

Development of Non-Blade Fan using a thin wooden bending plate as teaching material

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-12-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 稲垣, 綾斗, 中嶺, 春平, 駒村, 奨, 鄭, 基浩 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00026210

薄板曲げ木を用いた羽根の無い扇風機教材の開発

Development of Non-Blade Fan using a thin wooden bending plate as teaching material

稲垣 綾斗*, 仲嶺 春平**, 駒村 奨***, 鄭 基浩****

Ayato INAGAKI, Syunpei NAKAMINE, Susumu KOMAMURA and Kiho JUNG

（平成30年11月16日受理）

ABSTRACT

The goal of this research is that the compound teaching material using thin bending wooden technology was introduced into the junior high school in order to improve student technological literacy. On the developing as teaching material, Non-blade-fan using thin bending wood was developed, then wind blow performance for 3 different types of Non-blade-fans was evaluated. On the investigation for introducing as teaching materials, teaching practice was performed and effectiveness as teaching material was evaluated.

Consequently, then optimum shape of induct was optimized and 3 different types of Non-blade-fans showed different tendency on simple wind blow test compared to the normal fan only. It got a satisfactory estimation from technological teachers as prior introducing as teaching material. Finally, it showed high effectiveness and potentiality as teaching material from results of a questionnaire survey on teaching practice in junior high school.

Key words : thin bending wooden, Non-blade-fan, compound teaching material, teaching practice

1. 緒言

近年、中学校技術・家庭科における授業時数は指導要領の改定により削減され、少ない授業数でより多くの学びが必要とされている。また、技術分野においては4つの内容が必修化されたことにより教授する内容が広がった¹⁾。そこで、短時間で複数の内容に亘って学習ができる複合型教材が提案されつつある^{2), 3)}。

そこで、我々は材料と加工の内容も学びながら、エネルギー変換の内容も学ぶことのできる教材として、曲げ木を用いた木製箱型の羽根の無い扇風機教材を提案する。羽根の無い扇風機はファンが箱の内部に収納されている扇風機であり、既存のものとは異なる送風法であることから様々な長所を有している⁴⁾。この羽根の無い扇風機を題材として扱うことで、生徒は設計・製作過程から構造を理解し、風圧を利用して風を送る流体力学をより体験的に学ぶことができ、電気から運動、風力へのエネルギー変換を学べる。この最先端の製品の仕組みを利用して製作

* 技術教育専修 ** 静岡大学教育学部附属特別支援学校

*** 長野県小諸市立芦原中学校 **** 技術教育系列

を行うことで、生徒の技術リテラシーの向上につながると考えた。また、材料と加工に関する技術における木材加工の内容では、設計から製作、完成までの技術を育てることが1つの目的とされてきた⁵⁾。その中では本棚などの製作を通して基本的な木材加工の機能面が重視されている一方で、圧縮回復技術⁶⁾や曲げ加工技術⁷⁾などを取り入れた教材も提案されつつある。その目的は既存の木材加工技術の習得に加え、木材の新しい概念や技術を学び、さらなる技術リテラシーの向上を図ることである。

我々は曲げ加工技術に着目した。曲げ加工技術とは、熱による塑性変形・固定によって繊維が連続する曲線部材を作る伝統的な湾曲加工技術である。日本では曲げわっぱ、西洋ではバイオリンのような楽器の部材として古くから利用されてきた。その特徴は連続した繊維による優れた強度を持つことや、美しく滑らかな仕上がりとなることが挙げられる。一般的に角材の曲げ加工は、専用治具を用いたトーネット法⁷⁾が提案されているが、本研究では特別な治具が必要なく容易に曲げ加工できる薄板曲木を教材へ導入した。これにより、生徒は曲げ加工体験をとおして身の回りの技術について興味・関心が高まるとともに、木材の材質の特徴における理解を深めると期待される。そこで、曲げ木の曲線を活かした箱型の羽根の無い扇風機教材は、材料と加工に関する技術とエネルギー変換に関する技術を融合した最適複合教材と考えられた。

本研究では、薄板曲げ木を用いた羽根の無い扇風機教材の教育現場への導入を最終目的とし、設計条件における評価を行うとともに、授業実践を通して教材としての有効性を検証した。

2. 教材開発

2.1 羽根の無い扇風機教材のメカニズム

羽根の無い扇風機の送風過程は、以下の①～③のとおりである。

- ① 吸気部でファンが空気を吸い込むことによって、箱の内部の空気圧が高まる。
- ② 内部の高い空気圧によって、空気がある方向に定められた送風部から速い風となって出ていく。
- ③ 方向性を持った速い風が周囲の空気を引き込むことで、吸気部から吸引した以上の空気が流れる。

教材として設計や製作条件における難易度や選択肢の幅を広げるため、送風過程②と③における送風部のデザインを図1に示すような3種類のコンセプトを提案した。

送風Aタイプは径の異なる2つのパイプを組み合わせたもの、送風Bタイプはパイプと側板の間に隙間を設けたもの、及び送風Cタイプはパイプに角度をつけた穴を開けたものである。

