

初等中等教育の教科書「理科」に見られる音の 教育内容についての一考察

Consideration of Acoustical Contents treated by Scientific Text-book in
Elementary and Secondary Education of Japan

黒澤 明 (日本工業大学) 吉久 光一 (名城大学) 荒井 隆行(上智大学)

Akira Kurosawa Koichi Yoshihisa Takayuki Arai

(Nippon Institute of technology) (Meijo University) (Sophia University)

内容概要：日本の小学校、中学校、高等学校で学習される理科の教科書にみられる音についての記述内容について考察するものである。

1. はじめに

理工系離れが言われてから凡そ10年近くが過ぎ、今また新学習指導要領が作成されようとしている。現在では、ゆとり教育を掲げ「総合的な学習時間」を設けて、青少年の学習意欲と能力を高めるべく、鋭意、努力と工夫が行われている。日常的には、「音」については誰もが会話や音に親しんでいる状況はごく当たり前でありもはや不思議と思われないのであろうか？

しかしながら、小学生から右に示されるような内容についての質問が寄せられていることを考えながら、今一度我が国の教科書の中で音についてどの様な内容が記述されているのか、それらを学習して得られる効果などについて検討してみることも有効であろうと思われる。本報告では、過去～現代に於ける小学校、中学校、高等学校においてわが国で教科書として認可された物の中から音に関係する記述内容や挿絵も含めたものについて、その中の中から関連のある物を選びながら考察する。

2 教科「理科」の教科書について

初等中等教育における理科の教科書は学習指導要領に定められていることを、生徒や先生が理解し易いように工夫されている。学習する



生徒の興味と関心を高めるために、その内容に相応しい口絵、挿絵などを挿入し、理解し易くしている。特に口絵は種々の最新技術をカラー印刷で表記されている教科書が大部分であり、それらの中で音響に関するものも幾つか見受け

られる。

2 小学校理科の学習内容について

昭和 52 年(1977)小学校学習指導要領

「第 5 学年」

1 目標 光の進み方、音の伝わり方などを調べ物の性質及び変化の規則性を理解させると共に、進んでそれらを発見しようとする態度を育てる。

2 内容 (7)「いろいろな物を使って音を出したり伝えたりさせながら、音が出ている物は震えていること及び糸などは音を伝えることに気付かせる。」

平成元年(1989)小学校学習指導要領

「第 3 学年」

1 目標 物に力、光、電気などを働かせたときの現象を比較しながら調べ、見出した問題を興味・関心をもって追求する活動を通じて物の性質についての見方や考え方を養う

2 内容 物質とエネルギー(2)

イ「物によって、音の出方や伝わり方に違いがあること。また、音が出ているときは物が震えていること。」と示されている。従って教科書にはそれらの内容に相応しい具体例などが記載されている。

小学校で学習する主な具体例と内容

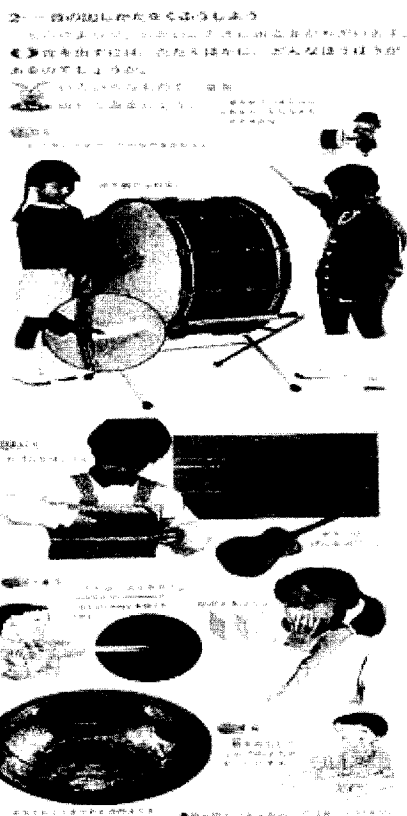
太鼓、笛、などを例として音の発生は振動現象であること。糸電話を利用し、弦の振動による音の伝播について学習している。

