

メカニズムへの興味・関心を高める効果的な教材について

－ エンジンカットモデルの製作 －

千葉県立〇〇〇〇高等学校 〇〇 〇〇 (機械科)

1 はじめに

近年、本校に入学してくる機械科の生徒の一部に「工業高校での勉強に興味を持ってない」、「機械科の勉強は難しい」などの声が聞かれ、それは2年、3年になるに従い多くなっていくように感じる。その都度、工業高校の教員として悔しく悲しい思いを抱いている。そこで、そのような生徒たちに少しでも工業や機械の学習に興味・関心を持たせ、「工業高校で学んでよかった」、「機械科の勉強はおもしろい」と思えるような教材について研究したいと考えた。

機械科における学習内容は、機械加工の「ものづくり」と機械要素技術の「メカニズム」の学習が中心となる。「ものづくり」に対する生徒たちの興味・関心は高く、実技を伴う「ものづくり」に直結する授業では意欲的に取り組む生徒が多く見られる。その反面、理論を学ぶ座学は難しいと感じ、苦手意識が増すためか、積極的に授業に参加する生徒が少なくなるように感じる。

「ものづくり教育」の目的は、単にものを作る技能を習得させるだけではなく、理論的な知識に基づいた技術・技能を習得させ、「ものづくり教育」を通して「ひとづくり」を行い、将来の工業界を担う人材を育成することであろう。そのため工業高校における「ものづくり教育」では、工業に関するあらゆる事象に興味・関心を持ち、知識に裏付けされた技術・技能を習得し、工業人としての能力を育成することが大切である。よって、機械加工のものづくりに対する学習だけでなく、機械要素技術のメカニズムに対しても興味・関心を持たせ、学習を深めることにより、「ものづくり教育」の目的が達成できると考える。

本研究では、より多くの生徒に「メカニズム」に対する興味・関心を持たせ、機械科の学習に意欲的に参加できるように、「メカニズム」を学習するための教材に関する研究を主題とした。

2 研究計画

今回の研究では、メカニズムへの興味を持たせる教材として、生徒たちの身近にあり、彼らにとって最も興味・関心の高い自動車・自動二輪のエンジンを使用することとした。自動車の動力となるエンジンは、多くの部品と精巧な機構から成り立っている。これを教材とすることによりそのメカニズムについて理解させ、そのほかの機械やメカニズムについても興味・関心を広げ、理解を深めさせることを目的とする。

(1) 調査

生徒の「ものづくり」・「メカニズム」に対する興味・関心の度合いや機械科の学習内容についての意識を調査し、今後どのように進めていくか考察する。

(2) エンジンの分解・組立

エンジンの分解・組立の作業を通じて、エンジンの構造・各部の機能を理解させる。

(3) カットモデルの観察

既存のカットモデルを参考に、どこをどのようにカットすればよりわかりやすいカットモデルができるか考えさせ、その動作方法についても考察させる。

(4) カットモデルの製作

課題研究の授業を利用して生徒自身でカットモデルを製作させ、メカニズムへの興味・関心の度合いと変化を考察する。

(5) 展示方法の考察

展示の仕方などを工夫し、エンジンの構造をわかりやすく伝える方法について考察する。

(6) 調査

カットモデルを製作した生徒とカットモデルを使用してエンジンの構造を学習した生徒別にアンケート調査を実施し、メカニズムに対する興味・関心の向上について考察する。

表1 研究及び活動計画

実施年月			活動内容
年度	学期	月	
23	1学期	4	メカニズムや機械科の学習に関する調査
		5	エンジンの分解・組立
		6	カットモデルの観察及び製作
		7	カットモデルの製作
	2学期	9	カットモデルの製作
		10	カットモデルの製作
		11	展示方法の工夫
		12	課題研究発表準備
	3学期	1	課題研究発表・アンケート実施
		2	来年度への準備
3		来年度への準備	
24	1学期	4	前年度作成のカットモデルの考察 エンジンの分解・組立
		5	カットモデルの観察及び製作
		6	カットモデルの製作
		7	カットモデルの製作
	2学期	9	カットモデルの製作
		10	展示方法の工夫
11		まとめ	

