

<論文>

小学生が教科書から得る用語“エネルギー”の情報について —小学校の全教科の教科書の分析をとおして—

板橋 夏樹

要約：教科書に書かれた内容は、児童の知識や概念の形成に大きく影響する。そこで、本研究では、小学校で実際に使用する各教科の教科書のセット及び使用率の高い各教科の教科書を分析し、児童がエネルギーという用語についてどのような情報を得ているのかを調査した。本研究では、小学校の各教科の教科書で扱われる用語“エネルギー”の内容を「エネルギーの形態」「エネルギーの変換」「エネルギーの保存」「エネルギー資源」に分類し、以下の知見を得た。

- (1) ある教科書採択地区を事例とした各教科の教科書のセットの分析より：この地区の児童は、エネルギーの形態と保存に関する学習場面で用語“エネルギー”を一度も見ることのない。しかし、児童は、主に人体の成長や食物に関するエネルギー変換、次いで、エネルギー資源の学習でこの用語を目にする。つまり、彼らは、人体や食物におけるエネルギー変換や、エネルギー資源に関する用語“エネルギー”の情報を多く得ているといえる。
- (2) 東京都の公立小学校の使用率の高い各教科の教科書の分析より：全教科をとおして、児童がエネルギーの形態と保存に関して用語“エネルギー”の情報を得る場面は皆無である。しかし、理科を含む複数の教科の教科書で、児童が食物や人体におけるエネルギー変換や、エネルギー資源に関する用語“エネルギー”の情報を多く得ているといえる。

1. はじめに

エネルギー概念は『小学校学習指導要領解説理科編』（文部科学省、2008）において科学的な見方や概念の主要な4つの柱の1つとして位置づけられている。この概念に係る単元は『小学校学習指導要領解説理科編』の学習内容の構成図（文部科学省、2008、p.14）に示されている。具体的には、風やゴムの働き、光、磁石、振り子、てこ、電気に関する単元が該当する。この単元間の構造は『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編』（文部科学

省、2017b）でも引き継がれている。

小学校理科でエネルギー概念をより分かりやすく導入するためには、児童がもつ用語“エネルギー”についての認識を把握しておく必要がある。板橋（2019）は、第3～6学年の児童を対象に、用語“エネルギー”から連想する言葉の特徴を分析し、第3学年以上の多くの児童が「食物」や「人体」に用語“エネルギー”を強く関連付けていることを明らかにしている。

児童のエネルギー概念の形成には、日々の授業で使用される各教科の教科書に書かれている内容が強く影響すると考えられる。では、児童は、小学校で使用する教科書からエネルギーに関するどのような情報を得ているのだろうか。これについては、小学校で使用される教科書について調査分析を行う必要がある。

小学校では、用語“エネルギー”は、理科ばかりでなく、それ以外の様々な教科、単元で用いられている。各教科の教科書で用いられる用語“エネルギー”について調査した先行研究には次のようなものがある。例えば、原田・勝川・長南（2016）は小・中・高等学校の理科教科書を対象にバイオマスエネルギーの取り扱いについて調査しており、調査対象とした6社の小学校理科教科書にバイオマスエネルギーの扱いがないことを明らかにしている。森（2014）は6社の第6学年の小学校理科教科書にある用語“エネルギー”に関する表現の分析を行っている。この中で、森は、1社の小学校理科教科書のみで用語“エネルギー”が用いられていたことや、この用語を補足説明なしに日常語として用いられていたことを指摘している。平野・榊原・山下（2016）は東日本大震災前後の社会・理科・生活・家庭の4教科の小学校教科書を対象に『エネルギー環境教育ガイドライン2013』（澁澤ら、2013）が示す基本コンセプトの出現状況を分析した。平野らは、理科で東日本大震災後にその基本コンセプトの記載数・掲載数が減少したこと、それ以外の3教科ではエネルギー環境教育の視点で取り上げることのできる箇所が増加したこと、を指摘している。

これらの先行研究が分析対象としたのは複数の出版社の理科の教科書、あるいは複数教科の教科書を網羅的に扱ったものであるが、児童が実際に学校で使用する教科書をとおしてどんな情報を得ているかという視点に立ったものではない。特定の児童が小学校で実際に使用する教科書は1教科につき1社の教科書であり、全教科の教科書の組み合わせはその児童が在籍する学校が属する教科書採択地区で選定されたものである。このように、児童が小学校で実際に使用する教科書から用語“エネルギー”についてどのような情報を得ているかを知るためには、児童が実際に使用する全教科のある特定の教科書の組み合わせを考慮して分析しなければ、この問題を明らかにすることはできない。

そこで、本研究では、実際に特定の小学校の児童が用いる理科を含む全教科の教科書のセットを分析対象とし、それらをとおしてエネルギーについてどんな情報を得ているのかを、その児童が使用する教科書の実際のセットからその特徴を明らかにしたい。このように、児童が小

学校の学びの中でどのように用語“エネルギー”に関する情報を得ているかを明らかにすることは、今後の小学校理科におけるエネルギー概念を導入するための前提となる児童の授業前にもつエネルギーに対する考え方を知るための一助になると考えられる。

