

音響教育を目的としたデジタル教材の内容 および形態の調査報告*

◎ 網野加苗, 荒井隆行 (上智大・理工)

1 はじめに

子供の理数離れが騒がれるようになって久しい中, 小中学校義務教育および高等教育における理科教育のあり方も見直されている。2011年度から実施される文部科学省の学習指導要領改訂版は, 本年より既に移行措置が設けられているが, 探索的な学習がより一層重視されるような内容になっている[1]。

日本音響学会音響教育調査研究委員会では, 現在までに高等教育における音響系科目のシラバスや博物館・科学館における音響系展示物について調査を行い, また様々な対象者を想定した音響教育のあり方について検討してきた[2-7]。義務教育における理科教育が変化する中で [8-9], また様々な対象に向けた音響教育を考える中で, どのような教材が存在するか調べることは意義があると思われる。

本稿では, 理科教育全般において教材の形態がどのように変化しているのかを始めに述べ, 近年注目を浴びているデジタル教材の現状を音響教育の観点から見た場合, どの学習内容の教材が充実あるいは不足しているのか調査した。

2 学習指導要領における音響系単元

現行の文部科学省学習指導要領は, 小・中学校は平成 10 年に, 高等学校は平成 11 年に改訂されたものである。その中で, 小・中学校理科および高等学校理科で指定されている音響学, 音声学, 聴覚学, 心理学に関連すると思われる学習項目を音響系単元と定義し, 詳細を表 1 にまとめる [10-12]。

小学校高学年の理科では, 5 年生の「物質とエネルギー」の中で振り子の運動について学習し, 振り子の等時性を理解させることが学習目標となっている。また, 6 年生の「生物とその環境」では, 人やその他の動物の体のつくりを扱い, 口や肺の働きや消化の仕組みについて学ぶ。

中学校では, 第 1 分野の「身近な物理現象」の「光と音」の中で, 音の基本的な性質につい

て学ぶ。音が振動であることを実験やデモによって確認し, 音の三要素 (高さ・大きさ・音質) が発音体の振動の仕方に関係することを学習する。第 2 分野の「動物の生活と種類」では, 感覚器官の構造や働きについて学習する。

高等学校の物理 I では, 中学校で習った内容を発展させて, 波動としての音をより理論的に理解することを目標としている。生物 I の「環境と動物の反応」では, 刺激に対する感覚器官の反応, 刺激の受容のプロセスについて学ぶ。情報 C では「情報のデジタル化の仕組み」において, 文字や画像, 音などがコンピュータ内でどのようにデジタル化されるかを学ぶ。

3 理科教育におけるデジタル教材

3.1 教材の種類とデジタル教材

前項で見た学習指導要領における音響系単元では, 音響学の中でも最も基礎的かつ重要な内容が盛り込まれているが, 意欲的な学習を促進するためには, さらなる話題提供が必要である。教室活動をより活発なものにし, さらに身近な例を考えつつ内容の理解を深めていく上では, 不可視の現象や教室内での実験が難しいもの, 時間的な変化を追うことが難しい現象なども多い。それを補助する教材として, 近年デジタル教材の有効性が注目されている。

日本理科教育学会が刊行している学会誌「理科の教育」やその他指導者向けの教育関連の文献 [13-14] を見ていると, 学校での理科教育において主な教材である教科書以外に, 副教材として参考書や観察対象の実物, マルチメディア教材を用いるなど, 教材を工夫している教師が大変多いことが分かる。中でも, マルチメディア教材を含むデジタル教材は, 近年 Web 上で公開されているものも多く, より身近なものになってきているといえる [14]。

デジタル教材の種類は表 2 のようにまとめることができる。ビデオ教材, 実験素材のビデオクリップ, アニメーションなどの動画像や静止画, 音声による教材のように, 視覚に訴える

* Report on the contents and forms of the digital teaching materials for education in acoustics, by AMINO, Kanae and ARAI, Takayuki (Sophia University).

