

文系学生に対する音響学教育 -言語聴覚士養成課程での実践-

The Education of Acoustics for the Students with Arts Background -A Practice in Speech Therapist Classes-

吉田友敬

Tomoyoshi YOSHIDA

名古屋文理大学情報文化学部

School of Information Culture, Nagoya Bunri University

tyoshida@nagoya-bunri.ac.jp

概要

近年、看護・リハビリテーション関係の有資格者の需要が高まっている。これらの養成課程では、多岐にわたる科目を修得しなくてはならない。言語聴覚士もその中の一つであるが、その養成カリキュラムの一つに音響学を含んでいる。これに対し、多くのリハビリ系志望者は文系出身者であり、物理学や数学の素養がほとんどない。こうした状況の中で、短い期間で高度な音響的知識を身につけねばならず、そのための音響学教育のあり方を模索してきた。直観的理解と、音のサンプルを用いた音響学の実践報告を行う。

キーワード：音響学教育、直観的理解、音のサンプル、音声、聴覚

1 はじめに

今日、環境・医療・福祉・介護など、様々の場面で複合的な問題解決の必要性が高まり、学際的な知見を集結することが不可欠となってきた。各専門分野での知識を学際的に統合することは必ずしも容易なことではなく、多くの問題を含んでいる [1]。しかし、現場での必要性は、学術的に本格的な解明を待つゆとりはなく、とにかく現状の知見を集めて、問題に対応して行かなくてはならない。

中でも、医療福祉分野では、近年この傾向が強くなり、言語聴覚士、管理栄養士、音楽療法士、など国家資

格、非国家資格を含めて多くの複合的専門資格が誕生してきた。このような資格の取得には、医学分野、心理学分野をはじめ、それぞれの資格に応じたさらに複数の専門分野の知識が必要である。しかも、それを短期間で習得することが、養成機関に求められている。その結果、養成機関でのカリキュラムは驚くほど過密なものとなり、そのこと自体が、資格取得を目指す学生の息切れを起こすほどである。

このうち、筆者がここ 10 年ほど携わってきた言語聴覚士の養成においても、言語学、音声学など、音声に関する様々の知識が求められる。さらに、音声現象は、基本的に物理学の言葉で記述されるため、学生の多くが文系であるにもかかわらず、物理学をベー

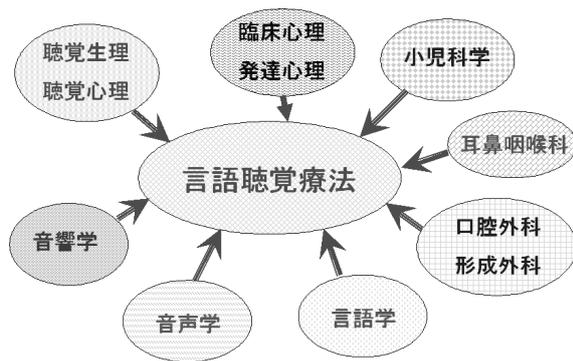


図1 言語聴覚士を目指す人が学ばなくてはいけない分野の例

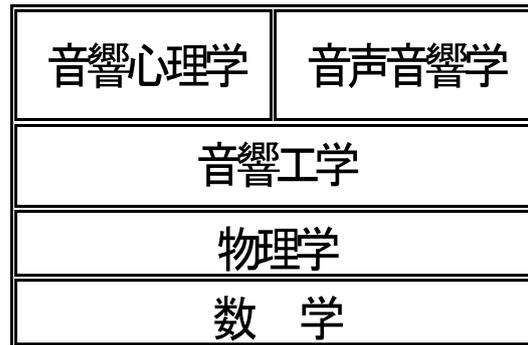


図2 音響学に関連する基礎分野・応用分野

スとした、音響学、聴覚心理学などの知識も必要となる。上述のように、医学・生理学や心理学の知識も必修であるため、彼らがカバーしなくてはいけない領域の広さは想像を絶するものである(図1)。

2 音響学教育の困難点

このような状況の中で音響学の授業が行われるため、その教育には多くの困難を伴う。

2.1 求められるレベルとの格差

まず、音響学というものの自体が、相当に専門性の高い分野であり、正面からこれを学ぼうとすれば、高校卒業程度よりも高度な数学や物理学の素養を必要とする。音響学に関わる諸分野をまとめれば、およそ図2のような構造になっている。少なくとも微分・積分程度の数学は当然として、複素解析の基礎、特にフーリエ解析に関する知識が必要である。また、物理学についても、一通りの知識を持っていることが必要で、とりわけ、波動や電気に関する部分は必須である。さらに、言語聴覚士が必要とする音響心理や音声音響に関わる知見は、工学的なアプローチの基礎の上に成り立っているため、電子回路や、デジタル信号処理の基礎知識も求められるのである。

