

技術史を取り入れた中学校技術科「エネルギー変換に関する技術」の授業

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-07-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 前田, 浩平, 紅林, 秀治 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00008923">https://doi.org/10.14945/00008923</a>

技術史を取り入れた中学校技術科  
「エネルギー変換に関する技術」の授業  
Technology Education Lessons on the History of Technology for  
Junior High School Students to Learn Energy Conversion

前田 浩平\*  
Kohei MAEDA

紅林 秀治†  
Shuji KUREBAYASHI

概要

We planned and implemented lessons combining electric power generation by steam engine with the history of technology to teach the technology of energy conversion in technology classes. In the lesson, we used teaching materials that included a handout on the history of technology in which the amount of consumption was shown, and an electric power generator with a steam turbine. As a result of the lessons, we found that students understood the relation between electric power generation and environmental issues, and acquired a conscious need to use actual technology to build a sustainable society, not only by saving energy but also by improving electric power generation.

**keyword** : Technology educatio, Energy convesion, History of technology

1 はじめに

中学校技術・家庭（技術分野，以降技術科と記す）では、「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」の4つの学習内容が設定されている<sup>1)</sup>。「B エネルギー変換に関する技術」では、主に電気や機械を指導する教材を例に製作や使用方法、保守点検の学習を中心に展開している<sup>2)3)4)</sup>が、エネルギー変換の方法や変換効率を扱う手回し発電機を用いた教材<sup>5)6)</sup>やロボットが使用した電力量を示す教材<sup>7)</sup>等の報告もある。

エネルギー変換の方法やその変換効率に関する技術は、現代の社会の中でどのように扱われ、どのような影響を及ぼしているのか等を考えるのに大変有効な教材である。なぜなら、人類は、古代からエネルギーを利用する方法を数多く考え出してきた歴史

があり<sup>8)</sup>、その歴史は、技術に使われている仕組みや法則、社会に及ぼした影響等をわかりやすく示すからである。そのような意味でも、エネルギー変換の教材と共に技術の歴史、いわゆる技術史も併せて学習するならば、学習者の教材に対する見方考え方がよりいっそう深まると考えられる<sup>9)</sup>。

技術史に関しては、教科書の中に掲載されているが<sup>10)11)</sup>、主に授業始めのガイダンスで利用されることを想定した編集になっているため、技術分野のA~Dの各学習内容の教材に即した技術史として使用することは難しい。そこで、筆者らは、自作した蒸気タービンによる発電教材と、エネルギー利用に関する技術史を教科書とは別に準備し、それを併用する授業の実践を試みた。本論文は、筆者らが試みた授業実践について報告する。本論文では、「技術史を取り入れた技術教育について」、「授業計画」、「授業の結果」、「考察」、「まとめ」の順に報告する。

\* 浜松市立三方原中学校

† 静岡大学 教育学部

## 2 技術史を取り入れた技術教育について

### 2.1 普通教育としての技術教育

普通教育としての技術教育は、専門教育としての技術教育と異なり、各分野の専門にかかわる知識や技能の習得を目的としていない。普通教育としての技術教育では、技術を評価し活用する能力<sup>12)</sup>の育成、つまりは技術リテラシー<sup>13)</sup>の育成を目的としている。技術リテラシーの育成には、技術に関する知識や技能が必要であるが、先に述べた専門教育としての技術教育で教えるべき知識や技能と基本は同じでも、評価の視点が異なる。専門教育では、獲得した知識や技能を利用して職業人として自立することを前提としているため、獲得した知識や技能に対する評価は厳しいものになる。つまり、対象とする技術に関して「知っている」と「知らない」と、また「できる」と「できない」とでは、その評価に大きな差違がある。例えば、医療に携わる職業人を想像すれば、この評価の差違は明確である。ところが、普通教育では、職業人として自立することを前提としていないために、学習した知識や技能に対しては厳しい評価が問われるわけではない。それは、田中が普通教育としての技術教育を「個々に、事実としてもっている技術および労働の世界に関するその子どもなりの生活概念を、技術の科学の基本や作業の基本の獲得を介して再構成し、より適切でより豊かな生活概念を育むことになる。<sup>14)</sup>」と述べ、知識や技能の獲得を豊かな生活概念を育むための手段として捉えていることからわかるように、専門教育としての知識や技能とはその扱いが異なるためである。このような扱いの違いが、普通教育としての技術教育に対して、専門教育を単にやさしくしたものとして捉えられたり、専門教育よりも程度が低い教育として見られたりする誤解や偏見を生み出していると筆者らは考えている。このような誤解や偏見を解消するためには、学習者が学習した知識や技能に対して価値付けができる教育が必要である。では、どのようにしたら、知識や技能に対する学習者の価値付けは生まれるのだろうか。

