

オーケストラ楽器録音におけるマイクアレンジ比較音源 — 制作と評価アンケートの報告 —

*Microphone Arrangement Comparative Sound Source
for Recording Orchestral Instruments
— Report of Making and Evaluation Questionnaire —*

長江 和哉 NAGAE Kazuya

(芸術学部)

トースタン・ヴァイゲルト Thorsten WEIGELT

(ベルリン芸術大学)

1. はじめに

筆者らは、「音楽を録音する」ということは、単に物理的に音を記録することではなく、音楽家が演奏した音が、音楽としてリスナーに伝わり、「その心が動く」ことを目指さなければならないと考えている。つまり、その録音が「芸術的であるべき」ということであるが、一体どのようにしたら実現できるであろうか？

このためには実に様々な要素があるわけだが、まず、録音する者が、音楽作品を理解、解釈し、その音楽に求められる音を察することが大切であると考えている。そして、楽器のどの位置から音楽的で魅力的な音色が発せられているかを知り、録音技術を理解活用し、「アイデアと意思を持って」その音楽をリスナーに伝えることが大切であると考えている。

その中から、楽器のどの位置からどのような音が発せられるかという「楽器の放射特性」について、これまで物理的なグラフが存在してきたが、音源としては存在してこなかった。筆者らは、音楽録音を教えているが、この音源を制作すれば、録音を学ぶ学生の音楽的にふさわしいマイク配置の理解を深めることができると確信したため実行した。

本稿では、本音源の制作の詳細と、本音源を実際に試用した録音プロデューサー・エンジニアと録音教育者へのアンケート結果をまとめ報告するとともに、今後の音楽録音教育の展望を見出して行きたい。

2. 概要

本プロジェクトは、2016年から2019年にかけてベルリンと名古屋で行った。具体的には、2016年に長江よりヴァイゲルトに対して共同研究の提案をし、その後、計画を立て、2018年1月にベルリンにて、15種類のオーケストラ楽器に対して14組のマイクを放射状に配置し演奏を収録した。収録後は、名古屋にてプログラムを行い、Webブラウザで特定位置のマイクの音を比較して聴くことができるようにし、2018年4月にWebで公開した(写真1)。その後、取り組みの経過を、2018年8月 AES 東京コンベンション、2018年11月ケルン・トーンマイスターコンベンションで発表した。また、ケルンでの発表を

レポートとしてまとめ、ステレオサウンド刊 プロサウンド2019年2月号に寄稿した。

さらに、2019年5月より10月まで、日本、欧米の録音プロデューサー・エンジニアと大学などで録音を指導している教員に対して、本音源を実際に試用した評価アンケートを行い本稿でまとめた。

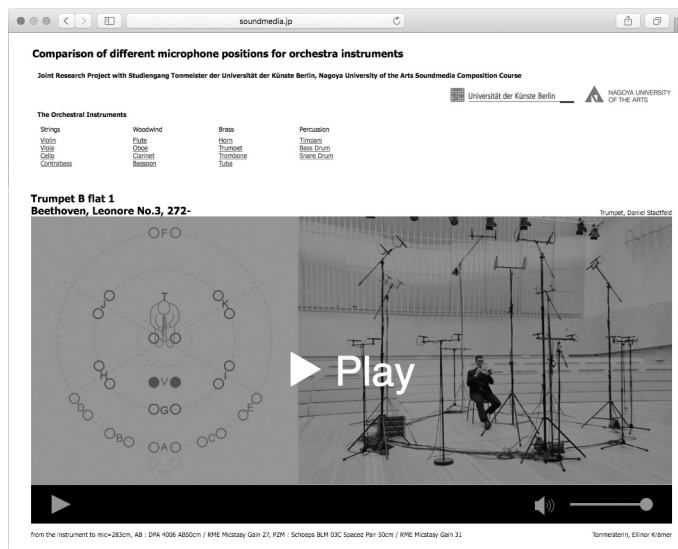


写真1. 制作した比較試聴ページ <http://soundmedia.jp/nuaukd/>

3. 目的

本プロジェクトの目的は、録音を学ぶ学生の研究資料となるマイクアレンジ比較音源を制作することである。

前述のように、ふさわしい音楽録音を行うためには、様々な要素が必要だが、現実的には、録音を行うプロデューサー・エンジニアが、その音楽にとってふさわしい演奏場所を選択し、演奏者が演奏に集中できる環境を組織し、マイクや様々な音響機材を用いて演奏を収録する。そして、それらを編集、ミキシングし、マスター音源を仕上げ、リスナーに伝えていくわけである。その際、マイクによって録音される楽器の音は、楽器とマイクの位置の関係に依存し、音量や音色が変化するわけであるが、それが楽器によって異なるのは、その楽器ごとに特定の音の放射特性があるからである。

長江は、これまで、様々なプロデューサー・エンジニアたちに、「どのようにふさわしいマイクの位置を見出してきたか」をインタビューしてきたが、多くの方より、「実際の録音の中でマイクを設置し、スピーカーからの音を聴く」という自身の経験からという返答を得ていた。

一方で、これまで授業で録音を教えていく際、音楽的で魅力的な音色を見出して行く方法について、同一の音を2組以上のマイクで収録しその音源を交互に学生に示し比較する

と、どちらがふさわしいかを感じ取らせることができることを経験してきた。

そして、これらをより具体的に確認するために、長江は、2014年にフルートを12本のマイクで円周上に囲い比較収録を行った（写真2）。その結果、マイクの位置によって大きな音色の違いが得られることがわかった。そこで、長江は、オーケストラで用いられる主要な楽器に対して比較音源を制作することをヴァイゲルトに提案し実行した。

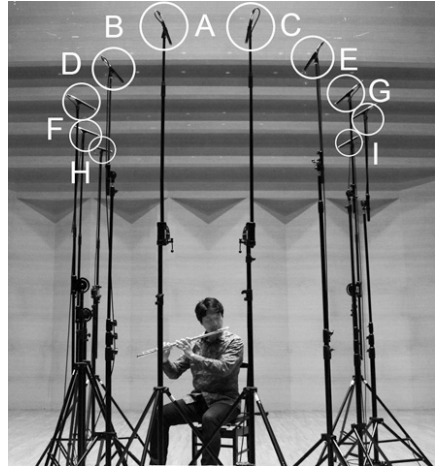


写真2. 2014年にフルートで試した比較収録

4. 音楽的にふさわしく録音する

この事柄を科学的に説明することはとても難しいと考えるが、筆者らの考えを以下のように記したい。

音楽を録音する際、音楽的にふさわしく録音を行うためには、①音楽作品を理解、解釈し、その音楽に求められる音を察する。②楽器の放射特性を知る。③録音技術を理解し活用する。ということが必要であると考えている。

① その音楽に求められる音を察する

筆者らは、実際に音楽の録音を行う際、楽譜から音楽作品を理解、解釈し、そして、音楽家とのコミュニケーションからその音楽に求められる音を察する必要があると考えている。そして、収録する楽器の生音に耳を傾け、それぞれの感性から、「意思を持って」マイクや音響機材を用いて音を表現していかなければならないと考えている。筆者らは、この人の「感性」というものは、マイクやスピーカーを介さない、生演奏を聴くことや、自身で音楽を演奏すること、また、過去の素晴らしい録音を聴くことで高めていくことができると考えている。もちろん、これらが録音の教育で行われるべきであるが、本音源を学生が聴き比べることにより、その音楽に求められる音を、実際に録音を行う前に感じたり、察したりすることができるのではと考えた。

