

ものづくり体験のための融合的な題材*¹

A study of teaching materials for technology education*¹

大澤一毅*²・小原光博*^{2*3}・片山達人*²

OSAWA Kazuki*², KOHARA Mitsuhiro*^{2*3} and KATAYAMA Hiroto*²

Abstract

In this paper, a study of audio speaker systems as teaching materials for technology education is outlined. We introduced some softwares to visualize audio waveform signals by using common personal computers with audio input/output terminals. By using a handy-type circular saw and a scroll saw, we improved a panel-cutting system for woodworking.

キーワード：スピーカ, 木材加工, 電気工学, 教材

keywords: audio speaker system, woodworking, electrical engineering, teaching material

1. はじめに

学校教育内外でのものづくり体験活動を支援するための題材開発, 情報の提供と蓄積などに積極的な取組みが求められるようになっている。この研究では, ものづくり体験のための木材加工と電気領域の融合的な題材としてのスピーカ製作について行った基礎的な検討について, 題材開発の流れに沿って報告する。

2. ものづくり体験題材としての検討と試作

この節では, スピーカのしくみを調べ, 理解するとともに, 試作を通してものづくり体験の題材として問題となる点を明らかにしようと試みた。

2.1 スピーカ題材に関する情報収集

スピーカはスピーカユニット, エンクロージャ, ネットワーク回路の3つの要素から構成される。スピーカの仕組みと働き, エンクロージャの製作については書籍やwebページ上に多くの情報が存在する¹⁾⁻⁵⁾。またスピーカユニットの製造者からも詳しい情報が提供されている⁶⁾。スピーカを学校教育での題材として用いた実践事例が

webページ「技術のおもしろ教材集」に紹介されている⁷⁾。このページには磁石とコイルでいろいろな物をスピーカ化する実験やオシロスコープによる音声信号の観察等の事例が挙げられている。その他スピーカを学校教育での教材として利用化する取組みが学会誌等に報告されている^{8), 9)}。

2.2 市販スピーカの分解

不要になった市販の3ウェイスピーカを入手し, 分解に供した。分解によりわかったことを挙げる。材料: パーティクルボードで外面に化粧フィルムが貼られている。エンクロージャの種類: バスレフ型。スピーカユニットの数と配置: ウーファ (8Ω), スコーカ (8Ω), トゥイータ (8Ω) 各1個の3ウェイシステムでネットワーク回路を備えている。吸音材: 使用していない。エンクロージャの組立て: 接着剤とプラスチック製補強材により組み立てられており, くぎは使われていない。

分解により, 身の回りのありふれた製品にも多くの学ぶべき技術的な内容が含まれていることが分かる。題材の製作に取り組む前に, 製品

*¹ 本研究の一部は日本産業技術教育学会第44回全国大会 (2001年8月, 愛知) において発表した。

*² 岐阜大学教育学部 Faculty of Education, Gifu University (本研究に関する問い合わせは*³へ)

の分解などの準備的な体験を経ることで、題材への理解を深め、よりいっそう興味付けを持った状態が実現できるのではないかと考える。

2.3 ネットワーク回路の試作と評価

前節の分解で取り出したスピーカユニットを駆動するために、クロスオーバー周波数を800Hz及び6kHzに設定し、3ウェイのネットワーク回路を試作した。試作品の回路図を図1に示す。

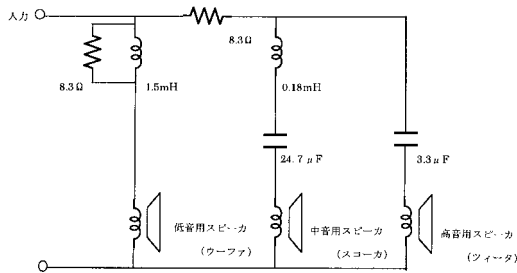


Fig.1 試作品の回路図

試作したネットワークの周波数特性を調べるため、Windowsで動作する無償で配布される波形発生ソフトウェアWaveGene¹⁰及び波形解析ソフトウェアWaveSpectra¹¹を用いた実験を行った。(類似の機能を持つソフトウェアは他にもいくつかweb上に存在する。)測定中の画面表示の例を図2に示す。また高音用、中音用、低音用のそれぞれのチャンネルの周波数特性の測定結果を図3に示す。これからコイルのハイカット特性、コンデンサのローカット特性がはっきりとわかる。

