

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25年6月3日現在

機関番号：14601

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22530970

研究課題名（和文） ESDに基づく科学技術リテラシーとPISA型学力育成を目指した新しい教育課程開発

研究課題名（英文） Development of new curriculum raising technology literacy and PISA type scholastic ability based on ESD

研究代表者

谷口 義昭（TANIGUCHI YOSHIAKI）

奈良教育大学・教育学部・教授

研究者番号：50240859

研究成果の概要（和文）：

次代を担う子どもたちが明るい未来を過ごすためには、持続可能な社会づくり、人づくりが必要であり、これを教育的見地から探求する持続発展教育（ESD）が科学技術の観点から検討された。快適生活、環境保全、健康福祉等を技術教育の視点から考えることによって、ESDを推進できる可能性を示した。具体的には、ロボット教育の推進、タブレット型コンピュータの活用、天然素材の活用、ロボット、栽培への制御技術学習の導入などを探求した。

研究成果の概要（英文）：

Because children supporting and driving force of next era spend the bright future, we must perform sustainable society and personnel training. The Education for Sustainable Development (ESD) was examined from the viewpoint of technology. We could clarify possibility to promote ESD by thinking about comfortable life, environmental conservation and healthy welfare from a viewpoint of the technical education. Specifically, we searched promotion of the robot education, the good use of tablet type computer, utilization of the natural materials, and the introduction of the control technology to cultivation activity.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：ESD、科学技術

1. 研究開始当初の背景

次代を担う子どもたちの様子を見ると、地球温暖化、環境破壊、エネルギー問題などを知識として分かっているが、自分とのつながりとして見え難く、そのため危機を乗り越え

る力の育成も十分図られてきたとはいえない。近年、子どもたちが未来を創造的に地球規模で考え、人や地域とつながり感をもって行動できる自信と教養を身につけることが広く求められている。ユネスコは、明るい未

来に向かって持続可能な社会づくり、人づくりのために必要な開発を教育的見地から探求する「持続発展教育」（略してESDと呼ぶ）を提唱し、この理念は新学習指導要領にも加味されている。一方、OECDが行ったPISA(学習到達度調査)において、子どもたちの学力形成が問題視され、第1位を獲得したフィンランドの教育が注目された。フィンランドでは読・書・算の基礎学力だけでなく、手工(スロイド)教育、レゴ(LEGO)を用いたものづくり等技術教育的内容が展開されている。そこでものづくりを通して科学教育と技術教育を連環する新しい教育課程を創造することは、将来を見通したユネスコ提唱のESDの理念に合致している。

2. 研究の目的

ユネスコが提唱し、文部科学省が推進しているESD、すなわち持続発展教育の理念に基づき、持続可能な発展の観点から現在の科学教育と技術教育を見直し、PISA型学力を育成する新しい教育プログラムを開発する。本研究は、将来を担う子どもたちが現在の繁栄を逆行させないために、科学技術教育を通して相乗的に科学・技術リテラシーと問題解決能力を育成することによって、教育の観点からESDが目標とする未来の人づくりと未来の地球づくりに貢献することを目的とする。

3. 研究の方法

ESDの内容が中学校学習指導要領でどのように扱われているかを教科別に調査した。技術的能力と理科的能力を連環した科学技術リテラシーとして育成するのに必要な教育課程を設定し、授業および活動を通してその効果を確認した。

4. 研究成果

(1) 社会科、理科、技術・家庭の教科とESD

ESDにおいてわが国が優先的に取り組むべき課題として挙げられている用語に注目し、この中で3教科に共通する用語を調査した。教科別に記述された用語数の結果を表1に示す。「持続可能な社会」は社会科で最も多く、技術、理科、家庭の順であった。「環境」に関しては家庭、技術、理科、社会の順であった。家庭では地球環境から室内環境、家庭環境まで環境の概念を幅広く扱っているため、出現が数量的に多かった。「資源」、「エネルギー」では単元として「運動とエネルギー」が、また小項目「いろいろなエネルギー」を学習対象とする理科が最も多い。エネルギーでは技術も出現頻度が高いことがわかる。「3R」では理科が4と最も多く、技術、家庭で3、社会で1個であった。社会、理科および技術では「持続可能な社会」を学

習項目として掲げ、4～6ページを使ってESDを系統的に学習する構成となっている。

ESDの扱い方において、技術は1位の用語はないものの、すべての用語において中間に位置しており、ESDの理念を加味して編集してあることがわかる。

表1 教科書における教科別用語記述個数

教科	持続可能な社会	環境	資源	材料	3R	総ページ数	項目ページ数
技術	10	112	21	176	3	255	4
家庭	3	126	35	46	3	255	0
理科(3年)	6	92	57	496	4	275	6
社会(公民)	17	86	17	18	1	219	6