### 2.2 歴史主義的な教育

戸坂は、彼の著書である現代科学教育論<sup>15)</sup>の中で、公式を暗記させ問題を解かせる学習を批判し、公式が生み出されまでの思考方法や、公式が生み出された時代的背景、さらにその公式が生まれた結果社会にどのような変化を与えたかを教える、いわゆる歴史に基づく教育が普通教育としての科学教育に重要であると述べている。戸坂は、これを歴史主義（年代ごと史実を学習する、相対的な歴史主義とは区別している）と述べているが、技術教育においてもこの考え方は重要である。なぜなら、戸坂の言う歴史主義に基づく教育こそ、生み出された技術の社会に対する影響や技術を生み出した人の思考方法、活用した科学の成果などが理解されるからである。そしてその結果、学習した知識や技能の対する価値付けができるようになると考えられる。つまり、現代の技術を支えている人や技術を開発している人への敬意を生み、技術を使い生活を豊かにすることについて考えるきっかけを与えることにもなると期待できる。

このように歴史主義に基づく学習は、知識や技能の獲得という狭い枠を超え、学習内容と現在の技術や生活との関係の理解を生み、それが田中の言う豊かな生活概念を育むことへと繋がり、やがては、技術リテラシーの育成に発展できると考えられる。

### 2.3 技術史教育と体験的な学習の併用

木佐貫<sup>16)</sup>は、技術科の教育構造に技術史を位置づけることの重要性を述べている。また、杉野<sup>17)</sup>は、技術史教育の重要性について以下のように述べている。

- 技術の発達の過程を学ぶことによって今後の技術の発展の手がかりを得る。
- 過去の技術の発達が人類の文化に及ぼした影響を探り、そのことを通じて今後の技術の発達がもたらす文化への貢献度を予測する。
- 技術の進歩に大きな貢献をした人物像によって、青少年が啓発されることを期待する。

杉野が言う技術の「発展の手がかり」や「文化への貢献度」を知ることは、技術の仕組みや社会への

影響を学ぶことでもある。また、井上<sup>18)</sup>は、技術史の学習に「ものを作ったり道具を使用したりする実践と結びつく」学習を取り入れることが、技術教育としての独自性を生み出すと述べている。さらに、デューイは、作業学習（ものづくり学習）は、「人類の歴史の考察へとみちびく」<sup>19)</sup>ものであると述べるなど、歴史と関連させて学習することへの価値を述べている。したがって、実験や製作等の体験的な学習と技術史教材を併用することで、その仕組みや原理だけでなく、技術と社会の関係性が見えてくるといふ学習効果が期待できる。そこで、筆者らは、体験的な学習と技術史の学習を併用する授業を計画することにした。

### 3 授業計画

#### 3.1 蒸気機関と発電の授業

技術史と併用する具体的な教材として、蒸気機関と発電が、学習内容「エネルギー変換の技術」の授業として有効ではないかと考えた。その理由として、東日本大震災以降、新エネルギー利用に今まで以上の注目が集まっているが、日本の電源別発電電力量<sup>20)</sup>では、2013年度の地熱および新エネルギーによる発電電力量はまだ全体の2%程度であり、現在でも80%以上は火力の発電方法であることが示されているからである。つまり、火力による発電方法には蒸気タービンが用いられている（原子力発電も同様である。）ことからわかるように、私たちが利用する電気エネルギーは蒸気機関により生まれていると言えるからである。蒸気機関の技術は、歴史の上では産業革命を起こし、人類のエネルギー利用を大きく変えたものである。これは、技術が社会に与えた影響の大きさを示すものである。また、その技術を人間は長い年月をかけて改良していくことで、現在においてもなくてはならない技術へと発展させてきたという歴史も伝えることができる。以上より、中学生が「エネルギー変換に関する技術」を学ぶ際に、蒸気機関の歴史とそのしくみや社会への影響について理解しておくことは、現代のエネルギー事情を考える上でも非常に意義深いものである。