② 楽器の放射特性

オーケストラ楽器の放射特性については、ドイツ デトモルト音楽大学で楽器音響学の教授を務めた、ユルゲン・メイヤー博士 (Prof. Dr. Jürgen Meyer) の著書「Akustik und musikalische Aufführungspraxis (Acoustics and the Performance of Music)」、日本語版「ホールの響きと音楽演奏」翻訳:日高孝之氏にグラフとして存在する。この研究はとても価値があり、かけがえのないものであると考えるが、これらは物理的な周波数 (Hz)

や音量 (dB) のグラフで証明されており音として聴くことはできない。筆者らはこの現状に着目し、比較収録を行う動機となった。

③ 録音技術の理解と活用

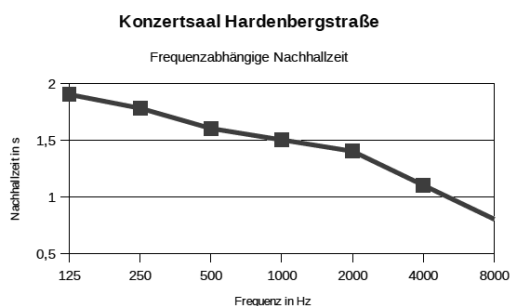
近年、技術の発達により、音楽を「音」として記録することは誰にでもできるようになった。また、プロ機器も、音がマイクという変換器を経て電気信号になってからの転送、記録、編集、再生は、従来から考えると格段に品質が向上した。筆者らは、このように録音技術が発達した結果、もっとも収録される音に影響するのは、マイク以前であると確信している。また、音楽録音というものは、録音技術を用いて行うわけであるが、常に「音」ではなく「音楽」をリスナーに伝えるために活用されなければならないと考えている。

5. 収録の概要

2016年1月よりミーティングを重ね、収録方法を決定した。

- ① 無響室ではなくコンサートホールで収録
- ② 単一指向性の Mono 収録ではなく全指向性マイクによる AB Stereo 収録
- ③ 13組の AB Stereo 50cm と、1組のバウンダリーマイクでの Stereo で収録
- ④ オーケストラの15種類の主要楽器。オーケストラスタディとソロ楽曲を収録

① 筆者らはこれまでの経験から、演奏者は演奏する場所のアコースティックによって「演奏そのもの」が変化することを確信していたので、収録は通常クラシック音楽が演奏や録音される環境、つまり、コンサートホールで行いたいと考えた。検討した結果、収録は、コントロールルームが併設されスムーズに収録することができる、ベルリン芸術大学コンサートホールで行うこととなった。このホールは1950年代に建築され、現在では、同校のコンサートやトーンマイスターコースの録音の授業が行われている。残響時間は約0.8~1.8秒で、音楽的な響きを得られる空間である (図1)。



Frequenzabhängige Nachhallzeit, Daten:
Ingenieurbüro Moll GMBH, Grafik: K. Bruggeman

図1. ベルリン芸術大学コンサートホールの残響特性

② 現在、クラシック音楽の録音を行う際は、ホールなど、響きがある空間で演奏し、楽器からの直接音とホールからの間接音を、全指向性マイク (Omni) を用いてその音楽にとってふさわしいバランスで収録することが一般的である。つまり、この録音の方法

は、間接音を捉えることができるように音源とマイクとの距離をある程度保つ必要があり、その際のマイクは、音源からの距離が離れても低域が減衰しない全指向性を用いて収録することが一般的である。また、録音方式を Mono でなく Stereo としたのは、現在の主要な音楽録音は、Stereo で行われているため、普段耳に触れている音源と同じ録音、再生方式で比較できることが重要であると考えたからである（写真3）。



写真3. AB Stereo 50cm DPA 4006A

③ マイクは、クラシック音楽録音の標準的なメインマイクの設定に基づいた13組のAB Stereo 50cm DPA 4006A と、原理的に反射音からの影響が減少し、床面への直接音を捉えることができる1組のバウンダリーマイク、Schoeps BLM03C を用い、楽器に対して放射状で等距離となるように配置し収録した（写真4）。その際、直接音と間接音のバランスが音楽的な状態となるように、楽器ごとに床とマイクの距離を若干変更した。（例 Vn. 248cm、Hn. 226cm、Timp. 265cm）



写真4. 13組の AB Stereo DPA 4006A と、1組のバウンダリーマイク、Schoeps BLM03C

また、各マイクの音質のみを比較することができるように、全チャンネルに同一のマイクヘッドアンプ、RME Micstasy を用い、音声信号をステージ上でデジタル化（MADI）した（写真5）。MADI 信号は光ファイバーで転送し、RME HDSPe MADI FX を経て、DAW Magix Sequoia 14 を用い、マルチトラック収録した。

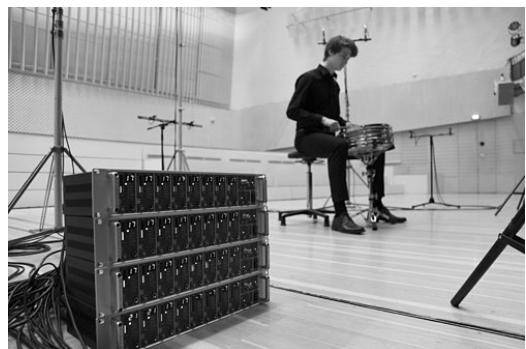


写真5. 全チャンネルに同一のマイクヘッドアンプ RME Micstasy を使用

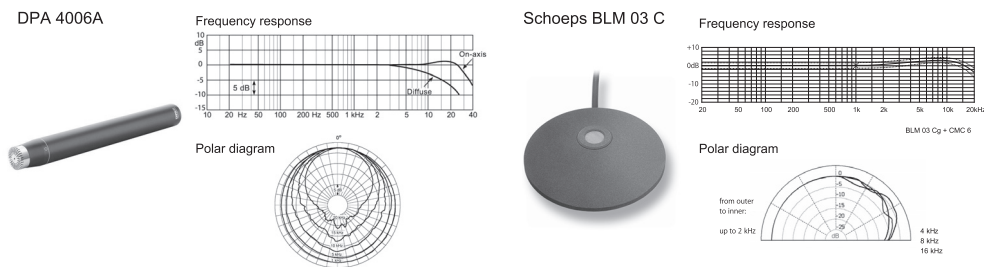


図 2. 収録に用いたマイクの周波数特性と指向性

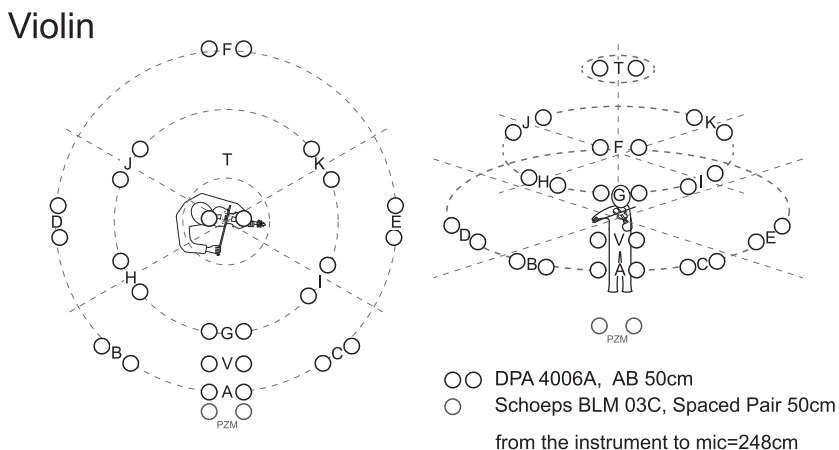


図 3. Violin のマイク配置図

④ 楽器は、オーケストラで使用される15種類の主要な弦楽器、管楽器、打楽器とした(写真6)。演奏楽曲は、実際にオーケストラで演奏される名曲の印象的なメロディを抜き出した「オーケストラスタディ」から、異なる時代、スタイルとキャラクターを持った4曲と、1曲のソロピースを選択した。尚、演奏姿勢について、オーケストラスタディは、実際のオーケストラで演奏するように座奏で行い、ソロ楽曲は、立奏で行った。その際、マイクと楽器の距離は同一となるように立奏と座奏でマイクの高さを調整した。

