の物理的現象の一つに光と同じように「反射」がある。波長よりも長い辺（面）があった場合、入射角と同じ角度で反射する現象である。音楽家の中では通例になっていると思うが、反射とは言わずに反響、もしくは残響と呼ぶ場合が多い。これは反射がたくさん起きることによって、音が長時間空間にいわば停滞する状況になり、結果的に響きという状況になるために呼んでいる。この響きは音響用語では「音場」という言葉で表し、拡散音場 diffuse sound field（無数に反射することで音が拡散されている状況）と自由音場 free sound field（反射音がなく一度出現した音を二度は聞くことができないような状況）に区別されている（騒音測定分野では半自由音場という床面の反射を加味した状況も加えられる）。

この現象は恐らく誰でもが経験を持ち、どのような音の状況か想像できると思うが、改めて講堂という大きな空間で確かめることにした。受講生は着座位置が決まっており音を聞く場所が変えられないため、発音する場所を変え、異なる反射の状況を体験できるように実験を行なった。発音手段としては手を一回叩くこと（以後、拍手と表す）を用いた。ホール内の前方（ステージ上）、客席中程、客席後方の三箇所です拍手し、受講生皆様にその音の聞こえ方の違いを実感していただいた。

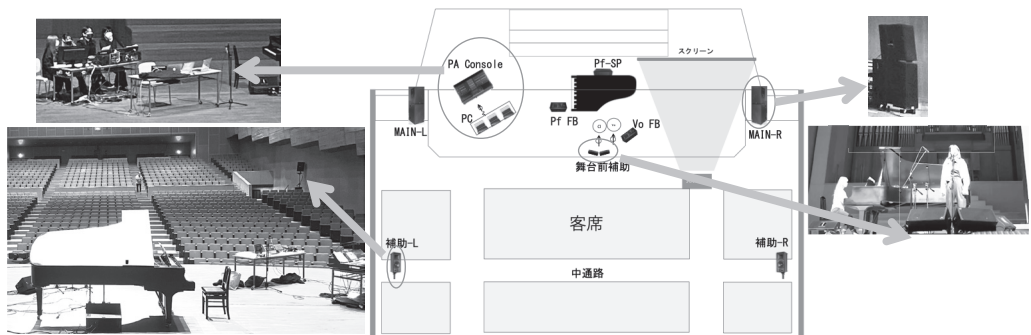
前方（ステージ上）は私が行った。客席中程は1年生に、客席後方は3年生に（のつもりが教員であった！）、それぞれその場で拍手していただいた。近くと遠くで知覚できる音の反射の様子が異なることから、異なった音場に感じるはず、という狙いである。講堂の客席は上手、下手の側面が平行の壁面になっており、構造的にその場に停滞する反射が起きやすくなっている。その反射音の状況を建築音響の分野ではフラッターエコーと呼んでいるが、それを巧みに利用した日光東照宮の「鳴き龍」は有名であり想像がつくと思う。簡単にいえば、一つの拍手が反射によって複数回になって聞こえる、という現象だ。今回で言えば客席横方向の同じ軸上にいる方は左右から何回も同じ音が反射してくることから、フラッターエコーが聞こえる。

対して遠くに座っている方にとっては、さまざまな角度で反射している音、つまり乱反射してくる音も複数聞こえる。離れれば離れるほどフラッターエコーが判別できず、拡散音場に近い状況に変化し、結果的には響きとして認識される。ただ講堂は吸音処理が多く施されているため、いわゆるコンサートホールほどの響きはない。客席前方に座っている受講生にどう聞こえたかを尋ねたところ、私が拍手した際には、いくつかの音が聞こえたが、後方での拍手は叩いた音はほぼ一つで少し響きのような音が聞こえた、と答えられた。同じことを客席後方の受講生（もしくは教員）に尋ねたところ同じような答えをいただいた、つまり身近の拍手の場合はフラッターエコーが多く聞こえたということだ。客席中程に座っている受講生には前方と後方の違いが無いように感じたようであるが、身近での拍手との違いは認識しているようであった。少なくとも反射の状況によって聞こえてくる

