

バイクを用いたエネルギー変換の授業実践

— 地元企業とのコラボレーションを通して —

桐島 俊^{1)*} 板倉嘉哉²⁾ 山崎 唯³⁾ 内原洋介⁴⁾

¹⁾千葉大学教育学部附属中学校 ²⁾千葉大学・教育学部

³⁾千葉大学・教育学部・学部学生 ⁴⁾有限会社エムディーモーターサイクルス

Teaching practice of energy conversion using the motorcycle

— Through collaboration with local companies —

KIRISHIMA Shun¹⁾ ITAKURA Yoshiya²⁾ YAMAZAKI Yui³⁾ UCHIHARA Yosuke⁴⁾

¹⁾Faculty of Education, Chiba University, Affiliated junior high school, Japan

²⁾Faculty of Education, Chiba University, Japan

³⁾Faculty of Education, Chiba University, Japan; Undergraduate Student

⁴⁾Md. Motorcycles Limited Company, Japan

フランスやイギリスが2040年までにガソリン・ディーゼル車の販売を禁止することを発表した。ガソリン・ディーゼルエンジン車の販売禁止は、産業構造の転換を図らなければならず様々な産業に影響を与える。中学校技術・家庭科(技術分野)では、エネルギー変換に関する技術で4サイクルエンジンの簡単な行程を学ぶ。教科書の記述に関しては4分の1ページ程度で、エンジンの構造を詳しく学ぶ機会はほとんどない。エンジンは、様々な技術の集積により成立していて、これを学習することで機械の構造を理解し、電気や動力伝達の技術、材料についての技術を複合的に学ぶことができる。また、論理的思考力や創造性も高まるのではないかと考えている。本研究では、バイクを用いた授業実践を開発し生徒の学びを検証する。バイクを用いる実践については高度な専門性や技能が必要であり、地元企業である2輪販売店の協力を得ながら進めていくこととする。

キーワード：技術教育 (Technical education) エネルギー変換 (Energy conversion)

地元企業とのコラボレーション (collaboration with local companies)

バイク (Motorcycle) 4サイクルエンジン (4-cycle engine)

I 主題設定の理由

1 中学校学習指導要領(技術・家庭科)、内燃機関に関する学習の変遷から

1970年代¹⁾は、男女別に授業が実施され、それぞれ105の必修授業の他に1年(35)、2年(35)、3年(70)の選択授業が組み込まれていた。機械に関することは、男子のカリキュラムに含まれており、2年・3年で学習した。特に、3年はA機械として「内燃機関」の事項について細かく学習していた。

1980年代²⁾に入ると、「①機械の整備や模型の製作を通して、機械の仕組みについて理解させ、機械を適切に使用する能力を養う。②内燃機関の整備を通して、エネルギーの変換と利用について理解させ、機械を適切に活用する能力を伸ばす。」を目標に掲げ、整備の目的に応じた分解と組立てができること、機械の機構(機械要素・機械材料)について運動伝達の仕組みを知ること等が学習指導要領に記述されていた。また、内燃機関については、機械の作動状態の良否が判断できること、潤滑・冷

却の仕組み、動力伝達の断絶・変速装置に関する指示が示され、特に機械に関することについては1970年代と大差はない状況であった。しかし、A木材加工、B金属加工、C機械、D電気、E栽培、F被服、G食物、H住居、I保育とさらに細かい領域に分かれ、この中から7以上の領域の選択を必修としている。(男子はA~E 5領域+他2領域、女子はF~I 5領域+他2領域)

1990年代³⁾に入ると、技術・家庭科の授業時間が著しく減少した。選択の時間に充てる技術・家庭科に関する記述が削除され、1年(70)2年(70)3年(70~105)とされ、授業時数が大きく減少した。領域については、「家庭生活・情報教育」が追加された。A木材加工、C電気、G家庭生活、I食物は必修とされ、各35単位時間とし、その他3領域以上を選択として各領域標準として20~30単位時間と明記されている。機械に関するところの記述は、この時代から大幅に削除され、機械の整備方法を分解組立て等から学ぶことに関する記述は残された。しかし、内燃機関の記述は削除された。

2000年代⁴⁾は、技術・家庭科の授業時間は現在と同じ70-70-35(各学年の単位時間数)となり、学習指導要領においても機械に関する記述が大幅に減少した。A技術とものづくり、B情報とコンピュータの大きく二つに分かれ、機械という領域は削除されることとなった。ま

*連絡先著者：桐島 俊 s.kirishima@chiba-u.jp

*Corresponding Author :

KIRISHIMA Shun s.kirishima@chiba-u.jp

た、Aの中でも機械に関する内容は、ほとんど削除された状況であった。「①製作に使用する機器の仕組み及び保守について、機器の基本的な仕組みを知り、保守と事故防止ができること。②エネルギーの変換を利用した製作品品の設計・製作について、エネルギーの変換方法や力の伝達の仕組みを知り、それらを利用した製作品品の設計・組立て・調整や、電気回路の配線・点検ができること。」といった記述となった。1990年代と同じく内燃機関・エンジンの仕組み等の記述は削除され、さらに機械の分解に関する内容も削除されたことから2000年代からは、エネルギー変換を重視していることが考察できる。

2010年代⁵⁾は領域が増えることとなり、A材料と加工に関する技術、Bエネルギー変換に関する技術、C生物育成に関する技術、D情報に関する技術となった。機械に関する記述はBの中で、「エネルギー変換機器の仕組みと保守点検として力の伝達の仕組みを知ること、製作品品に必要な機能と構造を知ること。」とされているが、具体的な機械に関する記述等は、1990年代と同様な状態が続いている。

前述した、技術・家庭科における機械領域の変遷を見れば、現代の子どもの機械に関する知識が身につかないことは一目瞭然であり、原動機の仕組みについて知る人が少なくなることは容易に想像できる。

木材加工・金属加工の学習が「A材料と加工に関する技術」、電気と機械が「Bエネルギー変換に関する技術」、栽培が飼育も含むようになり「C生物育成に関する技術」、情報が「D情報に関する技術」となった。以前は、二つの領域にわかれていたものが、一つの領域にまとまっていることがわかる。学習内容が薄まることについては否定できない状況である。結果として、1980年代まで行われていた原動機の解体実習などは行われなくなった。

