

中学校技術・家庭科教育における教材の研究開発III ：伝動用機械要素モデルの製作

伊藤, 文一
福岡市教育委員会

<https://doi.org/10.15017/790>

出版情報：教育経営学研究紀要. 6, pp.75-82, 2003-01-31. 九州大学大学院人間環境学府(教育学部門)
教育経営学研究室
バージョン：
権利関係：

【実践報告】

中学校技術・家庭科教育における教材の研究開発Ⅲ —伝動用機械要素モデルの製作—

伊藤 文一

— 目 次 —

1. はじめに
2. 「歯車」教材化の変遷
3. 本題材開発の視点
4. 研究の方法
5. 研究の内容
6. 研究実践の経緯
7. 研究の成果と考察
8. おわりに

1. はじめに

国際化、情報化の進展、工業化社会から知識社会へという大きな変化に対応して、各国とも新しい社会に対応した教育改革に取り組んでいる。⁽¹⁾ 今回の新学習指導要領の改善は、教科で育てる資質・能力と、実践的・体験的な活動を通して学習するという教科の特質を明確に示した点に特徴がある。⁽²⁾

平成14年度から新中学校学習指導要領の完全実施をみるが、今後はこれまでの実践の再検討が必要であり、その一方法として、教材分析とこれに基づく指導内容や指導方法の検討、さらにはおのおのの授業改善を目的とした授業設計の手段、教材の研究開発などが望まれる。筆者は、技術・家庭科教育において、教材の研究開発を試みたので報告する。

中学校技術・家庭科教育における改善の基本方針の一つに次の事項がある。⁽³⁾

(ウ) 基礎的・基本的な知識・技術を確実に身に付けさせるため、実践的・体験的な学習を一層重視するとともに、環境に配慮して主体的に生活を営む能力を育てるため、自ら課題を見だし解決を図る問題解決的な学習の充実を図る。

この方針は、昭和33年の学習指導要領作成以来、表現は変わりながらも、技術・家庭科教育では一貫して示されてきていることである。本稿では、「技術」分野の「技術とものづくり」（従来の「木材加工」領域）での題材開発「伝動用機械要素モデルの製作」を十余年に渡って試みてきたので、その経緯を報告し、本題材が生徒の技術的な能力を高めるために有効であることを証明しようとするものである。

2. 「歯車」教材化の変遷

これまで歯車等の「機械要素」を教材に取り入れた例として、主に次の3例がある。

まず、昭和18年頃の「初等科工作」の教材にみられる。⁽⁴⁾ この中では、第4学年、第5学年、第6学年を対象として、歯車を補充教材として取り上げており、樫の木等で製作させている。これらの教材を通して、歯車のもつ特性を知らせ、組立、設計等の構成能力を伸ばすと共に精密な製作の技能を養うことを主眼としている。更に、木材、針金、板金等の工作の応用として取り上げること、及び理科と関連づけて教授したことが記録されている。次に、「技術・家庭科」発足時（昭和37年頃）の教科書のうち、成瀬政男編の中の「なわな機」は、歯車を中心とした多くの機械要素を巧みに組み合わせており、主要な回転部分がほとんど表面に出ていることが教材選定の理由として上げられている。⁽⁵⁾

最近では、谷中貫之による歯車機構模型の製作がある。⁽⁶⁾ 題材選定の趣旨として、谷中は、機械学習の指導事項である材料の研究、機械要素等が生徒の認識と隔たりがあり、しかも教師の一方的な説明だけの授業

4. 研究の方法

本研究は、主に次の7通りの方法で実施した。

- (1) 文献調査
- (2) 目標分析表の作成
- (3) 創造性検査の実施（ギルフォード）
- (4) 実態調査
- (5) 生徒用「自己評価カード」の活用
- (6) 追試
- (7) 毎回の指導計画の練り直し