蒸気機関や産業革命に関して、中学校の歴史の教科書<sup>21)22)23)</sup>でも扱われているが、授業を行う前の生徒（中学校の2年生175名）に、どのくらい「蒸気機関」を知っているのか質問紙による調査をした。その結果を表1に示す。表1より、23%の生徒が、「まったく知らない。」、39%の生徒が「言葉は聞いたことがある。」と回答していることから、半数以上の生徒は、蒸気機関について知らないということがわかった。

そこで、本研究では、技術科の学習内容「エネルギー変換に関する技術」の授業の中に、蒸気機関を利用した発電に関する授業を、技術史の資料と併用して学習する計画を立てることとした。その授業では、蒸気機関を利用した発電を実際に体験し、その歴史としくみを理解させることで、エネルギー変換に関する技術の進展が人々の生活をより良くしてきたことに気づかせるようにしたいと考えた。

表1 質問の回答

項目	回答内容	人数	割合
A	実際に見たことがある。	14	8%
B	映像や写真で見たことがある。	52	30%
C	言葉は聞いたことがある。	68	39%
D	まったく知らない。	41	23%

#### 3.2 授業の構成

授業は、技術科の学習内容「エネルギー変換に関する技術」の授業（中学2年生 18時間）で計画し、「エネルギー変換に関する技術の成り立ちを理解し、それらを活用した実習や製作を行うことにより、これから発展していくことが期待される持続可能な発電方法を考える」ことを授業目標とした。授業計画を表2に示す。表2のNo.1の授業では、ガイダンスとして、技術史の資料から「エネルギー変換に関する技術の成り立ち」を読み取り、生徒にエネルギー変換に関する技術のおこりは火を利用し始めたことに気づかせる。また、三鷹市に現存する水車<sup>24)</sup>を例に、そのしくみと特徴や成り立ちを知ること、機械要素とのかかわりを理解させる。

表2 授業計画

No.	学習内容	時数
1	水車がどのようなしくみで動き、何に利用されていたのかを知ることで、なぜ必要とされたのかを考える。	2
2	動力伝達や運動を変化させるしくみの提示教材を動かし、そのしくみを考える。	1
3	機械の安全な利用と保守点検の方法を知る。	1
4	蒸気機関を使った発電模型を動かし、観察することで、そのしくみについて考える。	2
5	発電に関するエネルギー変換効率の高め方やエネルギー損失の減らし方を考える。	3
6	電気エネルギーの特徴や電気機器へ利用されるしくみについて考える。	1
7	電気機器の安全な利用と保守点検の方法を知る。	1
8	手回し発電機でライトを点灯させる回路を製作する。	6
9	エネルギー変換に関する技術と社会・環境とのかかわりを考える。	1
合計時間数		18

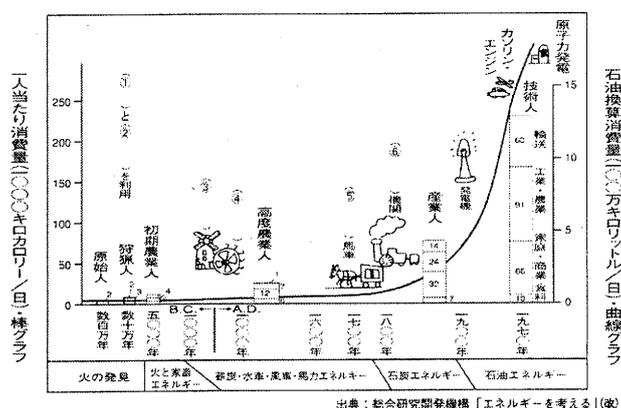


図1 提示した技術史の資料

表2のNo.2とNo.3の授業では、学習内容「材料と加工に関する技術」の中で製作時に使用した機械（ボール盤・丸のご盤等）を例に、製作と同時に動力伝達や運動を変化させるしくみや機械の保守点検と整備の方法を理解させる。なお、水車や鉄道馬車のように電気エネルギーを利用していない時代にも、自然界のエネルギー資源を有効利用していたことに技術史の資料を利用し説明する。