The Orchestral instruments

Strings	Woodwind	Brass	Percussion
<u>Violin</u>	<u>Flute</u>	<u>Horn</u>	<u>Timpani</u>
<u>Viola</u>	<u>Oboe</u>	<u>Trumpet</u>	<u>Bass Drum</u>
<u>Cello</u>	<u>Clarinet</u>	<u>Trombone</u>	<u>Snare Drum</u>
<u>Contrabass</u>	<u>Bassoon</u>	<u>Tuba</u>	

写真6. 収録した楽器のリスト Web ページの楽器リストより

6. 収録と編集

収録は、2018年1月2日～6日、筆者らとベルリン芸術大学トーンマイスターコース学生により、通常のセッション録音と同様の形式で、ディレクションを行いながら計78

曲を録音した（写真7、8）。

収録後は、演奏が音楽的に最もふさわしくなるように編集を行った（写真9）。また、音像がStereo L-Rのセンターに定位するように、位置によってL-R間のレベルを最大1.5dBの範囲で微調整を行った。尚、各マイクの信号はコンプレッサー、EQ、リバーブなどの電気的な音声処理は行っていない（写真10）。



写真7. 楽器から等距離となるようにマイクを配置



写真8. ベルリン芸術大学 録音スタジオ

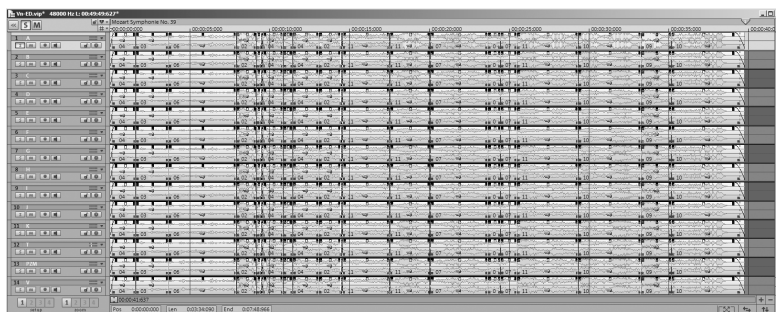


写真9. DAW Sequoiaの編集画面 (Vn.)

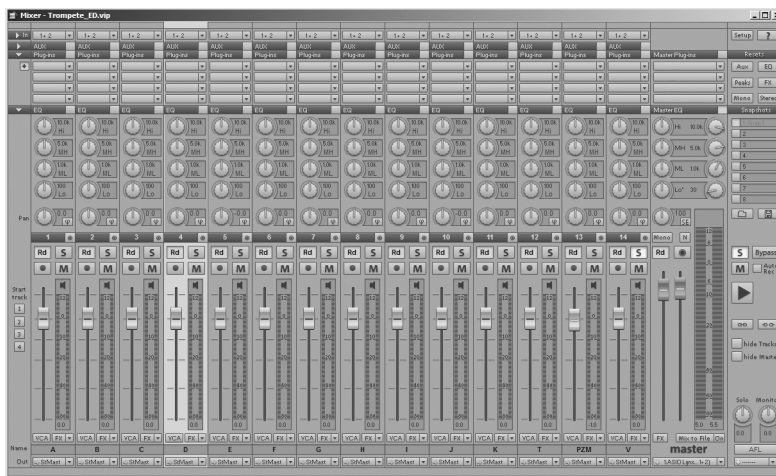


写真10. DAW Sequoiaのミキサー画面 (Vn.)

7. Web ページへの実装

本 web ページは、リスナーが瞬間的なフィードバックで、直接音と間接音の割合や音色の違いを感じられるように、名古屋芸術大学学生 小林恭太郎氏が、マイク位置をクリックするとリアルタイムに音声を切り替えられるプログラムを作成した (写真11)。

このプログラムは、一般的な Web ブラウザはもちろん、携帯端末でも再生できるように、Web 言語、HTML 5と JavaScript を用いた。仕組みは、HTML 5 Audio で、DAW のように複数のオーディオトラックを同時再生して、Imagemap で領域指定した画像の範囲からオーディオトラックのミュートと画像を切り替えるというものである。今回の収録フォーマットは48kHz 24bitであったが、Web での再生では、ネットワークスピードと Web ブラウザのバッファの関係から44.1kHz 320kbps mp3 Stereo フォーマットのファイルを用いた。音源は、15の楽器で、1分～2分の楽曲が平均して5曲、計82曲で全データ量は、約2.8GBとなった。

The screenshot shows the HTML Imagemap Generator interface. On the left, a circular diagram contains 15 buttons labeled with letters and symbols (e.g., O, T, G, V, A, C, D, E, F, H, J, K, L, N). On the right, a preview window shows a person in a recording studio. Below the preview is a code editor with the following HTML and JavaScript code:

```

<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <script src="jquery-3.1.1.min.js"></script>
    <script src="jquery.easing.1.3.js"></script>
    <title></title>

    <script type="text/javascript" src="jquery.rwdImageMaps.min.js"></script>
  </head>

  <script>
    var mediaPath = "sample";
    var imageType = "png";
    var audioType = "mp3";
    var trackOrder = ["M", "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G", "H", "I", "J", "K", "L", "N"];
    var autoPlayNextTrack = true;
    var playing = false;
    var loadingState = false;
    var imageLoaded = false;
    var track = new Array();
    var selectedTrackIndex = 0;
    var selectedTrack = trackOrder[0];
    var likedTrack = selectedTrack;
    var trackLoading = 0;
    var percent = 0;
    var countPercent = 0;
  </script>
  
```

Below the code editor is a file explorer showing the project structure:

- sample
 - count.csv
 - count.php
 - sample.html
 - jquery.rwdImageMaps.min.js
 - jquery.easing.1.3.js
 - play.svg
 - speaker.svg
 - pause.svg
 - jquery-3.1.1.min.js

写真11. Web ページのプログラムの詳細 HTML Imagemap Generator の設定画面、html、ファイル構成

8. 完成したヴァイオリンのページ(写真12)とメイヤー博士の先行研究のグラフ(図4~6)

