

論文

中学校理科における エネルギー資源の有効利用に向けた活動

——「科学技術と人間」を例に——

Activities for Efficient Use of Energy Resources in Lower Secondary School
Science: The Case of “Science, Technology and Humans”

松原 静郎*・岩間 淳子¹

* 桐蔭横浜大学名誉教授

¹ 元 青山学院大学

(2021年9月10日 受理)

I. はじめに

持続可能な社会の構築を目指した国際社会共通の目標とされる、持続可能な開発目標SDGsには「7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに」がある。その中の7.aには「2030年までに、再生可能エネルギー、エネルギー効率及び先進的かつ環境負荷の低い化石燃料技術などのクリーンエネルギーの研究及び技術へのアクセスを促進するための国際協力を強化し、エネルギー関連インフラとクリーンエネルギー技術への投資を促進する」と記されている。エネルギー資源の有効利用は国際的に重要な課題の一つである。

わが国の中学校理科では、中学校学習指導要領理科第1分野の大項目(7)「科学技術と人間」の(ア)に小項目㊦「エネルギーとエネルギー資源」がある。そこには、「様々なエネルギーとその変換に関する観察、実験などを通して、日常生活や社会では様々なエネルギーの変換を利用していることを見いだして理解すること。また、人間は、水力、火力、原子力、太陽光などからエネルギーを得てい

ることを知るとともに、エネルギー資源の有効な利用が大切であることを認識すること」とあり、エネルギー変換の利用、及び、エネルギー資源の有効利用に関する内容が含まれている。このことは、平成20年改訂の旧中学校学習指導要領理科と同じである。

また、エネルギー資源の有効利用に関する内容は、小学校第6学年の大項目(4)「電気の利用」にも含まれ、その中の小項目(ウ)「身の回りには、電気の性質や働きを利用した道具があること」での学習内容が中学校の学習内容と関連している(文部科学省、2018a)。筆者らは、小学校でエネルギー資源の有効利用に向けた活動が「見つけよう」から「考えよう」、「まとめ」まで問題解決の各過程や学びを深める場面、プログラミング学習の中などに多く見られ、その設定場面は教科書により異なっていること、また、児童の発話場面も教科書によりさまざまであることを報告した(松原・岩間、2021)。

本稿では、中学校学習指導要領第3学年の大項目(7)として設定されている「科学技術と人間」を例に、令和3年度版中学校理科教科書5社全社で、エネルギー変換の利用を含

* MATSUBARA Shizuo: Professor Emeritus, Toin University of Yokohama

¹ IWAMA Junko: Former Aoyama Gakuin University

む、エネルギー資源の有効利用に向けた活動がどのように示されているか、明らかにしていく。その際、平成 28 年度の理科教科書とも比較する。

II. 方法

1. 学習指導要領の変遷

昭和 22 年中学校学習指導要領試案から最新の平成 29 年改訂中学校学習指導要領において、「エネルギー資源の有効利用」に関連した項目について調査する。

対象：昭和 22 年試案、昭和 26 年試案、昭和 33 年改訂、昭和 44 年改訂、昭和 52 年改訂、平成元年改訂、平成 10 年改訂、平成 20 年改訂及び平成 29 年改訂の各中学校学習指導要領

調査内容：「エネルギー資源の有効利用」に関連した内容の記述がある項目

2. 中学校第 3 学年理科教科書の調査

エネルギー資源の有効利用に関連した理科教科書の単元は「科学技術と人間」だけでなく、「運動とエネルギー」の単元も該当していた。中学校では今年度から新しい教育課程に完全移行したが、前教育課程に引き続いて「エネルギー資源の有効利用」と関連する内容として「エネルギー変換の利用」が学習指導要領に記載されている。一方、教科書での「エネルギー変換の利用」の扱いは、5 社全てにおいて「運動とエネルギー」の単元に含まれており、運動エネルギーと位置エネルギー相互の変換に関する学習に続く形で扱われており、この単元も調査対象とする。

対象：令和 3 年度版教科書（平成 29 年改訂学習指導要領に基づく教科書、以降 [R03] と略記する）及び、平成 28 年度版教科書（平成 20 年改訂学習指導要領に基づく教科書、以降 [H28] と略記する）第 3 学年 5 社全社（DN、TS、KR、KS、GT）計 10 冊
調査内容：中学校第 3 学年「エネルギー変換

の利用」及び「エネルギー資源の有効利用」に関連する節で扱われる内容

方法：学習指導要領の「内容」及び「内容の取り扱い」に従い、「エネルギーの変換の利用」及び「エネルギー資源の有効な利用」に沿った記述などについて調査・分析した。

III. 結果と考察

1. 学習指導要領の変遷

表 1 に、中学校学習指導要領で、「エネルギーの変換の利用」を含む「エネルギー資源の有効な利用」に関連した項目の変遷をまとめた。

表に見られる通り、生活単元・問題解決学習と呼ばれた昭和 22 年試案では、第 7 学年の「燃料を有効に使う研究をする」や第 9 学年の「今後われわれの日常生活に、電気をどのように利用したらよいかについて論文を書く」、また昭和 26 年試案には、「一定の目的のために原料や自然力を効果的に、また安全に使う能力を高める」とあるが、系統学習と呼ばれた昭和 33 年改訂と、教育の現代化と言われた昭和 44 年改訂の学習指導要領には関連する内容は示されていない。

昭和 52 年改訂以降は「エネルギー資源の有効な利用」に関する内容が扱われている。「エネルギーの変換」について、昭和 52 年改訂の内容の取り扱いには「オの（ウ）では、エネルギー保存については取り扱わないが、いろいろなエネルギーの移り変わりについては触れる」とあり、定性的な扱いに止めている。平成元年改訂の内容の取扱いでは「ウの（イ）については、力学的エネルギーのほかに、熱、光、音、電気などのエネルギーも取り上げ、熱放射にも触れること。また、エネルギーは互いに変換し、その総量は保存されることに触れること」とあり、この改訂から定量的に扱うことになった。なお、平成元年発行の中学校指導書理科編（文部省、1989）には、「エネルギー利用については、人間は

