

機関番号：32717

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20300263

研究課題名(和文)

理科での持続可能な発展に関する教材の開発とそれを用いた科学的表現力の育成

研究課題名(英文) Developing Educational Materials Relating to Sustainable Development in Science Education and Fostering Scientific Expression Ability Using Those Materials

研究代表者

松原 静郎 (MATSUBARA SHIZUO)

桐蔭横浜大学・スポーツ健康政策学部・教授

研究者番号：50132692

研究成果の概要(和文)：理科の持続発展教材を開発し、生徒の回答に目標の一つである科学者の努力を知り科学に前向きな意識を持ったとする記述が認められた。アジア3か国でも教材を実践し、教材の有効性を確認した。また、ブロックを使って組み立てた構造物を図や文章で記録し再現する活動を通して、正確でわかりやすい伝達について話し合わせる表現法の学習の有効性が認められた。実験教材では酸素/二酸化炭素センサを開発して教育センターで実践し、理科教育で活用を図るための意見をもらった。

研究成果の概要(英文)： We developed some educational materials relating to sustainable development in science education and found it in the descriptions of students after learning of the materials that they knew about the efforts of scientists and possessed a forward-looking awareness of science. The materials were practiced in three countries of Asia, and were also effective there. Regarding expression ability, learning how to express accurately and plainly were effective through the activity of creation of forms using of toy blocks, making records by drawing and/or written description, and reproducing the same forms. Concerning experiment tools, oxygen/carbon dioxide sensor was developed and practiced by teachers in educational centers, and they gave us ideas to use it in science education.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成20年度	4,400,000	1,320,000	5,720,000
平成21年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
平成22年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
年度			
年度			
総計	11,600,000	3,480,000	15,080,000

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：自然科学教育、環境教育、科学と社会・文化、持続可能な発展、表現力、教材開発、実践研究、中・高等学校

1. 研究開始当初の背景

(1) 持続可能な発展のための教育の動向：
2005年からわが国の提案で「国連持続可能

な開発のための教育(略称ESD)の10年」
がはじまった。わが国でもアジア地区でも
ESDを主題としたシンポジウムが開催され
た。しかし、具体的な教材を作成し、理科

学習として実施している例はほとんどない。

(2) **これまでの研究とその成果**：ESDは「私たちと子孫の生活の質向上のための学習」と考え、化学におけるグリーンケミストリー（環境にやさしく持続可能な化学、略称GSC）の考えを取り入れることが理科でのESD教材作成の一つの観点と考えた。GSCの考えを入れた「大気汚染対策教材」を作成し、主として高校生を対象に実践し改訂した。次に、「電気教材」として発電の原理と方法の変遷を教材化するとともに、理科におけるESDの枠組みとして、利害の二面性を理解すること、科学技術者の努力を知ること、科学技術に前向きな意識を持つこと、科学技術に関連する事象を自ら判断・意思決定し活動する意欲を示すことの三つの目標を挙げ、教材に組み込むようにした。

(3) **アジア版の作成**：理科におけるESDを考えた場合、途上国や中進国の自然や科学技術に対する見方考え方も入れていきたいと考えたこと、加えて、文化的また自然環境的な背景が似ていることからアジア諸国を協働研究の対象とした。すでにフィリピン、マレーシア、インドネシアにおいて開発してきた教材を試行しており、アジア版の教材研究に協力いただけることになった。

(4) **表現力の育成**：科学的表現力の育成に関しては定型文や一枚ポートフォリオ法（略称OPPA）、またOPPAに対応させた相互評価表の活用に関して研究を進めてきた。これらの成果を踏まえ、表現力の育成について具体的な手立てや評価方法を示した形の教材に修正・改善していく。PISA調査等でわが国の生徒の表現、特に無解答の多さが課題となって出ているが、今回は文字を媒介とした表現力に加え、多くの生徒が受け入れやすいイラスト等による表現力の育成についても合わせて考えていく。

