

令和元年8月30日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01008

研究課題名(和文) エネルギー・環境問題の理解を促進する太陽熱発電装置及びカリキュラムの開発と評価

研究課題名(英文) Development and evaluation of solar thermal power generation equipment and curriculum to promote understanding of energy and environmental issues

研究代表者

山本 利一 (YAMAMOTO, Toshikazu)

埼玉大学・教育学部・教授

研究者番号：80334142

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：小学校・中学校・高等学校の新学習指導要領における、エネルギー教育の現状把握を実施して、系統的なエネルギー教育の在り方を検討した。太陽熱発電装置を2種類開発、製作を行い、知的財産権を獲得(教材用太陽熱発電装置：登録日29年3月8日：実用新案登録第3209653号、浮上太陽熱発電装置：登録日30年10月17日：実用新案登録第3218774号)した。上記装置を活用しての、新教育課程に追加されたエネルギー・環境問題に関する指導内容検討して、中学校で実践を終了した。また、現職教員による本装置の評価を行い、装置の改良を進めた。研究成果を、日本産業技術教育学会及び、DATTAの国際会議で発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、日本・世界のエネルギー情勢や環境問題に関する科学的理解を促しながら、生活の基盤となるエネルギー・環境問題を適切に評価・活用する能力を育成することである。日本のエネルギー源の中で大きな役割を果たす再生可能エネルギー技術の現状を、体験的に学習する教材・教具と指導方法を開発・提案し、持続可能な社会を構築しようとする児童・生徒を育成する。本研究では、太陽熱発電に着眼し、太陽が持つ熱エネルギーを利用した発電実験装置を開発して再生可能エネルギーの導入の必要性や効率の良いエネルギー消費のあり方を、発達段階に応じて、正しく認識させ、技術を適切に評価・活用する能力を身につけさせることを目的としている。

研究成果の概要(英文)：We carried out the current situation grasp of energy education in the new course of study of elementary school, junior high school and high school, and examined the way of systematic energy education. Development and production of two types of solar thermal power generation equipment and intellectual property rights acquired (Solar thermal power generation equipment for teaching materials: March 8, 2017: Utility model registration No. 3209653; floating solar thermal power generation equipment: October 17, 2018: Utility model registration No. 3218774). The instruction content on energy and environmental problems added to the new curriculum using the above-mentioned device was examined, and the practice was finished in junior high school. In addition, the in-service teacher evaluated this device, and currently promoted the improvement of the device. The research results were presented at the Japan Association of Industrial Technology Education and the international conference of DATTA.

研究分野：技術教育

キーワード：太陽熱発電 再生可能エネルギー エネルギー教育 環境教育 技術教育 技術・家庭科 教材・教具

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

資源の乏しい我が国は、エネルギー自給率はわずか 6.0% (経済産業省資源エネルギー庁)、先進国の中で最も低い水準である。その中でも化石燃料の割合は、2011 年以前は約 6 割だったものが福島第一原子力発電所事故以後には、約 9 割に急増している。日本が排出する温室効果ガスの約 9 割がエネルギー生成で生まれる二酸化炭素であり、この排出抑制が地球温暖化対策において重要である。また、今後アジア諸国を中心とするエネルギー需要の大幅な増加が予想され、化石燃料の中長期的な安定供給が懸念されている。これらのことを受け、「エネルギー基本計画」では、再生可能エネルギーの拡大が示されている。「グリーン成長の実現」、「再生可能エネルギーの飛躍的導入」、「エネルギーの分散化」など、今後の我が国のエネルギー政策を推進するためには、国民の理解が不可欠で、これらは学校教育に委ねられている部分が多い。

我が国の学校教育における再生可能エネルギーの実践的研究は、太陽光発電、風力発電に関しては多方面において進められており、マスコミやメディアに取り上げられることも多く、社会的にも広く認知されつつある有効なエネルギー源の一つである。しかし、その他の再生可能エネルギーに関しては、適切な教育研究がほとんど実施されていないのが現状である。児童・生徒のエネルギー・環境問題に関する認識を高めるには、多面的に新しい再生可能エネルギーに関する技術を体験的に学習することが大切である。近年、太陽熱発電が、集光技術や蓄熱技術の進展から商用発電が可能となってきた。太陽熱をエネルギー源として利用(お湯を沸かすなど)することは古くから行われてきたが、エネルギー密度が低いことから、発電することは困難だとされてきた。また、太陽光発電と同様に、太陽の状態により発電量が左右されていたが、太陽から集めた熱を貯めておく「蓄熱技術」の向上により、発電量の変動を抑えることが可能になるなど、太陽熱発電が一般化されつつある。しかし、これらのことはほとんど周知されていない。

