

# 燃料電池の作製によるエネルギー教育

Energy Education by Production of a Fuel Cell

佐藤 博\* 滝川 俊一\*\*  
SATO Hiroshi TAKIGAWA Syun-ichi

**要約**：発電には、火力、水力、風力、地熱、波力、太陽光、原子力発電などがある。先行研究でアンケート調査を行い、発電に関連したことを含むエネルギー変換に関することについて、中学校技術科でどのようにあつかわれているかエネルギー教育の実態をアンケート調査した。その結果、身近で手に入る教具、教材があるのに、その教具、教材を使わずに座学で行っている教師が多くいることがわかった。この調査をもとに、本研究では燃料電池の仕組みを教えるために、実際に身近にある材料を用いた燃料電池の教材を作製した。その教材を用いて、燃料電池に関するエネルギー変換の仕組みを理解させ、さらに水素を得るためには電気エネルギーが必要になるという問題点を教え、結果を確かめた。その結果、燃料電池の仕組みを理解したものも多かったが、理解していないものもいたことがわかった。また、水素を得るためには電気エネルギーが必要であることを理解したものも多くいた。

**キーワード**：燃料電池 クリーン 水素 酸素 二酸化炭素 技術科

## I はじめに

太陽電池と並んでクリーンなエネルギーとして期待されているのが燃料電池である。火力発電では化石燃料を燃焼させて化学エネルギーを熱エネルギーにし、その熱エネルギーでタービンを回し機械エネルギーにし、機械エネルギーで発電機を回して電気エネルギーに変換する。それに対して燃料電池は、水素燃料の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーにするため、発電効率が非常に高い、また二酸化炭素ガスを排出しない等の利点を持っている。その一方で、水素は経済的、環境的に問題を持っている。すなわち、同等のエネルギーを生み出すのに、燃料電池はエンジンなどの内燃機関よりも何十倍も高くなってしまい、水素製造に必要なエネルギーを供給すること自体が環境汚染を引き起こすことにもなる。産業の発展し続けるためには、すべての人がエネルギー変換に関する正しい知識と理解をもつ必要がある。このエネルギー転換についての教育を考えて行く必要がある。

発電には、火力、水力、風力、地熱、波力、太陽光、原子力発電などがある。このような発電におけるエネルギー変換について中学校技術科<sup>1)-7)</sup>でどのようにあつかわれているかアンケート調査を行った。その結果、その結果、身近で手に入る教具、教材があるのに、その教具、教材を使わずに座学で行っている教師が多くいることがわかった<sup>8)</sup>。この調査をもとに、本研究では燃料電池の仕組みを教えるために、実際に身近にある材料を用いた燃料電池の教材を作製した。その教材を用いて、燃料電池に関するエネルギー変換の仕組みを理解させ、さらに水素を得るためには電気エネルギーが必要になるという問題点を教える実験授業を行った。

\* 科学文化教育講座 \*\* 長野県茅野市立長峰中学校

## II 実験授業

実験授業はM中学校の第2学年生男子11名、女子6名の合計17名について、平成16年10月に行った。単元「燃料電池の仕組みとその製作」として授業は2時間を設定した。学習目標は「燃料電池の原理を知り、燃料電池を製作し、エネルギー変換について理解を高めることができる。」「水素を得るためには電気エネルギーが必要であることが説明できる。」であった。

表1 実験授業の展開

### 1. 題材 燃料電池の仕組みとその製作

### 2. 本時の学習目標

- (1) 燃料電池の原理を知り、燃料電池を製作し、エネルギー変換について理解を高めることができる。
- (2) 水素を得るためには電気エネルギーが必要であることが説明できる。

