

手で実感する木材標本の教材の開発

李愛梅^{*}，鬼藤明仁^{**}

Development of Teaching Material of Wood Specimen with Feeling by Hand

Li Aimei and Akihito KITO

キーワード：木材標本，教材開発，技術科教育，技術・家庭科

Keyword: Wood specimen, Development of teaching material, Technology education,
The subject of technology and home economics education

1. はじめに

本研究の目的は，中学校の技術・家庭科技術分野（以下，技術科と表記する）における木材の特徴の教材として，手で実感することができる木材標本を製作することである。また，木材標本の教材による授業実践を通して，その有用性を検証することである。

われわれの祖先は，有史以前から，木の材質についてかなりの知識をもち，適材を適所に使い分ける能力をもっていたと考えられる¹⁾。現存世界最古の木造五重塔である法隆寺五重塔の心柱材にヒノキが使用されていることや，身近な例としては箆笥にキリが使用されていることが知られている。また，エジプトのピラミッドの中から発見された古代王族の木製品にはコクタンやチークが使用されている。木材が有用な材料であることは言うまでもなく，効果的に利用するために木材の特徴を理解することが木材利用技術の基礎になると考えられる。

木材の特徴は，学校教育においては，中学校技術科で扱われている²⁾。製作実習の前段階として，身の回りにある製品の材料を理解する学習と位置付けられている。また，資源の有効利用の学習と絡めて，再生可能材料として木材が挙げられ，技術を環境的側面や経済的側面から評価するための前提的知識とされている。このように木材の特徴の学習は，単に木材の特質を理解するためのみならず，製作に関連して材料の選定や用いられる技術の評価を行う上で欠かすことのできない重要な内容とされている。

技術科における木材の特徴の学習に関して，先行研究はいくつか挙げられる。垣本ら³⁾は，木材の細胞構造から樹種を識別するコンピュータシステムを開発している。日本産主要樹種の針葉樹 39 種及び広葉樹 180 種のデータベースから GUI の対話的操作で検索する仕様となっている。中里⁴⁾は，木材の性質を視覚的に検証するための教具を提案している。膨潤・収縮や，釘接合時の木材繊維の様子等が取り上げられている。これらの研究は教材の開発を中心としたものであったが，木材の特徴に関して教材を開発しつつ中学生を対象とした授業実践を通して教材の検証を行っている研究もある。谷口ら⁵⁾は，簡易強度試験器を考案し，木材の曲げ強度，釘・木ねじの引抜き抵抗，接着強度等について測定する実

* : 横浜国立大学大学院教育学研究科（院生）

** : 横浜国立大学教育人間科学部技術教育講座

験を行う授業を中学 1 年生に実施している。また、月足・平田⁶⁾は、木材のかたさ（表面硬さ：ブリネル硬さ）を測定するコンピュータシステムを開発し、中学 1 年生を対象に授業実践を行っている。

以上、先行研究を概観したところ、先行研究は木材の特徴を生徒がより詳細に理解することを追求するという考え方を基に行われているといえる。すなわち、生徒の学習活動について、樹種をデータベースで調べることや、木材繊維の様子を視覚的に検証すること、強度試験器で木材の強度を測定すること、コンピュータシステムで木材表面の硬さを測定することが想定されている。

一方、ものをつくる活動をベースとし、木材の特徴の理解の延長線上に、材料の選定や技術の評価の活動が存在するとの考え方からは、実際に木材に触れて特徴を実感しながら特質を理解し、木材の活用場面を思案するような学習活動が着想される。

そこで本研究では、中学校技術科における木材の特徴の教材として、手で実感する木材標本の教材を開発することにした。また、本研究の独自性として、木材標本の形状をパズルとすることにした。パズルの要素を取り入れることで、生徒がパズルの完成の過程で、木材資料をある程度時間を掛け丁寧に触れて観察するように誘導されることを意図した。木材に興味のない生徒がパズルを介して木材に触れるようになることも期待される。パズルの要素を教材に取り入れる事例は、情報教育におけるプログラミングに関する研究で見られ、生徒の興味が喚起されるといった成果が報告されている^{7),8)}。

研究の計画として、手で実感する木材標本の教材の開発を 2 段階で進めることにした。まず、手で実感する木材標本をパズルの形状を取り入れて製作する。ここでは、木材標本で学習する内容の設定、木材標本のパズル形状の選定、各種パズルの難易度調査を行う。この調査は中学生を対象に実施して、授業実践に向けて中学生に適した難易度のパズルを選定するためのデータ及び、パズルを解くために要する時間のデータを収集する。次に、手で実感する木材標本の教材による授業実践を行う。中学校技術科における木材の特徴の授業で本教材を使用し、その有用性を検証する。

2. 手で実感する木材標本の教材の製作

2.1. 木材標本教材で学習する内容の設定

本教材は、先述の通り、木材の特徴を学習する際に使用されることを想定している。木材の特徴に関する学習内容は、技術科の教科書^{9),10)}において種々記載されている。また、中学校学習指導要領解説技術・家庭編¹¹⁾の当該部分（A（2）ア）においては、科学的根拠に基づいた指導となるよう配慮することが記述されている。

教材の開発に際しては、木材の特徴についての学習活動を構想しつつ、そこに含まれる内容を整理し、それらに適合することに留意する必要があると考えられる。ここでは、実際に木材に触れて特徴を実感しながら特質を理解し、木材の活用場面を思案するような学習活動を構想した上で、「木材の部位の名称」、「繊維方向と強度の関係」、「金属やプラスチックとの差異」の 3 つの内容を取り上げることにした。