身近な具体例：打楽器(太鼓)、弦楽器(ギター)、リード楽器、糸電話など

教科書に記載されている例を右に示している。

◎ 平成 10 年(1998)における学習指導要領の大幅な改訂についての考え方

改定の経緯について：今現在の指導要領作成時に、国際化、情報化、科学技術の発展、環境問題 などへの関心が高まり、社会の状況が大きく変化する中で、21 世紀を生きる人材を育てるため、豊かな人間性を育むとともに一人一人の個性を生かして、その能力を十分に伸ばす教育の在り方が問われた。



それに対応する為に、完全学校五日制の下、各学校が「ゆとり教育」の中で、自ら学び、自ら考える力などの「生きる力」の育成を基本とし、教育内容の厳選と基礎・基本の徹底を図ること。また一人一人の個性を生かすための教育を推進することなどなどを考慮し、横断的・総合的な指導を推進するため「総合的な学習の時間」を設けた。

基本的なねらいは次のようである。

- 授業時数の縮減と教育内容の厳選し、小・中学校では基礎・基本を確実に習得
- 個に応じた指導の充実
- 体験的・問題解決的な学習活動の重視
- 総合的な学習時間の創設
- 中・高等学校では選択学習の幅の拡大、能力に応じ、発展的な学習も行う

中学校の選択教科の設定：必修教科以外に、授業時数全体のうち、約 6 分の 1 の時数が生徒が興味・関心等に応じて学習する選択教科等にあてられる。各学校が生徒の特性に応じて自由に決められる。選択教科として開設する教科の種類や内容は、各学校が生徒の特性に等に応じて自由に決められる、例えば「課題学習」「補充的な学習」「発展的な学習」などを

設定し特色ある学校づくりを推進する。このような観点から、小、中、高等学校のカリキュラムが大きく改訂されて今日に到っている。

3 中学校「理科」の教育内容：

昭和 52 年(1977)中学校学習指導要領

理科の科目は二つに区分された

「理科：第 1 分野」物質やエネルギーに関する事物・現象の中に問題を見出し、自然を調べていく過程を通して規則性を発見したり、自然現象を説明したりする方法を習得させる。しかしながら、この分野では、音に関する学習内容は含まれていない結果となった。

「理科：第 2 分野」生物に関する内容の学習が主であり、この分野でも音に関する学習内容は示されていない。教科書には記述されていない結果となった。

「技術・家庭」住居の内容：室内の環境と設備について、次の事項を指導する。「室内の温度、湿度、及び気流の調節並びに騒音防止の仕方を知ること」と示されている。教科書には、騒音の具体例騒音のレベル、騒音計などを記載しているものも見受けられる。

重要な用語：音の反射、騒音のレベル、吸音と吸音材、騒音計などを学習している。

中学の段階では専門的な内容が示されている。基礎的な内容を学習していなければ、用語の理解は難しいと思われる。

平成元年(1989) 中学校学習指導要領

「理科：第 1 分野」：内容 身の回りの物理現象

身の回りの事象・現象についての観察、実験を通して、光、音、熱、・・・などの規則性について理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。

「音についての実験を行い、音は物が振動することによって生じ空気中などを伝わること及び音の高さや大きさは発音体の振動の仕方に関係することを知ること」と示されている。

この時点で音について中学校で初めて学習することが決定された。

平成 10 年(1998) 中学校学習指導要領

「理科：第 1 分野」：内容 光と音

「音についての実験を行い、音は物が振動することによって生じ空気中などを伝わること及び音の高さや大きさは発音体の振動の仕方に関係することを示すること」と示されている。