2 技術・家庭科(技術分野)教科書の原動機に関する記述数の変化から

現在、千葉県内の中学校で使用されている技術・家庭科(技術分野)の教科書は、「東京書籍」、「開隆堂」が出版したものである⁶⁾。教育図書出版の教科書も存在しているが、千葉県での使用実績はない。東京書籍の教科書は、「船橋市・葛南(習志野市、八千代市・市川市・浦安市)・海匝(銚子市、旭市、匝瑳市)」{48,248人/165,031人}が採用している⁷⁾。千葉県の約30%の中学生が使用している。発行年別に機械に関する記述と原動機に関する記述を以下の表1にまとめた。

表1 東京書籍の中学校技術・家庭科教科書の機械、原動機に関する記述量の推移⁸⁾⁻¹³⁾

東京書籍	原動機に関する記述ページ数
発行年	
昭和60年	25
昭和63年	23
平成2年	24
平成9年	6
平成20年	記述なし
平成27年	1

開隆堂の教科書を発行年別に機械に関する記述と原動機に関する記述を以下の表2にまとめた。開隆堂の教科書は、{116,783人/165,031人}で、千葉県の約70%の中学生が授業で使用している。

表2 開隆堂の中学校技術・家庭科の機械、原動機に関する記述量の推移¹⁴⁾⁻¹⁷⁾

開隆堂	原動機に関する記述ページ数
発行年	
平成14年	記述なし
平成20年	1
平成24年	1
平成27年	1

上記の結果から原動機関連の学習内容が減っていることがわかる。平成14年の教科書で掲載していなかった原動機の記述を復活させた「開隆堂」に対し、「東京書籍」は原動機に関する記述を平成27年度に復活させている。教科書に記載されていたとしても1ページであり、参考程度にしか掲載されていない。このような状況から、原動機を詳しく学ぶことは難しくなっている。1980年代に行われていた原動機の分解、組立ての実習を行うことはほとんど不可能な状況となっている。

教科書の原動機に関する記述の推移を考えれば、平成9年頃の中学生と、現代の中学生を比較すれば、現代の中学生の方が原動機について興味を持つ機会が少ないことがわかる。これらが若者の車やバイク離れに影響しているのではないかと考えられなくもない。

3 バイク産業の衰退と学校教育との関連

バイク産業は、1980年代に絶大なブームを誇り、バイクのロードレースの大会などには15万人もの人が訪れていた。日本自動車工業会、全国軽自動車協会連合会がまとめた統計によると、1980年代のバイク生産台数は、原付・原付二種以上を含め、約640万台であった。しかし、2015年の生産台数は約52万台とされ、1980年代の6分の1程度まで減少している。

週刊東洋経済2014年6月掲載の記事の中で丸山は、日本自動車工業会のデータをもとにして、次のように述べている。「①1986年からの原付ヘルメット着用義務付け、②1998年からのバイク排気ガス規制導入、③2006年からの駐車違反取り締まり強化の後に、バイク需要が減っている」ことを強調している¹⁸⁾。

上記の記事以外で、バイク需要の減少に影響したと考えられる要因は、社団法人全国高等学校PTA連合会で推進していた「三ない運動」である。「三ない運動」とは、高校生の安全を考えて「オートバイの免許を取らせない」、「オートバイに乗せない」、「オートバイを買わせない」といった、3つの指針のことで、バイクでの危険走行・騒音をする暴走族やバイク事故の増加などの社会問題から推進されることとなった運動である。しかし、1991年「三ない運動は違憲である」との民事判決が出ている。校則に反して自動二輪免許を取得したことを理由

に退学処分を受けた元高校生が、本人の当時通っていた東京都内の私立高等学校に損害賠償を請求した訴訟で出た判決である。判決内容は、「校則は違憲ならびに道路交通法に対する違法であり、校長に懲戒裁量権の乱用があった」とされ、被告の高校側に対して、東京地裁から賠償命令が出された。

群馬県では、バイクから高校生を遠ざけるのではなく、きちんとした交通ルールを教えることが重要であると考え、県内すべての高校に「三ない運動」の廃止を呼びかけた（2015年7月）。

しかし、「三ない運動」廃止に向けた動きは出ているものの、「三ない運動」により、「バイクは危ない乗り物である」、「悪い人が乗る物」等のイメージが教育現場で定着してしまい、バイクの悪いイメージは払拭しきるまでには至っていない。

4 社会に開かれた教育課程の観点から

次期学習指導要領に向けた中央教育審議会教育課程部会では、社会に開かれた教育課程について議論されている。平成28年8月26日に開催された、中央教育審議会教育課程部会で配付された資料2-4に、①「教育課程を介してその目標を社会と共有していくこと。」と記述されている。この記述は、これまでの学校教育で行われていた学校で閉じた教育への批判も含んでいると言える。社会の様々な状況を教育課程に取り込む必要があるという問題意識から記述されることとなったのであろう。また、③「学校教育を学校内に閉じずに、その目指すところを社会と共有・連携しながら実現させること。」とも記述されている。これからの教育課程は、地域や社会に存在する多様な人材を上手く活用すべきであると述べているのである。本研究の主題を、「バイクを用いたエネルギー変換の授業実践」としたのは、社会に開かれた教育課程が実現できると考えたからである。

本研究では、日本のものづくりの火を消さないことへの問題意識の共有から、バイク販売店と学校が協力し、機械に興味を持てるための授業実践の開発を試みることとなった。バイクの需要向上のためだけに2輪販売店から協力を得られたわけではない。以下に、インターネット上に公開されているバイク販売店ブログの一部（内原洋介著）を抜粋したものである。

4月から地元千葉市のとある中学校にて、技術の選択授業として、実際のオートバイを使ったユニークな授業が行なわれています。概要は、実際のオートバイを分解しながら、その構造を学ぶというもの。この授業に技術サポーターとして協力をさせていただいております。現在の日本の産業、特に自動車業界が抱えている様々な問題に対して教育現場の先生が感じている問題と我々2輪業界の現場で感じている問題意識が合致したことが、この授業を実施するきっかけとなりました。

中学生達が少しでも日本の誇る技術に興味を持つきっかけになれば嬉しく思いますし、全国の中学校とオートバイ販売店が地域ごとに連携してこのような活動が広がっていったら、どんなに素晴らしいことだろう～と夢を見たいです。