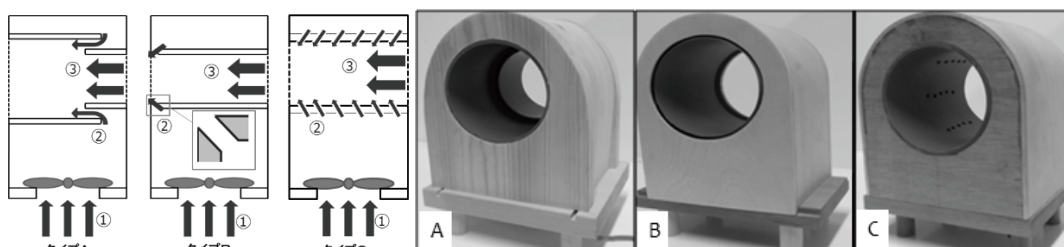


図1 3タイプの羽根の無い扇風機

2.2 製作

3タイプは送風部の構造のみが異なるため、本報では送風Aタイプのみ製作過程を紹介する。図2と表1は送風Aタイプの設計図と部品を示す。

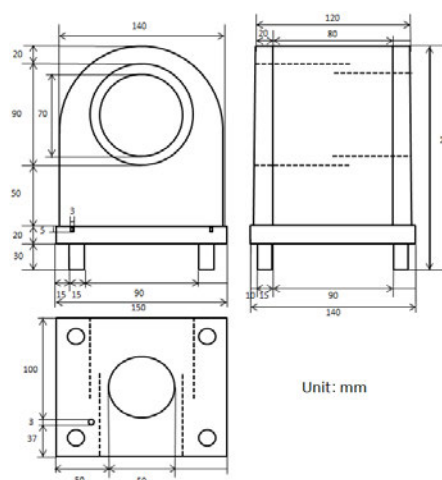


図2 送風Aタイプの設計図

	材料	寸法[mm] L×R×T	個数
送風部	塩化ビニルパイプ	Φ83×90×2	1
	塩化ビニルパイプ	Φ70×50×2	1
本体部	曲げ木薄板 (スプルース材)	380×70×3	1
	スプルース材	170×140×19	2
吸気部	スプルース材	150×140×19	1
	丸ダボ	Φ16×30	4
	ファン(12V-0.22A)	60×60×25	1
	DC-DCコンバータ (5V up to 12V)	30×20×10	1
	USB接続ケーブル	Φ5×1750	1

表1 送風Aタイプの材料と部品

製作過程は以下A～Gの通りである。

- A) 節や目切れのない2～3mmの薄板材ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*)やスプルース(*Picea abies*)などの比重0.4～0.5の針葉樹材を2週間ほど水に浸け高含水率状態にする薄板材を約10分間煮沸した後、径約100mmパイプの湾曲部を利用し、図3①に示すように曲げ加工を行う。この作業で手が熱くならないように、軍手の上にゴムやビニール手袋をはめ、かつ安全用に冷水バケツを用意する。この時、両手の親指で曲げモーメントが最も大きくなる中央部を押さえることで、外側の引張破壊が起こらずに曲げ加工が可能となる。曲げた薄板材を図3②に示すように固定し、1～2日間乾燥・養生し曲げ加工は完了となる。
- B) 吸気口と開口部は図3③に示すように木工用ホールカッターを用いて穴をあける。
- C) 薄板曲げ木と側板の接着接合においては、底板にボンドがつかないようにテーピングする。
- D) 図3④に示すように曲げ木に沿ってけがいた線にボンドを塗布し、曲げ木と側板を接着する。
- E) 接着剤の硬化後、ノコギリなどで側板の角を落としてから、図3⑤のようにカンナで曲線部になるように削る。

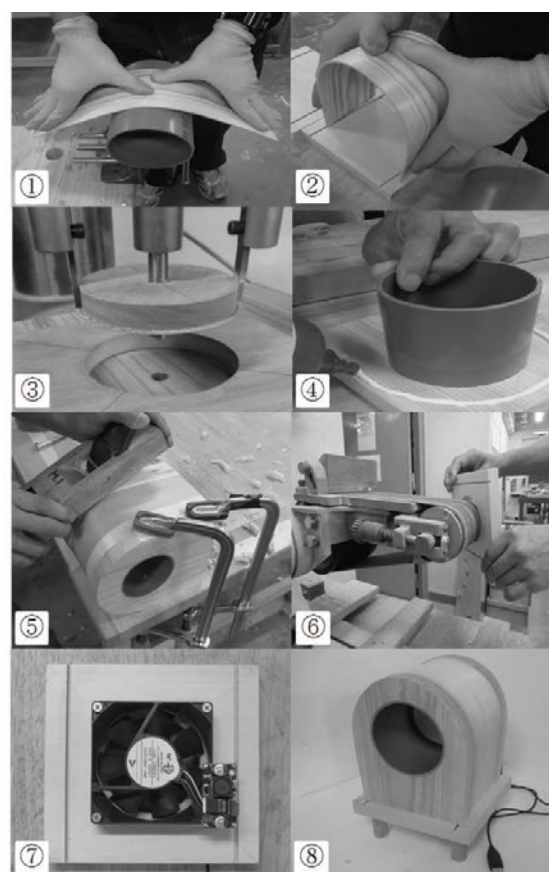


図3 製作過程

- F) 図 3⑥に示すようにベルトサンダーやヤスリなどを使いファン側の穴を斜めに広げる。
 G) 図 3⑦に示すように底板の中央部にファンを固定し、昇圧基板と USB コードを結線する。
 昇圧基板と USB コードの代わりに 9V の電池を利用することも可能である。
 H) 直径 2 cm、長さ 4 cm の丸棒 4 本をボンドで底板に固定し、図 3⑧に示すように完成となる。