### 3. 展開

|             | 学習活動                               | 予想される児童の反応  | 指導上の留意点  | 備考  |
|-------------|------------------------------------|---|--|---|
| 導入<br>(10)  | ・事前プリント                            |   |  | ・事前プリント   |
| 展開<br>(5)   | ・ハンドジェネレータを回して電気エネルギーを取り出す。        | ・ハンドジェネレータを回すことで電気が発生することを知る。<br>・豆電球につながると回転に負荷がかかり、電気を発生させるにはエネルギーが必要であることを確認する。                        | ・運動エネルギーが電気エネルギーに変換したことを知らせる。<br>・ハンドジェネレータを手で回転させる代わりにどのような方法が考えられるか考えさせ、一般的な発電のしくみを知らせる。   | ・ハンドジェネレータ<br>・学習プリント①  |
| (15)        | ・発電のしくみについて知る。<br>火力→原子力→水力→風力→太陽光 | ・学習プリントに記入して火力・原子力・水力・風力・太陽光発電のしくみや、それぞれの長所・短所について知る。   | ・それぞれの発電にはそれぞれにメリット・デメリットがあることを確認し、現在地球環境にやさしい発電方法が求められていることを知らせる。   |   |
| (5)         | ・燃料電池について知る。                       | ・理科で学習した水の電気分解を思い出し、その逆の反応が燃料電池であることを知る。<br>・身近なものを使って班ごと燃料電池を製作する。                                       | ・クリーンな発電方法として現在注目されているエネルギーである燃料電池のしくみを伝え、身近なものによって製作できることを紹介する。   | ・学習プリント②<br>ストロー（1本）、電池（1つ）、電池につながる線（1つ）、ワンカップびん（1つ）、鉛筆の芯（2つ）、重曹（50gくらい）<br>ビニールテープ（赤1、黒1）、線（赤1、黒1）、割り箸 |
| (25)        | ・燃料電池の製作・実験                        | ・班ごと身近な材料を使って水の電気分解をおこない、その逆である燃料電池の実験をおこなう   | ・製作過程がスムーズにおこなえるようにビデオを見せて作り方や留意点について確認させる。<br>・班の友達と協力して学びあいながら、安全に活動できるように巡回を行う。   | ・学習プリント③  |
| まとめ<br>(10) | ・燃料電池についてまとめ<br><br>・事後プリント        | ・燃料電池の特長、水素の取り出す技術、燃料電池車のしくみ、その他の利用例、さまざまな企業・大学が研究している注目の技術であることを知る。<br>・地球にやさしいエネルギー、エネルギーの節約について意識を深める。 | ・燃料電池の注目されている点、特にクリーンでありことを紹介し、水素をいかに取り出すか、水素を作るのにエネルギーが必要になってしまうことをしっかりおさえる。<br>・よりよいエネルギーの開発や技術の研究がおこなわれていることを知らせ、技術についての興味・関心につなげる。 | ・事後プリント   |

実験授業の展開を表1に示す。まず私たちの身の回りにあるさまざまな便利で生活を快適にし、労力を軽減してくれている製品について考え、これらの多くが電気によって作用していることを確認した。次に、ハンドジェネレータを使い発電のしくみを知らせ、具体的かつ視覚的にエネルギーを生み出す基本を抑えた。この活動で生徒はハンドジェネレータを電球につなげると負荷がかかり、

この負荷が電球を光らせるエネルギーに変換したことを体験的に学んだ。そして、ここでの人間の手で発電機を回す代わりにどのようにしたらよいか考え、その技術として風の力、水の流れる力、さらには蒸気の力が有効であることを確認した。ここから発展的に風力、水力、火力及び原子力発電の仕組みとそれぞれに存在する長所・短所を考え、まとめた<sup>9)</sup>。このとき太陽光発電についても同様に考えた。さらに燃料電池の仕組みを教えるために、身近な材料を用いて燃料電池の作製を行い、燃料電池におけるエネルギー変換の仕組みと問題点を教えた。実験授業では新しいエネルギー源として水素が有望であることを伝え、その代表である燃料電池の基本の理解へと興味を引くように導いて行った。用いた材料を図1に示す。電極として鉛筆の芯、水素と酸素をためるタンクを作るための



図1 燃料電池の材料

ストローと赤および黒のビニールテープ、容器としてのカップ、電池、配線コードからなる。作製方法をビデオ撮影しておいた映像を見ながら説明した後、各班でそれぞれ作製した。図2に示すように、作製した燃料電池の電極に電池をつなぎ、電気分解により水素と酸素をストローのタンクにためた。電池をはずし、図3に示すように、その電極に電子オルゴールをつなげさせた。このようにして、実際に水に電気を流して水素と酸素をそれぞれ取り出し、この逆の反応として水素と酸素から電気が生まれることを班ごと実験で確認し、体験的に燃料電池の仕組みを理解させた。この実験では、私たちの身の回りにあるものを用いて行い、先端技術として研究が進められている燃料電池の基本的な仕組みは、難しいものや特別なものではないと感じさせ、親しみやすいエネルギーとして捉えられるよう工夫した。実験で電気が発生したことは電子オルゴールから音楽が流れることで証明した。