2. 研究目的

本研究の目的は、児童が各学年・各教科の教科書及びそのセットをとおして用語“エネルギー”のどんな情報を得ているのかを明らかにすることである。

3. 研究方法

本研究では、2つの方法による分析を行った。

第1に、ある特定の小学校の児童が使用する全教科の教科書のセットを対象に、用語“エネルギー”の使用場面を分析する。先にも述べたように、各小学校は、その小学校が属する教科書採択地区が選定した各教科の特定の教科書を用いており、児童はその組み合わせられた複数の教科の教科書をとおして、用語“エネルギー”を目にしている。そのため、ある地域の児童が使用する各教科の特定の教科書で使用されている用語“エネルギー”に着目した分析、いわば、児童が実際に学ぶ視点に立った教科書の分析が必要である。そこで、本研究では、筆者の居住するS市教科書採択地区¹⁾(以後、S採択地区と称する)に焦点を絞り、そこで扱われる全学年の全教科の教科書を分析対象として、用語“エネルギー”がどのような教科、学年、単元、内容で使用されているかを調査した。この方法により、ある特定の児童が学年の経過に従ってどのように用語“エネルギー”の情報を得ているのか、その特質を明らかにすることができる。

第2に、東京都の公立小学校で採用されている教科書²⁾の中で使用率が高い各教科の上位2社の教科書を対象に同様の調査を行った。ただし、理科については、各出版社の教科書における用語“エネルギー”の使用について広く把握する必要があるため、上の地区で使用される5社全ての出版社の教科書を対象とした。この調査を行った理由は、採択地区によって採択される教科書の組み合わせは多様に存在するため、児童が使用する全教科の教科書を分析し、全体的な傾向を明らかにする必要があると判断したためである。東京都を事例にした理由は、国内の人口が最多である東京都で使用される教科書を対象にすることで、用語“エネルギー”に関する教科書の記述の一般的な傾向を見出すことができると判断したためである。ここで分析に使用した教科書と、これらの教科書における用語“エネルギー”の使用の有無の一覧を表1に示す。なお、本稿では、分析した教科書の名称を、便宜上、これ以降「教科書A~U」³⁾と呼

表1 分析対象とした小学校教科書一覧と、それらにおける用語“エネルギー”の使用の有無

教科	調査対象とした教科書
国語	教科書A (○)、教科書B (○)
社会	教科書C (○)、教科書D (○)
算数	教科書E (○)、教科書F (×)
理科	教科書G (○)、教科書H (○)、教科書I (○)、教科書J (○)、教科書K (×)
生活	教科書L (×)、教科書M (×)
音楽	教科書N (×)、教科書O (×)
図画工作	教科書P (×)、教科書Q (×)
家庭	教科書R (○)、教科書S (○)
保健	教科書T (×)、教科書U (×)

※用語“エネルギー”が使用されていた教科書には (○) 印、使用されていない教科書には (×) 印を記した。

称する。また、本稿ではこれ以降、国語科、社会科、算数科、生活科、家庭科等の教科の名称をそれぞれの教科書の名称に合わせて「国語、社会、算数、生活、家庭」等と記し、「科」を省略して記載する。

これら2つの調査により、小学校で用いる教科書をとおして、児童が用語“エネルギー”に関するどんな情報を得ているかを明らかにすることができると考えた。

4. S採択地区を事例とした全教科の教科書のセットをとおした用語“エネルギー”の使用の特質

エネルギーの科学概念は、『小学校学習指導要領解説理科編』（文部科学省、2008）において主にエネルギーの形態に関する「エネルギーの見方」、「エネルギーの変換と保存」、エネルギーの資源に関する「エネルギー資源の有効利用」に分けて各単元内容が分類されている。そこで、本研究では、各教科の教科書に記載された用語“エネルギー”が使用される場面を、これらの「エネルギーの形態」「エネルギーの変換」「エネルギーの保存」「エネルギー資源」の4つに分類して整理し、児童がどの学年のどの教科で用語“エネルギー”についてどのような情報を得ているかを明らかにする。本節では、S採択地区を事例として、そこで使用される小学校の全教科の教科書⁴⁾を上視点で分析した。その結果、使用される各教科の教科書における用語“エネルギー”が使用される教科・単元及びその文例の一覧を、学年の経過に沿う形で表2に示す。

第1、2学年の全教科の教科書で、用語“エネルギー”は一度も使用されない。このため、これらの学年の児童は、どの教科でもこの用語を目にしない。

表2 S採択地区の小学校の各教科の教科書における用語“エネルギー”が使用される教科・学年・単元、及び関係する記述内容の一覧

分類 学年	エネルギー の形態	エネルギーの変換	エネルギー の保存	エネルギー資源
3	記載なし	〈国語〉単元「書き手のくふうを考えよう」 「朝ごはんはエネルギーになります。 (後略)」の記述がある。	記載なし	記載なし
4	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし
5	記載なし	〈算数〉単元「単位量あたりの大きさ」 設問に「この週の金曜日の給食のエネルギーは、750 kcalでした。この週の給食1食のエネルギーは、平均何kcalですか。」という記述がある。	記載なし	〈社会〉単元「わたしたちの生活と工業生産」 「エネルギー問題」「再生可能なエネルギー」等の記述がある。
		〈理科〉単元「植物の発芽と成長」(発展) 「わたしたちは、米(イネ)やトウモロコシなどを食べることで、植物からでんぷんを養分としてとり入れ、運動したり、成長したりするためのエネルギーにしています。」の記述がある ^{※2} 。	記載なし	〈家庭〉 ・単元「暑い季節を快適に」 「効率的なエネルギーの利用を考えよう」「エネルギーには電気のほかに、ガス・灯油・ガソリンなどがあります」の記述がある。 ・単元「共に生きる生活」 「エネルギーの使い方」の記述がある。
6 ^{※3}	記載なし	※)〈家庭〉は5学年の上と共通。	記載なし	〈国語〉付録「言葉の世界」 読み物資料「未来に生かす自然のエネルギー」に「資源とエネルギーが消費され」「エネルギー資源のうばい合い」「エネルギーの大量消費」「使い切りエネルギー源」等の記述がある。
			記載なし	※)〈家庭〉は5学年の上と共通。

