

## 聴能形成の訓練システムと運用の改善と展開

河原, 一彦

<https://doi.org/10.15017/1807151>

---

出版情報：九州大学, 2016, 博士（芸術工学）, 論文博士  
バージョン：  
権利関係：全文ファイル公表済

# 聴能形成の訓練システムと運用の改善と展開

Improvement and development of training system and management of  
Technical Listening Training

河原一彦

Kazuhiko Kawahara

2017年3月



# 目次

<b>第1章</b>	<b>序論: 聴能形成の概要</b>	<b>1</b>
1.1	九州大学音響設計学科について	1
1.2	音響設計技術者に必要とされる「音の感性」	1
1.3	九州大学における聴能形成のカリキュラム	2
1.3.1	聴能形成 I	3
1.3.2	聴能形成 II	6
1.4	他大学・他組織における聴能形成の事例	8
<b>第2章</b>	<b>聴能形成に必要とされるシステムとその構成例</b>	<b>11</b>
2.1	はじめに	11
2.2	システムに求められる機能とその実現	11
2.3	可搬型システムの構築	13
2.4	まとめ	15
<b>第3章</b>	<b>伊都キャンパスへの聴能形成 I の移転に伴う対策とその効果</b>	<b>16</b>
3.1	はじめに	16
3.2	聴能形成 I の内容と 2014 年度の実施結果	16
3.3	芸術工学部標準の授業評価	20
3.4	聴能形成 I の実施に関する独自のアンケート調査	23
3.5	独自のアンケートに対する自由記述回答	25
3.6	まとめ	32
<b>第4章</b>	<b>聴能形成カリキュラムの移転事例</b>	<b>33</b>
4.1	ヤマハへの移転事例	33
4.1.1	はじめに	33
4.1.2	最初の計画段階	34
4.1.3	第1段階:当該企業における聴能形成のデモ授業	35
4.1.4	第2段階:当該企業における聴能形成カリキュラムのシミュレーション	37
4.1.5	当該企業における現在の聴能形成カリキュラムの状況	43
4.1.6	まとめ	45
4.2	韓国・ドンア大学の事例	46

4.2.1	はじめに . . . . .	46
4.2.2	授業の構成 . . . . .	47
4.2.3	受講者に対するアンケートとインタビュー . . . . .	48
4.2.4	まとめ . . . . .	50
4.3	移転のまとめとしてのカリキュラムの構成法に関する考察 . . . . .	50
<b>第 5 章</b>	<b>聴能形成教育の普及</b>	<b>52</b>
5.1	聴能形成担当者の不足について . . . . .	52
5.2	公開講座による聴能形成教育者の育成 . . . . .	52
5.2.1	はじめに . . . . .	52
5.2.2	まずは聴能形成を体験すること . . . . .	53
5.2.3	聴能形成の運用 . . . . .	53
5.2.4	結果とまとめ . . . . .	55
<b>第 6 章</b>	<b>結論</b>	<b>56</b>
	参考文献	ii

# 第1章 序論：聴能形成の概要

## 1.1 九州大学音響設計学科について

九州大学芸術工学部音響設計学科は、学科レベルでは、日本でただ一つ音響分野の専門教育を行っている高等教育機関である。世界でも、あまり例をみないであろう。本学は福岡市に位置するが、全国各地から、音響の専門家を目指す学生がやってくる。

音響設計学科が掲げる教育目標は、総合的な設計能力を有する音響設計技術者を養成することである。わざわざ「総合的な」とことわっているのは、単なる技術者を育てるわけではないという意志を積極的に表したものである。

音響設計学科では、音を文化として理解し、音に対する鋭い感性を備えた、音響設計の専門家を養成する。彼らが実践する「音響設計」とは、総合的立場から人間に適合した音、音響情報、音響環境を計画するための創造活動である。

音響設計学科は、「技術の人間化」をミッションとして設立された九州芸術工科大学の一学科としてスタートした。その開学は1968年である。その後、音響設計学科は、2003年10月の九州大学との統合により、九州大学芸術工学部の一学科として存続している。

九州大学は伊都キャンパスへの移転が進んでいるが、音響設計学科の属する芸術工学部は、九州芸術工科大学時代から変わらず大橋キャンパスで教育を行っている。ただし、1年次の専門科目のうち2科目は伊都キャンパスでの開講となっている。

芸術工学は英語では Design の語で表現し、高次のデザインを意味する言葉として用いられている。九州芸術工科大学は英語名を Kyushu Institute of Design と表記し、高次のデザイナーを養成することを目指して設置された。音響設計学科は、音響分野での芸術工学を担う学科として誕生した。

## 1.2 音響設計技術者に必要とされる「音の感性」

音に関する様々な仕事に従事するためには、音に関する幅広い知識、最新の技術動向に関する知見と共に音に対する鋭い感性を必要とされる。「聴能形成」とは、音響設計技術者（音のプロフェッショナル）が必要とする「音に対する感性」を体系的に修得する訓練方法である [1] [2]。

一口に「音に対する感性」といっても、いくつかの要素がある。最も基本的な段階は、「音の違いを聴き分ける」ことである。音の違いに気が付く能力を養成する訓練が、聴能形成の

最初のステップである。

しかし、それだけでは十分ではない。音響設計技術者になるためには、音の違いを「音の物理的特徴と関連づけて表現できる能力」を身につける必要がある。音響設計技術者の世界では、音の物理的特徴を表すために、様々な専門用語が用いられる。音響設計技術者には、音のきこえの違いを、音響の専門用語を使って適切に表現できる能力が必要である。

更には、「音の違いをイメージできる能力」を修得する必要もある。音響設計技術者は、音響用語で表現された仕様書や設計案をみて、音を正確にイメージしなければならない。例えば、音響機器を操作するような場合、操作によって音がどんな風になるのかをイメージできることが求められる。また、書物や論文に出てくる各種の音響特性、音響条件を具体的にイメージできると、その内容をより深く理解し、実践的な知見を修得することができると思われる。

このように、聴能形成は、音に対する感性を音に対する知識と対応づけるトレーニングと言える。聴能形成を通して、音を聴く態度を修得し、物理的特徴と関連させた音の記憶を蓄えることができる。

こういった音に対する感性は、これまでは現場での経験によって培われるものであった。音に関わるプロフェッショナルは、日常の業務の中での様々な体験を通して、音に対する感性を磨いてきた。聴能形成は、擬似的なものではあるが、様々な音を聴く体験を多角的かつ体系的に学生に与える教育である。こうした豊富な音体験により、あらかじめ音に対する勘を養っておくことで、スムーズに現場にとけ込めるようになる。

### 1.3 九州大学における聴能形成のカリキュラム

聴能形成の教育は、九州芸術工科大学が開学した当時（1968年）から音響設計学科のカリキュラムの一環として開始され [1]、2003年10月に九州大学に統合された後も継続して実施されている。開学当初は、「聴覚形成」という科目名で、ドイツのデトモルト北西ドイツ音楽アカデミー（現在は、デトモルト音楽大学）におけるトーンマイスタ（録音エンジニア）を養成する課程の *Gehörbildung* を参考にして開設されたといわれている。*Gehörbildung* は、対象を録音エンジニアにしていたため、音楽教育のソルフェージュに似た内容であったといわれている。

1969年に（故）北村音一教授が九州芸術工科大学に赴任し、音響設計学科の目的に合うように聴覚形成の内容を再構成し、名称も「聴能形成」に改め、現在の聴能形成の基礎を築いた。その当時より、聴能形成は、「聴能形成 I」「聴能形成 II」という名前でカリキュラムに組み込まれている。当初は両科目とも通年の科目であったが、カリキュラムの変更により、現在は両科目とも半期の科目になっている。

現在、聴能形成 I は 1 年生の前期、聴能形成 II は 2 年生の前期開設の授業となっている。

### 1.3.1 聴能形成 I

聴能形成 I は、訓練の導入部として、ペアにした二つの音の違いを答える訓練から開始する。「高さの弁別訓練」では、周波数の異なる純音のペアを学生に呈示し、どちらの音が高いのかを答えさせる。音の高さ以外にも、「音の大きさ（どちらの音が大きいのか）」「音色（スペクトル）（同じか違うか）」に関する弁別訓練を行っている。音の高さ、大きさ、音色は「音の 3 要素」と言われ、音の聞こえの側面において、最も基本的な性質である。このような訓練は、音の違いに対する感受性を高めることに主眼をおいたものである。

このような違いを聴き分ける弁別訓練を数回繰り返した後、音の違いを識別する訓練に移行する。音の識別訓練では、音の違いに気付くだけでなく、その違いを生じさせている音響特性が認識できるような能力を養成するのが目的である。

聴能形成 I では、最も基本的な音の物理的性質である、周波数、音圧レベル、スペクトルについての識別訓練を行っている。このような訓練を通して、音響に関する基本的な物理的性質に対する「勘」を養うこととなる。

闇雲に音を聴かせるのではなく、周波数、音圧レベル、スペクトルの、新しい課題に取り組む前には、講義を行い、周波数とは何か、音圧レベルとは何か、スペクトルとはどういう概念かを正しく教授し、訓練を行う。講義では、スライドを見せるだけではなく、発振器やオシロスコープなどの機材を用いたり、PC 上のソフトウェアで、準実時間周波数分析を行ったりして、学生の興味を引くように工夫している。音響設計学科の学生には、簡易型の騒音計の購入を必須としているため、音圧レベルの講義の際には、各自に実際に音圧レベルを測定させるなどの実習も行っている。

識別訓練では、訓練用音源をひとり学生に聴かせ、この間に音の特徴を覚えさせる。その後、聴き分け訓練を行なう。

例えば、周波数の単位である「Hz（ヘルツ）」に対する「勘」を養うために、「純音の周波数の判定訓練」を行っている。訓練では、125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8kHz の純音をランダムに提示し、学生はその周波数を判定する。各音はかなり特徴のある音色をしており、学生はすぐその特徴を覚える。純音といえども、周波数が変わると音色も変わる [25]。この課題を通して、周波数が音の高さと音色を規定する最も基礎的な物理的性質であることを、学生に理解させることができる。同時期に、バンドノイズを音源として、中心周波数を判定させる訓練も行っている。両課題を通して、学生は、離散スペクトルと連続スペクトルの音色の違いも、理解することができる。

「音圧レベル差の判定訓練」は、音の主観的な大きさの違いを、音の物理的な音圧レベルの差と対応できる能力を養うためのものである。音響関係の分野では音量の単位としては「デシベル (dB)」が広く用いられている。騒音の環境基準、防音壁の遮音性能、聴覚障害の程度など、音響に関する多くの指標が、「dB」を単位として規定されている。「dB」という単位に対する「勘」を養っておくことは、音響設計技術者としては欠かせないものと考え



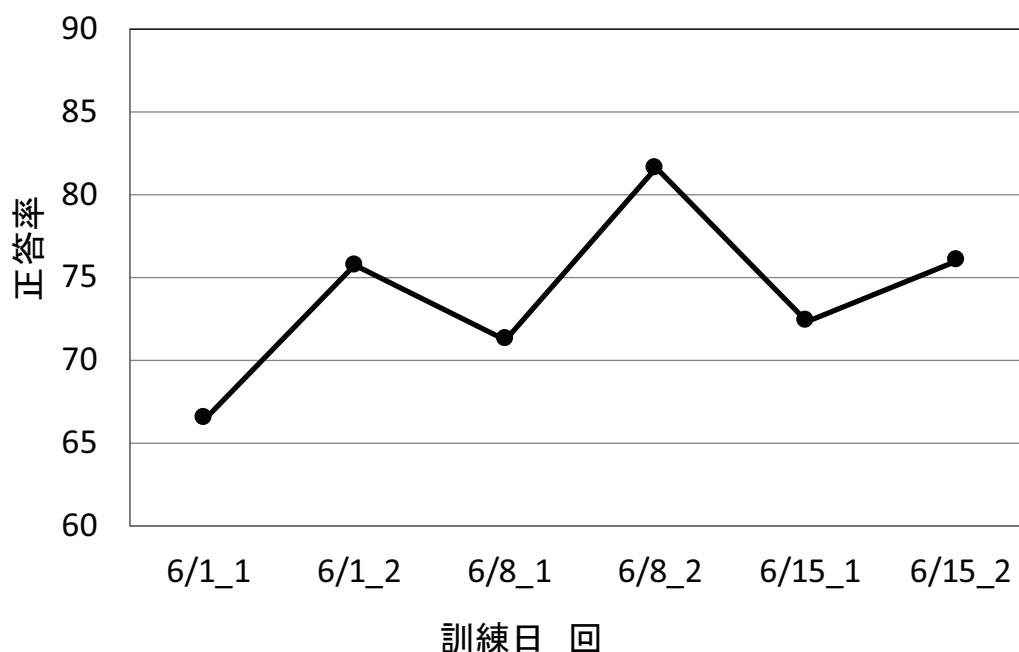


Fig. 1.1: 5dB 刻み (ステップ) の音圧レベル差判定訓練における訓練ごとの正答率, (2012 年度のデータ)

ている。

この訓練では、基準音（音楽再生音の一部等）と基準音を減衰させた音を対呈示して、何 dB 低下したかをあらかじめ用意したカテゴリで答えさせる。カテゴリは、10 dB 刻み、5dB 刻み、2dB 刻みのものがある。刻み幅が小さいほど課題は難しくなる。

Fig. 1.1 に、5dB 刻み（5dB ステップ）の音圧レベル差の判定訓練における、訓練ごとの正答率を示す。このデータは 2012 年度のものである。この訓練は、訓練日ごとに 2 回ずつ行っている。毎回 2 回目の方が成績は良くなり、成績のピークは 2 回目の訓練日の 2 回目であるが、大まかな傾向としては、訓練をするに従い成績（正答率）が向上する様子が見られる。こういった判定能力は、訓練時のピークの状態よりは低下することもあるが、しばらくたった後でもある程度維持されている。

スペクトルに関する課題の一つは、「周波数特性の山づけ周波数判定訓練」と呼んでいるものである。この訓練では、音楽再生音の特定の周波数帯域を強調した音源を用いる。聴能形成 I では、オクターブ間隔の周波数帯域（中心周波数は 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8kHz）を 10 dB 増幅させる。最初低域の四つのカテゴリ、高域の四つのカテゴリ（1kHz は共通する）で訓練を実施し、ある程度なれてから全帯域を回答させる訓練を実施している。

学生には、加工を加えない元音と比較することにより、どの周波数帯域が増幅させられたのかを判定させる。このような訓練を通して、音響再生系の特性の違いが音色にどのように

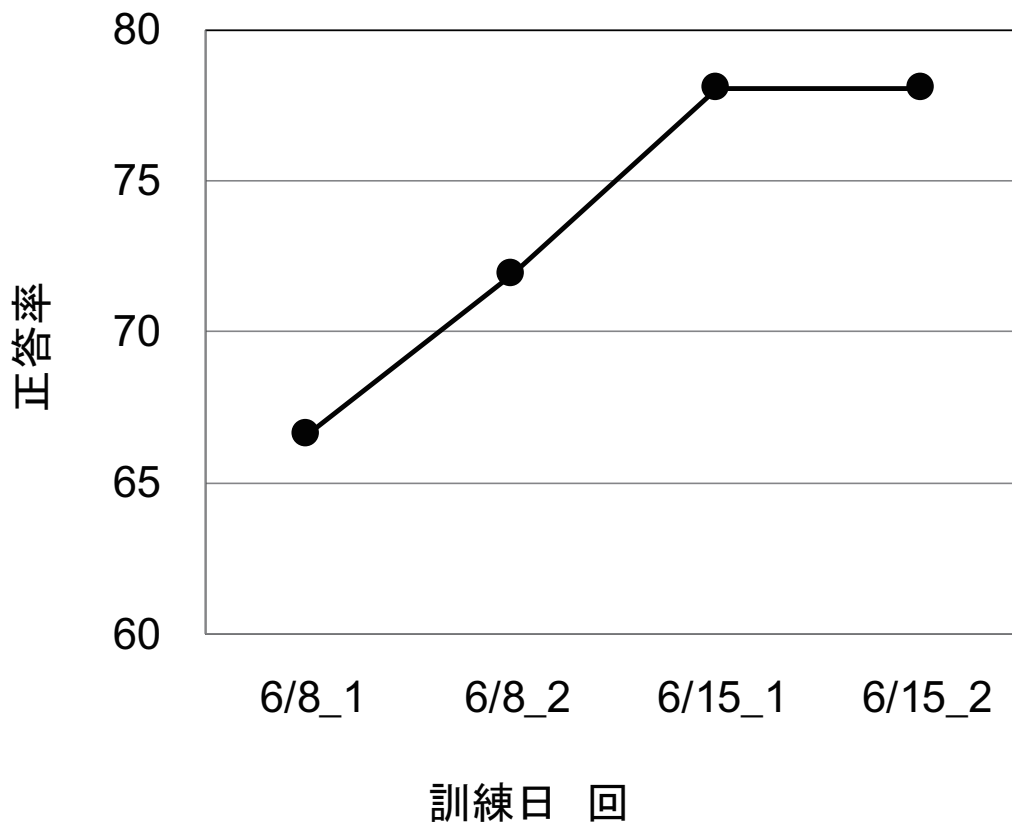


Fig. 1.2: 中心周波数の山付け周波数判定訓練の訓練ごとの正答率（中心周波数は 125, 250, 500, 1kHz）, (2012 年度のデータ)

影響するのを実感させると共に、各周波数帯の特徴を記憶させる。こういった音楽を用いた訓練では、幾つかの音楽を利用して、音楽が変わったときにも特徴が捉えられるように工夫している。

Fig. 1.2 に、中心周波数を 125, 250, 500, 1kHz の低域に限った条件で行った周波数特性の山付け周波数判定訓練の訓練ごとの正答率を示す。このデータは 2012 年度のものである。この例では、最初が 67% 程度の正答率が 78% 程度に向上している様子が示されている。

更に、スペクトルに関しては、調波複合音（周期的複合音）の成分数判定も行っている。この訓練では、基本周波数が 200 Hz で、成分数が 1（純音）、2, 3, 5, 7, 10 としている。この課題は、より直接的にスペクトルと音色の対応関係を実感できる課題である。

聴能形成 I では、入学直後の学生を相手にしていることもあり、訓練と並行して、音や聴覚に対する基礎知識に関する講義や理解を助けるデモンストレーションを行っている。特に、波形編集ソフトやスペクトル・アナライザ、騒音計等を用いて、音の物理的な特徴を視覚的に提示することは、訓練の意義を理解させるのに効果的であると考えている。また、学期の