表 1 中学校学習指導要領における「エネルギー資源の有効な利用」に関連する内容の変遷

発行・告示年 (西暦)	学 年	内 容
昭和22年 (1947)試案	7	単元三 火をどのように使ったらよいか。 9. 燃料を有効に使う研究をする。 13. ガスの有効安全な使い方を研究する。
	8	単元五 地下の資源をどのように利用しているか。 10. いろいろな燃料について比較し、また発熱量について研究し、話しあいをする。
	9	単元三 電気はどのように役立っているか。 16. 発電所及び電気とよく利用している工場を見学する。 17. 今後われわれの日常生活に、電気をどのように利用したらよいかについて論文を書く。
昭和26年 (1951)試案	中 学 校	6. 自然科学の業績について、社会に貢献するものと有害なものとを明らかに区別し、さらにすべての人類に最大の福祉をもたらすように科学を用いなければならないという責任感をもつ。 7. 科学の原理や法則を日常生活に応用する能力を高める。 8. 一定の目的のために原料や自然力を効果的に、また安全に使う能力を高める。 11. 現代の産業および商業生活において、科学に関する知識や科学的な習慣が重要であることを認識し、またそれらを習得して、職業の選択や就職後に役立たせる。
昭和33年 (1958)	-	-
昭和44年 (1969)	-	-
昭和52年 (1977)	3	第1分野 (6) 運動とエネルギー 観察や実験を通して、物体の運動及び光・熱・電流のする仕事について理解させ、エネルギーの移り変わりについての初歩的な見方や考え方を養う。 オ エネルギー (イ) 位置エネルギーと運動エネルギーは、互いに移り変わること。 (オ) 日常生活では、資源やエネルギーが有効に利用されていること。
平成元年 (1989)	3	第1分野 (6) 運動とエネルギー 運動についての観察、実験を通して、物体に働く力と運動の関係及び仕事について理解させるとともに、エネルギーについての初歩的な見方や考え方を養う。また、科学技術の進歩と人間生活のかかわりについての認識を深める。 ウ 仕事とエネルギー (イ) エネルギーに関する実験や体験を通して、物体のもつエネルギーの量は物体が他の物体になしうる仕事で測られることを理解するとともに、エネルギーについての認識を深めること。 エ 科学技術の進歩と人間生活 (ア) 日常生活では、科学技術の成果として様々な素材やエネルギーが利用されていることを知ること。 (イ) 情報手段としてのコンピュータなどについて、その発展の過程を知ること。
平成10年 (1998)	3	第1分野 (5) 運動の規則性 ア 運動の規則性 (ウ) エネルギーに関する実験や体験を通して、エネルギーには運動エネルギー、位置エネルギー、電気、熱や光など様々なものがあることを知るとともに、エネルギーが相互に変換されること及びエネルギーが保存されることを知ること。 (ア) 科学技術と人間 エネルギー資源の利用と環境保全との関連や科学技術の利用と人間生活のかかわりについて認識を深めるとともに、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養う。 ア エネルギー資源 (ア) 人間が利用しているエネルギーには水力、火力、原子力など様々なものがあることを知るとともに、エネルギーの有効な利用が大切であることを認識すること。 イ 科学技術と人間(「自然と人間」として選択学習可能)+A2.C7 (ア) 科学技術の進歩による成果として新素材などの利用が行われ、日常生活が豊かで便利になったことを知るとともに、環境との調和を図りながら科学技術を発展させていく必要があることを認識すること。
平成20年 (2008)	3	第1分野 (7) 科学技術と人間 エネルギー資源の利用や科学技術の発展と人間生活のかかわりについて認識を深め、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察し判断する態度を養う。 ア エネルギー (ア) 様々なエネルギーとその変換 エネルギーに関する観察、実験を通して、日常生活や社会では様々なエネルギーの変換を利用していることを理解すること。 (イ) エネルギー資源 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を知るとともに、エネルギーの有効な利用が大切であることを認識すること。 イ 科学技術の発展 (ア) 科学技術の発展 科学技術の発展の過程を知るとともに、科学技術が人間の生活を豊かで便利にしてきたことを認識すること。 ウ 自然環境の保全と科学技術の利用 (ア) 自然環境の保全と科学技術の利用 自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察し、持続可能な社会をつくるのが重要であることを認識すること。
平成29年 (2017)	3	第1分野 (7) 科学技術と人間 科学技術と人間との関わりについての観察、実験などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア 日常生活や社会と関連付けながら、次のことを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。 (ア) エネルギーと物質 ① エネルギーとエネルギー資源：様々なエネルギーとその変換に関する観察、実験などを通して、日常生活や社会では様々なエネルギーの変換を利用していることを見いだして理解すること。また、人間は、水力、火力、原子力、太陽光などからエネルギーを得ていることを知るとともに、エネルギー資源の有効な利用が大切であることを認識すること。 ② 様々な物質とその利用：物質に関する観察、実験などを通して、日常生活や社会では、様々な物質が幅広く利用されていることを理解するとともに、物質の有効な利用が大切であることを認識すること。 ③ 科学技術の発展：科学技術の発展の過程を知るとともに、科学技術が人間の生活を豊かで便利にしていることを認識すること。 (イ) 自然環境の保全と科学技術の利用 (ア) 自然環境の保全と科学技術の利用：自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察することを通して、持続可能な社会をつくるのが重要であることを認識すること。 イ 日常生活や社会で使われているエネルギーや物質について、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈するとともに、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について、科学的に考察して判断すること。

注) 昭和22年試案は「内容」の記載がないので指導目標を記す。学年7, 8, 9は、中学校1, 2, 3年。昭和26年試案では、学年の区別が示されていない。

いろいろなエネルギー資源を活用しエネルギーの変換を行い生活していることを理解させる」とある。

平成10年改訂の学習指導要領からは、大項目として「科学技術と人間」が新設された。平成10年改訂でのエネルギー資源については「科学技術と人間」に、エネルギー変換は「運動の規則性」に示されているが、平成20

年改訂からは、エネルギー変換の利用とエネルギー資源の有効利用とともに大項目「科学技術と人間」の中に示されている。

2. 中学校第3学年理科教科書の調査

表2-1と表2-2は、表頭の教科書別に令和3年度版[R03]及び平成28年度版[H28]の教科書で、エネルギー変換の利用及びエネ

表2-1 第3学年「エネルギーとエネルギー資源」(エネルギー変換の利用)