ものが多いのがデジタル教材の特長である。これらの視聴覚教材には、解説つきのものと解説がないものの両方が存在する。

視聴覚型以外のデジタル教材として、ここでは体験・演習型と講義型というカテゴリを設けた。前者には、実際に生徒が操作できるようなシミュレーションなどの各種ソフトウェア、教師・生徒がともに編集・記入可能なワークシート、そしてリアルタイムで配信される講義映像などの同期型 Web 教材などが含まれる [15]。後者の例としては、解説用のドキュメントファイルやスライドなどがあげられる。

3.2 デジタル教材の利点と有効性

教師側から見たデジタル教材の利点として、板書の時間を節約できる、教科書に文章で書かれた内容を可視化・可聴化できるなどが考えられる。また生徒の立場で考えてみると、直感的な理解が得られやすい、生徒主体での学習が可能になるなどの大きな利点がある。

授業・講義における各種デジタル教材の活用例では、中学・高校の生徒を対象に Web 教材やデジタル教材を活用した授業を行い、授業に関する興味・関心の向上や科学の学習意欲が高まった [16-17] という報告や、大学の音響教育においてシミュレーションソフトを使用した例 [5] において理論的理解も深まったとの報告がある。

4 調査報告

4.1 調査の目的と方法

本稿では、広く普及を目的として、Web 上でデジタル教材を一般公開している 2 つのサイトについて、音響系単元に関連する教材がどの程度存在するかを調査した。調査項目は、現存

のデジタル教材の数と内容、形態である。

4.2 調査対象サイトの概要

調査対象とした 2 つのサイトを表 3 に示す。これらのサイトは利用者も多く、検索エンジンで理科教材を探す場合にも上位に現れる。それぞれ日本放送協会 (以下 NHK) と独立行政法人科学技術振興機構 (以下 JST) に許可を得た上で調査、結果の掲載を行っている。

NHK オンラインのティーチャーズネット [18] では、小中学校の理科および社会科の単元別の教材検索・閲覧が可能であるほか、会員登録 (無料) をすることで教科書の検索も利用できるようになる。また、実際の授業の中での活用も提案・紹介されている。このサイトでは、NHK の Web サーバ上に全デジタル教材のデータベースがあり、検索によって各教材にアクセスするという形態をとっている。

JST の理科ねっとわーくには、一般公開版 [19] と学校教育版 [20] があり、後者は教育に携わっている人が利用登録 (無料) することでアクセス可能となる。一般公開版の目的としては、児童・生徒が自宅学習時に活用できるようにとの意図がある。学校教育版には、各教材の「ティーチャーズガイド」や「ワークシート」が用意されている。このサイトでは、単元やキーワードによる検索の結果から、さらに教材コンテンツが置いてある各 Web サーバにジャンプするという形態をとっている。

4.3 調査結果

本調査の結果を表 4 および表 5 に示す。表 4 は調査対象の 2 サイトの総教材数に対する音響系教材の数、表 5 は各サイトの音響系教材の内容および形態をまとめたものである。

表1 現行の文部科学省学習指導要領 [10-12] にて定められた音響系単元

学校	学年・科目	分野・単元
小学校	5年生・理科	B. 物質とエネルギー (3) おもりの重さや動く速さ
	6年生・理科	A. 生物とその環境 (1) 人および他の動物の体のつくりと働き
中学校	理科・第1分野	(1) 身近な物理現象 ア. 光と音 (ウ) 音の性質
	理科・第2分野	(3) 動物の生活と種類 イ. 動物の感覚器官, 神経系および運動器官
高等学校	物理 I	(2) 波 イ. 音と光 (ア) 音の伝わり方, (イ) 音の干渉と共鳴
	生物 I	(2) 環境と動物の反応 (イ) 刺激の受容と反応
	情報 C	(1) 情報のデジタル化 (ア) 情報のデジタル化の仕組み

表2 デジタル教材の種類

カテゴリ	形態
視聴覚型	ビデオ教材（解説・実験素材）、動画像、静止画、音声
体験・演習型	ソフトウェア、ワークシート、同期型 Web 教材
講義型	解説文書、スライド