最後には、授業の感想と共に、「聴能形成のねらい」についてレポートを書かせ、学生自身にこういった訓練の意義を考えさせる機会を設けている。

### 1.3.2 聴能形成 II

聴能形成 I では、音を規定する音響特性と自分自身のきこえの対応関係を体得することに主眼をおいている。聴能形成 II では、更にもその音が一般にどのように知覚されているのかといった音響心理学的な知識を与えながら、訓練を進めている。特に、訓練とあわせて、音色、音質に関しては、系統的な講義を行い、知識を修得させる。

聴能形成 II でも、音のスペクトル構造に関わる訓練は継続している。周波数特性の山づけ判定訓練だけではなく、ある帯域以上、以下をカットしたときの遮断周波数の判定訓練（高域カット、低域カット周波数判定訓練）も行っている。

聴能形成 II では、聴能形成 I で実施した調波複合音の成分数判定訓練を繰り返すと共に、スペクトル・エンベロープの傾き判定訓練を行い、スペクトルに対する勘を向上させると共に音質評価指標の一つとしての sharpness について講義し、スペクトルの知覚に対する知識を深める。スペクトル・エンベロープの傾き判定訓練は、基本周波数と成分数を一定にして、スペクトル・エンベロープの傾き (-12, -6, 0, +6, +12 dB/octave) と音色の対応関係を修得させる課題である。

音色評価指標としては、fluctuation strength 及び roughness についても講義をし、変動音の知覚過程を理解させると共に、振幅変調音の変調周波数の判定訓練を実施し、振幅の周期的変化に関する勘も養う。この訓練は、440 Hz の純音に 2, 4, 7, 10, 20, 40, 80, 160 Hz の振幅変調を施している。

音楽中のあるパートだけ音圧レベルを上昇又は下降させて、そのレベル差を判定するという訓練（ミキシングレベルバランス）も用意している。この訓練は、ミキシングの現場のような、実際の状況に近い条件での訓練という位置づけである。

更に、残響時間、信号対雑音比 (SN 比)、量子化ビット数の違いを聴き分ける訓練も実施している。

残響時間判定訓練では、各種の音源の残響時間を変えた音を提示し、残響時間を解答させる。この訓練の音源としては、ノイズ、インパルス性の音源（紙鉄砲の無響室録音）、無響室で録音された音楽を用いている。

SN 比判定訓練では、純音とノイズを様々なバランスで同時に呈示し、そのレベル差を解答させる。

量子化ビット数判定訓練は、各種の量子化ビット数で符号化した音楽再生音をシミュレーションし、量子化ビット数を解答させる。

また、サウンドスケープの概念を取り入れ、屋外で聞こえる音に興味を持たせるようなサウンド・エデュケーションの時間も設けている。

著者は、聴能形成 II のために、ミキシングレベルバランス、残響時間、量子化ビット数の訓練音源を開発した。残響時間の訓練音源の一部とミキシングレベルバランスの訓練音源は、4.1 節で述べる移転活動の中で開発したものである。

ミキシングレベルバランスの音源作成には、芸術工学部軽音楽部の学生にオリジナルの楽曲を作成、演奏してもらい芸術工学部のテープレポートプレイ部員の学生の協力のもと、マルチトラックレコーディングした。ミキシングが得意な学生に仕上げの作業を依頼し、伴奏のトラックとメインボーカルのトラックを別の音源ファイルとして作成した。これらをもとに、ボーカルと伴奏のレベルを独立して調整できるようにした。訓練は、基準ミキシングに対してボーカルが何 dB 強いか・弱いかという回答カテゴリとしたが、伴奏の音源レベルを固定し、単純にボーカルを強く/弱くすると、ミキシング後の音源のラウドネスで判定できてしまうため、工夫を要した。最終的には、ボーカルを +4dB 強くする音源を作成する場合には、ボーカルを +2dB 強くし、伴奏を -2dB 弱くするなど、相対的にミキシングレベル差をつけるようにして、音源を作成した。

残響時間の訓練音源では、音源の無響室録音の作業も行った。紙鉄砲の音の無響室録音は、インパルス性の音源のため録音レベルの設定に試行錯誤を要した。また、フルートのソロ演奏も芸術工学部オーケストラ所属の学生の協力により無響室録音した。残響付加は、本学芸術工学研究院の尾本章教授が作成された Matlab スクリプトにより処理を行った。その元となるインパルス応答には、本学の残響室のインパルス応答を用いた。聴能形成訓練の音源提示がステレオ再生であるため、左右のチャンネルの残響のインパルス応答が同じであると、残響が長い場合でも左右の広がり感が感じられないことが問題となった。そのため、残響付加処理に使うインパルス応答を、残響室内の異なる 2 点間で測定したものをを用いることにより、広がり感の改善を行うことができた。

量子化ビット数の訓練は、当初ビットレートの訓練を行うという案もあった課題である。しかし、MP3(MPEG-1 Audio Layer-3) や AAC(Advanced Audio Coding) などの圧縮音源の規格では、デコードの手法が規定されており、エンコードの手法には規定がないのが現状である。現在も、エンコード手法の開発が日々行われているため、ビットレートを音響物理量として訓練を行うことは適切でないと判断した。その代わりに、デジタル信号処理の授業で学ぶ、「量子化」に関連して、量子化ビット数を訓練課題として設定した。量子化ビット数の訓練音源は、標準的な 16bit の wav 音源に対して、下位のビット (least significant bit:LSB) から順に固定し、有効なビット数を変更することとした。単に音源のビット列を下位にシフトするだけでは、音圧レベルが下がるだけなので、適切な訓練音源とならない。具体的な演算方法は、音源信号を整数列で表現し、有効ビット数  $N$  ビット ( $1 \leq N \leq 16$ ) の音源を作成する場合は、各振幅を  $2^{16-N}$  で割り、再度  $2^{16-N}$  を乗じた。この整数演算操作により、下位ビットを固定した。訓練の音源には、MP3 規格策定時に事実上の標準音源となったことから、歴史的に “Mother of MP3” として知られている、Suzanne Vega の楽曲である “Tom’s Dinner” の一部を用いた。

## 1.4 他大学・他組織における聴能形成の事例

音を聴いてその物理的な特徴を判断できるようにするための訓練の総称として、一般的に「イヤートレーニング (Ear Training)」という語が使われている。音を聴いて判断だけでなく、特定の物理特性を持つように音を調整するような訓練もイヤートレーニングに含まれることがある。イヤートレーニングにより獲得される能力を指して、「クリティカル・リスニング (Critical Listening)」の語が使われることもある。本論文では、聴能形成を含む聴覚訓練の総称としてイヤートレーニングの語を用いる。イヤートレーニングの語は、後述するようにカナダの McGill University での聴覚訓練である Technical Ear Training (TET) に由来するように考えられる。特に、McGill University 出身の Jaosn Corey (Department of Performing Arts Technology, School of Music, Theatre & Dance, University of Michigan 所属, 准教授) の執筆した CD-ROM 付きの書籍 “Audio Production and Critical Listening - Technical Ear Training -” [3] が出版された 2010 年以降、広くに使われるようになってきたと著者は感じている。音響関連の学術団体の中でも、Audio Engineering Society(AES) では、イヤートレーニングの語は受け入れられている。たとえば、2016 年 9 月-10 月にアメリカ合衆国のロサンゼルスで開催された、AES 141st Convention においては “Critical Listening: Ear Training in Audio Education” というタイトルの Workshop が開催され、イヤートレーニングの語が受け入れられていることがわかる。

本節では、他大学・他組織における聴能形成やイヤートレーニングの事例を簡単に紹介する。

東京藝術大学では、九州大学と非常によく似たやり方で聴能形成が行われている [4]。ただし、この聴能形成は、大学の授業として行われているのではなく、研究グループにゼミナールを希望したり、配属された学生に対して、プロジェクトのような課題でおこなわれている。そのため、上級生から下級生まで、音響的な経験内容が幅広い集団に対して訓練が行われている。音の提示は、スピーカで行われており、回答集計システムは導入されていない。

金沢工業大学では、視聴覚訓練の一部として、聴能形成が取り入れられている [5]。聴覚訓練だけでなく、色に関する感性も養う訓練を行っているのが特徴である。受講者の進路としては、Web クリエーションやゲーム業界などが想定されている。独自のシステムが開発されており、システムの改良も精力的に行われている。金沢工業大学における聴能形成では、音はヘッドホンで提示するシステム構成となっている。

東京情報大学では、文化系学生に対する聴能形成が行われている [6]。ここでは、西村により制作公開されている Web ベースの聴能形成システム [7] が使われている。文化系の学生向けの聴能形成ということで、講義で数式を極力使わないようにするなどシラバスに工夫がされている。スマートホンや携帯音楽プレーヤでの音楽聴取の機会が多い受講者が想定されているので、受講者が目にしたことがある音響用語である「圧縮音源のビットレート」の判定訓練が開発されている。東京情報大学における聴能形成では、音はヘッドホンで提示するシステム構成となっている。

教育機関以外でも、オーディオ部品メーカーやカーオーディオメーカーなどで音響エンジニア向けの社内教育として、実施されている事例がある [8], [9]。また、九州大学から音響関連企業へ聴能形成の運用ノウハウを時間をかけて移転した例もあり [10]、これについては、4.1 節で詳しく述べる。

聴能形成を含めた、「音を聴く」イヤートレーニング全般に関しては、日本でも感心が高まっており、2011 年 1 月に開催された、日本音響学会音響教育研究会「音を聴いて学ぶ教育プログラム」研究会では、招待講演を含む 10 件の発表があった。また、2014 年の日本音響学会春季研究発表会においては、スペシャルセッション「音を聞いて学ぶ教育プログラム」が開催され、招待講演を含め 14 件の発表があり、好評を博した。

海外においては、ポーランドの The Fryderyk Chopin University of Music において Timbre Solfege という聴覚訓練が行われている。このプログラムは、人的交流を通じて、カナダの McGill University に移転され、現在は Technical Ear Training (TET) と呼ばれる訓練として、当該大学内に定着している。ポーランド内では、Adam Mickiewicz University でも、聴能形成が行われている。当該大学には、2001 年に、著者らが技術とカリキュラムの移転を行った。

北米では、カナダの McGill University の卒業生教員を通じて TET が広まりつつある。北米で TET といえば、Corey の書いた CD-ROM 付きの書籍“ Audio Production and Critical Listening - Technical Ear Training -” [3] の CD-ROM 内のソフトウェアを使う授業を指しているのが一般的である。この書籍とソフトウェアは、オーディオプロダクション教育に関わるアメリカ合衆国内の大学や教育機関で、広く使われている。

TET は、ミキシングや音楽制作などの人材育成のためのプログラムに重きがおかれており、イコライザの調整、フィルタの特性、残響（リバーブ）、ディレイ、ダイナミックレンジ、ステレオ再生の特性（定位）などの訓練を含んでいる。訓練内容の性質上、被訓練者は 1 名または少人数であることが特徴といえる。

これに対して、九州大学音響設計学科の聴能形成、特に聴能形成 II では、ミキシングなどのオーディオエンジニアリングの分野の訓練のみならず、聴覚、建築音響、信号処理など音響学の各分野を広く網羅していることが特徴であるといえる。育成する人材として、オーディオの分野というよりも、広く音響学の分野を意識しているからである。また、訓練形式も、スピーカ提示による集団訓練となっており、毎回 40 名ほどの学生を一つの音場で訓練するような例は、世界的にもあまり例がない。九州大学音響設計学科の聴能形成では、「音をイメージする能力」の育成が想定されている。聴能形成は、集団訓練であるため、必然的にクラス内で、音の物理量に対する「音のイメージ」が共有されることも、聴能形成の特徴であり、音響設計学科の在学生・卒業生の強みと言える。つまり、聴能形成を受講した人同士では、「音のイメージ」を物理的な特徴量であいまいさなく、伝え合うことができる。このように、聴能形成を通じて共有された音の物理量とそれらに対応する「音のイメージ」は、音響設計学科の在学生・卒業生のコミュニケーションの基盤となっている。

AES のコンベンションやカンファレンスでもイヤートレーニングに関するワークショップが、積極的に開催されており、著者もパネルとして参加している [11], [12], [13], [14]。ワークショップの初回は、それぞれの組織でイヤートレーニングをどのような環境でおこなっているかというのが話題の中心であった。近年は、イヤートレーニングの効果の検証や訓練しやすい音源についてなど、具体的かつ実践的な内容に意見交換の話題が移ってきており、ワークショップの聴衆からも、積極的な質問や意見交換がなされるようになってきている。

2013 年の AES 50th Conference on Audio Education におけるワークショップ “Towards a Systematic Ear-Training Curriculum: Effective and Efficient Learning in Audio Education” [14] では、「イヤートレーニングと制作された作品の良さは関係があるのか」ということも話題となった。パネルの間では、「イヤートレーニングは、個人の作業能率には影響があるものの、作品の質とは直接関係づけられないのではないか。」、「エンジニア同士のコミュニケーションの基盤となっていると考える方が適切ではないか」などの議論がなされた。

直近の AES コンベンションでは、AES Technical Committee on Perception and Subjective Evaluation of Audio Signals により、Ear-Trainig に関するワークショップが後援され、AES コンベンションでの継続的な話題として、認識されてきた [13]。

まさに、世界中の音響・オーディオ関係者が、聴能形成を含むイヤートレーニングに興味をもっているといえる。

## 第2章 聴能形成に必要とされるシステムとその構成例

### 2.1 はじめに

聴能形成の実施に際しては、専用のシステムを利用することで、効率的な訓練が実施することができる。本章では、九州大学が現在利用している聴能形成訓練システムについて、その構成と機能について紹介する。このシステムは、九州大学大橋キャンパスの音響心理実験室に設置されているものである。

聴能形成訓練システムとしては、インターネットを活用して、自宅あるいはコンピュータ実習室で各学生が自習的に訓練を実施する方式のものもある [5], [7]。九州大学のシステムは一般的な授業スタイルで1クラスの学生集団に対して一斉に訓練する方式であり、訓練用の音はスピーカから提示される。

### 2.2 システムに求められる機能とその実現

聴能形成の訓練システムは、音響再生装置、音源装置、回答集計システム、音響コミュニケーションシステムにより構成される。音響再生装置は、オーディオシステムのことであり、スピーカやアンプなどから成る。音源装置は、一般的なCDプレーヤを用いることも可能であるが、後に述べるように音源信号の提示を行うために、PCを用いると便利である。回答集計には、古典的には回答用紙を使うことができるが、近年はPCやPDAなどの応答端末を使って自動回答集計を行うのが一般的となっている。音響コミュニケーションシステムは、訓練実施の際の「声かけ」のためなど、訓練室の実情に合わせて必要となる。

本論文で実現した九州大学の聴能形成訓練システムは、ホストコンピュータ、応答端末、音響再生装置および音響コミュニケーション装置より構成した。

システム構成のコンセプトは以下のとおりである。システムは、特注の大きな単体の一つの専用システムとして構成しないこととした。その代わりに、個別に入手可能な汎用の製品や部品を、業界標準のインターフェースで接続することでシステム構成した。このように汎用の部品をもちいることにより、ハードウェアトラブル時には、不具合のある部品のみを交換すれば良くなり、システム管理の負荷の軽減、メンテナンス性の向上が期待された。

1.3 節で紹介したように、聴能形成の訓練内容は多岐にわたり、解答パターンも多様であ



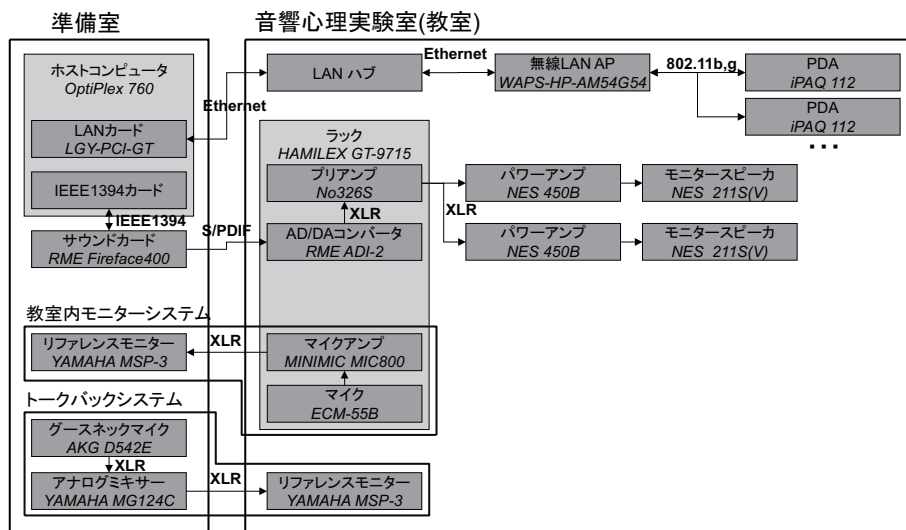


Fig. 2.1: 九州大学の聴能形成システムのブロック図

る。訓練効果を高めるために、学生の解答が正しいか否か、また間違いがあった場合、正しい解答カテゴリは何かなど学生にフィードバックを与えたい。1つの訓練終了時には個別に正答率を示すことも有効であり、訓練効果のデータも収集しておきたい。このような要求を満たすために実現した聴能形成訓練システムの概略を Fig. 2.1 に示す。ホストコンピュータには、一般的なデスクトップ型の PC を用いている。OS には windows7 を用いている。

ホストコンピュータは、訓練用の音源信号を送出し、応答端末と連動し聴能形成訓練を行う機能を有する。本システムでは、ホストコンピュータのディスプレイ上に訓練受講者の回答状況をリアルタイムで表示できる。さらにその訓練結果をファイルに記録できる。

応答端末は、ホストコンピュータと無線 LAN を用いた TCP/IP により通信し、ホストコンピュータと連携し、各訓練に応じた解答用のソフトウェアボタンを提示する。訓練受講者は、専用ペンを用いて正解と判断したソフトウェアボタンを選択する。選択したカテゴリに応じて、応答端末は回答をホストコンピュータに送出する。その後、ホストコンピュータから提示される音源信号送付と同期しながら、応答端末は正答・誤答のフィードバックや正答カテゴリを提示する。また、応答端末は訓練受講者の ID (学籍番号等) の入力端末としても動作する。