表2のNo.4の授業では、グループごと蒸気機関を利用した発電模型を動かす実習を通して、蒸気機関のしくみと特徴や技術史の資料を利用し蒸気機関が生まれた時代と使用する資源の量の変化につ

いて考えさせる。また、燃焼熱を利用して電気エネルギーを生み出す仕組みを理解することで、火力発電所の仕組み、原子力発電所の仕組みについて説明する。

表2のNo.5の授業では、電気エネルギーを生み出すために必要なエネルギーが、20世紀に急増していることを技術史の資料から理解すると共に、エネルギー変換効率を高めたり、エネルギー損失を減らしたりする工夫について考えさせる。

表2のNo.6とNo.7の授業では、電気エネルギーの特徴や電気機器の仕組み、電気機器の保守点検について、身の回りの電化製品を例に説明する。

表2のNo.8の授業では、手回し発電機を利用したライトを点灯させる回路を製作する。製作を通して、人間の力を電気エネルギーに変換する発電機の仕組みや、変換効率を上げる工夫などを考えさせる。さらに、持続可能な発電方法についても考えさせる。

表2のNo.9の授業では、エネルギー変換に関する技術と社会・環境とのかかわりを考えさせる。

以上の流れを18時間の授業で構成した。

### 3.3 技術史の資料

授業では必要に応じてエネルギー変換に関する技術史を資料として提示する。提示した資料は、総合研究開発機構の原子力・エネルギー図面集2014<sup>25)</sup>を参考にして筆者らが、技術史の資料として作成したものである。作成した資料を図1に示す。この技術史の資料は、エネルギー使用量を時代の変遷と共に図示したものである。時代を象徴する技術とエネルギー資料量の変遷がわかるように工夫されているために今回の授業では使用することにした。また、図中の空欄には、生徒が授業中に記入できるようにした。

### 3.4 蒸気機関を使った発電模型

本研究で用いた蒸気機関を使った発電模型は、紅林ら<sup>26)</sup>が開発した蒸気タービン教材を発電用に改良したものである。本研究で用いた蒸気タービン発電教材を図2を示す。本教材は、ボイラー缶(図2)に入った水を、固形燃料により加熱し沸騰させる。沸騰した水の蒸気は、ボイラーに設置された銅パイプ(図2)を通して、タービン(図2)にあたり、タービンを回転させる。それにより、タービンの回転軸に取り付けられた発電機(図2:サイキット XGM-RA)が回転し発電する。発電機に取り付けた接続用クリップ(図2)に発光ダイオードやDCモータを取り付けることで、発電を確認できる。

本教材の特徴は、固形燃料の燃焼から発電までの過程がわかりやすいことである。そのため、熱をエネルギーとして効率よく制御するための工夫も考えやすくなる。また、燃焼熱を電力に変換している過程は、火力発電の仕組みであるため、熱源を原子力に置き換えて説明することにより、原子力発電の仕

組みの説明に発展できる。

本研究では、蒸気タービン発電教材を8台準備し、授業では各班1台ずつ提供できるようにした。

## 4 授業の結果

平成25年10月から平成26年3月にかけて、静岡県内の公立中学校にて、計画した授業を実践した。図3に蒸気タービン発電教材を使った授業(表2のNo.4の授業)の様子を示す。授業では、授業終了後に毎回生徒に感想を書くように指導した。本研究では、生徒の授業後の感想を基に分析する。

