

音響教育を究め伝えるということ*

○荒井隆行（上智大・理工）

1 はじめに

科学研究費（以下、科研費）の細目表を見ると、「科学教育」という細目名が「総合領域」の下に存在する。科学教育に対する研究は昔から行われているが、このように最近是一段と重要視されている。その中には当然、音響教育も含まれる。すなわち、科学教育で議論されていることは、そのまま音響教育にも当てはまる。例えば、教科書に書かれた理論的な説明だけでは十分に理解できないことがある。そのような場合、適切な教材・教具が学習者の理解を促進することは様々なところで言われており、実際、多くのものが存在する。最近ではコンピュータやインターネットの普及により、ビデオ教材やマルチメディア教材などのソフト面も充実してきているが、加えて、直感的に扱えるタブレット PC などのハード面の普及も手伝って、電子教材の幅も急速な広がりを見せている。それに合わせて、教授法等についても様々な新しいものが議論されるようになってきている[1]。

そのような中、最新のものばかりではなく古くから伝統的に使われ改良が重ねられてきた教材・教具に見られるように、視覚や聴覚、触角などの五感に訴える教育は時代を問わず有効であり、音響教育においてもそのことは例外ではない。音響現象は必ずしも目で見て明らかなものばかりではない。例えば、空気中を伝搬する音波は目には見えない。それを直感的に説明するためには、何らかの可視化をすることが有効である。さらに、目には見えていても現象が速いために、それを確実に捉えることができないこともある。そのような場合には、ゆっくりと見せることも大事である。また、音のシミュレーションなどのように、普段、耳にすることが難しいものを可聴化することも有効である。また、音は聞くことでは

きたとしても、例えばある現象を観測したいときにどの部分に「注目」して聞いたらいいのかが分からないために、学習者の理解が進まないこともある。そのようなときには、音を加工処理した上で提示することも有効であることが考えられる。以上のように、音響学は特に「音」を扱う学問であるがゆえに、五感を最大限に活用するような教育が成果をあげているケースが多い。

日本音響学会においても、音響教育の技法や教材などを系統的に議論する必要性が指摘され、1997年に音響教育調査研究委員会が発足した。それ以来、15年以上も途切れることなく、委員会における議論や委員会が中心となって様々な活動が行われてきた（詳しくは、例えば[1]を参照）。そのような中、議論の1つ1つを発表し、社会に還元すると共に、より良いものへと議論を重ね、そしてそれを後世に残すことの重要性も指摘されていた。その1つの結果として、2008年から日本音響学会研究発表会でも、「音響教育」というセッションが設けられ、今までにも多くの発表が行われると同時に、講演論文集にてその内容が記録として蓄積されてきた。さらに、音響教育調査研究委員会が中心となって「音響教育研究会」が開催され、研究会において活発な議論が展開されるようになり、また研究会資料としても発表内容が残るようになってきた。

しかし、「音響教育を究める」ということを考えたとき、最終的には学術雑誌に原著論文として残すことも重要である。そのための努力は今までも行われてきているが、日本音響学会の現状を見たときに、そのような視点で書かれた論文の数は必ずしも多いとは言いきれない。今後、さらに音響教育上有益な様々な教授法、教材・教具等を議論し社会に還元し、後世に受け継ぐための大事な手段として、「教育論文」というも

* How we study education in acoustics and describe what we have studied, by ARAI, Takayuki (Sophia University).

のの在り方について本稿で取り上げると共に、音響教育を究めることについて考えた。

2 ある教育者・研究者の例

ここでは、著者自身の経験について紹介すると共に、著者が直面した問題やそれをどのように解決したかについて触れたい。今でこそ自分自身、本稿の冒頭で述べたの「科学教育」のカテゴリーの下で、科研費の助成を受けながら現在、音響教育を自分の研究の中でも大きな柱の1つとして据えつつ教育・研究に携わっている。しかし、初めからそうであったわけではなく、もともとは授業の中のちょっとした「壁」から始まった。

著者が本格的に大学教育に携わるようになった1998年以降、すぐにある問題に直面した。それは担当する講義の中で、文系・理系の学生に問わず音声に関わる音響理論や現象を、数式などを用いた難しい説明なしに直感的に理解してもらおうようにするためにはどうしたらよいか、という問題であった。そして、「母音が出る模型があったらいいな」と思うようになった。

その結果、2000年頃からまさにそれに代えるべく「声道模型」を試作し、授業で使ってみたところ、その教育的効果を実感した。それがはずみとなって2001年には、日本音響学会の春季研究発表会にて開催された「音響教育ツールデモンストレーション」にて発表したところ、音響の教育者・研究者からもポジティブなコメントをいただき、その中には実は自分もこういう工夫をしているよ、というようなアドバイスを複数いただくことができた。そのとき、皆それぞれに工夫しているんだなということを知ることができたと同時に、それがもっとシェアされたらいいのに、という気持ちを強く抱くようになった。