私達は、皆様のバイクライフが豊かになっていくことと共に成長していくことを第一にしているのですが、その経

験や知識が地域社会のお役に立つのであれば、それはさらにハッピーなことだと思います。

今出来ることをコツコツと積み重ねながら、そのハッピーが10年後、20年後のわたし達みんなのハッピーに繋がっていくのだ！と更なる夢を描きつつ、できることをどんどん考えて、いろいろなことにどんどんチャレンジしていきたいですね♪

内原は、「その経験や知識が地域社会のお役に立つのであれば、それはさらにハッピーなことだと思います。」と記述している。バイク販売店の知識やノウハウで協力できることがあれば協力したいと述べているのである。この記述からわかるように地域には、学校教育に協力する企業が確かに存在している。教職員と企業の問題意識が合致することが社会に開かれた教育課程実現への第一歩である。教職員と地域の企業が積極的にコミュニケーションをとることが重要である。

5 バイク業界と教育界の関係から

桐島の高校時代（1989～1991）、教育現場でのバイクは、悪者であった。バイクに乗っているのを教師に見つかり停学処分を受けるケースもあった。別に危険な乗り方をしていただけではないにも関わらずバイクに乗っていただけで停学処分を受けたのである。これだけのリスクがあっても高校時代の桐島はバイクに興味を持っていた。現在、若者の車離れが進んでいる根本は何なのであろうか。前述した様々なデータを整理するために以下のグラフ図1を作成して検証することとした。二輪車生産台数¹⁹⁾、教科書の原動機に関する記載ページ数⁸⁾⁻¹³⁾、二輪免許取得者数^{20),21)}、中学校技術・家庭科（技術分野）の授業時間数^{1)-6),22)}をグラフにまとめたものが図1である。

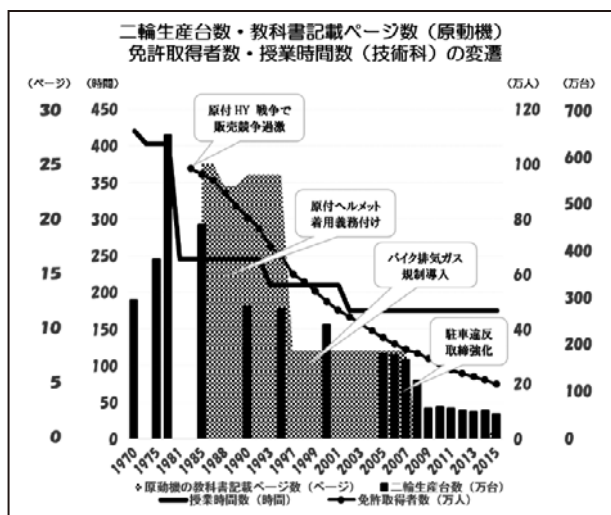


図1 二輪車生産台数・教科書（原動機）ページ数等の変遷

上記のグラフから、バイクの環境規制や、技術・家庭科の授業数・原動機に関する教科書の記述減少に比例した形で二輪の生産台数の減少につながっていることが確認できる。中学校の技術教育の変化が二輪車生産台数に影響しているとも言えるデータである。相関関係なのか因果関係なのかについてはデータ不足であることもあり

現状で検証することは難しい。生徒数の減少の影響も当然考えられる。本研究で実践した授業を履修している生徒の事前・事後調査の結果を量的・質的に検証することで詳細な分析ができると考えている。

教育界の変化がバイク業界に影響を与えているとするのであれば、教育界と企業の協力で企業に活力を与えることができるということでもある。ものづくりの国日本の伝統を守るためにも詳細な分析が必要である。

以上のことから、「バイクを用いたエネルギー変換の授業実践—地元企業とのコラボレーションを通して—」を研究主題とした。

II 研究の目的

技術・家庭科(技術分野)の授業においてバイクの原動機(4サイクルエンジン)に関する知識や技能の取得を通して、日本が持つ世界に誇れる独自技術への生徒の興味・関心を高め、主体的・対話的で深い学びを実現させたい。また、地元企業との協働(コラボレーション)を通して、社会に開かれた教育課程の実現を目指し、本実践の有意性検証し、公立中学校のモデル授業となるようにしたい。

III 研究の内容

1 「Bエネルギー変換に関する技術」について

(1) 学習指導要領から⁵⁾

- (1) エネルギー変換機器の仕組みと保守点検について、次の事項を指導する。
- ア エネルギーの変換方法や力の伝達の仕組みを知ること。
 - イ 機器の基本的な仕組みを知り、保守点検と事故防止ができること。
 - ウ エネルギー変換に関する技術の適切な評価・活用について考えること。

「Bエネルギー変換に関する技術」は、「機械」と「電気」が統合したものであることは前述したとおりである。学習指導要領に記載されている「Bエネルギー変換に関する技術」の全てを既定授業時数で実践することは困難である。現状の週授業時数は、1・2年生が週1時間、3年生が週0.5時間となっていて、エネルギー変換の単元を学習するには十分な授業時数であるとは言えない。どうしても学習内容が薄くなってしまふのである。複合的なことが学べ、簡単に組立てができる教材キットを用いた授業が一般的となっているのはこういった事情があるからなのであろう。これらキットは電気に関わるものが中心となっていて、機械に関する内容が薄くなりがちである。プログラミング的思考の育成が叫ばれている現在の教育界の状況を鑑みれば、様々な部品から構成されていてそれぞれの役割を果たすことで目的の仕事を果たす機械を学ぶことはプログラミング的思考の育成にもつながると言える。また、学習指導要領に記載されている、「エネルギー変換に関する技術の適切な評価・活用について考えること。」を実現するためには機械を学ぶこと

も必要なことは確かである。機械の中でも様々な要素を学ぶことのできる原動機(4サイクルエンジン)は、最適な教材であると考えている。

(2) 「Bエネルギー変換に関する技術」で原動機(4サイクルエンジン)を扱うことについて

原動機(4サイクルエンジン)を学ぶことは、動力伝達の機構や電気配線や電気回路などを学ぶことにも繋がる。また、原動機の進化の過程などを扱うことで環境問題についても考えることができる。2040年までにフランスとイギリスがガソリンエンジン車、ディーゼルエンジン車の販売を禁止する決断をしたことは、原動機が使われなくなる可能性が高まったということである。中学校技術・家庭科(技術分野)で原動機を扱う必要が無くなったということなのかもしれない。しかし、様々な材料を加工して製作された部品を構成し、それぞれが機能することで仕事をする原動機を学ぶ意義は大きい。前述したプログラミング的思考を高めることにもつながる。バーチャル重視になりがちである昨今の世論も無視できない状況ではあるが、機械が動く仕組みなどの現実を学ぶことも大切なのではないか。こういった点を検証するために、本研究では、あえて原動機(4サイクルエンジン)を扱うこととした。生徒が主体的に「エネルギー変換に関する技術」を学ぶことにもつながると考えている。