### 4.1 蒸気タービン発電教材を用いた授業の結果

蒸気タービン発電教材を使った授業(表2のNo.4の授業)終了後の生徒の感想を図4に示す。

図4のAからDの生徒の記述は、エネルギー変換に関する技術の歴史(図1)を参考にした上で、それらを活用した実習を行うことによって得られたも

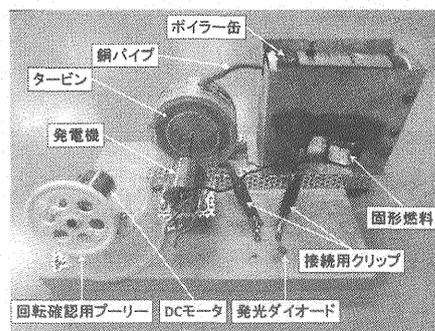


図2 蒸気タービン発電教材



図3 授業の様子

のである。既存の知識では考えられなかった蒸気機関を使った発電のしくみが実習によって理解できたことがわかる。このような感想を記述した生徒は、175名中18名いた。

図4のEからHの生徒の記述は、蒸気機関を使った発電のしくみを理解した上で、このしくみが他へも使えるのではないかと考えている記述がみられた。これは蒸気タービンによるエネルギー変換の仕組みと、エネルギー変換に関する技術の歴史(図1)資料から、様々な活用方法を考えることができたと考えられる。このような感想を記述した生徒は175名中19名いた。

授業前調査の段階では、表1より項目Aの「蒸気機関を見たことがある」と回答した生徒が14人(8%)しかいなかったが、この授業を通じて175名生徒全員は、項目Aの回答になることは当然であるが、その仕組みや応用に関して言及できる生徒が37名いたことから、蒸気タービン教材を用いた授業は、エネルギー変換について考えさせる効果があるとと言える。

#### 4.2 授業全体を終えた結果

蒸気タービン発電教材を用いた授業実践後、発電に関するエネルギー変換効率の上げ方やエネルギー損失の減らし方を考える授業(表2のNo.5)や、電気エネルギーの特徴や安全な利用等の授業(表2のNo.6とNo.7)を行った。そして手回し発電機でライトを点灯させる回路を製作(表2のNo.8)後、これから発展していくことが期待される持続可能な発電方法を考える授業(表2のNo.9)を行った。全授業終了後の感想を図5に示す。

授業の中で生徒は、現在の化石燃料を大量に消費する大規模な発電から、現在よりもエネルギー消費量を半分以上減らす発電方法に転換していくには課題が多く、早急に実現させることは難しいことに気づくことはできた。しかし、図5のJやKの感想より、「電気の無駄遣いをやめよう。」といった省エネ(節電)ではなく、家庭でも可能な「発電」方法により対応したいと考えるようになった生徒がいたことから、この授業を通じて積極的に現代の課題に取り組む姿勢が育ったことがうかがえる。また、図

- A 最初は、発電機を回す方法が風しか思いつかなかったけど、この実験をしてみて、こんな方法があるんだと驚きました。仕組みがよくわかりました。
- B 水蒸気で物(鉄道)を動かすことができる。物を動かすには、火や水ではなく、水蒸気で動かすことができるにはすごかった。
- C 蒸気だけでタービンを回して発電機を動かして、電気がついたり、モーターが回ると思いませんでした。これでいろいろなことが覚えられた。なにより実験が楽しかった。
- D 最初は、火の力で電気がついたり、モーターが回るなんて思いませんでした。でも、蒸気ので電気がついて驚きました。実験が楽しかった。
- E 実際に実験して「蒸気機関」を使った発電のしくみについてよく分かった。この実験では「熱エネルギー」「運動エネルギー」「電気エネルギー」が発生することがわかった。蒸気で回った事にはびっくりしました。これを使えば他にいろんなことができそうです。
- F 蒸気タービンを回して発電機が動くことと電気が発生することがわかった。地熱発電や、風力発電も、タービンを回して発電機が回ることと電気はできるということも知ったので、お風呂のゆげを全部集められ場、発電できそうだと思います。
- G 自分たちで火を使い発電し、体験しながら電気をいろいろな方法で発電することに気づいた。この実験で地熱発電の仕組みがわかりやすく理解できました。
- H 「水蒸気」はタービンを回すことができる力を持っているというのがわかったので、普段気にしないような小さな事でも役に立つんだと思えた。

図4 授業後の生徒の感想

5のIやLの感想のように二酸化炭素排出量の問題や地球温暖化の問題の解決方法が、発電方法そのものに問題があることに気づくことができた生徒がいたことから図1により提示した内容や蒸気タービン教材による授業が技術と社会の関係を考えさせる効果があったと言える。尚、図5のIからLのような感想を書いた生徒は175名中19名いた。

