

ものづくり体験のための題材開発 コンパネと2×4材で作る水車^{*1}

A study of teaching materials for technology education^{*1}

小原光博^{*2}・片山達人^{*3}・大瀧祥子^{*2}・堀高哉^{*4}

KOHARA Mitsuhiro^{*2}, KATAYAMA Hiroto^{*3}, OHTAKI Sachiko^{*2} and HORI Takaya^{*4}

Abstract

In this paper, development of a large water-mill-like wheel as a teaching material for technology education is outlined. Wood-based materials and portable electric power tools for woodworking are employed to construct this wheel. Processes of developing teaching materials for technology education and object-making are also contemplated.

キーワード: ものづくり, 木材加工, 技術教育, 教材

keywords: object-making, woodworking, technology education, teaching materials

1. はじめに

フレンドシップ事業は, 教員養成学部の学生が種々の体験活動を通して子ども達とふれあい, 子どもの気持ちや行動を理解し, 実践的指導力の基礎を身につける機会を設けることを目的とする。岐阜大学教育学部技術教育講座では平成11年度から「こどものためのものづくり教室」を主催しており, 第3回は平成13年8月1日に開催した。「仕組みのわかるラジオ」「響け! 君だけの電子オルゴール」「輝け! 銅鏡!!」「まわれ! まわれ!! 水車!!!」「大空へ飛ばせ! 僕らのライトプレーン」「樹脂で身の回りの小物を作ろう」の6企画を用意し, 応募約500件, 参加者約200名を得た。ここでは, このイベントのために開発した, 木質材料を用いたものづくり体験題材「コンパネと2×4材で作る水車」の開発過程について報告し, こ

れを踏まえて教員養成学部におけるものづくり体験題材開発のありかたについて考察する。

2. 「ものづくり教室」の概要

題材の開発や企画・運営に携わるコアスタッフとしては大学4年生10名, 大学院生7名, および1~3年生から2名ずつが代表として参加した。イベント当日スタッフとしては26名が加わり, 計49名がスタッフとして携わる。このほかに大学教員や現職中学校教員が助言者として間接的にイベントを支援した。また学生主体のイベントである, という意識を貫くため自発性を重んじてコアスタッフは応募制とし, 当日スタッフは基本的に任意参加とした。詳細については実施報告書等^{1,3)}に譲る。

^{*1} 本研究の一部は日本産業技術教育学会第19回東海支部大会(2001年12月 静岡), および第52回日本木材学会大会(2002年3月, 岐阜)において発表した。本研究は, 片山^{*3}が中心となって行なった題材開発の過程と背景について, 小原^{*2}が支援者の立場から記述し, 考察を加えたものである。

^{*2} 岐阜大学教育学部 Faculty of Education, Gifu University

^{*3} 中津川市立第二中学校 Daini Junior High School, Nakatsugawa

^{*4} 岐阜市立東長良中学校 Higashinagara Junior High School, Gifu

3. 題材開発

3.1 題材の発想とコンセプト

前例のないオリジナルなものを開発するのであり、困難に行き当たっても開発への情熱を維持できるためには、開発者の個人的な思い入れがあるものをつくるべきだ、という信念に基づき、何度かのディスカッションを経て「水車」を題材とすることにした。(この題材選定自体には何ら論理的に説明可能な理由があるわけではない。)

また前年度までと一味違うものを、とのこだわりから、動くもの、大きなもの、皆が協力してつくり上げるもの、を指向した。これは、単に完成物をおみやげとして、あるいは夏休みの宿題工作として持ち帰ることでなく、ものづくり体験それ自体が、子どもたちの記憶に強烈に焼きつくようなものであって欲しいとの願いから出たものである。

また使用する資材や工具の選定にあたっては、参加者にとって今回の体験が将来の実際の生活場で役立つことを意識してDIY店などで入手可能な身近なもの、価格的にも高価でないものを使用することにこだわった。さらに、今後いろいろな場所でのものづくり体験活動(出前授業など)で利用できるように、据付け式の木工機械などを用いない、可搬性のある製作システムにすることに留意した。

題材の開発や情報収集を進めるなかで、このものづくり体験を通して参加者に伝えたい内容・メッセージとして以下のものが浮かび上がった。

- ・コンパネや2×4材などの木質資材が住宅や建築の現場でどのように使われているのか、このような輸入材料が国産材に比べても安価に入手でき、大量に使われているのはなぜなのかなど、木材をめぐる産業や流通、環境に関わる本質的な問題に言及することができる。(コンパネとはコンクリート型枠合板の略称である。2×4=ツーバイフォー材はディメンジョンランバーと総称される枠組み壁構法用の構造材料の代表的な寸法規格品である。)

- ・住宅など身の回りの建築現場で用いられている資材、工具であることを強調し、ものづくり労働

の現場に自然に目が向くように興味づけ、導入を行うことができる。

3.2 題材そのものの開発

縮小模型の製作や部分的な試作などによって問題点を発見、解決して次の段階へと進む。このような繰り返しで徐々に最終的な設計へと近づいていった。

a) 縮小模型の製作：実際の1/5スケールの縮小模型(図1)を制作し、水車の概形を決めた。全体が同形の4つのユニット(図4左)から組立てられることを見出し、後述する作業ユニット的展開へのヒントを得た。