2 バイクを用いたエネルギー変換の授業実践

(1) 「Bエネルギー変換に関する技術」を学ぶ教材としてのバイク

本研究では、エネルギー変換を学ぶ教材としてバイク(原動機付自転車)を選択した。バイクは、原動機(4サイクルエンジン)だけでなく、動力伝達の機構や電気配線や回路なども学ぶことができる教材である。特に、原動機の仕組みについては、「化学エネルギー」、「熱エネルギー」、「仕事(動力)」へと変換する過程が体験的に理解しやすい教材である。「エネルギー変換に関する技術」そのものであると言える。通常の授業では、発電機を回すことを通して「動力」が「電気エネルギー」に変換することを扱うことが多いため、「電気」を扱うことが中心となりがちである。伝達系統や軸受けなどの技術にまで焦点をあてることは時間的な制約もあり困難な状況となっている。バイクは、原動機の動力を用いて発電もしているため電気系統についても学ぶことができる。また、様々な伝達系統や軸受けについても実際に触れることができる。バイクは、「エネルギー変換に関する技術」を学ぶ教材として最適であると考え、授業に用いる教材として利用することとした。

(2) 「Bエネルギー変換に関する技術」の教材としてバイクを用いるにあたって

「Bエネルギー変換に関する技術」の教材としてバイクを用いることが有意ではないかといった仮説が派生していることは前述したとおりである。しかし、バイクを教材として用いることは簡単ではない。バイクを教材として用いるためには、教材用バイクを手配することから始めなければならない。しかし、教材用のバイクを手配するには多額の費用がかかることが予想され、教育現場での活用が簡単ではないことは容易に想像できる。また、

様々な専門的な知識や技能が必要なこともあり、中学校技術・家庭科（技術分野）の教員免許を持っている教員だけで授業を行うことは困難であり、その道のスペシャリストの支援が必要である。これらの問題点を解決するために、2輪販売店の協力を求めることにした。需要低迷に直面している2輪販売店であれば教育界と問題意識を共有し、本授業実践に協力を得られるのではないかと考えたからである。千葉県内に3店舗展開する、有限会社MDモーターサイクルスからの協力が得られることになり、技術サポーターの派遣と図2の車両提供を受けた。

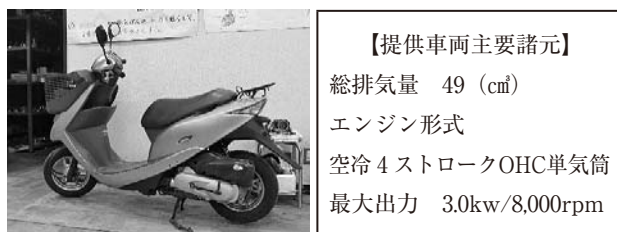


図2 提供車両（2004年式HONDAディオチェスタ）

今回は、実験的な試みであることもあり、選択教科の授業として行うこととした。機械への興味・関心が高い生徒が受講した。いずれ必修教科や総合的な学習の時間で実施する素地となるような授業実践を模索したい。

(3) 授業計画について

バイク販売店の技術サポートを受けることも含め、以下の表3のような授業計画を作成した。販売店の技術サポートのスケジュールを確認した後に学習内容を検討した。提供されたバイク（図2）を有効に活用するため、バイクのどの部分を授業で扱うかを技術サポーターと検討し、技術サポーターが参加できる日に原動機（4サイクルエンジン）の分解・組立てを行うこととした。授業では、原動機（4サイクルエンジン）に注目して生徒たちが分解・組立てを行い、観察することを通して「エネルギー変換に関する技術」への興味・関心を高めることを重視した。

表3 授業計画

No.	実施日	学習内容	技術サポーター参加の有無
1	4/19	選択プレゼンテーション	なし
2	4/26	選択調整会、オリエンテーション 【事前アンケート】	なし
3	5/10	熱エネルギーについて（講義）	なし
4	5/17	動力伝達①（講義）、圧縮実験	なし
5	5/24	動力伝達②（講義） エンジン諸元について	なし
6	5/31	動力伝達③（講義） Vベルト無段変速の観察	なし
7	6/14	エンジン①（実習） エンジン回りの機器等 点火プラグのスパーク観察	あり

8	6/21	エンジン②（実習） 様々な点火プラグのスパーク観察 ネジと工具の使い方 プーリーによる変速機構の観察	あり
9	6/28	エンジン③（実習・講義） 4サイクルエンジンの仕組み エンジン模型作り	なし
10	7/5	エンジン④（実習） エンジンの分解	あり
11	9/6	エンジン⑤（実習） 軸受けの観察 エンジンの組立て	あり
12	9/20	授業のまとめ（講義） 4サイクルエンジンの復習 エンジンの環境負荷 排気ガスの成分	あり
13	10/4	試乗会（実習） 【事後アンケート】	あり

上記の実践は、授業計画には明記されていない準備作業が必要である。バイクの事前準備や整備、工具等の確認、役割分担などの打ち合わせが必要である。表3で技術サポートが「あり」となっている前日のほとんどに打ち合わせを行っていた。また、授業開始時間2時間前から授業の準備に取り組む日もあった。技術サポーターは、店休日に授業や前日打ち合わせに参加した。無報酬（ボランティア）での協力である。夏季休業中に準備作業を行うこともあった。

3 実践した授業について

(1) 使用した教材・教具

図3のコルク飛ばし装置は、「熱エネルギー→運動エネルギー」への変換を指導する教材として開発した。この教材は、アクリルパイプ内にガソリンを吹きかけ、コルクで密閉した後に点火、爆発を起こしてコルクを飛ばす装置である。実際の原動機（4サイクルエンジン）で使われている点火プラグにライター用の圧電素子を取り付けて点火している。実際の原動機（4サイクルエンジン）の構造をイメージし製作した。

図3のコルク飛ばし装置のコルクが飛ぶ瞬間をスロー映像で表現するためにハイスピードカメラを用いて実験した様子を撮影した。混合気が爆発、膨張しコルクを押し出すことが映像で確認できる動画教材が、図4のコル