以下に、その研究概要について簡単に述べる。

5. 研究の内容

(1) 文献調査

昭和52年度から「技術史」（技術の歴史）に関する研究に着手した。まず、「技術史」に関する文献をできるだけ収集することから手がけた。これまでの実践記録に目を通して、特に製作が可能と思われる実践記録に着目した。それは、「技術の歴史」を製作を通して学ばせようという視点を大切にしたいと考えたからである。⁽⁹⁾

(2) 目標分析表の作成

少なくとも、ここまでは指導したいとする到達目標を設定してみた、その上で、この目標を目指した指導計画を立案した。本教科の場合、習得ミニマム（学力保障：わかる・できる・おぼえる）と体験ミニマム（成長保障：実感する・経験する・深まる・伸びる）の両方の要素を包含していると思われるので設定しにくい面があることも確かである。

表1 目標分析表

認 知 ・ 理 解	ア	木材材料の色別ができる。（8種類）		
	イ	構造と組織について、指摘できる。（14）		
	ウ	繊維方向と力の強さの関係がわかる。		
	エ	木材の変形が説明できる。		
	オ	接合材料の説明ができる。（3種）		
	カ	「伝動用機械要素モデル」の働きがわかる。		
	キ	運動の種類をかえることができる。		
技 術 的 能 力	ク	「加工精度」の認識ができる。		
	設計	ケ 加工時に、工具・機械の選定ができる。		
	コ	両刃ののこぎりによる切断ができる。		
	サ	木工やすりが使用できる。		
	計画	シ 卓上ボール盤による穴あけができる。		
	ス	木づちの使用ができる。		
	セ	糸のこ盤が使用できる。		
	操作	ソ くぎや接着剤による接合ができる。		
	タ	材料を寸法通りに仕上げるができる。		
	チ	各部の寸法の測定ができる。		
評価	ツ 修正をすることができる。			
テ	寸法通り（1mmの誤差）に加工できる。			

(3) 創造性検査の実施

技術的能力の中で、重視される能力の一つに、「創造性」に関するものがある。創造性は、構想力や技術的な問題解決能力と共に、技術・家庭科教育にとって、育成すべき能力の一つである。⁽¹⁰⁾しかし、それを測定する方法がなく、その能力が高まったかどうかの判断基準が示しにくいのが現状であった。そこで、検査を実施し、数量化することで、今後の方向性を探ろうとした。昭和58年度には、ギルフォードの創造性検査

査を実施し、思考特性（思考の速さ、広さ、独自さ、深さ等）を分析した。

（４）実態調査

アンケート形式で、工具等の使用経験を中心に実態調査をした。その結果、「のこぎり」は使用経験が高いことが分かった。また、時代が下がるにつれて、使用経験のある工具が少なくなっていることも確認された。このアンケートの結果を踏まえて、今後の授業のカリキュラムの編成に生かしていきたいと考えた。

更に、かな削り等の熟練を要するような作業については、今後は時間数的にも制約があるため、治具（ジグ）の開発等を試みながら、工具や機械の安全な使用の有無まで含めて検討が必要だと考えられる。

（５）生徒用「自己評価カード」の活用

毎時間、授業終了時、生徒に「自己評価カード」を用いてその時間を振り返らせるようにした。内容（項目）は、「楽しかったか」「わかったか」「がんばったか」の３点である。

生徒の自己評価からは、次のようなことが読みとれる。

- ・「楽しい」ことと、「わかる」こととの間には、明らかな相関が認められる。
- ・評価は、その時の生徒の体調や気分によって左右されることが大きい。

この自己評価をさせることによって、教師側にとっては自分の授業を改善するための一助となる。生徒は、意欲的に自己評価活動に取り組んでいたことが観察された。特に、「先生からの一言」を学習の励みにしている生徒が多いこともわかった。