平成29年改訂中学校学習指導要領理科1分野(7)ア(7)㉞エネルギーとエネルギー資源のうち「エネルギー変換の利用」に相当する内容の教科書での扱い

教科書の出版社	DN		TS		KR		KS		GT	
	R03	H28	R03	H28	R03	H28	R03	H28	R03	H28
単元	1. 運動とエネルギー	1. 運動とエネルギー	3. 物体の運動	3. 運動とエネルギー	4. 運動とエネルギー	4. 運動とエネルギー	4. 運動とエネルギー	3. エネルギーの変換と利用	3-1 運動とエネルギー	A-5 運動とエネルギー
章	4. 仕事とエネルギー	3. 仕事とエネルギー	3. エネルギーと仕事	3. エネルギーと仕事	4. 多様なエネルギーとその移り変わり	4. 多様なエネルギーとその移り変わり	4. エネルギーの移り変わり	1. エネルギーの移り変わり	3. 仕事とエネルギー	3. 仕事とエネルギー
節	5. エネルギーの保存と熱エネルギーとその利用	5. エネルギーの保存と熱エネルギーの効率的な利用	5. エネルギーの変換と保存	5. エネルギーの保存	2. エネルギーの変換と保存 3. 熱の移動	2. エネルギーの変換と保存 3. エネルギーの変換の効率と熱の伝わり方	4-1. 移り変わるエネルギー(後半部分)	1. さまざまなエネルギーの変換(後半部分)	2. エネルギー(後半部分)	5. エネルギーの保存と効率的な利用を調べよう
項	エネルギーの利用と効率、エネルギーの保存、熱の伝わり方、熱エネルギーの利用	エネルギーの保存、エネルギーの利用と効率、熱の伝わり方、熱エネルギーの利用	エネルギーの変換、熱の伝わり方	エネルギーの保存	エネルギーの変換効率		エネルギー保存の法則、エネルギー利用の効率、照明器具の変換効率、熱の伝わり方	エネルギー保存の法則、エネルギー利用の効率、熱の伝わり方、地球上のエネルギーの移り変わり	エネルギーの保存、エネルギーの変換効率、熱の伝わり方	エネルギー保存の法則、エネルギーの変換効率、熱の伝わり方
学習の課題	エネルギーが移り変わるエネルギーは保存されるのだろうか。熱の伝わり方、熱エネルギーの伝わり方	エネルギーを効率よく利用するには、どのような方法があるのだろうか。熱エネルギーを効率よく利用するには、どのような工夫をすればよのだろうか	さまざまな形に変え変えるエネルギーの総量は、どうなるのだろうか。	さまざまな形に変え変えるエネルギーの総量は、どうなるのだろうか。	いろいろなエネルギーをたがいに変換することはできるのだろうか。エネルギーを変換するとは、何を消費し、何を発生しているのだろうか。	位置エネルギーや運動エネルギーの他に、どのような種類のエネルギーがあり、それらは互いに移り変わるのだろうか。		エネルギーが移り変わる時、もとのエネルギーと移り変わった後のエネルギーにはどのような関係があるか。熱の伝わり方は、どのように分類できるか。		
実験等	—	—	分析解説、調べて考察しよう	実験6: 位置エネルギーから電気エネルギーへの変換効率	実験8 エネルギーの変換	実験8 エネルギーの変換	—	—	実験: 利用できるエネルギーの減少	—
まとめ	エネルギーが移り変わる前後で、エネルギーの総量は常に一定に保たれる。	エネルギーが移り変わる前後で、エネルギーの総量は常に一定に保たれる。	エネルギー変換の過程において、利用目的以外のエネルギーはすべてふくめれば、エネルギーの総量は一定に保たれる。	エネルギーはさまざまな形に変え変えられる。エネルギーの総量は一定に保たれる。	—	—	—	—	この期間のため、エネルギーが移り変わる時、もとのエネルギーと移り変わった後のエネルギーにはどのような関係があるか。熱の伝わり方には、伝導、対流、放射がある。	—
資料	やってみよう: エネルギーが全て移り変わるか調べてみよう	やってみよう: 照明の電球の電圧を調べてみよう	つながらず科学: エネルギー変換効率の向上を目指して(コンパイン/ドサイクル発電)	私のレポート: (結果と考察)	なるほど! 仕事とエネルギーの単位は共通な理由	なるほど! 仕事とエネルギーの単位はなぜ同じなのか	やってみよう: エネルギーの損失について調べてみよう	ハローサイエンス: ジュールの実験	学びがいかす: (エネルギー変換)	科学を仕事に活かす: はちくらくんち
資料	科学のあしあと: エネルギー変換効率の低い照明	やってみよう: 過剰な電気を工夫で減らしてみよう	発展: 熱エネルギーの正体	エコ大発: エネルギー変換効率の向上を目指して	わたしのレポート(エネルギー変換効率の実験結果)	みんなで解決(水を長持ちさせるには)	ハローサイエンス: ジュールの実験	ハローサイエンス: ハイブリッドカー	サイエンスカフェ: エネルギー(人命救助)にも使われる清浄	
資料の数	3	3	1	2	4	2	3	1	2	1
図表	図26 方角のエネルギーが保存されない例 図27 照明器具の発熱 図28 ジェットコースターの運動とエネルギーの保存	図65 ジェットコースターの運動とエネルギーの保存 図66 照明器具の発熱 図67 照明器具の発熱 図68 熱エネルギーの伝わり方	図1 日常生活の中のさまざまなエネルギー 図2 さまざまなエネルギーの交換の例 図3 181ページの例 図3 電球型蛍光灯とLED電球	図1 ジェットコースターの運動 図2 テレビに見られるエネルギーの移り変わり 図3 181ページの例 図3 電球型蛍光灯とLED電球	図68 湯水発電 図69 エネルギーの移り変わり 図70 ページの実験でエネルギー変換のモデル 図71 自然電球とLED電球の温度のちがひ	図66 自然電球とLED電球の非消費電力 図67 照明器具の変換効率の比較 図68 熱の伝わり方	図10 ジェットコースターでは熱エネルギーなどを含めるとエネルギーの総和は一定に保たれている 図11 使用後の掃除機を触ると暖かくなっていく(手回し発電機) 図12 エネルギーの損失 図13 さまざまな照明器具 図14 電球型蛍光灯とLED電球の変換効率	図14 ジェットコースターでは熱エネルギーなどを含めるとエネルギーの総和は一定に保たれている 図15 一部が熱エネルギーなどに移り変わる(手回し発電機) 図16 エネルギーを失って利用している例 図17 自然電球では多量 図18 照明器具の変換効率	図24 エネルギーの減少 図25 エネルギーの保存 図26 エネルギーの変換と保存の考え方 図27 エネルギーの変換効率を高める	図21 ジェットコースターのモデルを見たエタモビル保存の法則 図22 モーターを使うときの電気エネルギーの移り変わり 図23 電気エネルギーを光エネルギーに変換する効率
図表の数	6	6	8	4	4	5	9	8	8	7