### 2. 研究の目的

本研究は、近年、緊迫しつつある日本・世界のエネルギー情勢や環境問題に関する科学的理解を促しながら、生活の基盤となるエネルギー・環境問題を適切に評価・活用する能力を育成することを目的とする。エネルギー問題は、環境とも密接な関係を持つことから、今後、我が国のエネルギー源の中で大きな役割を果たす再生可能エネルギー技術の現状を、体験的に学習する教材・教具と指導方法を開発・提案し、持続可能な社会を構築しようとする児童・生徒を育成する。本研究では、太陽熱発電に着目し、太陽が持つ熱エネルギーを利用した発電実験装置を開発して、再生可能エネルギーの導入の必要性や効率の良いエネルギー消費のあり方を、発達段階に応じて、正しく認識(多面的に捉える)させ、技術を適切に評価・活用する能力を身につけさせることである。

### 3. 研究の方法

研究は、3年計画で実施する。1～2年目は、児童・生徒の実態と教育現場の状況を踏まえながら、教材・教具の開発を行う。2年目からは、授業での活用を念頭に授業展開の方法を検討しカリキュラムを作成(予備実践)する。3年目は、授業実践と都道府県の教育センター、科学館などでそれらを利用、評価し、教育現場での普及活動を行う。

主な役割分担は、山本が総括として企画立案を行う。実態把握を山本、森山が調査し、教材・教具の開発を山本、荻窪が行う。カリキュラムの開発と研究内容の評価・改善は、森山、山本及び、実践校の教員、教育センターの指導主事等が行う。

web ベースでの研究内容の普及は、全ての者が担当し、広く研究成果を公表する。

#### 【平成 28 年度の研究内容】

現状の調査(学習指導要領での実施状況を把握)

小中学生及び高校生のエネルギー・環境問題に関する学習指導の実態調査及び、その指導の中で活用されている教材やカリキュラムを把握する。一部は 29 年度においても実施する。教科書におけるエネルギー・環境問題の取り扱いを調べ、学習可能場面を検討する。

学校現場が求める教材・教具、カリキュラムの把握

新教育課程に追加されたエネルギー・環境問題に関する指導内容と、学校現場が求める教材やカリキュラムをフィールドワークにより把握する。

太陽熱発電装置(ベルチェ素子利用)の開発(28～29年)

太陽熱発電装置として、集光ミラーを活用し蓄熱体(蓄熱素材の開発メーカー「ネギシ」と検討をはじめている)を加熱し、吸熱パイプで冷却することで、温度差を生み出し、ゼーベック効果で発電する教材・教具を開発し、特許申請を行う。

#### 【平成 29 年度の研究内容】

学習カリキュラム開発

開発した教材・教具に応じた学習カリキュラムの開発を行う。

具体的な指導計画や学習展開の事例を実践協力者(埼玉県・東京都教員)、指導主事(埼玉県・福井県・山形県・兵庫県)とともに検討する。また、予備実践として、校種ごとに1回の授業実践を行い教材・教具の改善方向性や、指導過程の一般化を検討する。

#### 【平成 30 年度の研究内容】

授業実践

複数小学校，複数中学校で実践を行う。

太陽熱発電に関する技術を学習する教材・教具の改良及びタービン方式の開発(29～30年)

教育効果の測定・評価及び教材・教具とカリキュラムの修正を行う。

授業実践結果を指導主事等と共に分析を行い，これまでの研究内容を評価する。

学習指導要領の到達度目標に準拠した評価規準の作成を行う。

教員研修への応用及び社会教育(科学館等)での活用

研究成果を学校へ普及させるために，開発した教材・教具の製作やカリキュラムに関する教員研修を実施する。同様にこれらを通して本研究を総合的に評価する。

これまでの研究成果を，国際会議，国内学会で発表し，web で発信する。

これらの研究の年次遂行により本研究の目的を果たすことができる。

#### 4．研究成果

現状の調査(学習指導要領での実施状況を把握)について：小中学生及び高校生のエネルギー・環境問題に関する学習指導の実態調査として，教科書，学習指導要領を基に，活用されている教材やカリキュラムを把握した。特に，教科書におけるエネルギー・環境問題の取り扱いを調べ，学習可能場面を検討し，小学校理科，小学校社会，中学校技術・家庭科，中学校理科でのクロスカリキュラムが必要であることが確認された

学校現場が求める教材・教具，カリキュラムの把握について：新教育課程に追加されたエネルギー・環境問題に関する指導内容と，学校現場が求める教材やカリキュラムを小学校3校，中学校4校でフィールドワークを行い，実態を調査した。

太陽熱発電装置(ベルチェ素子利用)の開発として：太陽熱発電装置として，集光ミラーを活用し蓄熱体(蓄熱素材の開発メーカー「ネギシ」から協力を得て)を加熱し，吸熱パイプで冷却することで，温度差を生み出し，ゼーベック効果で発電する教材・教具を開発し，特許申請を行なった(教材用太陽熱発電装置：登録日：29年3月8日：実用新案登録第3209653号)。

