

特集

エネルギー教育

教育現場からの声

—教科書にみる高等学校におけるエネルギー教育の現状—

Voices from Educational Fields

—The Present Situation of Energy-education, Inspiring the Using Textbooks at Senior High Schools—

宮田 光 男*

Mitsuo Miyata

1. 物理の教科書にみるエネルギー教育の現状¹⁾

1.1 物理 I A

「エネルギーと生活」という単元について3社の扱い方を紹介すると、A社では「エネルギーをさがそう」、「熱エネルギーの正体」、「電気エネルギーの変換」、「太陽エネルギーと原子力」、B社では、「エネルギー」、「熱とエネルギー」、「電気とエネルギー」、「暮らしの中のエネルギー」、C社では「温度と熱」、「電気エネルギー」、「エネルギーの移り変わり」、「太陽エネルギーと原子力」という小単元に分かれている。

以上の三社の索引から共通する項目を記述してみると、「エネルギー保存の法則」、「ケルビン (K)」、「位置エネルギー」、「運動エネルギー」、「温度計」、「交流」、「絶対温度」、「太陽光エネルギー」、「電力」、「電力量」、「熱運動」、「熱伝導」などである。その他の項目はバラエティーに富んでいる。

物理分野で学習するエネルギー概念については、出版社によって項目の分け方が違うと言えよう。具体的な記述を読んでみると、特に、「クーラーによる冷却と廃熱」、「太陽エネルギーの利点と問題点」、「再生可能エネルギーの種類」、「原子力発電の利点と問題点」、そして最後に「放射線の有効利用と問題点」など、いずれもバランスよく書かれている教科書がある。「自然放射線」と「人工放射線」の両面を併記しようと努力のあとが見受けられるものもある。さらに「家庭で使う電力量を調べる」(身近な視点)、「エネルギーと文明」(歴史的な視点)、そして「身近な品物のエネルギーコスト」(経済的な視点)などの特徴的な記述もある。

実際に「物理 I A」を履習する生徒は、主に、非理

系であると予想されるので、そのような生徒が対象であることを念頭におくと、「環境・エネルギー教育」については、さらに総合科学的な観点を明確にふまえた記述がほしい。総合科学的観点は、高等学校の「物理 I A」だからこそ、生物、化学、地学などの要素を弾力的に加味することができるのではないだろうか、という意味である。

1.2 物理 I Bと物理 II

物理 I Bの「エネルギー」の単元の3社の扱いは、A社は、「仕事と力学的エネルギー」、「熱とエネルギー」、B社は、「仕事と力学的エネルギー」、「熱とエネルギー」、C社は「いろいろなエネルギー」、「エネルギー保存」、「エネルギーの移動と不可逆変化」の小単元に分けている。また、「電流と電子」の単元の3社の扱いは、A社は、「電界と電流」、「電子と原子」、に分ける教科書と、「電場」、「電流」、「電子と原子」、に分ける教科書があり、B社は「電場」または「電界」「電流」、「電子と原子」に分ける2種類の教科書があり、C社は「静電気」、「電流」、「原子と原子核」に分ける教科書と、「電界」、「電流と回路」、「電子と原子」に分ける教科書がある。

物理 IIの「電気と磁気」及び「原子と原子核」の単元の3社の扱いは、A社は、「磁場」、「電磁誘導」、及び「電子と光」、「原子と原子核」、B社は「電界と磁界」、「電磁誘導と交流」、及び、「波動性と粒子性」、「原子の構造と原子模型」、C社は「電流と磁界」、「電磁誘導と交流」及び、「波動性と粒子性」、「原子と原子核」に分ける教科書と、「磁気」、「電磁誘導」、及び「波動性と粒子性」、「原子・原子核と素粒子」に分ける教科書がある。

物理 I B、物理 II を2種類ずつ、または物理 I Bだけ2種類出版している出版社がある。一種類は、理論的な扱い、また現象の物理的な見方・考え方が学べる配慮があるとするもので、従来から大学受験に対応すると考えられてきた型の教科書である。他の一種類は、

* 日本基礎化学教育学会 名誉会長

〒184-0003 小金井市緑町4-9-6 (自宅)