注) R03: 令和3年度版教科書、H28: 平成28年度版教科書、DN, TS, KR, KS, GT: 出版社名、-: 記述無し。

表 2-2 第 3 学年「エネルギーとエネルギー資源」（エネルギー資源の有効利用）

平成29年度改訂中学校学習指導要領理科第1分野(7)ア(7)㉞ エネルギーとエネルギー資源のうち「エネルギー資源の有効利用」に相当する内容の教科書の扱い

	教科書の出版社	DN		TS		KR		KS		GT	
		R03	H28	R03	H28	R03	H28	R03	H28	R03	H28
	単元	6. 地球の明るい未来のために	6. 地球の明るい未来のために	5. 地球と私たちの未来のために	5. 地球と私たちの未来のために	4. 運動とエネルギー	4. 運動とエネルギー	5. 自然環境や科学技術と私たちの未来	3. エネルギーの変換と私たちの未来	3-5. 自然・科学技術と人間	最終単元・自然・科学技術と人間
	章	2. 科学技術と人間	3. たいせつなエネルギー資源	3. 科学技術と人間	4. 科学技術と人間	9. エネルギー資源とその利用	9. エネルギー資源とその利用	4. エネルギー資源の利用と私たち	2. エネルギー資源とその利用	持続可能な開発目標を意識して私たちにできることを話し合おう	2. 科学技術と人間
1	節	1. エネルギーの利用 2. エネルギー利用の課題	2. 電気エネルギーのつくり方 3. エネルギー利用の課題	2. エネルギー資源の利用	2. エネルギー資源の利用	1. 生活を変えるエネルギー 2. エネルギーの有効利用	1. 生活を変えるエネルギー 2. エネルギーの有効利用	4-1 生活に欠かせないエネルギー 4-2 エネルギー資源の関わりと有効な利用	2. 電気エネルギーを得る方法 2. エネルギー資源の有効な利用	2. エネルギーの供給	1. エネルギーはどのように供給されるか
	項	電気エネルギーの利用、電気エネルギーのつくり方、限りあるエネルギー資源、化石燃料の利用と課題、再生可能エネルギー、原子力利用の課題	電気エネルギーのつくり方、火力発電、原子力発電、水力発電、エネルギー自動車、限りあるエネルギー資源、[A]化石燃料の利用と課題、地球温暖化、[B]原子力利用の課題	電気エネルギーの利用、発電の方法、放射線の性質、再生可能エネルギー資源	電気エネルギーの利用、発電の方法、再生可能エネルギー資源	—	—	火力発電、水力発電、原子力発電、放射線の種類と性質、放射線、化石燃料の利用と地球温暖への負荷、新しいエネルギー資源を利用したエネルギー資源、工場のエネルギーの有効利用	火力発電、水力発電、原子力発電、放射線の種類と性質、放射線、化石燃料の利用と地球温暖への負荷、新しいエネルギー資源を利用したエネルギー資源の有効利用	電気エネルギーの供給、再生可能エネルギー、放射線の人体への影響	電気エネルギーの供給、いろいろな発電方法、放射線の性質と利用
2	学習の課題	私たちはどのくらいのエネルギーを使っているのだろうか。エネルギーを利用するときは、どのような点に注意すべきだろうか。	電気エネルギーは、どのようにつくられるのだろうか。エネルギーを利用するときは、どのような点に注意すべきだろうか。	今後、エネルギー資源をどう利用していけばよいのだろうか。	今後、エネルギー資源をどう利用していけばよいのだろうか。	1日にどれくらいのエネルギーを使っているのだろうか。持続可能な社会をつくるために、エネルギーの利用に関して、どのようなことができるだろうか。	1日にどれくらいのエネルギーを使っているのだろうか。持続可能な社会をつくるために、エネルギーの利用に関して、どのようなことができるだろうか。	4-2 新しいエネルギー資源の効率的な利用には、どのようなものがあるのだろうか。	4-1 どのような方法で電気エネルギーを得ているのだろうか。4-2 新しいエネルギーの効率的な利用には、どのようなものがあるのだろうか。	—	—
	実験等	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	まとめ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	資料	くらしの中の理科：エネルギーの保存と移り変わり やってみよう：化石燃料の利用と課題について調べてみよう 発展：核エネルギーが放出される仕組み	くらしの中の理科：エネルギーの保存と移り変わり やってみよう：化石燃料の利用と課題について調べてみよう 発展：核エネルギーが放出される仕組み	つなごう科学：放射線の利点と課題 エコ実験：エネルギー資源の未来 どこでも科学：身近な材料を使って発電を体験しよう	つなごう科学：放射線の利点と課題 エコ実験：エネルギー資源の未来 どこでも科学：身近な材料を使って発電を体験しよう	つなごう科学：(エネルギー変換) つなごう科学：スマートコミュニティ	つなごう科学：(エネルギー変換) つなごう科学：スマートコミュニティ	ハローサイエンス：原子力発電所の事故 ハローサイエンス：放射線と単位 ハローサイエンス：原子力発電所の事故 歴史：マリ・キュリー	ハローサイエンス：発電所と環境の保全 燃料電池に使われるウラン ハローサイエンス：原子力発電所の事故 歴史：マリ・キュリー	資料：海洋温度差発電・発熱：平減期 発展：放射性物質の半減期 やってみよう：放射線測定器で放射線を測定してみよう やってみよう：放射線を見てみよう～霧箱～	資料：海洋温度差発電・発熱：平減期 発展：放射性物質の半減期 やってみよう：放射線を見てみよう～霧箱～ 科学の窓：放射線の被曝
4	資料の数	3	3	1	3	3	1	2	6	4	6
	図表	図1 日本の年間エネルギー消費量とGDPの推移 図2 家庭で使われるエネルギーの内訳 図3 家庭で年間に使われる電気エネルギーの製品別割合 図4 日本の発電量の推移 図5 いろいろな発電方法(火力発電、水力発電、原子力発電、太陽光発電、地熱発電、風力発電、バイオマス発電)	図36 電気はどのようにつくられるか(発電電力量) 図37 ケーパシタ 図38 電気はどのようにつくられるか(発電システム) 図4 日本の発電量の推移 図5 いろいろな発電方法(火力発電、水力発電、原子力発電、太陽光発電、地熱発電、風力発電、バイオマス発電)	図1 人間のエネルギー一般使用量の変化 図2 燃料電池自動車 図3 1日のなかでの電気エネルギーの消費量の推移 図4 エネルギー資源の可採年数 図1 水力発電 図2 発電方法割合の推移 図3 水力発電 図4 放射線の人体への影響の例 図1 太陽光発電 図2 大型風力発電機 図3 地熱発電 図4 バイオマス発電 図5 地球規模でのエネルギーネットワーク 図1 太陽光発電 図2 水力発電 図3 火力発電 図4 原子力発電 図5 太陽光発電 図6 大型風力発電機 図7 地熱発電 図8 バイオマス発電 図9 地球規模でのエネルギーネットワーク 図10 太陽光発電 図11 水力発電 図12 火力発電 図13 海洋温度差発電 図14 地熱発電 図15 風力発電 図16 バイオマス発電 図17 コーシエーラ 図18 太陽光発電 図19 風力発電 図20 水力発電 図21 地熱発電 図22 太陽光発電 図23 風力発電 図24 バイオマス発電 図25 海洋温度差発電 図26 地熱発電 図27 風力発電 図28 水力発電 図29 太陽光発電 図30 風力発電 図31 バイオマス発電 図32 海洋温度差発電 図33 地熱発電 図34 風力発電 図35 水力発電 図36 太陽光発電 図37 風力発電 図38 水力発電 図39 太陽光発電 図40 風力発電 図41 バイオマス発電 図42 海洋温度差発電 図43 地熱発電 図44 風力発電 図45 水力発電 図46 太陽光発電 図47 風力発電 図48 水力発電 図49 太陽光発電 図50 風力発電 図51 バイオマス発電 図52 海洋温度差発電 図53 地熱発電 図54 風力発電 図55 水力発電 図56 太陽光発電 図57 風力発電 図58 水力発電 図59 太陽光発電 図60 風力発電 図61 バイオマス発電 図62 海洋温度差発電 図63 地熱発電 図64 風力発電 図65 水力発電 図66 太陽光発電 図67 風力発電 図68 水力発電 図69 太陽光発電 図70 風力発電 図71 バイオマス発電 図72 海洋温度差発電 図73 地熱発電 図74 風力発電 図75 水力発電 図76 太陽光発電 図77 風力発電 図78 水力発電 図79 太陽光発電 図80 風力発電 図81 バイオマス発電 図82 海洋温度差発電 図83 地熱発電 図84 風力発電 図85 水力発電 図86 太陽光発電 図87 風力発電 図88 水力発電 図89 太陽光発電 図90 風力発電 図91 バイオマス発電 図92 海洋温度差発電 図93 地熱発電 図94 風力発電 図95 水力発電 図96 太陽光発電 図97 風力発電 図98 水力発電 図99 太陽光発電 図100 風力発電 図101 バイオマス発電 図102 海洋温度差発電 図103 地熱発電 図104 風力発電 図105 水力発電 図106 太陽光発電 図107 風力発電 図108 水力発電 図109 太陽光発電 図110 風力発電 図111 バイオマス発電 図112 海洋温度差発電 図113 地熱発電 図114 風力発電 図115 水力発電 図116 太陽光発電 図117 風力発電 図118 水力発電 図119 太陽光発電 図120 風力発電 図121 バイオマス発電 図122 海洋温度差発電 図123 地熱発電 図124 風力発電 図125 水力発電 図126 太陽光発電 図127 風力発電 図128 水力発電 図129 太陽光発電 図130 風力発電 図131 バイオマス発電 図132 海洋温度差発電 図133 地熱発電 図134 風力発電 図135 水力発電 図136 太陽光発電 図137 風力発電 図138 水力発電 図139 太陽光発電 図140 風力発電 図141 バイオマス発電 図142 海洋温度差発電 図143 地熱発電 図144 風力発電 図145 水力発電 図146 太陽光発電 図147 風力発電 図148 水力発電 図149 太陽光発電 図150 風力発電 図151 バイオマス発電 図152 海洋温度差発電 図153 地熱発電 図154 風力発電 図155 水力発電 図156 太陽光発電 図157 風力発電 図158 水力発電 図159 太陽光発電 