2.2. 木材標本のパズル形状の選定

パズルの形状は、立方体パズル¹²⁾を選定した。外観のイメージを図 1 に示す。ピースを組み合わせて、立方体の形状をつくと正解となる。ルールが平易であり、どのような形

状が正解となるのかが直観的で理解しやすいという特徴を有している。

パズルの寸法は、手のひらに収まる程度の大きさであり、且つ、持ち運びや教室での設置がしやすい大きさであることが必要と考えられる。また、手でしっかりと触れられて木材の特徴を実感できる大きさであることも重要となる。以上のことから、1辺60mmとした。

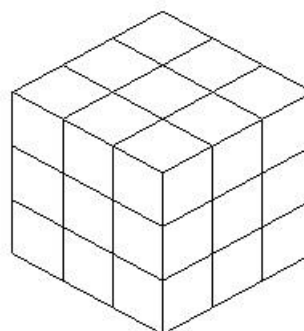


図1 立方体パズルの外観イメージ

パズルの種類は、4つ用意することにした。針葉樹材と広葉樹材について2種類ずつ用意する。生徒が、針葉樹材と広葉樹材を見比べるとともに、針葉樹材同士や広葉樹材同士でも種類があり相違の生じることを実感できるよう意図している。用意した4種のパズル¹²⁾を図2に示す。4種類とも、全てのピースの形状が平らのタイプ（オールプレーナータイプ）であった。

2.3. 各種パズルの難易度調査

調査を実施し、中学生にとっての各パズルの難易度のデータを収集する。授業実践に向けて学習活動を考案する際には、中学生がどのようなパズルを難しいあるいは簡単と感じるのか、また各パズルをどれくらいの時間で解くのかについて、教師は把握しておく必要がある。

各パズルの難易度を教師が理解することによって、難易度の高いパズルと低いパズルを教師が用意し、生徒がパズルの得意・不得意にかかわらず取り組むことができ、円滑に好奇心が喚起され木材への興味が高められることが期待される。低難度のパズルから始め、順次高難度のパズルに取り組むように教師が促すことで、生徒がより時間を掛けて木材に触れられるようにすることも考えられる。

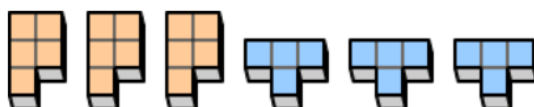
各種パズルの難易度調査の実施に向けて、調査票を作成した。4種のパズルごとに、「難易度」、「難易度の回答についての理由」、「解くまでにかかった時間」を尋ねる質問項目を設定した。

質問文及び回答形式は次の通りである。「難易度」については、「パズルは難しいですか」の質問文の下、7つの選択肢（7件法）すなわち、「1. まったくそう思わない」、「2. そう思わない」、「3. どちらかといえばそう思わない」、「4. どちらともいえない」、「5. どちらかといえばそう思う」、「6. そう思う」、「7. とてもそう思う」を設けた。「難易度の回答についての理由」については、「上記の回答の理由をお答えください」の質問文の下、自由記述形式の回答欄を設けた。また、「解くまでにかかった時間」については、「パズルを解く

①イージーキューブ



②Pt キューブ



③L キューブ



④ノン X セブン

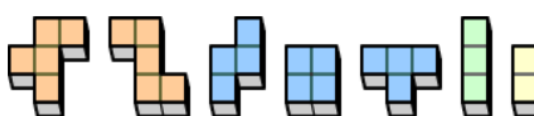


図2 パズルの種類¹²⁾

までにどれくらいの時間がかかりますか」の質問文を設け、「1. 1分程度」、「2. 3分程度」、「3. 5分程度」、「4. 10分程度」、「5. 10分以上」の5つの選択肢（5件法）を設定した。

フェイスシートとして、学年と性別の記入欄を設けた。調査票はA4用紙で2ページの容量となったが、B4用紙1枚に収まるように縮小印刷した。

調査対象は、横浜国立大学教育人間科学部附属鎌倉中学校の第2学年1学級42名（男子20名、女子22名）であった。2014年10月に調査は実施され、筆者のうち1名が生徒への説明や、4種のパズルの配布、調査票の配布・回収を行った。生徒は11の班に分かれ、班ごとに4種1つずつパズルが渡され、班内で交代しながら4種のパズルを解き、調査票に記入した。これらの説明は、Microsoft PowerPoint 2013で制作された映写画面を使用して周知された。

2.4. 調査結果の分析

集計の結果、有効回答は32名（男子13名、女子19名）となった。有効回答率は76.2%であった。

4種のパズルの「難易度」の質問項目に対する生徒の回答について、7つの選択肢の回答を難易度の高いものから7点、6点…1点と順次得点化した。各パズルの難易度の得点平均値及び標準偏差を表1に示す。

分散分析（被験者内計画）の結果、表2に示したように、条件の効果は有意であった（ $F(3, 93) = 56.98, p < .01$ ）。LSD法を用いた多重比較によれば、各条件の平均の大小関係は「パズル④ > パズル② > パズル③ = パズル①」であった（ $MSe = 2.26, 5\%$ 水準）。これらのことから、生徒たちは全体として各パズルの難易度について、最も難しいのは④、次に難しいのは②で、それらよりも①と③は難しくなく、①と③との難しさに差はないと捉えていることがわかる。