図2 作製した燃料電池での電気分解



図3 作製した燃料電池によるオルゴール演奏

### Ⅲ 調査結果

風力、水力、火力、原子力発電のエネルギー変換とその長所と短所を教えたが、ここでは燃料電池の仕組みと問題点に絞って調査を行った。

「燃料電池の原理を知り、燃料電池を製作し、エネルギー変換について理解を高めることができる.」、 「水素を得るためには電気エネルギーが必要であることが説明できる.」という学習目標がどれくらい理解できたかを調べるために、授業の前後で調査を行った。調査問題を表2に示す。調査問題は事前が2題、事後が問題3～5を加えた5題からなる。問題1はガソリンエンジンのエネルギー変換について、問題2は燃料電池のエネルギー変換についての問題であった。問題3～5は授業のなかで、興味があったところ、理解しにくかったところおよびエネルギーについての考えをそれぞれ記述する問題であった。

表2 事前・事後調査問題

| 事後調査問題              |   |
|---------------------|---|
| 事前調査問題              |   |
| 学籍番号 _____ 氏名 _____ |   |
| 問題1                 | 次のカッコの中に適切な語句を記入しなさい。<br>車のエンジンは(①燃料)を(②爆発)させて、回転運動を得て車を動かしている。<br>そのときに(③二酸化炭素)を排出している。  |
| 問題2                 | 次のカッコの中に適切な語句を記入しなさい。<br>燃料電池の燃料の(④水素)は(⑤水)を(⑥電気分解)により(⑦水素)と(⑧酸素)にして得られる。燃料電池車は(⑨水素)と(⑩水素)が反応して(⑪電気)と(⑫水)を発生し、モーターで車を動かしている。(⑬水素)を得るためには、(⑭電気)が必要で、その(⑮電気)は他のエネルギーから作られている。 |
| 問題3                 | 授業を通して一番興味があったところはどこでしょうか。  |
| 問題4                 | 授業の中で理解しにくかったところはどこでしょうか。   |
| 問題5                 | エネルギーについての考えを自由に書いてください。  |



表4において、①～⑤は表3に示した問題番号を、○は正解を、×は不正解を、数字は人数を示しており、問題別に事前・事後で正解、不正解の数がどのように変化したのかを示したものである。問題1のガソリンエンジンのエネルギー変換に関する問題では、①②③は×から○になったものも多く、事後ですべて正答した。このことよりガソリンエンジンのエネルギー変換に関することは、よくわかったと考えられる。問題2の燃料電池のエネルギー変換に関する問題では、④⑤⑥⑦⑧は事前ですべて×であったが、事後では×から○になったものは13人と多く、×から×になったものも4人あった。⑨⑩は事前ですべて×であったが、事後では×から○になったものは15人と多く、×から×になったものも2人あった。⑪⑫は事前ですべて×であったが、事後では×から○になったものは多いが、×から×になったものも多かった。このことより燃料電池の仕組みを理解したものも多かったが、理解していないものもいたことがわかった。⑬⑭⑮は事前ですべて×であったが、事後では×から○になったものは15人以上と多く、×から×になったものも少なかった。このことより水素を得るためには電気エネルギーが必要であることを理解したものが多かったと考えられる。

問題3の回答結果を図4に示す。一番興味があったところは、「燃料電池 (53%)」が多く、「オルゴール (29%)」、「特になし (18%)」の回答もあった。

問題3 授業を通して一番興味があったところはどこでしょうか。

回答率 (%)

