

技術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 —中学校の技術教科書の調査—

Description of Biomass Energy in Technology Textbooks Investigation of Technology Textbooks for Junior High School

原田 拓真*・勝川 健三**・長南 幸安***

Takuma HARADA*・Kenzo KATSUKAWA**・Yukiyasu CHOUNAN***

要 旨

現在、バイオマスエネルギーは再生可能かつ持続可能なエネルギーとして注目されている。そこで既に報告した理科教科書に引き続き、平成25年及び平成28年に発行された中学技術教科書での「新エネルギー」の記述・学習内容を調査し、その中でバイオマスエネルギーがどのように扱われているかを調査した。調査の結果、「バイオマスエネルギー」を「新エネルギー」として扱う一方で、「カーボンニュートラル」を記載している教科書がないことが分かった。既に報告した理科教科書もまた同じ傾向であったことが分かっている。よって「カーボンニュートラル」を体感できる教材の開発の必要性を明らかにすることができた。

キーワード：新エネルギー、バイオマスエネルギー、カーボンニュートラル、炭素循環、技術科教育

はじめに

現在、バイオマスエネルギーは再生可能かつ持続可能なエネルギーとして開発と普及が進められている。バイオマスエネルギーの利点の一つは「カーボンニュートラル」であり、この概念の理解が将来的に環境問題の解決につながると考える。また技術教育においてエネルギーは、扱う内容の大きな枠組みのひとつであり、今後エネルギー問題を解決するにあたって技術教育でのエネルギーの扱いは今以上に重要になると考える。

中学校の技術教科書には理科の単元と関連付ける見出しがあるものもあり、技術分野でのバイオマスエネルギーの扱われ方を知ることで、理科分野でバイオマスエネルギーの十分な理解が及ぶものと考えている。

技術教育におけるエネルギーの扱いは、平成24年度から施行された中学校学習指導要領「技術・家庭科

編」において、技術分野の目標として「技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め」とあり、「エネルギー変換に関する技術」では「エネルギー変換に関する技術が社会や環境に果たしている役割と影響について理解させ」と明記されている¹⁾。つまり、エネルギーと環境に関する教育が技術において重要になってきている。

よって今回、新エネルギーについて、新学習指導要領のもと平成25年及び平成28年から使用されている技術教科書を用いて調査し、バイオマスエネルギーがどのように扱われているかを明らかにする。

方法

平成25年に発行された中学校の技術教科書と平成28年に発行された中学校の技術教科書を用いて、新エネルギーについて文献調査を行う。

* 弘前大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, Hirosaki University

** 弘前大学教育学部学校教育講座
Department of School Education, Faculty of Education, Hirosaki University

*** 弘前大学教育学部理科教育講座
Department of Natural Science, Faculty of Education, Hirosaki University

文献調査

出版社ごとに平成25年の教科書（以降25年版教科書と呼ぶ）と平成28年の教科書（以降28年版教科書と呼ぶ）を調査した結果の表を挙げる。

1 東京書籍^{2,3)}

表1,2より新エネルギーとして太陽光発電、風力発電、地熱発電、水力発電（新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法に基づくものまた原理を含む、以降同様）、バイオマス発電は25年版教科書と28年版教科書の両方で扱っていることがわかる。25年版教科書では家庭におけるエネルギー源別の消費量の変

化を表す図でエネルギー源の一つとして太陽熱の記載があった。28年版教科書では太陽熱に関する記載は無かった。一方で28年版教科書では、風力発電に関する記述が増え、洋上風力発電の紹介がある。また28年版教科書より新エネルギーに指定されている海洋温度差発電に関する記述がある。

