

中学校技術科を中心とした教科横断的エネルギー教育の可能性

Feasibility of Cross-Curricular Energy Education Around Technology Education

井 嶋 博

Hiroshi IJIMA

(和歌山大学教育学部)

嶋 本 光 芳

Mitsuyoshi SHIMAMOTO

(和歌山市立西脇中学校)

荒 木 良 一

Ryoichi ARAKI

(和歌山大学教育学部)

2017年9月15日受理

Abstract

エネルギーは我々の生活において欠かせないもののひとつであり、現代社会においては、その資源や用途は多様で、利用方法は高度化されてきている。このようなことから新学習指導要領ではエネルギー教育を環境教育の一つに位置付け、様々な学年で複数の教科の中で取り扱われるようになってきている。本稿では各教科、学年におけるエネルギー教育の目的と意義を確認し、中学校技術科における教育分野の一つである「エネルギーの変換と利用」を中心とした教科を横断するエネルギー教育の可能性や問題点について述べる。

1. はじめに

中学校技術・家庭の技術分野では、「エネルギー変換」に関する記述が昭和44年施行の学習指導要領からあり、主に「機械」の分野の中の教育目標として内燃機関を通じた理解(昭和44年、52年、平成元年)として扱われていた。その後、平成10年施行の学習指導要領では機械分野に特化せず、「技術とものづくり」の内容の中で扱われるようになり、現行学習指導要領では、一つの内容「エネルギー変換に関する技術」として位置づけられている¹⁾。このように技術分野におけるエネルギー変換に関する教育は学習指導要領の改訂と共に、技術分野全体に対する割合が大きくなり、その重要度を上げてきていることがわかる。

一方エネルギーに関する内容は、現在の学校教育の様々な場面で扱われており、現行学習指導要領ではエネルギー教育を環境教育の一つに位置付け、複数の学年の様々な教科の中で取り扱われている²⁾。

現在、エネルギーは多様な意味を持ち、分野によってはその定義やとらえ方が異なる言葉として扱われている。これはエネルギー自体が具体的なことからでなく様々な表現を持ち、中学校理科で扱う「エネルギー保存の法則」についても、物理分野の重要な原理の一つでありながらも、それは抽象的な考え方として成り立っているためであるといえる。

本論では、中等教育において、生徒がエネルギーをどのように理解できるのか、またその理解の困難さを、教科書等を用いて初等中等教育の内容から洗い出し、小中のつながりと他教科の内容を考慮に入れた技術分野でのエネルギー変換に関する教育について検討する。

2. 歴史に見るエネルギーの定義

ニュートンとともに微積分法の創始者として有名な

ライプニッツは17世紀、ガリレイが示した物体の落下の実験を引用し、「異なる質量を持つ物体を同じ高さから落下させるとき、落下速度は同じでも衝突による損害は異なる」と指摘し、物体の質量 m と速度 v の2乗の積 mv^2 とといった量を定義した³⁾。今日、これが歴史上初めて示された運動エネルギーの考え方といわれている。さらに1788年にはラグランジュが著した「解析力学」の中で、今日力学的エネルギー保存の法則として知られている保存量の考え方を導き出したが、エネルギーそのものの概念が活発に議論されるようになるのは19世紀後半からであり、マイヤー、ヘルムホルツ、ジュールらがエネルギー保存の法則を実験により示し、「エネルギー(energy)」という言葉についても19世紀初めにヤングにより提案されている⁴⁾。またジュールは、エネルギーが力学から熱、電気から熱へと変換されるといった実験を行った。この実験結果はエネルギーが様々な表現を持ち、それぞれの形態に変換(移動)することを意味し、今日のエネルギー変換の考え方の基になったといえる。

エネルギーはその形態によって、力学的エネルギー、化学エネルギー、熱エネルギー、電気エネルギー、原子核エネルギーなど様々な分類されるが、これらの用語の中には慣習的に用いられているものもあり、科学的に厳密な定義がされていないものもある。しかし、このような異なる分野においてエネルギーを共通の量として扱うことができることは、科学技術を学ぶ者にとって、分野の枠に限定されないという意味で、興味を持てる概念であるといえる。