図1 縮小模型の制作

b) パソコン上での試行錯誤：オブジェクト指向型の製図支援システムを使用し、素材からどのような切断で無駄なく効率的に部品を作り出せばよいか、実際の作業手順を意識しながら様々な試行とシミュレーションを行い、より詳細な寸法・形状を割出した(図2)。

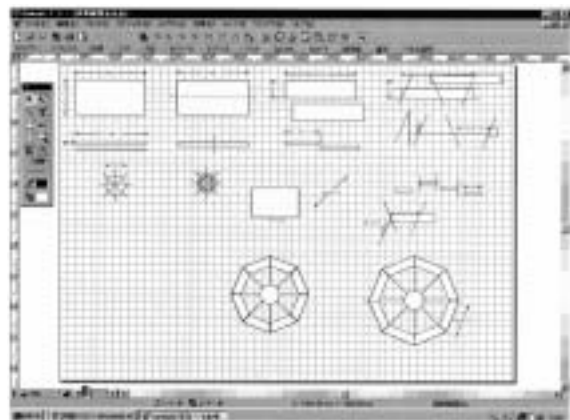


図2 製図支援ソフトによるシミュレーション

c) 接合部の詳細：接合には2×4構法用の市販の金具を用い、セルフタップねじによって締結する

ことにした。ねじ締結によって分解が可能になり、製作物を容易に別の場所に移設して展示することができる。多くの接合部については市販の標準的な金具を用いることができたが、ハブへの取付け部分には適当なものが見つからなかった。このため、スポット溶接によって2つの金具を組合せ、目的形状のものを開発した。

d) ハブと軸受け：ハブは12mm厚の合板3枚を接着・圧縮した正8角形のものを製作した。回転軸には直径25mmの鉄棒を用いた。製作物の総重量の試算に基づき、軸受けには適当な耐荷重のキャストを2個、上向きに並べて取付け製作した(図3)。



図3 軸受け

e) 部分的試作：当日支援スタッフの練習を兼ね、事前に2組のユニットを試作し、ハブへの取付け手順その他作業の進め方、安全対策のありかたについて詳細に検討した(図4)。



図4 ユニット(左)と部分的試作(右)

3.3 実践への展開

題材そのものの開発と並行して、実際の参加人数や年齢、イベントの時間や作業スペース、場所、予算、利用可能な設備など、具体的な状況設定、現実的な制約にあわせて企画の実施形態の細部を

決定していった。(このプロセスを実践への展開と呼ぶことにする。)この企画を特徴づけるのは作業ユニットによる分業と異年齢集団による共同作業の体験である。ユニット式分業では、一箇所でも寸法に狂いがあると最終的に組み立てることができない。責任感をもって正確な作業を行う重要性を体感できる。

開発した水車は図4(左)に示したような同形のユニット4つを組み合わせたものである。作業手順もこれに従い、参加者および支援者を4つのグループに分けて同時に製作作業を進行し、最後にハブへの取付け、組立て作業を行う。子ども5~6名に対し大学生を1名配置、また2つのユニットに対して補助者(大学生)1名を配置した。さらに大学院生1名が統括者として全体を把握する。補助的な人員の配置は、作業や支援者の死角に目が届くように、また体験型のイベントで起こり得る不測のトラブルに余裕を持って対応できるように配慮したものである。4つの作業スペースにそれぞれ工具、資材を配分した。

学校教育では体験が困難なものを行うべきだとの意図から、ユニットの編成では異学年の児童・生徒を積極的に混合した。(実際には小学1年生から中学2年生までの参加があった。)またユニット内での交流を促すように配布物(交流シート)を用意するなど工夫した。

詳細な作業マニュアル³⁾を用意し、使用する材料や工具、工具の使用法や安全策、また水車についての知識⁶⁾なども併せて掲載した。

3.4 題材と企画の概要

最終的に決定した題材と企画(実施案)の概要を示すと以下のとおりである。

12mm厚のコンパネ3×6板と1.8m長の2×4材から正味4時間程度の作業で直径2.3mの水車を組み立てる。作業は4つのグループに分かれて行う。全く同形のユニットを4体作成し、最後に組み立てる。一つの作業グループには子ども5~6人に対し大学生1人を配置する。部材の切り出しには電動丸のこおよび簡易パネルソーを用いる。部材同士の接合にはすべて2×4構法用の市販の金具とセルフタップねじを用いる。ねじの締結には電動ドリル(下穴あけ)電動ドライバを用いる。ユニット製作のすべての作業は実際に子ども

もたちが行い、大学生は支援に徹する。最終的な組み立ては100kg以上の重量物を扱うことになるため大学生が行い、子供たちは観察にまわる。完成後、校舎2階から放水し実際に水車を回転させ、記念撮影を行う。後日この写真を参加者にアンケートと共に送付する。