平成元年(1989)小学校理科の学習内容の上に関連させた内容になっていることが知られる。

専門用語：音の伝播、振動、振動数、音の三要素音速と音速の求め方（実際に計算して見せる）

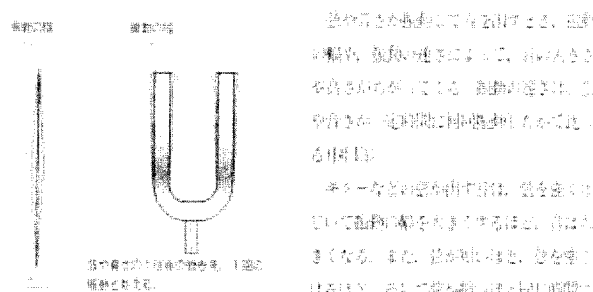


図 13 音の発生と振動の観察と音の伝播の観察
音の発生と振動の観察
音の伝播の観察

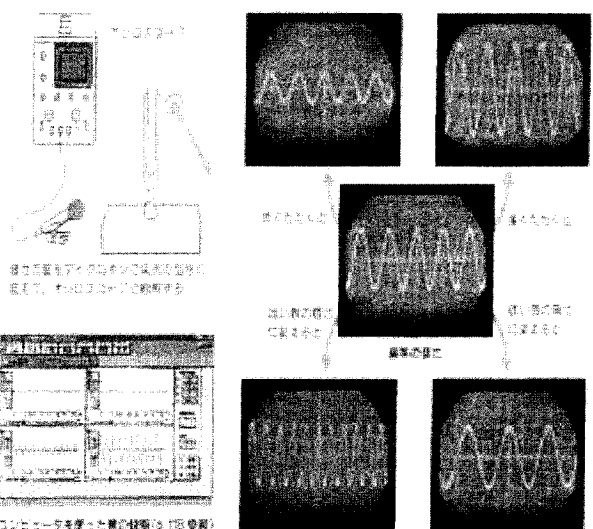


図 14 音の発生と振動の観察と音の伝播の観察
音の発生と振動の観察
音の伝播の観察

上図は中学校理科「第 1 分野」の教科書の記載例を示す分量的な観点から

「理科：第 1 分野」の教科書の中で、音に関する記述の占める分量的な割合は、教科書により異なるが、「音の発生」/「光・音・力」=18%~30%

「光・音・力」/「総頁数」=17%~30% に収まっている。

4 高等学校「理科」の教育内容

高等学校の教育内容は、中学校の学習内容を基礎として、その上に積み重ねて学習する事になっている。

昭和53年(1978) 高等学校学習指導要領

科目：「理科Ⅰ」「理科Ⅱ」「物理」「化学」「生物」の科目の中で、「物理」で学習されていた。

平成元年(1989) 高等学校学習指導要領

科目：「総合理科」「物理ⅠA」「物理ⅠB」「物理Ⅱ」「化学ⅠA」「化学ⅠB」「化学Ⅱ」「生物ⅠA」・・・「地学ⅠA」・・・「地学Ⅱ」の中で、「物理ⅠA」「物理ⅠB」の何れかで音について学習されていた。