図160 風力発電 図161 バイオマス発電 図162 海洋温度差発電 図163 地熱発電 図164 風力発電 図165 水力発電 図166 太陽光発電 図167 風力発電 図168 水力発電 図169 太陽光発電 図170 風力発電 図171 バイオマス発電 図172 海洋温度差発電 図173 地熱発電 図174 風力発電 図175 水力発電 図176 太陽光発電 図177 風力発電 図178 水力発電 図179 太陽光発電 図180 風力発電 図181 バイオマス発電 図182 海洋温度差発電 図183 地熱発電 図184 風力発電 図185 水力発電 図186 太陽光発電 図187 風力発電 図188 水力発電 図189 太陽光発電 図190 風力発電 図191 バイオマス発電 図192 海洋温度差発電 図193 地熱発電 図194 風力発電 図195 水力発電 図196 太陽光発電 図197 風力発電 図198 水力発電 図199 太陽光発電 図200 風力発電 図201 バイオマス発電 図202 海洋温度差発電 図203 地熱発電 図204 風力発電 図205 水力発電 図206 太陽光発電 図207 風力発電 図208 水力発電 図209 太陽光発電 図210 風力発電 図211 バイオマス発電 図212 海洋温度差発電 図213 地熱発電 図214 風力発電 図215 水力発電 図216 太陽光発電 図217 風力発電 図218 水力発電 図219 太陽光発電 図220 風力発電 図221 バイオマス発電 図222 海洋温度差発電 図223 地熱発電 図224 風力発電 図225 水力発電 図226 太陽光発電 図227 風力発電 図228 水力発電 図229 太陽光発電 図230 風力発電 図231 バイオマス発電 図232 海洋温度差発電 図233 地熱発電 図234 風力発電 図235 水力発電 図236 太陽光発電 図237 風力発電 図238 水力発電 図239 太陽光発電 図240 風力発電 図241 バイオマス発電 図242 海洋温度差発電 図243 地熱発電 図244 風力発電 図245 水力発電 図246 太陽光発電 図247 風力発電 図248 水力発電 図249 太陽光発電 図250 風力発電 図251 バイオマス発電 図252 海洋温度差発電 図253 地熱発電 図254 風力発電 図255 水力発電 図256 太陽光発電 図257 風力発電 図258 水力発電 図259 太陽光発電 図260 風力発電 図261 バイオマス発電 図262 海洋温度差発電 図263 地熱発電 図264 風力発電 図265 水力発電 図266 太陽光発電 図267 風力発電 図268 水力発電 図269 太陽光発電 図270 風力発電 図271 バイオマス発電 図272 海洋温度差発電 図273 地熱発電 図274 風力発電 図275 水力発電 図276 太陽光発電 図277 風力発電 図278 水力発電 図279 太陽光発電 図280 風力発電 図281 バイオマス発電 図282 海洋温度差発電 図283 地熱発電 図284 風力発電 図285 水力発電 図286 太陽光発電 図287 風力発電 図288 水力発電 図289 太陽光発電 図290 風力発電 図291 バイオマス発電 図292 海洋温度差発電 図293 地熱発電 図294 風力発電 図295 水力発電 図296 太陽光発電 図297 風力発電 図298 水力発電 図299 太陽光発電 図300 風力発電 図301 バイオマス発電 図302 海洋温度差発電 図303 地熱発電 図304 風力発電 図305 水力発電 図306 太陽光発電 図307 風力発電 図308 水力発電 図309 太陽光発電 図310 風力発電 図311 バイオマス発電 図312 海洋温度差発電 図313 地熱発電 図314 風力発電 図315 水力発電 図316 太陽光発電 図317 風力発電 図318 水力発電 図319 太陽光発電 図320 風力発電 図321 バイオマス発電 図322 海洋温度差発電 図323 地熱発電 図324 風力発電 図325 水力発電 図326 太陽光発電 図327 風力発電 図328 水力発電 図329 太陽光発電 図330 風力発電 図331 バイオマス発電 図332 海洋温度差発電 図333 地熱発電 図334 風力発電 図335 水力発電 図336 太陽光発電 図337 風力発電 図338 水力発電 図339 太陽光発電 図340 風力発電 図341 バイオマス発電 図342 海洋温度差発電 図343 地熱発電 図344 風力発電 図345 水力発電 図346 太陽光発電 図347 風力発電 図348 水力発電 図349 太陽光発電 図350 風力発電 図351 バイオマス発電 図352 海洋温度差発電 図353 地熱発電 図354 風力発電 図355 水力発電 図356 太陽光発電 図357 風力発電 図358 水力発電 図359 太陽光発電 図360 風力発電 図361 バイオマス発電 図362 海洋温度差発電 図363 地熱発電 図364 風力発電 図365 水力発電 図366 太陽光発電 図367 風力発電 図368 水力発電 図369 太陽光発電 図370 風力発電 図371 バイオマス発電 図372 海洋温度差発電 図373 地熱発電 図374 風力発電 図375 水力発電 図376 太陽光発電 図377 風力発電 図378 水力発電 図379 太陽光発電 図380 風力発電 図381 バイオマス発電 図382 海洋温度差発電 図383 地熱発電 図384 風力発電 図385 水力発電 図386 太陽光発電 図387 風力発電 図388 水力発電 図389 太陽光発電 図390 風力発電 図391 バイオマス発電 図392 海洋温度差発電 図393 地熱発電 図394 風力発電 図395 水力発電 図396 太陽光発電 図397 風力発電 図398 水力発電 図399 太陽光発電 図400 風力発電 図401 バイオマス発電 図402 海洋温度差発電 図403 地熱発電 図404 風力発電 図405 水力発電 図406 太陽光発電 図407 風力発電 図408 水力発電 図409 太陽光発電 図410 風力発電 図411 バイオマス発電 図412 海洋温度差発電 図413 地熱発電 図414 風力発電 図415 水力発電 図416 太陽光発電 図417 風力発電 図418 水力発電 図419 太陽光発電 図420 風力発電 図421 バイオマス発電 図422 海洋温度差発電 図423 地熱発電 図424 風力発電 図425 水力発電 図426 太陽光発電 図427 風力発電 図428 水力発電 図429 太陽光発電 図430 風力発電 図431 バイオマス発電 図432 海洋温度差発電 図433 地熱発電 図434 風力発電 図435 水力発電 図436 太陽光発電 図437 風力発電 図438 水力発電 図439 太陽光発電 図440 風力発電 図441 バイオマス発電 図442 海洋温度差発電 図443 地熱発電 図444 風力発電 図445 水力発電 図446 太陽光発電 図447 風力発電 図448 水力発電 図449 太陽光発電 図450 風力発電 図451 バイオマス発電 図452 海洋温度差発電 図453 地熱発電 図454 風力発電 図455 水力発電 図456 太陽光発電 図457 風力発電 図458 水力発電 図459 太陽光発電 図460 風力発電 図461 バイオマス発電 図462 海洋温度差発電 図463 地熱発電 図464 風力発電 図465 水力発電 図466 太陽光発電 図467 風力発電 図468 水力発電 図469 太陽光発電 図470 風力発電 図471 バイオマス発電 図472 海洋温度差発電 図473 地熱発電 図474 風力発電 図475 水力発電 図476 太陽光発電 図477 風力発電 図478 水力発電 図479 太陽光発電 図480 風力発電 図481 バイオマス発電 図482 海洋温度差発電 図483 地熱発電 図484 風力発電 図485 水力発電 図486 太陽光発電 図487 風力発電 図488 水力発電 図489 太陽光発電 図490 風力発電 図491 バイオマス発電 図492 海洋温度差発電 図493 地熱発電 図494 風力発電 図495 水力発電 図496 太陽光発電 図497 風力発電 図498 水力発電 図499 太陽光発電 図500 風力発電 図501 バイオマス発電 図502 海洋温度差発電 図503 地熱発電 図504 風力発電 図505 水力発電 図506 太陽光発電 図507 風力発電 図508 水力発電 図509 太陽光発電 図510 風力発電 図511 バイオマス発電 図512 海洋温度差発電 図513 地熱発電 図514 風力発電 図515 水力発電 図516 太陽光発電 図517 風力発電 図518 水力発電 図519 太陽光発電 図520 風力発電 図521 バイオマス発電 図522 海洋温度差発電 図523 地熱発電 図524 風力発電 図525 水力発電 図526 太陽光発電 図527 風力発電 図528 水力発電 図529 太陽光発電 図530 風力発電 図531 バイオマス発電 図532 海洋温度差発電 図533 地熱発電 図534 風力発電 図535 水力発電 図536 太陽光発電 図537 風力発電 図538 水力発電 図539 太陽光発電 図540 風力発電 図541 バイオマス発電 図542 海洋温度差発電 図543 地熱発電 図544 風力発電 図545 水力発電 図546 太陽光発電 図547 風力発電 図548 水力発電 図549 太陽光発電 図550 風力発電 図551 バイオマス発電 図552 海洋温度差発電 図553 地熱発電 図554 風力発電 図555 水力発電 図556 太陽光発電 図557 風力発電 図558 水力発電 図559 太陽光発電 図560 風力発電 図561 バイオマス発電 図562 海洋温度差発電 図563 地熱発電 図564 風力発電 図565 水力発電 図566 太陽光発電 図567 風力発電 図568 水力発電 図569 太陽光発電 図570 風力発電 図571 バイオマス発電 図572 海洋温度差発電 図573 地熱発電 図574 風力発電 図575 水力発電 図576 太陽光発電 図577 風力発電 図578 水力発電 図579 