3 研究内容

(1) アンケート1〔本校機械科3年生(68名)に実施〕

平成23年9月 実施

ア メカニズムに関する設問

設 問	はい	いいえ
1 機械や自動車の構造に興味がある。	68%	32%
2 機械や自動車の構造に詳しい。	10%	90%
3 前問いいえの人 機械や自動車の構造が知りたいですか。	63%	37%
4 自動車のエンジンの構造に興味がある。	48%	52%
5 自動車のエンジンの構造に詳しい。	8%	92%
6 前問いいえの人 自動車の構造を知りたいですか。	45%	55%

・考察

機械や自動車の構造に興味・関心はあるが、詳しくは知らない。しかし、知りたいと思っている生徒も半数以上おり、知りたい要求はある。エンジンに特化し調査すると、興味は約半数であるが、詳しい生徒は少ない。詳しく知らない生徒の約半数が知りたいと思っている。

イ 機械科の学習についての設問

設 問	興味はある が難しい	興味がある ので簡単	興味がない ので難しい	興味はない が簡単
1 教室での科目について	50%	9%	38%	3%
2 実習について	57%	20%	17%	6%
3 「ものづくり」と「メカニズム」 どちらに興味がありますか。		ものづくり メカニズム	78%	22%

・考察

機械科の科目に興味がある生徒は座学、実習共に半数以上であるが、興味のない生徒が座学では4割以上、実習でも2割以上いる。興味があれば、「わかる授業」を実施することにより興味から理解へつなげることが可能になる。また、「ものづくり」と「メカニズム」は予想通り「ものづくり」が8割近く「興味はある」と答えている。「ものづくり」と「メカニズム」を関連させることができれば、多くの生徒が興味を持つことができると思う。

ウ 結論

アンケートの結果より、機械や自動車に興味はあるが、その構造は知らない生徒が多く、また、「ものづくり」は好きであるが、教室での授業は難しいと思っている生徒も多かった。

興味のない生徒だけでなく、難しいと感じている生徒に対して、興味・関心を持たせる教材を準備し、「わかる授業」を行うことにより、生徒の興味・関心を掘り起こすことは可能であると考える。本研究によって生徒のメカニズムに対する興味・関心を引き出したい。

(2) エンジンの分解・組立

分解・組立実習用エンジン（トヨタ・4A-F 1498cc）【図 1】の分解・組立を行い、エンジンの構造や機能について学ぶ。



図 1 実習用エンジン



図 2 分解・組立の様子

ア 分解・組立の手順【図 2】

- (ア) 実習用エンジンの観察
- (イ) 部品名称・特殊工具の確認
- (ウ) インレット・エキゾーストマニホールド取り外し
- (エ) オルタネータ取り外し
- (オ) 各カバー類取り外し
- (カ) タイミングベルト・シリンダヘッド取り外し
- (キ) ピストン・クランクシャフト取り外し
- (ク) ピストン・クランクシャフトの測定
- (ケ) 逆の手順で組立（締め付けトルクに注意）

イ 生徒の感想

- 分解しているとき、ねじや部品が多いのでうまく組み立てられるか不安になった。
- ピストンが上下して、どのように回転に変わるか知らなかったのでよかった。
- ピストンとクランクシャフトの構造がよくわかった。
- ピストンやシリンダは見た目同じであるが、なぜ場所によって寸法が違うのかがわかった。

(3) カットモデルの観察

自動車整備系の専門学校へ見学に行き、既存のカットモデルについて見学させていただき、話をうかがった。

実物を見ることができ、生徒のイメージがより具体的になってきた。

(4) カットモデルの製作（1年目）

ア モデルにするエンジン

教材には図 3 に示す 2 サイクルエンジンを使用することにした。このエンジンは、本体が小さく、カット作業が容易であり、動力伝達装置であるクラッチやベルトが付属しているた