「物理ⅠA」内容：光と目・・・

音と耳 内容の扱いは、音の基本的な性質を可聴音を中心に聴覚、楽器などに関連させて扱うが、耳の構造及び機能には深入りしないこと示されている。

「物理ⅠB」内容(3)：波動

波の性質：横波と縦波、波の伝わり方

波の干渉・回折

音波：音源、音速、音色、音の伝わり方

共鳴・共振、音の反射・屈折、唸り、固有振動数、ドップラー効果

光波：光の進み方、光の干渉・回折、スペクトル

平成10年(1998) 高等学校学習指導要領

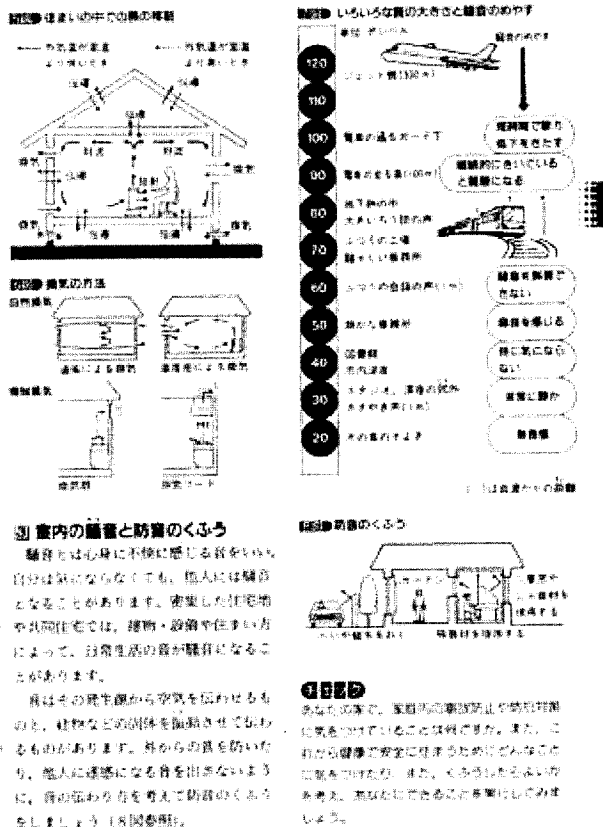
時代の変化に対応する為に、教育課程の大幅な改訂がなされたことは、先に述べたとおりである。ここでは、平成10年以降の「理科」教育について記述する。

高等学校の選択学習幅の拡大・・・将来の進路の選択に役立て、興味・関心、進路希望等に応じ能力の伸長を図るために、必修科目の単位数縮減と選択科目の単位数を拡大して、生徒が選択して学習する幅をこれまで以上に拡大した結果となった。必修科目最低38単位⇒最低31単位以上

選択科目(卒業に必要な修得総単位数)80単位以上⇒74単位以上(学校や生徒の選択科目の単位数を20単位まで含めることが出来る)とされ

ている。

理科→「理科基礎」「理科総合A」「理科総合B」・・・基礎的な内容についての学習を徹底する。単位は



上図 中学校「技術・家庭」教科書(平成8年版)

遮音 吸音 吸音材 騒音 音の大きさ デシベルなどの専門用語が見受けられる。

各2単位となっている。その上に「物理Ⅰ」「化学Ⅰ」「生物Ⅰ」「地学Ⅰ」・・・各3単位の中から2科目を選択すること、但し、「理科基礎」「理科総合A」「理科総合B」を少なくとも1科目を含むこととなっている。

音に関して学習する科目は、「物理Ⅰ」である。「物理Ⅰ」内容(2)波 地震波、水波、光、音などいろいろな波について共通の性質を観察、実験を通して探求し、波動現象について基本的な概念や法則を理解させること、日常生活と関連付けて考察できるようにする。

音と光：音の伝わり方、音の干渉と共鳴、光の伝わり方、光の回折と干渉 と記述される。

「物理Ⅰ」の学習に於いては、中学校の「理科第1分野」と「理科総合A」とを関連させて、その内容を深めながら学習させることが必要であると記述されている。

「音の発生」で、「発音の仕組み」が述べられている。発音は、声帯の振動によって行われ、その振動が空気を振動させることによって伝わる。この振動が耳の鼓膜に伝わり、脳に伝わることで音として認識される。

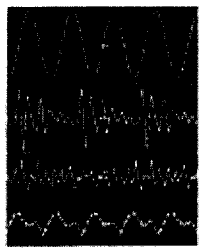


図9 音の発生に関する図表

「音の伝播」で、「音の伝わる仕組み」が述べられている。音は、媒質を伝わって伝わる。空気中の音は、縦波として伝わり、液体や固体中の音は、縦波と横波の両方として伝わる。音の速さは、媒質の種類によって異なる。

D 可聴音と超音波

人間の可聴音は、20Hzから20000Hzの範囲にある。20Hz未満の音は低周波音、20000Hz以上の音は超音波と呼ばれる。超音波は、医療や工業に広く利用されている。