（６）追試

授業は「生きている」と言われる。確かに同じように指導計画を組んでも、同じ結果になることはまずない。しかし、本題材が生徒にとって有効な題材であることを証明するためには、さまざまな方法（対象生徒、地域、時間等の違い）によって確かめる必要があるものと考え、そのために「追試」という方法をとった。

（７）毎回の指導計画の練り直し

少しでも生徒にとってよりよい授業を展開していくためには、指導計画の練り直しは不可欠であると考えられる。

本指導計画は、①導入、②材料の研究、③製図、④考案設計、⑤製作、⑥まとめ等で組んだ。学習時間は、２３時間から３５時間までである。毎回、前回の授業の反省を踏まえて、指導案も含めて指導計画の練り直しを行った。たとえば、材料学習を製作の後に持ってきたり、導入時で、「試作」を取り入れたり、加工の段階（３段階）を設定したり、少しずつ工夫した。製作に費やす時間についても工具・機械の個数によっても変えてみた。指導内容については、主に「材料学習」のところを少し変化させてみた。つまり、「木材材料」を理解させるためには、金属・プラスチック等についても比較を通して学習させることが効果があると判断した。このようなことを繰り返すことで、少しは実践の高まりが期待できるのではないかと考えた。これまでの実践から次のようなことが言える。

- ・ きめ細かい指導計画を立てることは、授業展開を見通す上で有効であり、指導と評価の一体化についても検討がしやすい。
- ・ 僅かな指導計画の変化によっても、生徒の意欲・関心に影響を及ぼす。
- ・ 教える側（教師）の意識の変革を促す上で、指導計画の練り直しは有効な手段である。