- I 今までは世界中の自動車を全部電気自動車にすれば良いのかと思っていたが、その電気を作り出す時も二酸化炭素が出ているので電気自動車にするだけでは駄目ということに気づいた。
- J 持続可能な社会になるためには省エネだけでは足りないことがよく分かった。電気を自分たちで作れる時代になったんだから、創エネやEMSができる家がどんどん増えれば良いと思った。
- K エコを実践していくためには夢のような話ばかりで言っても意味がない。今の技術や問題をわかった上で、これを少しずつ変えていくように技術が開発されていくことが大切だし、自分たちも身近なところからできることを考えていくことが大切だと思った。
- L 地球温暖化を止めるために自分たちができることは、エアコンの温度設定を28度にしたたり、電気のムダ使いをやめたり、省エネを心がけるだけだと思っていたけれど、自分たちの家で電気を作ることができたり、電気をためておくことができるなんてすごいと思った。

図5 全授業終了後の生徒の感想

## 5 考察

蒸気タービン発電教材を用いた授業の結果から、使用した教材は、エネルギー変換について考えさせる効果があったことがわかった。その理由として、授業に用いた蒸気タービン発電教材は燃焼熱から回転運動、電力に変換される過程が分かりやすいことが挙げられる。エネルギー変換は、私たちの家庭内には多く存在するが、そのほとんどが電気エネルギーを利用したものである。しかし、電気エネルギーそのものは、火力発電や原子力発電により作られていることは知っているが、熱エネルギーを利用して作られている仕組みまでは理解していない生徒は多い。本授業で利用した教材は、火力発電の仕組みを理解させるだけでなく燃焼熱の利用について理解させることができるため、技術史の資料(図1)で提示したエネルギー消費量が歴史的に増大していく過程もわかりやすくなったと考えられる。

また、授業全体を終えた生徒の何人かが、社会と技術の関係を考え、持続可能な社会に向けて自分の意見を持った感想を書いていたことがわかった。これらの生徒は、本授業を通じて技術に対して評価する態度が育ってきたとも言える。このような態度が育ってきた背景には、蒸気タービン発電教材による熱エネルギーから発電する過程や仕組みの学習と技術史の資料からエネルギー利用の増大の背景を考える学習の両方を展開したため、社会の未来のために必要な技術開発と活用について自分たちの問題として考えやすくなったと考えられる。つまり、授業で扱った蒸気タービン発電教材は、仕組みを説明するための単純なものであっても、それを現実感を持たせて生徒に理解させるきっかけを与えることができたのは、技術史を授業に取り入れたためである。これは、第2章で述べた技術教育に技術史を取り入れることで作用する効果である。したがって、本授業は、木佐貫<sup>16)</sup>の言う技術史を技術科の授業構造に組み入れた学習として、井上<sup>18)</sup>が述べた体験的教材と技術史の資料がうまく作用し、杉野<sup>17)</sup>が述べた教育効果に迫る授業になったと言える。

## 6 まとめ

筆者らは、技術科の学習内容「B エネルギー変換に関する技術」の授業に、技術史の資料と蒸気機関による発電模型を併用する授業を実践した。実践した結果、技術史の資料と蒸気タービン発電教材がうまく機能し、生徒に技術を評価する態度の育成につながる授業ができた。技術史を用いることで、教材を製作したり実験したりするだけでは難しい技術と社会の関係や自分たちの未来と技術の関係等について考えさせることを可能にすることがわかった。この結果は、技術史を取り入れることにより、製作学習や実習、実験等の体験的な学習に対して生徒が価値づける可能性を示唆している。さらにそれは、技術リテラシーの育成にも効果があることが期待される。以上より、中学校技術科の学習内容に技術史を位置づけた授業が、今後ますます必要となると言えるだろう。

今回の授業実践では、学習の効果を生徒の各授業

ごとの感想を中心に分析し、アンケート調査等による定量的な評価を行っていないため、今後授業評価も含めて定量的な評価も実施したい。さらに、他の技術科の学習内容でも技術史を取り入れた授業を今後検討していきたい。