バイオマスエネルギーに関する記述は再生エネルギーとしての紹介と「バイオエタノール」または「バイオマス発電」のメリットとデメリットを考える課題学習が主であった。

新エネルギーの取扱い数は23点から27点に増加している。

表1 東京書籍 技術721 平成25年発行教科書での新エネルギーの扱い

取り上げている単元名	取り上げている題材	扱い方（本文・資料）	具体的な学習内容
・技術分野の学習を始めよう！	・太陽電池 ・太陽電池 ・太陽電池 ・太陽電池 ・太陽光発電、風力発電	・表紙（絵1点） ・とびら（写真1点）口絵1 ・本文（絵1点）p.6 ・本文（絵1点と写真1点）p.9-11 ・本文（文と写真各1点）p.19	・明るい未来の創造 ・ようこそ技術の世界へ ・身の回りの技術を見つけよう ・技術と環境について考えよう
・エネルギー変換	・風力発電、太陽光発電、水力発電 ・水力発電、風力発電、太陽光発電 ・太陽光発電、太陽電池パネル ・太陽光発電 ・太陽熱 ・太陽光発電、風力発電 ・地熱発電、バイオマス発電、携帯型太陽電池	・本文（絵各1点）p.96 ・本文（表と写真各1点）p.100 ・本文（文と写真1点と絵1点）p.126-127 ・本文（文と絵1点）p.138 ・本文（図1点）p.143 ・本文（文） ・本文（文と写真各1点）p.146-147	・わたしたちの生活とエネルギー ・主な発電方式の特徴と課題 ・身の回りの機器について調べよう ・太陽光発電を利用して充電器を作ろう ・家庭におけるエネルギー源別の消費量の変化 ・環境に配慮した充電の方法を考えよう
・生物育成	・バイオエタノール	・本文（図1点）p.180	・生物を育てる技術の活用の例；燃料となるトウモロコシの生産
・情報	・太陽電池 ・太陽電池	・本文（絵1点）p.188 ・本文（図1点）p.204	・バスロケーションシステムの紹介 ・さまざまなデジタル作品の例
・最新の技術を見てみよう	・バイオエタノール製造	・本文（写真1点）口絵4	・自動車燃料用エタノールを製造する実証施設の紹介

表2 東京書籍 技術724 平成28年発行教科書での新エネルギーの扱い

取り上げている 単元名	取り上げている題材	扱い方(本文・観察・資料)	具体的な学習内容
・技術分野のガイダンス	・太陽電池 ・洋上での風力発電 ・バイオマス発電 ・太陽光発電パネル	・本文(写真1点) p.7 ・本文(文と写真1点) p.11 ・本文(文と写真1点) p.11 ・本文(絵1点) p.11	・小惑星探査機はやぶさの紹介 ・洋上風力発電の紹介 ・木質チップを用いたバイオマス発電 ・電気を家庭に供給できる電気自動車
・材料と加工に関する技術	・LCA	・本文(図1点) p.85	・製品ごとのライフサイクルエネルギーの例
・エネルギー変換に関する技術	・太陽電池 ・水力、風力、太陽光などの再生可能エネルギー ・水力、風力、太陽光、地熱、海洋温度差、バイオマス ・風力発電 ・水力発電、風力発電、太陽光発電 ・太陽電池 ・太陽電池 ・太陽電池 ・太陽電池 ・水力発電所、太陽光発電所、風力発電 ・太陽光や風力などの再生可能エネルギー ・太陽電池	・本文(絵2点) p.92-93 ・本文(文) p.96 ・本文(図1点) p.96 ・観察(写真1点) p.96 ・本文(絵各1点) p.97 ・本文(写真1点) p.126 ・資料(写真1点) p.129 ・本文(写真1点) p.130 ・本文(写真1点) p.134 ・本文(写真各1点) p.141 ・本文(文) p.143 ・本文(写真1点) p.147	・身の回りの機器がどのように動いているか考える ・さまざまな発電方式 ・発電方式別のエネルギー変換率 ・手作りタービンで風力発電のモデルを作ろう ・さまざまな発電方式の仕組みと特徴や課題 ・設計要素の検討と具体化 ・太陽電池発電モジュール ・電源の検討 ・電気自動車のモデル ・スマートグリッドの概念図とスマートシティへの取り組み ・エネルギー変換に関する技術と経済とのかかわり ・生活に生かそう
・生物育成に関する技術	・バイオマスエタノール ・バイオマスエタノール	・本文(文) p.188 ・本文(図1点) p.188	・生物育成に関する新しい技術の開発 ・トウモロコシをバイオマスエタノールにすることについての見方・考え方の例
・技術分野の学習を終えて	・太陽電池	・本文(絵1点) p.258	・はやぶさの打ち上げ
・巻末資料	・海洋温度差発電 ・小水力発電	・本文(文) p.271	・エネルギー変換