- ※1. 表2には、用語“エネルギー”が使用された学年と教科、その単元名と記載例のみを記載した。調査した生活科を含む第1・2学年の全教科の教科書、及び、全学年の「音楽、図工、保健」の各学年の教科書では、用語“エネルギー”は使用されていないことを確認したので省略した。
- ※2. この単元は「小学校学習指導要領解説理科編(平成20年8月)」の「生命」の「生命の連続性」の領域の単元として位置付けられている。しかし、「発展」の読み物の文章中に記載された部分について見ると、エネルギーが運動や成長のために変換されるという意味で書かれているので、エネルギー変換に位置づけて表中に記載した。
- ※3. 第6学年の国語の単元「未来に向かって」で登場する詩「春に」(作:谷川俊太郎)の一節に「目に見えないエネルギーの流れが(後略)」の記述がある。これはエネルギーの伝達に関する内容と考えられ、表2の分類に該当しないため、表から除外した。

第3学年の児童は、国語の教科書の単元「書き手のくふうを考えよう」で「朝ごはんはエネルギーが含まれる」という文章で、用語“エネルギー”を目にする。この単元には「朝ごはんをしっかりと食べよう」と題された文章があり、そこには、「(中略)朝ごはんはエネルギーになります。みなさんが、からだを動かしたり、べんきょうしたりするためには、エネルギーがひつようです。ですから、朝ごはんを食べないと、エネルギーがなくなってしまい、体がだるくなってしまいます。」(p. 106)と書かれている。つまり、第3学年の児童はこの教科書で用語“エネルギー”を「ごはん」という食物と体の調子を関連づけ、ごはんのエネルギーが体のエネルギーに変換される、ということの間接的に学ぶことになる。

第4学年の全教科の教科書で、用語“エネルギー”は一度も使用されない。このため、第4学年の児童は、どの教科でもこの用語を目にしない。

第5学年の児童は、算数、理科、社会、家庭の教科書で用語“エネルギー”を目にする。この学年で児童は、先述のように、算数では給食に含まれるエネルギーについての計算問題で、理科では食物に含まれる養分から運動と成長に必要なエネルギーを得るという学習で、社会ではエネルギー問題やエネルギー資源の単元で、用語“エネルギー”を目にする。さらに、第5～6学年の家庭では、食物に含まれるエネルギーや電気・ガス・灯油等としてのエネルギー資源と省エネルギーの内容で用語“エネルギー”を目にする。つまり、第5学年の児童は食物に含まれるエネルギーを変換して体の維持と成長に用いることや、エネルギー資源やエネルギーの社会的問題の内容で、用語“エネルギー”を目にすることになる。

第6学年の児童は、国語と家庭で用語“エネルギー”を目にする。国語の単元「未来に向かって」では、谷川俊太郎の詩「春に」が掲載されている。この詩には「目に見えないエネルギーの流れが大地からあしのうらを伝わって(後略)」という一節がある。これはエネルギーの伝達に関する内容といえる。次に、国語の付録「言葉の世界」には読み物資料として「未来に生かす自然のエネルギー(牛山泉著)」(pp.236-241)がある。ここでは、「資源とエネルギーが消費され」「エネルギー資源のうばい合い」「エネルギーの大量消費」「使い切りエネルギー源」等の記述がある。このように、第6学年の児童は、詩や自然エネルギーに関する読み物教材の中で用語“エネルギー”を目にする。家庭での学びは先述したとおりである。つまり、第6学年の児童は、用語“エネルギー”を資源やその消費、体の成長に必要な食物との関わりの中で目にするようになる。

これらの分析から、S採択地区の特定の教科書セットをとおして学んでいる児童が得る用語“エネルギー”に関する情報をまとめると以下ようになる。S採択地区の児童は、第4学年を除く第3、5、6学年の国語、算数、理科、家庭の教科書で用語“エネルギー”を繰り返して見ている。特に、これらの4教科の教科書では体の成長に必要な食物に関するエネルギーの変換の情報を、また、社会や家庭の教科書ではエネルギー資源に関する多くの情報を児童は

得ているといえる。

つまり、『小学校学習指導要領』の理科のエネルギー概念に位置付けられた力学や電気の各教科書の単元では、児童が用語“エネルギー”を一度も見ない。そのため、児童は、力学や電気に関する用語“エネルギー”の情報を得る機会を持たない。しかし、理科を含む複数の教科における食物や体の成長に関する単元や、エネルギー資源に関する単元で、児童は用語“エネルギー”を多く見ており、それらに関する情報を得ているといえる。