これに対して、現在高校を卒業してくる学生の素養はどうなっているであろうか。まず、物理学は選択科目であるため、必ずしも履修しているとは限ら

ない。そもそも物理学自体が開講されていない高校もあるという。多くの文系出身者にとって、物理学は敬遠されるべき存在であり、学生の中で物理学を履修しているのは、1割にも満たない。

さらに、数学の履修状況も同様で、微分・積分を扱っている2・3年次の領域まで文系の生徒に履修させている高校は多いとは言えず、数学的知識を前提できる学生は、少数派である。また、たとえ履修していたとしても、多くの文系学生は決して数学は得意ではなく、高校での学習が大学受験での数学を前提にしていることもあり、苦しい思い出はあっても、数学的知識を習得しているとは言えない。

一方、言語聴覚士に求められる、音響学的知識は、必ずしも基礎的なレベルにとどまらず、高度な応用部分にまで及んでいる。その一端を、国家試験問題の中から示すと、図3のようである。いずれも、数値やデータを扱う上でのテクニカルな部分に焦点を置いた問題である。このように、求められる知的レベルと学生の現状には大きな格差が存在する。そのため、学生は多くの分野で、十分な基礎的理解のないまま、細かい専門知識を詰め込むことを強いられている。

2.2 音感の差

ここで、さらに問題を難しくしているのが、学生同士の間の個人差である。数理的能力の差は歴然としており、理系出身者(特に大卒理工系学部出身者)

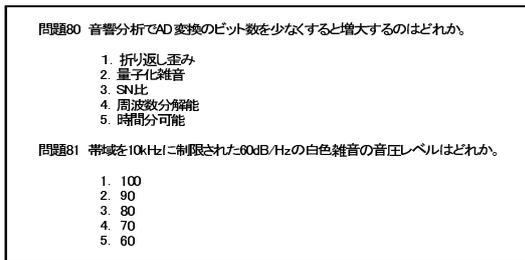


図3 言語聴覚士国家試験問題の例(第7回問題から)

と文系出身者では大きなバックグラウンドの差がある。これに対しては、理系出身者が少数であることから、音響学指導のレベルとしては、文系出身者を前提とした初歩的な段階から教授することとなる。

また、この種の専門学校などへの進学者には、明確な目的意識を持って入学してくる学生と、進学上、自分の偏差値に応じた選択肢として進学してくる、あまり目的意識のない学生があり、それらの間の知識吸収力の差が深刻である。この格差は年々開いているようで、試験の成績などもこれらに対応するように二極化してきている。

後述するように、これらの問題は、基本的には小・中・高での基礎教育の充実に求められるものである。近年の数学離れに象徴される、基礎教育のかかえている本質的な問題が解決されなければ、このような格差の問題や、学際的な知見の必要な現場の問題が根本的に解消されることはないであろう。

一方、比較的少数ながら、十分な音感を持ち合わせていない学生が存在し、相当の訓練をしないと、実務においても支障があるのではないと思われる。具体的には、音の高さの概念を持ち合わせない学生が見受けられる。例えば、中心周波数が500Hzと1000Hzのバンドノイズを聴かせた時、それらが違う音であることはわかるが、どう違うのか説明できない、あるいはどちらが高い音なのかわからない、というような例が見出されている。いわゆる音楽的音感との関連は不明であるが、「音の高さ」、それに対応する「周波数」に対する感性を持たないということは、指導する側の筆者などからは、驚きである。

2.3 少ない教科書

音響学教育を取り巻くもう一つの問題点に、適切な教科書がほとんどないことが挙げられる。もともと参考書の少ない分野ではあるが、それらのほとんどは、理系上級学生向けに書かれており、実際問題、文系出身者には意味をなしていない。吉川らによる意欲的な著作[2]も、「この会話のプロセスを物理的に正確に理解するには実は本書のほとんどすべてを理解する必要がある!」と、書かれているにもかかわらず、少なくとも理工系学部の2年次修了程度の数学の素養は必要である。ごく近年、荒井らの監訳による教科書が登場したのは画期的であるが[3]、それらにおいてもなお、文系出身者にとっては、難解さを免れていない。

基本的に、音響現象は複素関数で記述されており、多くの文系学生は複素数を正しく理解しておらず、虚数 i を見ただけで思考停止となる場合も少なくないようである。さらに、 \sin 、 \cos や \log といった関数の理解も危い学生は、決して少数派ではない。このような状況に対して、前述の荒井らの著作も高度な数学を使わない教科書として新しい方向性を示すものであるが、筆者もさらにコンパクトに必要な知識をまとめる試みを行っている[4]。