物理の身近さとおもしろさを伝えようとするものである。

後者のものには、「環境・エネルギー教育」について、総合科学的な観点や社会科学の観点を示唆する記述も見られる。例えば物理ⅠBでは、物理学の社会性を意識したものとして、原爆ドーム（広島市）の写真、フェルミの黒鉛型原子炉（スケッチ図）、チェルノブイリ原子力発電所事故による放射能測定写真、国際放射線防護委員会の1990年勧告、輸入食品と放射線などの記述がある。また、物理Ⅱでは、水素爆弾、きのご雲の写真が掲載されている例があり、章末応用問題にウラン235の核分裂反応の例、核融合反応のエネルギー計算例などがある。原子核を自然の階層構造を一つと捉えて扱い、素粒子の項へとつなげて教科書を終えているものもある。

そこで複合的な環境問題の要因の結びつけ方についての示唆がほしい。例えば、自然放射線と人工放射線を人間が浴びる量の比較図の記載があるが、その量に定めた根拠となる記述はない。法的整備に至る歴史的背景、また改正されるまでの社会的背景等の記述がほしい。各国の取り組みの具体的な記述があると、日本の技術力なり国民的合意なりの視点から考えやすい。

また、教科書の最終部分で扱われる原子力関係教材は、学年の最後の時間の授業となる場合があり、高校生が定量的に学ぶ物理法則に当たる部分が少ないため、時間数等の関係で生徒の自習に委ねられることがある。

時代の課題となる「エネルギー」「環境」を学ぶ機会、次世代への責任を果たす一市民としての判断力と行動力を育成する機会となる。また、インターネットによる情報入手と発信環境を活用することができる時代でもある。

2. 化学の教科書にみるエネルギー教育の現状²⁾

2.1 化学ⅠA

化学ⅠAは化学ⅠBや化学Ⅱに比べると、エネルギー問題に関してある程度取り上げられているが、その取り扱い方は諸外国に比べて不十分である。

エネルギー対策としては、化石燃料の使用を減らして、それに代わる燃料としてはメタノール、エタノール、メタン、水素などを利用し、さらにクリーンエネルギーとして太陽エネルギー（特に太陽電池）、風力、水力、地熱などのエネルギーがあげられている。ところが原子力エネルギー利用についてはほとんど取り扱

われていない。現在の電力の約40%が原子力エネルギーに依存しているにもかかわらず、原子力エネルギーに関する事柄が取り扱われていないのは、非常に物足りない。さらに将来のエネルギー源としての核融合エネルギーや燃料電池などが取り上げられていない。さらに省エネルギー対策などについてはほとんどふれていない。このような諸問題を取り扱うためには、もっとページ数をさくべきではないだろうか。

2.2 化学ⅠBと化学Ⅱ

化学ⅠBと化学Ⅱの教科書に出てくるエネルギーと名のついた言葉は実に微々たるものである。反応エネルギー、熱エネルギー、イオン化エネルギー、光エネルギーなどである。日本の化学の教科書を見ていると、単に物質の性質、反応、用途などを教える教科書のような気がしてならない。諸外国の教科書と比べてみると格段の差が見られる。アメリカの「ケムコム」という化学の教科書の中の「世界の核化学」の項目のページ数はこの教科書の全ページ数の12%も占めている。日本の化学教育と比べると、とても比較にならないほど、この項目が重要視されている。この「世界の核化学」の扉のところに、こんなことが記されている。

◎核廃棄物についてはどういうふうにすればよいのだろうか？ ◎すべての放射線無くすことは可能だろうか？ そもそもそれが望ましいだろうか？ ◎化石燃料が乏しくなってくると、核エネルギーはどんな役割を担うことになるだろうか？

以上の疑問に答えるかのように、その内容が次の項目に分けられている。

「エネルギーと原子」「放射壊変」「核エネルギー、宇宙動力」「便利と危険を伴った生活」

以上が「ケムコム」の核化学に関する指導項目であるが、この内容の大きな特色の1つは、核化学のすべてを教えようとするものではなく、特定の原子力に関する問題の正しい答えを伝えようとする内容のものではない、ということである。ただ、核化学の原理と、その応用をわかり易く伝えている。そしてさらに、もう1つの特色は、核化学の応用によって、人間生活へのメリットとデメリットの両面を正直に示して、生徒たちが社会生活において、核に関するいろいろな問題に対して、判断できる能力を与えるような内容になっている。