図10 音の伝播に関する図表

図11 音の性質に関する図表

第2節 音波の性質

音波の性質は、波の干渉・回折・反射・屈折、音の速さ、音の回折・干渉、音の定常波、固有振動数、共振・共鳴、気柱中の振動、ドップラー効果などである。

A 音波の回折と反射

音波の回折は、障害物の背後に回り込む現象である。反射は、波が障害物に当たると向きを変えて進む現象である。



図12 音の伝播に関する図表

機能との関連などの記述がないこと。

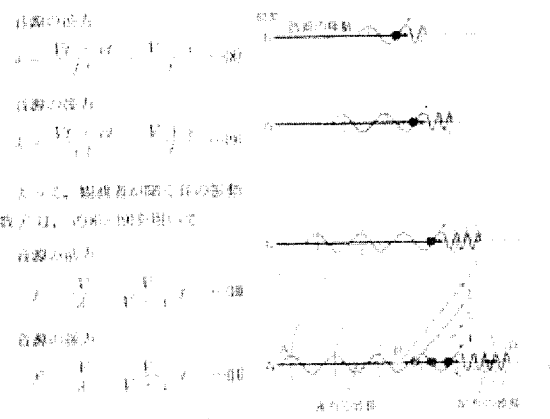


図13 音の性質に関する図表

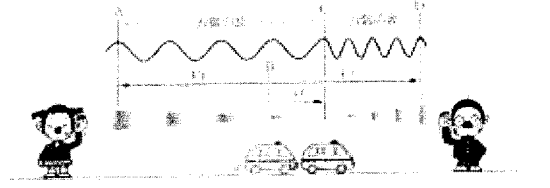


図14 音の性質に関する図表

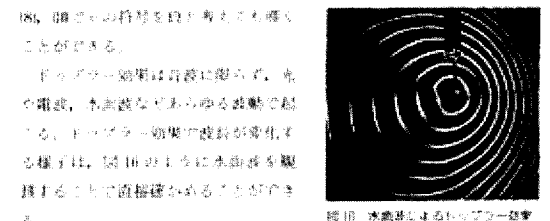


図15 音の性質に関する図表

図16 音の性質に関する図表

更に、応用例としては、音響機器、スピーカー、マイク等の構造、動作原理と性能についての記述が非常に少ないこと（電気の利用の分野で、フレミングの法則を学習するときの例題として簡単な図を示している）

また人間の聴覚機能や音の方向知覚なども扱われていないことなどである。

また、教科書の中で音について記述されている分量的な観点から見ると、音の学習は音と光、「波動」の一つとして捉えられるために、「音波」/「波動」としてみれば、20%~30%程度の分量が大部分である。

また教科書の全体に対する「波動」の割合は「波動」

上図は高等学校「物理I」の教科書からの抜粋
 従ってここでは、大方の教科書に記述されている内容から、重要と思われる専門的な用語を抽出してみると次のような用語が見受けられる。
 専門用語：横波・縦波、波の干渉・回折・反射・屈折、音の速さ、音の回折・干渉、音の定常波、固有振動数、共振・共鳴、気柱中の振動、ドップラー効果などである。
 高等学校「理科」の教科書について「音の扱い方」に見られる特徴は次の様である。
 ●専門用語や、内容は大体の教科書では殆ど同じである。
 ●楽器に関連した内容が扱われている。
 ●理学的(波動論的)内容と理論を学習している。
 ●工学的(音響工学的)な内容は非常に少ない。
 例えば、冒頭の小学生の質問事項で述べたように音声発生の原理と楽器に関連させた記載例や音声についての基本的な性質や聴覚

／「全頁数」=20～30%である。

●教科書に見られる主な実験事項は次のようなものが多く扱われている。

◎弦の振動と共振現象：弦楽器との対応

◎音響管の共鳴：管楽器との対応

音叉を利用した喰り・共鳴：振動現象の知覚

◎スピーカーによる音波の干渉：2つのスピーカー利用による音の干渉を検知する実験

◎ドップラー効果：音源を回転させて音の周波数変化を検知する実験などが多く見受けられる。

これらの実験を行いながら、音についての理解を深めるためには、先生や生徒のより一層の創意・工夫が必要であろう。特に、「物理 I」の教科書では計算や理論式を学ばせる傾向が強い。