2.3 吸気口形状による吸気性能の究明

羽根の無い扇風機の吸気ファンは、市場で入手しやすい 8 cm の PC ケースファンを用いるため、吸気部の底板穴の形状が吸引力に影響を与えると考えられる。そこで、図 4 に示すように 4 タイプの吸気口を持つ底板を用意し、吸気口の形状と風圧の相関関係の評価によって究明した。図 4①から吸気した空気量が送風部の断面積によって空気圧が変わり、断面積が小さくなるほど内部の空気圧が高まり吸気部の抵抗となるため、吸気力に直接に影響を及ぼすと考えられる。そこで本試験では送風部の断面積をパラメータ ($R=24$ 、 18 、 12 mm) とし、吸気部のファンの電圧調整による吸気力と送風部の風量の相関関係を調べた。直流電源装置を使い 5~13V の電圧をかけ、一定電圧における風速と回転数を計測した。図 5 は実験の様子を示す。

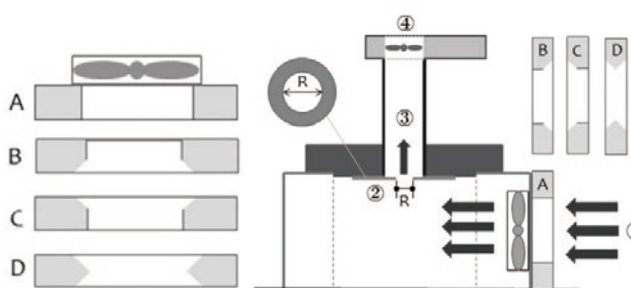


図 4 風速測定概念図



図 5 風速測定の様子

図 6 は吸気口の形状をパラメータとし、送風部の直径における風速と電圧の相関関係を示す。送風部の断面積が最も大きい 24mm の場合、低電圧では差が見られなかったが、電圧が高まると吸気 C タイプの風速が相対的に高くなった。一方、12mm の場合、吸気 C タイプが全範囲で高い値を示した。吸気 C タイプと似た形状の吸気 D タイプも比較的高い値を示した。

回転数に大きな差は見られなかったが、電圧が高まるにつれて風速に差が表れ、なおかつ高圧状態において吸気 C タイプが最も高い値を示した。この結果は高速遠心送風機の構造⁸⁾から推察できる。

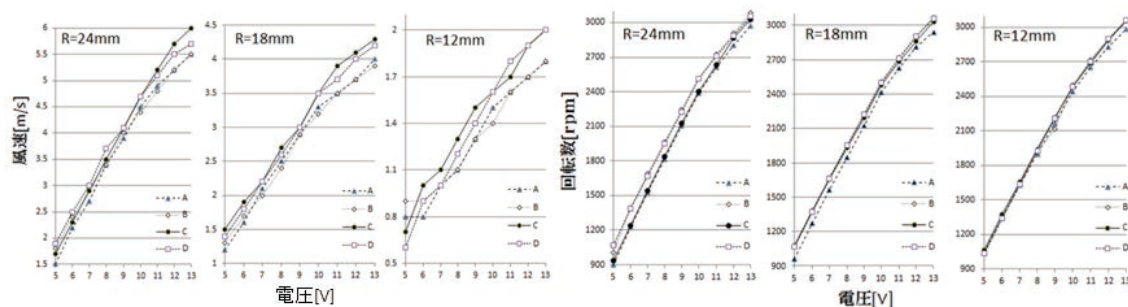


図 6 風速測定の結果

2.4 簡易分布比較試験

羽根の無い扇風機教材は送風部の違いにより風圧や空気の流れが異なると考えられる。そこで、図1に示すような送風A、B、Cタイプの送風部の面積を変化させ、簡易風圧試験により風の分布を調査した。測定方法は一般的に利用されているタフト法⁹⁾を応用した。また、風速測定の結果より、吸気口の穴は吸気Cタイプを採用した。実験の概念図及び様子を図7に示す。

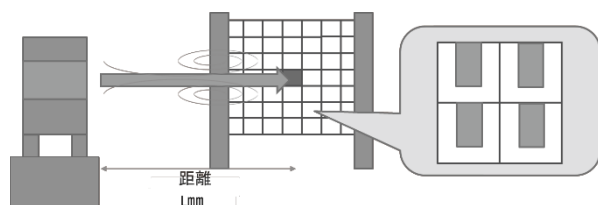


図7 試験概念図

測定部では、7×7マス（1マス 35 mm×35 mm）の鉄格子に半紙（30 mm×10 mm）を貼り、半紙の揺れレベルで風圧を評価した。各マスにおける風圧レベルは表2のように半紙の揺れ角度によって定義した。試験体から測定部までの距離（L）は500 mmとした。ファンの駆動電圧は、12Vとした。送風部における試験パラメータを表3のように設定した。送風A、Bタイプにおいては外円と内円の差の面積、送風Cタイプの各孔の径はΦ4とし、各孔の総面積を送風部の面積とした。試験タイプによる風圧の分布を図9に示す。各条件において3回試行した結果の平均値を示している。ファンのみと比較すると風が分散せず中心に集中することが明らかとなった。また、タイプ送風Cは送風A、送風Bと比較して均一に分布していることが明らかとなった。