ホストコンピュータにはネットワークアダプタを追加し、訓練システム専用のプライベートネットワークを構成した。標準装備のネットワークアダプタはキャンパス LAN に接続しているが、プライベートネットワークからのルーティングは行わない。応答端末としては、HP 社の iPAQ 112 を用い、IEEE 802.11g 規格の無線 LAN アクセスポイント 1 台により、プライベートネットワークに接続した。各応答端末の IP アドレスは固定とした。1 クラスの受講者は 40~50 名で、応答端末数も同数になるが、ネットワークの構成は可能で、実用上遅延なく動作した。

ホストコンピュータと応答端末用のソフトウェアとして、日東紡音響エンジニアリング製の「真耳」システム [15] を用いた。本システム実現以前には、応答端末は、訓練実施中は、訓練受講者の応答に反応しフィードバックする動作と、その結果をホストコンピュータに送出する動作のみであり、ホストコンピュータからの制御は基本的に受け付けないものであった。本システムにおいては、実際の授業の運営に即して、ホストコンピュータ側から訓練受講者 ID を入力できるようにする等、訓練実施中にホストコンピュータから応答端末の動作を制御するカスタマイズを行った。

また、訓練実施中に訓練者が、受講者の解答状況をリアルタイムでモニタできる機能を有している。この機能は、受講者の解答状況から、受講者の疲労状況や訓練の難易度を把握するためだけでなく、訓練実施中の音響的・およびネットワーク的なシステムトラブルの対応にも必要である。

サウンドカードには、RME 社の Fireface400 を採用し、サンプリング周波数 196 kHz, 24bit 量子化のいわゆるハイレゾ音源にも対応できるようにした。サウンドカードから教室の機器ラックまでは、75Ω の同軸ケーブルを用いて、S/PDIF 規格で音源信号を伝送し、プリアンプの直近で DA 変換する設計とし、再生音の品質を伝送系で損なわないようにした。パワーアンプやスピーカには、NHK の高品質編集スタジオで使われている機器である日東紡音響エンジニアリング製の NES 450B および NES 211S(V) をそれぞれ選定し、高品質の再生音を提示できるように配慮した。

また、授業の実施には、準備室からの声かけ（キューイング）や、準備室で教室の音をモニタする必要があるため、トークバックシステムやモニタシステムからなる音響コミュニケーション装置を導入した。

このように、システムは、特注の大きな単体の一つの専用システムではなく、個別に入手可能な、汎用の製品や部品を、業界標準のインターフェースで接続することで構成した。このように汎用の部品をもちいることで、部品の交換が用意となり、システム管理の負荷の軽減が期待された。また、2.3 で述べる可搬型のシステムの構築の基盤となった。

システムの部品の保守性は、聴能形成システムの運用の面からは重要な点である。1989 年に導入され 2000 年まで使われた、ミニコンピュータを用いた専用システムは、一つの部品の不良がシステム全体の稼働性に影響を与え、安定して訓練を行うのが困難となることがあったからである。

## 2.3 可搬型システムの構築

4 章で述べるとおり、2014 年度より、基幹教育の実施により、聴能形成 I を伊都キャンパスで実施することとなった。そのために、移動可能なシステムを構築した。本節では、既存のシステムを基に、移動可能な（可搬可能な）システムを構築したプロセスを記す。

聴能形成の授業では、音の違いを弁別する訓練、音の違いを、音を規定する物理量と対応させるて答える訓練を行っている。訓練用音源の提示、学生の回答、回答の集計には、専用のシステムを用いている（日東紡音響エンジニアリング社製の「真耳（ver. 5.5.0）」）。学生の応答には、PDA 端末を使った応答端末を用い、ホストコンピュータとの通信には、無線 LAN を用いている。専用の教室（音響心理実験室）には、NHK の高品質スタジオで用いられるモニター用のスピーカ（日東紡音響エンジニアリング社 NES211S）も設置されている。2014 年度までに、このシステムを伊都キャンパスに持ち込んで正常に動作するかどうか確認できていなかったため、2014 年度の聴能形成 I は、回答用紙を用いた回答方式から始め、徐々に応答端末を用いた回答方式に移行する計画とした。実際には、1 回目の授業のみ回答用紙を使用し、その後システムが正常に動作することが確認できたため、2 回目以降は応答端末を用いて授業を行うことができた。つまり、2 回目以降は大橋キャンパスで聴能形成を行う専用の部屋である音響心理実験室に備えている応答端末を予備を含め 60 台ほどを、毎回運搬し使用したということである。

伊都キャンパスは、著者らが勤務する大橋キャンパスからは、自動車でも福岡都市高速を使って 40 分ほどの距離にある。担当教員 3 名およびティーチングアシスタント 1 名の 4 名が移動するためには、機材一式が、普通乗用車のトランクに積載できる程度である必要がある。そのような制約から、スピーカには、アンプ内蔵の Genelec 社 8030B（2 台）を選定した。訓練システムのソフトウェアとして、大橋キャンパスでの授業実施と同一のものを使用した。応答端末も大橋キャンパスの授業で使用している HP 社の iPaq112 を運搬して使用した。真耳のホストライセンスは、別途購入せず、大橋キャンパスのホストコンピュータのライセンスキー（USB キー）を、毎回運搬することとした。

ホストコンピュータにはノート型のレノボ社 E130 を使用し、真耳を Windows8.1 上で動作させた（真耳のメーカーによる動作検証は Windows7 で行われている）。サウンドデバイスには、USB バスパワーで動作する RME 社の Babyface を使用することで、配線の単純化や、機材の小型化を図った。サウンドデバイスを外付けにすることで、コンピュータの性能に対する要求要件が緩和され、現有するノート型コンピュータを伊都キャンパスでの授業用に割り当てることで対応できた。無線 LAN アクセスポイントには、伊都キャンパスでの授業用に 802.11b に対応した機種を準備した。伊都キャンパスでは、講義室用に多数のアクセスポイントが設置されているので、実際に授業を行う教室で Wi-Fi の空きチャンネルを確認してチャンネル設定を行った。

応答端末には、固定 IP アドレスが割り振られているために、ホストコンピュータや無線 LAN アクセスポイントには、大橋キャンパスでの授業システムと同じ IP アドレスを割り振ることで対応できた。伊都キャンパスでの聴能形成 I の受講者は他学科の学生 1 名を含む 40 名であったが、応答端末は故障対応も含め 60 台程度を毎回運搬した。

2014 年度より、伊都キャンパスでの聴能形成 I の授業用と、大橋キャンパスでの聴能形成 II の授業用のホストコンピュータが合計 2 台存在することとなった。聴能形成の訓練のため

の音源ファイルと提示順序，時間間隔の情報は，プロジェクトファイルとよばれる一つのファイルにまとめられている。聴能形成 I の訓練用のプロジェクトファイルは，大橋キャンパスのシステムと可搬型システムのどちらのホストコンピュータからも利用可能とし，ファイルの更新状況が同期できるのが良いと考えたので，クラウドサービス dropbox を利用し，同期できるようにした。

伊都キャンパスで聴能形成を行った教室は，50 名が着席できる部屋であり，特に音響的な対策は施されていない普通の教室であった。暗騒音レベルは およそ 50dB 程度（A 特性音圧レベル）であった。標準的な提示音圧レベル（A 特性音圧レベル）は，教室後方で 80dB 程度となることを目安に調整した。

## 2.4 まとめ

本システムの基本構想は，これまでの聴能形成実施経験をふまえてのものであったが，限られた予算の範囲内で効率的に訓練を実施できるシステムが構築できたと考えている。また，受講学生から「ゲーム感覚で楽しく訓練を行うことができる」といった感想も示され，使い勝手の良いシステムとなっていると評価されている。

また，九州大学の組織変更，基幹教育の実施などのカリキュラム改訂に対応するために，車で運搬できる程度の，移動可能な聴能形成システムも構築し，他キャンパスで聴能形成の授業を実施できるようになった。

## 第3章 伊都キャンパスへの聴能形成Iの移転に伴う対策とその効果

### 3.1 はじめに

九州大学では、2014年度(平成26年度)から「基幹教育」が導入され、大幅なカリキュラム改訂が実施された。そのカリキュラム改訂に伴い、2013年度まで1年時の学生を対象に週1日実施されていた大橋キャンパスでの授業日(大橋日)が廃止され、1年次には全日伊都キャンパスで授業が実施されることとなった。2013年度までは、前期後期ともに週4コマあった専攻教育科目が、前期1コマ、後期1コマのみとなり、伊都キャンパスでの実施となった。音響設計学科では、前期に「聴能形成I」、後期に「音文化論演習」を開講することとした。

本論文では、伊都キャンパスの普通教室で聴能形成Iを実施するためのシステム構成上の工夫を述べるとともに、受講生を対象とした授業評価やアンケートにより、1年時前期に「聴能形成I」の授業を実施したことの効果を検証する。

また、2.3節で述べたように、このカリキュラム改訂に対応するために、移動可能な可搬型システムを構築した。

### 3.2 聴能形成Iの内容と2014年度の実施結果

聴能形成Iの内容は、1.3.1節で述べたとおりである。

聴能形成Iでは、入学直後の学生を相手にしていることもあり、訓練と並行して、音や聴覚に対する基礎知識に関する講義や、音の波形やスペクトルを見せたり、騒音計で音圧レベルを測定したりするデモンストレーションを行っている。

Table 3.1に、2014年度の授業実施項目の記録を記す。比較のため、Table 3.2に2013年度の授業実施項目の記録を示す。2014年度は、台風接近による休講措置を1回とらざるをえなかった(九州大学の指示による)ので授業回数は14回となったが、ほぼ前年度までと同等の授業を行った。ただし、担当教員の都合で講義を例年より若干削減した。2014年度は、1回目に、聴能形成導入の講義をおこなった。また、2回目には、音の物理量についての講義を行った。3回目には、音圧レベル差の訓練の前に、音圧レベル(dB)に関する講義を行っている。4回目には、学生も聴能形成に少し慣れてきているので、聴能形成の位置づけに関する講義を行い、学習意欲の維持を図った。5回目からは、純音の周波数、調波性複合音の

成分数の訓練を行うため、純音と調波性複合音に関する講義を行い、訓練の意図を正しく理解させるよう工夫した。6回目には、スペクトルに関する講義を行い、次の週（7週目）から行う、周波数特性の山付け判定訓練に備えた。7回目には、学生が騒音計を入手していたので、音圧レベルを騒音計で測定する実習として、通常の教室内の音圧レベルや音楽音を提示した場合の教室内の音圧レベルを測定した。11回目には、聴覚に関する講義を行い、聞こえの仕組みを理解させた。

Table 3.1: 2014 年度聴能形成 I 実施項目

1 回目	導入の講義，音の高低弁別（10 問），音の強弱弁別（10 問），音色弁別（10 問）
2 回目	高低弁別（50 問），強弱弁別（50 問），音色弁別（20 問）， 音の物理量に関する講義
3 回目	高低弁別（50 問），強弱弁別（50 問），音色弁別（20 問）， 音圧レベル（dB）に関する講義，音圧レベル差 10dB ステップ
4 回目	10dB ステップ，5dB ステップ，純音の周波数，聴能形成の位置づけの講義
5 回目	5dB ステップ，純音の周波数，調波性複合音の成分数， 純音と調波性複合音に関する講義
6 回目	5dB ステップ，純音の周波数，調波性複合音の成分数， スペクトルに関する講義
7 回目	5dB ステップ，周波数特性の山付け判定（低域）， 音圧レベルを騒音計で測定する実習
8 回目	5dB ステップ，周波数特性山付け（低域），周波数特性山付け（高域）， 1/3 オクターブバンドノイズ中心周波数
9 回目	5dB ステップ，周波数特性山付け（低域），周波数特性山付け（高域）， 1/3 オクターブバンドノイズ中心周波数
10 回目	5dB ステップ，周波数特性山付け（低域），周波数特性山付け（高域）， 1/3 オクターブバンドノイズ中心周波数
11 回目	5dB ステップ，周波数特性山付け（低域），周波数特性山付け（高域）， 聴覚に関する講義
12 回目	周波数特性山付け（低域），周波数特性山付け（高域），2dB ステップ， 周波数特性山付け（全域）
13 回目	周波数特性山付け（全域），2dB ステップ
14 回目	周波数特性山付け（全域），2dB ステップ，授業評価，アンケート，まとめ

Table 3.2: 2013 年度聴能形成 I 実施項目

1 回目	導入の講義, 音の高低弁別 (20 問), 音の強弱弁別 (20 問), 音色弁別 (10 問)
2 回目	高低弁別 (50 問), 強弱弁別 (50 問), 音色弁別 (20 問), 音の物理量に関する講義
3 回目	高低弁別 (50 問), 強弱弁別 (50 問), 音色弁別 (20 問), 音圧レベル (dB) に関する講義,
4 回目	音圧レベル差 10dB ステップ, 5dB ステップ, 純音の周波数, 聴能形成の位置づけの講義
5 回目	5dB ステップ, 純音の周波数, 調波性複合音の成分数, 純音と調波性複合音に関する講義
6 回目	5dB ステップ, 純音の周波数, 調波性複合音の成分数, スペクトルに関する講義
7 回目	5dB ステップ, 周波数特性の山付け判定 (低域), 聴覚に関する講義
8 回目	5dB ステップ, 周波数特性山付け (低域), 周波数特性山付け (高域)
9 回目	5dB ステップ, 周波数特性山付け (低域), 周波数特性山付け (高域), 1/3 オクターブバンドノイズ中心周波数
10 回目	5dB ステップ, 周波数特性山付け (低域), 周波数特性山付け (高域), 1/3 オクターブバンドノイズ中心周波数
11 回目	5dB ステップ, 1/3 オクターブバンドノイズ中心周波, 周波数特性山付け (低域), 周波数特性山付け (高域)
12 回目	周波数特性山付け (低域), 周波数特性山付け (高域), 2dB ステップ, 音のデザインに関する講義 (1)
13 回目	周波数特性山付け (全域), 2dB ステップ, 音のデザインに関する講義 (2)
14 回目	周波数特性山付け (全域), 2dB ステップ
15 回目	周波数特性山付け (全域), 2dB ステップ, 音圧レベルを騒音計で測定する実習

さらに、大橋キャンパスで実施していたときと変わらない教育効果を上げることができたのかを検討するために、代表的な訓練項目における訓練の到達点としての学生の最終的な正答率に着目し、2014 年度の正答率を 2012 年度、2013 年度の正答率と比較した。比較対象とする訓練項目は、純音の周波数判定、1/3 オクターブバンドノイズの中心周波数判定、音圧レベル差判定 5dB ステップ、音圧レベル差判定 2dB ステップ、周波数特性の山付け周波数判定 (低域)、周波数特性の山付け周波数判定 (高域) の各訓練で、すべて同じ音源を利用した訓練で、当該項目の最終訓練の成績を解析した。ただし、年度により訓練回数が異なる場合には、回数の最も少ない年度と同じ回数の訓練を対象とした。

Table 3.3 に各年度ごとの学生全体の平均正答率 (総正答数, 総誤答数) を示す。総正答数,

総誤答数の割合に対してカイ自乗検定を行ったところ、純音の周波数判定 ( $\chi^2=4.357$ ), 音圧レベル差判定 5dB ステップ ( $\chi^2=4.898$ ), 周波数特性の山付け周波数判定 (高域) ( $\chi^2=3.73$ ) の訓練に関しては、いずれの年度間に対しても統計的な有意差はみられなかった。周波数特性の山付け周波数判定 (低域) 訓練 ( $\chi^2=30.486$ ), 1/3 オクターブバンドノイズの中心周波数判定 ( $\chi^2=32.725$ ), 音圧レベル差判定 2dB ステップ ( $\chi^2=19.365$ ) に対しては、危険率 0.01 で平均正答率に有意な差があることが示された。これらの項目においては、2014 年度の正答率が、2012, 2013 年度の正答率よりも高い。伊都キャンパスにおいて実施した方が成績が良い訓練項目があった理由については、唯一の専門科目であったので学生がより熱意をもって訓練に取り組んだ、時間割の組み立て方により訓練に取り組みやすい条件であった、たまたま優秀な学生が集まった等考えられるが、明確な根拠がある状況ではないので、今後の検討が必要であろう。

以上の解析の結果、2014 年度の成績は、2012, 2013 年度より良くなっていることはあっても、下回ることはなかった。このことから、伊都キャンパスにおいて聴能形成 I を実施した 2014 年度においても、従来と変わらぬあるいは従来以上に教育効果を上げることができたと言えよう。少なくとも、教育効果を下げることにはなつたと考えられる。

Table 3.3: 2012 年度から 2014 年度までの代表的な訓練の正答率と正答・誤答数 (正答数, 誤答数)

	2012	2013	2014
純音の周波数判定	90.2% (848,92)	87.3% (890,130)	88.2% (723,97)
バンドノイズの 中心周波数判定	87.1% (784,116)	82.1% (821,179)	91.4% (695,65)
音圧レベル差判定 5dB ステップ	90.0% (423,47)	92.3% (480,40)	87.9% (343,47)
音圧レベル差判定 2dB ステップ	59.8% (263,177)	62.8% (407,241)	72.9% (341,127)
周波数特性山付け 周波数判定 (低域)	78.0% (359,101)	72.4% (362,138)	87.5% (350,50)
周波数特性山付け 周波数判定 (高域)	70.9% (333,137)	71.7% (330,130)	76.4% (298,92)



### 3.3 芸術工学部標準の授業評価

音響設計学科における1年前期の唯一の専門科目としては、ある程度その教育的意義が理解しやすかつ受講したことに対する満足度が高いことが望まれる。このことを確認するために、前期の最後の授業において、芸術工学部標準の授業評価を実施した（無記名回答）。

Table 3.4～3.11 に、芸術工学部標準の授業評価の各質問項目に対する回答率（回答数）を示す。比較のために、平成25年度後期に実施した授業評価（学部13科目、大学院2科目の集計）から得られた回答率および総回答数を用いて「聴能形成I」との統計的検定を行った。平成25年度後期の授業評価の結果は、ここ数年に半期ごとに実施してきた授業評価の結果と大きくは変化しておらず、芸術工学部の授業全般に対する平均的な評価結果だと考えられる。なお、平成25年度後期の授業評価資料は、基本的には非公開の部局内資料であることから、本論文への数値の引用および掲載は行わないこととした。