音は変容する、ということは理解して頂けたようである。

## 実例 2

この講義ではマイクとスピーカーを使用して私の声を拡声していたが、ホール常設の機材ではなく今回のために仮設したものを使用した。舞台両脇に大型スピーカー（以後 MAIN SP と表す）と舞台上にいくつか小型のスピーカー、および客席中通路両脇にスタンド立てで中型の補助スピーカー（以後 補助 SP と表す）を設置した。これらのスピーカーを使用して、出力の手法によって聞こえ方が変わる実験を行った。図と写真を交えて実際の様子を下图に表す。



<スピーカーなどの音響機器配置図、またリハーサルの様子>

音響の分野ではハース効果と呼ばれる、世の中ではかなり多用している音響の現象を用いて実験を行なった。日本語では先行音効果と呼ばれるが文字通り、二つの同じ音を発するスピーカーがあった場合、先に音が届いた（聞こえた）方から音が鳴っているように感じる現象を表す。講演では実用的に使用していたのだが、受講生にはこの現象を用いた場合と用いなかった場合を聞き比べていただいた。

MAIN SP と補助 SP では距離にして20m ほど離れている。客席後方に座っていた場合、何も調整を行わずに両方から同じ音を出すと、先行音効果によって近くにある補助 SP から大きく聞こえる。しかし補助 SP を距離分の遅延をかけて出力することにより、先行音効果が解消され MAIN SP のみから音が出ている様に聞こえる。つまり先行音効果を逆に利用した調整を行うのである。20m 離れると約60ms 遅れて MAIN SP からの音が届く。約60ms も差があると二つの音として聞こえ大変聞き取りづらい。講義中にこの遅延を解除して声を聞かせたのだが、その際の受講生のリアクションは大変わかりやすいものがあった。二つの音に聞こえたことに驚き、二つのスピーカーの存在に改めて気がついた様子であった。再び遅延をかけると一つになった私の声を再認識いただけたようである。

約60ms を音価に置き換えると、4/4 でテンポ120だった場合、32分音符ひとつ分に相当する。32分音符と考えるとあまり遭遇しない音価とを感じるが、装飾音やトリルなどの音価ではあり得ることで、ごく普通に存在する音価であるということは音楽に関わっている方にはご理解頂けると思う。

ちなみにアリーナ、スタジアムのような広いライブ会場などで多数設置されているスピーカーは、距離の違いによる時間差は調整されており、ズレてボーカルが聞こえるということは通常はない。それでも二つ、三つの音が聞こえる場合は、それは前に紹介した、反射のせいである。広い会場では反射する壁面が大変遠く、結果的に大変遅れた反射音が届くことが多い。

### 実例3

実際の演奏で前記の現象を利用して音楽を聞く実験を行った。二つのジャンルでの違いも含めて行った。一つ目は芸術音楽作品でクラリネット独奏。二つ目はポップス曲でピアノ伴奏のボーカル。

演奏 クラリネット独奏 濱口 侑大 さん（大学院修士1年）

楽曲 Bela KOVÁCS 《Hommage à C.M.von Weber》より一部

- (1) 生演奏のみ（同時に録音しておく）
- (2) 再生・拡声 (1) で録音した音を、MAIN SP から再生・拡声
- (3) 再生・拡声 (1) で録音した音を、奏者近くに設置した小型スピーカーから再生・拡声
- (4) 生演奏を拡声 MAIN SP から拡声
- (5) 生演奏を拡声 奏者近くに設置した小型スピーカーから拡声

(1) は説明するまでもなく普通に生演奏の独奏であるが、同時に録音を行っていた。

(2) と (3) は、(1) で録音した音声を再生したのだが、拡声するスピーカーを変えて行った。受講生たちはこの時点で拡声される位置の違いによって印象が変わることに気づいたようで、会場内の反応からは (3) を好んだ方が多くいるように見受けられた。(4)、(5) は生演奏に拡声を加えた際に使用するスピーカーの違いである。再生の際と同様の反応を見せた。特に(4)は嫌悪感を表す者までいた。芸術音楽を愛している方にとってはスピーカーから音が出ている違和感を許せなかったに違いない。

演奏 ボーカル 杉本 日菜子 さん、ピアノ 室井 なな さん（2名共にコンピュータ音楽専修4年）

楽曲 DAOKO × 米津玄師 《打上花火》より一部

- (1) 生演奏のみ（同時に録音しておく）
- (2) 再生・拡声 (1) で録音した音を、MAIN SP から再生・拡声
- (3) 再生・拡声 (1) で録音した音を、奏者近くでそれぞれの音を小型スピーカーから再生
- (4) 生演奏を拡声 MAIN SP から全て拡声
- (5) 生演奏を拡声 奏者近くでそれぞれの音を小型スピーカーから拡声