表2 揺れのレベル

レベル	1	2	3	4	5
角度(度)	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10

表3 送風部の試験パラメータ

送風部面積(mm ²)			
タイプ	600π	1100π	1400π
送風A	A-1	A-2	A-3
送風B	B-1	B-2	B-3
送風C	C-1	C-2	C-3

ファンのみ						
3	2	2	3	3	2	3
2	1	1	1	2	1	3
2	1	1	1	2	2	3
2	2	2	1	1	2	2
1	3	3	2	1	3	2
3	3	2	2	2	3	3
A-1						
1	1	1	1	1	1	1
1	1	2	2	2	2	1
1	2	2	3	2	2	1
1	2	4	4	3	2	1
1	2	4	3	3	2	1
1	1	2	2	1	1	1
B-1						
1	1	1	0	1	1	0
0	1	2	2	2	2	1
0	2	4	3	3	2	0
1	2	3	4	4	2	1
1	2	4	4	2	2	1
1	2	3	2	1	2	1
C-1						
1	1	1	1	1	1	0
0	1	2	2	2	2	1
1	2	2	2	2	2	1
0	2	3	3	2	2	1
1	2	2	2	2	2	1
1	2	3	2	1	2	1
1	1	1	1	1	1	1
A-2						
2	2	1	2	1	2	2
2	1	3	3	3	1	2
3	2	4	4	3	2	2
3	3	4	5	4	3	2
1	2	4	5	4	2	2
1	2	3	3	2	1	1
B-2						
2	1	1	1	1	2	1
1	1	2	3	3	2	2
1	3	4	5	4	3	1
2	4	4	5	4	3	2
2	3	4	4	4	3	2
1	2	4	3	3	3	2
C-2						
0	1	1	1	1	1	1
1	2	2	2	2	2	1
0	2	3	3	3	3	1
1	2	3	3	3	3	1
1	2	3	3	2	2	1
1	2	2	2	3	2	1
A-3						
1	1	1	2	2	1	2
1	1	2	3	3	2	1
2	3	4	5	5	4	2
1	4	5	5	5	5	1
1	3	4	5	5	4	2
1	2	3	3	2	3	2
B-3						
2	2	1	1	2	2	1
2	1	3	3	3	2	1
2	3	3	5	4	4	3
1	4	5	5	5	4	3
2	3	5	5	5	4	2
2	2	3	2	3	3	1
C-3						
2	1	2	1	2	2	2
2	3	3	3	3	3	2
1	2	3	3	3	3	2
2	3	4	4	4	3	2
2	3	3	3	3	3	2
1	2	2	2	2	3	2

図9 試験結果

羽根の無い扇風機教材は卓上で使用することを想定している。そこで、各タイプのタフトへの距離を変化させた場合に風圧の分布がどのように変化するかを検証するため、距離と風圧の分布における相関関係を究明した。試験方法は簡易風圧分布試験と同様である。試験結果を図10に示す。距離が離れるにつれて風圧の分布は均一化する傾向を示す。また、ファンのみに比べ風の指向性が高くなったため、中心部に均一な風が分布したと考えられる。

	ファンのみ	A-1	B-1	C-1
500mm	3 2 2 3 3 2 3 2 1 1 1 2 1 3 2 1 1 1 2 2 3 1 1 1 1 1 1 3 2 2 2 1 1 2 2 1 3 3 2 1 3 2 3 3 2 2 2 3 3	1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 1 1 2 2 3 2 2 1 1 2 4 4 3 2 1 1 2 4 3 3 2 1 1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 0 1 1 0 0 1 2 2 2 2 1 0 2 4 3 3 2 0 1 2 3 4 4 2 1 1 2 4 4 2 2 1 1 2 3 2 1 2 1 1 1 1 1 1 1 0	1 1 1 1 1 1 0 0 1 2 2 2 2 1 1 2 2 2 2 2 1 0 2 3 3 2 2 1 1 2 2 2 2 2 1 1 2 3 2 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1
750mm	1 2 1 2 1 1 1 2 0 1 0 1 0 1 2 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 2 1 1 2 2 2 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 1 1 1 1 2 2 3 2 2 1 1 2 2 3 2 2 1 1 2 3 3 2 2 1 1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 0 1 1 0 0 1 2 2 2 2 1 0 2 3 3 3 2 0 1 2 3 3 3 2 1 1 2 3 3 2 2 1 1 2 3 2 1 2 1 1 1 1 1 1 1 0	0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1
1000mm	1 1 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 1 1 0 0 1	1 2 1 2 1	1 1 1 0 1 1 0 0 1 2 1 1 1 1 0 1 1 2 1 1 0 1 1 2 2 1 0	0 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1