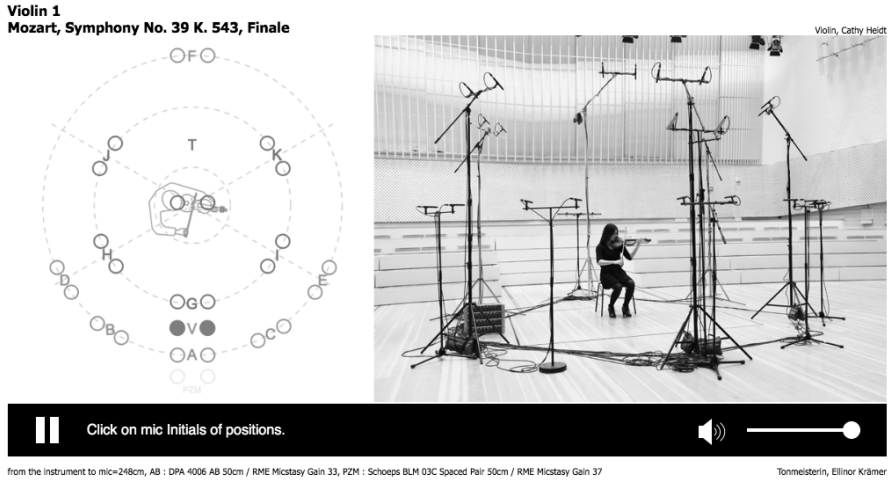


写真12. Violinの比較試聴ページ A から K、V、T、PZMの全14箇所のを試聴できる

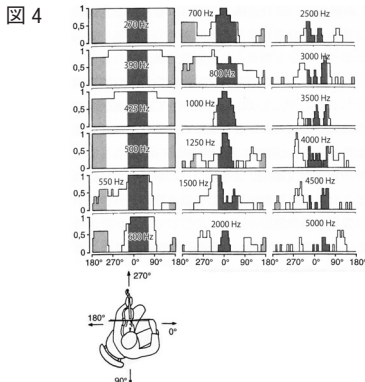


図 8. 18 水平面におけるヴァイオリンの主要放射方向 (-3 dB 放射域) のヒストグラム表示。■: 第1ヴァイオリンから客席方向へ向かう直接音の放射方向、■: ドイツ式配置の第2ヴァイオリンから客席方向へ進む直接音の放射方向。

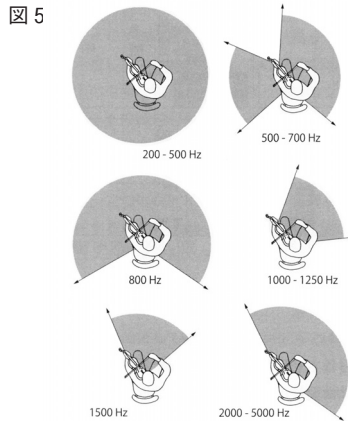


図 2. 4 水平面におけるヴァイオリンの主要放射方向 (0~3 dB)。

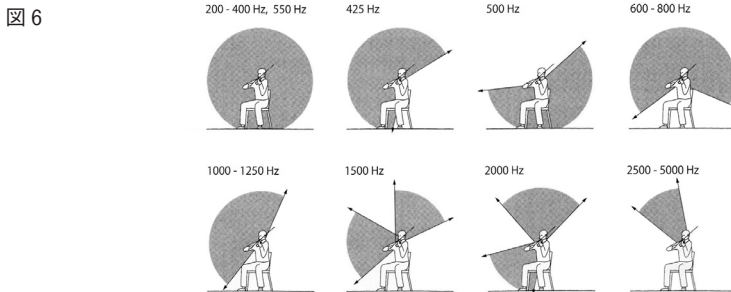


図 2. 5 胸を含む鉛直面におけるヴァイオリンの主要放射方向 (0~3 dB)。

図 4・5・6. ヴァイオリンの放射特性

「Acoustics and the Performance of Music, ホールの響きと音楽演奏」より
 ユルゲン・メイヤー博士 (原著), 日高孝之氏 (翻訳) 本人らの許可を得て掲載^{1) 2) 3)}

9. アンケート

本音源を録音の教育に用いることを、世界のクラシック音楽録音のスペシャリストと録音教育関係者から評価を得たいと考え、Eメールにてアンケートを行った。アンケート内容については、今回の全ての音源を聴いて評価するのは時間的に難しいと考え、オーケストラの主要な楽器である、Violin、Cello、Flute、Bassoon、Trumpet、Horn、Timpani、Snare から1曲ずつ選択し、一つのWebページにまとめ、以下10項目の質問をした。(アンケートに用いたページ <http://soundmedia.jp/nuaudk/Test/>)

① 被調査者について

被調査者は19名で、在住国は、ドイツ(7名)、日本(5名)、カナダ(3名)、イギリス(1名)、アメリカ(1名)その他(2名)であった。被調査者の職業の構成を調べるために以下のように質問した(表1)。

表1. 被調査者の職業の構成を調べる質問項目

Q1	あなたの年齢と職業を教えてください。録音を教えていますか？
Q2	音楽録音制作に何年従事していますか？

平均年齢は、44.4歳(SD=9.15)(性別は、男18名・女1名)であった。職業は、音楽録音や放送中継のプロデューサー・エンジニアが7名、レコーディングエンジニアが6名、大学で録音を教えている教員が5名であった。録音教育の経験の有無については、8名が現在、1名が過去に有り、10名が無いということであった。また、音楽録音制作の従事期間は平均20.5年(SD=8.15)であった(図7~9)。

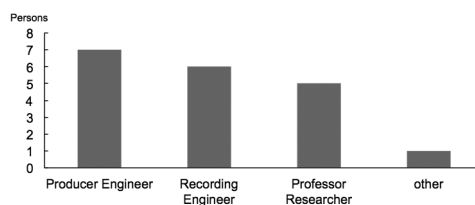


図7. 職業

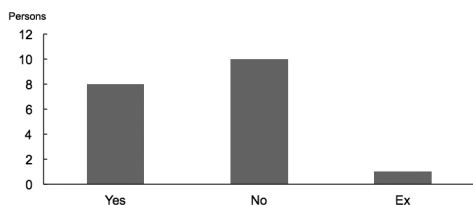


図8. 録音教育の有無

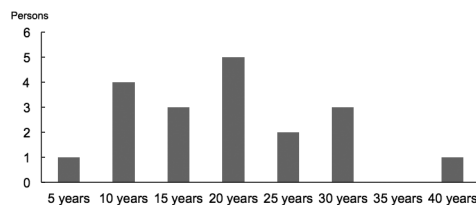


図9. 音楽録音制作の従事期間

② 質問内容

本比較音源を録音教育に用いることについて、Q3~7の質問項目には、1を十分(enough)、5を不十分(not enough)とした5段階間隔尺度を用いた。尚、得点平均の結果は、数値でわかりやすくするため、数値を逆転して示している(5を十分、1を不十分)。また、

Q8～9の質問項目については自由記述で回答を求めた（表2）。

表2. 本比較音源を録音教育に用いることについての質問項目

Q3	この音源は「ふさわしいマイク配置」を特定できる資料だと思いませんか？
Q4	サンプル楽曲の長さは十分ですか？
Q5	サンプル楽曲の種類は十分ですか？
Q6	比較するマイクの位置は十分ですか？
Q7	音質は十分でしたか？
Q8	この比較音源を聴いた感想を教えてください。改善点があればご記入ください。（自由記述）
Q9	ふさわしいマイク配置について学ぶ一番の方法はなんであると考えますか？（自由記述）
Q10	録音教育でこの音源を使用することについてどう思いますか？（自由記述）