クラリネット独奏と同様の実験内容ではあるが、受講生の反応に大きな違いが最初から見られた。

声楽曲ではないということから想像に難くないと思うが、ここでのボーカルは肉声で成立するようなジャンルではなく、マイクを使用して拡声することが前提の楽曲である。にもかかわらず拡声を行わないで演奏を行うと、ピアノの音にかき消されて肉声はほぼ聞こえず当然歌詞も聞き取れない。(1) の段階で受講生はざわつくわけである。次の再生ではクラリネットの際と逆の反応が見受けられた。(2) では安心したような反応が見られ、(3) では少し戸惑いを持ったようだ。(4) と (5) の実験でも同様の傾向が見られた。これは楽曲のオリジナルを知っている方々にとっては至って普通の反応であり、また類似した楽曲の記憶から連想され起きる反応でもある。つまりポップス曲で優先されるべき状況は、ボーカルの歌詞が聞き取れることであり、音を発している場所から聞こえることでは無い。むしろ歌と響きが分離していた方が歌詞を聞き取りやすく、位置の違う MAIN SP から歌詞がはっきり聞こえたことで納得がいったのだと思う。

以上推論や検証から多く述べてきたが、私は答えを伝えるために講演を行なったわけではなく、今学んでいる学生が興味を持ち自発的に探求することを狙っていたため、あえて解説は避けた。といっても実はこの分野は研究されている方があまりいない。近年は認知心理学によって音楽を解き明かそうとしているが、音響と音楽の関

係も、解明が期待される内容であると思う。

## さいごに

基礎ゼミで提出されたレポートから反応を抽出してみた。履修者のうち、私の「お話し①」に少しでも話題に触れていた方は85名いた。約12%という数字ではあるが、調査や研究を行っているわけではなく統計を出せる状況ではないので参考値ではあるが、当初の狙い通り音に対して再認識を行えた受講生が複数いたことは確認できた。また今後の学びに繋げるという頼もしい言葉を寄せていた方もいた。

音楽と音響は、決して離れることができない間柄であるが、近年はかなり日常に溶け込んでいるためか、音楽家に留まらず多くの方は普段から特別な意識をしていないと思う。特に日本では「技術大国ニッポン」と呼ばれるような発展を遂げてきたことにも要因があると思う。実は日本の音楽界は、楽譜が読めない音響技師や音楽を学んでいないミキシングエンジニアが大変多くいるという大問題を抱えている。私はこれを強く危惧しており、今回の講義を行うにあたって一番伝えなかったことにもつながる。音楽との関わり方を受講生の皆様には今一度再認識して頂きたいということである。それは自身の活動に活かし、何かの力になると確信する。ひいては日本の音楽界が広い意味で変わっていく希望も見えてくる。抽象的な言い方ではあるのだが、学びを進めている学生にとって新たな発見や刺激として、私の講演が役立てば幸いである。

## 謝辞

講演のためにサポートしていただきました講堂の岩崎 文博さんをはじめホールスタッフの皆様、実演実現のためにご尽力いただきました井手 詩朗 副学長、演奏していただきました濱口さん、杉本さん、室井さん、当日機材担当スタッフとしてお手伝いいただきました福田 珠希さん、彌榮 龍さん、そして事務手続きやスケジュール手配などに奔走していただきました教務課の柄澤さん、田中さんをはじめ、多くの職員の方々に、この場を借りて厚く御礼を申し上げます。

## 主要参考文献

- ジョン アーグル 『ハンドブック・オブ・サウンド・システム・デザイン』 鈴木中(訳) 東京：株式会社ステレオサウンド 1992年  
岩宮眞一郎 『音と音楽の科学』 東京：株式会社技術評論社 2020年  
高橋雄造 『電気の歴史 人と技術のものがたり』 東京：東京電機大学出版局 2011年  
谷口文和・中川克志・福田裕大 『音響メディア史』 京都：株式会社ナカニシヤ出版 2015年  
半田健一 監修 『舞台音響技術概論 改訂版』 東京：兼六館出版株式会社 2008年  
Leo Beranek, Tim Mellow “*ACOUSTISC : Sound Fields, Transducers and Vibration 2nd edition*”, United States: Academic Press, 2019.