図 10 試験結果

3. 授業実践

3.1 教員への紹介

開発した羽根の無い扇風機教材の中学生における授業実践の前段階として、技術教員 15 名と教育委員会職員 1 名を対象に実践授業とアンケート調査を行った。

図 11 はアンケートの結果を示す。

関心・意欲については、100%に近い肯定的な回答を得たため、十分な話題性や新規性があると考えられる。知識・理解については、木の性質と扇風機の仕組みを 9 割が理解できると回答し、生徒が学習できる部分が多いことを示した。技能については、中学生にも製作できると 9 割が回答しており、製作の難易度に問題がないことを示した。

表 5 その他の意見や総評

・木材加工における未知の分野を学んだ ・教材として発展途上だと思うがとても興味深かった ・制御回路も取り入れれば制御作品としても活かせる ・一人あたりの単価が 1500~2000 円くらいならば十分教材化できる ・話題のものを題材にしているのでくいつきがよさそう ・生徒、保護者に技術の素晴らしさを感じてもらえることができそう
--

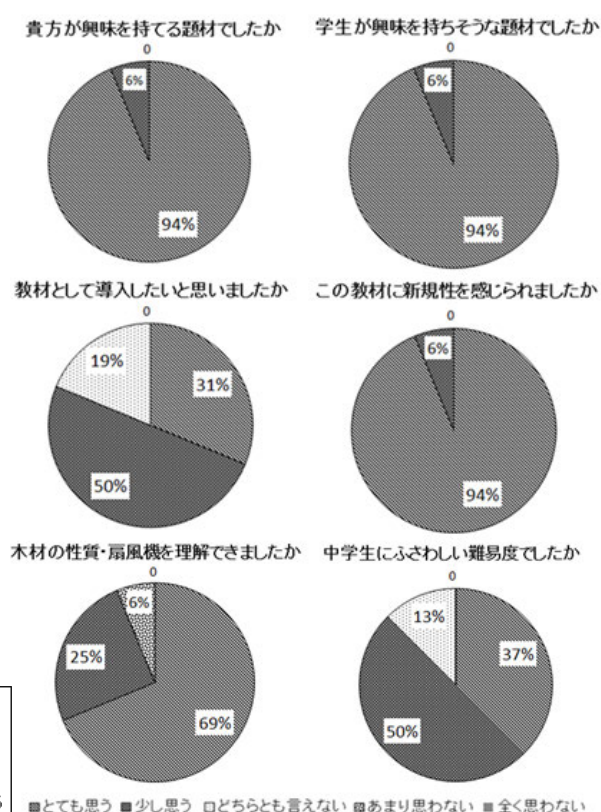


図 11 アンケート結果

以上のアンケート結果から羽根の無い扇風機の教材化において、中学校技術教員により多くの肯定的な意見を得たことから、本教材は教育現場への導入に向け高い有効性を示した。

3.2 中学生を対象とした授業実践

中学校技術教員から高い評価を受け、教材として十分な潜在性があると判断した。そこで、教材としての有効性の検証をするため、中学生を対象とした授業実践を行った。静岡市の中学生216名を対象に、現場教員の指導の下で2017年5月から2018年3月まで総授業時数31時間で授業実践を行った。授業実践の授業計画表を表6に示す。

羽根の無い扇風機教材は、送風構造や接合などいくつかのタイプがあるが、授業実践のモデルは作業難易度が低く、少ない製作工程で製作できるタイプBを選択した。送風部はパイプ1つで作ることができ、本体の曲面加工に高い技術を必要とせず、吸気部は曲げ木の治具も兼ねたものとした。

アンケート調査によって教材としての有効性を調査した。授業実施前(4月下旬)と授業実施後(3月上旬)2回に分けて行い、同質問に対する回答の比較及び授業後の教材に対する意識を調査した。調査項目は、A)材料と加工に関する基本的な知識・技術を習得できるか、B)曲げ加工体験から木材の知識や見方が広がるか、C)内部構造や仕組みの理解ができたか、D)生徒が意欲的に取り組める教材であるかの4項目である。

アンケートの結果と考察を以下に示す。A)については知識面について2項目、技能面について1項目の計3項目用意した。図12に示すように木材の繊維方向による強度の差についての理解を選択式で聞いた項目Q「図のように板に力を加えるとき、どちらの木目のほうが折れやすいと思いますか。」に関しては事前アンケートでは約6割の生徒が正しい記号を選択した。対して事後アンケートでは曲げ木加工の体験的学習を行ったことにより、正答数が増加し9割以上の生徒が正しい回答ができた。

図13に示すように知識面に関してはQ「両刃のこぎりには2種類の異なる刃がありますが、それぞれの役割を説明して下さい。」という質問で、事前アンケートではほぼ全員が役割を説明できなかったのに対し、事後アンケートでは約6割の生徒が正確に答えられている。答えられ