め、エンジンのカットモデルとなるだけでなく、動力伝達についての教材ともなると考えたからである。



図3 2サイクルエンジン

イ 分解・洗浄

カットするためにまず分解し、部品の洗浄を行った。多くの箇所では錆が発生しており、ねじ・ボルト類やピストンとシリンダが固着し、取り外すのに手間と時間が多くかかった。以下に分解の手順を示す。分解においてはショッキングハンマ、マグネットプーラ、プリーホルダなど、普段の実習では使用しない工具を用いて行うので、生徒たちは興味を持って取り組んでいた。

- (ア) クランクケースカバーの取り外し【図4】
- (イ) シリンダヘッド、シリンダブロックの取り外し【図5】
- (ウ) ピストンの取り外し
- (エ) クランクケースの分解
- (オ) 遠心クラッチの分解、ドリブンギアの取り外し
- (カ) クランクシャフトの取り外し
- (キ) 各部品の洗い油による洗浄【図6】

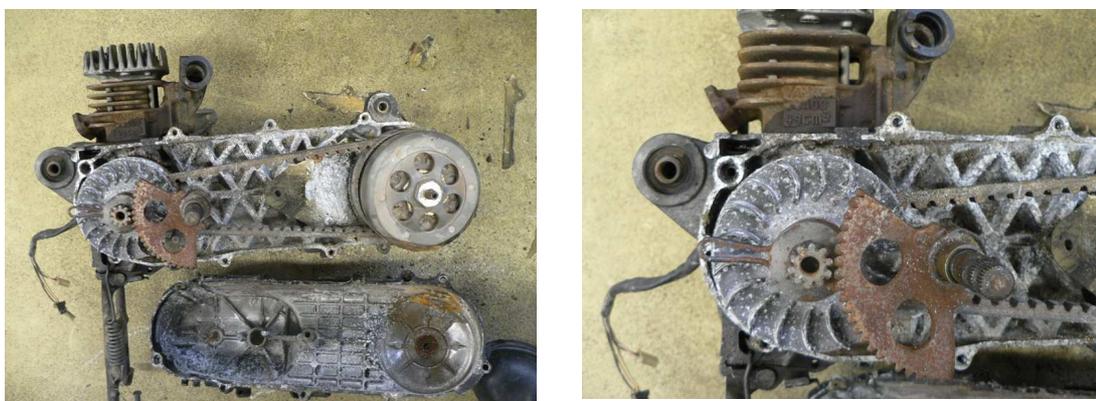


図4 クランクケースカバーの取り外し



図5 シリンダブロックの取り外し



図6 洗い油での洗浄

ウ カット作業

分解した部品を仮組し、どこをカットすればわかりやすくなるか生徒同士で話し合わせ、カットする箇所を決めさせた。この際、積極的な意見交換がなされ、自分たちなりに工夫しようとする様子が見えかけた。

部品の切断には、その大きさやカットする場所に応じて、高速切断機やのこ盤を使用した。【図7】



図7 部品の切断

エ 組立

カットした部品を仮組して確認した後、切断面をペイントし、組み立てた。【図8】



図8 カットモデルの組立

オ カットモデルの効果的な展示方法の検討

カットモデルはメカニズムの教材であるため、ピストンの往復運動が回転運動に変換する構造が見えるようにカットした。構造が見えるだけでなく、ピストンが上下するたびにクランクシャフトが回転する様子がわかるようにすることで、より効果的なカットモデルになると話をし、そのように動くための工夫をこらすよう、生徒たちに投げかけた。

生徒たちからは次のようなアイデアが出た。

- ①博物館で展示してあるように、モータでピストンが動くようにしたらどうか。
- ②ハンドルを付け人力で回転させてはどうか。

モータ駆動は魅力的なアイデアであるが、時間的な制約と生徒たちの「完成したい」という思いを考慮し、手動でのプランに決定した。自転車のペダルを改造して、クランク軸に直接取り付けて動かす方法をとった。ハンドルを回転させるとピストンが上下し、クランクシャフトが回転し、動力がベルト、クラッチ、車軸、タイヤと作動し、「動力の流れ」が視覚的に表せるようになり、メカニズムへの興味を高める教材になった。