3. 学校教育におけるエネルギー

3.1. 学習指導要領におけるエネルギーの位置付け

現行学習指導要領では小学校および中学校の理科に

ついて、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」の4つの概念を柱として小中体系立てた指導ができるように構成されており、その中で「エネルギー」については「エネルギーの見方」「エネルギーの変換と保存」「エネルギー資源の有効利用」と領域を細分化されている⁵⁾。また、文部科学省の審議会のひとつである「学校施設の在り方に関する調査研究協力者会議」の部会「環境を考慮した学校づくり検討部会(第7回)」の資料として、現行学習指導要領(平成20年改訂)における「環境教育」に関わる主な内容がまとめられている⁶⁾。この中のエネルギーに関する記述は次の通りである。

(中学校社会科)

- ・環境やエネルギーに関する課題(地理的分野)
- ・地球環境、資源・エネルギーなどの課題解決のための経済的、技術的な協力の大切さ(公民的分野)

(中学校理科)

- ・日常生活や社会における様々なエネルギー変換の利用
- ・人間は、水力、火力、原子力などからエネルギーを得ていること、エネルギーの有効利用の大切さ

(中学校技術・家庭(技術分野))

- ・技術の進展が資源やエネルギーの有効利用、自然環境の保全に貢献

(高等学校地理歴史科)

- ・環境や資源・エネルギーをめぐる問題などの考察(世界史B)
- ・環境、資源・エネルギーなどの問題から、持続可能な社会の実現を目指した各国の取組、国際協力の必要性の考察(地理A)
- ・世界の資源・エネルギーなどの問題を大観(地理B)

(高等学校公民科)

- ・国際社会の政治・経済における地球環境と資源・エネルギー問題などの探究(政治・経済)

(高等学校理科)

- ・エネルギーの変換と保存、有効利用(科学と人間生活)
- ・水力、化石燃料、原子力、太陽光などを源とするエネルギーの特性、利用(物理基礎)

上記のとおり、この資料ではエネルギー教育は中学校と高等学校で扱われており小学校での記載は見られなかった。しかし、学習指導要領や教科書を詳しく調べると、主に小学校社会科、理科、中学校社会科、理科、技術・家庭科の教科書でエネルギーの記載があり、

これ以外にも、国語などの教科書では文中で「エネルギー」が登場する場合もあり、初等教育から広い分野で扱われている言葉であるといえる。具体的に「エネルギー」に関する教育内容を抽出したところおよそ次のような結果となった。

3.2. 小学校

高学年の理科では、光合成や呼吸、振り子やてこなどの力学的内容、電気に関する内容では発電、発熱などは、エネルギー教育につながるものがあるが、直接エネルギーとしては表現されていない。ただし、発展的学習のページで言葉として「エネルギー」を用いている教科書もあり、例えば啓林館の第6学年の理科の教科書では、炭素循環を扱った発展学習のなかで、光のエネルギー、生きるためのエネルギーといった表現がされている。ここで、エネルギーそのものの説明として「ものに対して、はたらきをする能力」と記述している⁷⁾。

社会科では近代日本史の分野で「エネルギー資源」や「省エネルギー」が取り上げられているが具体的な定義や詳しい説明はされていない⁷⁾。

家庭科では第5学年で学習する栄養素の中でエネルギーの表現が扱われている。

3.3. 中学校

中学校理科でエネルギーが最初に登場するのは第1学年の単元「火山と地震」であり地震の規模を表すマグニチュードの説明に用語のみ用いられている。具体的なエネルギーについては第2学年の電気エネルギー、第3学年では力学的エネルギーと保存の法則、エネルギー変換があり、ここではエネルギーの種類や変換効率についても内容に含まれている⁸⁾。

社会科では小学校と同様に「エネルギー資源」に関する記述のほかに「エネルギー問題」、「エネルギーと産業の関わり」に関する記述がある。

技術・家庭科においては1.に示した通り、現行学習指導要領において技術分野の内容として「エネルギー変換に関する技術」があり、生活や産業におけるエネルギーの利用と変換さらには変換効率に関する内容(第2学年)が含まれている⁹⁾。家庭科では食生活および衣生活におけるエネルギーが扱われている(第1学年)。ただし、具体的なエネルギーの定義は含まれておらず、理科でエネルギーを具体的に学ぶ第3学年よりも早くに学習することになっていることから、教科間の連携が必要であるといえる。

3.4. 高等学校

理科の4科目(物理、化学、生物、地学)全てにおいてエネルギーが扱われており、中学校よりも具体的な説明と定義が示されているが、相互の科目内での扱い

や関係を、共通の概念としては取り扱われていない^{10)~13)}。ただし、単位を含めた定量化が明確に示されていることから、同時に学ぶことで相互のエネルギーの移動を理解することは可能である。