表6 授業計画表

授業時数	日付	授業内容
1	2017/4/24～	評価について・1年間の見通し
2	2017/5/8～	ガイダンス・事前アンケート
3	2017/5/15～	羽根のない扇風機の仕組み(どのようなものか)
4	2017/5/22～	羽根のない扇風機の仕組み(部品説明・加工方法)
5	2017/6/5～	製図法・図を見て部品をイメージしよう
6	2017/6/12～	製図法の種類
7	2017/6/19～	さしがねの使い方
8	2017/6/26～	設計図を見ながらけがきしよう
9	2017/7/3～	材料の性質
10	2017/7/10～	材料を切断しよう(底板の製作①)
11	2017/7/17～	材料を切断しよう(底板の製作②)
12	2017/8/28～	鉋がけと溝掘り
13	2017/9/18～	木を曲げよう
14	2017/9/25～	脚の設計しよう
15	2017/10/2～	側板の切断、穴あけ①
16	2017/10/9～	側板の切断、穴あけ②
17	2017/10/16～	側板の仕上げ
18	2017/10/23～	パイプ加工①
19	2017/11/6～	パイプ加工②
20	2017/11/13～	脚の加工①
21	2017/11/27～	脚の加工②
22	2017/12/4～	脚の接合
23	2017/12/11～	電機部品の説明(直流・交流)
24	2017/12/18～	電気機器の安全な使用・テスターの使い方
25	2018/1/15～	電気回路を作ろう①
26	2018/1/22～	電気回路を作ろう②
27	2018/1/29～	電気回路の調整しよう
28	2018/2/12～	仕上げ(扇風機の取り付け)
29	2018/2/19～	仕上げ(やすり掛け、塗装)
30	2018/2/26～	評価会
31	2018/3/5～	事後アンケート

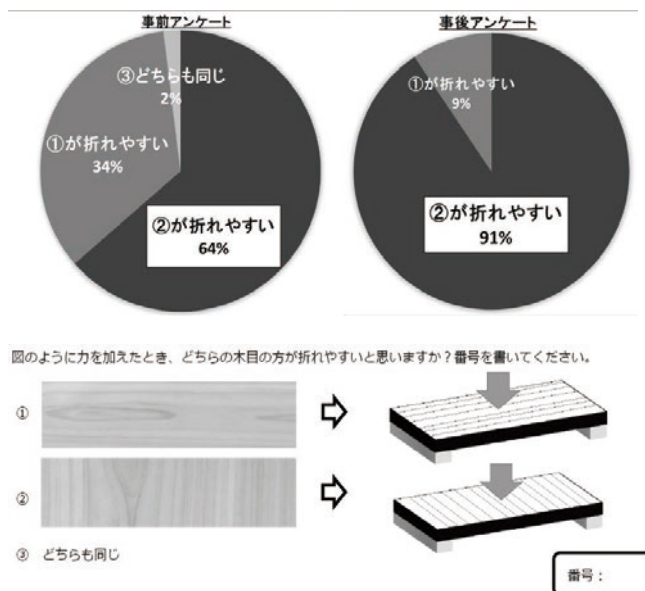


図12 木材の繊維方向

なかった生徒内にも木材の繊維方向に着目している記述が多くみられたため、両刃のこぎりは繊維方向の違いにより刃を使い分けることを意識づけることができたと考えられる。

図 14 に示すように技能面については Q「のこぎりを正しい姿勢でまっすぐ切断することができましたか?」という質問を用意した。生徒の技能の上達についてはアンケート調査だけで判断することは困難であるため、教員の机間巡視やインタビュー調査を並行して実施した。アンケート調査では生徒が技能の上達を自身で実感できたかについて質問した。結果は 9 割の生徒が肯定的な回答をし、のこぎりで木材を切断する際に正しい姿勢でまっすぐにできたと実感していることが分かった。

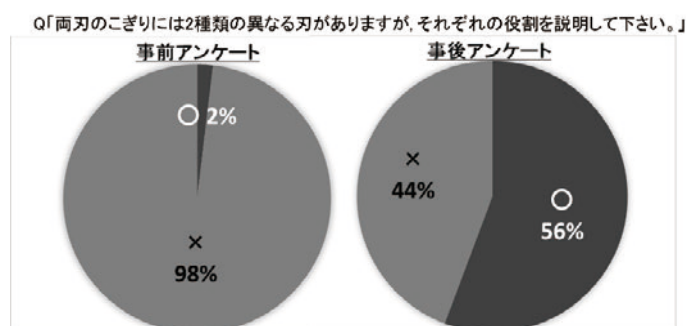


図 13 のこぎりの使用方法 (知識)

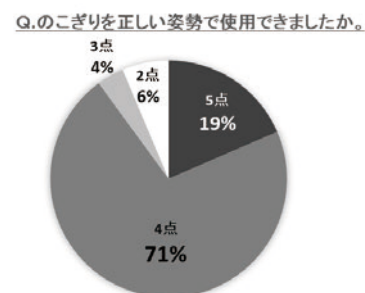


図 14 のこぎりの使用方法 (技能)

B)に関しては 2 項目設定した。図 15 に示すように曲げ木体験による学習効果を測る質問では、Q「加熱することで曲げられると思う材料をたくさん書いてください。」という質問に対し、事前アンケートでは木材を記入していた生徒は全体の 10%程度であったが事後アンケートでは 81.7%であった。木材も熱を利用して加工できる材料であることを生徒が理解していることから曲げ木の体験的な学習効果の高さを示した。