図9 完成したカットモデル

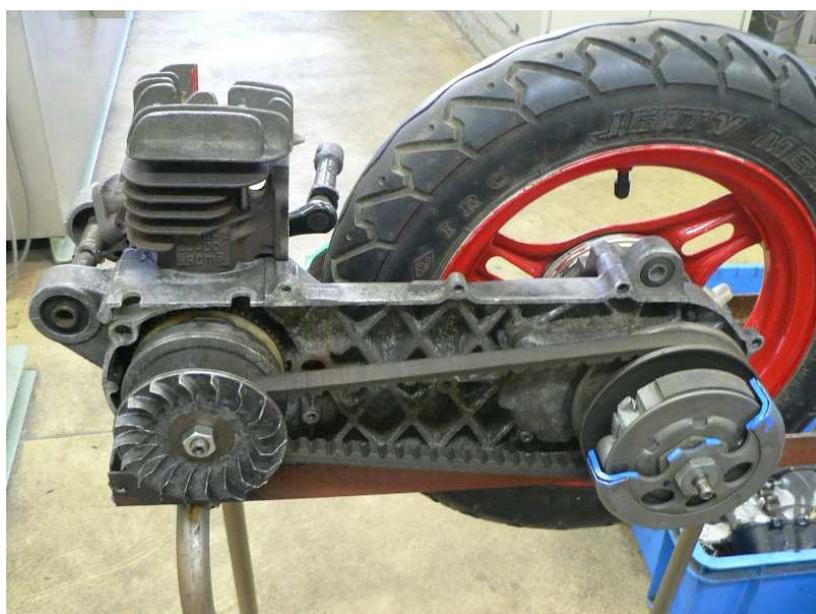


図10 完成したカットモデル（ベルト側）

カ 課題研究発表会での発表とメカニズムの説明

課題研究の発表会において、製作の手順や2サイクルエンジンの構造について説明した。手作りしたハンドルを回転させるとピストンが上下し、クランクシャフトが回転して動力が伝わる様子をわかりやすく説明していた。



図 11 発表と説明の様子

発表した生徒と発表を聞いた生徒の感想

○3年生発表者の感想

エンジンの構造や動力の伝わり方を実際に確認しながらカットモデルを製作することができ、興味深く取り組むことができた。発表ではカットモデルを動かしながら動力の発生と伝達の仕組みを説明することができ、よくわかってもらえたと思う。

○発表を聞いた2年生の感想

- ・内部の構造がわかるように作られていてすごいと思った。
- ・エンジンの仕組みがよくわかりそうだった。
- ・エンジンの構造や動力の伝わり方を見ながら理解することができる。

(5) カットモデルの製作 (2年目)

ア 4サイクルエンジンのカットモデルについて

2サイクルエンジンのカットモデルは、往復運動が回転運動に変わる様子がよくわかり、動力の発生から伝達までの仕組みを視覚的に表す教材として使用できる。2年目の研究は、生徒からの要望をふまえ、「4サイクルエンジン」のカットモデルに取り組むこととした。これは吸排気のタイミングなど、より複雑な機構があり、メカニズム的な学習要素が多いためである。

イ モデルにするエンジン

使用するエンジンは気筒数が多いと作業がむずかしくなる。このため、単気筒の4サイクルエンジンを使用することとした。【図 12】

ヘッドカバー、ロッカアームを外すと、カムシャフト、タイミングチェーン、吸排気弁を観察することができる。【図 13】



図12 4サイクルエンジン



図13 ヘッドカバーを取り外した状態

ウ 分解・洗浄作業

このエンジンは比較的状态がよく、分解作業は困難ではないが、より構造が複雑になるため、生徒たちにメモを取らせ、手順と部品の確認をさせながら各工程の作業を行わせた。

【図14, 15, 16】



図14 シリンダの取り外し



図15 クランクケースの取り外し



図16 変速ギアの確認



図17 カットしたシリンダ

エ カット作業

2サイクルエンジンのときと同様に、カットする場所の検討は生徒による相談で決めさせた。ピストンが見えるようにするためにシリンダを、弁とタイミングチェーンが見えるようにシリンダヘッドを、クランクシャフト及びギアが見えるようにクランクケースの一部をそれぞれカットした。【図17】