平成25年度後期の授業全般に対する評価に比べ、「聴能形成I」に対して顕著に評価が高かったのは、出席率の高さ（Table 3.7）、授業目的の理解（Table 3.8）、自分の価値の向上（Table 3.11）であった。理論・考え方・専門用語の理解（Table 3.10）においても、聴能形成Iの評価が若干高い傾向がみられる。聴能形成Iと平成25年度後期の回答割合の違いが統計的に意味のあるものかを探るため、Table 3.7では「全回出席した」（ $\chi^2=20.838$ ）、Table 3.8では「そう思う」（ $\chi^2=23.604$ ）、Table 3.11では「できた」（ $\chi^2=47.437$ ）の両者の回答割合に対してカイ自乗検定を行ったところ、危険率0.01で両者には有意な差があることが示された。Table 3.10の「そう思う」（ $\chi^2=3.354$ ）では、危険率0.067で有意傾向が示された。この項目に関しては、回答割合の差は明確ではない。

他の項目においては、聴能形成Iと平成25年度後期の回答割合の間にそれほど顕著な差はなかった。Table 3.4では「読んだ」（ $\chi^2=1.548$ ）、Table 3.5、3.6では「理解している」（ $\chi^2=0.27, 0.049$ ）、Table 3.9では「まったくしていない」（ $\chi^2=0.343$ ）の聴能形成Iと平成25年度後期の回答割合についてカイ自乗検定を行ったところ、両者には有意な差がないことが示された。シラバスや成績評価に対する理解などは、他の授業に対するものと同程度であると考えられる。

Table 3.7に示されているように、出席に関しては3回以上の欠席者が0名で、脱落者を出さずに授業を行うことができた。この結果は、受講者全員が、意欲を持って聴能形成Iを受講したことによるものと考えられる。

Table 3.8に示された「各回の授業で何を学ぶのか、何のために学ぶのかが十分に示されていたと思いますか？」の設問に対しては、「そう思う」と答えた学生が70%近くを占め、「あまりそう思わない」「そう思わない」の回答が0件であった。この結果は、学生が授業の意味を十分理解できていたことを示している。

Table 3.10に示された「理論や考え方、専門用語などを授業で理解することができたと思いますか？」の設問に対しても、「そう思う」「ややそう思う」と答えた学生が90%近くを占

め、おおむね良好な回答傾向を得た。ただし、この設問に対しては「どちらとも言えない」の回答が4件、「あまりそう思わない」の回答が1件あり、改善の余地があるものと考えられる。講義や訓練を行う際に、学生に対して理解の確認をもう少し丁寧に行う必要がある。

Table. 3.11 に示された「総合的に考えて、この科目の履修を通じて自分の価値をたかめることができましたか？」の設問に対しては、「できた」とする回答率が60%を超えており、「できた」「ややできた」を合わせると100%となる。この結果は、授業への満足度の高さが非常に高いことを示すものと考えられる。

以上のように、前学期において、1年生が「聴能形成 I」に意欲的に取り組み、また授業の目的や位置づけ、さらには講義内容などをよく理解していたことが分かる。とりわけ、総合的な判断としての自分の価値を高めることが明確に自覚され、授業に対する満足度の高さが顕著となっている。

芸術工学部標準の授業評価を実施し、他の専門科目と比較してではあるが、教育的意義が理解しやすかつ受講したことに対する満足度が高いことが示された。この結果から、前期の唯一の専門科目として聴能形成 I がふさわしい科目であると判断できる。

Table 3.4: この授業のシラバスを読みましたか?

回答カテゴリ	回答率 (数)
読んだ	67.5%(27)
シラバスを読もうとしたが、 掲載場所が分からず読むことができなかった	2.5%(1)
読もうとしなかった	30.0%(12)
シラバスがなかった	0.0%(0)

Table 3.5: 授業の目的 (シラバスを読んだ者のみ)

回答カテゴリ	回答率 (数)
理解している	92.6%(25)
理解していない	7.4%(2)
シラバスに記載がなかった	0.0%(0)

Table 3.6: 成績評価基準 (シラバスを読んだ者のみ)

回答カテゴリ	回答率 (数)
理解している	88.9%(24)
理解してない	11.1%(3)
シラバスに記載がなかった	0.0%(0)

Table 3.7: 授業への出席回数

回答カテゴリ	回答率 (数)
全部出席した	80.0%(32)
1~2回欠席	20.0%(8)
3~4回欠席	0.0%(0)
5回以上欠席	0.0%(0)

Table 3.8: 各回の授業で何を学ぶのか、何のために学ぶのかが十分に示されていたと思いますか？

回答カテゴリ	回答率 (数)
そう思う	67.5%(27)
ややそう思う	27.5%(11)
どちらとも言えない	2.5%(1)
あまりそう思わない	0.0%(0)
そう思わない	0.0%(0)

Table 3.9: この授業の理解・修得のために予習・復習を1回（1コマ）あたりどのくらいしましたか？

回答カテゴリ	回答率 (数)
2時間以上	5.0%(2)
2時間~1時間	0.0%(0)
1時間~30分	5.0%(2)
30分以下	45.0%(18)
全くしていない	42.5%(17)

Table 3.10: 理論や考え方、専門用語などを授業で理解することができたと思いますか？

回答カテゴリ	回答率 (数)
そう思う	27.5%(11)
ややそう思う	57.5%(23)
どちらとも言えない	10.0%(4)
あまりそう思わない	2.5%(1)
そう思わない	0.0%(0)

Table 3.11: 総合的に考えて、この科目の履修を通じて自分の価値をたかめることができましたか？

回答カテゴリ	回答率(数)
できた	62.5%(25)
ややできた	37.5%(15)
どちらとも言えない	0.0%(0)
あまりできなかった	0.0%(0)
できなかった	0.0%(0)

### 3.4 聴能形成 I の実施に関する独自のアンケート調査

前期の最後の授業において、標準の授業評価とともに、1年前期に唯一の専門科目として聴能形成 I を実施したことの効果を調査するために、著者らが独自に設問を設定したアンケートを行った（記名欄はあるが記名は任意とした）。設問は Table. 3.12 に示す 5 問である。問 1, 2 に関しては、Table. 3.13, 3.14 に、各カテゴリに対する回答数と回答率を示し、3.5 節に各カテゴリに回答した理由等のうち代表的な記述をそのまま記載した。また、問 3~5 については、3.5 節に自由記述の代表的なものをそのまま記載した。

Table 3.12: 独自のアンケートの設問

問 1: 1 年生前期に開設される専門科目（1 科目） として、聴能形成 I は適当でしたか？ （5 段階のカテゴリで評価を行い、各カテゴリを選んだ理由を記述する）
問 2: センターゾーンの教室（普通の教室）で、 聴能形成を行いました。音響的な障害を感じましたか？ （5 段階のカテゴリで評価を行い、実際に感じた音響障害を記入する）
問 3: 聴能形成 I の講義や訓練の内容で、追加する と良い内容（項目）があれば教えてください。 （自由記述）
問 4: 1 年生前期の専門科目として、聴能形成の 代わりとして、適切であると考えられる授業内容（授業科目） があれば、記述してください。（自由記述）
問 5: 1 年生前期に、聴能形成がなかったら （専攻教育科目がなかったら）どう思いますか？

Table. 3.13 に示すように、問 1 の 1 年生前期に開設される専門科目としての妥当性を問

う設問に対して、受講者の90%以上が「そう思う」と回答し、「ややそう思う」を合わせると95%を占めた。あくまでも、まだ受講生が他の授業を受講していない時点での回答ではあるが、この結果から、1年生前期に1科目開講可能な専門科目として、音響設計学科が聴能形成Iを選択したことの妥当性は受講生に認められたと考えられる。

Table 3.13: 問1: 1年生前期に開設される専門科目（1科目）として、聴能形成Iは適切でしたか？

回答カテゴリ	回答率（数）	回答率
そう思う	37	92.5%
ややそう思う	1	2.5%
どちらでもない	2	5.0%
あまりふさわしくない	0	0.0%
ふさわしくない	0	0.0%

Table 3.14: 問2: センターゾーンの教室（普通の教室）で、聴能形成を行いましたか、音響的な障害を感じましたか？

回答カテゴリ	回答率（数）	回答率
全く感じなかった	11	27.5%
あまり感じなかった	17	42.5%
どちらでもない	0	0.0%
やや感じた	11	27.5%
とても感じた	1	2.5%

3.5節に自由記述で得られた各カテゴリを選択した理由を示しているが、「そう思う」と回答した受講者からは、音響の専門科目を入学当初から学べたことに対する満足感を記述した回答とともに、「音響設計学科らしい」「『音響生』っぽさを感じる」といった音響設計学科の学生としてのアイデンティティ形成に貢献したことを指摘する回答も多く得られた。また、授業を「楽しい」と捉える回答者も多くいた。ただ、「どちらでもない」と回答した受講者からは、「他の授業を受けた事がないからわからない」等の意見があり、1年生前期に開設される専門科目としての聴能形成Iの妥当性をより明確に示すためには、受講生が他の授業を受講した時点でもう一度アンケートを行うことも有効であると考えられる。このことは、3.5節に示した問4に対する回答も同様で、1年生前期を修了したばかりの学生に「聴能形成の代わりとして、適切であると考えられる授業」を答えることは難しく、あまり有効な回答は得られなかった。また、聴能形成Iの授業に対してある程度の満足感があったため、あえて他の科目名をあげようとしなかったのではないかと考えている。

Table. 3.14 に示すように、問2の教室での音響障害に関する回答としては、70%の回答者が「全く感じなかった」「あまり感じなかった」としており、授業を行う上で深刻な支障は感じられなかったものと考えられる。しかし、30%近くの回答者は「やや感じた」と回答し、3.5節に示すように回答者からは工事騒音に関する指摘が多かった。九州大学伊都キャンパスは、キャンパス移転に伴う工事が継続中であり、しばらくはこの状況に対応せざるをえないと考えている。

問3の聴能形成Iに追加する内容に関する設問では、多くの具体的な回答があった。受講生の要望をどのように取り入れるかに関しては、検討の余地があるが、こういった要望が具体的に示されること自体、与えられた訓練項目をただこなすだけでなく、その意義を理解しようとしていることの表れと考えられる。

また、問5の「聴能形成Iが1年前期になかったら」の質問に対しては、3.5節に示すように、多くの学生から「モチベーションが下がる」との意見が得られていた。「音響生としての意識や自覚がなくなる」ことを危惧した意見もみられた。このような回答は、受講者が1年前期における聴能形成Iの必要性を認めていることを示すものと考えられる。

以上の結果より、1年前期に唯一の専門科目として聴能形成Iを実施したことは、受講者によって支持されていると考えられる。アンケートによって示された学生の意識によると、1年前期の専門科目枠に聴能形成Iを選択した音響設計学科の判断は、間違いではなかったものと考えている。

### 3.5 独自のアンケートに対する自由記述回答

本節では前節で述べた独自アンケート (Table. 3.12) で得られた自由記述回答の内容を記す。

この回答内容は、“dB”を“Db”と表記したような誤記や誤字も含め、記述内容をできるだけ忠実に電子テキスト化した生データである。

問1の専門科目としての妥当性に関する自由記述には、音響設計学科らしさを感じる授業であることの記述が多くある。また、この授業を受講すること自体が自分が音響設計学科に入学したことを実感するといった、アイデンティティに関する記述も多い。

問2の音響障害に関する自由記述には、伊都キャンパスの理学部地区やイーストゾーンの建築工事にともなう騒音を感じたという記述が多い。通常の教室を使用したことで、フラッタエコーなどの音響障害が予測されたが、そのような建築音響的な音響障害よりも、もっと基本的な暗騒音の方が問題となっていた。

問3の聴能形成Iに追加する内容に関する自由記述には、多くの具体的な回答があった。このような要望が具体的に示せること自体、学生が与えられた訓練項目をただこなすだけでなく、聴能形成の意義を理解しようとしていることの表れと考えられる。

問4の聴能形成の代わりとして適切な内容に関する、回答は少なかった。これは、1年生前期を修了したばかりの学生に、この問に答えることが難しかったからだと考えられる。

問5の「聴能形成Iが1年前期になかったら」の質問に対する自由記述では、多くの学生から「モチベーションが下がる」とのいう意味の意見が得られた。このような回答は、学生が1年生前期にも、専門教育科目の開設を希望しており、さらに聴能形成Iの内容が適切であったことを示すものと考えられる。

以下に、得られた自由記述回答を列記する。

問1の各カテゴリに回答した理由:

「そう思う」に対する回答

- 耳がきたえられる。
- 「音響生っぽさ」を感じることができる唯一の科目であったから。
- 今後、音についてあつかっていくときに、音について体感できる授業は良いと思う。
- 音響設計学科らしいことを1年の時にできたから。
- まだ、専門知識を学んでいない状態で、まず感覚的なところから導入していたので、すんなりと溶け込むことができ、かつこれから音響設計学科で学ぶ意欲が高まった。専門科目として取り組みやすいものだと思ったから。
- シンプルかつ楽しいので、音響の授業に前向きな感情が持てる。
- 楽しいから。判断の基準を発表し合うのがよかったと思います。なるほど、となる。
- 音を知る授業で、音響設計学科っぽいことができ、本当に良かった。
- 他の授業を知らないのでは何も言えませんが、すごくとっかかりやすい授業で、初めての専門科目に適していたと思います。
- 音波についての基礎をはやめに教えてもらえてよかった。
- 音響生としての自覚をもつことができた。特殊な授業なので、授業をうけることが楽しかった。
- あまり複雑ではなく、音響生として学ぶための導入としてふさわしいと思ったから。
- 音響の授業の導入として良かったと思います。
- 早いうちからこういう訓練は必要だと思うから。
- 専門科目の導入としては、楽しく授業をうけることができ、よかったと思う。

- 耳をきたえるために、最も重要な授業だと思う。
- そこまで全く分からない専門用語がなかったし、あったとしても説明してもらえたから。
- 聴能形成 I が音響生の基礎だと思うから。
- 楽しくて、一週間のやる気ができました。音響生っぽいことができて嬉しかったです。
- 苦になるような内容ではないため。取りくみやつかったため、導入としてはとても適切だと思う。
- 聴能は長い時間をかけて形成するものだと思うから。
- 知識ではなく感性を養う授業に専門性を感じ、音響生であることを確認できるから。
- 音に対する慣れという点で重要だった。
- 音響生であることを記憶に留めることができたから。
- 音に対するもっと感性になりました。(留学生)
- 適度な難易度と授業の質で伊都の全学教育の間にはさまれてても苦にならず、寧ろ楽しめるものであったため。
- 難しすぎず、すんなりと専門のことを学べるところ。この授業のおかげで音を聴くのが楽しくなりました。
- 音の基本的なことを学ぶことができるので適当だと思う。
- 音をきく時の意識が変わった。多少なりとも普段から dB や Hz など考えるようになったと思う。
- 音響設計学科でやっていくにおいて、必要な技能だと思うし、導入としては最適な授業だと思うから。
- 音を身近に体感することができた。
- 音響らしいから。
- 音響のプロフェッショナルになるために必須の訓練を初めての専攻教育でうけることができ、今後の音響での生活をなんとなく想像することができたから。

#### 「ややそう思う」に対する回答

- 耳を鍛えながら音に関する基本の基本的知識を学べるのでとても適しているとおもいます。ただ、後期にはないのでせっかく鍛えたのが忘れてしまいそう。



「どちらでもない」に対する回答

- 他の科目を受講したことがないので、比較するのが難しいと思います。
- 他の授業を受けた事がないからわからない

問2の各カテゴリに回答した理由

「全く感じなかった」に対する回答

- 特になかったです。

「あまり感じなかった」に対する回答

- 250Hzのバンドノイズがイスに響くので、耳じゃなくて、そのことによって判断できてしまう。
- 外の工事の騒音
- 工事の音がうるさかった。
- 工事の音が聞こえてきた。
- 工事の音程度です。
- 工事の音
- 音響障害ではないですが、解答に反応されないことがしばしばありました。
- 外での工事の音が聞こえたりしたが、でも訓練にはそれほど影響なかったように思う。  
(ドアの近くにいた人は影響あったかも)
- 小鳥のさえずり。エアコンの音。
- 工事の音がたまに気になったくらいです。
- 鳥の声。
- 小鳥のさえずり。工事の音。
- そこまで気にならなかった。

「どちらでもない」に対する回答

(記述なし)

「やや感じた」に対する回答

- 工事の音含め、まわりの音が気になることがあった。
- 工事現場に一番近い場所だったため、比較的外の音が聞こえてしまっていました。
- 工事の音。
- 工事やたまに鳥の鳴き声がうるさく感じた。
- 工事の音がたまに気になる。
- 工事がうるさい。
- 工事の騒音・空調の騒音。

「とても感じた」に対する回答  
(記述なし)

問3に対する回答(自由記述)

- 山づけの問題は、サンプルを聞く際に、1kと2kの聞き比べもやってほしかった。
- ピッチの聴き分けをもう少しやりたかった。
- もっと色々な音源でやりたかった。
- 時間的に厳しいのかもしれないけど、講義ももっとあるとよかった。
- 音程の差を聞き取る訓練をやってはどうかと思います。
- 音源について生徒の意見を募る。(訓練用の音源として難しいかと思いますが…。)
- イヤホンを使うなどして絶対的なDb大きさが聞きたい。
- 初回の授業で行った音の高さや大きさを判別する訓練を最後の授業でもやってほしかったです。3ヶ月間訓練を行った成果が確認できるのではないかと思ったのです。
- 個人的に音の高さの訓練はもっとやって欲しいと感じました。
- 山づけのほか、最初の方で扱った音程の違いを答える問題を後半でも行えばよかったかなと思いました。
- ディスカッションをもっとしたいなと思いました。
- 特にない。というかまだわからない。

問4に対する回答(自由記述)

- わからない。
- 特にありません。
- 他の授業科目の内容がどのようなものか、よく知らないのですが、聴能形成でよかったと思います。
- 音響理論，音楽理論。
- 個人的に BEST でした。