さらに、S採択地区で扱われる各教科の教科書にも、中学校理科で導入される「仕事をする能力」等のような用語“エネルギー”を科学的に定義した文章は全く見られない。このことから、児童は用語“エネルギー”の科学的な定義を知る機会を得ないまま、理科を含む複数の教科の様々な単元で、人体や食物に関するエネルギーの変換、エネルギー資源に関する内容で用語“エネルギー”についての多くの情報を得ているといえる。

5. 東京都で使用されている各教科の教科書における用語“エネルギー”の使用の分析

本節では、東京都の公立小学校での使用率の高い各教科の上位2社の教科書を対象に用語“エネルギー”の使用の状況を、前節と同様に4つの視点で分析した。

先に挙げた表1に示すように、今回調査対象とした生活、音楽、図画工作、保健の教科書には、用語“エネルギー”は全く使用されていない。

5.1 「エネルギーの形態」に関する分析

『小学校学習指導要領解説理科編』のエネルギーに関する学習内容の構成図（文部科学省、2008、p.14）によれば、「エネルギーの見方」に関連する理科の単元は第3学年の「風やゴムの働き」「光の性質」「磁石の性質」、第5学年の「振り子の運動」、第6学年の「てこの規則性」である。分析した理科の5社の教科書のこれらの単元では、用語“エネルギー”は一切使用されていない。また、表1に示す理科以外の教科の教科書においても、エネルギーの形態に関する場面でこの用語は使用されていない。

5.2 「エネルギーの変換」に関する分析

『小学校学習指導要領解説理科編』のエネルギーに関する学習内容の構成図（文部科学省、2008、p.14）によれば、「エネルギーの変換」に該当するのは、第3～6学年の各学年で学ぶ「電気、電流」の単元である。理科の5社のうち、教科書Iでは、第6学年の単元「電気と私たちの生活」の中で「新聞やテレビなどで、エネルギーという言葉を見たり聞いたりすることがあります。（中略）これは、電気がエネルギーを持っているからです。」（p.171）という記述

があり、電気とエネルギーの関係が書かれている。しかし、この単元のその後の頁にある手回し発電機でつくった電気によって、モーターや発光ダイオードを動作させる等のエネルギーの変換に関わる各節の文章中では、用語“エネルギー”を用いた表現は全く見られない。そのため、この単元では用語“エネルギー”をエネルギーの変換の文脈で児童が情報をえるようにはなっていないといえよう。

次に、電気以外の分野で各教科の教科書の内容を見ると、以下の場面で用語“エネルギー”が使用されている。

理科の教科書 G の第 5 学年の単元「植物の発芽と生長」の「発展」の読み物の文章中には、「わたしたちは、米（イネ）やトウモロコシなどを食べることで、植物からでんぷんを養分としてとり入れ、運動したり、成長したりするためのエネルギーにしています。」(p.29) という記述がある。理科の教科書 H では第 6 学年の単元「体のつくりとはたらき」の発展「体を動かすエネルギー」の中で「体を動かすためには、エネルギーが必要です。わたしたちは、エネルギーを得るために、毎日食事をしています。(中略)呼吸でとり入れた酸素を使って、養分からエネルギーを取り出します。」(p.56) という記述がある。これらの単元では、用語“エネルギー”が体の維持に必要な食物中に含まれるもの、また、体内で食物が体を動かすものとなっている、というように体内におけるエネルギーの変換の場面で用いられている。

理科の教科書 J の第 6 学年の単元「生物どうしのつながり」の小節「空気のじゅんかんとエネルギー」では、呼吸に関する説明文「多くの生物は、呼吸を行っている呼吸でも空気中の酸素が使われ、二酸化炭素が出される。またこのとき、生きるためのエネルギーが出される。」がある。また、でんぷんの挿絵の脇にある矢印の挿絵の部分に「生きるためのエネルギー」という説明文がある (p.70)。さらに、光合成に関する説明文「多くの生物が呼吸で使うでんぷんは、植物の葉に日光が当たり、太陽の光のエネルギーを用いることでつくられる。」とあり、太陽から葉に向かう矢印の挿絵の部分に「太陽の光のエネルギー」という文がある (p.71)。このように、用語“エネルギー”が、呼吸や光合成の際に体の運動エネルギーやでんぷんに変換されるという場面で使用されている。

国語の教科書 A の第 6 学年の巻末には、「生き物はつながりの中に」という読み物 (pp.226-229) がある。この中で、「ロボットはどうでしょう。動くためにはエネルギーが必要ですから、外から電池を入れ、なくなったら交換します。生き物と同じに見えますね」とあり、生物が生きるために食物を得ることの例えとしてロボットが電池を必要とするという表現をしている。つまり、電池の化学エネルギーが運動エネルギーに変換されるという場面で、用語“エネルギー”が使用されている。

算数の教科書 E の第 5 学年の単元「単位量あたりの大きさ」には、児童に行わせる練習問題として、用語“エネルギー”を用いた計算問題がある。この練習問題では、ある週の「給食

のエネルギー」を示すグラフを読み取り、設問「右のグラフは、ある週の月曜日から木曜日までの給食1食のエネルギーを表したものです。(中略) 問②この週の金曜日の給食のエネルギーは、750 kcal でした。この週の給食1食のエネルギーは、平均何 kcal ですか。」(5下、p.9)がある。この問題文では、用語“エネルギー”が体を維持するため食物のエネルギーが体内でその他のエネルギーの形態(熱エネルギー)に変換される、という場面で使用されている。ここで使用されるエネルギーの単位は、中学校理科で扱われるエネルギーの単位の「ジュール(J)」ではなく、食物の話題であることから栄養成分表示としての「キロカロリー(kcal)」が用いられている。