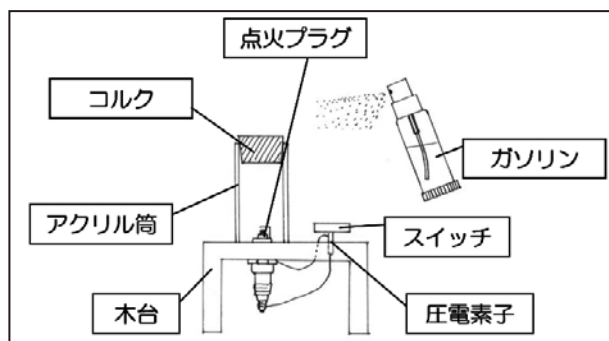


図3 コルク飛ばし装置

ク飛ばし装置のロー映像である。

図5のエンジン模型キットは、4サイクルエンジンの4行程（吸気→圧縮→膨張→排気）の仕組みを指導する教材として開発したものである。往復スライダクランク機構を取り入れて、自分で組立てた教材を動かし、往

復運動が回転運動に変わることを学ぶ教材である。エンジンの模型を組立てて作れるようなパーツを製作し、授業内で「エンジン模型キット」として生徒が模型を組立てる教材となっている。

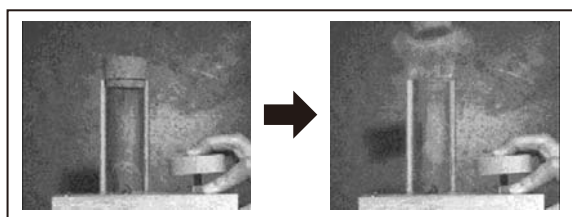


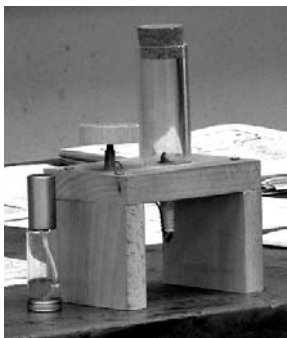

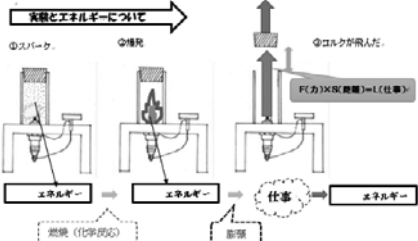
図4 コルク飛ばし装置のロー映像



図5 エンジン模型キットとその完成形


(2) 指導案1【熱エネルギーについて (3/13)】

目標：熱エネルギーが空気を膨張させることによって、仕事につながることを理解できる。
(生活や技術についての知識・理解)

時配	学習活動と内容	指導上の留意点	資料等
3	①単元の確認 エンジンエネルギー変換を考えよう	○事前に本時の学習目標を板書しておく。	プリント①
10	②エネルギーと仕事について ・エネルギーの種類を確認。 ・仕事とは何か？ ・エネルギーと仕事の関係について	○エネルギーの種類を簡単にパネルで確認する。 ○仕事の定義を確認する。 ○エネルギーと仕事の関係性を品物とお金の関係に見立てて説明する。(プリントと掲示物を使う。)	エネルギーパネル 掲示物
12	③コルク飛ばし実験 ・実験装置の手本を見る。 ・一人一回ずつ実験を行う。 	○エンジンと関わりのある装置であることを伝える。 ○教卓で実験を例示する。 1. 筒の中に魔法の液を吹きかける。 2. コルクで栓をする。 3. スイッチを押す。 ○コルク飛ばし装置・濡れタオルを各班に用意。 ○実験を行う際の注意点を伝える。 ・液が皮膚などについたらすぐに洗い流すこと。 ・コルクの上をのぞかないこと。 ・蛍光灯の下で行わないこと。 ○実験している人以外は、実験を見て気づいたことをメモしておくように口頭で説明する。 ○各班を巡回して必要であれば個別対応する。	コルク飛ばし装置 濡れタオル
5	④実験で気づいたことを共有 	○魔法の液体の確認 → [ガソリン] ○実験を通して気づいたことを発表させ、黒板に記入しながら、情報の共有をする。 ・点火プラグに電気が走った。 ・爆発した。 ・ガソリンが燃えた。 など…	
10	⑤エネルギーの種類と実験の関係 	○実験過程とエネルギーの変化を掲示物を使いながら確認する。 ・実験のロー映像を使って、空気が膨張しコルクを押し出していることを観察する。 ・燃焼の原理について説明する。 ・「燃焼」「膨張」の関係をエネルギーの変化を意識して説明する。	プリント② 掲示物 エネルギーパネル プロジェクター
10	⑥感想シートの記入	○本時授業についての自己評価と感想を書く。	感想シート


(3) 指導案2【エンジンの分解 (10/13)】

目標：本物の機械の分解を通して、既習事項を活かし積極的に授業に参加することができる。
(生活や技術への関心・意欲・態度)

時配	学習活動と内容	指導上の留意点	資料等
3	①前時の復習	○前時の模型キット作りと4サイクルエンジンの4工程を思い出させる。 [吸気→圧縮→膨張→排気]	
42	②エンジンの分解 	○技術サポーターを中心にエンジンの分解に取りかかる。 ○敷板を敷き、その上にエンジン本体をのせ、生徒全員が見えるように、エンジンの周りを囲むように座らせる。 ○今までの授業をおさらいするように分解を進める。 ○時間が限られているので2・3人に分解作業を体験させる。 ○分解した部品は生徒にまわし、その都度観察させる。	エンジン本体 分解用工具 ・ラチェット ・ドライバー等 敷板 (エンジン)
5	③感想シート記入	○本時の授業について自己評価と感想を書く。	感想シート

(4) 指導案3【エンジンの組立て (11/13)】

目標：エンジンを構成する部品の役割を知り、エンジンを組立てることでエンジン内部の構造を理解することができる。(生活や技術についての知識・理解)