3 音響学の直観的教育法の紹介

3.1 基礎的分野での取り組み

当初、特に数学的基礎分野は必須であると考え、学生らの予備知識を前提せず、三角関数や微積分の基礎をゼロから解説した。多くの学生が、高校での受験向けの授業に対して不得意感を持っているために、丁寧に基礎部分を指導すれば、それらを理解させるのは、それほど困難なことではなかった。

しかし、言語聴覚士が国家資格化され、より高度な知識が要求されるようになってからは、数学を基礎から積み上げていたのでは、時間が全く足らなくなったため、この部分を省略し、主に直観的な理解によって音響学の専門的知識をつけるようにした。

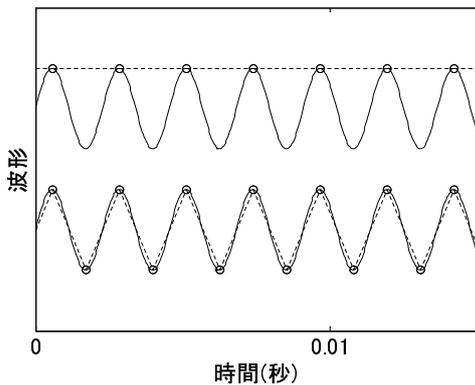


図4 サンプル定理の説明。サンプリング間隔が波長の1/2で、かろうじて波形の変化に追従できる。

一方、物理学については、やはり学生が履修していないことを前提として、波動の基礎から、中学・高校レベルの内容で説明している。しかし、数学同様高校レベルであっても、現象の定量的理解は容易ではなく、理解に時間を必要とするため、可能な限り入り組んだ数式の部分は圧縮して、その分の時間を音声に関わる応用的な理解のために充てている。

また、工学的分野においては、デシベルによる表記や、デジタル信号処理の基礎知識は必要なため、前者はできる限り丁寧に、後者は直観的にわかるように扱っている。図4に、サンプル定理を説明する例を示す。

3.2 応用的分野での取り組み

言語聴覚士にとって必要な音響学の応用的分野は、音響心理学と音声音響学に要約される。両分野とも、最先端の知見を含むフロンティア領域であり、その正確な理解は専門家にとっても容易ではない。しかし、これらの応用分野においても可能な限り直観的な理解を目指して、解説している。

各種のトピックの中で、音声音響の基礎として、母音による声道の共鳴周波数の相違は重要であるので、その現象をどう直観的に理解するかの事例を示す。母音/i/では、閉管の3倍振動に相当する第2フォル

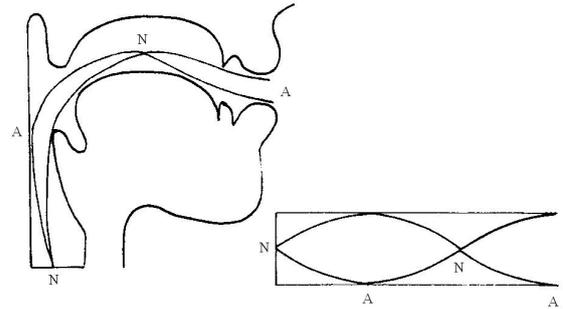


図5 声道における閉管の3倍振動

マントの共鳴周波数が大きくなるのが特徴として挙げられる。そのメカニズムを理解するために、/i/音発声時に声道中で狭窄される部分が振動の節に当たるということがポイントとなる(図5)。

そこで、振動の節を狭めるということを模式化して、節の箇所に壁ができたと考えてみる。管の共鳴において振動の節とは、空気が圧縮・膨張を繰り返す部分で、節の部分の空気は動かない。すなわち、そこで、空気は圧縮に伴う圧力の上昇によって反射していると考えられる。その際、空気の圧力のみで反射する場合と、壁によって反射する場合を比較することにより、後者の方が反射の速度が速いことが理解される。その結果、節の位置に狭めが生じれば、振動の速度が上がって周波数が大きくなると考えるわけである。

3.3 音のサンプルの制作

音響学の直観的理解に欠かせないのが、イメージを持つことであるが、その一助として、実際の音を聴くことが有益である。そこで、筆者も可能な限り各トピックに沿った音を自作して提示し、なおかつ、それらをCDにまとめて学生に配布している。純音やうなり、ドップラー効果といった音の物理の基本的現象から、リブル雑音やバーチャルピッチ、Masking Level Differenceといった、微妙な音までを扱っている。