(2) ロボット教育の推進

中学校理科の授業にロボット学習を試行的に組み入れた。授業時数の関係上、プログラミング学習や動作を制御する学習は行わず、歯車のしくみと機能に焦点を絞り、風車を製作する授業を展開した。

中学校理科の学習指導要領の改訂に伴い、新たに「仕事とエネルギー」という単元が組み入れられた。「仕事」について定量的に考え、エネルギーと関連づけて理解することが主な内容である。そして、道具を使ったときの仕事の大きさを問う内容が含まれており、てこや滑車を使ったときの仕事の大きさから「仕事の原理」について理解することをねらいとしている。

授業では、教育玩具であるレゴ・ブロックを用い、歯車のしくみや回転数の変化、さらに仕事の原理まで考えを深める学習内容とした。

「与えられた歯車を自由に組み合わせて、もっと回転する風車に改良しよう」という課題を提示し、単にものづくりだけでなく、創造力を育成する授業を展開した。授業に用いたレゴ・ブロックの部品は多種・多様であり、歯車も10数種類ある。

製作した風車の回転実験において、ハンドルを1回まわしたとき風車が30回転以上の班は3～5班程度(全20班)あった。「もう少し考えさせてくれ」「あと5分ほしい」などの発言もあり、多くの生徒が積極的に取り組んでいた。また、「このような教材を使った授業は、理科の授業に有効か」という質問に対して、ほとんど生徒が有効であると回答していた。

実際に「つくる」ことにより、歯車の仕組みや仕事の原理に留まらず、生徒たちの理解が深まっていることがわかる。また、単に規格の歯車から回転数を調べるだけでなく、風車というものを製作し、さらに「30回転以上する風車の改良に挑戦する」という課題を提示することによって、生徒たちの学習意欲を

さらに高めることができた。ただ、限られた授業時間の中で、生徒に組み立てさせたり、改造させたりしたりすることは容易ではない。そのような点で、レゴ・ブロックを教材として採り上げることは非常に有効であった。新学指導要領では、学習内容の充実を図るだけでなく、「ものづくりの推進」も盛り込まれている。実体験に乏しい生徒たちの科学的な理解を深めるために、ロボット教育を意識した理科の授業を今後展開していくべきである。

次に、技術・家庭の技術分野でレゴ・ブロックを用いたロボット学習を試みた。多足ロボットは機構が複雑なために、製作用ロボットは四足歩行ロボットに限定した。

ロボット製作に対する興味・関心について生徒の評価結果を図1に示す。多くの生徒は興味・関心を持ってロボット教育を学習していたことがわかった。「レゴ・ブロックでまたロボットを作りたいか」の質問に対して、大多数の生徒は肯定的であった(図2)。

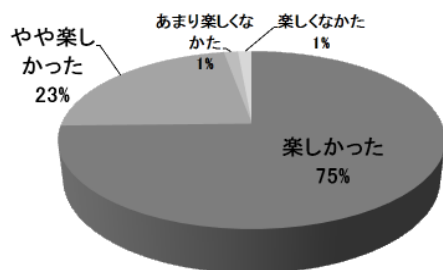


図1 ロボット学習に対する興味・関心

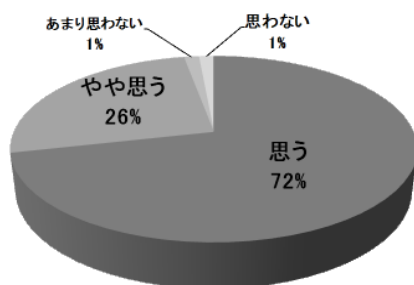


図2 レゴ・ブロックによる今後のロボット学習

授業を受けた生徒の感想の一部を以下に示す。

みんなと意見を出し、考えて作ると、より良いものができることがわかりました。今回協力することの大切さ、実際につくってみて、考える事の大切さが学べたので、今後このことを生かしてより良い学びをしたいです。

ロボット学習は本授業実践を通して、発想力、思考力、理解力、および協調性を獲得するのに有効であることがわかった。

(3) タブレット型コンピュータの利用

「エネルギー変換に関する技術」の力の伝達の仕組みの学習に、持ち運びが可能で、簡単に撮影や再生ができるタブレット型パソコンの導入を試みた。

本パソコンを用いた授業に生徒が興味・関心を抱くか否か、また学習に効果があるどうかを評価することを研究目的とした。

タブレット型パソコンは、生徒が技術分野の授業で撮影、再生機能を利用することによって、ものづくりに興味・関心・意欲を持って取り組むことができた。教師が前もって蓄積してあるデータベースにアクセスして、班で考えた作品とデータベース内の作品を比較検討して、より性能の良いものを作る学習態度が見られた。特に、データベース内の組み立て過程を収録した動画は静止画よりも学習効果が上がることがわかった(図3)。

