

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月31日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500881

研究課題名（和文） 子どもの技術観の育成とエネルギー環境教育の体系化による温暖化防止活動の推進・評価

研究課題名（英文） Development of children's values on technology, and promotion and evaluation of climate change action with structured energy environmental education.

研究代表者

藤本 登 (FUJIMOTO NOBORU)

長崎大学・教育学部・教授

研究者番号：60274510

研究成果の概要（和文）：本研究では、学校教育の教科学習の中でエネルギー環境教育を行う方法を示し、温暖化防止の観点から技術評価力や実践力を調べた。その結果、中学校におけるロボット教材を用いた技術科の授業として登坂型省エネルギーロボットの製作が提案された。また照明製作の授業で生徒の地球温暖化防止活動を活発化させるためには、照明比較実験などの体験活動のみならず、ふりかえり活動が有効であることが示された。さらに公立学校の光熱水量を調査し、使用量の多い項目を地球温暖化の授業テーマとする方法を提案した。また水がテーマとして選ばれた学校に対して、節水と省エネルギーの関係を理解させるために開発された水処理実験装置を用いた授業実践を行った結果、最大40%の節水効果が得られた。これに対し、高校生や大学生を対象とした原子力ワークショップから、専門家との対話や関連知識の提供のみではエネルギーや原子力の概念化は困難であることが示され、教師は専門的な知識より、ファシリテーター能力や解説能力が必要であることが連想法によって示された。また電源やエアコンを例として技術評価の能力を育成するための支援教材が、一対比較法を利用して開発された。この中で中学校技術科の授業実践では、2次元動作解析システムを利用した教材が、工具操作（鋸挽き）技能の向上と授業時数の短縮化に寄与したことから、教科に温暖化防止活動を入れることが可能になった。

研究成果の概要（英文）：In this study, a method of teaching energy and environmental education in course work of school education has been introduced and the prospect of developing skills to evaluate and apply technology from the view point of promoting global warming countermeasures has been examined. As a result, production of hill-climbing energy conservation robot has been proposed in the technology education class in junior high schools. Also, in the class teaching how to make lighting equipment, comparative experiments of different lighting method revealed the importance of reviewing session after the hands-on activities in order to further encourage climate change actions. Utility consumption review in public schools has been conducted, and the utility that showed the highest consumption rate at each school was set as a target subject to be re-examined. For those schools that had excessive water consumption, experimental ozone water treatment units developed to help students learn the relationship between water conservation and energy saving were introduced. And as a result, they were able to cut down the water bill in maximum of 40%. The nuclear power workshop held for senior high school and college students suggested that the discussion with specialists or the relevant knowledge provided alone is not enough to help students conceptualize the idea of atomic energy. The association methods indicated that teachers need to have ability to be good facilitators and commentators as well as having specialized knowledge. Support materials to foster the ability of technology assessment for power and air conditioning has been developed using the analytic hierarchy process. Among those, educational materials with two-dimensional motion analysis system introduced in technology education class in junior high school contributed to the technological advancement of tool handling, such as sawing, and

reduction of class hours. These materials made it possible to integrate some activities concerning the current situation of global warming into class curriculum.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：産業・技術教育・エネルギー環境教育

1. 研究開始当初の背景

現在、地球温暖化防止活動が、各分野で訴えられているが、家庭や学校を含めた地域社会での取組は十分ではない。この理由は、エネルギーや環境に関する内容が教科の中に分散し、環境教育＝理科として捉えている教員が多く、教員のエネルギーや環境に関する知識が不足していることが挙げられる。この対策として政府は、省エネ教育推進モデル校（H18年度で終了）やエネルギー教育実践校事業等といった支援活動を行っているが、ベオグラード憲章に則った評価項目に掲げた学習を進めている学校は少なく、ESDへの発展も見られない。また、EMS（環境マネジメントシステム）の考え方（PDCAサイクル）を導入した教育実践も増えてきたが、削減目標を重要視するあまり、教育で大切な「学びのプロセス」を軽視した授業も多い。

2. 研究の目的

本研究では、新学習指導要領を踏まえつつ、小・中学校の学習目標・授業内容とエネルギー環境教育の目標を子どもの発達段階に合わせながら系統的にマッチさせ、それに必要な教材・教具を開発することで、①体験的な実践事例の整備、②それらの情報提示用 Web の開設と効果的な温暖化防止活動推進法（教師の情報提示方法など）を明らかにすることを目標とする。

3. 研究の方法

本研究では、以下の4項目に示すように、教科内で利用可能なエネルギー環境教育用教材の開発と授業実践、及び連想法や定期試験、アンケート調査によるそれらの評価、温暖化防止に関する授業による実践力の評価や学習指導に関する検討や原子力に関する