2 教育図書^{4,5)}

表3 教育図書 技術722 平成25年発行教科書での新エネルギーの扱い

取り上げている 単元名	取り上げている題材	扱い方 (本文・コラム)	具体的な学習内容
・技術分野で何を学ぶか	・水力発電	・本文 (写真1点) p.8	・エネルギー変換に関する技術
・材料と加工に関する技術	・バイオマスエネルギー	・コラム (文) p.45	・木に関連した炭素循環
・エネルギー変換に関する技術	・水力発電 ・水力発電 ・水力発電 ・水力発電、風力発電、太陽光発電、バイオマス発電 ・水力発電、風力発電	・本文 (文) p.88 ・本文 (文と図1点) p.91 ・本文 (図1点) p.92 ・本文 (文と図1点) p.93 ・本文 (絵各1点) p.100	・水からエネルギーを取り出す技術 ・発電の仕組み ・水力・火力・原子力発電の比較 ・新エネルギーを利用した発電 ・送電の流れ
・情報に関する技術	・風力発電、太陽光発電	・本文 (図1点) p.241	・ICTによるグリーン化のイメージ
・未来の地球のために	・風力発電 ・地熱エネルギー	・とびら (写真1点) 口絵5, 6 ・とびら (文) 口絵6	・技術の進歩と未来の生活 ・技術の進歩と未来の生活

表4 教育図書 技術725 平成28年発行教科書での新エネルギー

取り上げている 単元名	取り上げている題材	扱い方 (本文・コラム)	具体的な学習内容
・技術の発達が環境問題を解決する	・風力発電の発電量 ・バイオマスの処理工場	・本文 (文と表1点) 序章 p.5 ・本文 (文と写真1点) 序章 p.5	・風力発電で発電量を安定させる工夫の必要性 ・エネルギー源としてのバイオマス
・材料と加工に関する技術	・バイオマスエネルギー	・コラム (文と図1点) p.61	・木に関連した炭素循環
・エネルギー変換に関する技術	・太陽光発電のソーラーパネル ・水力発電 ・水力発電のしくみ ・地熱、風力、太陽光、バイオマス、波力・潮汐 ・洋上風力発電 ・ソーラーパネル	・本文 (写真1点) 序章 p.15 ・本文 (文) p.94 ・本文 (文と図1点) p.95 ・本文 (文と図2点) p.99 ・コラム (文と絵1点) p.99 ・本文 (写真1点) p.140	・エネルギーの利用 ・水車の利用 ・水力発電の仕組みを知る ・これからのエネルギー ・洋上風力発電のしくみ ・エネルギーの問題を解決する技術
・生物育成に関する技術	・バイオマス	・本文 (文と図1点) p.195	・畜産と環境
・巻末資料	・水力発電、バイオマス発電 ・太陽光発電、風力発電、地熱発電、波力発電、海流発電、中小水力発電	・本文 (写真各1点) p.264 ・本文 (太陽光発電、風力発電、地熱発電、波力発電、中小水力発電：写真各1点、海流発電：絵1点) p.265	・発電方法の比較 ・発電方法の比較

表3, 4より新エネルギーとして太陽光発電、風力発電、地熱発電、水力発電、バイオマス発電は25年版教科書と28年版教科書の両方で扱っていることがわかる。28年版教科書では波力・潮汐による発電の記述があり、洋上風力発電の紹介がある。

バイオマスエネルギーに関する記述は25年版教科書で2点、28年版教科書で5点であり取り扱いは増えて

いる。主な内容としては25年版28年版共に新たなエネルギー源の一部として紹介されている。また木をバイオマスエネルギーとして利用することによる「炭素循環」をカーボンニュートラルの概念と同類として扱っている。

新エネルギーの取扱い数は16点から21点に増加している。

3 開隆堂^{6,7)}

表5 開隆堂 技術723 平成25年発行教科書での新エネルギーの扱い

取り上げている単元名	取り上げている題材	扱い方 (本文・コラム)	具体的な学習内容
・さあ、技術の扉を開こう！	・太陽電池 ・風力発電所	・本文 (写真1点) とびら ・本文 (文と写真1点) とびら	・国際宇宙ステーション ・都市部にある高出力の風力発電所
・生活に社会における技術の役割	・新エネルギー・地熱、水力 ・風力発電、波力発電、バイオマス発電、太陽光発電、地熱発電	・本文 (図1点) p.10 ・本文 (写真各1点) p.10	・一次エネルギー国内供給の推移 ・再生可能なエネルギーの例
・エネルギー変換に関する技術	・太陽電池 ・水力発電機 ・水力、風力、太陽光、太陽熱、地熱、波力 ・太陽電池 ・水力発電、地熱発電、太陽光発電、太陽熱発電、風力発電、バイオマス発電、バイオマス熱利用、バイオマス燃料製造、雪氷熱利用、温度差熱発電、波力発電、海洋温度差熱発電 ・地熱発電 ・太陽熱発電 ・水力、風力、太陽光、地熱、海洋温度差、バイオマス	・本文 (写真1点) p.90 ・本文 (絵1点) p.92 ・本文 (図1点、) p.94 ・本文 (絵1点) p.94 ・本文 (図1点) p.95 ・本文 (図1点) p .95 ・本文 (図1点) p .95 ・参考 (図1点) p .97	・扇島太陽光発電の紹介 ・エネルギー変換の例 ・一次エネルギー、二次エネルギーの種類 ・太陽光と太陽熱の利用例 ・石油に代わるエネルギー資源の区分 ・地熱発電のしくみ ・ビームダウン式の太陽熱発電の例 ・発電別のエネルギー変換効率
・情報に関する技術	・太陽電池	・本文 (図1点) p .172	・月周回衛星かぐやの紹介
・未来の扉を開く「技術」	・太陽電池	・本文 (本文と写真1点) とびら	・エコカーの紹介