10. 結果

Q3. 「ふさわしいマイク配置」を特定できる資料か

得点平均は3.95（5点満点、SD=0.91）であった。19名中13名が「1. 十分」または、「2. やや十分」という回答を得た（図10）。また、自由記述ではなかったが以下の意見記述があった。

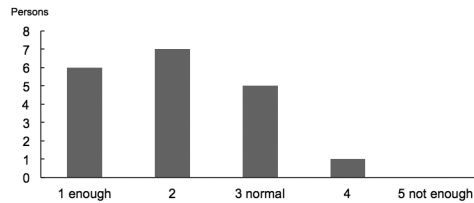


図10. ふさわしいマイク配置を特定できる資料か？

・聴く人の美学によっては、これらの配置はどれも「ふさわしい」とみなされると思う。これらの録音の価値は、マイクの配置に応じて楽器の音がどれだけ変化するかを理解することである。（2. やや十分）

Q4. サンプル楽曲の長さ

得点平均は4.61（5点満点、SD=0.78）であった。19名中16名が「1. 十分」または、「2. やや十分」と回答を得た（図11）。自由記述ではなかったが以下の意見記述があった。

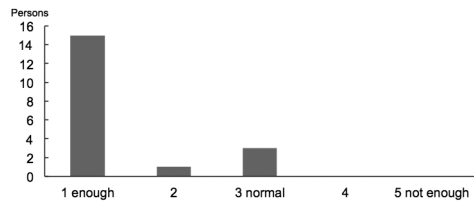


図11. サンプル楽曲の長さ

・ホルンとトランペットはもうすし長くても良い。（1. 十分）

Q5. 「サンプル楽曲の種類」

得点平均は4.11（5点満点、SD=1.20）であった。19名中13名が「1. 十分」または、「2. やや十分」と回答を得た（図12）。自由記述ではなかったが以下の意見記述があった。

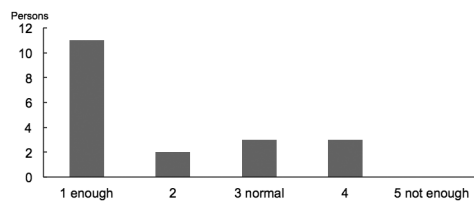


図12. サンプル楽曲の種類

・ Violin と Tp. に関して、すべての音域を網羅した曲を選ぶと良いと思う。低い音域が少ない。
(3. 普通)

Q6. 比較するマイクの位置

得点平均は4.11（5点満点、SD=1.20）であった。19名中13名が「1. 十分」または、「2. やや十分」と回答を得た（図13）。自由記述ではなかったが以下の意見記述があった。

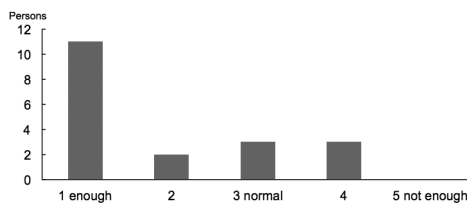


図13. 比較するマイクの位置

・これらのどれも実際に用いる位置ではないが、顕著な違いがある。（1. 十分）
 ・ホルン以外は十分。（1. 十分）
 ・楽器の外側の青い位置は必要ない。オプションとして1ペアのみで良いと思う。（3. 普通）

Q7. 音質

得点平均は4.53（5点満点、SD=0.84）であった。19名中17名が「1. 十分」または、「2. やや十分」と回答を得た（図14）。自由記述ではなかったが以下の意見記述があった。

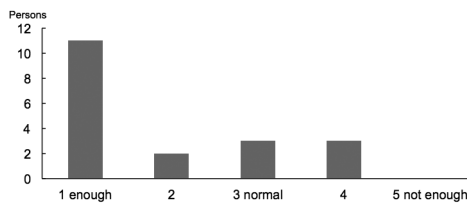


図14. 音質

・ Flute T の R ch にはハムノイズが乗っていた。（3. 普通）
 ・一部の音源では、誘導ノイズが感じられた。（4. やや不十分）

Q8. 感想と改善点（自由記述）

英語の回答は長江が翻訳した。尚、回答は、Q9、Q10とともに、結果に支障のない範囲で、語尾の表現の変更を行った。

・音質が良い。床からの距離ではなく、音源からの距離による違いが知りたい。ステレオ収録である理由が知りたい。（モノでも良い）演奏会場の環境が知りたい。

・本当に興味深く、多くの人にとって非常に役に立つかもしれない。付け加えると：速いインターネット接続でさえ、ページを読み込むのは少し遅いように感じた。スネアのサンプルを聴くために数回読み込みを行う必要があった。一度にたくさんのステレオストリームが流れていることが想像できる。ユーザーインターフェースはとてもシンプルで分かりやすい。

・音量レベルが一致していることを確認したい。音量が他よりわずかに大きいという理由でそのサンプルが「より良い」ように聴こえる可能性がある。

・本当に興味深く、うまく設計されていると思った。マイクの配置のいくつかの音に私自身は

驚いた。GUIは理解しやすく使いやすいと思った。ただ、読み込み時間は少し長いと思う。

・手動で音楽の同じ部分を再生できるようにサウンドファイルのタイムラインを用意しておくと思う。また、より異なるダイナミクスや、バロック、古典、ロマン派などのさまざまなスタイルを選択できると良いと思う。

・等距離で角度が違うという位置をこれだけの数のマイクで比較できるのはとても良いと思う。しかもクリック一つでさまざまに切り替えられるのは学習者にとっては楽しく、音を注意深く練習にもなると思う。すべての楽器やマイク配置を網羅するのは不可能であるが、マイク距離の違い、マイク間隔、マイクの開き角などの違いが確認できる同様の教材も望まれると思う。

・このように直接比較することは良い方法であると思う。しかしもっと多くの位置を用いることができると思う。そして、わずかな違いを聴くことも重要。私はその前に、各楽器の周波数ごとの放射を考慮した理論的背景を持つことが非常に重要だと思う。ユルゲン・メイヤー博士のデータを確認ください。また、録音の空間に関する追加情報が必要です。たとえば、ホールの残響についてRT60、サイズ、ステージ上の位置、残響と初期反射のレベルの比較など。また、異なった部屋、またはその部屋の異なる位置で比較することも興味深いかもしれない。

・まず、比較をクリックするのが楽しいと思う。わかりやすく、楽器の写真とマイクの位置が強調表示され、どの音を聴いているかが直感的にわかる。さまざまな位置に切り替えて、再生しているサウンドをすぐに変更できるのは素晴らしいことである。そのため、音の変化はとても印象的である。クラシックギター、ハーブなど、もっと多くの楽器を聴きたい。

・位置の違いは非常に明確であり、教育にとって非常に有用なリソースであると思う。

・マイクの位置を選ぶインターフェースがとてもわかりやすいので比較しやすい。

・とても素晴らしい音源だと思う。実際の現場では、このような多様なマイク配置を試すのは不可能なので、とても勉強になる。

・楽器によって、音を発する指向性が存在し、どのようなマイクをどの方向に向けるとこのような音色になるという指針となる貴重な資料であると感じた。今回は、全て同じマイクアレンジのもとで、様々な楽器の音色を比較されているように思ったが、楽器によって多少異なるマイクやアレンジ、例えば、ダイナミックマイクを使って極端に近づける、あるいは、同種類のマイクのみを使用して多様なアレンジを比較するなど聴いてみたい。また、楽曲がオーケストラ曲中心であったが、各楽器の様々な演奏法が駆使されたもの、例えば、弦楽器では高音から低音、弱奏から強奏などが比較できる曲を使用するとさらに良かったと感じた。