表2 昭和58年度「木材加工1」指導計画

時間	区分	指導事項	指導上の留意点	学習プリント(B5)	生徒	教師	
1 2	導入	[オリエンテーション] ①安全指導 ②ノート, 教科書の活用法 ③技・家の目標 ④領域の説明, 履修方法 ⑤樹木の生長	○小学校までの学習経験の整理をする。 ○単なる物づくりではなく, 製作過程を重視することを生徒に理解させたい。 ○技術史的観点からのアプローチもする。	㊦1 ㊦2 ㊦3 (光合成を中心に)	●ノート 教科書(上) ●レディネス・テスト		
3 4 5 6	木材材料の研究	(1) 木材の種類, 特徴, 用途 (針葉樹材と広葉樹材に大別) (2) 構造と組織 (名称, 板材のとり方など) (3) 繊維方向と力の強さの関係 (4) 木材の変形 (5) じょうぶな構造 (接合法, 接合材料など)	○木材資源という点にもふれる。 ○実物(アラスカヒノキ, カツラ, ラワン, アガチス, スギ, セン)提示をする。 ○名称は, 簡明(14項目)にし, 年輪については, 年輪幅と強度について知らせる。 ○木目の方向を考えて製作することの大切さ, 収縮の方向, 割合, 原理を説明する。 ○接合の種類, 接合力の説明 ○くぎの長さ, 抜けにくさの関係を知らせる。	レ明 ッす ドる。 ラ ワ ン (使 用 材 料) を 中 心 に に 説	㊦4 ㊦7 ㊦8 ㊦11 ㊦12 (接合法) ㊦13	●発表(一斉) ●OHPシート ●電子顕微鏡写真(約80倍) ●接着剤 ●くぎ, 木ねじ	○木材準備(6種類) OHPシート ●電子顕微鏡写真(約80倍) ●接着剤 ●くぎ, 木ねじ
7 8 9	投影図のかき方	(1) 斜投影図のかき方 等角投影図のかき方 (2) 演習Ⅰ (斜投影図, 等角投影図) (3) 演習Ⅱ (斜投影図, 等角投影図)	○立方体→直方体の順に行う。(45°のみ) 円柱や円の一部分を含む立体, 斜面を含む立体についても簡単にふれる。 ○プリント課題を中心に行う。 ○時間内に終了しなかった生徒は自宅課題とする。	㊦14 ㊦15 (㊦14の解答) ㊦16 ㊦17 (㊦16の解答)	●方眼紙 ●斜方眼紙 ●定規 ●分度器 ●コンパス ●教科書演習 ●工作用紙 ●接着剤など	●OHPシート ●評価ノート検査	
10 11 12 13 14	考案設計	(1) 題材の研究Ⅰ (製作題材の説明) (2) 題材の研究Ⅱ (構想模型の製作) (3) 題材の研究Ⅲ (構想模型の検討) (4) 部品図の作成Ⅰ (5) 部品図の作成Ⅱ (検討)	○伝動用機械要素(まさつ車, ベルト車, 歯車など)の説明をする。 ○材料確認(寸法など)をする。 ○小学校の教科との関連をはかる。 ○回る条件(班)→(一斉) ○必要ならば, 組立図も作成させる。 ○特に, かみ合う部分の製図には注意する。 ○教師提示の部品図と照合する。(修正)	㊦18~㊦22 ㊦23 ○ラックとピン 歯車の部品図 ○かさ歯車の部品図	自宅課題 班学習 班で作業 ●製図用具	●評価 ●構想模型の評価 ●方眼紙	
15 16 17 18	製作	(1) 製作計画・準備Ⅰ (使用工具・機械の説明) (2) 製作計画・準備Ⅱ (工程表の作成) 材料どり(木どり) (部品図のはりつけ, のこぎりびき)	○使用の場合の注意事項を説明する。 ○加工法にも関連して説明する。 ○必要な工具, 時間の目安も記入させる。 ○基準面を決めて行わせること。 ○さしがね, 両刃のこぎりの使用法	㊦24 ○工程表(例)のプリント	●感想文 ●木工工具 ●体育時の服装	●班長指導 ●材料配布	
19 28	製作	部品加工 (穴あけ, 切断, 切削, やすり加工, 検査など)	○穴あけを先に行わせる。(卓上ボール盤の使用法) ○加工法について適時に指示する。 ○測定, 検査(直角度, 垂直度, 真円度など)の方法 ○精度の認識をさせる。 ○仮組立の意味を知らせる。 ○組立順序を考える。 ○動きの状況とその対応について説明する。	○工具・機械の使用法を説明した図入りプリント	●感想文	●進度確認 ●機械使用の順序指示	
29 32	製作	仮組立 組立 修正	○穴あけを先に行わせる。(卓上ボール盤の使用法) ○加工法について適時に指示する。 ○測定, 検査(直角度, 垂直度, 真円度など)の方法 ○精度の認識をさせる。 ○仮組立の意味を知らせる。 ○組立順序を考える。 ○動きの状況とその対応について説明する。	○工具・機械の使用法を説明した図入りプリント	●感想文	●進度確認 ●評価(生徒の工夫に注目)	
33 34 35	まとめ	○製作の反省 ○伝動用機械要素モデルの動き 木材と生活とのかかわり	○構想, 加工など項目をあげて反省させる。 ○回転運動の速さと方向を変化させる実験 ○運動の種類の説明 ○歴史的側面にも注目させる。 ○木材材料が今まで生活に果たしてきた役割についても考えさせる。	㊦25	●ノート 教科書	●ノート検査	