マスキングレベルのサンプルなどにおいて、わずかな違いを比較できるよう、単にマスクされた音を

左



図 6 ホワイトノイズに信号音を重ねた ASA の音のサンプル



図 7 筆者作成によるマスキングのサンプル音。ノイズに重ねられた信号音を段階的に強くしている。

提示するだけでは、それらを比較することができない。そこで、ASA（アメリカ音響学会）では、信号音（マスキ）を段階的に弱くしていくことによって、そのステップ数を数えることにより、マスキングの度合いを比較できるようにした音のサンプルを提供している [5]（図 6）。

しかし、この方法では、次第に弱くなっていく信号音がどこまで聴こえるのか、実際には聴こえない音もリズムのタイミングで聴こえるように思いこんでしまう恐れがある。そこで筆者は、ASA のアイデアを活かしながら発送を逆転して、信号音のステップを弱い音から次第に強くして、ステップ数を数えるようにした。このようにすれば、聴こえ始めの音は、間違いなく聴こえた音であり、決して思いこみによるものではない。（図 7）。

4 考察

筆者の実践は、これまでの経過ではおおむね成功してきていると思われる。しかし、それは、あくま

で国家試験の問題が解けるという直接的必要に對してのことであり、本来解決すべき根本的問題を避けていると言えなくもない。

すなわち、問題の根底には、学生の理工系離れが存在し、数学や物理学の基礎知識の低下に伴う、深刻な教育問題を忘れることはできない。音響学における直観的理解にも限界はあり、説明すべきモデルが複雑になると数学の力なしでこれを理解するのは非常に困難である。数学の重要性は、計算力や方程式を解くことにとどまらず [6]、多くの若者が数学を避けて通ろうとしている事実は焦眉の問題である。

とはいえ、この問題の解決には、まず学生が数学や物理に関わる事柄に興味を持つことが必要であり、そのためには、数式による定量的な理解の前に、まず、直観的な定性的理解をすることは大変有益であろう。実際、計算能力に長ける理系学生のどの程度が定性的に適切な理解を持っているかは、検証の余地がある。

小・中・高における基礎教育では、近年算数・数学は暗記科目などと言われ、「どうしてそのようになるのか」というプロセスの理解や、法則の発見、というような学ぶことの喜びとなる部分が省略されてしまっていると思われる。それは、そうしたプロセスの教育、あるいは習得が大変手間のかかるものであり、そのような面倒はしたくない、という教員、生徒、保護者の「できるだけ楽をさせたい（したい）」という「利害」が一致した結果のようである。しかし、その結果は、決して学習者に幸せをもたらすものではなかったのである。

現在養成校で行われている教育も、まさしく「詰め込み」であり、学ぶ喜びなどはほど遠いものがある。資格を取って専門職に就く、という目的意識だけが彼らを支えているのが現状であり、この忍耐に耐えられない学生は、次々とドロップアウトしていている。

本来ならば、このような教育現場でこそ、指導の工夫が必要なのであろうが、現在のところ、そこまでのメソッドも確立していなければ、工夫している時間的余裕がないのが実態であろう。

5 今後の課題

今後の課題として、音のサンプルは蓄積してきたものの、これを目に見える形にすること、すなわち、視覚的教材を提供することが、挙げられるであろう。そして、上述のように、できることなら時間をかけて、若者の数学的基礎知識を多少なりともレベルアップすることも必要と思われる。しかし、そのためには、どのような学習の動機付けが適切か、議論の余地がある。

謝辞

本報告にあたり、音響学教授の機会を与えて下さった日本聴能言語福祉学院の諸氏に感謝します。また、拙著 [4] を出版するにあたって、大変お世話になった、海文堂出版の岩本登志雄氏に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 吉田友敬, 山本佐代子, 武田昌一, “文理融合モデルへの新しい発想の提案-生体情報への音楽リズムモデルの適用可能性-,” 情報文化学会研究論文誌 2005
- [2] 吉川茂, 藤田肇, “基礎音響学 振動・波動・音波” 講談社 2002
- [3] チャールズ・E・スピークス(荒井隆行, 菅原勉監訳), “音入門 聴覚・音声科学のための音響学,” 海文堂出版 2002
- [4] 吉田友敬, “言語聴覚士の音響学入門,” 海文堂出版 2005
- [5] A.J.M. Houtsma, T.D. Rossing & W.M. Wagenaars, “Auditory Demonstrations”, The Institute for Perception Research supported by the Acoustical Society of America, 1987
- [6] 和田秀樹, 西村和雄, 戸瀬信之, “算数軽視が学力を崩壊させる” 講談社 1999