太陽光発電 図580 風力発電 図581 バイオマス発電 図582 海洋温度差発電 図583 地熱発電 図584 風力発電 図585 水力発電 図586 太陽光発電 図587 風力発電 図588 水力発電 図589 太陽光発電 図590 風力発電 図591 バイオマス発電 図592 海洋温度差発電 図593 地熱発電 図594 風力発電 図595 水力発電 図596 太陽光発電 図597 風力発電 図598 水力発電 図599 太陽光発電 図600 風力発電 図601 バイオマス発電 図602 海洋温度差発電 図603 地熱発電 図604 風力発電 図605 水力発電 図606 太陽光発電 図607 風力発電 図608 水力発電 図609 太陽光発電 図610 風力発電 図611 バイオマス発電 図612 海洋温度差発電 図613 地熱発電 図614 風力発電 図615 水力発電 図616 太陽光発電 図617 風力発電 図618 水力発電 図619 太陽光発電 図620 風力発電 図621 バイオマス発電 図622 海洋温度差発電 図623 地熱発電 図624 風力発電 図625 水力発電 図626 太陽光発電 図627 風力発電 図628 水力発電 図629 太陽光発電 図630 風力発電 図631 バイオマス発電 図632 海洋温度差発電 図633 地熱発電 図634 風力発電 図635 水力発電 図636 太陽光発電 図637 風力発電 図638 水力発電 図639 太陽光発電 図640 風力発電 図641 バイオマス発電 図642 海洋温度差発電 図643 地熱発電 図644 風力発電 図645 水力発電 図646 太陽光発電 図647 風力発電 図648 水力発電 図649 太陽光発電 図650 風力発電 図651 バイオマス発電 図652 海洋温度差発電 図653 地熱発電 図654 風力発電 図655 水力発電 図656 太陽光発電 図657 風力発電 図658 水力発電 図659 太陽光発電 図660 風力発電 図661 バイオマス発電 図662 海洋温度差発電 図663 地熱発電 図664 風力発電 図665 水力発電 図666 太陽光発電 図667 風力発電 図668 水力発電 図669 太陽光発電 図670 風力発電 図671 バイオマス発電 図672 海洋温度差発電 図673 地熱発電 図674 風力発電 図675 水力発電 図676 太陽光発電 図677 風力発電 図678 水力発電 図679 太陽光発電 図680 風力発電 図681 バイオマス発電 図682 海洋温度差発電 図683 地熱発電 図684 風力発電 図685 水力発電 図686 太陽光発電 図687 風力発電 図688 水力発電 図689 太陽光発電 図690 風力発電 図691 バイオマス発電 図692 海洋温度差発電 図693 地熱発電 図694 風力発電 図695 水力発電 図696 太陽光発電 図697 風力発電 図698 水力発電 図699 太陽光発電 図700 風力発電 図701 バイオマス発電 図702 海洋温度差発電 図703 地熱発電 図704 風力発電 図705 水力発電 図706 太陽光発電 図707 風力発電 図708 水力発電 図709 太陽光発電 図710 風力発電 図711 バイオマス発電 図712 海洋温度差発電 図713 地熱発電 図714 風力発電 図715 水力発電 図716 太陽光発電 図717 風力発電 図718 水力発電 図719 太陽光発電 図720 風力発電 図721 バイオマス発電 図722 海洋温度差発電 図723 地熱発電 図724 風力発電 図725 水力発電 図726 太陽光発電 図727 風力発電 図728 水力発電 図729 太陽光発電 図730 風力発電 図731 バイオマス発電 図732 海洋温度差発電 図733 地熱発電 図734 風力発電 図735 水力発電 図736 太陽光発電 図737 風力発電 図738 水力発電 図739 太陽光発電 図740 風力発電 図741 バイオマス発電 図742 海洋温度差発電 図743 地熱発電 図744 風力発電 図745 水力発電 図746 太陽光発電 図747 風力発電 図748 水力発電 図749 太陽光発電 図750 風力発電 図751 バイオマス発電 図752 海洋温度差発電 図753 地熱発電 図754 風力発電 図755 水力発電 図756 太陽光発電 図757 風力発電 図758 水力発電 図759 太陽光発電 図760 風力発電 図761 バイオマス発電 図762 海洋温度差発電 図763 地熱発電 図764 風力発電 図765 水力発電 図766 太陽光発電 図767 風力発電 図768 水力発電 図769 太陽光発電 図770 風力発電 図771 バイオマス発電 図772 海洋温度差発電 図773 地熱発電 図774 風力発電 図775 水力発電 図776 太陽光発電 図777 風力発電 図778 水力発電 図779 太陽光発電 図780 風力発電 図781 バイオマス発電 図782 海洋温度差発電 図783 地熱発電 図784 風力発電 図785 水力発電 図786 太陽光発電 図787 風力発電 図788 水力発電 図789 太陽光発電 図790 風力発電 図791 バイオマス発電 図792 海洋温度差発電 図793 地熱発電 図794 風力発電 図795 水力発電 図796 太陽光発電 図797 風力発電 図798 水力発電 図799 太陽光発電 図800 風力発電 図801 バイオマス発電 図802 海洋温度差発電 図803 地熱発電 図804 風力発電 図805 水力発電 図806 太陽光発電 図807 風力発電 図808 水力発電 図809 太陽光発電 図810 風力発電 図811 バイオマス発電 図812 海洋温度差発電 図813 地熱発電 図814 風力発電 図815 水力発電 図816 太陽光発電 図817 風力発電 図818 水力発電 図819 太陽光発電 図820 風力発電 図821 バイオマス発電 図822 海洋温度差発電 図823 地熱発電 図824 風力発電 図825 水力発電 図826 太陽光発電 図827 風力発電 図828 水力発電 図829 太陽光発電 図830 風力発電 図831 バイオマス発電 図832 海洋温度差発電 図833 地熱発電 図834 風力発電 図835 水力発電 図836 太陽光発電 図837 風力発電 図838 水力発電 図839 太陽光発電 図840 風力発電 図841 バイオマス発電 図842 海洋温度差発電 図843 地熱発電 図844 風力発電 図845 水力発電 図846 太陽光発電 図847 風力発電 図848 水力発電 図849 太陽光発電 図850 風力発電 図851 バイオマス発電 図852 海洋温度差発電 図853 地熱発電 図854 風力発電 図855 水力発電 図856 太陽光発電 図857 風力発電 図858 水力発電 図859 太陽光発電 図860 風力発電 図861 バイオマス発電 図862 海洋温度差発電 図863 地熱発電 図864 風力発電 図865 水力発電 図866 太陽光発電 図867 風力発電 図868 水力発電 図869 太陽光発電 図870 風力発電 図871 バイオマス発電 図872 海洋温度差発電 図873 地熱発電 図874 風力発電 図875 水力発電 図876 太陽光発電 図877 風力発電 図878 水力発電 図879 太陽光発電 図880 風力発電 図881 バイオマス発電 図882 海洋温度差発電 図883 地熱発電 図884 風力発電 図885 水力発電 図886 太陽光発電 図887 風力発電 図888 水力発電 図889 太陽光発電 図890 風力発電 図891 バイオマス発電 図892 海洋温度差発電 図893 地熱発電 図894 風力発電 図895 水力発電 図896 太陽光発電 図897 風力発電 図898 水力発電 図899 太陽光発電 図900 風力発電 図901 バイオマス発電 図902 海洋温度差発電 図903 地熱発電 図904 風力発電 図905 水力発電 図906 太陽光発電 図907 風力発電 図908 水力発電 図909 太陽光発電 図910 風力発電 図911 バイオマス発電 図912 海洋温度差発電 図913 地熱発電 図914 風力発電 図915 水力発電 図916 太陽光発電 図917 風力発電 図918 水力発電 図919 太陽光発電 図920 風力発電 図921 バイオマス発電 図922 海洋温度差発電 図923 地熱発電 図924 風力発電 図925 水力発電 図926 太陽光発電 図927 風力発電 図928 水力発電 図929 太陽光発電 図930 風力発電 図931 バイオマス発電 図932 海洋温度差発電 図933 地熱発電 図934 風力発電 図935 水力発電 図936 太陽光発電 図937 風力発電 図938 水力発電 図939 太陽光発電 図940 風力発電 図941 バイオマス発電 図942 海洋温度差発電 図943 地熱発電 図944 風力発電 図945 水力発電 図946 太陽光発電 図947 風力発電 図948 水力発電 図949 太陽光発電 図950 風力発電 図951 バイオマス発電 図952 海洋温度差発電 図953 地熱発電 図954 風力発電 図955 水力発電 図956 太陽光発電 図957 風力発電 図958 水力発電 図959 太陽光発電 図960 風力発電 図961 バイオマス発電 図962 海洋温度差発電 図963 地熱発電 図964 風力発電 図965 水力発電 図966 太陽光発電 図967 風力発電 図968 水力発電 図969 太陽光発電 図970 風力発電 図971 バイオマス発電 図972 海洋温度差発電 図973 地熱発電 図974 風力発電 図975 水力発電 図976 太陽光発電 図977 風力発電 図978 水力発電 図979 太陽光発電 図980 風力発電 図981 バイオマス発電 図982 海洋温度差発電 図983 地熱発電 図984 風力発電 図985 水力発電 図986 太陽光発電 図987 風力発電 図988 水力発電 図989 太陽光発電 図990 風力発電 図991 バイオマス発電 図992 海洋温度差発電 図993 地熱発電 図994 風力発電 図995 水力発電 図996 太陽光発電 図997 風力発電 							