#### 謝辞

本研究の授業実践では、指導案と教材の検討に浜松市内の中学校技術科の先生方にご協力いただきました。紙面を借りて御礼を申し上げます。

#### 参考文献

- [1] 文部科学省:中学校学習指導要領解説 技術・家庭科篇, p.14, 教育図書(2008)
- [2] 文部科学省:中学校学習指導要領解説 技術・家庭科篇, pp.23-27, 教育図書(2008)
- [3] 間田泰弘他:技術・家庭技術分野, pp.90-133, 開隆堂出版(2012)
- [4] 加藤幸一他:新しい技術・家庭 技術分野, pp.95-150, 東京書籍(2012)
- [5] 垣本徹, 井津元世士郎, 浅田穰博:白色LEDを用いた手回し発電ライト, 日本産業技術教育学会誌第48巻第1号, pp.33-38(2006)
- [6] 山本利一, 関根裕昭:電気二重層コンデンサを利用したロボット製作に関する課題の提案, 日本産業技術教育学会誌第54巻第2号, pp.85-93(2012)
- [7] 川俣純, 芦田肇, 村松浩幸, 松岡守:消費電力を可視化するロボット競技用消費電力計教材の開発と評価, 日本産業技術教育学会誌第54巻第2号, pp.49-57(2012)
- [8] ジャック・チャロナー:ザ・サイエンスヴィジュアル エネルギー, 東京書籍, pp.6-7(1993)
- [9] 佐藤和敏:科学的認識や技術史を重用した授業, 日本産業技術教育学会誌第54巻第3号, pp.171-176(2012)
- [10] 間田泰弘他:技術・家庭技術分野, pp.8-9, 開隆堂出版(2012)
- [11] 加藤幸一他:新しい技術・家庭 技術分野, pp.12-13, 東京書籍(2012)
- [12] 文部科学省:中学校学習指導要領解説 技術・家庭科篇, pp.14-15, 教育図書(2008)
- [13] 櫻井宏:社会教養のための技術リテラシー, p.106, 東海大出版(2006)
- [14] 田中善美:普通教育としての技術教育の教育目的論再考, 技術教育研究, 第57号, pp.28-35(2001)
- [15] 戸坂潤:科学的精神とは何か, 戸坂潤全集第1巻, 勁草書房, pp.301-308(1986)
- [16] 木佐貫哲:中学校技術科における学習内容に関する一考察〔3〕(技術史の教育構造について〔その1〕), 鹿児島大学教育学部研究紀要.人文・社会科学編第30号, pp.153-168(1979)
- [17] 杉野英太郎:7設計論と技術史教育の接点, 技術史教育論(前田清志 編), 玉川大学出版, p.96(1995)
- [18] 井上平治, 阿部保志:技術科教育における技術史の展開, 北海道教育大学紀要(第1部C)第45巻1号, pp.237-280(1994)
- [19] デューイ(宮原誠一 訳):学校と社会, 岩波文庫, p.33(1983)
- [20] 電気事業連合会:電源別発電電力量構成比:<http://www.fepc.or.jp/aboutus/pr/pdf/kaiken120140523.pdf> (2014.12.25 確認)
- [21] 五味文彦, 戸波江二, 矢ヶ崎典隆 他:新しい社会 歴史, 東京書籍, pp.138-139(2012)
- [22] 葉山晴生, 中村達也, 竹内祐一 他:中学社会 歴史 未来を開く, 教育出版, pp.132-133(2012)
- [23] 黒田日出男, 小和田哲男 他:社会科 中学の歴史, 帝国書院, pp.134-135(2012)
- [24] 三鷹の水車しんぐるま:<http://www.city.mitaka.tokyo.jp/suisya/shikumi/index.html> (2014.12.24 確認)
- [25] 原子力・エネルギー図面集 2014:[http://fepc-dp.jp/pdf/07\\_zumenshu\\_j.pdf](http://fepc-dp.jp/pdf/07_zumenshu_j.pdf)(2014.12.12 確認)
- [26] 紅林秀治, 河合巧:教材用蒸気タービンカーの改良, 日本産業技術教育学会誌第53巻第1号 pp.49-56(2011)