オ 組立

カットした部品の切断面をペイントし，組立を行った。【図 18・19】



図 18 カットした面をペイント



図 19 組立

カ カットモデルの効果的な展示方法の検討

このエンジンは本来縦型であるが，ピストン，クランクシャフト，タイミングチェーン，カムシャフト，弁などのエンジンの機構が最もよく観察できるように横に置くことにした。これにより各部品とピストンの動き，吸排気弁の動きの関係が観察できるようになった。また，クランクシャフトにハンドルを取り付け，人力で作動できるようにした。

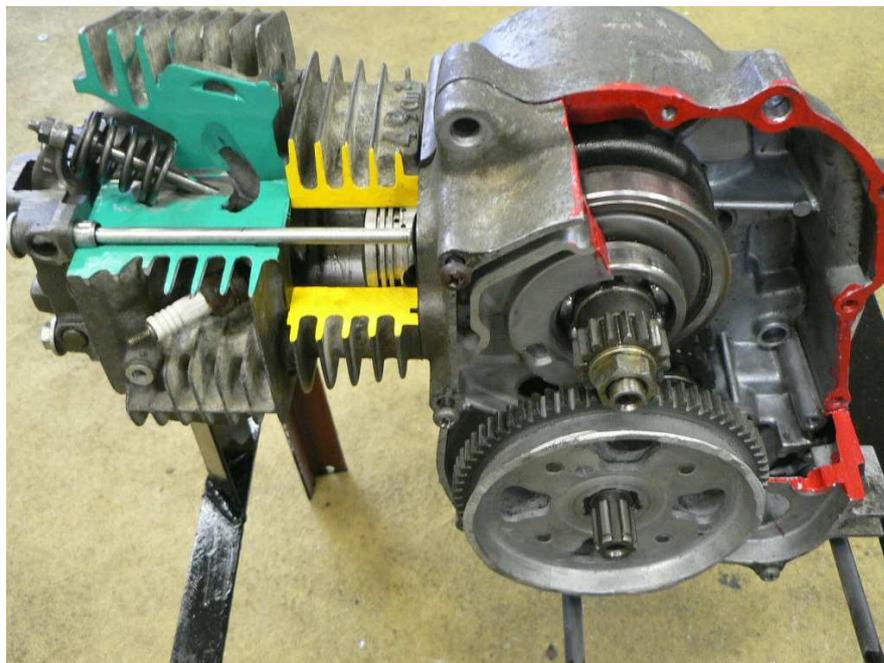


図 20 完成した 4 サイクルエンジンのカットモデル

(6) カットモデルを用いた授業の考察

今回製作したカットモデルは，科目「自動車工学」の“エンジンの構成”や「原動機」の“内燃機関”の単元で活用することがより適当であると考えられる。しかし，本校機械科では自動車工学の授業がなく，時間的な制約もあるため少人数授業を想定し，1年生 5 名，3 年生 2 名でのプレ授業を実施した。

ア 学習指導案（抜粋）

教科・科目名	工業・自動車工学
使用教材	教科書「自動車工学1」（実教出版株式会社）
単元名	第2章自動車の原理 第2節動力の発生 第2項エンジンの働き
単元目標	レシプロエンジンにおけるピストンとクランクシャフトの動きと各行程について理解する。

単元の評価基準

関心・意欲・態度	思考・判断	技能・表現	知識・理解
本時の内容について興味・関心を持ち、積極的に取り組んでいるか。	エンジンの構造を理解するため自らの経験をふまえて思考しているか。	ピストンとクランクシャフトの動きをカットモデルを用いて説明することができるか。	エンジンの各部の動きと各行程の働きについて理解しているか。