我が国では「学習指導要領」に従い、小・中・高という段階を踏みながら国語・数学・理科・社会・・・を学び、その中で更に理科教育も段階的に学習を重ねながら、幾つかの領域に分かれて学習をしている。音について学習出来るのは、時間的にも非常に少ない限られた時間である。そこで、「基礎・基本」を重視しながら実験・観察を通して「発見する喜び」「創る喜び」を体得させ、科学的な物の見方や、考え方などを身に付けさせることが大切であり、基礎から応用へと知識の発展と連続させて考える能力を育成することなどが大切である。

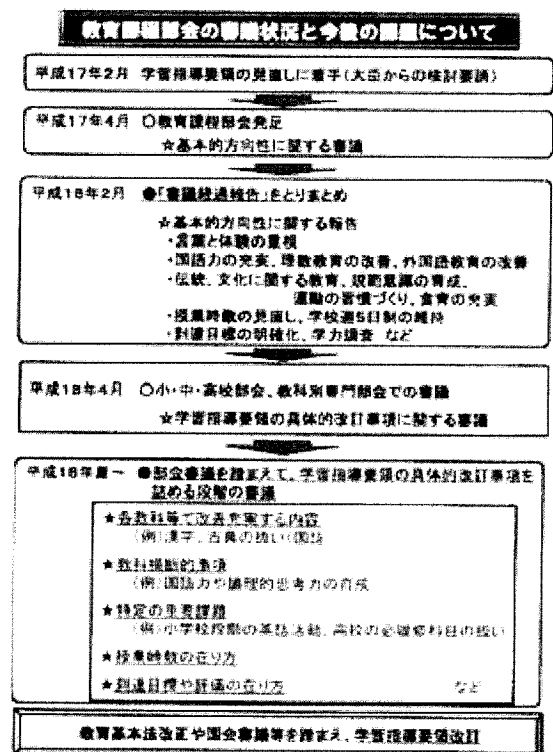
生徒の能力・適正・興味・関心等は多様化していく傾向が強まり、履修科目の選択幅の拡大をすることが必要になっている。

最近の自然科学や科学技術の著しい発展、進歩に伴う成果の直接あるいは間接的に理科教育に反映させながら、時代の進展に即応できる、思考力や創造力を育成できるような内容であることが望まれる。更に自然とのかかわりについて理解を深めるための学習内容が重要視されている。

これらの観点から再度考察してみれば、「音についての教育」は非常に重要であり、かつ「理科離れ」を防ぐためにも重要な分野であるとい

えよう。この問題を解決するための考え方は、現場の先生と大学の研究者、各種研究所の方々等のご協力により、小・中・高校生徒に積極的に働きかけて、音響の分野に興味・関心をもたせるような努力・工夫が必要であると思われる。その為には各種博物館や、最先端の展示会の見学などを実施しながら理科の勉強の楽しさ、大切さを認識させることが必要且つ重要であろうと思われる。そのためにも、「日本音響学会」、「音響教育調査研究委員会」の役割はこれからも益々重要である。

今現在では、ゆとり教育を見直して新しい教育内容を定めるために新教育課程の検討、新学習指導要領の検討などが中央教育審議会を中心にして、各種教育課程委員会で検討されているようである。それらの結果を十分に期待したいところである。



謝辞 発表の機会を与えてくださった、音楽音響研究会委員長の亀川先生や新井先生を始め、関係各位の皆様にご感謝申し上げます。

参考文献：小学、中学、高等学校の学習指導要領(昭和52年、平成元年、平成10年版)

小学校の教科書:理科(大日本図書他) 中学校の教科書:東京書籍他 高等学校の教科書:物理 I (啓林館他)