ドイツのある教科書では核融合装置を記載し、核反応式を使つての核反応の指導が化学の教科書でなされている。またある英国の教科書ではその基礎篇で放射

性同位元素、核分裂、原子力発電所などを取り上げている。

このような先進国のエネルギー教育に対して、現在の日本の化学教育では、一般の日本人に核化学に対する知識をほとんど教えていないため、核問題に対する知識を、マスコミ情報だけにたよってしまうことになっているような気がしてならない。このような状態から脱却するためには、一般の生徒に対する核化学をはじめとするエネルギー教育の充実が必要なのではないだろうか。速やかな対応が望まれる。

21世紀はエネルギー時代である。現在エネルギーの主流をなしている化石燃料は有限なエネルギーであり、これにのみ頼っているわけにはいかない。やはり自然エネルギーをいかに効率よく利用するか、核エネルギーをいかに安全に活用するか、将来のエネルギー問題の解決の道があるのではないだろうか。このような大問題を生徒に考えさせることが、21世紀の化学教育では不可欠なことではないだろうか。

3. 生物の教科書にみるエネルギー教育の現状³⁾

3.1 生物 I A

エネルギーに関してはA社では「生命を維持する働き」の項目の中で「ヒトのエネルギーの出入り」というテーマで記述されており、B社では「太陽と地球とヒト（エネルギー利用）」というテーマで記述されており、C社では「自然のなかの人間」の項目の中で「炭素の循環とエネルギー（生態系のはたらき）」というテーマで記述されている。三社とも、太陽エネルギーを中心とした生態系でのエネルギーの流れを中心に扱っており、どの教科書でもこの部分の記述に最も紙面を割いている。その他にも以下に挙げるような項目で充実した記述を載せてある教科書もある。

◎ヒトへのエネルギーの集中 ◎人類の発展とエネルギー消費量 ◎環境とエネルギー問題 ◎化石燃料の使用とその問題点 ◎風力、光エネルギーなどの発電様式の紹介

科目の特性上、環境問題に比べると記述は限られてくるが、環境問題の一つとしてエネルギーに関する記述はかなり見受けられた。

3.2 生物 I B と生物 II

教科書の本文でエネルギーに関する記述が最も多く書かれている箇所は、どの教科書でも以下の3つの箇所に集中している。

(1) 代謝とエネルギー変換

キーワードとしてATP、ADP、同化、異化、光エネルギー、化学エネルギー、エネルギー代謝、独立栄養生物、従属栄養生物などが挙げられる。全体像の説明がなされている。生物IIではこれらのしくみをさらに詳細に説明している。

(2) 光合成、好気呼吸、嫌気呼吸など

(1)の内容をさらに詳しく述べている部分であり、次のような図とともに説明されている。キーワードとしては、光の必要とする反応、光を必要としない反応、葉緑体、カルビン、ペントリン回路、ATP、ADP、解糖系、クエン酸回路、水素伝達系、アルコール発酵、乳酸発酵、呼吸商などが挙げられる。

(3) 生態系とエネルギー

生態系での物質循環とともにエネルギーの流れが図1のように示されている。

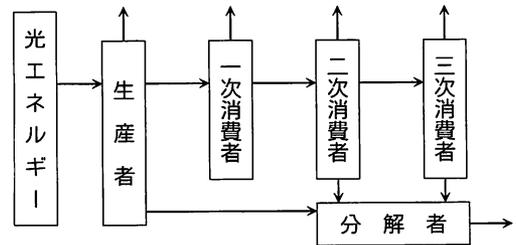


図-1 生態系でのエネルギーの流れ

キーワードは図中の言葉以外には、生産者、消費者、などであり物質循環と異なってエネルギーは循環しないことが述べられている。当然のことながらいずれも生物中心のエネルギーに関する記述であり、(3)を除いては生体内部のエネルギーに関する説明がなされている。

4. 地学の教科書にみるエネルギー教育の現状

4.1 地学 I B

エネルギーに関しては、A社の教科書では「固体地球とその変動」の項目の中では「地震動の記録」について記述されているが、特にマグニチュードと、地震のエネルギーとの間には一定の関係があることについて表を用いて説明している。次に「大気と海水の運動」の項目の中では「太陽放射と地球の熱収支」と「大気と海洋の相互作用」について記述されている。特に地球が受けとる太陽エネルギーと地球からの放射エネルギー、さらに太陽・海洋をめぐる物質とエネルギーに