ところで2001年はちょうど、千葉・梶山らによる著書「母音 (The Vowel)」[2]の出版から60年の節目の年でもあった。もともと、この著書にある声道形状を参考に声道模型を作っていたが、千葉・梶山自身もこの著書の中で声道模型を作っていたことを記してあった。そこで、その当時のものと

まったく同じものを復元してみようと思いついた。その結果、声道模型に種類が増え、さらなる教育的効果を実感した。

そこで、同じく2001年に開催された音声言語に関する世界で最も大きな国際会議 INTERSPEECH (当時は EUROSPEECH) にて、声道模型の初期の取り組みを発表してみた。最先端の研究発表がメインの国際会議で、このような教育系の論文が認められるかどうか心配していたが、査読を通過し無事に発表することができた。ポスター発表以外にデモセッションでの発表を行った結果、世界中の音声研究の専門家たちから大きな反響を得ることができた。同時に、自分が考えている以上にこのテーマの奥深さを実感した。

その後、日本音響学会の研究発表会のスペシャルセッションや音響教育研究会、国際会議での発表を続けた。その積み重ねが功を奏したのか、2005年から科研費の助成を受け、幸い、現在に至っている。

その中で初期の成果を原著論文にまとめ、本学会が出版する英文誌 *Acoustical Science and Technology (AST)* 誌に Paper として投稿した。それが2004年末のことであった。しかし、その論文に対する査読結果は「掲載不适当」。残念な結果ではあったが、その「理由」として本学会編集委員会が示してくださった内容が、その後の自分の「教育論文」の質を高めることに大きく寄与したことに深く感謝している。

そのときの私の教育論文は、以下のような改善の余地があった：

- ・主張がぼけている。教育的効果を主張するのであれば、(定性的な記述にとどまることなく) その根拠を示す必要がある。
- ・「従来の上までは何が問題」であり、それを「どのように解決」したか、という問題解決型の展開になっていない。

以上の点を中心に論文を書き換え、AST 誌のシステム論文特集号に合わせて、2006年に再投稿した。

論文は幸い掲載されるに至ったが、その際、システム論文という枠組みであったこともあり、声道模型を中心とした教育シス

テムという系統的なまとめ方にも配慮した[3]。しかし、日本音響学会ではシステム論文というカテゴリーが別にあるわけではなく、従来の査読基準に照らし合わせて当該論文も査読を受けた。

このときの教訓を生かし、その後も教育論文を査読していただくチャンスにあえてチャレンジし続けた。その1つが、国際会議 INTERSPEECH への継続的な挑戦であった。採択率は必ずしも高くはないこの国際会議では査読もそれなりに厳しいが、2008年以降、声道模型関連での論文が毎年採録され続けている。その他に、国際会議 ICASSP にて論文投稿を試みた。この国際会議は音響・音声・信号処理に関する会議であるため、信号処理分野における音響教育を内容としたが、もともと"Education"がセッションのカテゴリーにあり、それを支える委員会もバックにある。そこで発表する機会も得た。

さらにもう1つ、声道模型に関する新しい成果を、アメリカ音響学会誌 (Journal of Acoustical Society of America, JASA) の原著論文として2010年末に投稿した。これは、JASA で音響教育特集号を組む、という機会に合わせたものであった。前回の反省も踏まえ、教育効果を入れることを初めから意識はしていた。しかし、査読結果にはやはり「効果」を示す根拠をより明確に示すようにとのコメントをもらった。幸い、条件付き採録になった時点で原稿を修正している間にその効果を示すことができ、修正原稿を再提出、最終的に採録に至り、2012年に出版となった[4]。

3 教育論文について

ここで、著者自身の経験を踏まえ、教育論文を執筆するに際して気を付けている点や、JASA の音響教育特集号から学ぶことを個人的な観点でまとめてみることにする。

3.1 教育的効果を示す例

AST 誌に採録された上記の論文を執筆する際、教育的効果を定量的に示すための工夫について考えた例があるので、それを紹介する。そこで直面したことは、声道模型を使った場合、使わなかった場合に比べて教育効果が上がった、ということをどの

ように検証するか、ということであった。

採用しなかった案としては、学習者を2つのグループに分けて、1つのグループには声道模型を使わずに母音の仕組みを講義、もう1つのグループには声道模型を使って講義。それぞれの講義の後、テストを行いその成績を比較するという案であった。この方法の問題点は、教育上、一方のグループに対してより丁寧に説明を行うことになり不公平になること、そして説明を2回行う必要があるなどがあった。