家庭の教科書Rは、食物とエネルギーの関係を扱う。単元「食べて元気に」の小節「五大栄養素のはたらき」では「炭水化物と脂質は、体内で燃焼してエネルギーになります。」「たんぱく質は(中略)エネルギーにもなります。」(p.43)とある。また挿絵の説明文には「運動するには、エネルギーが必要だね」(p.43)という記述がある。さらに小節「3つの食品のグループとのはたらき」では、「炭水化物を多くふくむ食品には(中略)おもにエネルギーのもととなるはたらきをします」「脂質を多くふくむ油やバターなども、おもにエネルギーのもとになります。」(p.44)という記述がある。この単元では用語“エネルギー”が合計11回使用されている。さらに、別の単元「いためてつくろう朝食のおかず」では、「朝食をとることで、わたしたちは活動に必要なエネルギーを得ることができます。」(p.69)や「朝食はエネルギーのもとになるご飯やパンなどの主食を中心に(中略)用意するようにします」(p.70)とある。この単元では用語“エネルギー”が2回使用されている。単元「くふうしようおいしい食事」では「栄養のバランスの確かめ方」という表(p.98)があり、主食となる米や麦等の食品のグループの名称を「おもにエネルギーのものにある食品」として分類している。以上のように、特に食物の働きに関する内容で用語“エネルギー”が多く使用されており、食物に含まれるエネルギーが体調の維持や運動のために変換され使用される、という意味で用いられている。さらに、教科書Rの『指導書指導展開編』(小学校家庭科学習指導書作成委員会、2014b、p.150)の指導事例には、授業導入時の指導上の留意点として「(前略)体温が保たれていることに使われているエネルギーの存在を意識させる」とある。さらに、教科書Rの『学習指導書入門編』(小学校家庭科学習指導書作成委員会、2014a、p.86)には、予想される児童の反応として「運動するにはエネルギーが必要だね」「ご飯はエネルギーになるから(後略)」などがある。これらの指導案中にある教師の発話の例文から、この教科の食物に関する実際の授業場面における教師と児童の対話の中で用語“エネルギー”が使用されていることや、ごはんに含まれるエネルギーを体のエネルギーに変換していることを扱っていることが想定できる。

次に、家庭の教科書Sでも、用語“エネルギー”が食物に関する内容で用いられている。

単元「まかせてね今日の食事」では、献立を考える課題のヒントとして「おもにエネルギーのもとになる食品を多く使って」（p.92）という記述がある。さらに、「栄養のバランスチェック表」の中にはこの「おもにエネルギーのもとになる食品」の具体的な説明があり、その具体例として「炭水化物を多くふくむ食品」「脂質を多くふくむ食品」「米・パン・めん・いもなど」「油・バターなど」が示されている（p.95）。さらに「栄養素のおもな働きによる食品のグループ分け（6つの食品群）」の表（p.126）では、油脂類・種実類の説明として「エネルギーをたくさん出すグループ」という記述がある。このように、用語“エネルギー”を食物に密接に関連付けて説明している。

以上のように、理科の電気の単元では、用語“エネルギー”がエネルギーの変換に関する場面で使用される例はごくわずかであった。しかし、体力や食物を扱う各教科の単元におけるエネルギーの変換という意味で、用語“エネルギー”が数多く使用されていた。

5.3 「エネルギーの保存」に関する分析

『小学校学習指導要領解説理科編』のエネルギーに関する学習内容の構成図（文部科学省、2008、p.14）によれば、「エネルギーの保存」に該当するのは、第3～6学年の各学年で学ぶ「電気、電流」の単元である。

理科の5社のうち、教科書Iでは、第6学年の単元「電気と私たちの生活」の中で「新聞やテレビなどで、エネルギーという言葉を見たり聞いたりすることがあります。（中略）これは、電気がエネルギーを持っているからです。」（p.171）という記述がある。しかし、コンデンサーでの蓄電を説明するというエネルギーの保存に関する文章中では、用語“エネルギー”は使用されていない。

さらに、全教科の教科書の記述内容を分析したが、エネルギーの保存についての記述は全く見られなかった。

5.4 「エネルギー資源」に関する分析

『小学校学習指導要領解説理科編』のエネルギーに関する学習内容の構成図（文部科学省、2008、p.14）によれば、「エネルギーの資源の有効活用」に該当するのは、第6学年の単元「電気の利用」である。この単元では電気の「蓄電、変換、発熱、利用」の内容が扱われる。調査した理科の5社全ての教科書のこの単元でのエネルギー資源に関する箇所には、用語“エネルギー”を用いた記述は見られない。一方で、理科の教科書Jの第6学年の単元「自然とともに生きる」の中には、「わたしたちは、おもに燃料として石油や石炭、天然ガスを使っている。これらは限りあるエネルギー資源であり、燃やした時に環境へのえいきょうがある。」（p.182）や、「今の社会では、豊かなくらしの一方で、水や空気のごれ、エネルギー資源不