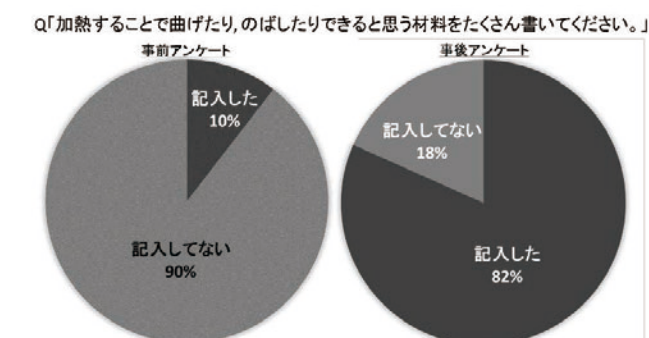


図 15 「木材」と記入した割合

図 16 に示すように、曲げ加工体験から木材の知識や見方が広がるかを測る質問として、Q「今回製作に用いた曲げ木を使って、他の作品を作りたいと思いますか。」という問いを用意した。結果は 73%が製作したいという意思を示す結果となった。また、自由記述 Q「どのような作品を製作してみたいか」では弁当箱、椅子、音楽機器、掛け時計、眼鏡フレームなど、生活の中に存在する「曲線」を曲げ木で実現してみたいという生徒の姿が見受けられた。

「曲げ木」を使って、他の作品を作ってみたいと思いますか？

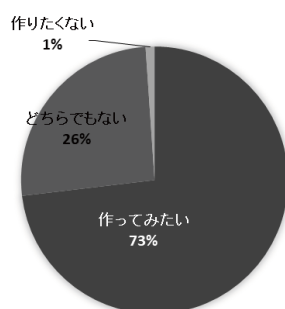


図 16 生徒の意欲

C)については図 17 に示すように、羽根の無い扇風機に対するイメージを 4 観点(見た目、値段、仕組み、安全面)で設定し、1～5 点で評価してくださいという質問を設けた。見た目のよさ、安全面に関して事前及び事後アンケートで 4 点以上という高い評価を得た。加えて、仕組みの簡単さのイメージが 20%増加したことに着目すると、授業を通して内部構造の理解に繋がったと考えられる。したがって、安全性や見た目に十分満足でき、内部の仕組みの理解に繋がる教材であることを示唆した。

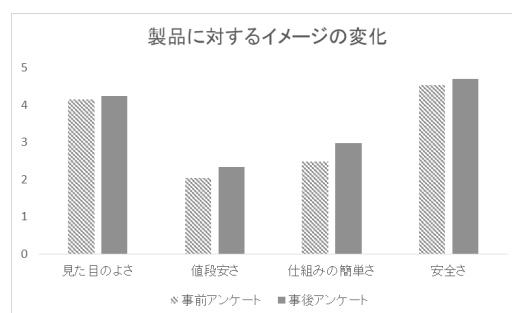


図 17 イメージの変化

図 18 に示すように、羽根の無い扇風機教材の仕組みの理解度を測る質問として、Q「羽根の無い扇風機から風はどのように流れていると思いますか。矢印を書いてください。」を用意した。生徒の回答を A～D の 4 パターンに分類しそれぞれの割合について事前アンケートと事後アンケートで比較した。事前アンケートでは前方に向かってのみの矢印パターン A の生徒が多数を占めていたが、事後アンケートでは後部から風が吸い込まれ前方に送られるような矢印パターン B の生徒が 6 割以上であった。線香の煙で空気の流れを可視化する体験学

Q「羽根の無い扇風機から風はどのように流れていると思いますか。矢印を書いてください。」

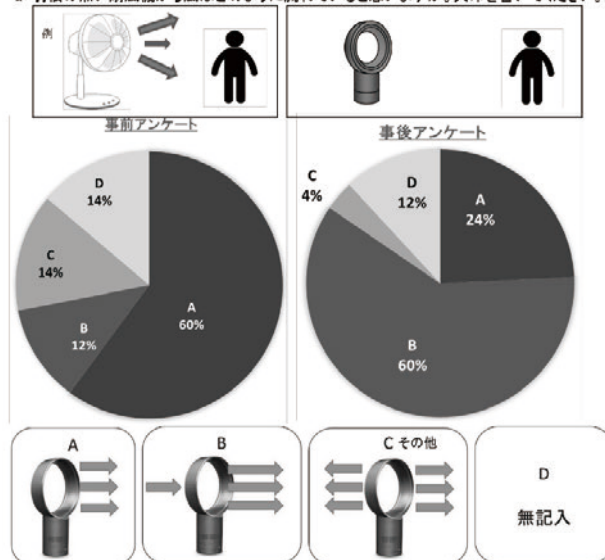


図 18 分類法及び結果

習を行ったことにより、内部から押し出された速い空気が後部の空気を巻き込み、増幅した風が送風されるベルヌーイの定理を利用した構造の理解に繋がったと推察できる。図 19 に示すように原理を説明させる質問項目では、ベルヌーイの定理を理解できた生徒の姿も見受けられた。