社会の科目では資源としてのエネルギーが内容にあるが、小学校および中学校と同様、科学的な定義は示されていない。

4. 中学校技術科におけるエネルギー教育と教科横断的教育の可能性

3.に示したように、教科では社会科、理科および技術・家庭科においてエネルギーに関する内容が含まれている。このことから、教科横断的な教育の実現が期待できるが、一方、本稿では次の2つの問題を確認した。

- ①エネルギーの表現や定義の説明が教科や学年によって異なる。
- ②異なる教科で同じ内容が重複している。

①については、物理や化学の分野では物理量としてのエネルギーを明確に示されているのに対して、社会と理科ではそれぞれの教科で学習すべきエネルギーの捉え方が異なり、生物や地学の分野においてはエネルギーの定義が示されていないことが挙げられる。また技術・家庭ではエネルギーの物理学的定義を基本としながらも、具体的な定義は教育内容に含まれていない。このことから、同じエネルギー教育であっても、相互の理解として修得しにくいといえる。

これらの問題についてはそれぞれの教科の学習内容や目的を維持しながらも、共通の理解としてのエネルギーを定義しておくか、学習過程で相互の関係を見出すような指導の方法が望まれる。

②についてはエネルギーの変換に関する内容が中学校理科と技術科で大きく重複しており、高等学校の物理基礎でも取り上げられている。エネルギーが表現を変え移動することとその変換効率の考え方は現代社会や生活において重要であることから、これらを取り扱う教科間で整理し、協調しながら体系的に学習できる手法が有効であると考えられる。また、この内容に社会的な考察を含め、エネルギー問題や省エネルギーにつなげる内容が期待できる。

人類の特に近代のエネルギーの利用の歴史は、いかに変換効率を上げるかといった技術革進の歴史でもある。たとえば、照明を例に挙げると、エジソンが発明した白熱球は時代とともに蛍光管に代表される放電方式の発光、LEDや有機EL照明と、エネルギー変換効率の大きい製品にとって代わるようになっていく。変換効率を上げることで資源の有効活用や温暖化の抑制などの環境負荷を削減し、発熱による工業製品の劣化を

抑制するなど生産の効率化が実現し、生活においては出費を抑える効果が得られる。このようなエネルギーとその利用に関する教育を中学校3教科で連携することで、持続可能な社会を実現するためのエネルギー教育が実現できると考えられる。

5. おわりに

現行の学習指導要領において、技術・家庭科の技術分野では

- 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

のように多種多様な内容が含まれている。またほとんどの内容では実習を含んだ教育が求められていることから、生徒にとって興味を持ち、体験的に内容が理解できる教科である。B エネルギー変換に関する技術においても各教科書では実習内容を含め、教材も多数製品として販売されている。しかし、多くはテーブルタップなどの電気装置の製作にとどまり、エネルギー変換そのものの学習を目的とした教材はほとんど採用されていない。しかし、エネルギーのような理解が困難な概念であっても上記のような体験的学習によって大きな教育効果が得られると考えられることから、技術科での実習を中心とした教科横断的なエネルギー教育が有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 学習指導要領データベース、文部科学省 <https://www.nier.go.jp/guideline/>
- 2) 新学習指導要領における「環境教育」に関わる主な内容、環境を考慮した学校づくり検討部会(第7回) 配付資料、学校施設の在り方に関する調査研究協力者会議 環境を考慮した学校づくり検討部会、2010、http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shisetu/013/003/shiryo/attach/1299713.htm
- 3) 小出昭一郎ほか、物理学概論上巻、裳華房、1983.
- 4) 小山 慶太、科学史年表、中央公論新社、2011.
- 5) 小学校、中学校学習指導要領解説一理科編、2008.
- 6) わくわく理科、啓林館、2014.
- 7) 小学社会6年上下、日本文教出版、2016.
- 8) 未来ひろがるサイエンス1~3、啓林館、2011.
- 9) 新編 新しい技術・家庭(技術分野)、東京書籍、2012.
- 10) 物理基礎、物理、数研出版、2013.
- 11) 化学基礎、科学、数研出版、2014.
- 12) 生物基礎、生物、数研出版、2014.
- 13) 地学基礎、地学、数研出版、2014.