足の心配など、さまざまな問題が起こっています。」(p.185)という記述がある。この単元は、『小学校学習指導要領平成29年告示』(文部科学省、2017a)の「エネルギー」以外の科学的な見方や概念の主要な柱の1つである「生命」分野に位置づけられている。この教科書Jにあるように、「生命」分野の単元で用語“エネルギー”を用いた記述例が見られる。

国語では、2社の教科書が用語“エネルギー”が「エネルギー資源」「省エネルギー」の内容で用いられている。第6学年の教科書Aには、自然の仕組みとエネルギー資源を有効活用した生活の在り方についての読み物資料として、「自然に学ぶ暮らし(石田秀輝著)」(pp.180-185)がある。この読み物資料には、「みなさんは、学校や家庭で、リサイクルや省エネルギーに取り組んだことがあるでしょう」「太陽光などの自然を利用した新しいエネルギーが開発されたり」「エネルギーそのものを作り出す試みもなされています」「電池にためたエネルギーをだれかに貸してあげる」等のように、用語“エネルギー”が合計4回登場する。このように、用語“エネルギー”は、「開発され」「作り出す」「貸す」等として使われている。

次に、国語の教科書Bの第5学年の付録「本を読もう 5年生で読みたい本」には書籍『風の島へようこそ』の紹介がある。ここでは「島で使うエネルギーを全て自分たちで作っているからです」(p.172)という記述がある。ここでは用語“エネルギー”がエネルギー資源や省エネルギーについての内容で用いられている。また、この文章では「エネルギーを作る」と表現していることから、先に述べた教科書Aの読み物資料と同様に、用語“エネルギー”は、日常語としての意味で用いられているといえる。

社会では、2社の教科書が主に第5、6学年の単元で用語“エネルギー”を使用している。

教科書Cは、第5学年の単元「わたしたちの生活と工業生産」(pp.50-51)の中で、「日本の工業には環境問題やエネルギー問題などの多くの課題がある中で(後略)」「エネルギー問題に関して、日本は太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマス発電など、再生可能なエネルギーに力を入れ始めています。」「世界的に見ると、これからの時代の発電として再生可能なエネルギーの開発に力を入れている国が少なくありません。」等のように用語“エネルギー”を多く使用している。このように、ここでは用語“エネルギー”を主にエネルギー問題や環境問題を含むエネルギー資源の内容で使用している。

社会の教科書Dは、用語“エネルギー”を第4、5、6学年で用いている。第4学年の単元「健康なくらしとまちづくり」の挿絵の説明文には「LEDランプなど省エネルギーの家庭電化製品を使う」という記述がある。教科書Dの第5学年の単元「国土の自然とともに生きる」の発展「わたしたちのくらしと資源・エネルギー」では、用語“エネルギー”を多く用いている。具体例としては、「わたしたちは(中略)多くのエネルギーを消費しています」「(前略)より効率のよいエネルギーを使うことが考えられ、原子力の利用が進められてきました」「より安全性が高く使いいきる心配のないエネルギーの開発が目ざされています」「バイオマスエネ

ルギーは、環境に優しいエネルギーとして注目されています」「多くの資源を利用して、製品をつくり動かすこれまでの暮らしを続けるためには、生み出すエネルギーの量や（中略）むずかしい問題をかかえています」等の記述（pp.60-61）がある。同じく、第6学年の単元「世界の中の日本」の小節「地球の環境とともに生きる」では、地球環境の悪化の学習において「大量のエネルギーを消費し、二酸化炭素などの温室効果ガスを出していることが（後略）」「石油などの限りある資源にたよらない、新しいエネルギーの研究・開発も、世界各国で取り組まれています」の記述（pp.70-71）がある。また、太陽光発電所の写真資料の説明文に「太陽光、風力、地熱などのエネルギーは、自然界で再生が可能で（後略）」（p.71）という記述がある。

以上のように社会の教科書C、Dには、第5学年で「エネルギー資源の有効利用」や「再生可能なエネルギー」の内容で、用語“エネルギー”を使用した多くの記述がある。

家庭の教科書Rでは、生活空間におけるエネルギーの効率的な利用と省エネルギーについての学習があり、児童は快適に生活するための家電製品を用いたエネルギーの節約の在り方を学ぶ。単元「暑い季節を快適に」の節「すずしい住まい方をくふうしようでは「効率的なエネルギーの利用を考えよう」という記述がある。この単元には、「冷ぼうするためには多くの電気エネルギーが必要です。エネルギーには、電気のほかに、ガス・灯油・ガソリンなどがあります。」（p.81）や、「やってみよう トライ！夏のエコ生活」という活動例の1つに「省エネルギー家電を活用する」（p.81）という記述がある。さらに、単元「共に生きる生活」では「エネルギーの使い方について」（p.105）があり、室内での服装によってエアコンの設定温度の工夫ができることや、使用していない照明器具への気づきを促す調査や話し合い活動が示されている。この単元では用語“エネルギー”が繰り返して使用されている。

家庭の教科書Sは、単元「冬を明るく暖かく」で用語“エネルギー”が使用される。ここでは「月別ガス・灯油消費量」のグラフ（p.102）が、横軸を1～12月、縦軸を消費エネルギー量として示されている。このグラフの縦軸である消費エネルギー量の単位は「MJ／世帯」で表現しており、その注釈には、「MJ」を「メガジュール。エネルギーの単位」と説明している。この「ジュール」という単位は、中学理科で学ぶエネルギーの単位と同じである。また、学習課題名に「自然を生かし、エネルギーを節約して快適に過ごす住まい方と着方を考えよう。」（p.102）とある。さらに、快適な住まいや着方の工夫として「自然を生かし、電気やガス、灯油などのエネルギーを節約して（後略）」（p.104）と書かれている。このように、この単元では、用語“エネルギー”を電気・ガス・灯油等の「エネルギー資源」の意味で使用している。