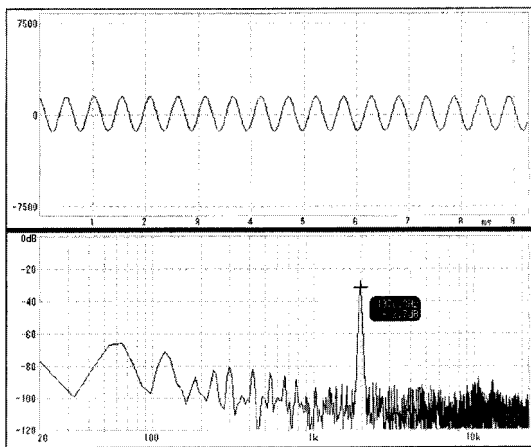


Fig.2 測定中の表示例 (2kHz付近)

電気信号を可視化することにより素子や回路

の働きを理解した上で作業を進めることができるようになり、電気領域の題材の学習・制作意欲を維持する上でたいへん役立つと思われる。中学校授業におけるオシロスコープによる音声信号波形の観察事例は前出のwebページ⁷⁾などにも紹介されているが、機器が高価なことなどが一般的な実施の妨げになっている。上記ソフトウェアを導入することにより、一般に普及しているパーソナルコンピュータのオーディオ入出力機能を利用して音響信号の波形信号が可能となる。これによりオシロスコープや発振器、FFTアナライザなどの比較的高価な実験装置を導入しなくても音響信号を視覚的に取り扱うことができ、より広い実践の場で興味付けや理解の方法として用いることができると考えられる。

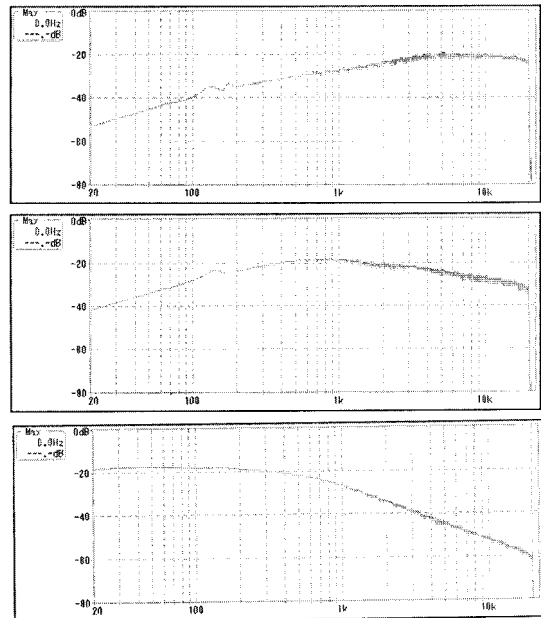


Fig.3 ネットワーク回路の周波数特性

- 上: 高音用チャンネル
- 中: 中音用チャンネル
- 下: 低音用チャンネル

2.4 バッフル板の効果を感じ取る

エンクロージャの本質的な役割はオルゴールにおける共鳴箱やピアノ・弦楽器における響板のように振動を音響エネルギーとして空気中に放射することではなく、スピーカユニットの前後(裏表)間の空気を遮断して、逆位相の波が互いに打ち消さないようにすることである。また補

助的な役割としてはバスレフ形式やバックロードホン形式のようにスピーカユニット背面からの振動を位相を反転・強調して放射することなどが挙げられる。

最も簡単なエンクロージャの形式である平面バッフル板を用い、その効果を体感する実験を行った(図4)。寸法900×900mmのシナ合板製のバッフル板を用いることにより、裸のスピーカユニットに比べて、特に低音域が明瞭に聞き取れるようになった。またバッフル板の効果が材質よりもその形状によることを示すため、同寸法の毛布を用いた比較実験を行った。



Fig. 4 平面バッフルの実験

2.5 エンクロージャの試作

この節では、実際にエンクロージャを試作することにより、この題材をとりあげる上での現実的な問題点を明らかにし、その対応策について検討した。試作1：フルレンジ12cm密閉型(写図5)。試作2：3ウェイ密閉型(前節の分解で取り出したユニットを収めるもの、図6)。