・とても良い試みだと思う。立体音響作品の収録を考える上で、とても参考になると思う。私も同じようなことで、スポットマイク位置の検討を考えているが、演奏者や楽器そして何より演奏する空間が変わればすべて変わってしまうので、なかなか難しいと感じている。演奏者を

増やして試聴実験を行い、統計的にどの位置がふさわしいか（ふさわしさを定義するのも難しいが）検討すると、これから録音を勉強する学生にも有意義なものになると思う。また、楽器の指向性も視覚化できるような仕組みがあれば、さらに興味深い研究になるかと思う。

・とてもうまくできたと思う。見せ方とインタラクティブなところがとても好みである。ページの読み込み時間を短縮するために、ページごとに楽器を配置するのが好ましいと思う。また、室内楽やオーケストラの録音では、マイクの位置ごとに隣接する楽器からのクロストークの量を知ることは興味深い。それはマイクの配置の選択にも影響するためである。（コムフィルターを避ける）

・音源のアイデアは非常によく考えられている。演奏は音楽レベルが高く、演奏それた曲は、独奏的な演奏ではなくオーケストラの一つの要素を表すのでちょうど良いと思う。二つの画像を用いると、ユーザーを視覚的にうまくナビゲートできるが、より立体的な透視図が望ましいと思う。

・より残響がなくドライな、つまりスポットマイクの配置のように楽器に近い位置の比較であると良いと思う。それらは楽器の周波数と音量レベルの理論的分析に役立つと思う。

・あなたの比較はとても良い考えである。この制作は非常に慎重に行われ多くの努力が必要だったと思う。私は、再生中に異なる位置を選択することができるのが好ましいと思う。異なるホール、音響環境を試してみることは興味深いかもしれない。また、興味深い実験としては、Hallradius（長江注釈：楽器の直接音とホールからの間接音の比が等しくなるマイクの位置）からもっと遠ざけて録音してみると、楽器の位置や放射パターンによる音色の違いより、ホール響きの方がはるかに大きな影響を録音に与えることを理解することができると思う。

・全体として、それは素晴らしいアイデアである。マイクの位置を直接比較することは興味深い。しかし、私はいくつかの例を聴きながら、好ましい位置を選ぶのに問題があると思いました。私は、マイクの配置は、このサンプルの録音を行っている人の個人的な美学アプローチをもたらすすぎていると思います。マイクがどのように音源に向けられ、正確な高さや幅なのかは非常に重要です。

・非常に鮮烈で明確なプレゼンテーションです。

Q9. ふさわしいマイク配置について学ぶ一番の方法はなんであるか？（自由記述）

・マイクの指向性、音源からの距離、床からの高さ、演奏する場所の条件、マイクの本数、演奏内容（特に音量の大小）など、様々な要素がある。

・マイクの配置を学ぶ最良の方法は、実際にマイクを配置すること。私は今までに受け持ったどの学生にも、できる限り多くの異なった楽器を使用し、できるだけ多くの異なる空間で録音することを伝えてきた。また、自身で行う全ての調整を批判的に聴くべきであると思う。そし

て、マイクを配置することについて、最も重要なことは、実際にその部屋で聴くこと。歩き回って、楽器から近づいたり遠ざかったり、上下に移動し、可能であれば、はしごに乗って、マイクを配置する最適なポイントを見つけると良いと思う。そして、最適な場所を見つかったら、行ったことを書き留めて、後で結果を研究できるようにすると良い。

・実際にホールやスタジオなど演奏空間で自分の耳で音を確認し、マイクで収録した音と比較することと、その音について演奏者と意見交換を行うことが最も重要かと思う。また、そうやって試行錯誤して音の違いを耳で聴くとともに、先人が試行錯誤や研究を通して残してくれた理論を学び、理論と実際の合致と差異、理論の有効範囲の限界を耳で確かめることが大切である。

・理論的背景を学び、そして試すこと。完璧な場所が一つだけとは限らない。特にアンサンブルの中で場合は様々な可能性があると思う。

・マイクロホンテクニック、音響学、楽器などについて研究する。たとえば、ユルゲン・メイヤー博士の文献。そして、たくさんの音楽録音を行い、何よりも「あなたの耳」を使い、音楽が演奏されている場所に行き、歩き回って聴くべきである。

・聴くことによる比較は非常に直感的で実用的な方法ですが、楽器の放射パターンに関する理論的な知識もあると有用である。つまり、音の比較とともに楽器の放射特性の図面で補足できれば良いと思う。

・生音を聴いて、マイクを動かしてモニターから聴くことの繰り返し。

・マイキングは、基本の「聴く」姿勢、柔軟な発想と最終的な仕上げのイメージを常に描く練習が大切だと思う。特に、仕上げの音をイメージしながらマイクを設置する事で、そのマイキングの方法が作品に合っているか、いないかの判断をするトレーニングは、収録作業のみならず、録音のプランニングやその後の作業にも役に立つと思う。場数を踏んでも、同じ事の繰り返しでは耳のトレーニングにはならないと思う。多くの現場ではスピードを求められ、エンジニアがマイクを試す余裕は少ないと思うが、このような音源は初心者にも、ベテランにも、とても役に立つ音源だと思う。

・時間があれば、実際に現場で生音を確認しながら、マイクの位置を納得がいくまで吟味したいが、演奏者のコンディションやスタジオの時間的制約などもあり、ある程度妥協せざるを得ないこともある。やはり、より多くの生演奏に接して、様々な距離から音を感じ取ること。次に、コンソールに座って、様々なマイクを通した音を聴き比べ、多様な環境のもとでの選択の幅を広げること。最終的にどのようなサウンドを目指すかを思い描いて、演奏家や楽曲が伝えたいことを表現する訓練を多く積む事が重要と考える。

・やはり自身で経験を積むことが大事だと思う。また多くの学術的な研究もあるので、そこから学ぶこともたくさんあると思う。そして一番大事なことは演奏会へ行くことと、いろんな

CDを聴くことだと思う。さらには、一人の録音エンジニアから学ぶのではなく、多くのエンジニアから色々な技術を学ぶのが良いのではないかと思う。

・複数のマイク配置で、多くの録音を行うべきだと思う。追加のマイクが必要なため、商用録音ではなかなか行えないが、録音の勉強中はそれができる。

・試して、聴いて、試して、聴いて、もう一度試して、何か新しいことを試して、聴いて、聴いて、聴いて、あなたの経験を新しい状況に適応できるようにするとよい。

・あなたの例は、この分野の良い紹介になると考える。このトピックに関する知識を深めるには、スタジオで実験し、「あなたの耳で」学ぶ必要がある。また、音色は、位置に応じて異なると考える。しかし、実際には、特に弦楽器 Vn. や Cello などは（および他の楽器でも）、同じ位置でも楽器が変われば音に変化する。重要なのは、そのマイクの目的がどの機能を持つか、つまりスポットマイクなのか、メインマイクなのか、楽器の特別な特性を強調するのかについてである。

・実際の経験。私は、マイクを正確に配置する場所については誰にも教えられないと思います。これらにはいくつかの提案された「出発点」があります。そして、私は、学生に「聴くこと」を教えることの方がもっと重要だと思う。