問5に対する回答（自由記述）

- 音響設計生としての自覚が芽生えなかったと思う。
- 2年生からがきついと思う。
- 音響設計学科の生徒として学んでいる実感がなかったと思う。
- 泣きたくなる。先輩と好きな周波数についてかたれなくなる。
- 1年前期に基幹教育だけを受けることになり面白みを感じない生活を送りそうだからあまり望まない。
- 木曜日授業に来なかったかもしれません。
- 木曜日がつまらなかったと思う。
- これからの音響の授業の指針がないので学校に来る気がなくなる。
- 専攻の授業が全くないとモチベーションの低下につながるのであるべきだと思います。
- 専攻科目がないことになってしまうので、音響設計にはいったのに、ということで残念です。
- 悲しいと思います。自分は音響に入って何をしているんだと思うと思います。
- 音響生としての意識をあまりもてないまま、2年に入っていきなり音響の授業ばかりになるのは、とてもきびしかったと思います。音に関する意識を持ってないままだったかもしれないと思うと、聴能形成の意義は非常にあったと思います。ありがとうございました。
- 専攻の授業をたのしみに伊都まで来ていたので、なかったらモチベーションが下がりました。
- 音響設計学科に入った自覚を持ってず、あまり楽しくない生活になっていたと思う。

- 音響に來た意味がわからなくなります。
- 週一の憩いの時間がなくなるのでさびしいです。
- 淋しい。
- 専門科目が1つもないとモチベーションが上がらないと思う。
- 木曜日は休んでいたと思います。
- 2年生からいきなり専攻科目が始まるのはきついと思う。
- まじで不登校。
- 伊都まで毎日くるのがよりつらくなったと思う。
- 専攻がないというのは寂しい。
- 不登校になる。
- 1年目に専攻がないと何の為に音響に來たのか分からなくなって大学に行かなくなっていたかもしれません。
- 音響生としての自覚がほぼなくなってしまおうのでは？
- 悲しく思う。
- 一番肌に馴染みやすい授業におもわれ、この聴能形成Iが一年前期の授業で良かったです。
- 音響らしさを感じないと思う。
- 耳が音に感性が高くなれないなら、この後のほかの授業とかは難しいだと思います。(留学生)
- 音響設計学科に入ったよろこびを感じられなかったと思います。
- 専門科目も1年時からあってほしいと思うので、なかったら嫌でした。
- はじめの時期から音の感覚と物理量を関連づける訓練はあったほうがいい。
- とても残念に思います。ぜひ来年からも続けてほしいです。
- 専門科目が1科目でもあるとやる気がでるから良いと思う。
- おそらく音響生としての自覚を忘れるだろう。

- 音響設計に入ったという自覚を持ちにくいと思います。
- 今の1年生は全く大橋に行かなくて本当にかわいそうだと思うから、少しでも専門の授業があるのは良いと思います。(芸術工学部の他学科2年生)

### 3.6 まとめ

基幹教育開始に伴う九州大学におけるカリキュラム改正により、2014年度前期唯一の音響設計学科の専門科目として、聴能形成Iを伊都キャンパスで実施した。訓練システムを可搬可能なように改良し、工事の音に悩まされながらも、大橋キャンパスの専用教室で実施しているときとほぼ同等のクオリティで授業を実施できた。学生の訓練成績も、これまでと同等かそれ以上の水準であった。伊都キャンパスでの実施のために聴能形成システムを可搬型にしても問題なく授業ができ、従来と変わらぬかそれ以上の教育効果を上げることができたと言えよう。

芸術工学部標準の授業評価により、他の専門科目に比べても、授業に対する満足度が高く、1年次前期唯一の専門科目としてふさわしいことが示された。また、アンケート調査により、1年生にとって、聴能形成Iは音響の専門教育の導入として妥当と捉えられており、音響設計学科の学生としてのアイデンティティ形成に大きな役割を果たしていることが分かった。これらのことから、1年次前期に開講可能な専門科目として、音響設計学科が聴能形成Iを選択したことは、妥当であったと評価できる。

## 第4章 聴能形成カリキュラムの移転事例

### 4.1 ヤマハへの移転事例

#### 4.1.1 はじめに

日本では、企業が、従業員に対し独自の教育プログラムを実施している事例が多くある。音響関係の事業に関連する多くの企業が、音響技術者への教育の一部として、聴能形成を導入することに興味をもっている。つい最近までは、音響技術者は、自身の業務の試作や試行錯誤を通じて、音の感性を身につけることができていた。しかし、業務の効率化による作業スタイルの変化により、従業員は、いろいろな音を実際に聴く機会が少なくなってきた。とくに、コンピュータやデジタル技術の進歩は、業務環境に大きな影響を与えている。たとえば、コンピュータ支援設計 (Computer Aided Design:CAD) の技術は、製品設計上の音響的仕様を満たすような設計を行うための強力で便利な道具として、多くの企業で導入されている。しかし、この CAD 過程では、技術者は製品の音を聴かずに、音響特徴量のグラフを見てばかりいることになってしまうことがある。さらに悪いことに、同僚と聴く経験を共有することもない。熟練した音響技術者でさえ必要な音の感性を身につけることができず、グループ内で音に対する感性を共有することもできなくなっている。このような環境の中で、音響関連のある企業が、音響技術者に聴能形成を導入することに興味を持っていた。その企業にとって、聴能形成は技術者に対し、系統的なリスニング経験を提供し、必要な音の感性を身につけるためのもものと考えられていた。その企業の事業分野は、音響産業の多岐にわたっている。たとえば、楽器や、音響機器、室内音響、音楽ソフトウェア、音楽教育などである。企業文化という意味では、音に関する感性は、従業員の重要な資質と考えられていた。しかし、実務の上では、前に述べたような深刻な状況にあった。業務上音を聴く経験が減っていくことは、音をつくっていく企業文化の継続に深刻な問題を引き起こす可能性があった。その企業は、音の感性を従業員に教育する方法を探していた。その企業は、聴能形成が、企業文化を継続するための良い解となるものと考えていた。

1.4 節で述べたように、日本のいくつかの大学で、聴能形成の実施事例があるが、その企業は、九州大学の聴能形成を導入することとした。首尾良く構成された聴能形成カリキュラムであり、多くの音響関連産業分野に応用することができると考えたからである。そのうえ、九州大学の聴能形成の教育成果は音響関連産業界で広く認知されていた。しかし、その企業は、聴能形成に類する教育カリキュラムについて十分や知識や経験がなかった。企業からの

要請に基づき、九州大学音響設計学科の教員が、当該企業における音響技術者向け聴能形成プログラムの構成・設計に協力することとなった。著者は、その活動において、実務的・中心的な役割を担った。本章では、当該企業に聴能形成カリキュラムを移転した過程とその成果を報告する。

本章で述べる以外にも、日本国内での聴能形成移転の事例がある。電気音響部品としてのスピーカユニットを作成する企業や、カーオーディオメーカーにおいて、音響エンジニア向けの社内教育としての導入事例が報告されている [8], [9]。近年、ヨーロッパでは、研究教育機関から、産業界へ技術移転した報告もある。ポーランドの The Fryderyk Chopin University of Music のスタッフが、自学のイヤートレーニングカリキュラムである Timbre Solfege をヨーロッパ域内の自動車会社に移転し品質管理や研究開発に活かされている [16]。また、Audio Engineering Society(AES) においてイヤートレーニングに関するワークショップが開催されたことにみられるように、聴能形成のようなイヤートレーニングに関する概念や手法が広まりつつある [11], [12], [13]。このような傾向は、将来、より一般的なものとなるであろう。著者らは実際に聴能形成の導入計画をもつ企業の相談にのってきた。本章が、聴能形成導入に興味をもつ企業にとって、有意義な内容となることを期待する。

#### 4.1.2 最初の計画段階

まず最初の段階として、九州大学の聴能形成従事スタッフと当該企業の聴能形成プロジェクトのメンバーで、その企業における聴能形成の基本的なねらいを議論し、聴能形成教育メソッドを理解してもらうプロセスについて計画を行った。その企業は、企業内教育の一部として、九州大学方式の聴能形成カリキュラムの導入をねらっていた。基本的に、企業側は、聴能形成が企業の技術者のレベルを向上させることに貢献すると考えていた。また、聴能形成が楽器製造に関わる職人の技能を向上させられるという目論見もあった。さらに、企業側は聴能形成の初級訓練経験を企業文化の向上に寄与すると考えていた。しかし、相互調整の結果、九州大学と企業側のスタッフは、この移転プロジェクト初期段階のターゲットをエンジニアに限定することで合意することができた。

九州大学と企業のスタッフは、聴能形成カリキュラムの企業へのスムーズな移転のために、2段階の試行を行うこととした。試行の第1段階は、延べ5日間のもので、音響学の基礎の講義も含まれていた。この試行は、九州大学の聴能形成と、ほぼ同じやり方でおこなわれた。この試行において、九州大学のスタッフは企業側のスタッフに、聴能形成教育のやり方を教授した。また、双方により聴能形成のトレーニングの結果を分析し、企業の技術者に向けて適当であるかどうかを判断した。そして、訓練のやり方のより最適なやり方について、議論を行った。この試行トレーニングの前に、企業側のスタッフは九州大学において聴能形成の授業を見学していたので、聴能形成について、よりはっきりとしたイメージをもつことができていた。

第2試行段階は、延べ11日のもので、当該企業における聴能形成カリキュラムを仮定したものであった。第2試行段階は、企業における実際の聴能形成コースをシミュレーションすることが目的であった。第1試行段階のあと、当該企業において、九州大学の聴能形成システム [17] を手本にした独自のシステムが開発された。第2試行段階は、この聴能形成システムの試行も兼ねていた。

#### 4.1.3 第1段階:当該企業における聴能形成のデモ授業

第1段階の試行は、当該企業の会議室で実施された。この段階の試行の目的は、九州大学における聴能形成を企業側スタッフに実際に見せるとともに、企業内にこのプロジェクトを理解させることであった。企業側スタッフは、この試行を通じて聴能形成教育がどのようなものであるかを理解し、将来、自分達がどのようなことをしなければならないかを明確につかむことができた。この試行では、60分間のトレーニングを、延べ5日間おこなった。

このコースのスタイルは、九州大学における聴能形成と同じように行った。この「同じように」の意味として、重要なことは、訓練のシラバスに関連した音響学的な事項の簡単な講義も、併せて行われたことである。講義の内容は、純音の周波数と振幅、スペクトルと倍音、音圧レベル、バンドノイズや山付けされた音楽の周波数特性についてであった。講義では、それぞれの訓練セッションでの目的も説明した。

九州大学の教員は、訓練のインストラクションや講義を含むトレーニングの進行をマネジメントした。この試行の参加者は、20歳代から50歳代までの企業内のエンジニア12名であった。参加者のほとんどは、音響工学もしくは音響設計に関わる業務を担当していた。訓練のインストラクションや講義を含む、訓練のセッション全てがビデオで記録された。この記録内容は、のちほど分析され、聴能形成の運用マニュアルとして文書化された。本試行のシラバスと行程を Table 4.1 に示す。このシラバスは、九州大学で、新入生に対して行われる聴能形成Iのダイジェスト版であった。この試行において、音の提示は、九州大学で使われているソフトウェアをノートPCにインストールしたもので行った。訓練参加者は、訓練音の提示ごとに、回答用紙に回答を記入した。セッションが終わるごとに、口頭で正答をまとめて伝えた。訓練音は、ヘッドホン提示ではなく、スピーカで提示した。



Table 4.1: 聴能形成第1段階試行の訓練シラバスと日程

訓練	開催日				
	1	2	3	4	5
ピッチ弁別	x	x			
強さ弁別	x	x			
音色弁別	x	x			
音圧レベル差 (10 dB ステップ)	x				
音圧レベル差 (5 dB ステップ)		x	x		
音圧レベル差 (2 dB ステップ)				x	x
山付け (音楽) 低域: 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz		x	x		
山付け (音楽) 高域: 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz			x		
山付け (音楽) 全域: 125 Hz, 250 Hz 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz				x	x

1.3.1 節で述べた、九州大学の聴能形成 I と同じように、トレーニングは、音の違いに対する感度を上げるためのピッチ、強さ、音色の弁別訓練から始めた。これらの弁別訓練を経験することで、訓練参加者は、注意深く聴くことに慣れることができた。

弁別訓練の後、トレーニングは、音の判定訓練に移行した。この種の訓練では、参加者は、リハーサルセッションで、訓練音源を聴きながら、いろいろな物理特性の音の聴覚的な特徴をまず、覚える。その後、参加者はランダムに提示される訓練音源を聴き、音の判定を行う。九州大学での聴能形成 I と同じ音源を使って、音圧レベル差、周波数特性山付けの訓練が行われた。

訓練参加者の回答の分析により、訓練成果（参加者の到達度）は、九州大学の学生のものと同等と判断できた。この訓練のあと、電子メールによる簡単なアンケート調査を行ったところ、訓練参加者から、聴能形成に対して、好意的な反応が寄せられた。全ての参加者が、社内教育としての聴能形成の価値を認めていた。さらに、聴覚訓練に関係した、講義の重要性も認めていた。音の物理的性質とそれに対応した聴覚的印象を関連づける系統的な聴覚的記憶を身につけることの重要度を、参加者は理解することができた。さらに、参加者は、グループ内で、系統的な聴覚経験を共有することの重要性も認識していた。

企業側のプロジェクト担当者は、コースの内容、トレーニング回数による参加者の正答率の向上の様子、参加者からのフィードバックなどにより、九州大学の聴能形成は、有効であると判断した。企業側のプロジェクト担当者は、九州大学方式の聴能形成を大きな修正なしに、企業に導入できると判断した。さらに、企業側から、より音響産業界における業務に関連し、訓練参加にとって強い動機付けとなるような新しい訓練の提案がなされた。そうして、著者らは、第2段階試行の新しいシラバスを提案し、第1段階の試行と同じように第2段階の試行を行うこととした。

#### 4.1.4 第2段階:当該企業における聴能形成カリキュラムのシミュレーション

第2段階目の試行は、各90分、延べ11日間の聴能形成セッションとして、企業内の防音室で行われた。90分のセッションというのは、九州大学の聴能形成と同じである。また、会場となった防音室は聴能形成のために、新規に改装された部屋である。九州大学での環境と同じように、訓練室の隣には、コントロールルームが併設された。第2段階では、より効率的な訓練ができるように、装備が整えられた。聴能形成システムは、ホストコンピュータ、携帯情報端末および音響再生機器により構成される。端末は、無線LANにより、ホストコンピュータと通信する。ホストコンピュータは、コントロールルームに設置された。第1段階試行のあと、当該企業において、専用の聴能形成システムが開発された。第2段階の目的は、当該企業内で、聴能形成カリキュラムをシミュレートすることであった。試行期間において、企業内の本格導入の前に、聴能形成システムを、さまざまな観点から動作確認した。Table 4.2に示すように、第1段階試行のシラバスに加えて、新しい訓練がいくつか追加された。鉄道騒音の山付け判定訓練（250Hz, 1kHz, 4kHzを10dB強調）、インパルス性の音源や無響室録音の音楽を使った残響時間判定（残響時間は0.7, 1.4, 2.1, 2.8, 3.5秒）、ボーカルと伴奏のミキシングレベルバランス判定（基準ミキシングに対して、ボーカルを+4, +2, 0, -2, -4 dB変化させたもの）である。これらの訓練は、当該企業のエンジニアにとって、より実務的なものであり、参加者の興味をひくものと考えられた。さらにこれらの新しい訓練は、後に九州大学音響設計学科の聴能形成にも導入された。

第1段階の試行に引き続き、この第2段階の試行でも、著者を含む九州大学の教員が訓練のインストラクションや訓練の構成について、マネジメントを担当した。九州大学スタッフ

のサポートの元で、企業側の担当者がトレーニングシステムを運用した。訓練音の提示は、本節の最初に説明した企業内で開発された訓練システムを使って実施された。このシステムは、PDA を使って訓練参加者の反応を収集し、正答状況などをフィードバックすることができる。システムでは、PDA のディスプレイ上に、問題毎の正答かどうかや、正答カテゴリを表示し、訓練セッションが終わった時には、正答率を表示する。訓練音は、スピーカで提示された。この第2段階の試行の参加者10名で、当該企業の20代から30代の音響工学や音響設計に従事しているエンジニアであった。参加者の当該企業における業務経験は1年から4年間であった。参加者全員は、約2年から20年間ほどの様々なジャンルの音楽演奏経験があったが、聴能形成のような訓練を受けた経験はなかった。

Table 4.2: 第2段階試行のシラバスとスケジュール, 目標正答率と標準トレーニング回数

訓練	訓練日											目標	回数	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
ピッチ弁別	x	x											90%	2
強さ弁別	x	x											85%	3
音色弁別	x	x											80%	3
音圧レベル差 (10dB ステップ)	x												90%	2
音圧レベル差 (5dB ステップ)		x	x	x	x								90%	4
音圧レベル差 (2dB ステップ)							x	x			x		75%	6
山付け (音楽) (低域)		x	x	x			x						90%	4
山付け (音楽) (高域)			x	x			x						85%	4
山付け (音楽) (全域)					x	x		x	x	x	x		80%	6
純音の周波数			x	x	x								90%	6
バンドノイズの 中心周波数				x	x	x							90%	6
調波性複合音の 成分数					x	x	x						70%	8
ミキシングレベルバランス							x	x	x	x			80%	8
山付け (鉄道騒音)								x	x	x			85%	6
残響時間 (インパルス性音)									x	x	x		80%	6
残響時間 (音楽)										x	x		70%	8

それぞれのセッションでの正答率を Fig. 4.1 から 4.4 に示す。Fig. 4.1 は、1/3 オクターブバンドノイズの中心周波数判定の結果を示す。正答率はセッションに従い向上し、約 90%に

到達している。さらに、標準偏差は、最終トレーニングセッションで最小になっおり、このことは、セッションに従い、参加者間の個人差が小さくなっていることを示している。Fig. 4.2 は、5dB ステップの音圧レベル差判定の結果を示す。Fig. 4.1 と同様に、標準偏差は、セッション回数に従い小さくなっている。

Fig. 4.3 は、125~1kHz の音楽の周波数特性山付けの中心周波数判定の結果である。正答率は、セッションに従い向上し、約 90%に到達している。標準偏差は、セッション回数に従い、小さくなっている。しかし、このトレーニングの場合、4 回目のセッションで、正答率と標準偏差は、もっともよくなっている。つまり、このトレーニングでは、それ以上の訓練は、必要なかったとも考えられる。Fig. 4.4 は、125~8 kHz の音楽の周波数特性山付けの中心周波数判定の結果である。正答率は、セッション回数に従い向上し、約 80%を達成している。そして、標準偏差もセッションに従い小さくなっている。正答率も標準偏差も 4 回目の訓練時に最良となっている。その後、正答率は、変動している。一般的な現象としては、時々、トレーニングにおいて、集中力の低下により正答率は低下することがある。しかし、この現象は突発的なものであり、系統的に説明することは困難であると考えている。