時配	学習活動と内容	指導上の留意点	資料等
3	①単元の確認	○本時の流れを確認して、移動するように促す。	
15	②エンジン分解部品の役割確認 ●部品の役割を確認する ・バルブの動き ・ピストンの動き ・オイルの役割 等	○テーブルの上に敷板を敷き、その上にエンジン本体をのせ、生徒全員が見えるように、エンジンの周りを囲む。 ○技術サポーターを中心にエンジンの部品のそれぞれの役割を説明する。	エンジン本体 工具 ・ラチェット ・ドライバー等 敷板 (エンジン)
27	③エンジンの組立て 	○分解したときの逆の順番で組立てていくことを伝える。 ○消耗品(ガスケット)等があることを伝える。 ○ネジ等を閉めるときには、適度な力で閉めることが大切であることを伝える。(トルク・工具でのトルクの測り方等を簡単に) ○組立作業中に全員が組立て体験をできるようにする。	エンジン本体 部品 ガスケット等 工具 ・ラチェット ・ドライバー等 敷板
5	④感想シート記入	○本時の授業について自己評価と感想を書く。	感想シート

4 授業の考察

上記までに示した実践は、技術科選択授業「バイクを学ぼう」を選択した生徒9人に対して行われた全ての授業の中から三つの授業を取り上げ記している。以下に授業の様子を述べることにする。

(1) 授業での生徒の様子

熱エネルギーについての指導では、バイクを触る前に、「エネルギーとは何か」、「エネルギーと仕事の関係性」、「熱エネルギーから運動エネルギーへの変換の仕組み」の基礎的な知識の習得をねらいとした。班ごとに「コルク飛ばし装置(図3)」を使い、実験を行った。この実験は、空気とガソリンの比率によって成功率が変化するので、生徒はガソリンと空気の量を工夫しながら積極的に実験に取り組んだ。その後のエネルギーの変換に関

する知識伝達の授業についても意欲的に取り組むことができていた。

エンジンの分解実習では、生徒が積極的に取り組む姿が見られた。特にバイクの分解に取り組む生徒の目は輝き、前のめりな様子で話を聞いていた。また、技術サポーターが参加し、専門的な知識がその場で聞ける環境が整っていたこともあり、生徒は疑問に思ったことをその場で積極的に質問していた。ある生徒が点火プラグの先端の形状に関する質問をした。この質問を受けた技術サポーターは次の授業で様々な種類の点火プラグを提示した。生徒の質問を受け、次の授業の教材に反映されることが少なくなかった。

エンジンの分解を終え、組立てに入る授業では、生徒が工具を使う場面を多く取り入れた。試乗会を控えてい

ることもあり、バイクが動くようにするために真剣に取り組む生徒の姿が見られた。

(2) 授業全体を通して

本実践では、バイクを用いて、「エネルギー変換に関する技術」を体験的に学ぶことを重視した。試乗会では、生徒たちが分解・組立てに取り組んだバイクに乗ることを楽しんでいて、また試乗会を終えたばかりの授業で、「何で教科書にエンジンに関することが全然書いてないのであるか」、「日常生活の中でバイクの音に反応してしまう」と言った生徒の発言があった。本実践を通して生徒のバイクへの興味・関心が高まったと言える。生徒の中にも教科書に原動機（4サイクルエンジン）の詳細な記述を増やすべきであるといった意見があったことも本実践の成果であると言える。

(3) アンケート結果から

事前、事後アンケートと各授業の終わりに簡単なアンケートと自己評価を行った。このアンケートの中から、「エネルギーの種類をできるだけあげなさい」と言った質問に事前、事後で回答の変化が確認できた。

事前アンケートでは、1人平均3.6種類のエネルギーしか答えられなかったのに対し、事後アンケートでは平均6.8種類のエネルギーを挙げることができた。これは、授業の中でエンジンの仕組みを指導する際にエネルギーに注目して授業を進めていたことで、生徒のエネルギーへの興味・関心が高まったからであると言える。

「将来バイクに乗りたいですか」という質問に対して表4のような変化が見られた。

表4 「将来バイクに乗りたいか」質問結果 n=9

	事前アンケート	事後アンケート
すごく乗りたい	1人	2人
乗りたい	2人	7人
あまり乗りたくない	5人	0人
乗りたくない	1人	0人

本実践は、選択教科で実施している。生徒が自分で興味・関心を持った講座を選択し受講していることになる。本講座を選択した生徒9人のうち6人が事前調査で「将来バイクに乗りたくない」、「あまり乗りたくない」と回答している。これは、若者のバイク離れが相当進んでいる状況と言える。

授業実施前の事前調査で「あまり乗りたくない」、「乗りたくない」と回答した生徒6人が、事後調査では「乗りたい」と回答している。本実践が生徒のバイクへの関心を高めたと言える。エネルギー変換に関する技術の教材としてバイクを用いることが、若者のバイク離れや自動車離れを食い止めることにも繋がるのではないかと考えることのできるデータとも言える。

表5から、多数の生徒がバイクの過去のイメージを「危険・うるさい・怖い」等の単語を記述し、バイクに対して批判的であることが確認できた。「家族にバイクに乗っている人はいますか」という質問項目では、89%の生徒

表5 授業実施前のバイクのイメージに関する生徒の記述 n=9

生徒A：超うるさいもの
生徒B：うるさい・怖い・排気ガス・かっこいい
生徒C：ただ危険な乗り物
生徒D：ただの移動手段・少し危険
生徒E：あまり複雑なものではない
生徒F：ヤンキー
生徒G：危険でうるさい乗り物
生徒H：暴走族・怖い・悪い人が乗ってそう・危険
生徒I：危ない

が「いない」と回答していることから、身近にバイクの無い環境で生活していることが考察できる。

表6から、バイクへの否定的なイメージが少数となっていることが生徒の記述から確認できた。生徒B・C・H・Iの回答を見ると「乗りやすい・安定している・心地よい・注意すればそうでもない」と記述し、試乗会を経験した上でのイメージを述べている。また、効率を考え、発展してきたバイクの技術に素直に感心する生徒が存在していることも確認できた。

表6 授業実施後のバイクのイメージに関する生徒の記述 n=9

生徒A：環境を汚すが車体が小さくて便利なもの。
生徒B：技術の結晶・本当はそんなにうるさくない・安定している・かっこいい！！・楽しい。
生徒C：乗りやすく、身近な乗り物。
生徒D：人の技術をつぎ込んでとことん効率化された高度な機械。環境規制が厳しくなる中、そのたびに技術者が知恵を集めて乗り越えてきた人の努力のたまもの。
生徒E：とても効率を考えて作られていた。
生徒F：エンジンの仕組みってすごい。
生徒G：少し危険であるがとても効率よく発展している乗り物。
生徒H：楽しい・心地よい・かっこいい。
生徒I：しっかり注意すればそうでもない。