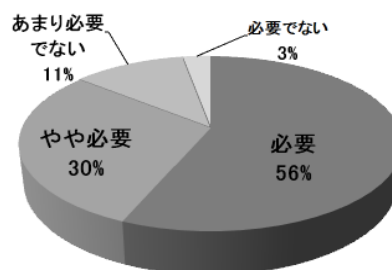


図3 ものづくり作業中の動画の必要性

学習活動を生徒が自己評価するために、学習の最後にプレゼンテーションを義務付けた。これは新しく学習活動に位置付けられた「言語活動の充実」や他者と協力して学習する教育課程に役立てるためであった。また、この内容はPISA型学力の育成にも有効であり、ESDの理念とも深く関係していると思われる。

班活動でコンピュータ画面を見ながら互いにディスカッションをし、ものづくり作業中に撮影した画像(動画、静止画)を加工してプレゼンテーション作品を作成した。この一連の学習にタブレット型パソコンは有効であったことがわかる(図4)。

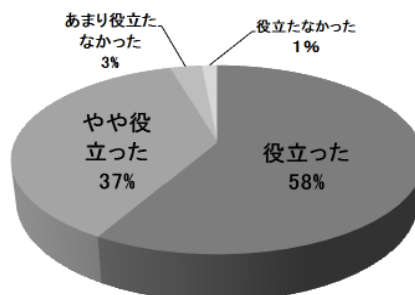


図4 プレゼンテーションに対するタブレット型パソコンの有用性

(4) 1本のペットボトルから広がる総合学習

ペットボトルの回収から始まり、日常生活、資源・エネルギー、環境、国際理解などにつながっていくE S Dの理念を取り入れた授業を構想した。学習の構造を図5に示す。

エコキャップ集め活動は生徒会が中心になって行い、各地域やお店、家庭に協力を呼びかける。その中で活動の趣旨を説明し、一人ひとりが集められる数は少ないが、多くの人が協力することでたくさんのキャップを集めることができ、キャップをまとめて業者に引き渡すことでワクチンの接種活動につながっていただけることを理解させる。この活動はユニセフ協会の「世界の子どもたちを救う」運動につながっていること、すなわち一人ひとりの小さな力が人と人とのつながりによって大きな目的を果たす活動であることを理解させる。E S Dの理念である「Think globally, act locally」として生徒自らが学習し行動していくことになる。

また、ペットボトルについて素材としての学習に加え、ゴミから資源へと再利用されていく循環も学習する。さらに、ペットボトルを加工して風車を作成する理科と技術の学習に取り入れ、生徒たちがエネルギーに関する知識を習得し、目的達成に向けて取り組む力を養う探求、協働学習へと発展させる。具体的には、風車の作成は、エネルギーの概念を学びやすくするための教材として風力エネルギーを運動エネルギーに変換する理科の学習へとつなげ、さらに小形風車と発電機を組み合わせることで電力としての利用できる教材へと発展させる技術の学習とする。風車を製作する過程で、風力発電の構造や仕組み、効率を科学的に分析し、また風力発電が社会や生活環境に及ぼす影響について考え、自分たちの力で問題を解決する過程で、判断力、コミュニケーション能力、分析能力を育成させる。これらの学習の最後にプレゼンテーションを行い、生徒たちはそれぞれ未来社会の形成者としての自覚を促し、循環型社会に向けて明るい未来を構築するスキルを身につけさせる。

(5) 天然素柿渋の利用

石油を原料とする揮発性有機化合物（VOC）は、学校教育において生徒の健康を阻害する可能性を有する。VOCは教科書のインク、接着剤や塗料に含まれ、持続発展教育の見地からはこれに代替する材料が望ましい。中学校の技術科教育ではものづくりの最終工程に塗装学習があり、この工程に天然材料である柿から生成した柿渋が導入できるかを検討した。その結果を以下のことを明らかにした。