2. 研究の目的

(1) 中・高等学校を対象とした、持続可能な発展SDに関する教材を開発・改訂する。科学技術を利害両面だけでなく、害発生後の処理から害発生のない過程へと、持続可能な方向に変化していることを意識させ、自ら判断・意思決定し行動に結び付けていく教材とする。

(2) SDの考え方を具体的に示す実験教材を開発する。

(3) 科学的表現力の育成を図る。開発教材では、新しい情報を得ることで、判断の変更を迫る内容を含んでいる。具体的な内容を基に、イラスト等も使って論理的な表現

力を育成する。

(4) アジア諸国と協働研究を進める。日本の教育現場での実践を示すとともに、他の国々と協働研究を進める。

3. 研究の方法

(1) 研究者、中・高等学校教諭、教育センター指導主事などからなる研究委員会を発足させ、研究方針の決定や検討、調査結果の分析などを行う。

(2) これまで準備してきた学習教材を検討し、SDの原理に対応した教材となるよう開発・改訂作業を進める。

(3) 並行して、これまで開発してきた教材を含め、アジア版としての形式に変えた教材の検討・改訂を進める。併せて、アジア各国で予備的に実践する。

(4) また、表現力育成の観点から、中・高等学校で生徒の学習履歴シートへの回答や発表、実験における生徒の討論の分析を実施する。

(5) イラストによる表現力に関する検討と準備調査を実施する。

(6) 中・高等学校用の実験教材をSDの観点から検討し、実験教材を開発する。

4. 研究成果

これまで、東京近辺に在住する委員を中心に毎月1回のペースで定例研究会を、全委員の集まる拡大研究会を4か月に1回のペースで開催した。また、アジア3か国に絞って開発教材の授業実践を行ってもらい、東京で国際ワークショップを開催した。さらに、酸素／二酸化炭素センサに関するワークショップを開催し、意見交換した。

(1) 学習教材の開発、改訂

中・高等学校理科における持続可能な発展の学習教材（以下、SD教材と記す）として、水を題材とし挿絵や図表を多く使って視覚に訴える形の教材と、新学習指導要領中学校理科の内容に加わるプラスチックを題材とした教材を新たに開発した。いずれの教材でも、その利用について持続可能な社会の観点から考えさせている。例えばプラスチック教材の学習後、生徒はプラスチックの有用性と問題点を知り、問題点の解決のためにさまざまな取り組みがなされていることを理解した。また、「SD教材の枠組み」の目標の一つである「科学者や技術者の努力を知り、科学技術に前向きな意識を持つ」観点からの記述が随所に見られた。

(2) センサを用いた実験等に関する実践

これまで開発してきた高精度で CO₂ 濃度と O₂ 濃度の時間変化を同時に計測できる CO₂/O₂ 計測システムを理科教育で活用する実験教材について、15 道府県の教育センター等指導主事から意見をいただき、さらに4道県の教育センターには CO₂/O₂ 計測システムを貸し出し、活用事例の研究と研修講座等での実践をし、研修に参加した多くの教員より教具として評価する意見をいただいた。学校への導入と実践を予定している。

(3) 組立ブロックを使った表現

ブロックを使って生徒が組み立てた構造物を図または絵、文章などで記録し、他の生徒がその記録から構造物を再現する活動に加え、伝えるための重要な点を生徒に考えさせる学習として、構造物を再現した後、どのように記録したらわかりやすかったか、体験を基に話し合いをさせ、相互評価表を用いて評価した。その結果、正確でわかりやすい伝達に必要な項目を生徒自らが見出すことができ、表現法の学習として有効であるとわかった。