4種のパズルの「解くまでにかかった時間」に対する生徒の回答について、5つの選択肢ごとに度数を集計したものを表3に示す。パズル④は32名中31名の生徒が、10分以上と回答している。ほとんど全員の生徒がパズル④を解くのに10分以上かかることがわかる。パズル①～③においては、解くまでにかかった時間に関する回答度数が、期待度数（偶然と仮定するので等比率）と比べて偏りがあるのかどうかを検討するために χ^2 検定を施すことにした。表3において、パ

表1 各パズルの難易度

	パズルの種類			
	①	②	③	④
平均値	2.97	5.72	3.00	6.97
標準偏差	1.86	1.74	2.14	0.17

※回答形式は7件法

表2 分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方	F
条件	386.15	3	128.72	56.98**
個人差	144.30	31	4.65	
残差	210.10	93	2.26	
全体	740.55	127		** $p < .01$

表3 各パズルを解くまでにかかった時間

	パズルの種類			
	①	②	③	④
10分以上	2	18	3	31
10分程度	2	2	0	1
5分程度	5	7	8	0
3分程度	9	2	10	0
1分程度	14	3	11	0

ズル③を解くまでにかかった時間を、10分程度とする回答度数が0であった。一般に χ^2 検定では、集計表に回答度数が0のセルがあると、算出される χ^2 統計量と、偶然分布である χ^2 分布との近似が悪化し、結果に誤りが生じる可能性があるといわれる。そこで、ここでは度数が0のセルが生じるのを避けるために、10分以上と10分程度との数値を合算し一つのセルとして扱った。なお、期待度数も合算している。

χ^2 検定の結果、回答度数に偏りは有意であった(①： $\chi^2(3)=16.44$, $p<.01$, ②： $\chi^2(3)=13.23$, $p<.01$, ③： $\chi^2(3)=8.94$, $p<.05$)。したがって、表3より、パズル①と③では1分程度や3程度で解く生徒が多く、10分程度や10分以上かけて解く生徒は少ないことがわかる。一方、パズル②では1分程度や3程度で解く生徒は少なく、10分以上かけて解く生徒が多いといえる。

2.5. パズルの形状を取り入れた木材標本の製作

調査結果を分析し、4種の立方体パズルについて、生徒にとっての「難易度」、「解くまでにかかった時間」が明らかとなった。「難易度」、「解くまでにかかった時間」のどちらの観点からも、まず④、次に②の順に所謂難しいパズルとなった、①と③は比較的簡単なパズルといえる。

①と③は分析において難しさに差異は認められなかった。しかし、「難易度の回答についての理由」に対する生徒の自由記述形式の回答では、③について「全て同じ形だったから簡単だった」との回答がいくつかみられた。生徒にとって、ピースの形が「全て同じ」と「全て異なる」では、ピースの形が「全て異なる」ものの方が難しく感じられると推察される。したがって、ここでは、①の方が③よりもやや難しいパズルであるかもしれないと結論づける。

先述の通り、4種のパズルは、針葉樹材2種と広葉樹材2種に割り当てる。教科書^{9),10)}より、特徴的のわかりやすい木材の種類として、針葉樹はスギとヒノキ、広葉樹はキリとカシを取り上げることにした。

どの木材の種類にどのパズルの種類を割り当てるのかについては、生徒にとって直感的に木材の特徴が感じられるように、木材の比重と色味を勘案することにした。比重の重い木材ほど細胞の密度が高く、色味が濃い傾向がある。比重は、針葉樹のスギが0.38、ヒノキが0.41、広葉樹のキリが0.29、カシが0.92(アカガシ)であった¹³⁾。

色は人に印象を与える効果があり、例えば黒は重い、難しいと、白は軽い、易しいと感じさせられる^{14),15)}。比重が重く色味が濃い木材の種類から、難しいパズルの種類を割り当てた結果、パズル④はカシ、パズル②はヒノキ、パズル①はスギ、パズル③はキリとなった。

以上のように、4種のパズルにそれぞれ異なる木材の種類を組み合わせ、手で実感する木材標本の教材を製作した。

3. 手で実感する木材標本の教材による授業実践

3.1. 授業実践の計画

本教材を使用した授業を実践し、教材の有用性を検証する。授業内容は、本研究の目的に基づき、木材の特徴についてとする。また、前述の通り、本教材の使用に際して構想していた学習活動は、木材の特徴について本教材で木材を実感しながら、「木材の部位の名称」、

「繊維方向と強度の関係」, 「金属やプラスチックとの差異」を理解し, 木材の活用場面を
 思案するものである。

計画した授業の展開内容を表4に示す。1授業時数(50分)で木材の特徴の学習が完結
 するようにしている。設定される題材は, 「A材料と加工に関する技術」のものとして, 「机
 の上で筆記用具や教科書を整頓するための多機能本立ての設計・製作」等が考えられるが,