表3 調査対象とした一般公開教材サイト

ID	サイト運営機関	サイト名	利用対象者	利用方法
1	日本放送協会 (NHK)	NHK オンライン ティーチャーズネット [18]	一般, 小・中学校教師	一部登録制 (無料)
2	独立行政法人 科学技術振興機構 (JST)	理科ねっとわーく [19-20]	一般, 小・中学校, 高校教師	一部登録制 (無料)

NHK ティーチャーズネットでは総教材数を公開していない。単元別教材検索の機能や、学習指導要領の各単元からの教材へのリンク機能を利用して調査したところ、52 個の教材が見つかった（重複を除く実数）。表 1 の小・中学校の単元との対応は表 5 の通りである。

JST の理科ねっとわーくでは、小学校、中学校、高校向けにトップページの入り口が分かれており、総数 111 サイトにそれぞれ複数個の教材が公開されている。対象別および全体でのキーワード検索も可能であり、学習指導要領の単元別の一覧も用意されている。

5 考察

表 5 から、現存の教材の内容は、文部科学省学習指導要領における音響系単元に限られていることが分かる。小中学校の生徒を対象とした場合を想定すると、好奇心旺盛なこの時期の生徒たちの「どうして？」に十分答えうる内容になっているかどうかは疑問が残る。例えば、動物のコミュニケーションの中に人の声の仕組みのビデオクリップ、より多くの「その他（表中）」の教材があってもよいと思われる。

高等学校の授業は、真の意味での科学の学習が進む時期にあたるため、特に楽しくて本質的な授業を構築するため、また豊かなイメージを持った認識を助長するために、教材を工夫する必要がある [4]。心身の発達段階を考えてみても、高校生ではより専門的な知識を望む時期にあると考えられるため、例えば教科書以外の知識として、音響学会の部門にあたるような専門的な資料が存在してもよいと思われる。

それ以外の対象を想定してみると、言語聴覚士や音声学・言語学など文科系の背景を持つ学

生、一般の方への科学リテラシーとしての音響教育など、数式の理解よりも直感的理解を優先させたい場合にもデジタル教材は有効であると考えられる。音声生成や音声知覚、聴覚に関する現象の中でも、有声開始時間 (VOT) に関するデモや声帯が振動する条件を説明するような教材、外国語の分節音 /ɪ/ と /I/ の区別や、聞こえの障がいにおける破擦音と摩擦音の弁別など、デジタル教材によってより理解が深まるような単元は数多く存在する。

デジタル教材の普及にあたり、現任の教師への使い方講習も一つの壁となりうる [21, 22]。デジタル教材作成時には、この点にも配慮が必要である。

音は身近な存在であり、馴染みがある分野である反面、理論的な理解は奥が深く、その分応用も幅広いという側面もあるため、今後もバリエーションに富んだ教材が現れるものと予想される。将来の音響研究者を育成する上では、先進的な技術の現場、研究者・技術者との触れ合いがとても重要である [23]。他分野では、科学館での研究室訪問やサイエンスカフェなどの活動が既にいくつか行われている。実際に多くの子供たちと直接触れ合って科学の種を蒔くような機会を設けられないとしても、例えば JST のサイエンスチャンネル [24] のように、研究者自身が自研究の紹介を Web 上で公開するという手段もある。今後より多くの研究者・技術者から後進育成の活動への参加が得られることを期待する。

なお、本稿にて調査を行ったサイト以外にも、有志によって Web 公開されている教材は多数存在することを最後に明記しておく。

表 4 調査結果: 音響系教材の割合

サイト ID	総教材数	音響系教材数
1	非公開	52 (実数)
2	111 サイト*	30 サイト 543 コンテンツ (延べ数)