それぞれの訓練シラバスに対して学習曲線を分析した後に、Table 4.2 に示す目標正答率と標準的な訓練回数が提案された。標準的な訓練回数とは、正答率がほぼ飽和すると推定されるような、推奨されるトレーニングの回数である。これらの値は、仮に決めたものであったが、目標正答率を設定することは、参加者の動機を維持するためには有効であると考えた。

このコースのあと、アンケート調査が行われた。企業内の業務に関する聴能形成の有効性については、参加者 10 名全員が聴能形成の有効性について同意した。音の聴覚印象と物理特性の関係についての系統的な記憶については、参加者全員が聴能形成訓練期間にそのような記憶を身につけることができ、系統的なリスニング経験の重要性について理解していた。また、参加者のうち 8 名は、聴能形成訓練を通じて、音を聴く態度が変化したと述べていた。訓練日数の妥当性についての質問には、6 名が 11 日間という設定は妥当であると回答し、他、3 名が短すぎる、1 名が長すぎるという回答であった。訓練時間の長さについての質問には、8 名が 90 分という長さはちょうど良いと回答したが、2 名は長すぎると回答した。この試行で提供された聴能形成のシラバスについての質問には、10 名全員が、適当であったと回答した。聴能形成訓練の方法に関する質問には、7 名が現在のやり方が適当であると回答したが、3 名は個人トレーニングの方が良いと回答した。さらに上級の聴能形成コースを設定した場合受講を望むかという質問には、9 名が参加したいと回答した。第 1 段階の試行と同様に、参加者は社内教育としての聴能形成の価値を認めていた。

第 2 段階の試行では、ピッチ弁別、強さ弁別、音色弁別の訓練は、それらの判定ができるようになるという目的以外にも、音を聴いて回答するという聴能形成特有の応答方式に慣れるという位置づけもあった。九州大学音響設計学科における聴能形成 I でも、これらの訓練は、回答端末を使った聴能形成の回答に慣れることや「よく聴く」態度を身につける訓練という位置づけもある。企業における聴能形成におけるアンケート調査では、これらの判定訓

練について、自由記述においても特に意見が出されなかったことから、初級の聴能形成において、これらの訓練から始めることは、適切なシラバスとなっていたと考えられる。また、企業におけるアンケート調査において、「聴能形成を経験して自分自身にどのような変化があったか」という問に対する自由記述においては、「現場の音を聞いたときに、ハムノイズの音がどの位の周波数か、残響時間が何秒かと具体的に考えられるようになった。」、「自分の持っている AV 機器の操作感覚が変わった。たとえば、ボリュームを 5dB くらい下げてもよさそうなどと考えたり、カーオーディオで曲によって山付けを変化させて聴こえ方の変化を楽しんだりできるようになった。」、「周波数、音圧レベルを意識できるようになった。」などの主旨の回答があった。これらのことより、音圧レベル差、純音の周波数、バンドノイズの中心周波数、周波数特性の山付け、残響時間の訓練などは、それぞれの物理特性を理解し、聴覚印象とうまく対応づけることに役立ったと考えられる。

第 2 段階の試行を通じて、企業側スタッフは聴能形成の効果を確認した。さらに、聴能形成システムの運用や訓練のやり方などにも精通することができた。実際、聴能形成システムは、うまく動作していたし、企業側のスタッフは、聴能形成をうまく運用することができるようになった。このような過程を通じ、企業側スタッフは、当該企業への聴能形成の本格導入の準備を完了することができた。

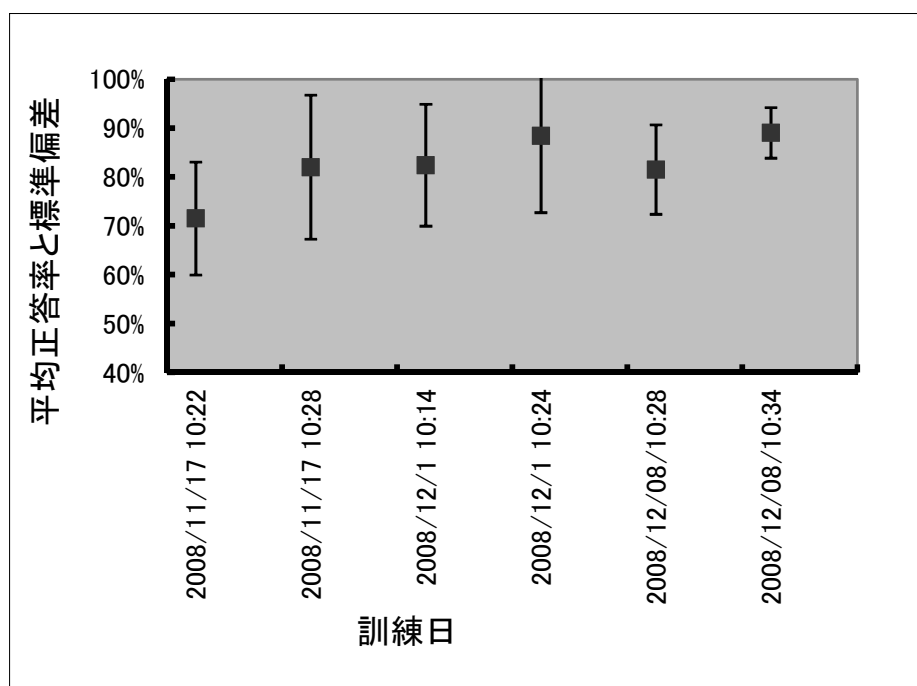


Fig. 4.1: 1/3 オクターブバンドノイズの中心周波数判定訓練の結果: 平均正答率と標準偏差をセッション毎に示す

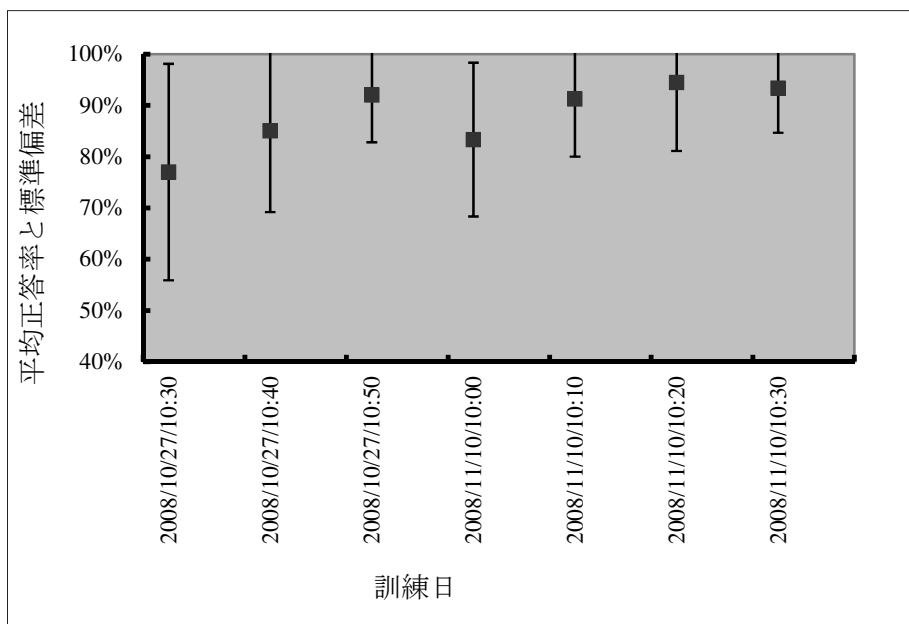


Fig. 4.2: 5dB ステップの音圧レベル差判定訓練の結果: 平均正答率と標準偏差をセッション毎に示す

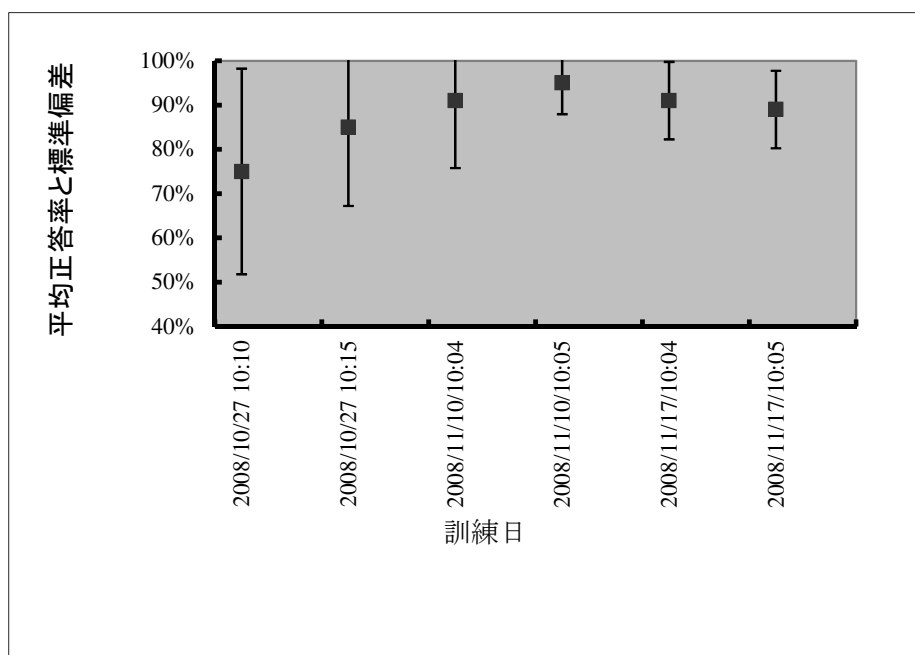


Fig. 4.3: 125Hz から 1kHz までの山付特性判定訓練の結果: 平均正答率と標準偏差をセッション毎に示す

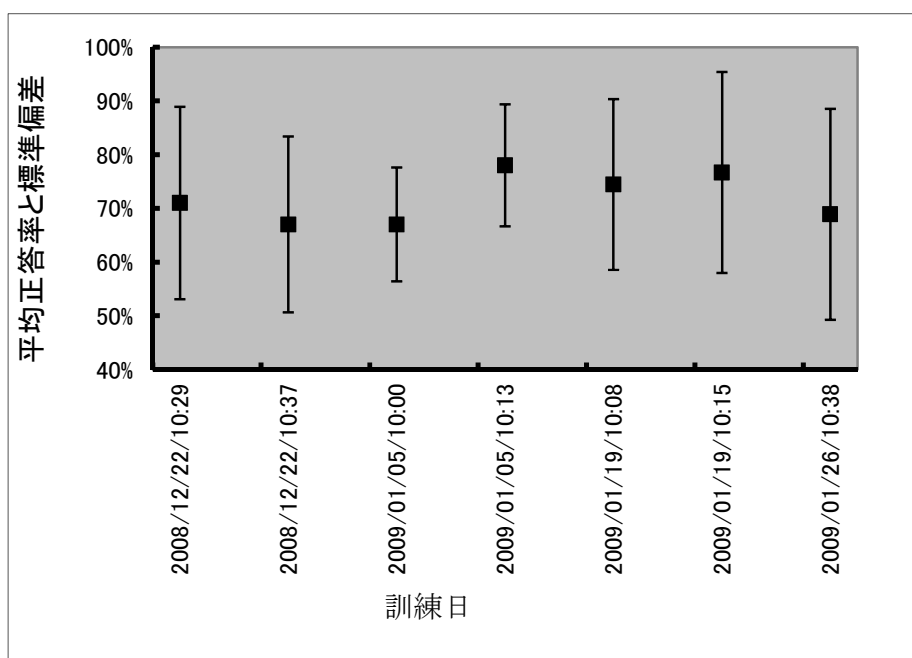


Fig. 4.4: 125Hz から 8kHz までの山付特性判定訓練の結果: 平均正答率と標準偏差をセッション毎に示す

#### 4.1.5 当該企業における現在の聴能形成カリキュラムの状況

現在、当該企業は、3種の聴能形成プログラムを確立している。それらの聴能形成プログラムを企業側のスタッフのみで、運用している。

基礎聴能形成コースは、新入社員研修の一部として、新人エンジニアに対して行われている。そのコースは、5日から9日程度からなるコースで、一回あたりの訓練時間は60~120分程度である。主として9日間90分のコースであるが、新入社員研修の都合で年度によって変わることがある。このトレーニングのシラバスは、期間を短くした短縮版であり、基本と応用の判定トレーニングを含んでいる。具体的には、5dBステップと2dBステップの音圧レベル差、バンドノイズの中心周波数、音楽の山付け周波数、ボーカルと伴奏のミキシングレベルバランス、残響時間の訓練である。受講者の履歴や配置予定の部署によらず、全てのエンジニアが入社時に受講するように計画されている。日本では、新規雇用は通常4月から始まるので、企業は新入社員向け社内研修をその時期に行う。基礎聴能形成プログラムは、そのような新入社員研修の一部となった。新入社員は、音響関連企業の一員となったので、そこで必要とされている音に対する感性を身につけることが期待されている。従業員の音に対する感性が向上することが、当該企業内で企業文化においてもよい効果をもたらすことが期待されている。

聴能形成の上級コースは、30代のエンジニアに対して行われている。主なターゲットは音



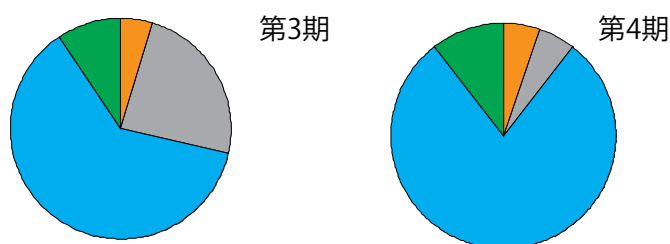
響エンジニアであるが、ソフトウェアのエンジニアも受講している。この上級聴能形成の目的は、エンジニアの能力を上げることである。90分間で延べ14日からなる、このコースは、基本トレーニングと実務的なトレーニングの両方を含んでいる。訓練のシラバスは第2試行のものとはほぼ同様である。いままで、20期以上実施され、毎回約20名のエンジニアが参加した。ここで「期」というのは、それぞれの参加者が聴能形成シラバスを完了した期間の意味である。

それぞれの期において、アンケート調査が実施されている。Fig. 4.5は、第3期と第4期の受講者に対するアンケート調査の結果である。「全くそうではない、そうではない、どちらでもない、その通り、全くその通り」の回答カテゴリに分けて示している。質問内容は、「聴能形成の学習内容は期待通りだった」、「聴能形成によって、音に対する聴き方、考え方に転換があった」、「さらに上級トレーニングを受講したい」の3つである。参加者の多くは、「全くそのとおり」もしくは「そのとおり」のカテゴリの回答をしている。この種の調査では、ポジティブバイアスの効果があることを考慮する必要があるが、多くの参加者が聴能形成の効果認め、上級トレーニングを受講することを望んでいる。さらに、受講者から以下のような要望もあった。「弁別や識別トレーニングのコツを知りたい」、「自分の業務に直結した訓練をしたい」、「それぞれの訓練が自分の業務に効果があるのか知りたい」、「もっといろいろな音や音楽で訓練をしたい」、「パーソナル版で聴能形成を続けたい」などである。これらの要望は、聴能形成に対する積極的な反応であると考えられる。もちろん、聴能形成に否定的な意見もあった。「聴能形成の効果が理解できない」、「聴能形成は、音の良し悪しを判定するための訓練とは思えない」などである。これらのコメントは、企業内で聴能形成を改善していくためのヒントとなるであろう。

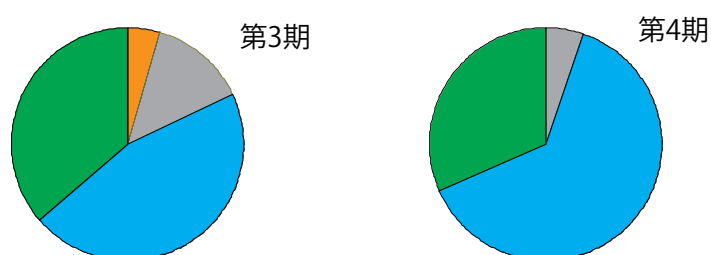
アンケート調査の自由記述で特徴的だったこととして、「講義があったのがよかった」、「講義の時間をもっと増やしてほしい」などの記述が多かったことが上げられた。九州大学における聴能形成も訓練ばかりでなく講義も重要視しているが、企業においても講義の重要性が改めて認識された。企業の聴能形成担当者によると、化学分野や半導体分野などに従事している受講者には、特に講義の需要が高い傾向がある事が分析された。企業では、引き続き講義のスライドやデモンストレーション内容の改訂が行われている。

パーソナル版聴能形成システムの要求が多かったので、Webベースの聴能形成システムが企業内で構築された。このシステムは、試用段階であるが、従業員は、いつでも企業内のどこからでもシステムにアクセスすることができる。しかし、実際に利用した人数は、さほど多くなかった。現実的には、勤務時間内に訓練をする時間をつくるのが簡単ではなかったからだと思われる。さらに、勤務時間内にパーソナル版を利用していることが、遊んでいるように見えるのでアクセスをためらったのではないかとすることも考えられる。個人で訓練を行うパーソナル版トレーニングの受講動機を高く保つことは難しいことがわかった。

聴能形成は期待通りのものであった



聴能形成によって音に対する聴き方や考え方に転換があった



さらに上級トレーニングを受講したい

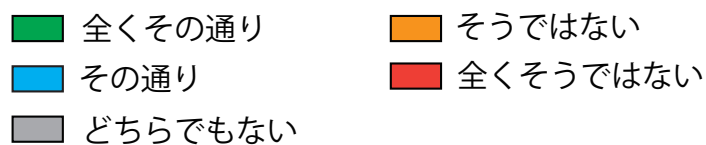
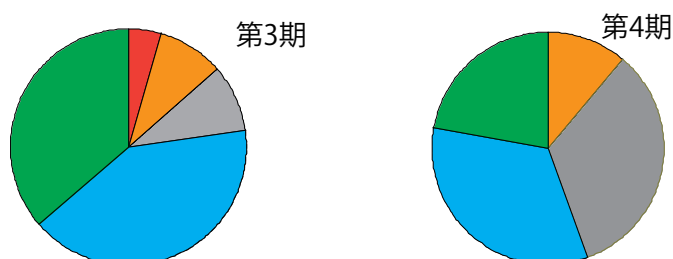