表4 授業の展開内容

過程	生徒の学習活動	教師の学習指導	学習の評価
導入 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> 教師の説明を聞き, 映写画面を見る。 木材でつくったものを思い出し, 身のまわりにある木材の製品を想起する。 木材には種類があることを再確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> これまでつくったものを生徒に思い出させる。 木材の製品に着目させるとともに, 木材には種類があることを再認識させる。 本時は木材の特徴について学習することを知らせる。 	
展開① (5分)	<ul style="list-style-type: none"> 班ごとに木材標本A・Bとプリント教材を受け取る。 木材標本A・Bに触れながら観察し, 気づいたことをプリント教材に記入する。 教科書を開き, 針葉樹・広葉樹について学習する。 	<ul style="list-style-type: none"> 木材標本A・Bとプリント教材を配布する。 木材標本A・Bに触れて気づいたことをプリント教材に記入させる。 針葉樹・広葉樹について教科書を用いて説明する。 	
展開② (20分)	<ul style="list-style-type: none"> パズルについて, 教師の説明を聞き, 映写画面を見る。 A・Bのパズルに, 班の中で交代しながら一人ずつ取り組む。順番待ちのときは, まわりから助言する。 パズルに取り組んだ記録について, 班の全員分をプリント教材に記入する。 パズルBの解き方についてのプリントを受け取る。 班で協力してパズルBを解く。 組み立てたパズルBを観察する。木目に注目する。 	<ul style="list-style-type: none"> 木材標本A・Bがパズルであることを知らせ, パズルの正解等の取扱方法を説明する。 A・Bのパズルに, 班の中で交代しながら一人ずつ, 全員が両方ともに取り組むこと, 順番待ちの生徒はまわりから助言してもよいこと, パズルを解く時間は全体で15分であることを伝達する。 パズルに取り組んだ記録について一人ずつが班の全員分をプリント教材に記入させる。 15分が経過し, パズルを解く時間が終了したことを知らせる。 Bのパズルは難しいので, 解き方についてのプリントを配布し, 班で協力して解かせる。 上手く組み立てられると木目がそろうことを知らせ, よく観察することを促す。 	
展開③ (15分)	<ul style="list-style-type: none"> 教師の説明を聞き, 教科書を開いて映写画面を見ながら, 「木材の部位の名称」, 「繊維方向と強度の関係」, 「金属やプラスチックとの差異」について学習する。 木材の特徴について班の生徒同士で意見交換する。 学習した内容をプリント教材に記入する。 	<ul style="list-style-type: none"> 「木材の部位の名称」として, 木口, 木端について教科書を用いて説明する。 「繊維方向と強度の関係」について, 多孔質の材料であることに触れながら, 教科書を用いて説明する。 「金属やプラスチックとの差異」について, 映写画面で事例写真を見せながら, 教科書を用いて説明する。 学習した内容をプリント教材に記入させる。木材の特徴について班の生徒同士で意見交換させ, プリント教材に記入させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 木材, 金属及びプラスチックの特徴と利用方法についての知識を身に付けている。 【知識・理解】
まとめ (5分)	<ul style="list-style-type: none"> 学習した内容を振り返る。 	<ul style="list-style-type: none"> 本時のまとめを行う。 木材標本A・Bとプリント教材を回収する。 	

本研究では特に定めていない。また、対象学年も定めていない。1 授業時数であれば、後々に技術科の教師が本教材をカリキュラムに取り入れる際に障壁となりにくいと考えられる。ただし、1 授業時数で完結することにした結果、時間の都合上、取り扱う木材の種類（パズルの種類）は針葉樹 1 種類と広葉樹 1 種類の計 2 種類に絞ることにした。なお、ここでは取り上げないが、技術科の 3 学年を見通した指導計画の作成に当たって、「A 材料と加工に関する技術」を重視し授業時数を比較的多く設定する場合、本教材をより多くの授業時間に渡って使用し、4 種類の木材（針葉樹 2 種類、広葉樹 2 種類）を取り扱うことも可能と考えている。

3.2. 授業の目標と生徒が形成するスクリプトの設定

本授業の目標は、「木材、金属及びプラスチックの特徴と利用方法についての知識を身に付けている」となる。観点別学習状況の評価の観点としては「生活や技術についての知識・理解」に該当する。このような授業目標の設定に際しては、中学校学習指導要領²⁾、国立教育政策研究所の「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料」¹⁶⁾に準拠した。すなわち、木材の特徴の学習が、中学校学習指導要領における技術・家庭科の内容の「A (2) ア 材料の特徴と利用方法を知ること」に該当することを確認し、「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料」において、その部分の評価基準を取り上げ、本授業の目標としている。

木材の特徴の学習では、生徒が、木材でものをつくった経験や木材の製品に触れた経験の少ないケースがあると考えられる。知識の習得は、一つの理論として、学習者が新しい知識を既有知識と照合して関連付け、記憶する行為といえる。しかし、既有知識となる、木材に関する経験が少ない場合、生徒は木材の特徴の学習において知識の習得が円滑に進まない可能性がある。

そこで本研究では、知識の習得に関して、スクリプト理論に着目した。スクリプト理論では、知識は台本のように、登場人物が目標に対し道具を用いて行動する事柄を時系列的に整理したものとして取り扱われる。Schank & Abelson (1977)¹⁷⁾は、スクリプトを「特定の時空間的な文脈に適切な、順序立てられ目標に組織化された行為の流れ」と定義している。スクリプト理論に関する研究として、中澤ら¹⁸⁾が、幼児が遠足のスクリプトを形成する過程を検討したものをあげられる。

本授業実践に際しては、スクリプト理論を基に、木材の特徴について、生徒がそのまわりの生徒と共に学習活動に参加した事柄として知識を形成すると仮説を立てた。本授業における生徒のスクリプトを表 5 に示す。

3.3. プリント教材の作成

本授業が計画の下で順調に進行するべく、プリント教材を作成した。計画した授業展開（表 4）は①から③まで展開する。それらは①教科書と木材標本を用いる活動、②木材標本の立方体パズルに取り組む活動、③教科書と映写画面で学び生徒間で意見交換する活動と多様なものとなっており、生徒の中には途中で何を使って何をするのか混乱するものが出ることも懸念される。

プリント教材では、表 4 の展開①に対応して、木材標本 A・B に触れて気づいたことを自由記述形式で記入する欄、針葉樹・広葉樹の説明を記入する欄、A・B は針葉樹・広葉樹のどちらなのかを記入する欄、A・B の樹種の名称は何かを記入する欄を設けた。また、