生徒Aは「環境を汚すが…」という否定的なイメージを書いている。これは排気ガス問題を取り上げた授業を受けたことが影響したのであろう。「バイクは技術者の努力の結晶である。」と実習中に発言している生徒が少なかったことから、技術者の苦勞が多少理解できたことがバイクへの肯定的なイメージを持つことへと繋がったのであろう。この事後調査の生徒の記述から授業を通してバイクへの否定的なイメージが解消されていると考察することができる。実習を通して、精巧な機械の仕組みを体験的に学習したことが影響したことは確かである。

表7の授業終了後の生徒感想から、ほとんどの生徒がバイクへの関心が高まったことを記述している。生徒Fは、「バイクはあまりよくないイメージがあったけど、この授業を通してバイクにはエンジンにたくさんの技術が使われていると学べました。」と記述している。これは、純粋に機械の構造や部品の役割への関心が高まった結果としてバイクへの関心を高めたことが考察できる。

生徒Dは、「バイクだけでなく、エンジンにとっても興味

表7 全授業終了後の生徒感想

私は、電車や車とかの内部構造の予習として、バイクに入りましたが、予想外に学ぶものが多く、新しい発見もあったので面白かったです。ライト解体したかった。【生徒A】
バイク楽しい。(乗るかどうかは不明)バイクは技術の結晶。【生徒B】
普通の授業ではできない体験なので体験できてよかった。【生徒C】
バイクだけでなく、エンジンにとっても興味を持った。分解していく中で様々な仕組みがわかっていき、どこを探しても無駄がないことはこの一連の授業の一番の驚きだった。この効率を求める貪欲な姿勢は将来様々な場面で何をやっても参考になると思った。【生徒D】
一つ一つの部分に意味があり、すべてのシリンダー周りの回転運動によって効率的に動かされていることが分かった。また、クランク機構が一番面白かった。今まで何で爆発で回転を生み出せるのかが不思議だったが上下から回転に変えるクランクがその答えだった。この授業は技術の大好きな人間にやればとても興味を引くと思う。【生徒E】
バイクはあまりよくないイメージがあったけど、この授業を通してバイクにはエンジンにたくさんの技術が使われていると学びました。【生徒F】
最初はただ技術が好きでバイクに興味があったから入った。だが、この授業では予想を上回る内容を行って、バイクやエンジンにとっても興味を持てた、良い授業だったと思う。そして今まであったバイクの偏見が薄らいだ。実際に乗ってみてバイクの感触が少しつかめてとてもおもしろかった。【生徒G】
バイクというものが自分の思っていたものよりも全然素晴らしい乗り物であることがびっくりした。【生徒H】

を持った。分解していく中で様々な仕組みがわかっていき、どこを探しても無駄がないことはこの一連の授業の一番の驚きだった。この効率を求める貪欲な姿勢は将来様々な場面で何をやっても参考になると思った。」と記述している。原動機（4サイクルエンジン）の分解や組立ての実習を通して効率について思考するようになった。実際に動く機械を目にししながら、それぞれの部品が機能している点に着目し効率について考えるに至ったのであろう。

(4) 本実践の社会での反応

本実践は、7月5日に本田技研工業株式会社の取材を受けることとなった。取材時に撮影した動画は、本田技研工業のWebページやSNSで公開された。2017年10月28日現在、Facebookの動画閲覧者数は168,473回となっていて、注目を集めていることがわかる。いいね3,793人、シェア343件、コメント74件となっている。以下の表8は、本田技研工業のFacebookに投稿された動画紹介の文章である。

7月5日に行われたエンジン分解実習の授業を参観してのコメントである。学校関係者以外の授業を参観した取材者が、能動的に学習している生徒の様子を紹介している。授業担当者以外が授業を参観し、その様子を文章化したものは、本実践の評価の一つになると考えている。また、同Facebookページのシェアコメントには、「中学生たちの真剣な瞳や、分解組立てでバイクに触れること

表8 Facebook Honda本田技研工業(株)²³⁾

<p>今日は千葉大学教育学部附属中学校の素敵な授業をご紹介させていただきます^^</p> <p>「技術」の授業に集まった生徒たちが触っているのは…原付バイク(Dio)のエンジン。教科書ではたった1/4ページで説明されているエンジンの仕組みを、地元のバイクショップ店長 内原さんから教わりながら、実際に触って、バラしてみても、オイルの匂いも感じながら、学んでいます。</p> <p>「どんなにエネルギーが進化しても、エンジンを学ぶことは、“ものづくり”や“ものを動かす”技術を学ぶ上で、非常に基本的なこと」と語るのは、この授業を企画した桐島先生。実習授業を始めたことで、生徒たちは座学の授業にも身が入るようになったそう。</p> <p>授業の講師であり、この取り組み全体を卒業研究のテーマとしている千葉大学の山崎さんは「最後の授業では、敷地内で実際に試乗してみようと思っている」とのことです。生徒たちも今から楽しみにしています。</p> <p>実際にエンジンに触れ、地域の方とも交流しながら学んでいく生徒たち。質問が次から次へと飛び出し、前のめりに吸収していく姿が、とっても印象的でした。</p> <p>Honda TV : http://spr.ly/61828tZ28</p>

で「今まで全然興味がなかったけど、もしかして乗ってもいいかも。」という声もあって、とてもいい取り組みだと思いました。」関連業者から称賛されるコメントがあった。また、「こんな授業への取り組みは企業もどんどん協力してやって欲しい。子供たちに技術、企業の仕事をする場所を見せることは大切です。」と企業と学校の連携を進めるべきであるとのコメントも数件書き込まれていた。しかし、「遅きに逸してはいるが、内燃機の構造を学ぶ事業いいじゃないですか！！と諸手を挙げて万歳したいところですが、間も無く歴史遺産認定になってしまいそうな時期ですのでつまらないですが現実的には電気自動車をばらしたほうが今後の役には立ちそう。」と2040年からのガソリンエンジン車の販売禁止を想定すると電気自動車を扱うべきではないかと主張するコメントも存在した。文面からは実践への批判ではなく未来に備えた実践をすべきではないかといった建設的な意見であるとも言え、地元業者と学校の連携授業に対しての批判ではないことがわかる。