浮上太陽熱発電装置を開発し，知的財産権を獲得した(実用新案登録第3218774号：登録日：30年10月17日)した。本装置は，前述の装置異なり，電気二重層コンデンサに蓄電を行い，外部に取り出すことができる。また，冷却にファンを使っていたものとは異なり，完全に自立したものである。

上記装置を活用しての，新教育課程に追加されたエネルギー・環境問題に関する指導内容検討して，中学校で実践を終了した。また，現職教員による本装置の評価を行い，カリキュラム改善，装置の改善を行った。

教員研修で本研究での開発した装置，および指導案を提供し，学校現場で活用の可能性を確認すると共に，情報を公開した。

研究成果を，日本産業技術教育学会及び，DATTAの国際会議で発表した。

#### 5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

Toshikazu Yamamoto, Kimihito Takeno, Kouhei Suzuki, A Lesson to think about the actual state of energy supply in Japan and future energy use on our living, Biennial International Design and Technology Teacher's Association Research Conference (DATTA), pp.1-6 (6.3.) (2018) 査読有り

森山潤・小倉光明・東田薫・世良啓太・黒田昌克：技術・家庭科技術分野における生徒の工夫・創造力を育成する学習指導に対する教員の意識 -自由記述調査に基づく探索的検討-，兵庫教育大学学校教育学研究，Vol. 31, pp.17-22 (2018) 査読無し

Toshikazu Yamamoto, Koji Ogikubo, Misao Negishi, Riku Nakamaruo, Development and Class Practice of Solar Heat Power Generation Device, Proceedings of ICBTT/TS 2018, (2018) 査読有り

森山潤，池田垣稔，黒田昌克，萩嶺直孝，山本利一：エネルギーの変換・利用に関する中高生のイメージの構造と環境生活意識への影響，兵庫教育大学研究紀要，No.52, pp.79-87 (2018) 査読無し

山本利一・佐藤正直・富士川祐紀：技術分野の最後の「学習のまとめ」の授業実践と評価，技術教育の研究，No.22, pp.57-64 (2017) 査読有り

〔学会発表〕(計7件)

山口幸菜・山本利一・鈴木航平：再生可能エネルギーを題材とした発電技術の理解・評価・運用に関する指導過程の提案，日本産業技術教育学会第30回関東支部大会(宇都宮)pp.29-30 (2018)

角 和博・岳野公人・山本利一・池上康：STEM プログラムに基づくエネルギー教育の実践(ハワイ州の学習標準と教科書「島エネルギーの探求」の事例)Practice of energy education based on STEM program, (Case Study of HCP Standards and Textbook "Island Energy Inquiry" in Hawaii ), 第 15 回 海洋エネルギーシンポジウム 2018 [OES2018], pp.1-4 (2018)

山本利一・鈴木航平・滝島聖也・木村僚・工藤雄司：「統合的な技術による問題の解決」を学習する指導過程の提案 ~ プログラミンを活用した IoT 技術を学習する授業実践 ~ , 日本産業技術教育学会第 61 回全国大会 (信州) 講演論文集, pp.50 (2018)

山本利一・根岸操・中圓尾陸：太陽熱発電装置の開発と授業実践, 日本産業技術教育学会第 61 回全国大会 (信州) 講演論文集, pp.34 (2018)

山本利一・根岸 操・中圓尾陸・富士川祐紀：太陽熱発電装置の開発, 日本産業技術教育学会第 60 回全国大会 (弘前), p.17 (2017)

萩嶺直孝・世良啓太・森山潤：エネルギー変換の技術を用いた製品の分解・組立活動によって設計の工夫を読み取らせる学習指導方法に関する実践的検討, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 第 25 巻, 2017.12

永谷和俊, 山本利一, 鈴木航平：生活の課題を解決する計測・制御の開発と授業実践, 日本産業技術教育学会全国大会, p.7 (2017)

#### 〔産業財産権〕

取得状況 (計 2 件)

名称：教材用太陽熱発電装置

発明者：山本 利一

権利者：山本 利一

種類：実用新案

番号：3209653 号

取得年：平成 29 年 3 月 8 日

国内外の別： 国内

名称：浮上太陽熱発電装置

発明者：山本 利一

権利者：山本 利一

種類：実用新案

番号：3218774 号

取得年：平成 30 年 10 月 17 日

国内外の別： 国内

ホームページ等

#### 6 . 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：萩窪 光慈

ローマ字氏名：(OGIKUBO, Kouji)

所属研究機関名：埼玉大学

部局名：教育学部

職名：准教授

研究者番号 (8 桁)：00431726

研究分担者氏名：森山 潤

ローマ字氏名：(MORIYAMA, Jun)

所属研究機関名：兵庫教育大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号 (8 桁)：40303482

(2)研究協力者  
研究協力者氏名  
ローマ字氏名

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。