表 5 本授業における生徒のスク립ト

スクリプトの名称：木材の特徴の学習活動 登場人物：生徒本人，まわりの生徒，教師 道具：木材標本A・B，プリント教材，教科書，筆記用具 場所：中学校の技術教室	
場面1：入場 ・技術教室に入室する。 ・定められた4～5人ずつの班のテーブルに着席する。	場面4：授業の展開②ーパズルを解く ・教師の説明を聞き，映写画面を見る。 ・A・Bのパズルに一人ずつ取り組む。 ・解けるか一定の時間が経ったら交代する。 ・順番待ちのときにまわりから助言する。 ・パズルが解けたかどうかをプリント教材に記入する。
場面2：授業の導入 ・教師の説明を聞き，映写画面を見る。 ・木材について考えを巡らせる。	場面5：授業の展開③ー木材の特徴の学習 ・教師の説明を聞き，映写画面を見る。 ・教科書の該当ページを開く。 ・まわりの生徒と意見交換する。 ・学習内容についてプリント教材に記入する。
場面3：授業の展開①ー木材標本に触れる ・木材標本A・Bとプリント教材を受け取る。 ・木材標本A・Bに触れる。 ・教科書の該当ページを開く。 ・学習内容についてプリント教材に記入する。	場面6：授業のまとめ ・教師の説明を聞き，映写画面を見る。 ・記入済みのプリントを提出する。 ・木材標本A・Bを返却する。
	場面7：退場 ・技術教室を退室する。

展開②では班単位で一人ずつが交代しながらA・Bのパズルに取り組むが，それに対応して，A・Bごとに，何番目に誰がパズルに取り組んだのか，そのときパズルを解けたかどうかを記入する欄を5つずつ設けた（班の構成は4～5名のため）。展開③については，木口・木端の説明を記入する欄（「木材の部位の名称」），木材の繊維方向（木目）と強さについてどのように力をかけたときに割れにくいのかの説明を記入する欄（「繊維方向と強度の関係」），身近にあるものを例にあげて，それがその材料（木材・金属・プラスチック）の良さとのように関係しているかについて自分の意見を記入する欄（「金属やプラスチックとの差異」）を設けた。さらには，木材の特徴について班の生徒同士で意見交換する場面があるが，それに関して，誰がどのような意見を言っていたかを記入する欄を4つ設けた（自分以外の班の人数は最大で4名となるため）。

プリント教材の最後に，本授業を振り返って感想を書く欄を設けた。なお，プリント教材の所々にパズルへの取り組み方等，学習活動の進行についての説明書きを入れた。フェイスシートとして，学年・組・氏名，班の生徒の氏名を書く欄を設けた。個人情報については本研究の目的の範囲でのみ使用し，厳重に取り扱った。

3.4. 授業実践の対象及び方法

授業実践は，2015年12月に横浜国立大学教育人間科学部附属鎌倉中学校の第1学年の1学級40名（男女ほぼ同数）を対象に実施された。対象校の技術科のカリキュラムでは，第1学年の12月時点において木材の特徴の学習は既習済みであったが，本授業実践の目的が木材標本教材の有用性の検証であるという説明が，対象校の技術科教師から生徒にあら

かじめあった上で、「A材料と加工に関する技術」²⁾の「木材の特徴について新しい教材でさらに理解を深める授業」として実施された。技術科の教科書はK社¹⁰⁾のものであった。

場所は技術室で、生徒たち(1学級40名)は9つのテーブル(製作作業台兼大机)に4~5名ずつ着席した。つまり、1つのテーブルを1つの班(4~5名)が使用した(全9班)。本研究で製作した4種類の木材標本教材のうち、授業時数の都合上、針葉樹からスギ(図2のパズル①)、広葉樹からカシ(図2のパズル④)の2種を採用した。スギは木目の特徴が比較的分かりやすいと思われ、花粉症のときに各種メディアに報道されるため生徒の認知度が高いと判断して採用した。また、カシは日本国内産木材の中でも重い部類であり、手に取った際に重さを実感し特徴をつかみやすいと判断して採用した。これらは授業の進行の都合上、スギを木材標本A、カシを木材標本Bと呼称した。A・Bの木材の名称は、学習活動の終盤に教師から説明されることになっている(表4)。なお、木材標本A・B各1つずつを1セット(一揃え)とし、各班が1セットずつ受け取り、使用した(表4)。

本授業実践は、対象校の技術科の授業として実施された。授業の実施は、著者のうち1名(中学校教諭専修免許状(技術科))を所持)が担当した。対象校の技術科教師が授業時は教室内に居て、木材標本教材やプリント教材の配布・回収等で授業の進行を補助した。授業担当者は授業の進行に併せて、適宜、Microsoft PowerPoint 2013で制作された映写画面を使用して説明した。

3.5. 授業実践の結果及び考察

授業実践は本教材の有用性を検証するためのものであったが、検証の要点は3点に整理される。1点目は、木材標本の教材による授業実践が計画(表4)の通りに実施できるのかである。2点目は、木材標本教材をパズルの形状にしたことが生徒の興味を喚起しているのかどうかである。また、3点目は、木材標本教材が、スクリプト理論の視点から、まわりの生徒と共に学習活動に参加することを促しているのかどうかである。