情報提供の在り方を考察することで、エネルギー環境教育の体系化を行う。

(1) 省エネルギー型ロボットづくり（加工・制御技術とエネルギー変換）：適切な材料・変速機の選択による登坂型省エネルギーロボットの製作

(2) 社会で役立つ技術（電源や家電製品のベストミックスや発電システムの教材化）：原子力や再生可能エネルギーの調査と対比較法による技術選択が可能な ICT 活用教材の作成と原子力に関する知識の提供手法の検討

(3) 公立学校の光熱水量調査と温暖化対策授業の提案：光熱水量調査に基づいた地球温暖化防止活動授業のテーマ選定及び節水用教材の開発と節水効果

(4) 照明づくり（木材加工・エネルギー変換）：2次元動作解析システムによる木材加工指導用教材の開発による技術観の育成と電球比較実験とふりかえり（言語）活動による省エネ実践行動の評価

4. 研究成果

(1) 中学校におけるロボット教材を用いた技術科の授業として、材料選択と動力伝達、及び消費電力量といった技術評価を生徒に学ばせるために、「特定制約下での最適化によるものづくり」が提案された。その結果、試作した「変速機付き自転車と回転計」と「トルク測定実験装置」を用いた授業では、ギアと速度・トルクについて85%の生徒に知識が定着したが、ギアと消費電力の関係については、70%程度と理解の割合が低かった。また、製作過程で穴あけ用シートを用いることで、授業時間の短縮と加工精度の向上を確認した。そして、競技会の評価項目を技術的な3項目（移動速度、斜面移動時の電力と、消費

電力量)に絞ることで、生徒が製作したロボットの約50%が完走し、22時間程度の授業時数で、穴あけ加工、材料選択、動力伝達、エネルギー消費量の学習ができることが分かった。

(2) 消費者(生徒)の環境や値段、利便性といった評価項目に対する重視度を、発電システムや家電製品(例としてエアコン)が各評価項目に対して持つ評価ポイントと比較・適合させる情報提供システムを開発し、家庭でできる新たな温暖化対策や教材としての可能性を検討した。家電製品については省エネ機器選択時の情報源として有用であるとのアンケート結果が得られたが、製品情報のデータベース化に課題が残った。また、発電システムについては、福島第一原子力発電所事故により発電単価等の基礎情報が大幅に変わったため、教材の評価が行えなかった。これを補うために、原子力などの発電システムやエネルギーに関する専門知識を提供する手法を検討した。具体的には、高等専門学校生や大学生に対するワークショップを開催した。高等専門学校生に対して原子力の専門家と共にワークショップを連想法によって授業評価を行った結果、10人程度のグループ学習は、原子力や放射線の内容を余り知らない学生でも興味・関心を与え、楽しみながら学習をさせるには有効な手法であった。グループ毎のテーマ学習の結果、安全性、放射線、地球温暖化、廃棄物処理では学習前後で情報エントロピーの減少していることから知識や意見の集約化が起こっており、核兵器や地球環境ではそれが増加していることからイメージの拡大が見られた。学生が記述した二語連想文から、因果と仮定がワークショップ前後で減少したことから、このワークショップが目的とした視点の広がりや意識改革よりも、知識獲得が主の学習であることが分かった。

(3) 学校で手軽に行えるエネルギー環境教育の実施例を示すために、まず、佐世保市内の公立学校の光熱水量の消費動向調査を行い、環境教育や総合的な学習の時間に関する調査から得られたエネルギー環境教育の目的と手法について概説すると共に、それに基づいた授業内容の提案として公立中学校での実践例を示した。その結果、光熱水消費量と人員数の間には比較的良い相関関係が見られ、それらのデータと近似曲線から得られるデータの差から、各学校における省エネルギー教育のテーマ(電気、ガス、水道水)の優先順位を決めることができることを示した。そして、エネルギー環境教育には、エネルギーや環境の知識のみならず、教師のファシリテーション能力が重要であることを示した。さらに、佐世保市内の公立学校での授業実践例を示し、学校の光熱水量の低減の可能性を

示した。これをもとに、赤色102号水溶液のオゾン分解処理実験装置を2万円以下で開発し、授業実践校の水道使用量を調査した結果、授業を行った8月以降の水の消費量は、11と12月を除き前年度の同月に対して1~4割程度低くなった。このことから、水処理とエネルギーや環境、食料問題の関連性を認識させ、処理実験を実演することで、節水行動が高まる可能性が示された。