* 2009年6月23日現在

表 5 調査結果: 音響系教材の内容および形態

サイト	科目	音響系単元別に見た教材の内容	教材延べ数	教材の形態
1	小5理科	振り子の運動	21	全てビデオ (解説映像) から成る
	小6理科	人体のしくみ, 呼吸器系の働き	10	
	中学理科	音の性質と伝わり方	11	
		ヒトや他の動物の感覚器官	3	
		動物のコミュニケーション	5	
その他	スピーカーの分解, からだに不自由な人のための放送技術	2		
2	小5理科	振り子の運動, 音と振動	3 サイト 74 コンテンツ	全てのサイトが ビデオ (解説映像), 動画像, シミュレータ 解説文書, ワークシート, ワークシート解答 から成る
	小6理科	人体のしくみ, 脳・呼吸器系 視覚・聴覚のしくみ	2 サイト 45 コンテンツ	
	中学理科	音の性質	5 サイト 62 コンテンツ	
		ヒトや動物の感覚器官, 脳・神経系	3 サイト 33 コンテンツ	
	高校物理	音の性質と伝わり方, 共鳴と干渉	9 サイト 200 コンテンツ	
	高校生物	刺激の受容と反応, 脳・神経系	7 サイト 126 コンテンツ	
	その他	手作りマイク・スピーカー	1 サイト 3 コンテンツ	

謝辞

この研究は文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業 上智大学オープン・リサーチ・センター「人間情報科学研究プロジェクト」および文部科学省科学研究費補助金 基盤研究 C (21500841) の助成を得た。

参考文献

[1] 清原, 理科の教育, 681, pp.5-7, 2009.
 [2] 荒井, 音響誌, 64(1), pp.27-28, 2008.
 [3] 荒井, 音響誌, 64(1), pp.29-34, 2008.
 [4] 杉本ら, 音響誌, 64(1), pp.35-40, 2008.
 [5] 須田, 三井田, 音響誌, 64(1), pp.41-46, 2008.
 [6] 今泉, 荒井, 音響誌, 64(1), pp.47-51, 2008.
 [7] 大橋, 音響誌, 64(1), pp.52-56, 2008.
 [8] 黒澤, 音響誌, 46(3), pp.271-275, 1990.
 [9] 黒澤ら, 音響教育研究会資料, EDU2007-8, pp.37-42, 2007.
 [10] 文部科学省, 小学校学習指導要領 (平成 10 年 12 月告示, 15 年 12 月一部改正), 1998.
 [11] 文部科学省, 中学校学習指導要領 (平成 10 年 12 月告示, 15 年 12 月一部改正), 1998.
 [12] 文部科学省, 高等学校学習指導要領 (平成 11 年 3 月告示, 14 年 5 月, 15 年 4 月, 15 年 12 月一部改正), 1999.
 [13] 堀, 子どもを変える小学校理科 (光・熱・音・氷と水と水蒸気の授業), 地人書館, 東京, 1996.

[14] 新 観察実験大事典編集委員会, 新 観察・実験大事典 (物理編 2), 東京書籍, 東京, 2002.
 [15] 庄司, 岡山県立大学 特別研究論文, 2004.
 “http://alpha.c.oka-pu.ac.jp/~shoji/h15/thesis.pdf”
 [16] インテル株式会社, インテル@教育支援プログラム, 授業実践例 24.
 “http://www.intel.co.jp/jp/education/odyssey/jpstory24.htm”
 [17] インテル株式会社, インテル@教育支援プログラム, 授業実践例 27.
 “http://www.intel.co.jp/jp/education/odyssey/jpstory27.htm”
 [18] 日本放送協会, NHK オンライン ティーチーズ ネット. “https://members.nhk.or.jp/teacher/index.vm”
 [19] (独) 科学技術振興機構, 理科ねっとわーく, 一般公開版. “http://rikanet2.jst.go.jp/”
 [20] (独) 科学技術振興機構, 理科ねっとわーく, 学校教育版. “http://www.rikanet.jst.go.jp/”
 [21] 森本, Report on Multimedia Education, 15, pp.117-130, 2005.
 [22] 松本, 平成 17 年度「教学相長」所員による調査研究, s-200525, 2005.
 “http://www.ice.or.jp/~sose2/rink-4/25-matamoto.pdf”
 [23] 八島, 梶田, 日本教育工学会研究報告, 06(4), pp.39-46, 2006.
 [24] (独) 科学技術振興機構, サイエンスチャンネル. “http://sc-smn.jst.go.jp/index.asp”