・多くの録音を行い、あなた自身で様々な位置にマイクを配置すると良い。

Q10. 録音教育でこの音源を使用することについてどう思うか？（自由記述）

・おそらく良いが、もっと具体的な基準が必要になると思う。例えば、これはオーケストラのソリストをふさわしく収録するためか、もしくは、メインのマイクについての研究なのか。また、あなたはソロ楽器ではなくオーケストラ楽器と言及しています。これではあなたが望む結果をはっきりさせないと思う。

・非常に価値があると思う。私はよく、学生に対していくつかの異なるタイプのマイクアレイ（スペースドペア、XY、ORTF など）で録音されたソロ楽器、またはアンサンブルのサンプルを再生します。この音源は、このようなりスニング・エクササイズを高く補完すると思う。そして、楽器の音がどのような方向性を持っているかの特性を説明するのに役立つと思う。

・マイク位置 G-V-A の違いや、D-B-A-C-D など等距離で角度が違う場合が比較できるので、楽器の放射特性を耳で聴いて理解するのに適した音源だと思う。また、同じマイク位置でも楽器ごとに適しているかが違うことが分かるので、すべての場合に万能なマイク配置はないということもすぐ理解できる。一方で、この音源から学んだことは特定の演奏者が特定の会場で行った演奏音だけに当てはまることかもしれないということに留意してもらうような工夫は必要だと思う。

- ・セッションを実際に行う前の、理論的な授業に非常に適していると思う。
- ・特に楽器に慣れていない場合、マイクの最適な位置をどこから探し始めればよいかかわかると思う。また、楽器の音に対する感覚と、マイクの位置でどのように音に変化するかの感覚を強化できると思う。
- ・学生のクリティカル・リスニングのスキルを確立することは非常に重要である。マイクの配置を勉強するのはとても難しいと思う。なぜなら、実際にはすべてのマイクを同時にセットアップすることは難しいため。したがって、このオンラインのリソースは非常に有用である。
- ・とても良いと思う。収録環境によって必ずしも同じにはならないと思うが、マイクポジションを想定できるので、実際の録音の時に短時間でマイクポジションを絞れるようになると思う。また、楽器の音の放射方向の参考にもなり、楽器音響など物理的な考察にも使用出来る。
- ・とても良いと思う。敢えて欲を言えば、マイク配置はその部屋に大きく影響されるので、床や壁がどの様に影響しているか分かるサンプルがあると面白いと思う。例えば、同じ部屋、同じマイク配置で床にカーペットを敷いて、床からの音を消すとどうなるかなど。
- ・これまで音楽録音のテクニックを上げていくためには、ある程度の経験が重要であったと思うが、DAWの普及などによって、上記のように必ずしも多くのセッションの経験を積まなくてもスキルアップが可能になってきていると思う。このような資料を使ってより早く体系的にスキルアップをしていくために、このサンプルはたいへん興味深い資料で、実際のセッションの経験が少ない若いエンジニアにはとても参考になると感じた。
- ・この比較収録は、世界中のレコーディングエンジニアの教育で、適切なマイク配置の重要性を教育するために Android、iOS 用のアプリとしてリリースされるべきである。
- ・これはビギナーにとってもエキスパートにとっても素晴らしいツールであり、最初のアプローチとしてだけでなく、過去の経験の根拠としても役立つと考える。教育現場では、音源での経験を各録音状況に適応させる必要があることを強調することが重要。サウンド・ピープルは、常に何が正しいのかよりも、自分がリスナーに対してどのような音響体験を作りたいのかを自問することから始めるべき。つまり、それ自体では不十分と思われるマイク配置でも、特定の効果を達成するために価値があるかもしれない。あなたが決断しクリエイトするよりも、まず想像し、楽器の音を近くでよく聴いてみるべきである。
- ・とても良いと思う。なぜならすべての学生がこれらを作成できるわけではないから。
- ・これらの実用的なリスニング資料は、音響現象の理論的背景を説明するのに非常に役立つと考える。
- ・この資料は録音教育で入門用として使用されることを理解している。望ましい位置のほとんどは、この音響条件に対してのみ機能すると思う。

11. 考察

本プロジェクトの目的は、録音を学ぶ学生の研究資料となるマイクアレンジ比較音源を制作することであった。そして、完成した比較試聴 Web サイトを評価するために、録音や録音教育のプロで構成された被調査者に対してこの音源を録音教育に用いる際に、共感が得られるか、また危険性がないかを知るために、アンケートを行った。

まず、「ふさわしいマイク配置」を特定できる資料かについては、総じて十分であるという結果が得られた。また、意見記述からは「聴く人の美学によっては、これらの配置はどれもふさわしいとみなされる」という意見があり設問の方法について、一考の余地があることが明らかとなった。

次に、「サンプル楽曲の長さ、種類」についても、総じて十分であるという結果が得られた。曲の長さは、概ね1分程度となるように選曲をしたが、「短い」と意見記述にあった、Tp. は、17秒、Hn. は22秒であった。その理由は、その楽曲が、ファンファーレ的なフレーズ構成されており、本来その部分で解決してしまう曲であったためである。これらのことを鑑みると、音を比較する際は、少なくとも1分程度の長さが必要であることを察することができた。また、曲の種類については、バロックから近代の作品までを網羅するよう選択したことでこのような結果となったことが考えられる。ただ、意見記述からは、演奏される音域について、「低い音域から高い音域まで、カバーした楽曲があった方が良い」という意見が得られ、少なくともこの被調査者は、音楽を聴く際に、メロディの高低によって音楽がどのように変化して聴こえるべきかを意識して聴いていることが察せられた。このことは学生がマイク配置を勉強する際の重要な着目点になるのではと感じた。

次に、「比較するマイクの位置と音質」についても、総じて十分であるという結果が得られた。位置について、「これらのどれも実際に用いる位置ではないが、顕著な違いがある」という意見からは、筆者らのマイクの配置を比較するアイデアが伝わったことが察せられる。また、その反面「楽器の外側の青い位置は必要ない」という意見からは、通常はそのような位置にマイク配置をすることはないので、その分、もっと実際に用いそうな部分に配置すべきであるということも察することができた。また、音質について、今回、インターネットのスピードから音声ファイルのフォーマットは、Mp3 320kbps としたが、音質がふさわしくないという意見はなかった。しかし、筆者らで気づくことができなかったケーブル接続によるハムノイズがあったことも指摘があり明らかとなった。長江はスピーカーでこのページを最終確認したが、ヘッドホンでの試聴確認を行っておらず、今後の課題が明らかとなった。

自由記述からは、今後の発展につながる様々な意見が得られた。今後期待される点、マイク配置の勉強方法の示唆、限界について、以下のように箇条書きでまとめる。

今後の改善点と期待される点

- ・ページの読み込み時間を短くする
- ・再生位置を移動できるタイムライン表示を期待
- ・マイク距離の違い、マイク間隔、マイクの開き角などの違いの比較を期待
- ・収録したホール音響データの物理的な計測を期待
- ・同じホールでの異なる位置で比較した音源を期待
- ・クラシックギター、ハープ、ヴォーカルの音源を期待
- ・楽器の指向性も視覚化できるような仕組みを期待
- ・残響がないスポットマイクの位置の比較音源を期待
- ・床や壁がどの様に影響しているか分かるサンプルを期待