1点目については、授業は計画された展開内容(表4)に沿って進行されて、滞りなく終えられた。生徒全員が木材標本に触れ、木材標本のパズルに取り組み、木材の特徴についてプリント教材に記入しながら学習し、そのプリントを教師に提出することができた。なお、一部の生徒がプリントに未記入の部分を残したままで提出していた。理由としては、その部分の学習内容の理解が不十分であることや、授業の進行速度がその生徒にとって速かったため記入する時間が足りなかったこと等が推察される。このことについては、授業を著者のうち1名が担当した点が影響しているかもしれない。計画された展開内容(表4)を十分に理解している必要があったためであったが、普段の授業から対象学級の生徒の様子を観察し、説明の平易さや授業の進行速度に留意するなど生徒の実態により即した学習指導を行うことができれば改善させられると考えられる。

2点目については、生徒が授業を振り返った感想をプリント教材に記述した内容から、生徒たちが強い興味をもって木材標本教材のパズルに取り組みながら手で触れられていたことが窺われる。授業についての生徒の感想の例を表6に示す。『とてもおもしろい授業でした。自分でさわったりして木をかんさつしてやるのが面白かったです。また、そのパズルをもとに木口やこばのことも学習するのもよかったです。身近な階段などにたとえて材料の特徴もわかってよかったです。』との感想からは、生徒が木材標本教材のパズルに対する興味と併せて、木口・木端といった木材の部位の名称に興味を高めていることがわかる。

『実際に針葉樹と広葉樹を触ったので特徴が分かった。パズルもできたので楽しかった。』との感想からは、針葉樹・広葉樹といった木材の種類に生徒の興味が及んでいることがわかる。『やはりパズルをするのが楽しかった。また、カシのにおいはあまり好きにはなれなかった。スギは少しいい香りがした。』との感想では、木材の匂いに関する記述があることから、生徒が木材標本に丁寧に触れられていると推察される。

3点目については、プリント教材における「身近にあるものの材料」(3.3. プリント教材の作成を参照)について「自分の意見を記入する欄」の記述内容及び、「同じ班の生徒の意見を記入する欄」の記述内容を検討した。その結果、生徒たちがまわりの生徒と「身近にあるものの材料」について意見交換し、自分の意見にはない他の生徒の意見における独自の内容を聞いている様子が窺われた。ある班(全5名:a~e)における生徒の記述内容の例を表7に示す。表7においては、例えば生徒bが「身近にあるものの材料」について『おふろにあるようきはプラスチックで出来ている。木ではくさるし、金属ではさびてしまう。』と自分の意見を書き、まわりの生徒の意見として『eさんはなべやフライパンが金属で作られている→火を通しやすいと言っ

表6 授業についての生徒の感想の例

とてもおもしろい授業でした。自分でさわったりして木をかんざつしてやるのが面白かったです。また、そのパズルをもとに木口やこぼのことも学習するのもよかったです。身近な階段などにたとえて材料の特徴もわかってよかったです。
実際に針葉樹と広葉樹を触ったので特徴が分かった。パズルもできたので楽しかった。
やはりパズルをするのが楽しかった。また、カシのにおいはあまり好きにはなれなかった。スギは少しいい香りがした。
ブロックにチャレンジできたのは良かったですけど、時間の関係上、意見がなく進んでいると思いました。

表7 ある班における「身近にあるものの材料」についての「自分の意見を記入する欄」の記述内容及び「同じ班の生徒の意見を記入する欄」の記述内容

生徒	自分の意見を記入する欄	同じ班の生徒の意見を記入する欄
a	おふろにあるいすはプラスチックでできている。プラスチックは水にも強いし、水がかかってもさびたりしないから、プラスチックが適していると思う。台所の周りは金属。	bさんはおふろのおけやいすはプラスチックが一番適していると言っていた。eさんはフライパンなどは金属が適していると言っていた。
b	おふろにあるようきはプラスチックで出来ている。木ではくさるし、金属ではさびてしまう。	eさんはなべやフライパンが金属で作られている→火を通しやすいと言っていた。Aさんはコンロはてつで使いやすいと言っていた。
c	マンションとかの非常階段で木材の物だったら家で燃えて使えなくなるから金属の方が良い。プラスチックは加工しやすくさびにくいので風呂場などで使われている。	dさんはプラスチックはさびにくくて、くさりにくいから、水まわりでよく使われると言っていた。eさんはフライパンなどの熱を通すものは金属で作ると言っていた。aさんはキッチンが金属で作られていると言っていた。
d	トランペット→真ちゅうを使用しているため、音の振動を伝えやすく丈夫。また、とがして形成するので、均一な管ができる。ペットボトル→プラスチック(PET)を使用しているため、安価で加工しやすく、大量生産が可能。かるく、持ち運びもできる。	bさんはおふろのいす→くさらないし、さびない、持ち運びもしやすい。そうじ、加工もしやすいと言っていた。eさんはなべ、フライパン→金属なので、熱が伝わりやすいと言っていた。aさんコンロなどは鉄でできている。木や、プラスチックだと燃えてしまうと言っていた。
e	料理を作るときにつかわれるなべやフライパンが金属で作られているのは、熱が使いやすい性質が利用されている。	bさんはお風呂のいすがプラスチックで作られているのは木だとくさってしまったり、そうじしやすいからと言っていた。dさんはペットボトルがプラスチックなのは安価だし、持ち運びがしやすいためだと言っていた。