6. 研究実践の経緯

これまでの実践をまとめると、以下の表のようになる。

表 3 研究実践の経緯

区分		実施年度	研究の視点	製作題材	実施場所 ・学校等
準備期	①	昭和52年	文献調査 (技術史的視点を中心に)	製作せず	
	②	昭和53年	歯車の発達史を体験を通して学習する。(男子のみ)	6種類の木製歯車の製作	東京都 I中学校
試行期	③	昭和54年	ラックとピン歯車、摩擦車 かさ歯車モデル等の製作	伝動用機械要素 モデル	東京都 I中学校
	④	昭和55年	昭和54年度実践の追試 (男子生徒のみの実践)	伝動用機械要素 モデル	福岡市 J中学校
	⑤	昭和56年	昭和54年度実践の追試 (男子生徒のみの実践)	伝動用機械要素 モデル	福岡市 J中学校
充実期	⑥	昭和57年	昭和54年度実践の追試 (男女生徒共学での実践)	伝動用機械要素 モデル	福岡市 J中学校
	⑦	昭和58年	創造性検査を実施 (ギルフォード)	伝動用機械要素 モデル	福岡市 J中学校
	⑧	昭和59年	「機械」領域での実施 (融合題材としての位置づけ)	伝動用機械要素 モデル	福岡市 J中学校
応用期	⑨	昭和60年	個別指導 (少人数による授業)	伝動用機械要素 モデル	福岡市 N中学校
	⑩	昭和61年	昭和60年度の追試	伝動用機械要素 モデル	福岡市 N中学校
	⑪	昭和62年	教科書の題材を中心とした 実践	「本立て」等	福岡市 N中学校
発展期	⑫	昭和63年	加工の3段階・自己評価の 活用	伝動用機械要素 モデル	福岡市 N中学校
	⑬	平成 元年	自己評価の導入	伝動用機械要素 モデル	福岡市 W中学校
	⑭	平成 3年	生活に生かせる題材の選定	「本立て」等	福岡市 W中学校
	⑮	平成 4年	生活に生かせる題材の選定	「本立て」等	福岡市 W中学校
	⑯	平成 9年	小学生を対象にして実施	伝動用機械要素 モデル	発明クラ ブ

なお、平成4年度には、技術・家庭科の教員に対しての「実技研修」を、平成9年には、小学生を対象として、本題材を用いての「授業」を行った。

7. 研究の成果と考察

これまでの実践から次のようなことがいえるのではないかと思われる。

(1) 「加工精度」の認識の高まり

本題材の製作においては、木工やすり、卓上ボール盤、らせん切り等の機械・工具を用いて生徒に精密な加工を体験させることに特色がある。生徒は、歯車を「回すこと(目的の明確化)」に意欲を示し、より精度の高い「動き」へと挑戦していった。そして、その評価を「歯車がうまくかみ合う(動く)こと」でもって、評価の基準とした。このことで、生徒に「加工精度」の概念の一端を認識させることができたと判断さ

れる。

(2) 工夫＝構想能力の喚起

「本立て」がどちらかという、美的な工夫が中心となるのに対し、本題材は「よりスムーズに回す」即ち、工的、技術的な工夫が中心になるものと思われる。また、製作題材（伝動用機械要素モデル）のもつ形、動き、組み合わせ、等への興味・関心、工夫が技術的構想能力と一体化するのではないかと考えられる。

(3) 題材の新奇性への興味

「歯車」という新しい題材に興味を示す生徒も多く、授業開始前に技術室に来る、ひたすら「やすり」をかける生徒の姿に接することができた。生徒には少々困難と思われるぐらいの題材（組み合わせて製作する等）の提示も意欲を喚起させる上で有効ではないかと考えられる。

(4) 確実な加工の保障

製作経験が少ない生徒にとって、治具（ジグ）や機械の使用を通して、確実な加工を保障していくことは、重要な要素であると思われる。製作途中で投げ出す生徒が多いという実態を分析すると、ある時点での作業の失敗が指摘される。本題材は製作する歯車の選択によっては、誰でもある程度の加工精度で製作させることができるという点で、生徒に自信を持たせることが出来る題材であるともいえる。

(5) 本題材に対する教師側の意見

平成4年の8月に、福岡市教育センターで、本題材を用いての「実技研修」を行う機会に恵まれた。以下に参加した教師の意見の一部を紹介する。

- ・ 作業も生徒がいろいろな設計、アイデア、工夫などができる内容のものであり興味・関心が高まると思う。
- ・ 小学校高学年の児童でもボール盤、糸のこ盤は扱えるので、作れるのでは。