1) 柿渋塗装によって、色相において赤色系お

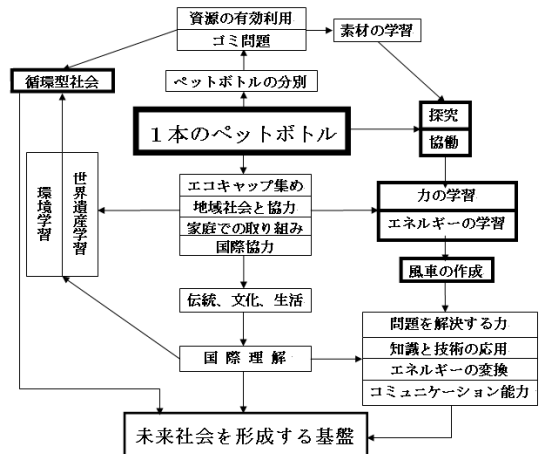


図5 ESDの理念に基づく総合学習

よび黄色系の要素が増大し、明度は減少し、ケヤキ材に近似の色彩になった。

2) 柿渋ペイントによる塗装は、1回の塗布で目的の色彩に着色することができた。

3) 柿渋は木材に強く付着し、高い耐水性を示した。一方、柿渋ペイントの重ね(かさね)塗布は、塗膜の付着力を低下させた。

4) 柿渋塗料はシックハウス症候群、シックスクール症候群の原因物質とされるVOCを含んでいない。

以上の結果から、栽培することで循環および持続可能な柿渋は、塗装の性能と安全性に問題ないことが立証されたため、技術科教育の塗装学習に導入できる。

表2 VOCの測定結果

	トルエン	パラジクロロベンゼン	トリクロロエチレン
柿渋単体	検出されず	検出されず	検出されず
柿渋ペイント	検出されず	検出されず	検出されず
水性ニス	検出されず	検出されず	検出されず

(6) 制御技術への対応

科学技術の進歩によって道具や機械類が簡単に操作できるようになった。これは機械とコンピュータを組み合わせた制御技術の発展によるものである。中学校技術・家庭の技術分野に「制御技術」の学習が導入され、次世代を担う子どもたちの技術リテラシーとして位置づけられた。制御技術学習の題材としてロボット教材が注目されている。現在ロボットを操作するには、①モータを電線を介してコントローラで制御するタイプ、②定められた行動をコンピュータに入力し、制御された信号によって自立的に作動するタイプ、に大別される。本研究では、赤外線を利用して逐次信号を送受信してロボットが適宜活動するシステムを構築した。これによ

てインテリジェントな制御、すなわち自力でセンシングし、適正な行動ができるロボットへと発展させることが可能であると思われる。

次に、実践的題材として、生物育成技術における教材と学習過程を提案する。具体的には、光、水、温度の生育環境を制御する教材を開発した。光制御では、CdS センサによって光を感知し、LED ユニットの制御することで植物の成長を促進させた。土中の水分センサーによって水分量を計測し、家庭用バンプを作動させて点滴ノズルから適量の水分を供給するシステムとした。簡易型室の中に温度センサーを設置し、温度を20℃一定になるようにヒータを制御した。

本システムを用いてミニチンゲンサイを栽培し、実証実験を行った結果、良好な生育が観察された。

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6件)

- ① 葉山泰三, 谷口義昭: ロボット教育を通じた創造力の育成に関する考察—ロボットコンテスト国際大会の出場を通して—, 奈良教育大学教育実践開発研究センター研究紀要, 第22号, pp. 273-278 (2013)
- ② 福田哲也, 谷口義昭, 古谷昌広, 松田貴大, 松本紗英: 奈良からロボット教育の風を一地域の中学校を巻き込んだロボット教育の推進—, 奈良教育大学教育実践開発研究センター研究紀要, 第22号, pp. 279-284 (2013)
- ③ 福田哲也, 葉山泰三, 田中友佳子, 平田建治, 谷口義昭, 片岡佐知子: 「21世紀型スキル」を意図したロボット教育の推進—SCoPEにおけるロボット教育を取り入れた情報ワークショップの実践—, 奈良教育大学教育実践開発研究センター研究紀要, 第21号, pp. 171-177 (2012)
- ④ 葉山泰三, 谷口義昭: タブレット型コンピュータを活用した技術の授業実践研究—レゴ・ブロックを用いたロボット製作の授業—, 奈良教育大学紀要, 第61号, pp. 177-182 (2012)
- ⑤ 藪哲郎, 谷口義昭: 赤外線通信を用いたリモコンカーの開発と製作実践, 奈良教育大学教育実践開発研究センター研究紀要, pp. 125-129 (2012)
- ⑥ 魚住明生, 牝鹿晃久: 中学校技術・家庭科の作物栽培において制御技術を取り入れた教

材の開発, 三重大学教育学部研究紀要, 第62巻, pp. 189-199 (2011)

[学会発表] (計2件)

- ① 谷口義昭: ESDの理念に基づく技術科教育の研究—ESDに関する用語の教科別教科書の分析—, 日本産業技術教育学会全国大会, (2012)
- ② 谷口義昭: ESDの理念に基づく技術科教育の研究—木材塗装への柿渋の試行研究—, 日本産業技術教育学会全国大会, (2011)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷口 義昭 (TANIGUCHI YOSHIAKI)
奈良教育大学・教育学部・教授
研究者番号: 50240859

(2) 研究分担者

宮川 秀俊 (MIYAKAWA HIDETOSHI)
愛知教育大学・教育学部・教授
研究者番号: 30181986

(3) 連携研究者

魚住明生 (UOZUMI AKIO)
三重大学・教育学部・教授
研究者番号: 80345545