ていた。aさんはコンロはてつで使いやすいと言っていた。』と書いている。まわりの生徒の意見について、自分の意見と関連しつつ、自分と異なる意見を書いていることから、生徒bが「身近にあるものの材料」について、まわりの生徒と協同的に学習活動に参加していることがわかる。一方、生徒cの意見は、まわりの生徒a, b, d, eにおける「同じ班の生徒の意見を記入する欄」にみられなく、生徒cは所謂「聞き役」になっていたと考えられる。生徒cは自分のプリント教材の「自分の意見を記入する欄」も、まわりの生徒の意見を参考に記述していると推察される。ただし、表6において、『時間の関係上、意見がなく進んでいると思いました。』との生徒の感想もあったことから、本授業における生徒同士が意見交換を行う時間が、生徒にとって短かった可能性もあり、今後改善を検討する必要があると考えられる。

以上、授業実践について3つの要点から検証した結果、本教材の有用性が実証されたと考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究は、中学校技術科における木材の特徴の教材として、手で実感することのできる木材標本を開発するものであった。木材標本教材の製作及び、木材標本教材による授業実践が行われ、それらの結果は、次のようにまとめられる。

- ①木材標本教材を立方体パズルの形状とすることを採用し、生徒が授業で取り扱うことに向けて、各種パズルの難易度の調査を実施し、4種のパズルについて難しさと解くまでにかかるおよその時間が明らかとなった。これらの結果の下、木材の比重と色味を勘案した上で、パズル形状の木材標本教材について針葉樹2種、広葉樹2種が製作された。
- ②木材標本教材による授業の展開内容を計画し、生徒が形成するスクリプトを想定した上でプリント教材を作成した。授業実践が中学生1学級を対象に実施され、生徒全員が木材標本に触れ、木材標本のパズルに取り組み、木材の特徴について学習することが滞りなく行われた。

- ③プリント教材における生徒の感想の記述内容から、生徒たちが強い興味をもって、木材標本教材のパズルに取り組みながら手で触れられていたことが推察された。また、プリント教材における「身近にあるものの材料」についての生徒の記述内容から、生徒たちがまわりの生徒と意見交換し、他の生徒の独自の意見を聞いていることが示唆された。

以上のことから本教材の有用性がある程度実証されたと考えられる。今後は、本教材による授業実践を重ね、数多くの学校の生徒を対象に有用性を検証することが必要になるだろう。また、本教材を展示教材として活用することも考えられる。教室に木材標本教材を展示しておくことで、生徒が休憩時間等に手で触れ、木材の特徴について予備的な知識や確認的な知識を得られるのではないだろうか。竹下ら¹⁹⁾は、展示教材の特徴として、「興味を引く内容ならば、自分から理解しようという気持ちになり、学習に対する積極性が生じる」、「模型や標本などを設置することで、文章や写真からは得ることのできない感動を得ることができる」と述べている。中学校技術科では、場合によっては製作実習で1~2種類の木材に触れるのみとなることもあるが、展示教材の活用によって生徒がより多くの種類の木材に触れられる機会が生じると期待できる。これらの課題の検討を通して、生徒の学習目標の達成に資する教材を追求したい。

参考文献

- 1) 小原二郎：木の文化，鹿島出版会，全 217p. (1972)
- 2) 文部科学省：中学校学習指導要領，東山書房，全 237p. (2008)
- 3) 垣本徹，井津元世士郎，林昭三：木材の樹種識別システムの開発，日本産業技術教育学会誌，第 41 巻第 4 号，pp.169-174 (1999)
- 4) 中里真之：木材の性質と加工現象を視覚化する研究，東京学芸大学紀要．第 6 部門産業技術・家政，第 40 集，pp.41-45 (1988)
- 5) 谷口義昭，水谷克己，小林嘉史，吉田誠：簡易強度試験機を用いた体験学習の実践に関する研究，奈良教育大学教育研究所紀要，Vol.31，p.25-37 (1995)
- 6) 月足祐子，平田晴路：木材のかたさの指導方法について，日本産業技術教育学会誌，第 54 巻第 3 号，pp.129-134 (2012)
- 7) 小菅貴彦，大川晃一：パズルゲームを利用したプログラミング体験学習，電子情報通信学会技術研究報告．ET 教育工学（一般社団法人電子情報通信学会），104 (222)，pp.7-10 (2004)
- 8) 村田育也，広田高雄：5 パズルを用いたプログラミング教材開発と高等学校情報科における授業実践，北海道教育大学紀要．教育科学編，63 (1)，pp.201-209 (2012)
- 9) 加藤幸一ほか 53 名：新編新しい技術・家庭 技術分野，東京書籍，全 243p. (2006)
- 10) 間田泰弘ほか 85 名：技術・家庭 [技術分野]，開隆堂出版，全 227p. (2005)
- 11) 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編，教育図書，全 105p. (2010)
- 12) 小田原充宏：ジャグラー小田原の箱詰めパズル天国，
URL [<http://www.torito.jp/puzzles/hakozume.shtml>]，2016 年 9 月 30 日確認
- 13) Woodpocket：木材の比重，URL [<http://www.woodpocket.jp/osirase-1.html>]，
2016 年 9 月 30 日確認
- 14) 川上元郎，児玉晃，富家直，大田登（編）：色彩の事典，朝倉書店，pp.260-263 (1987)
- 15) 日本色彩研究所：色の百科事典，丸善株式会社出版事業部，pp.124-125 (2005)
- 16) 国立教育政策研究所：評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料，
URL [<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidousiryu.html>]，2016 年 9 月 30 日確認
- 17) Schank, R.C. & Abelson, R.P.: Scripts, Plans, Goals and Understanding –An Inquiry into Human Knowledge Structures, LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES, Hillsdale, New Jersey (1977)
- 18) 中澤潤，小林直実，亀田優子，鍛冶礼子：幼児は事象の知識をどのように獲得するかー遠足の知識とスキプットの形成過程ー，千葉大学教育学部研究紀要，第 1 部，41，pp.155-165 (1993)
- 19) 竹下俊治，玉井香代子，西川伸二：生物に関する展示教材の開発とその活用例，学校教育実践学研究（広島大学大学院教育学研究科附属教育実践総合センター），第 10 巻，pp.181-187 (2004)