これらは、次回に筆者らが他の楽器で取り組む際の貴重な指針となる。特に、音の放射のイメージを視覚で捉える「楽器の指向性の視覚化」は、取り組むべき事柄である。また、「残響がないスポットマイクの位置の比較」からは、今回のように3m程度離れたいわゆるメインマイクの位置に無指向性マイクを配置するのではなく、1m程度の位置に単一指向性マイクを配置し、スポットマイクとしての位置の比較についても期待されていることがわかった。

マイク配置の勉強方法の示唆

- ・位置は、演奏の内容、特に音量の大小で変化する
- ・最終的な仕上げのイメージを常に描きマイクを設置する
- ・ABの間隔の違いやXY、ORTFなどの音源と比較する
- ・演奏会へ行く、さまざまなCDを聴く
- ・実際に演奏空間のなかに入って自分の耳で音を確認する
- ・先人の理論を学び、理論の有効範囲の限界を耳で確かめる

これらは、被調査者の豊富な経験による示唆であり、これらは、録音の授業の際に教員から学生に伝えるべきで事柄である。さらに、これらのことを授業の中で体感できるようなカリキュラム設計が大切であると考え。また、演奏会に行くことや、実際に演奏されている時に、演奏空間に入るといった意見からは、マイクを通した音のみを聴いていただけでは、ふさわしい音楽的な録音を行うことが難しいということ、暗に示しているように察した。

限界

- ・本音源は特定の演奏者が特定の会場で行った演奏である
- ・楽器が異なると大きく変化する
- ・すべての場合に万能なマイク配置はない
- ・音楽的な「ふさわしさ」を定義する難しさ

これらの意見から本音源の限界が明確となった。本音源は、ホール、楽器、演奏者に依存するもので、有効性はとても限定されている。ユルゲン・メイヤー博士の書籍、Acoustics and the Performance of Music (2009) に、3種類のヴァイオリンの指向性を比較したグラフがあるが、そのグラフからは、楽器が異なると楽器の放射特性が大きく異なっていることがわかる (図15)。この前提から、放射特性は、楽器で大きく変わると考えられる。また、クラリネットの床での反射については、自身の音と床で反射した音との関係でふさわしい音色が得られないということも言及されている (図16)。これについては、直接音と間接音の比率よりもマイクと楽器と床との距離の関係で変化すると考えられる。

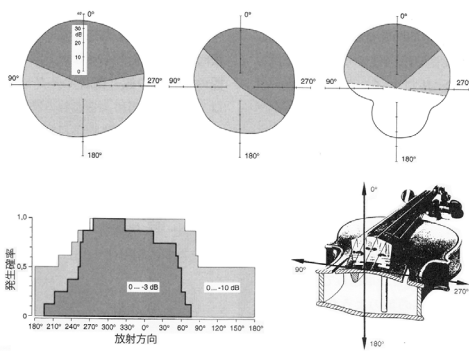


図 8.13 ヴァイオリンの指向性。周波数は1,000 Hz。上：3種類の楽器の指向性パターン。下：(8台の楽器について求めた) 主要放射方向のヒストグラム表示。

図15. 異なる3つのヴァイオリンの放射特性の違い
 「Acoustics and the Performance of Music, ホールの響きと音楽演奏」より
 ユルゲン・メイヤー博士 (原著)、日高孝之氏 (翻訳) 本人らの許可を得て掲載⁴⁾

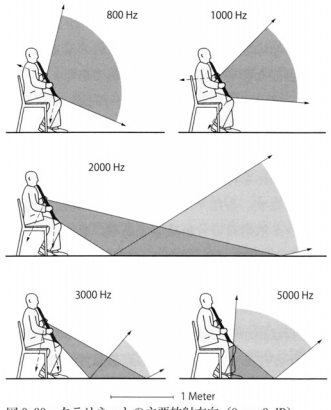


図 2.20 クラリネットの主要放射方向 (0〜3 dB)

図16. クラリネットはマイクの位置によって床からの反射が変化する可能性がある
 「Acoustics and the Performance of Music, ホールの響きと音楽演奏」より
 ユルゲン・メイヤー博士 (原著)、日高孝之氏 (翻訳) 本人らの許可を得て掲載⁵⁾

12. おわりに

本アンケートからは、筆者らが想像していた以上の改善点の意見を得た。その中でも、以下の意見は、音楽的に「ふさわしいマイク配置」という設問の危険さと、このような比較音源を教育に用いることの限界を感じた。

「常に何が正しいのかよりも、自分がリスナーに対してどのような音響体験を作りたいのかを自問することから始めるべき。つまり、それ自体では不十分と思われるマイク配置

でも、特定の効果を達成するために価値があるかもしれない。」

この意見から、音楽を録音するという事は、マイクの配置以上に「どのような音の体験をリスナーに提供したいのか？」という「意思を持つこと」が大切であるということを知ることができた。そしてこのことから、筆者らは、音楽録音教育の核心的な課題は、学生たちが「アイデアと意思を持ち、音楽を録音することができる能力を高めること」であるとあらためて確信することができた。

今後は、オーケストラ楽器と同様に多くの録音の機会がある、ピアノの比較収録に取り組む予定である。この比較収録にもとても多くの要素があるが、プロデューサー・エンジニアだけではなく、演奏家や音楽愛好家の音や音色への興味と理解が深まり、その嗜好が明らかになることを目指し、探求を続けて行きたい。

謝辞

本プロジェクトは、以下の協力と助成、機材協力により実現した。また、図の引用許可をいただいたユルゲン・メイヤー博士、そして、全ての関わった皆様に感謝を申し上げたい。

協力：名古屋芸術大学、ベルリン芸術大学

研究助成：一般財団法人カワイサウンド技術・音楽振興財団、名古屋芸術大学 特別研究費

機材協力：DPA Microphones、RME / Audio AG

引用文献

- 1) 2) 3) 4) 5) ユルゲン・メイヤー（原著）、日高孝之（翻訳）Akustik und musikalische Aufführungspraxis (Acoustics and the Performance of Music), ホールの響きと音楽演奏, 初版, 市ヶ谷出版社 ISBN-10: 4870712792, 東京, 2015, p. 275, p. 61, p. 272, p. 79

Credit

Comparison of different microphone positions for orchestra instruments

Joint Research Project with Studiengang Tonmeister der Universität der Künste Berlin,

Nagoya University of the Arts, Soundmedia Composition Course

Researcher:

Prof. Thorsten Weigelt (UdK, Universität der Künste Berlin, Tonmeister Course)

Assoc. prof. Kazuya Nagae (NUA, Nagoya University of the Arts, Sound Media Course)

Production Coordination: Ellinor Krämer (UdK Tonmeister Students)

Technical Coordination: Shintaro Sugiura (UdK Tonmeister Students)

Musician Coordination: Tom Pielucha (UdK, Künstlerisches Betriebsbüro / Orchesterbüro)

Recording Producer: Ellinor Krämer, Joni Saksala, Jonas Pohl, Jupp Wegner, Shintaro Sugiura,

Thorsten Weigelt (UdK)

Technical Assistant: Kenta Murakami (NUA Graduates)

Equipment Support: DPA Microphones, RME/Audio AG

Web Playback System Programming: Kyotaro Kobayashi (NUA Students)

Web Design: Kazuya Nagae (NUA)

Research funds: Kawai Foundation For Sound Technology & Music, Universität der Künste Berlin,
Nagoya University of the Arts