3.5 実施状況とその後

イベント当日の詳しい状況については報告書等¹³⁴⁵⁾に譲る。

製作した水車は当初、エネルギー変換（発電）の体験的題材としてさらに改造を続ける予定であったが実現せず、半年ほど屋外に展示した後、



図5 実施状況

ねじをすべて外して完全に分解し実習用の材料として保管した。また平成14年度に岐阜市内の中学校授業でベンチ製作等の材料として提供された（写真6）屋外暴露による材料表面の変色など劣化の様子がよく分かり、また研磨など少し手をかけることで廃材や解体材がものづくり材料として蘇ることが体感できる。



図6 解体材を使ったベンチづくり

4. 考察

a) 開発への意志を持続させるためには、開発者の嗜好や個人的なこだわりなど内発的動機付け⁸⁾につながる要因を優先させるべきであり、「なにをつくるか」すなわち題材そのものはつまるところ何であってもよいのではないかと。体験活動の参加者（児童・生徒）への配慮は、適時性^{9,10)}、レディネスなどを考慮して、「どうつくるか」すなわち実践への展開の部分に最大限発揮させるべきであろう。また開発者、実践者が本気で「おもしろい」と熱意を持って取り組むようなものであったほうが、参加する子どもも惹きつけられるように見受けられる。

b) 安全対策はどれだけ施しても充分ということはない。だが、たとえば刃物に触れさせないようにする、というような過剰な安全策は体験活動の意義そのものを否定する恐れがある。このような体験型のイベントではむしろ考えられるリスクを事前に明示し、これを許容できる人（この場合保護者）に納得して参加してもらうという形態により、より発展性があるように思われる。また授業としてでなく自発的な参加を前提としていることが参加学生の受身的でない、当事者としての責任意識を高めており、結果的にこのことがイベント全体

の安全確保に大きな意味をもっているように感じられる。

c) 開発体験の質をより高めるために以下のような環境整備, 支援のありかたが有効であると考ええる。

・開発者自らが課題を設定し, 解決への道のりを独力で探索できるよう十分に動機付けおよび情報提供を行うことが必要である。このためには過去の開発記録や実践記録, またものづくり題材に関する種々の文献・資料を集めた「題材開発資料室」のような環境整備が望まれる。さらに開発者間, また開発者と支援者の間で非同期的に情報の共有や交換, 蓄積ができるようにウェブ上の掲示板システム等を設置することも有効と考えられる。こうして蓄積された情報は後続の開発者のための貴重なデータベースとなりうる。

・課外の自主的な活動であることから, 授業時間外にできるだけ自由に, 安全に活動できるように実習環境を整えることが必要である。具体策としては学生の習熟度に応じて機器や設備の使用ライセンスを発行すること, また既存の大型の工作機械設備をより安全で習得しやすい小型のものに置き換えることなどが考えられる。

・開発支援者としての大学教員等に求められる姿勢としては, 開発者と問題を共有すること, 解決へのプロセスを共有すること, の二点を意識することが重要と思われる。最適な解決法を知っていることは必ずしも必要ないのではないか。

5. おわりに

フレンドシップ事業における開発体験が, 技術科教員に求められる普通教育におけるものづくり教材の開発能力を体験的・実践的に身につけるために非常に有効であると実感している。教員養成学部の授業者として, 大学授業そのものにおいて, いかにしてこのような効果的な活動を実現するかが, 筆者に与えられた課題であると感じている。

参考文献

1) 片山達人, 大瀧祥子, 小原光博: “2×4でつくる巨大水車～フレンドシップの活動から～”, 第19

回日本産業技術教育学会東海支部大会(静岡)講演論文集, 41-44(2001).

- 2) 片山達人, 大瀧祥子, 小原光博: “フレンドシップ事業におけるものづくり体験”, 第52回日本木材学会大会(岐阜)研究発表要旨集, 492(2002).
- 3) 岐阜大学教育学部技術教育講座編: “平成13年度フレンドシップ事業「こどものためのものづくり教室」実施報告書”, 2001年12月.
- 4) 大瀧祥子: 岐阜大学教育学部平成13年度卒業研究, 2002年.
- 5) 片山達人: 岐阜大学教育学部平成13年度修士論文研究, 2002年.
- 6) 吉田耀子, 寺垣豪憲: “日本初「水車の作り方」の本”, 小学館(2000).
- 7) 藤原良樹, 細川ヨシノブ: “小型水車製作ガイドブック”, パワー社(1993).
- 8) 市川伸一: “学ぶ意欲の心理学”, PHP研究所(2001).
- 9) 遠藤剛, 吉田昌春, 小原光博: “発達段階を考慮したものづくり教育に関する研究”, 岐阜大学教育学部研究報告(教育実践研究)5, 51-58(2003).
- 10) 橘田紘洋: “普通教育における木材加工教育の役割と教育適時性について”, 愛知教育大学研究報告(芸術・保健体育・家政・技術科学篇)39, 85-96(1990).