ついて記述されている。最後に「地球とそのまわりの宇宙」の項目では太陽のエネルギー源や恒星の放射するエネルギーについて記述されている。

B社の教科書では「地球の構成と内部のエネルギー」の項目で「地殻のエネルギー源」、「地震のエネルギー」について記述されている。「大気と海洋」の項目では「地球全体の熱収支」について述べられている。さらに「宇宙の構成」の項目では「太陽の熱エネルギー源」や「恒星のヘリウム中心核の核融合反応による多量のエネルギー放出」について記されている。

C社の教科書では「地殻と地球内部」の項目で、「地球内部のエネルギー」「震度とマグネチュード」について、「大気と水の世界」の項目では「大気のエネルギー収支」について、「地球と太陽系」の項目では、「ケプラーの法則」、「万有引力の法則」について、「星の世界」の項目では「太陽のエネルギー源」、「太陽活動と地球嵐」について記述されている。

地学の教科書の内容はエネルギーに関する項目が他の教科に比べて非常に多いのではないだろうか。

5. 理科以外の教科書にみるエネルギー教育の現状

5.1 地理歴史科、公民科⁴⁾

「地理歴史科」、「公民科」の教科書では、環境・エネルギーについて割かれたページ数は理科の各科目などに比して比較的豊富である。各科目で定められた目標や内容にしたがって、積極的に環境・エネルギーについて記述されているといえる。特に「地理B」の教科書でその扱いが多いことに気付く。ある出版社の「地理B」の教科書には、64ページにわたって「人間と環境」にかかわる記述があり、また、「生活と産業」の項目では社会生活の変化とエネルギーについて2ページにわたる記述がみられ、原子力に関しては事故やその課題について触れ、否定的とみられる記述が見られる。一方「現代社会」の教科書には、「資源とエネルギー」「人類と環境」などの項目により環境・エネルギーに関して述べているものが見られ、代替エネルギーの開発についての記述や日本国内の原子力発電所の分布図などが掲載されている。その他、「世界史A」「世界史B」「地理A」「倫理」「政治・経済」の教科書にも、原子力発電、エネルギー開発、リサイクルなどの記述が見られる。

5.2 保健体育科、家庭科⁵⁾

保健体育科の教科書では、「保健」で環境・エネ

ルギーが扱われている。特に「環境と健康」の項目で環境・エネルギーについて記述されているが、エネルギーに関する記述は省エネルギー、原子力エネルギー、放射線、地球温暖化などであるが、ほんのわずかしか記されていない。放射線がどの程度人体に対して影響を与えるかについて詳しい説明がほしい。

家庭科の教科書では、広い範囲にわたる環境・エネルギーの問題を、日常生活に関係する事項に限って記述している。たとえばエネルギーと資源については、石油・石炭にふれている部分はあるが、原子力エネルギーには一切触れられていないことに疑問を感じる。また、家庭生活の中で、省エネルギーの大切さについてあまり説明がなされていない。

保健体育科、家庭科の両教科ともエネルギーについては重点を置いていないように思える。将来のエネルギー問題について身近なことから説く必要がある。

6. 原子力に関するアンケートの結果について⁶⁾

1993年、日本基礎化学教育学会で実施したアンケートの結果について報告し、今後のエネルギー教育のための参考にしていただければ幸せである。次にアンケートの内容と結果を記す。

発送先：各都道府県から小中高各10校ずつを無作為に抽出し、合計1,410校に郵送する。

回答数：合計804通

質問事項：A. 先生ご自身のお考え、B. 授業での取扱いについて、C. 「原子力」についての教科書の記述について、D. 「原子力」の専門家に対して、要求したいこと、E. その他のご意見

以上のアンケートの結果についての分析・考察した報告書の一部を紹介する。

- ・原子力問題には、約90%の先生方が関心をもち、原子力に関する教育が必要と感じているが、諸外国の教育現場での取り組みに関しては70%以上が「殆ど知らない」と答えている。

- ・原子力発電についても、約80%近くの先生方が不安を感じ、将来のあり方についても「安全対策が必要」と答えている。また、高校では2割近くの先生方が「全廃すべき」と答えている。