以上のように、理科の教科書では用語“エネルギー”はエネルギー資源に関する内容で用いているのは教科書Jだけであるが、理科以外の教科の教科書ではエネルギーの有限性や資源に関する数多くの場面で用いられている。

6. 小学校の教科書から得る用語“エネルギー”の情報の特質

本研究では、小学校で実際に使用される各教科の教科書のセット及び、使用率の高い各教科の教科書を分析し、児童がエネルギーについてどのような情報を得ているかを調査した。分析に用いた視点は「エネルギーの形態」「エネルギーの変換」「エネルギーの保存」「エネルギー資源」である。この結果、以下の知見を得ることができた。

第一に、S市採択地区で実際に使用される教科書のセットを分析した結果、S市のセットの教科書では、エネルギーの形態と保存に関する学習場面で用語“エネルギー”は全く使用されていない。しかし、体の成長や食物に関するエネルギー変換、次いで、エネルギー資源に関する学習場面で、この用語が多く使用されている。つまり、このS採択地区の児童は、人体や食物におけるエネルギー変換や、エネルギー資源に関する用語“エネルギー”の情報を多く得ている、といえる。

第二に、東京都の公立小学校の使用率の高い各教科の教科書を分析した結果、全教科をとおして、エネルギーの形態と保存に関する学習場面で用語“エネルギー”は全く使用されていない。しかし、理科を含む複数の教科の教科書で、人体や食物におけるエネルギー変換や、エネルギー資源に関する学習で用語“エネルギー”が多く使用されていた、つまり、S市の場合と同様に、児童が人体や食物におけるエネルギー変換や、エネルギー資源に関する用語“エネルギー”の情報を多く得ている、といえる。

以上の点から、各教科の教科書から児童が得ている用語“エネルギー”に関する情報の全体的な傾向として、エネルギーの形態や保存についての情報はほとんどないが、人体や食物を事例としたエネルギー変換やエネルギー資源に関する情報は豊富にある、といえることができる。

また、本研究で明らかになったように、同一教科の教科書でも、出版社によって用語“エネルギー”の使用の有無がある。さらに、この用語を使用している同一教科の教科書であっても、用語の使用回数や場面等の違いがある。よって、教科書採択地区により使用する教科書のセットが異なることから、各地区の児童が教科書から得る用語“エネルギー”の情報にかなりの違いを生じている、といえよう。

7. おわりに

現在、用語“エネルギー”の定義は小学校段階では直接扱われず、中学校理科の主に物理の力学分野で「仕事をする能力」等として初めて導入され、さらに「力学的エネルギーの保存」という概念が導入される。しかし、小学校の理科を含む複数の教科の教科書で、「エネルギーは、自然界で再生が可能」「エネルギーを消費する」「エネルギーを開発する」「エネルギーを

生み出す」等の表現がなされている。これらの多くは主にエネルギーを資源として捉えた場合の一般的な表現であり、中学校理科で学ぶエネルギーの定義とは一致しない。もし、これらの教科書の文章を読んだ児童が「エネルギーは生み出されたり、消えたりするもの」という強固な考えをもった場合には、中学校段階で学習するエネルギー概念やエネルギー保存の法則の理解を妨げる可能性がある。このように小学校段階で用語“エネルギー”についての明確な説明がない中でこの用語が使用されるという状況は、児童・生徒がエネルギー概念を正しく理解する際の大きな障害となり得る。

また、本研究により、理科を含む各教科の教科書での用語“エネルギー”の使用状況に大きな違いを見出すことができた。このことから、各教科書採択地区によって採用される理科を含む全教科書のセットにより、児童が得る用語“エネルギー”の情報が異なっているといえる。そこで、本研究で明らかにできなかった課題として、使用する教科書のセットの違いが児童の用語“エネルギー”の理解にどのような違いを生じさせるのかが挙げられる。そのため、使用される教科書のセットが異なる複数の教科書採択地区における児童の用語“エネルギー”についての理解について調査することが今後の課題である。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、大高泉教授（筑波大学名誉教授）から適宜適切なご指導を頂きました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

附記

本稿は、日本理科教育学会第 58 回東北支部大会（令和元年 11 月）での発表内容に加筆・修正をしたものである。また、本研究の一部は JSPS 科研費 20K02922 の助成を受けて実施したものである。

註

- 1) 宮城県仙台市を事例とした。なお、教科書の使用状況については以下のホームページの情報を参考にした。
・株式会社宮城県教科書供給所の「平成 30 年度 小学校教科書地区別採択一覧表」
<http://www.miyakyo.co.jp/wp-content/uploads/2018/05/平成30年度-小採択一覧表.pdf>
(accessed 2018.10.1)
- 2) 本研究では、東京都の平成 27～30 年度に使用された採択地区別公立小学校用教科書採択一覧のデータを参考とした。
http://www.kyoiku.metro.tokyo.jp/school/textbook/adoption_policy_other/adoption_result/results_2016_public.html (accessed 2019.08.1)
- 3) 表 1 に示した各教科の教科書 A～U は以下のものである。
教科書 A：甲斐陸朗他（2015）『国語（1～6）』、光村図書。