ルギー資源の有効利用に対応する節（または節の一部）についてその内容を調査しまとめたものである。

(1) 単元、章、節、項（表側 1）

単元に関しては、表2-1 エネルギー変換の利用では、[H28] のKSのみ「エネルギーの変換と利用」という独立した単元が設けられていたが、他の教科書では、「運動とエネルギー」または「物体の運動」の単元名で、力学的エネルギーなどととも扱われている。これは平成10年改訂の学習指導要領に示された大項目(5)「運動の規則性」内での分類に近い形であった。表2-2 エネルギー資源の有効利用は、KRを除いて、「科学技術と人間」等の単元で扱われており、現行の平成29年改訂学習指導要領の大項目に沿った配置であった。KRのみ両年度とも「運動とエネルギー」の単元内で、エネルギー変換の利用に続く形で扱われていた。なお、[H28] のKSはエネルギー変換の利用とともに「エネルギーの変換と利用」の単元内で扱われていた。

章名に関しては、エネルギー変換の利用で「仕事とエネルギー」が3社、「エネルギーの移り変わり」が2社であった。エネルギー資源の有効利用では、「エネルギー資源の利用」が2社、「科学技術と人間」が2社、その他1社であった。

節では、エネルギー変換の利用が「エネルギーの保存と変換」「エネルギーの保存」等であり、また、「熱エネルギー」がその節に含まれている場合と独立した節となっている場合があった。エネルギー資源の有効利用では、ほぼ共通に「エネルギーの利用」と題した節で扱われていた。

エネルギー変換の利用の項では、変換効率に関連した項名が4社にあり、残る1社にもその内容は含まれていた。エネルギー資源の有効利用の項では、発電の方法や再生可能エネルギーに関する項名が4社にあり、他の1社は項が設定されていなかった。

なお、エネルギー資源の有効利用で放射線

に関する独立した節や項がある場合でも、表には記載しなかったが、放射線に関する内容はすべての教科書で扱われている。

(2) 学習の課題、実験等、まとめ（表側 2）

表2-1 エネルギー変換の利用での、学習の課題をみると、エネルギーの保存に関する課題「エネルギーは保存されるのだろうか」、あるいは、エネルギーの変換に関する課題「いろいろなエネルギーをたがいに変換することができるのだろうか」であり、DN [H28] にのみ「エネルギーを効率よく利用するには、どのようにしたらよいだろうか」と利用に関する考えを促す課題があった。

実験等では、平成29年公表の中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省、2018b）に「例えば、…実験を行い、電力量と仕事や位置エネルギーを比較する。また、その結果を分析して解釈し、エネルギーの総量は保存しながらも、エネルギーの一部が利用目的以外のエネルギーとなることを理解させるとともに、利用効率を高める方法を考えさせる活動などが考えられる」（下線筆者）が入り、これに対応する活動として、[R03]には3社で「実験」または「調べて考察しよう」、2社で「やってみよう」（表側3資料参照）として、全社に実験が記載されていた。

まとめについては、当該節に記載のない場合もあったが、記載のある3社ではエネルギー保存の法則について記載されていた。

表2-2 エネルギー資源の有効利用では、学習の課題として、「エネルギーはどのように供給されるか」「新しいエネルギー資源や、エネルギーの効率的な利用には、どのようなものがあるのだろうか」など現状についての課題が3社、「今後、エネルギー資源をどう利用していけばよいだろうか」「…どのような取り組みができるだろうか」など生徒に考えを促す課題が3社に示されていた。