これらの書き込みから、本実践に注目する人が少なからず存在することが確認できた。予想通り、原動機よりも電気自動車を分解すべきなのではないかといった意見も上記のシェアコメント以外のコメント欄でも散見された。実践としてはおおむね肯定的にとらえている記述がほとんどであったことから本実践はそれなりに必要な実践と捉えられていることが確認できた。企業と協働(コラボレーション)し作り上げた授業に対しての批判的なコメントはほとんど無かったことから、開かれた教育課程に関しては、社会ではおおむね肯定的にとらえていることが考察できる。

IV 研究の成果と課題

1 本実践の成果

「エネルギー変換に関する技術」の授業にバイクを用いて原動機（4サイクルエンジン）の分解、組立て実習

を通して生徒が主体的・対話的で深い学びを実現できていたことが本実践の最大の成果である。対話的に学習することを意図的に設定したわけではなく、授業を行う中で、自然派生的に生徒・教師・技術サポーターの対話が行われていた。また、知識伝達の講義型授業の参加に課題のあった生徒が集中して授業に参加するようになったことも本実践の成果である。それぞれの部品が機能的に働き仕事をする機械を実習で扱うことのよさを生徒が実感することが生徒の主体的な学習態度へと繋がったのであろう。生徒の思考の流れを追うと、原動機などの機械を実習で扱うことで、次期学習指導要領で重視されているプログラミング的思考の育成にもつながっているのではないかと強く感じられるようになった。今後も検証が必要である。

本実践は、バイク2輪販売店に依頼した技術サポーターが6回授業に参加している。地元企業と学校の協働(コラボレーション)で本実践を実現させることができたのである。この協働が生徒の主体的・対話的で深い学びの実現に貢献したのは言うまでもない。各種公開研究会で言語活動を意図的に取り入れた実践を目にすることが多い中で、本実践では、体験的な学習を重視し、対話的な学習を重視したわけではない。教材の価値を指導者側が高めることこそ生徒の主体的な学びに繋がるのではないかといった仮説が派生したことも本実践の成果であると言える。

2 本実践の課題

本実践は、地元2輪販売店の協力がなければ実現不可能であった。車両提供から技術サポーターの派遣等のすべてが無償協力であった。地元企業にすべての負担を強いたと言っても過言ではない。国・公立学校の教育予算が十分ではないとは言え、費用の全てを民間企業に背負わせている現状は、大きな問題である。学校と企業の協働(コラボレーション)の実践に対して補助金等の公的負担も実現させる必要がある。

本実践は、桐島と内原が全国の中学校で本実践と同様の授業が実施できる授業モデルの開発を当初の目標としていた。教育学部の協力を得ながら準備を進めた授業であることもあり、教育学部附属学校であるから実現できたと批判されても反論できない状況である。また、桐島と内原、板倉、山崎の個人的な協働であるから実現できた授業であるとも言える。どこの学校でも本実践を実現させるには不十分な状況である。準備や授業で扱う箇所を再検討しマニュアルなどを制作し、誰にでもどこの学校でも実現できるようにしていく必要がある。教育学部附属中学校の使命でもある、地域のモデル校を実現させるためにも本研究を継続しなければならない。

謝 辞

本研究は、桐島が自身の所有するバイクについての相談でバイク販売店に出かけたときの世間話からはじまったものである。桐島が教育学部附属中学校に着任し半年

が過ぎようとしていた時期であった。子どもの車やバイク離れの話から、自動車整備学校の定員割れの問題など本当に様々な話をしていた。自身の担当する技術・家庭科(技術分野)の問題意識と地元企業(2輪販売店)の問題意識が一致したのがこの時の会話からであった。それから半年以上の歳月をかけて授業の準備を進めた。(有)エムディーモーターサイクルス、千葉大学教育学部中学校教員養成課程技術科の協力がなくては実現できなかった本研究の実践。桐島自身の専門性の無さをカバーしてくれたすべての方々感謝している。また、本田技研工業には、本研究実践を動画配信していただいた。この場で御礼を申し上げたい。

参考・引用文献・資料等

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領，(1972)
- 2) 文部科学省：中学校学習指導要領，(1981)
- 3) 文部科学省：中学校学習指導要領，(1993)
- 4) 文部科学省：中学校学習指導要領，(2002)
- 5) 文部科学省：中学校学習指導要領，(2012)
- 6) 千葉県ホームページ：使用教科書について，(2017)，
県立・市町村立中学校採択状況一覧
- 7) 千葉県ホームページ：平成27年度学校基本調査結果，
(2016)，<中学校>23学年別生徒数-1
- 8) 文部科学省：中学校 新しい技術・家庭 下，東京書籍，
(1985)，pp.29～pp.52
- 9) 文部科学省：中学校 新しい技術・家庭 下，東京書籍，
(1988)，pp.25～pp.48
- 10) 文部科学省：中学校 新しい技術・家庭 下，東京書籍，
(1990)，pp.29～pp.52
- 11) 文部科学省：中学校 新しい技術・家庭 下，東京書籍，
(1997)，pp.36～pp.67
- 12) 文部科学省：中学校 新しい技術・家庭，東京書籍，
(2008)，pp.80～pp.121
- 13) 文部科学省：中学校 新しい技術・家庭，東京書籍，
(2015)，pp.94～pp.147
- 14) 文部科学省：中学校 技術・家庭 技術分野，開隆堂，
(2004)，pp.78～pp.105
- 15) 文部科学省：中学校 技術・家庭 技術分野，開隆堂，
(2009)，pp.62～pp.117
- 16) 文部科学省：中学校 技術・家庭 技術分野，開隆堂，
(2012)，pp.76～pp.133
- 17) 文部科学省：中学校 技術・家庭 技術分野，開隆堂，
(2015)，pp.84～pp.135
- 18) 丸山尚文：ピーク時から激減した国内のバイク需要
(図1)，週刊東洋経済(2014年6月7日記事)
- 19) 一般財団法人日本自動車工業会ホームページ：二輪
車・生産，(2016)，表1-二輪生産台数
- 20) 警察庁：警察白書 資料編，(1984～1996年度版)
- 21) 警察庁：運転免許統計，(2005～2016年度版)
- 22) 文部科学省：中学校学習指導要領職業・家庭科編改
訂版，(1957)
- 23) 本田技研工業株式会社Facebook(2017)