Fig. 4.5: 企業における聴能形成に関するアンケート結果: それぞれの間に対する回答カテゴリ比。回答数は第3期 22名, 第4期 19名。

#### 4.1.6 まとめ

本節では, 九州大学音響設計学科の聴能形成カリキュラムを企業に移転した過程を報告した。九州大学と企業のスタッフは計画段階から2回の試行段階を含め, 聴能形成の実務につ

いて綿密に打合せを重ねた。その結果、九州大学から企業へのノウハウも含む移転をスムーズに行うことができた。

試行における参加者は、聴能形成に満足していた。参加者は、聴覚的な印象を音の物理的性質と関連づけて聴くことができようになった。そして、聴能形成の効果を認めた。参加者は、系統的なリスニング体験の重要性を理解していた。上級コースの受講を希望する者もいた。さらに、グループ内で系統的なリスニング体験を共有することの重要性を指摘された。聴能形成に参加することは、グループ内で、音の品質についての相互コミュニケーションを改善するものと期待されている。

2回の試行訓練は、企業側スタッフにとって、九州大学方式の聴能形成のマネジメントを学ぶのに、重要であった。この実際に訓練を行ったという試行によって、聴能形成の本格的導入がスムーズに行えたと言える。当該企業では、聴能形成を社員教育として開始することができ、うまく継続できている。

## 4.2 韓国・ドンア大学の事例

### 4.2.1 はじめに

音楽学習者にとって「音に対する感性（音感）」は、演奏や作品創作を行ううえで欠かせないものである。音楽学習者に対する伝統的なイヤーク・トレーニングの方法としては「視唱」と「聴音」があり、ほとんどの音楽大学のカリキュラムに取り組みされている。その主な目的は、基礎的な発声練習と歌唱訓練を通して、読譜能力と聴音能力を身に付け、基本的な音楽の能力をそなえた音楽演奏家や音楽教育者として育成することである。

韓国の東亜大学校（Dong-A University）芸術大学音楽学部は、1966年12月に韓国の釜山市では最初に、音楽に対する審美的な眼目を育ち、理論と実技に優れた演奏家や理論家を養成するために開設された。現在（2011年）、音楽学科は「声楽」と「実用音楽」の2つの専攻に分かれているが、基礎共通科目として「西洋音楽史」「音楽通論」「伝統和声学」「ジャズ和声学」「国楽概論」「コンピュータ音楽」など、西洋クラシック音楽と韓国の伝統音楽を基盤にIT技術の領域までを取り入れた特徴的なカリキュラムを持つ。本節では、2011年度に韓国の東亜大学校芸術大学音楽学部の学部生と芸術大学院コンピュータ実用音楽専攻の大学院生に対して行なった音響教育の事例を報告する。

本節は、東亜大学校のカリキュラム編成の変更に伴い、芸術学部と芸術大学院にそれぞれ「音響聴能実習Ⅰ・Ⅱ」と「聴能形成」という科目が新たに開設されたことを機に、音楽専攻者に体系的に行なった音響教育の事例報告を行う。授業では、R. マリー・シェーファーの「サウンド・エデュケーション」と九州大学芸術工学部音響設計学科で開発した聴能形成を取り入れ、授業の進度に合わせて音響学の講義を行なった。受講者に対するアンケートやインター

ビューなどを基に、韓国の音楽専攻の大学生および大学院生にサウンド・エデュケーションと聴能形成を活用した音響教育の実施事例を報告するものである。

#### 4.2.2 授業の構成

##### サウンド・エデュケーション

サウンド・スケープの思想を提唱したマリー・シェーファーは、音楽教育においても積極的な活動を行ってきた [18]。特に、彼のサウンド・エデュケーションは、世界の音楽教育者たちに大きな反響を呼び起こしたが、その対象が「広義の音楽（聴くものすべて）」であったため、既存の音楽教育の現場において注目を集められなかったところもある。しかし、近年、日本の第一線の音楽教育の現場で、様々な取り組みが積極的に展開されており、日本音楽教育学会からはそれらの事例をテーマにした特集号「サウンド・エデュケーション—音、音楽、教育実践への通路—」も刊行されている [19]。

本講義を受講した韓国の東亜大学の音楽専攻の学部生と大学院生に対しても、耳を澄まして「音を聴く」ことの重要性を体験してもらうため、授業はサウンド・エデュケーションの課題を最初に行なった。普段、音楽専攻者である彼らが耳にしていると意識している主な音は、楽器の「楽音」や人間の「歌声」である。サウンド・エデュケーションの実施により、彼らの音に対する世界観が広がり、音が持つ意味や価値が考察できるようになることを学習目標とした。

マリー・シェーファーは、環境の中に絶えず展開されるサウンド・スケープを巨大な「音楽作品」として考え、音楽教育において楽器を演奏したり、楽譜を読んだりすることより「音を発見」することに夢中になることが大事であると主張した。サウンド・エデュケーションは、環境の音に耳を傾けて「音」に対する豊かな感性を育むための音楽教育プログラムであるといえよう。

実際に、授業で行なったサウンド・エデュケーションの主な課題は、マリー・シェーファーの「サウンド・エデュケーション」[18]と「音さがしの本」[20]を参考に、実習に適切なものを選定した。例えば、「聞こえてくる音のすべてを紙に書きなさい」「目を閉じたまま、動く音を指で指しながら追跡しなさい」「人の足音など、特定の音を聴きながらその数を数えなさい」「音の日記を書きなさい」などと指示した。

##### 聴能形成

東亜大学の聴能形成の授業は、九州大学芸術工学部音響設計学科の授業で用いている音源を主に用いて行った。一部の訓練には、この授業のために、新たに音源を作成した。音源提示には、専用ソフトウェアを用いたが、回答は回答用紙を用いて行った。

実施した訓練と順序は九州大学での聴能形成カリキュラムを参考にした。最初に、高さ、大きさ、音色の弁別訓練を行い、聴能形成に慣れてもらった。その後、音圧レベル差判定、純音の周波数判定、バンドノイズの中心周波数判定、音楽音のオクターブバンド強調（10dB山付け）の訓練を行った。後学期には、九州大学の聴能形成 II の訓練の中から、音楽音の6dB周波数山付けの訓練とボーカルと伴奏音のミキシング・レベルバランスを判定する訓練を行った。

#### 4.2.3 受講者に対するアンケートとインタビュー

##### アンケート調査の結果

前期の授業の最後に、受講者を対象に聴能形成を活用した音響教育について、アンケート調査を実施した。アンケートでは、音楽専攻者たちが聴能形成をどう考えているのかを探るため、本授業を受けて「良かったと思ったこと」「悪かったと思ったこと」「実際に何か役に立ったこと」「ぜひやってみたいこと」などについて自由に意見を書いてもらった。受講者たちのありのままの意見を聞くため、アンケートは無記名で行なった。また、前もって成績評価と無関係であることも伝えた。アンケート用紙は、記入上の注意事項などについて十分な説明を行なった後、授業中に受講者たちに配った。アンケートの回収は、1週間後に自由に行ない、学部生から5件、大学院生から6件が集まった。それぞれの回収率は、62.5%と50%である。聴能形成を用いた音響教育に関する受講者による全体的な授業評価を行った。評価項目は、授業に対する「面白さ」「理解度」「関心度」「参加度」「満足度」について、5段階で評価してもらった。その結果、学部生と大学院生ともに、すべての評価項目において「やや良い」以上の評価をした。

アンケートの結果から、受講して良かったと思ったことに関して、「身の回りの音を集中して聴くという体験」が良かったと答えた者が5名いた。これは、音楽を専攻する学生にとっても良い機会となったと考えられる。また、「音楽の用語ばかりでなく、音響学の用語（単位）であるdBやHzについて、概念が理解でき、音で聞いて確認できたこと」が良かったと答えた者が3名いた。この経験は、音楽を専攻する表現者にとって、音響エンジニアとのコミュニケーションの基盤となるであろう。「様々な訓練を通して「聴く能力」を養うことができたこと」と答えた者が2名おり、聴能形成訓練により、聞き取り能力が向上したことが実感されていることがうかがえる。受講して悪かったと思ったことに関して、「音に対する物理量の計算方法を完全に理解するのに少し難しかった」と回答した者が2名おり、今後の授業改善に工夫の余地があると考えている。アンケート結果全体からは、音楽専攻の学生が、関連する科学技術分野としての音響学に興味を持てたことが読み取れた。Table 4.3 に、受講者に対するアンケート調査の結果を示す。括弧の中の数字は、受講者によるアンケートの回答数（複数可）を意味する。

Table 4.3: 東亜大学における聴能形成の授業のアンケート結果

Q 受講をして良かったと思ったことは？
<p>普段、耳を澄ませて聞いたことのない身の回りの音（自然，家，車，機械など）に対し， 集中して聴くという体験をしたこと (5)</p> <p>音に対していろいろな再考できたこと (4)</p> <p>理論と実習を通して音について勉強できたこと (3)</p> <p>音楽の記号には慣れていたが，「dB」や「Hz」 の概念が分かり，なお耳で音を聴いて確認できたこと (3)</p> <p>様々な訓練を通して「聴く能力」を養うことができたこと (2)</p> <p>音日記を通して，日常生活の音を様々な角度から分析してみたこと (1)。</p>
Q 受講をして悪かったと思ったことは？
<p>土曜日に授業があるのが良くなかった (2)</p> <p>音に対する物理量の計算方法を完全に理解するのに少し難しかった (2)</p> <p>授業の内容を理解しようとしたが，少し難しかった部分が多かった (2)</p> <p>特に問題はないと思うが，少し授業時間が長かった (1)</p> <p>訓練は役に立ったが，集中力の限界を感じた (1)</p>
Q 受講をして実際に何か役立った点は？
<p>dB の概念が分かり，実際に活用できるような気がした (1)</p> <p>音に対する判別や判定において，どの部分が弱いかなどが分かった (1)</p> <p>普段あまり気にしていなかった身の周りの音に対して耳を澄まして反応するようになった (1)</p> <p>音楽を専攻する人に必ず必要な授業である (1)</p> <p>和音の協和と不協和对して，科学的な理論に基づいて説明できることが役に立った (1)</p> <p>音に対する考え方が非常に広くなった (1)</p> <p>音に対して少し敏感になった (1)</p> <p>授業の日数が少ないため，まだ実際に役に立ったかどうか実感できない (1)</p>
Q 受講をして「ぜひやってみてみたいと思ったこと」は？
<p>電子楽器の電気抵抗の調節による音の違い や再生環境による音の違いについてやってみてみたい (1)</p> <p>音楽のミキシング時の音のバランスを取る課題をやってみてみたい。 (1)</p> <p>音楽をミキシングする時に，どうすれば自分のイメージした音ができるのかが知りたい (1)</p> <p>周波数について詳細に勉強してみたい (1)</p> <p>自分自身にとって判別が難しかった訓練に対して，判別能力を身に付けるようなことが できる課題をやってみてみたい (1)</p> <p>たまに，音を聴いて考える時間を設けたい (1)</p> <p>同じ音が聞く人の気分によって心理的にどう変わるかについて皆で議論をしてみたい (1)</p> <p>各自で音を出して，これらの音で新しい音を作ってみてみたい (1)</p>

## インタビュー調査の結果

後期の授業の最後に、学部生を対象に授業に関するグループ・インタビューを実施しインタビューには、学部生4名（男性1名、女性3名）が参加した。インタビューの目的は、受講者による授業内容に関するフィードバックであることを説明した後に、90分程度意見交換を行なった。大学院生に対しては、後輩たちに残したい聴能形成のための課題をテーマにしたレポートを提出するようにした。

彼らの聴能形成に対する意見をまとめた結果、「自分が専攻している楽器の基準となるような「自分の音」を探す訓練」を行ってみたいという意見が多かった。「楽器単独の山付け訓練」や「ヴォーカルの山付け訓練」などを、まずは音を聞いて識別する訓練を通して基本的な感覚を養った後、機材などを直接操作して音の感覚を身につけたいという要望もあった。

また、サウンド・エデュケーションに関する意見としては、「地域の音を探す」課題から思い出したものであるが、ある一つのモノを指定して、そのものから出せるすべての音を探す課題も良いという意見があった。

### 4.2.4 まとめ

韓国の東亜大学校芸術大学音楽学部・大学院の学生に対して、音響教育を行った事例を報告した。授業科目名は、音響聴能実習、聴能形成という名称であった。授業内容には、サウンド・エデュケーション、聴能形成などをとり入れ、授業の進度に合わせて、音響学の講義を行った。受講者に対するアンケート結果から、授業内容に非常に興味をもってもらったことが分かった。

## 4.3 移転のまとめとしてのカリキュラムの構成法に関する考察

4.1, 4.2で、聴能形成カリキュラムの移転について述べた。本節は、移転のまとめとして、著者が移転活動を通じて考えた、カリキュラム構成法について述べる。

音響学、音響産業、音楽などの音関連分野への聴能形成導入については、周波数、音圧レベル差、スペクトル（山付け）を中心とする基本コースと、それぞれの分野で直接役に立つ実践的な訓練からなる応用コースの2段階に分けてカリキュラムを構成すると整理しやすいと考えている。基本コースでは、音を聴いて回答するという聴能形成になれる意味でも、音を注意深く聴く態度を身につける訓練という意味でも、ピッチ弁別、強さ弁別、音色弁別の訓練から始めると導入しやすいと考えている。その後、音圧レベル差、周波数、周波数特性の山付けの順で導入するのが訓練しやすいであろう。聴能形成は、聴覚印象と音響物理量の対応をとる訓練であるから、それぞれの訓練を始める前に、各音響物理量の講義の時間をとり、きちんと理解させることが重要である。

音圧レベル差は、一般的には 5dB ステップの判定ができれば、訓練としては十分であると考えているが、難しさを実感させる意図があるのであれば、2dB ステップの訓練を行うのは、意義がある。周波数判定の訓練は、音響学、音響産業における聴能形成においては、ISO のオクターブ周波数を基本とするのが実践的であろう。応用コースにおいては、1/3 オクターブ周波数の訓練を行うことも訓練項目の候補となると考えられる。周波数特性山付けの訓練では、基本コースでは、単一周波数帯域を 10dB 強調した音を用いるのが適切であろう。応用コースでは、複数周波数帯域を強調したり、特定の帯域を弱め、その弱めた周波数を判定されるような訓練が考えられる。

本節では、著者が聴能形成の移転活動に携わった経験から、上述したように、聴能形成訓練を必要に応じて、基本、応用のカテゴリーに分け、カリキュラムを構成することを提案する。また、新しい訓練項目を始める前に、対応する音響物理量を説明する講義の時間をとり、被訓練者にきちんと理解させることが重要である。



## 第5章 聴能形成教育の普及

本章では、聴能形成の普及のために、著者らが行っている活動について、公開講座の実施内容を中心に記述する。

### 5.1 聴能形成担当者の不足について

4章で記述したように、聴能形成は、教育機関だけでなく、産業界からも注目されている。しかし、実際に聴能形成を導入しようとした場合、適当な担当者がおらず、そのために導入ができないことが多くあった。つまり、聴能形成の実務を経験したことがあり、組織内で実務を担当できる者が、不足していることが、聴能形成導入の障害となっている。

この問題を解決するために、詳細は5.2節で述べるように、著者らは、公開講座を開講し、聴能形成実務担当者を育成している。

### 5.2 公開講座による聴能形成教育者の育成

#### 5.2.1 はじめに

近年、音響産業界の企業が、聴能形成に興味をもっている。聴能形成を行って、企業内の従業員の音の感性を磨きたいと考えているからである。さらに、さまざまな分野の大学が、音響や音楽コースの一部として聴能形成の導入を計画している。しかしながら、企業や大学の教育スタッフが、聴能形成のようなカリキュラムを提供するのに十分な知識と経験を持っているわけではないことが問題となっている。

著者らは、音響関連企業が聴能形成カリキュラムを立ち上げることを支援してきた [10]。そして、さまざまな業界で聴能形成が利用でき、応用できる機会があることを認識している。聴能形成プログラムを正しく実行できるようにし、効果的に実施するには、熟練したインストラクタが必要である。つまり、聴能形成プログラムを計画し管理できるインストラクタである。この社会的要求に応えるため、聴能形成インストラクタを養成するために、九州大学の公開講座として、「聴能形成実務担当者養成講座」を開設した。

2010年の初回は、講座は1日で10時から17時までの実施だったが、2回目の2011年以降、受講者から希望により、講座は2日間にわたって実施している。これは、遠方からの参加者の移動の便を考えてのことである。著者らは、この公開講座の実施を担当してきた。2015年

現在、公開講座の全受講者は36名である。参加者の多くは、それぞれの組織において、聴能形成の開始を計画していた。参加者の中には、すでに聴能形成を実施していたが、それぞれのカリキュラムをより改善しようとしている人もいた。本節では、聴能形成実務担当者講座の内容とその成果を示す。

### 5.2.2 まずは聴能形成を体験すること

公開講座の受講者は、聴能形成に興味をもっているが、大半の受講者は、聴能形成の詳細を知らなかったり、聴能形成のようなプログラムを体験したことがない。それぞれの機関に聴能形成をうまく取り込むには、講座の受講者が聴能形成を体験し、聴能形成プロセスの手段と目標を理解する必要がある。公開講座は、聴能形成の背景と概要を知ることからはじめる。

聴能形成の概要紹介に続いて、受講者には、九州大学の聴能形成を体験させる。(詳細は本論文の1章および [2], [21] を参照のこと) 聴能形成の体験を通じて、参加者は、音の聴覚印象と物理特性の間の関係の系統的な聴覚記憶を得ることの重要性を理解することができる。この記憶(認知)を育成することが、聴能形成の主な目的なのである。

### 5.2.3 聴能形成の運用

聴能形成インストラクタは、聴能形成カリキュラム全体を計画し運用しなければならない。公開講座では、より価値のある聴能形成シラバスを作成し実施するための運用方法に関することも学ぶ。公開講座の一部で、聴能形成カリキュラムの例として、標準的な基本レベルの聴能形成プログラムと上級者向けのプログラムの例が示される。