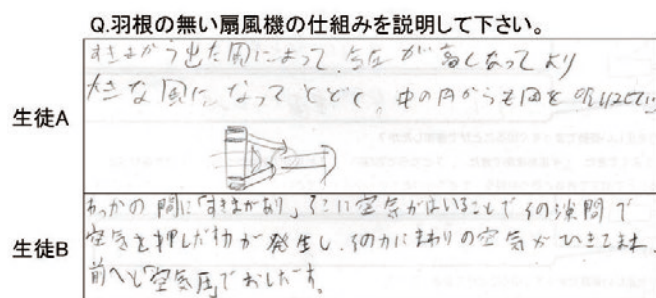


図 19 生徒の解答例

D) に関しては図 20 に示すように、Q「薄板を曲げた感想で当てはまるものに丸を付けてください。(複数回答可)または自由に記述してください(楽しかった・面白かった・びっくりした・つまらなかった・楽に曲がった・難しかった)」に関しては「楽しかった」が最も多く、次いで「面白かった」が 111 票であった。一方「難しかった」を選んでいる生徒（全体のおよそ 30%）が「面白かった」や「楽しかった」などの肯定的な意見を同時に選択している生徒が多くいる点に着目すると、「簡単にできるから楽しい」ではなく、「難しさを踏まえて、挑戦してみる」「難しいが、楽しさが分かる」といった魅力のある教材の要素を有していることを示唆した。

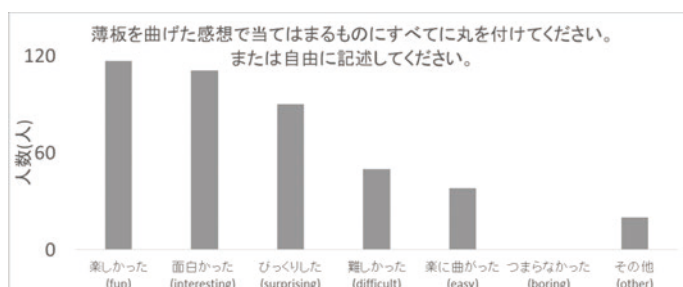


図 20 薄板曲げ木の感想

また、Q「羽根の無い扇風機製作の授業は時間が過ぎるのが速いと感じましたか?」は「熱中して取り組む」=「時間経過が速く感じる」といった標的行動を問うた質問である。9 割以上の生徒が時間の経過が速かったことを実感しており、製作を楽しみながら作業に熱中していたことが確認できた。

以上から木工具に関する知識・理解が高まったこと、体験的な学習の有効性が明らかとなったこと、及び製品や製作物に対して評価の観点広がったことが明らかとなった。本教材は生徒たちに高い学習効果を与えており、教材としての有効性の高さを示した。

4. 結言

本研究では羽根の無い扇風機教材を開発し、教育現場への導入に向け実践を通して検証した。その結果、以下の結論に至った。

- 教材として設計や製作条件における難易度や選択肢の幅を広げるため、送風部のデザインが異なる 3 種類のコンセプトを提案し、製作法を確立した。
- 高い空気圧をかけることに最も適した底板の吸気口の形状を究明した。
- 送風法の異なる 3 タイプの羽根の無い扇風機教材において、タフト法に基づいた簡易風圧試験を行い、各タイプにおいて空気の流れの傾向を示した。
- 授業実践の前段階として現職の中学校技術教員に紹介したワークショップのアンケート結果から高い評価を得た。さらに、中学生を対象とした授業実践のアンケート結果から教材

として高い有効性を示した。

参考文献

- 1) 文部科学省：中学校指導要領解説 技術・家庭編教育図書,2008
- 2) 松原佑・室伏春樹・鄭基浩：床振動発電を利用した教材の開発、日本産業技術学会誌、第 56 巻、第 1 号、pp75-79,2014
- 3) 政谷泰俊・鄭基浩：木製風力発電機教材の開発・研究、日本産業技術学会誌、第 54 巻、第 2 号、pp79-84,2012
- 4) 山下省蔵：「羽根の見えない扇風機」と関連技術について、工業教育資料 347 号,2013
- 5) 間田泰弘：技術・家庭 技術分野、開隆堂出版,2012
- 6) 井上雅文・青木務・颯川五郎：圧縮セット木材の水分・熱回復特性を活かした新しい教材の開発、木材研究・資料,1992
- 7) 則元京：木材を曲げる(化学への招待)、化学教育,1991
- 8) 村田 還, 久保 忠延: 遠心送風機の変動流れ：第 1 報, 旋回失速に伴う吸込管内の流れ、日本機械学会論文集 42 巻 (1976) 353 号
- 9) 門田和雄・長谷川大和：図解もの創りのためにはじめての流体力学、技術評論社,2005
- 10) 成澤潔水：木材-その特性と巧用、パワー社,1975
- 11) 石綿良三：図解雑学 流体力学、ナツメ社,2007
- 12) 高橋徹・中山義雄：木材化学講座 3 物理 第 2 版、海青社,2008
- 13) 喜多山繁：最新木材工業辞典、(社)日本木材加工技術協会,1999