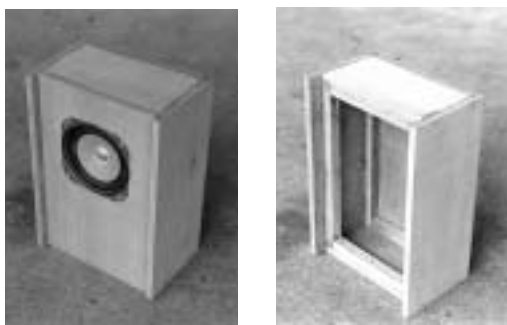


Fig. 5 試作1

試作1, 2の作業工程を通して明らかになった

問題点について、とくに中学校授業における実施を想定して、その対応策について検討した。

a) パネルの切断

エンクロージャの製作では、音漏れを防ぐ必要から材料を正確に切断することが重要である。しかし、手のこよる切削では、けがき線のとおり切断するのは困難であった。また昇降式丸のこ盤を用いた切削では精確な切断が可能ではあったが、とくに長尺の部材を扱う時に困難と危険を感じた。さらに旧文部省通知「中学校技術・家庭科における工作機械の使用による事故防止について(昭和43年)」¹²⁾において丸のこ盤の使用に関する制限が設けられている。そこで、改善策として、建設工事現場等で用いられる、市販のパネル切断用捨て板式作業台と切墨定規、電動丸のこを用いる方法を考えた(図7)。これにより従来の方法に比べて正確かつ安全な加工が可能になった。(電動丸のこの前述規定における制限は、丸のこ盤よりは寛容となっている。)



Fig. 6 試作2

b) 丸穴あけ

糸のこ盤による、スピーカユニット取り付け用の丸穴あけは困難であった。また装置のフトコロによって作業できる寸法が制限されてしまうことも問題である。そこでこれに替えて市販のジグソーと円形切り抜き用コンパス型ジグを使用することにした。

電動丸のこ、ジグソーともに、DIY店等で比較的安価に入手できるようになってきており、生活体験に即した、また実生活での応用に動機

付けられた学習活動が可能であると考えられる。このような安価な電動工具の普及はものづくり体験活動の可能性を拓げるものではあるが、その使用について決して安易であってはならない。学校教育内外での電動工具の使用は十分な安全対策を施し、参加者および場合によってはその保護者に作業のリスクについて適切に説明し、これを受け入れられる者だけが行うようにする、などの配慮が不可欠である。



Fig. 7 捨て板式作業台の利用

3. スピーカ製作題材の学校教育における展開

以上の結果を踏まえ、この題材の学校教育における展開の可能性を検討するため、一例として現行の指導要領における中学校選択教科・技術を想定して、指導計画及び授業案の作成を試みた¹³⁾。この指導案の有効性を検証するのは今後の課題である。

4. まとめ

本研究では、ものづくり体験のための融合的な題材としてのスピーカ製作について種々の基礎的な検討を行い、以下のような結果を得た。

(1) 無償で配布される波形信号発生ソフトウェ

ア及び波形信号解析ソフトウェアを導入することにより、一般に普及しているパーソナルコンピュータのオーディオ入出力機能を利用して音響信号の波形観察が可能であることを示した。

(2) 市販の電動丸のこやジグソーなどの比較的安価なDIYツールと捨て板式作業台を併用することにより、両刃のこぎりや、丸のこ盤、糸のこ盤の組み合わせではうまく加工することができなかった長尺のパネル材料を正確かつ安全に加工できることを示した。

謝 辞

ソフトウェアの紹介と利用をご快諾いただいたWaveGene及びWaveSpectraの作者efu氏¹⁴⁾に感謝いたします。

参考文献

- 1) 佐伯多聞監修: "新版スピーカ&エンクロージャ百科", 誠文堂新光社, 1999.
- 2) 千葉憲昭: "オーディオ常識のウソ・マコト", 講談社ブルーバックス, 1994.
- 3) 長岡鉄男: "長岡鉄男のオリジナル・スピーカ設計術", 音楽之友社, 1996.
- 4) 井上良治ほか: "特集フルレンジで作る個性派スピーカー", オーディオクラフトマガジン2, 誠文堂新光社, 2000.
- 5) 木材加工教育研究会: "技術・家庭科教育講座 新訂木材加工", 開隆堂, 1983, pp. 216-218.
- 6) フォステクス株式会社: Fostex SPEAKER COMPONENTSカタログ, 2000, pp.12~13.
- 7) <http://www.gijyutu.com/kyouzai/> (技術のおもしろ教材集) .
- 8) 六田嘉明, 青木高史, 川野優貴: 日本産業技術教育学会誌43(1), 37-41 (2001).
- 9) 館学, 松本金矢, 山本尚登: 第20回日本産業技術教育学会東海支部大会 (愛知) 講演論文集, 75-78 (2002).
- 10) <http://www.ne.jp/asahi/fa/efu/soft/wg/wg.html> (テスト信号発生ソフト WaveGene) .
- 11) <http://www.ne.jp/asahi/fa/efu/soft/ws/ws.html> (高速リアルタイム スペクトラムアナライザ WaveSpectra) .
- 12) 前掲書5) pp. 263-266.
- 13) 大澤一毅: 岐阜大学教育学部平成12年度卒業研究, 2001, pp.59-61.
- 14) <http://www.ne.jp/asahi/fa/efu/> (efu's page).