本時の目標

- ①2サイクルエンジンと4サイクルエンジンの違いを理解する。
- ②シリンダの上死点、下死点、行程などの名称と意味を理解する。
- ③ピストンとクランクシャフトの動きと各行程の働きを理解する。

本時の学習展開（展開のみ）

段階	学習内容・学習活動	指導内容	指導上の留意点
展開（40分）	○4 サイクルエンジンについて ○2 サイクルエンジンについて ○4 サイクルエンジンと2サイクルエンジンの違いについて	・サイクルとストローク（行程）について ・上死点、下死点、行程の名称とその意味を理解させる。 ・4 サイクルエンジンとの違いを明確にしながらから説明する。	・エンジン各部の名称と動きについて説明する。 【知識・理解】 ・カットモデルを用いて実際の動きを見ながら説明し、確認する。 【思考・判断】 【技能・表現】

イ 生徒の感想

- 2ストロークと4ストロークの違いについてはじめて知った。
- 2ストロークエンジンの構造についてわかった。
- 模型を見ながら説明を聞いたので、エンジンの構造についてよくわかった。
- 課題研究でエンジンのカットモデルを作ったことに驚いた。
- 自動車には興味があるため、今日の授業内容は簡単だった。カットモデルを使用した説明は、よくわからない生徒にはよいと思った。

ウ 実施後アンケート

設 問	はい	いいえ
1 エンジンの構造に興味がありましたか。	57%	43%
2 エンジンの構造について理解できましたか。	100%	0%
3 授業後、興味が深まりましたか	86%	14%
4 機械科の学習に対して興味が深まりましたか。	100%	0%

エ まとめ

教室での授業においては、通常黒板への板書や教科書の図によってピストンやクランクシャフトの各部の動きを説明し理解させるが、今回、製作したカットモデルを用いたことにより、実際の動作を視覚的に確認しながら説明することができた。

この授業により多くの生徒がメカニズムや機械の学習について興味を持ってくれた。アンケート結果の分母が少ないことによる数字の信頼性は低くなることを考慮しても、今回の教材は有効であるといえる。

今回のような少人数授業では、生徒一人一人がのぞき込むように動作の確認をすることができるため、生徒の理解度はとても高くなる。40名一斉授業の形態では、ビデオカメラやプロジェクタなどを利用し、すべての生徒が公平に観察できる工夫が必要である。

4 おわりに

本研究では、メカニズムへの興味・関心を持たせ、それをより高めさせることにより、工業や機械に関する学習に、主体的に取り組める態度の育成を図る教材の研究を行った。生徒たちは「難しい」と感じるとそれ以上わかろうとしない傾向がある。生徒たちの「難しい」という固定概念を崩し、工業・機械は「おもしろい」と思わせることができれば、生徒の興味・関心を高め、自ら学ぶ意欲を持たせることができると考える。

製作に携わった生徒たちは、カットモデルの製作を通し、「メカニズム」の学習と「ものづくり」の学習が同時に行え、「メカニズム」と「ものづくり」を関連させて学ぶことができた。そのため、工業・機械への興味・関心はより高まったと感じている。製作した「カットモデル」は、授業では「メカニズム」への興味を持たせる教材として使用し、日々の教科指導・学習指導に役立てていきたいと考えている。また、体験入学や学校説明会などにおける機械科のPRにも使用でき、今後の活用に期待できる。これからも、生徒に工業・機械に関して興味・関心を持たせることができる教材についての研究に取り組み、多くの生徒たちに「機械科の勉強は楽しい」と思えるような授業を心がけていきたい。

最後に、本研究に関して御指導いただきました千葉県教育庁教育振興部指導課 江口敏彦指導主事、千葉県立清水高等学校 山崎泰浩先生、千葉県立市川工業高等学校 小野祐司校長、同 関口昌宏教頭、同 機械科の先生方、並びに本研究に関わった多くの先生方及び生徒諸君に心から感謝申し上げます。