表6 開隆堂 技術726 平成28年発行教科書での新エネルギーの扱い

取り上げている 単元名	取り上げている題材	扱い方 (本文・コラム)	具体的な学習内容
<ul style="list-style-type: none"> ・ さあ、技術 (Technology) の扉を開こう! ・ 生活や社会における技術の役割 ・ エネルギー変換に関する技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小惑星探査機はやぶさ (ソーラーパネル) ・ 洋上風力発電 ・ 太陽光発電 ・ 風力発電 ・ 地熱発電 ・ 波力発電 ・ 集光型太陽光発電装置 ・ 水力発電機 ・ 太陽光、太陽熱、風力、水力 ・ 水車、風車 ・ 太陽光、太陽熱、水力、風力、地熱、波力、バイオマス ・ 地熱、太陽 ・ 太陽光、水力、風力 ・ バイオマス発電 ・ 水力発電、風力発電、太陽光発電 ・ 太陽光電池 ・ 風力発電 ・ 新エネルギー、風力発電、太陽光発電 ・ バイオ燃料 ・ バイオエネルギー工場 ・ バイオエタノール ・ 風力発電所 ・ バイオ燃料 	<ul style="list-style-type: none"> ・ とびら (写真1点) ・ とびら (写真1点) ・ 本文 (写真各1点) p.13 ・ 本文 (文と写真2点) p.92 ・ 本文 (図1点) p.94 ・ 本文 (図1点) p.95 ・ 本文 (写真各1点) p.96 ・ 本文 (図1点) p.96 ・ 本文 (写真各1点) p.96 ・ 本文 (文) p.96 ・ 参考 (文と図1点) p.97 ・ 本文 (図1点) p.97 ・ 本文 (写真1点) p.98 ・ 参考 (図1点) p.130 ・ 探究 (文) p.135 ・ 本文 (文) p.170 ・ 本文 (写真1点) p.170 ・ 本文 (図1点) p.170 ・ 本文 (写真1点) p.244 ・ 本文 (文) p.249 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 身の回りの技術 ・ 再生可能なエネルギーの開発 ・ エネルギーの変換技術 ・ エネルギーの変換の例 ・ エネルギー資源とその利用までの利用 ・ 一次エネルギーから二次エネルギーへ ・ 一次エネルギーと二次エネルギー ・ 一次エネルギーの例 ・ 再生可能エネルギー ・ バイオマスの利用 ・ さまざまな発電所の例 ・ 身の回りのエネルギー変換している機械 ・ スマートグリッド ・ 電気を効率的につくり、効率的に利用するために ・ 生物育成に関する技術と社会・環境 ・ バイオエタノールの研究 ・ 世界のバイオエタノール生産量の推移と見通し ・ 製品の安全性 ・ 農業生産に関する物質循環

開隆堂の教科書は他の教科書に比べ新エネルギーに関する記載の数が多いことがわかった。表5, 6より太陽光発電、太陽熱、風力発電、地熱発電、水力発電、バイオマス発電、波力発電は25年版教科書と28年版教科書の両方で扱っていることがわかる。25年版教科書では取り扱われていた温度差発電と雪氷熱利用は