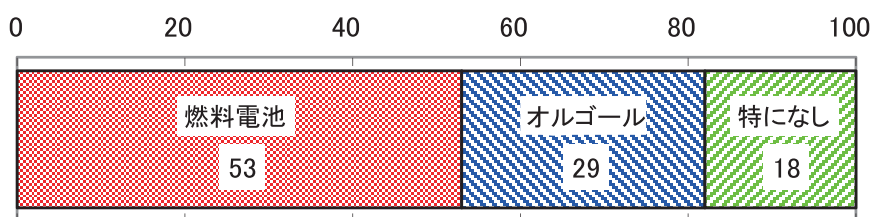


図4 問題3の回答結果

問題4回答結果を図5に示す。理解しにくかったところは、「特になし (47%)」が多く、ついで「太陽電池 (29%)」、「問題の穴埋め回答が難しい (12%)」という回答であった。もう少し説明のしかたを検討する必要があると考えられる。その他として、「なぜ電気がおきるのか」、「エネルギー」があった。

問題4 授業の中で理解しにくかったところはどこでしょうか。

回答率 (%)

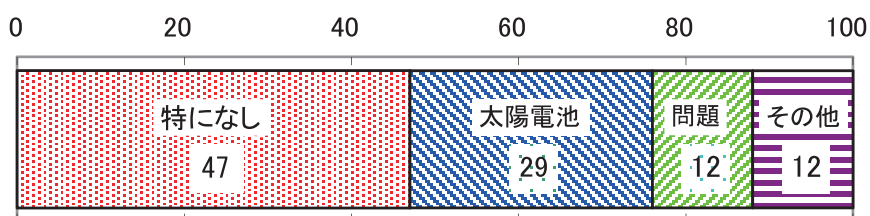


図5 問題4の回答結果

問題5回答結果を図6に示す。エネルギーについての考えを自由に書いてくださいのところは、「省エネをする (35%)」が多く、ついで「水素発生の研究の進歩 (18%)」、「地球に優しい (18%)」という回答であった。その他として、「エネルギーはもっと活躍すると思う」、「エネルギーは大切」があった。

問題5 エネルギーについての考えを自由に書いてください。

回答率 (%)

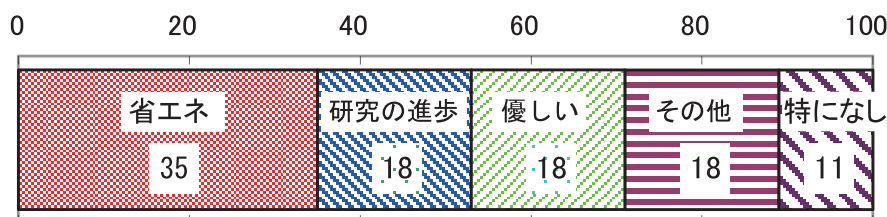


図6 問題5の回答結果

## IV おわりに

発電には、火力、水力、風力、地熱、波力、太陽光、原子力発電などがある。先行研究でアンケート調査を行い、発電に関連したことを含むエネルギー変換に関することについて、中学校技術科でどのようにあつかわれているかエネルギー教育の実態をアンケート調査した。その結果、身近で手に入る教具、教材があるのに、その教具、教材を使わずに座学で行っている教師が多くいることがわかった。本研究では、この調査をもとに燃料電池の仕組みを教えるために、実際に身近にある材料を用いた燃料電池の教材を作製した。その教材を用いて、燃料電池に関するエネルギー変換の仕組みを理解させ、さらに水素を得るためには電気エネルギーが必要になるという問題点を教え、結果を確かめた。その結果、燃料電池の仕組みを理解したものも多かったが、理解していないものもいたことがわかった。また、水素を得るためには電気エネルギーが必要であることを理解したものが多くいた。

## 文 献

- 1) 技術・家庭, 技術分野, 開隆堂, 2012.
- 2) 新しい技術・家庭, 技術分野, 東京書籍, 2012.
- 3) 技術・家庭, 技術分野, 教育図書, 2012.
- 4) 東京書籍, 新しい理科, 2012.
- 5) 大日本図書 楽しい理科, 2012.
- 6) 東京書籍, 新しい科学, 2012.
- 7) 大日本図書 理科の世界, 2012.
- 8) 佐藤 博, 「中学校技術科におけるエネルギー教育についての調査」, 教育実践学研究, 山梨大学教育人間科学部附属実践総合センター, No.11, 2006, pp. 26-38
- 9) 佐藤 博, 滝川, 俊一「発電の種類と仕組みを教えるための教材開発」, 教育実践学研究, 山梨大学教育人間科学部附属実践総合センター, No.22, 2017, pp. 85-94