資料 1 木製立方体パズルの難易度の調査票 (1/2)

木製立方体パズルの難易度の調査

現在、中学校の技術の学習のための展示教材の開発に取り組んでいます。この調査は、4種類の木製立方体パズルについて難易度を調べるものです。

以下の質問項目のすべてに回答してください。正解や不正解はありませんので、直感で思った通りに回答してください。なお、結果は統計的に処理し、あなた一人の回答のみを取り上げることはありません。また、調査データについて調査目的以外での使用をしないこと、管理を厳密に行うことをお約束します。

ご協力のほどよろしくお願いいたします。

調査者

横浜国立大学教育人間科学部 技術科教育学研究室

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-2

TEL: 045-339-3460 E-MAL: kito@ynu.ac.jp

- ・学年をお答えください。 中学 () 年生
- ・性別をお答えください。 男 or 女
- ・これまでに木製立方体パズルをしたことがありますか。 はい or いいえ

I. ①のパズルについてお聞きします。

(1) ①のパズルは難しいですか。

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. まったくそう思わない | 5. どちらかといえばそう思う |
| 2. そう思わない | 6. そう思う |
| 3. どちらかといえばそう思わない | 7. とてもそう思う |
| 4. どちらともいえない | |

(2) 上記(1)の回答の理由をお答えください。

(3) ①のパズルを解くまでにどれくらいの時間がかかりますか。

- | | |
|---------|----------|
| 1. 1分程度 | 4. 10分程度 |
| 2. 3分程度 | 5. 10分以上 |
| 3. 5分程度 | |

II. ②のパズルについてお聞きします。

(4) ②のパズルは難しいですか。

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. まったくそう思わない | 5. どちらかといえばそう思う |
| 2. そう思わない | 6. そう思う |
| 3. どちらかといえばそう思わない | 7. とてもそう思う |
| 4. どちらともいえない | |

(5) 上記(4)の回答の理由をお答えください。

資料 1 木製立方体パズルの難易度の調査票 (2/2)

(1) ②のパズルを解くまでにどれくらいの時間がかかりますか。

- | | |
|---------|----------|
| 1. 1分程度 | 4. 10分程度 |
| 2. 3分程度 | 5. 10分以上 |
| 3. 5分程度 | |

Ⅲ. ③のパズルについてお聞きします。

(2) ③のパズルは難しいですか。

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. まったくそう思わない | 5. どちらかといえばそう思う |
| 2. そう思わない | 6. そう思う |
| 3. どちらかといえばそう思わない | 7. とてもそう思う |
| 4. どちらともいえない | |

(3) 上記(7)の回答の理由をお答えください。

(4) ③のパズルを解くまでにどれくらいの時間がかかりますか。

- | | |
|---------|----------|
| 1. 1分程度 | 4. 10分程度 |
| 2. 3分程度 | 5. 10分以上 |
| 3. 5分程度 | |

Ⅳ. ④のパズルについてお聞きします。

(10) ④のパズルは難しいですか。

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. まったくそう思わない | 5. どちらかといえばそう思う |
| 2. そう思わない | 6. そう思う |
| 3. どちらかといえばそう思わない | 7. とてもそう思う |
| 4. どちらともいえない | |

(11) 上記(10)の回答の理由をお答えください。

(12) ④のパズルを解くまでにどれくらいの時間がかかりますか。

- | | |
|---------|----------|
| 1. 1分程度 | 4. 10分程度 |
| 2. 3分程度 | 5. 10分以上 |
| 3. 5分程度 | |

以上で質問項目は終わりです。ありがとうございました。

資料 2 木材標本の教材による授業実践におけるワークシート (1/2)

() 学年 () 組 氏名 ()
班のお友達の氏名 ()

技術・家庭科技術分野「材料と加工」

材料の特徴 教科書 pp. - , 材料を考える 教科書 pp. -

<木材標本 A と B の配布。手で実感しながら観察してください。
なお、この授業ではいつでもこの木材に触って大丈夫です。
また、できるだけ班の全員が触って観察するようにしてください。>

OA と B について、どのようなことに気づきましたか。

○木材の種類を調べよう。

針葉樹とは ()

広葉樹とは ()

OA と B について、どちらの種類でしょうか。

A は () 樹 B は () 樹



OA と B について、木材の名称は何でしょうか。

A は () B は () ※わからないときは後回しにしてください


<実は A と B はパズルです。それぞれピースを上手に組み合わせると立方体になります。>

- ・班の中で交代しながら一人ずつ解きましょう。パズルの時間は15分です。
- ・AとBの計2つですので、残りの人はまわりから観察やアドバイスしよう。
- ・班の全員がAとBに一度はチャレンジしてください。
- ・解けないと思ったら次の人に交代してください。(最大2分)
- ・班の全員分について記録してください。(解けた人には王冠マークに○)



○A についてのチャレンジの記録



(1 番目は , ) (2 番目は , )

(3 番目は , ) (4 番目は , )

(5 番目は , )

○B についてのチャレンジの記録

(1 番目は , ) (2 番目は , )

(3 番目は , ) (4 番目は , )

(5 番目は , )