基本レベルの聴能形成プログラムは、周波数、音圧レベル、スペクトルといった、音の基本的な性質と関係づけられる音の感性を鍛えるためのものである。基本の聴能形成プログラムは、これらの音の基本的な性質を聴き分けることから始める。続いて、これらの性質を識別する訓練を行う。訓練の内容が、聴きわけることから、異なる音の物理量の何がどれくらい違うのかを聴いて判定することに移行する。公開講座では、効果的な訓練課題の適切な順序も学ぶ。基本の聴能形成プログラムは、たとえば、音響関連産業の新入社員教育にとりいれることができるものであると考えられる。もちろん、大学の基礎音響学の課程でも役に立つものであろう。

上級者向けの聴能形成プログラムには、より実務的な訓練をふくむ。たとえば、ボーカルと伴奏の音のレベルバランスや、残響時間や、機械音の山付け周波数を判定する課題である。上級向け聴能形成プログラムは、音響エンジニアやサウンドデザイナー向けの社内教育として使うことができるものであろう。もちろん、大学で音響学や音楽学を学ぶ学生にとっても、効果的である。

聴能形成の課題に加えて、訓練に関連した音響学的な短い講義も行われる。このように、訓練の前に行われる講義は、インストラクタが聴能形成受講生に、個々の訓練の目的を理解させるために効果的である。公開講座では、これらの講義の効果的な実施方法も解説する。たとえば、音響物理量を正しく説明させること、グラフや音響デモンストレーション等を使って、視聴覚的に訓練内容と目的を理解させること等である。

全ての聴能形成インストラクタは、それぞれの訓練課題の目的を理解しておかなければならない。つまり、インストラクタは、訓練音源をつくることができなければならない。公開講座では、音響波形編集ソフトウェアを使った、波形の切り出し方のコツとして振幅が十分小さい時刻で切り出す方がよいことや訓練音源の長さは10~20秒程度とするのがよいことを紹介している、また、周波数特性山付けの訓練音源作成のコツとして、最近広く利用可能となってきた放送局向けのラウドネス管理ソフトウェア（プラグイン）を使うことなども紹介する。公開講座では、訓練音源作成のための実用的な知識も身につけることができる。

聴能形成を行うために、最小限なシステム構成は、音再生プレーヤ、アンプ、スピーカまたはヘッドホンであることを紹介する。訓練参加者からの反応は、回答用紙を用いて回収すればよい。

聴能形成用にカスタマイズされたシステムは、聴能形成を効果的に行うのに便利である。公開講座では、九州大学のシステムが例として紹介される。このシステムは、ホストコンピュータ、携帯情報端末(PDA)と音響再生システムから構成される。(詳細は、本論文の2章及び[17]を参照)ホストコンピュータは、音を提示し、訓練参加者からのフィードバックを回収し、PDAを使った応答端末を通じて、フィードバックを行う。

西村により制作公開されているWebベースの聴能形成システムも紹介している。このシステムはGNU General Public Licenceに基づいたソフトウェアとして提供されており、聴能形成を行うには、非常にすぐれた構成となっている[7]。このシステムは、ヘッドホン受聴を前提とした、非同期提示の聴能形成訓練である。ネットワークとサーバーおよびクライアントが十分高速であれば、待ち時間等のストレスなく稼働するものであり、自習向けを含めた聴能形成の導入評価には適当なシステムと考えられる。

公開講座の最後に、聴能形成に関して議論の時間をとった。この時間は、講座の参加者からの質問に答えたり、著者らが聴能形成に関してさらなる情報を提供したり、注意事項を付加したりする時間として使われた。公開講座参加者が、自分達のプロジェクトの状況を説明したり、議論したいトピックを提案することが積極的に行われた。著者らや他の参加者は、これらの個別のプロジェクトに内在する課題を克服するために役に立つ助言を相互に与えることができた。

この議論の時間は、参加者同士の交流の機会でもあり、また情報交換の場でもある。一般的に、公開講座の参加者は、聴能形成に対して異なる課題をもち、異なる段階にあるので、異なる状況における講座受講者間の会話は、役に立つ知識を共有する機会である。このような、講座受講者間の議論は、聴能形成インストラクタにとって、良い情報提供の機会となっ

Table 5.1: 公開講座のアンケートで選択されたカテゴリの数

講座の満足度
とても満足: 20, 満足:16, 不満: 0, とても不満: 0
講座の内容が理解できたか
よく理解できた: 25, 理解できた: 9, すこし難しかった: 2, 理解できなかった: 0
講座の内容について
とても役に立つ: 26, 役に立つ: 9, 役に立たない: 0, 全く役に立たない: 0 (無回答: 1)

ている。

#### 5.2.4 結果とまとめ

毎年、公開講座参加者に対して、自由記述と選択式の質問によるアンケート調査がおこなわれる。2010年から2015年までの6回の講座で36名から回答があった。その結果をTable 5.1に示す。

講座の満足度に関しては、全ての参加者が、「とても満足」もしくは「満足」と回答していた。自由記述欄には、「講座の最後の議論の時間が聴能形成の体系的な理解に役にたった」、「九州大学の聴能形成を体験できて良かった」、「人的交流の機会が持てたのが良かった」などの意見が書かれていた。

講座の理解度に関しては、ほとんどの参加者が、「よく理解できた」もしくは「理解できた」と回答していた。参加者は、全体的な講義内容や実際のデモンストレーションの効果を認めていた。しかし、2名の参加者は、やや難しかったと回答していた。これは、当該参加者が、音響学的な知識が十分ではなかったからではないかと考えている。

講座の内容については、ほとんどの参加者が、「とても役に立つ」もしくは「役に立つ」を選択していた。参加者にとって、講座はそれぞれの組織内へ聴能形成カリキュラムを適用するのに十分実用的であったことを認めていた。

アンケートの結果より、講座の内容は、各参加者に対して適切なレベルで、価値ある内容を提供できるように再構成されている。講座の受講者は、受講後に自分達の聴能形成を開始している [5], [8]。さらに、最近の公開講座の受講者は、聴能形成をもっと広い領域へ応用するようなアイデアをもった人もいた。たとえば、社会的な学習の場への適用だったり、ビジネス展開などの分野である。このように、聴能形成実務担当者講座は、聴能形成をより価値のある音響トレーニングツールとして、プロモーションするために役立っていることがわかった。

## 第6章 結論

本論文では、九州大学音響設計学科の聴能形成の特徴を改めて整理するとともに、その特徴に合わせた訓練システムの開発とその運用の改善を成し遂げた。さらに、聴能形成を他組織への移転を成功させるとともに、聴能形成担当者の育成活動を行い、受講者が満足しているという成果を得た。

第1章では、聴能形成を九州大学におけるカリキュラムに沿って概説した。さらに、他大学、他組織における事例や、海外を含む、関連トレーニングの動向を述べ、九州大学の聴能形成のオリジナリティである集団訓練と「音のイメージ」の共有の重要性について論じた。

第2章では、聴能形成に必要とされるシステムとその構成例を述べた。本学で現在稼働しているシステムを中心に述べたが、さらに、移動可能なシステムの構築についても述べた。

第3章では、伊都キャンパスへの聴能形成Iの移転に伴う対策とその効果を述べた。過去の年度の訓練の成績との比較や、アンケート調査により、基幹教育開始後の1年生前期の専門科目として、聴能形成Iが適当であったことを論じた。

第4章では、他組織へのカリキュラムの移転事例として、ヤマハ株式会社への移転過程を詳細に述べたとともに、その成果を論じた。また、韓国の東亜大学への聴能形成の導入の事例なども報告し、効果を論じた。さらに、移転事例を元に、カリキュラム構成法について論じた。

第5章では、聴能形成教育の普及のために、著者らが認識している聴能形成担当者の不足を解消するためにおこなっている公開講座による聴能形成教育者の育成について述べ、その効果をまとめた。

このように、本論文では、著者が取り組んできた、時代に合わせた聴能形成カリキュラム、聴能形成システムの開発とその運用について行った成果を述べ論じた。特に聴能形成システムは、特注の大きなシステムを構成するのではなく、個別に入手可能な製品や部品を業界標準のインターフェースで接続しシステムを構成した。その結果、システムの管理の負荷を軽減することができた。さらに、伊都キャンパスで聴能形成Iの授業を実施するための移動可能なシステムも開発・構築することができた。

また、基幹教育の開始などの変化に対応した聴能形成教育のあり方についても論じた。1年生前期の最初の専門教育科目として、聴能形成を実施した。聴能形成のための専用の教室を持たない伊都キャンパスでの普通教室での実施というような、これまでになかった状況においても、従来と聴能形成と同等の教育を提供することができた。アンケート結果からは、受講者

が1年生前期における聴能形成Iの必要性を認めていることを示すものと考えられる。1年前期に唯一の専門科目として聴能形成Iを実施したことは、受講者によって支持されていると考えられる。アンケートによって示された学生の意識によると、1年前期の専門科目枠に聴能形成Iを選択した音響設計学科の判断は、間違いではなかったものと考えている。

さらに、著者が近年力をそそいでいる、音響関連企業での企業教育としての聴能形成の導入支援についても論じた。2段階に分けた試行運用を通して、企業側の聴能形成運用スタッフに対して聴能形成シラバスや運用ノウハウも含めて移転することができた。企業内教育としてのシラバス開発の支援も行った。また、当該企業のエンジニアや業務の内容に合わせた、新しい訓練音源の開発も行った。また参加者の個々の訓練における正答率の統計分析により、訓練シラバスの妥当性についても論じた。さらに、移転事例を元に、カリキュラム構成法について論じた。

また、音響関連の産業界からの要望により、聴能形成実務担当者養成講座を九州大学の公開講座として開講し、聴能形成インストラクタを養成することで、聴能形成に興味をもっている組織に対して、移転を促進することができた。多くの受講者が公開講座受講後に、所属組織内での聴能形成教育を開始していた。受講者に対するアンケート調査から、この公開講座は、受講者にとって十分な情報を与えることができ、満足されていることがわかった。

本論文では、以上のように、時代に合わせた聴能形成カリキュラム、聴能形成システムの開発とその運用について行った成果を述べ論じた。本論文の成果をもとに、九州大学音響設計学科の聴能形成が、音響設計技術者となるための学びを支援するとともに、音響関連産業界で活躍できる人材を育成する基盤となるよう、改善を続けてゆきたい。また、音響関連産業の人材育成のためにも、世界の教育機関や企業団体などへの技術移転も、引き続き行ってゆきたい。

# 謝辞

本論文は、筆者が九州芸術工科大学に着任して間もなく関わることとなった聴能形成に関して、著者の活動を中心にまとめたものであります。本論文執筆にあたり、熱心に指導してくださいました、九州大学教授 岩宮眞一郎先生に心より感謝の意を表します。岩宮先生におかれましては、なかなか仕事のすすまない筆者を辛抱強く指導してくださいましたこと、感謝の言葉がみつかりません。また、本論文をまとめるにあたり、有意義な議論とアドバイスをいただきました、九州大学教授 尾本章先生、准教授 高田正幸先生に感謝いたします。

著者が学生時代に聴能形成を受講したことが、本論文執筆のきっかけとなったことは、言うまでもありません。魅力的な聴能形成の授業をしてくださいました、九州芸術工科大学名誉教授（故）北村音壺先生、佐々木實先生に感謝いたします。

また、九州大学教授 中島祥好先生、准教授 上田和夫先生とは、聴能形成 II の授業を共に担当させていただいた時期がありました。その際に聴覚に関する議論をお聞かせくださったことが、本論文をまとめるために大変に参考になりました。深く感謝いたします。

聴能形成システムの実現にあたり、森尾謙一氏、倉光拓馬氏（当時 日東紡音響エンジニアリング株式会社）をはじめ、日本音響エンジニアリング株式会社（旧社名 日東紡音響エンジニアリング株式会社）のみなさまの協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

また、ヤマハ株式会社への聴能形成の技術移転に関しては、同社の伊藤寿浩氏、小林哲氏（当時在職）をはじめ、ヤマハ株式会社のみなさまの協力をいただきました。深く感謝いたします。

韓国での聴能形成の展開に関しては、駿河台大学准教授 金基弘先生（当時 九州大学学術研究員）のご協力とアドバイスにより進めることができました。厚くお礼を申し上げます。

本論文をまとめることが出来たのも、聴能形成の授業を楽しんで受講して下さった音響設計学科の卒業生、在学生の皆さんのからのフィードバックが支えとなっていたからであります。記して感謝いたします。

最後に、本論文執筆を支えてくれた家族に心から感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1] 北村音壺, 佐々木實 (監修), 岩宮眞一郎, 大橋心耳 (編), “音の感性を育てる -聴能形成の理論と実際-, ” 音楽之友社, 東京, 1996
- [2] Shin-ichiro Iwamiya, Yoshitaka Nakajima, Kazuo Ueda, Kazuhiko Kawahara and Masayuki Takada, “Technical Listening Training: Improvement of sound sensitivity for acoustic engineers and sound designers,” *Acoustical Science and Technology*, Vol.24, No.1, pp.27-31, 2003.01.
- [3] Jason Corey, “Audio Production and Critical Listening - Technical Ear Training -,” Focal Press (2010)
- [4] 丸井淳史, 亀川徹, “東京藝術大学音楽環境創造科における聴能形成について,” 音響教育研究会資料, EDU2011-1, pp. 7-12 (2011).
- [5] 江村 伯夫, 足立 創, 桜井 将人, 山田 真司, “音や色に対する感性を養う訓練カリキュラム,” 日本音響学会 2014 年 秋季研究発表会講演論文集, pp. 1459-1462 (2014).
- [6] 西村明, “文科系学生に対する聴能形成の意義と成果,” 音響教育研究会資料, EDU2011-1, pp. 13-18 (2011).
- [7] 西村明, “TCP/IP ネットワークと WWW ブラウザを用いる聴覚訓練システム,” 日本音響学会誌, 62, pp. 208-213, (2006).
- [8] 福田 容子, 山上 憲, 古賀 敦, 三浦 孝太, 金子 拓, “社内教育としての聴能形成について,” 日本音響学会 2014 年 春季研究発表会講演論文集, pp. 1449-1450 (2014).
- [9] 大脇達生, 玉村雅志, “カーオーディオエンジニアに対する聴能形成の事例報告,” 日本音響学会 2014 年 春季研究発表会講演論文集, pp. 1451-1452 (2014).
- [10] Kazuhiko Kawahara, Masayuki Takada, Shin-ichiro Iwamiya, Toshihiro Ito, “Transferring technical listening training curriculum at the Department of Acoustic Design, Kyushu University, to a corporation in the acoustics industry,” *Acoustical Science and Technology*, 37, 4, pp.157-164, 2016.07.
- [11] S. Kim, J. Corey, K. Kawahara, A. Marui, S. Olive, “Workshop: Listen Professionally or Train Your Ear!,” *AES 131st Convention New York, 2011*, (2011) Available at <<http://www.aes.org/events/131/workshops/?ID=2890>> [Accessed 29 July 2015].
- [12] S. Kim, K. Kawahara, D. Ko, S. Vase Legarth, A. Marui, M. Bassett, S. Olive, “Workshop: Listen Professionally or Train Your Ear!,” *AES 132nd Convention Budapest, 2012*, (2012) Available at <<http://www.aes.org/events/132/workshops/?ID=3073>> [Accessed 29 July 2015].
- [13] S. Kim, M. Bassett, J. Corey, K. Kawahara, S. Olive, “Workshop: Critical Listening: Ear Training in Audio Education,” *AES 141st Convention Los Angeles, 2016*, (2016) Available at <<http://www.aes.org/events/141/workshops/?ID=5201>> [Accessed 8 November 2016].
- [14] Sungyoung Kim, Timothy J. Ryan, Jason Corey, Doyuen Ko, Kazuhiko Kawahara, “Workshop7: Towards a Systematic Ear-Training Curriculum: Effective and Efficient Learning in Audio Education” *AES 50th Conference - Audio Education, 2013*, (2013) Available at <<http://www.aes.org/conferences/50/>> [Accessed 30 December 2016].



- [15] 日東紡音響エンジニアリング, “聴感実験システム「真耳」(聴能形成),” [http://www.noe.co.jp/product/pdt1/pd1\\_10.html](http://www.noe.co.jp/product/pdt1/pd1_10.html) (2015年2月24日参照).
- [16] A. Miśkiewicz, T. Letowski, “Timbre Solfege training in automotive industry,” *Proc. Forum Acusticum 2014*, 5 pages (2014).
- [17] 河原一彦, 高田正幸, 岩宮真一郎, “(研究速報) 携帯情報端末を用いた聴能形成訓練システム-九州大学音響設計学科の事例-,” *日本音響学会誌*, 70, 11, pp.599-600, 2015.11.
- [18] R. マリー シェーファー, “サウンド・エデュケーション,” 春秋社, 1992.
- [19] 日本音楽教育学会, “サウンド・エデュケーションー音, 音楽, 教育実践への通路ー,” *音楽教育実践ジャーナル*, 9 (1), 2011.
- [20] R. マリー シェーファー, “音さがしの本,” 春秋社, 1996.
- [21] 岩宮真一郎, “聴能形成 音に対する感性を育てるトレーニング,” *日本音響学会誌*, 69, 197-203, (2013).
- [22] Kazuhiko Kawahara, Masayuki Takada, Shin-ichiro Iwamiya, “Training course for instructors of technical listening training,” *Acoustical Science and Technology*, 37, 4, pp.185-186, 2016.07.
- [23] 岩宮真一郎, “聴能形成ー音に関わるプロフェッショナルのための「音の感性」養成カリキュラムー,” *音響教育研究会資料*, 1-6, 2011.
- [24] 河原一彦, “聴能形成のカリキュラムや運営について,” *音響教育研究会資料*, 19-22, 2011.
- [25] 栗山譲二, 二井真一郎, 北村音一, “純音の音色の因子分析的研究,” *音講論集*, pp. 657-658 (1979.6).
- [26] 河原一彦, 高田正幸, 岩宮真一郎, “音響設計学科の教育における最初の専門科目としての「聴能形成」の導入,” *九州大学大学院芸術工学研究院紀要*, 22, pp.1-9, 2015.03.
- [27] KIM KIHONG, Kazuhiko Kawahara, Shin-ichiro Iwamiya, “(Acoustical Letter)Case study of acoustic education for Korean music majors, *Acoustical Science and Technology*,” 35, 1, pp.62-65, 2014.01.