8. おわりに

21世紀の未来を創造していく子どもたちに、今残してやれることは教育をおいて他にはない。それは、基礎・基本の徹底であり、個性を伸ばす教育であることに異論はないが、体験や経験を積み重ねることによって、知識が智慧に変わり、考える力が育ち、「生きる力」につながると信じている。

特に、今後の日本の科学技術教育の一旦を担う技術・家庭科教育は、なくてはならない教科である。私はこの教科を受け持つ一人として誇りを感じる。今後も更に研究を深めながら、精進したいと思うものである。

本論文作成にあたり、多くの方々、そして生徒たちに限りない励ましや示唆を受けた。そういう意味で本題材は、生徒と一緒にあって創りあげた成果であると思う。ここに深く感謝の意を表したい。

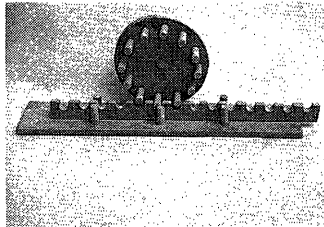
註

- (1) 御手洗康（文部科学省文部科学審議官：講演）「教育改革のめざすもの」（2002年11月16日、福岡市都久志会館に於いて講演）
- (2) たとえば、河野公子／渡邊康夫編著：「新中学校教育課程講座＜技術・家庭＞」（ぎょうせい、2000）等を参考にした。
- (3) 文部省「中学校学習指導要領（平成10年12月）解説－技術・家庭編－」（文部省、1999）、p3
- (4) 文部省編：「初等科工作四 教師用」（文部省、1943）、pp107～110
- (5) 成瀬政男編：文部省検定済教科書「中学校技術・家庭 男子2年」（学校図書、1962）
- (6) 谷中貫之：「技術教室（歯車機構模型の作図と製作）10月号」（国土社、1978）、pp31～38
- (7) 伊藤文一：「技術科教育における技術史的題材の導入に関する研究」（東京学芸大学修士論文、1979）
- (8) 伊藤文一：「技術科教育における教材の研究開発－伝動用機械要素モデルの製作－」（日本産業技術教育学会誌 vol.23 NO.2 SEPTEMBER 1981）、pp 7～15
- (9) 会田俊夫：「歯車の技術史」（開発社、1979）
- (10) 学習指導の基本としての「問題解決学習」の展開については、次のようなJ. デューイの「探求」の基本構造が示されている。高浦勝義国立研究所研究部長：「総合的な学習の進め方」（福岡市電気ホールに於いて講演、1999）

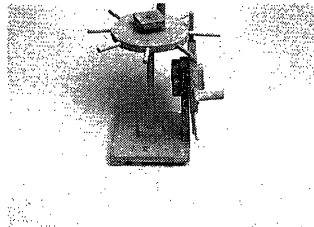
段 階	操 作	態 度
①問題の場面 ②問題の形成 ③仮説の形成 ④仮説の遂行 ⑤問題の解決 ⑥解決の場面	観 察 <u>事物事象の感覚・知覚</u> <u>過去の経験の想起・確認</u>	寛心性 : 開放性、協調性、 謙虚さ
	↑ ↓ 推 理 <u>観察可能な観念の創造</u> ↑ ↓ <u>観察困難な観念の創造</u>	誠心誠意 : 持続性、集中性、 積極性 責 任 : 自主性、自立性、 多面性、丹念性

【参考】

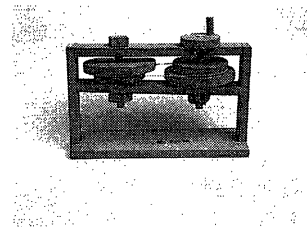
生徒作品



ラックとピン歯車



かさ歯車モデル



ベルト車

* これらを組み合わせて製作する生徒も多い。