- 教科書 B：田辺洵一他（2015）『ひろがる言葉 小学国語（1～6）』、教育出版。
- 教科書 C：北俊夫他（2015）『新編 新しい社会（3～6）』、東京書籍。
- 教科書 D：有田和正他（2018）『小学校社会（3～6）』、教育出版。
- 教科書 E：藤井齊亮（2015）『新編 新しい算数（1～6）』東京書籍。
- 教科書 F：一松信他（2015）『みんなと学ぶ小学校算数（1～6）』、学校図書。
- 教科書 G：毛利衛他（2015）『新編 新しい理科（3～6）』、東京書籍。
- 教科書 H：有馬朗人他（2015）『新編 たのしい理科（3～6）』、大日本図書。
- 教科書 I：霜田光一他（2015）『みんなと学ぶ小学校理科（3～6）』、学校図書。
- 教科書 J：石浦章一他（2015）『わくわく理科（3～6）』、新興出版社啓林館。
- 教科書 K：養老孟司他（2018）『みらいをひらく 小学理科（3～6）』、教育出版。
- 教科書 L：加藤明他（2015）『どきどき わくわく 新編 あたらしいせいかつ 上・下』、東京書籍。
- 教科書 M：養老孟司他（2018）『せいかつ 上・下』、教育出版。
- 教科書 N：新実徳英他（2015）『小学音楽 音楽のおくりもの（1～6）』、教育出版社。
- 教科書 O：小原光一他（2015）『小学生の音楽（1～6）』、教育芸術社。
- 教科書 P：日本造形教育研究会（2015）『図画工作（1～6）』、開隆堂出版。
- 教科書 Q：日本児童美術研究会（2015）『図画工作（1～6）』、日本文教出版。
- 教科書 R：内田紀子他（2015）『小学校わたしたちの家庭科 5・6』、開隆堂出版。
- 教科書 S：渡邊彩子他（2015）『新編 新しい家庭 5・6』、東京書籍。
- 教科書 T：戸田茂雄他（2015）、『新編 新しい保健（3～6）』、東京書籍。
- 教科書 U：森昭三他（2015）『新・みんなの保健（3～6）』、学研。
- 4) 調査対象とした教科書は「表1」に示す「C、E、G、L、N、P、R、T」の教科書である。国語の教科書は、この採択地区で採択されている次のものを対象とした：小林茂他（2015）『新編 新しい国語（1～6）』、東京書籍。

参考文献

- 原田拓真・勝川健三・長南幸安（2016）「理科教科書におけるバイオマスエネルギーの取り扱いについて—小学校・中学校・高等学校の理科教科書の調査—」、『弘前大学教育学部紀要』115(1)、39-43。
- 平野江美・榎原典子・山下宏文（2016）「東日本大震災後の小学校教科書にみられるエネルギー環境教育」、『エネルギー環境教育研究』10(2)、105-111。
- 板橋夏樹（2019）「概念地図法を用いた小学生のエネルギー概念の分析」、『科学教育研究』Vol.43 No.3、233-243。
- 文部科学省（2008）『小学校学習指導要領解説理科編』、大日本図書。
- 文部科学省（2017a）『小学校学習指導要領（平成29年告示）』、東洋館出版社。
- 文部科学省（2017b）『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編』、東洋館出版社。
- 森健一郎（2014）「中学校理科教科書における「エネルギー」に関する表現の分析」、『北海道教育大学紀要。教育科学編』65(1)、63-71。
- 小学校家庭科学習指導書作成委員会（2014a）『「わたしたちの家庭科 5・6」学習指導書指導入門編 [上巻]』、86、開隆堂出版。
- 小学校家庭科学習指導書作成委員会（2014b）『「わたしたちの家庭科 5・6」学習指導書指導展開編 [上巻]』、150、開隆堂出版。
- 澁澤文隆他（2013）『エネルギー環境教育ガイドライン 2013』、一般社団法人エネルギー環境教育情報センター。

A Study on Children’s Exposure to Multiple Uses of the Word “Energy” in Elementary School Textbooks: Analyzing Contents of Elementary School Textbooks in All Subjects

Natsuki ITAHASHI

Textbook contents substantially influence knowledge acquisition and concept formation in school children. In this study, I analyzed the most frequently used set of textbooks for all subjects used in elementary schools. Using these, I investigated what kind of information school children obtained about the term “energy”, using the contexts of “forms of energy,” “conversion of energy,” “conservation of energy,” and “energy resources.” The following findings were obtained:

(1) Analysis of textbooks used in all subjects in one geographical area: Children in this district never see the term “energy” in learning situations related to the forms and conservation of energy. They primarily see the term when learning about energy conversion in relation to the development of the human body and food followed by the study of energy resources, where they receive a lot of information pertaining to the term “energy”.

(2) Analysis of textbooks in all subjects that have a high usage rate in public elementary schools in Tokyo: Children never receive information about the term “energy” in relation to forms of energy or conservation of energy across all subjects. However, in textbooks on several subjects, including science, they receive a lot of information related to the term “energy” in the context of conversion of energy in relation to food and the human body and in the context of energy resources.