新教科書では扱われておらず、新エネルギーとしてひとくくりになっている。28年版教科書では風力発電として洋上風力発電を紹介している。

バイオマスエネルギーに関する記述は25年版教科書で5点、28年版教科書では6点であり扱いは増えている。

新エネルギーの取扱い数は38点から39点に増加している。

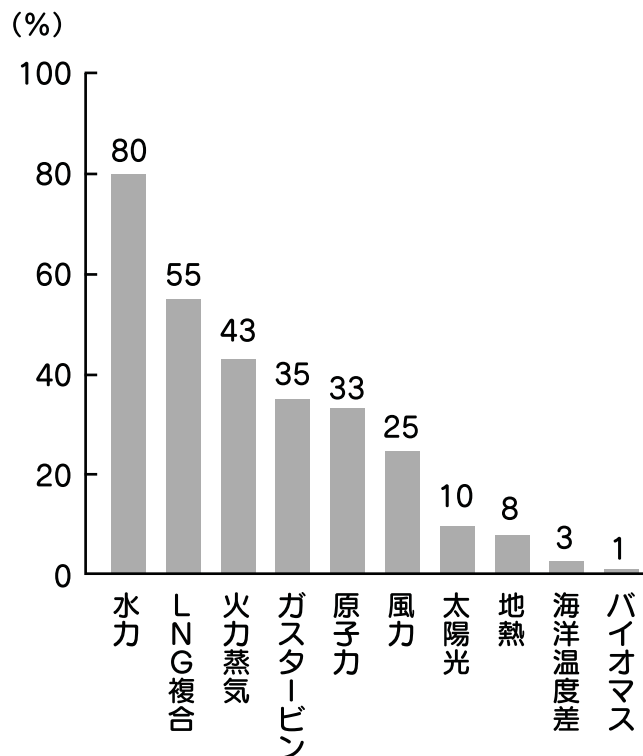
考察

技術教育における新エネルギーは、「エネルギーに関する技術」で主に扱われている。東京書籍と教育図書の28年版教科書では、25年版教科書で扱っていた新エネルギーに加え海流や波力を使った発電を新たに扱っている。また教科書を発行している三社において風力発電の一つとして洋上風力発電機が新たに扱われている。新エネルギーやそれらを用いた発電方法を扱っている内容ではそれぞれ新エネルギーを用いることによるデメリットを25年版教科書より細かく記載している。これらのことは、日本における新エネルギーをどのようにして活用するかを考えさせ評価させることを重視した結果であると考えられる。

バイオマスエネルギーに関する内容は「材料と加工に関する技術」と「生物育成に関する技術」でも扱われている。扱われている内容としては、新たなエネルギー源としての紹介と、新エネルギーを使うにあつ

てのメリットとデメリットを考えさせる課題学習がほとんどである。教育図書においては木に関する炭素循環を扱っているがバイオマスを燃焼させたことによる二酸化炭素が木や森林を育てるという記載もあった。バイオマスエネルギーは他の太陽光や風力などの新エネルギーと異なり利用するにあたって二酸化炭素を放出する。生徒は二酸化炭素の増加が環境問題の一つであることを様々な分野で学習している。また様々なエネルギー資源を用いた変換効率(図1)でバイオマスは変換効率が低いことも示されている。これらに反してバイオマスを用いることの利点であるカーボンニュートラルの概念については記載がない。新エネルギーに環境対策の観点は強く含まれていないが、環境問題を考慮し持続可能な社会を形成するためには新エネルギーそれぞれの利点を示す必要があるのではないかと考える。またバイオマスエネルギーはなぜ環境問題対策となる可能性をもつかが広く知られておらず、理科教育でもカーボンニュートラルを扱う機会も少ない。これらよりバイオマスエネルギーの利点を扱うことの必要性が十分にあるのではないかと考える。

図1 発電方式別のエネルギー変換効率



まとめ

今回は平成25年に発行された教科書と平成28年に発行された教科書での新エネルギーの扱われ方に注目した結果、28年版教科書では日本の現状を考慮した発電方法の記述が増えていることが分かった。バイオマスエネルギーに関する記述はあるが未利用の新エネルギーとしての紹介がほとんどであった。またカーボンニュートラルについては同類の概念である炭素循環として扱われているが、大気中の二酸化炭素量の増減に関してあまり着目しておらず、バイオマスエネルギーの環境保全としての有用性を理解することが難しいと結論付けた。なので、カーボンニュートラルの概念を学べ、体感できるようなバイオマスエネルギーに関する教材開発に臨む必要がある。

本研究は JSPS 科研費15K00959の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編
平成20年7月 P.15、P.25
- (2) 新しい技術・家庭 技術分野 東京書籍 技術721
- (3) 新編新しい技術・家庭 技術分野 未来を創る
Technology 東京書籍
技術724
- (4) 技術・家庭科 技術分野 教育図書
技術722
- (5) 新技術・家庭科 技術分野 教育図書
技術725
- (6) 技術・家庭科 [技術分野] 開隆堂
技術723
- (7) 技術・家庭科 [技術分野] 開隆堂
技術726

(2016. 8. 7 受理)