(4) ランプシェードの製作時に、2次元動作解析システムを利用した鋸挽き学習用視覚教材を作成し、技能向上に与える影響を検討した。検証したパラメーターは、鋸挽き作業時の腕や鋸身、視点の変位量と、切断面の加工精度(表面粗さ、角度)であり、連想法により鋸挽きに関する知識概念の獲得状況を調査した。その結果、授業前後で比較すると、鋸刃の使用範囲は大きくなり、ストローク速度とひきこみ角度は、ばらつき度合いが小さくなった。また、切削面の表面粗さと角度は、各々小さく、ほぼ直角になった。一方で、頭部の動きや鋸身を真上から見るといった作業姿勢やストロークはあまり改善が見られなかった。そして、連想法を用いた授業評価からは、鋸挽きに関する知識量が増え、特に鋸挽きの留意点に対する意識が深まったことから、本教材が技能学習に利用できることが分かった。さらに、製作するランプシェードに用いる白熱電球、電球型蛍光灯とLED電球の比較実験等の体験と単元終了時のふりかえり活動を通して、地球温暖化防止活動に対する意識や実践状況の変化を学習プリント、アンケートやテストから調査した結果、約3割の生徒に省エネ機器の選択について改善が見られたが、省エネ活動等の実践への波及効果は少なかった。表に示すように、実験等の体験活動と比較してふりかえり活動の省エネ電球選択率の方が2.4倍高いことから、温暖化防止活動を向上させるためには、ふりかえり活動の充実が必要であることが分かった。

表. 授業内容と電球選択の関係と使用電球との比較

	製作活動前	電球比較実験後	レポート作成後	実際の利用電球
白熱電球	85.4	74.5	39.1	66.0
電球型蛍光灯	0.0	16.1	7.3	18.0
LED電球	14.6	9.4	53.6	16.0

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計4件)

- ① 藤本登、公立学校における光熱水量動向と学習内容の提案、エネルギー環境教育研究、査読有、4巻、2009、137-140
- ② 藤本登、森岡亮、外園公誠、省エネ型登坂ロボットを用いたロボコンの授業化への試み、日本産業技術教育学会、査読有、52巻、2号、2010、119-127
- ③ 藤本登、水処理技術を用いた教材の可能性、日本産業技術教育学会九州支部論文集、査読有、18巻、2011、41-46
- ④ 鶴澤海、野方健治、藤本登、動作解析画像が中学生の技能向上に与える影響～木材加工におけるのこぎりびき作業を例として～、日本産業技術教育学会九州支部論文集、査読有、19巻、2012、131-138

〔学会発表〕(計11件)

- ① 橋本貴紀、藤本登、モーションキャプチャーを使用した技術科教材開発、日本産業技術教育学会第22回九州支部大会、2009年10月10日、熊本大学
- ② 鶴澤海、藤本登、平啓明、野方健治、連想法を用いたロボット作り教室の評価、日本産業技術教育学会第22回九州支部大会、2009年10月10日、熊本大学
- ③ 藤本登、他5名、連想法を用いた被爆地における原子力ワークショップの評価(2)、日本エネルギー環境教育学会第5回全国大会、2010年7月31日、長崎大学
- ④ 藤本登、消費者選好調査に基づいた環境配慮型技術情報提供教材の開発、日本エネルギー環境教育学会第5回全国大会、2010年7月31日、長崎大学
- ⑤ 鶴澤海、藤本登、橋本貴紀、2次元動作解析システムを用いた鋸引き操作に関する研究、日本産業技術教育学会第53回全国大会、2010年8月29日、岐阜大学
- ⑥ 藤本登、連想法による「学生とシニアの対話」の評価－原爆を意識したプログラム構成が参加者の概念形成に与える影響－、日本原子力学会「2010年秋の大会」、2010年9月17日、北海道大学
- ⑦ 藤本登、生徒への技術観養成のための地域資源の活用～長崎県内のバイオマスエネルギー活用調査を活用して～、日本産業技術教育学会第23回九州支部大会、2010年10月9日、鹿児島大学
- ⑧ 鶴澤海、藤本登、野方健治、動作解析画像が中学生の技能向上に与える影響～木材加工におけるのこぎり作業を例として～、日本産業技術教育学会第9回教材開発シンポジウム、2011年3月5日、福岡教育大学

- ⑨ 藤本登、神崎悠輔、省エネルギー意識の向上を狙ったランプシェードの製作活動、日本エネルギー環境教育学会第6回全国大会、2011年8月7日、宇都宮大学
- ⑩ 藤本登、教育学部における原子力に関連した教育活動、日本産業技術教育学会第54回全国大会、2011年8月28日、宇都宮大学
- ⑪ 鶴澤海、藤本登、野方健治、平啓明、辻史郎、環境制御型LED栽培装置の製作とかわれ大根を用いた中学校での授業実践、日本産業技術教育学会九州支部第11回教材開発シンポジウム、2012年3月4日、福岡教育大学

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
<http://tech.edu.nagasaki-u.ac.jp/tech/kami/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤本 登 (FUJIMOTO NOBORU)
長崎大学・教育学部・教授
研究者番号：60274510

(2) 研究分担者

()
研究者番号：

(3) 連携研究者

()
研究者番号：