- ・授業を行う立場としては、70%以上が「中立の立場であるべき」と答えている。

- ・生徒の関心についても、授業を行った時には、86%が「興味を示している」という回答になっている。

・事実そのままを教えるべきで、子供達自らの力で判断出来るように指導すべきである。

・原子力の必要性和安全性については、客観的データに基づいて考えさせるべきだ。

・未来のエネルギー源として、原子力は不可欠。

・原子力に代わる別の有効なエネルギー源についても考えさせたい。

・心配な面としては、危険性や安全対策の不充分さを指摘する声が圧倒的に多いことや、教える現場として「どう教えてよいか悩んでいる。」という声も多かった。

・教科書の記述については、「量的に少ない」ということを指摘する声が多く、特に高校化学の教科書には「記述が見当たらない」とする声もあった。そして、要望としては「もっと中立の立場から“危険性”や“必要性”について深く掘り下げた解説を望む」という声も多かった。

・原子力についての授業の必要性を感じながらも、実際に授業を行っている数は約30%強と少なく、60%以上が「行っていない」と答えているが、その理由としては、「教科書の記述が少ない」「資料が不足」という声が多い。要望としては、圧倒的に「中立の立場で客観的な資料が欲しい」「肯定、否定の両方の立場からもっと分かり易く解説された、しかも子供達に判断させられるような資料が欲しい」という声が多かった。

7. エネルギー教育の現状についてのまとめ

一番大きな問題点は高校生の70~80%ぐらいの生徒が理科の授業でエネルギーに関する教育をほとんど受けずに卒業してしまうことではないだろうか。確かに物理や地学の教科書を調査してみると、エネルギーに関する項目が多く取り扱われているが、この教科書を使用する生徒は20~30%に過ぎない。70~80%の生徒は化学と生物を選択しているため、物理・地学の教科

書にはお世話にならずに卒業してしまう。

ところが多くの生徒が目にする化学I Bの教科書にはエネルギーの事項はほとんど出現しない。ところで化学I Aの教科書はエネルギーの事項を取扱っているのだが、この教科書はほとんど採用されていない。生物については体内エネルギーの事項が記述されているだけである。この化学と生物の教科書で教育される70~80%の生徒はエネルギーの問題など全然ふれずに卒業してしまうことになっている。これでは国民の70~80%がエネルギー問題について無知であり、関心を持てるはずがない。何とかならないものだろうか。

次の問題点は、日本では社会科・家庭科・保健体育科・理科の四教科でエネルギーの事項が何の関連もなく取り扱われているが、これらの事項をまとめて、エネルギー・環境教科として新設して必修教科とすることはできないものだろうか。21世紀はエネルギー・環境時代といわれているが、この世紀に対応できるような新教科の新設を心から願うものである。

参考文献

- 1) 渡辺智博, 古田 豊; 教科書に見る環境・エネルギー教育(物理科), エネルギーレビュー, 10月号, 11月号(1997)
- 2) 宮田光男; 教科書に見る環境・エネルギー教育(化学科) エネルギーレビュー, 7月号(1998)
- 3) 中込 真; 教科書に見る環境・エネルギー教育(生物科) エネルギーレビュー, 3月号, 4月号(1998)
- 4) 岩藤英司; 教科書に見る環境・エネルギー教育(地理歴史科・公民科) エネルギーレビュー, 12月号(1997) 1月号(1998)
- 5) 肆矢浩一; 教科書に見る環境・エネルギー教育(保健体育科・家庭科) エネルギーレビュー, 2月号(1998)
- 6) 日本基礎化学教育学会編; 「原子力」に関するアンケート結果報告(学会誌特別号) 3月号(1994)

協賛行事ごあんない

「第18回光がかかわる触媒化学シンポジウム」

〔主催〕理化学研究所, 触媒学会

〔協賛〕日本化学会, 高分子学会 他

〔日時〕平成11年6月15日(火)

〔会場〕東京工業大学・百年記念館

(目黒区大岡山2-12-1)

〔参加費〕一般4,000円, 学生2,000円(当日受付)

〔申込先〕〒226-8501 横浜市緑区長津田町4259

東京工業大学生物工学科 大倉一郎

TEL 045-924-5752

FAX 045-924-5778