そこで、採用した案は次の通りである。まず声道模型を使わずに従来行っていた抗議を行う。そしてその時点でテストを行い、基準となる成績を得る。次に、追加の説明として声道模型を用いた講義を行う。そしてさきほどとまったく同じ問題のテストをもう一度行う。それによって、成績がどのように上昇したかを見るというものである。この方法で問題となるのが、当然ながら同じ問題を問う場合、2回目のほうが成績が上昇してしまうという根本的な問題。それを解決するために、設問の中に声道模型と直接的に関係するものと、そうでないものの両方を混ぜておき、それぞれの問題セットごとに成績の上昇率を比較することで解決した。

以上は一例に過ぎないが、教育効果をみるには常に上記のような問題が伴うものと考えられる。この例のほか、著者は常に「アンケート」を実施し、学習者からのコメントを得るようにし、それをまとめたものも論文に記述するようにしている。

3.2 JASAの音響教育特集号

著者自身、日本音響学会の音響教育調査研究委員会の委員を2003年から務めさせていただいているが、実はアメリカ音響学会 (Acoustical Society of America, ASA) にて発表したことが認められ、ASAの音響教育委員会の委員も同年から続けている。そのこともあり、ASAにおける活動もこの10年ほど見てきた。ASAではむしろ、物理教育としての音響教育が盛んな印象であり、高校でいかに物理を教えるか、そのために便利なツールや教え方は？などの議論を頻繁に目にする。その結果、毎年2回開催される ASA Meeting では、音響教育のセッシ

ョンではそのような報告で毎回、盛り上がっている印象が強い。

ただ、ASA でもそれを原著論文として JASA に投稿するケースはそれほど多くはないようである。そこで、JASA では初めて、音響教育特集号を組み、今後、教育論文を増やしていこうという試みが行われた [5]。JASA ではもともと、教育論文というカテゴリーが設けられている。そのことから、投稿者は投稿する際にその論文を教育論文として投稿するという選択が可能となっている。JASA の特集号 (2012 年 3 月) では、結果的に例えば、学生実験や教室でのデモンストレーションの工夫、基礎的な音響現象のコンピュータシミュレーション、数学的な導出を含む音響学的概念をいかに表現し伝えるかという教育上の議論を展開する論文など様々なものが出揃った。

そのときの編集作業を介して分かったことは、JASA においても教育論文に対する査読基準が明文化されているわけではなく、従来からの査読基準を採用し (査読基準を下げることはしない)、後は運用で教育論文も査読しているようであった。そこでの工夫は、教育的側面の議論に新規性があるかに重点を置く、従来からの研究成果を応用していたとしてもそれを新しい教育に取り入れたり新しい教材として開発しているものは尊重する、査読者には音響学の専門家だけではなく教育に精通している人を入れる、査読者には教育論文である旨を伝えるなどであった。さらに、もし音響的な側面と教育的な側面の両方を一度に査読することができるような査読者を見つけることができない場合は、一方の査読者には主に音響的な側面についてを査読してもらい、他方の査読者には逆に教育的な側面を査読してもらうというような工夫もあったようである。

4 おわりに

著者が音響教育に関して進めてきた活動を通して、音響教育を究めることについて議論してきた。日本音響学会においても今後、より多くの教育論文が学会誌に掲載されるように願っている。そのためには、書く側にも査読する側にも今まで以上に意識

の改革をする必要があるかも知れない。書く側は、教育論文だから他の論文とは査読基準が根本的に別であると勘違いしないようにしていかなければならない。一方、査読する側は教育論文を他の論文と同じように査読するのではなく、教育論文であることを認識し、教育論文だからこそ見るべきポイント、気を付けるポイントを理解し配慮していただく必要があろう。また、このように教育論文に対して査読ができるような豊富な人材を増やし、常時、査読に回せる体制を確立するなどのことも考えられる。そして、音響教育調査研究委員会がその活動の範囲を広げられるように常設の委員会に移行すると共に、それを拡大したような委員体制も必要なのかも知れない。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、今まで関わってくださった多くの方々に感謝申し上げます。特に、日本音響学会音響教育調査研究委員会、編集委員会、アメリカ音響学会音響教育委員会、上智大学荒井研究室の各メンバーには厚く御礼申し上げます。内容の一部は日本学術振興会の科学研究費 (24501063) の助成を得た。

参考文献

- [1] 荒井隆行, “小特集「現代のニーズに即した魅力ある音響教育」にあたって,” 日本音響学会誌, 64(1), 27-28, 2008.
- [2] T. Chiba and M. Kajiyama, *The Vowel: Its Nature and Structure*, Tokyo-Kaiseikan Pub. Co., Ltd., Tokyo, 1941.
- [3] T. Arai, “Education system in acoustics of speech production using physical models of the human vocal tract,” *Acoust. Sci. Tech.*, 28(3), 190-201, 2007.
- [4] T. Arai, “Education in acoustics and speech science using vocal-tract models,” *J. Acoust. Soc. Am.*, 131(3), Pt. 2, 2444-2454, 2012.
- [5] P. S. Wilson, “Preface,” *J. Acoust. Soc. Am.*, 131(3), Pt. 2, 2355, 2012.