実験等の活動では、「君ならどうする？」と「やってみよう」（表側3資料参照）が各1社で記載されていた。まとめでは、通常のもつとめに変えて、「課題に対する結論を表現

表3 エネルギー変換効率に関する教科書の記述

教科書	ページ	単元	記載場面	記述内容
DN	72-73	1. 運動とエネルギー	項(本文): エネルギーの利用と効率	エネルギーが移り変わる時、エネルギーの一部は目的以外のエネルギーとして逃げてしまう。このようにエネルギー消費するときは、エネルギーの全てを有効に利用できるわけではない(図27 照明器具の発熱)。消費したエネルギーに対する利用できるエネルギーの割合を、エネルギー変換効率という。
			科学のあしあと: エネルギー変換効率のよい照明	明るさが同じ程度の照明でも、LED電球は白熱電球よりも熱の発生が少なく、エネルギー変換効率が高い。白熱電球では、フィラメントに電気を流して発熱させることで発光している。そのため、電気エネルギーのほとんどが熱となって逃げてしまう。一方、LED電球は、電気を流すと発光する半導体の一種を利用して、発光させるときに発生する熱が少ない。
	307	6. 地球の明るい未来のために	暮らしの中の理科: コージェネレーション	単元1で学んだように、エネルギーが移り変わる時、目的とするエネルギーが100%得られるわけではない。火力発電では、エネルギー変換効率は約40%程度で、残りは熱になって逃げてしまう。無駄になってしまう熱を利用するため、ビルやショッピングセンターなどの自家発電には、火力で発電しながら、発生する排熱も利用し、温水をつくる設備が使われているものもある。このしくみをコージェネレーションという。コージェネレーションでは、電気エネルギーと熱エネルギーを総合したエネルギー変換効率は75%以上ともいわれている。
TS	180-181	3. 物体の運動	項(本文): エネルギーの変換	例えば、水力発電所では、ダムにたまった水の位置エネルギーが、水路を落ちて運動エネルギーとなり、発電機を回して電気エネルギーに変換される。しかし、落下の際、熱や音などのエネルギーにも変換されていて、位置エネルギーの全てが電気エネルギーに変換されるわけではない。このように、エネルギーを変換するときには、利用目的とするエネルギーにどれだけ変換されるか、その割合を考える必要がある。
			つながる科学: エネルギー変換効率の向上を目指して	火力発電所では、燃料を燃やして熱を発生させ、その熱を使ってタービンを回して発電をしています。煙突からあたたかい空気が出るという事は、その分だけ熱としてエネルギーの損失があるということです。神奈川県川崎市にある火力発電所では、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせて、効率よくエネルギーを生み出すコージェネレーション方式を採用しています。この方法により、現在稼働中の火力発電設備では、約60%という世界最高水準のエネルギー変換効率を実現しています。
KR	227-228	4. 運動とエネルギー	課題(本文): エネルギー変換するとき、すべての量を変換することはできるのだろうか。	前ページの実験(エネルギーが変換される割合を調べる実験)では、モーターが消費した電気エネルギーは、おもりが得た位置エネルギーよりも大きかった。これは、電気エネルギーが位置エネルギーに変換される過程で、摩擦などによって、熱や音など利用目的以外のエネルギーにも変換されるからである(図70 前ページの実験でのエネルギー変換のモデル)。もとのエネルギーから目的のエネルギーに変換される割合を変換効率という。
			環境: エネルギーの有効利用	白熱電球は、電気エネルギーを光エネルギーに変換するとき高温になり(図71 白熱電球とLED電球の温度のちがいが)、ほとんどを熱エネルギーとして放出してしまう。一方、LED電球は電気エネルギーの約30%を光エネルギーに変換している。照明器具の場合は、変換効率が高いほど、同じ電力でより多くの光を発生させることができる。つまり、エネルギーを有効に使うためには、変換効率の高い器具を選ぶ必要がある。
	249	お仕事ラボ: 電気のない村に太陽光発電システムを届ける	限られたエネルギー資源を、有効に利用するより組みも進められています。その1つがコージェネレーションシステムです。これは、例えばビルの地下など、電気を使用する場所の近くに発電機を設置して、天然ガスなどの燃料によって発電し、そのときに出る余分な熱を暖房や給湯などに再利用するしくみです。また、火力発電などの大規模発電のように、総出のさいに送電線の電気抵抗によって電力が消費されエネルギーが失われることもありません。そのため、エネルギーの変換効率が70~90%とたかいです。コージェネレーションシステムは、家庭用の小さいものから大規模なものまであり、普及が進められています。	
KS	253-254	4. 運動とエネルギー	項(本文): エネルギーの利用の効率	なぜ太陽光発電なのですか: 太陽光発電システムは、燃料が不要で二酸化炭素の発生もおさえられ、電気を使用する場所の近くに設置すれば送電線などの設備も不要です。そのため、電気がない地域への導入や普及に有効なのです。
			項(本文): 照明器具の変換効率	私たちは、生活の中でさまざまなエネルギーを変換して利用しているが、あるエネルギーを他のエネルギーに変換して利用するとき、エネルギーの総量は保存されるものの、もとのエネルギー全てを目的のエネルギーに変換することはできず、結果として損失が発生していることがある。 2台の手回し発電機をつないで一方を回転させると、他方の手回し発電機は、一方を回転させた数よりも少ない数しか回転しない。これは、運動エネルギーが電気エネルギーに移り変わり、再び運動エネルギーに移り変わるなかで、一部が熱エネルギーなどにも移り変わるためである。
	306	5. 自然環境や化学技術と私たちの未来	照明器具は、電気エネルギーが全て光エネルギーに変換されることが望ましい。しかし、電気エネルギーを変換して光エネルギーとして利用するとき、白熱電球では、90%程度が光エネルギーではなく熱エネルギーに変換されてしまう(図14 照明器具の変換効率)。電気エネルギーから光エネルギーへの変換効率は照明器具の種類によって異なり、白熱電球と比べて変換効率が高い蛍光灯や発光ダイオード(LED)などを使うと、同じ電力でより多くの光エネルギーを得ることができる。電気エネルギーを有効に利用するためには、熱エネルギーに変換される割合を減らし、光エネルギーへの変換効率を高めることが重要である。	
GT	69	3-1. 運動とエネルギー	項(本文): エネルギーの有効利用	コージェネレーションシステムは、発電によって放出される熱エネルギーを施設内の給湯や暖房などに利用する仕組みである。火力発電では、得られる熱エネルギーの約60%は熱エネルギーとして放出されてしまうが、コージェネレーションシステムは、は、この熱エネルギーをより有効に利用することによって、工場などに導入することによって、発電によって得られる電気エネルギーと熱エネルギーを有効に利用することができる。
			項(本文): エネルギーの変換効率	私たちは、日常生活でエネルギーを変換して利用している。前ページの「実験(利用できるエネルギーの減少)」では、手回し発電機や電源装置を使って、エネルギーを変換するときの効率を求めることができる。この実験を行うと、結果例のように、変換後に本来のエネルギーの全てを利用できないことがわかる。エネルギーを変換する場合、目的外のエネルギーが発生する。このようなエネルギーの発生を小さくした状態、またはそれを利用してできるようにした状態を「エネルギーの変換効率が高い」という。図27(a)家庭用燃料電池、(b)車両のモーター)は、目的外のエネルギーを利用できるようにして変換効率を高めている例である。
			図27(a)家庭用燃料電池	発電機で電気エネルギーを取り出す際に発生する熱エネルギーを、給湯や暖房に利用する。
		図27(b)車両のモーター	車両のモーターに通常のモーターとしても発電機としても使用できるよう切り替える仕組みを取り入れている場合がある。車両が近づくと、電気でモーターを回す機能は切れて、車両がもっている運動エネルギーで車輪の軸を回しながら減速する。このときにモーターを発電機として機能させ、取り出した電流は架線に戻して、ほかの車両がその電流を利用する。	

しよう」と自らまとめることを促したものがあった。

3. エネルギー変換効率に関する記述

エネルギー変換効率に関する記述は、エネルギー変換の利用に関する内容を主に含む「運動とエネルギー」等の単元で5社全社に見られたが、そのほか、「科学技術と人間」等の単元でも2社に見られた（表3参照）。

エネルギー変換効率に関する記載場面は、本文のほか、「暮らしの中の理科」や「つながる科学」などの資料や図の説明の場面で扱われており、小学校と同様、どの場面に設定されているかは教科書により異なっていた。

「もとのエネルギーから目的のエネルギーに変換された割合」など、エネルギー変換効率（または、高い効率）を定義しているのは3社で、他の2社は例を通して導入している。なお、小学校の理科教科書にも「効率よく電気を光に変えている」等、効率の記載があった（松原・岩間、2021）。

導入の例としては、白熱電球とLED電球の比較により、熱エネルギーの損失に考えをつなげているものが3社と多く、そのほか、水力発電での位置エネルギーが運動エネルギー、電気エネルギーと変換される際の変換割合を考えさせるものと、手回し発電機を2台つなげる実験を使うものがあった。なお、[H28]では5社とも電球の例を挙げていた。

エネルギー変換の効率を上げる例としては、熱エネルギーの発生が少ないLED電球の使用のほか、目的外の熱エネルギーを利用する、火力発電でのコージェネレーション（廃熱利用）やコンバインドサイクル発電（余熱活用）、家庭用燃料電池（廃熱利用）があり、そのほか、車両のモーターを発電機として、車両を減速する際の運動エネルギーを電気エネルギーに変換し取り出す機能、電気のない村で送電施設等が不要となる太陽光発電などが紹介されている。

その折、白熱電球とLED電球の比較や火力発電でのコージェネレーションについては

エネルギー変換効率を数値で示して、有効利用の意義が実感できるようにしている。

IV. まとめ

エネルギー資源の有効利用に含まれるエネルギー変換の利用については、どの教科書も保存される力学的なエネルギーの変換に続き、実験を通して目的以外のエネルギーが生じることを扱い、エネルギー変換時の効率が重要となることを導いており、この配列は学習指導要領とは異なっていた。

エネルギー変換の利用は、エネルギー資源の有効利用に向けた活動としての実験や科学技術利用の在り方を考える場面としても位置付けられており、有効利用の意義が認識されやすいものと考えられる。

【文献】

松原静郎・岩間淳子（2021）「小学校理科におけるエネルギー資源の有効利用に向けた活動—第6学年「電気の利用」を例に—」*桐蔭論叢*, 44, 65-76.

文部科学省（2018a）『小学校学習指導要領解説理科編』, 東洋館出版.

文部科学省（2018b）『中学校学習指導要領解説理科編』, 学校図書.

文部省（1989）『中学校指導書理科編』, 学校図書.

【中学校学習指導要領】

昭和22年試案（1947）, 昭和26年試案（1951）, 昭和33年改訂（1958）, 昭和44年改訂（1969）, 昭和52年改訂（1977）, 平成元年改訂（1989）, 平成10年改訂（1998）以上, 文部省. 平成20年改訂（2008）, 平成29年改訂（2017）以上, 文部科学省.

【中学校理科教科書】

『中学校理科教科書, 第3学年』（2016, 2021）, 大日本図書, 東京書籍, 啓林館, 教育出版, 学校図書.