(4) 海外での実践と協働研究

これまで開発した大気汚染対策教材と電気教材をマレーシアとフィリピン、韓国の3か国で実践し、活用できることが確認された。その際、SD の理念やSD教材としての枠組みは残して、電気教材の発電データなどの具体例が国や学校の状況に応じて変更されるなど適切な修正がなされていた。また、東京地区で国際ワークショップを開催し、各国での実践結果の報告やわが国での実践の視察をし、共通理解を深めた。さらに、アジア版として大気汚染対策教材にSDやGSCの理念を活用するワークシートを追加することについて検討し、それを採用することにして、今後各国で実践を行うなど協働研究を進めていくことを確認した。また、電気教材に各国での発電別の割合が異なることを比較考察するワークシートの追加についても検討している。

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 1 件)

- ① 高橋三男, 山内峯生, 羽鳥広範, 松岡 敏, 松原静郎「理科教育のための O₂/CO₂ 計測システム」東京工業高等専門学校研究報告書、査読無し、41(1), pp.83-90, 2010

[学会発表] (計 25 件)

- ① Mitsuo Takahashi, Norimichi Kawashima, Tetsuo Hori, Katsuhiro Yamamoto, Shousuke Teratani, Shizuo Matsubara, Kenichi Goto, “Development of O₂ and CO₂ measurement system for science education”, *The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies*, Hawaii, U.S.A., December 19, 2010.
- ② 松原静郎, 孔 泳泰, 後藤顕一, 野内頼一, 寺谷敏介「SD 理科教材開発の国際協働研究－韓国における成果と展望－」日本理科教育学会全国大会発表論文集第 8 号、p. 384、山梨大学、2010. 8. 8
- ③ 宮内卓也, 後藤顕一, 久保博義, 松原静郎「プラスチックを考える SD 理科教材の開発」日本理科教育学会全国大会発表論文集第 8 号、p. 134、山梨大学、2010. 8. 7
- ④ 後藤顕一, 鮫島朋美, 高橋三男, 松原静郎「レゴブロックの組み立て再現を利用した表現力育成の基礎的研究」日本理科教育学会全国大会発表論文集、7、p. 202、宮城教育大学、2009. 8. 18
- ⑤ 高野裕恵, 松原静郎, 堀 哲夫, 馬路英和「持続可能な発展を指向した水教材の開発と試行」日本理科教育学会全国大会発表論文集、6、p. 237、福井大学、2008. 9. 14
- ⑥ 野内頼一, 松原静郎, 高野裕恵, 寺谷敏介「電気教材のマレーシアでの実践」日本理科教育学会全国大会発表論文集、6、p. 236、福井大学、2008. 9. 14
- ⑦ 寺谷敏介, Manzano V. U., Andaya C. V., Buqueron S. S., 松原静郎, 「大気汚染対策教材のフィリピンでの実践」日本理科教育学会全国大会発表論文集、6、p. 233、福井大学、2008. 9. 14

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 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◇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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松原 静郎 (MATSUBARA SHIZUO)
桐蔭横浜大学・スポーツ健康政策学部・教授
研究者番号：50132692

(2) 研究分担者

堀 哲夫 (HORI TETSUO)
山梨大学・大学院教育学研究科・教授
研究者番号：30145106
高橋 三男 (TAKAHASHI MITSUO)
東京工業高等専門学校・物質工学科・教授
研究者番号：40197182

(3) 連携研究者

寺谷 徹介 (TERATANI SHOUSUKE)
東京学芸大学・名誉教授
研究者番号：60087533
山本 勝博 (YAMAMOTO KATSUHIRO)
茨城大学・教育学部・教授
研究者番号：60250263
後藤 顕一 (GOTO KENICHI)
国立教育政策研究所・教育課程研究センター・総括研究官
研究者番号：50549368

(H21→H22)

林 誠一 (HAYASHI SEIICHI)
国立教育政策研究所・教育課程研究センター・教育課程調査官
研究者番号：70562403

(H21→H22)

鳩貝 太郎 (HATOGAI TAROU)
国立教育政策研究所・教育課程研究センター・総括研究官
研究者番号：10280512

(H20→H21)

有元 秀文 (ARIMOTO HIDEFUMI)
国立教育政策研究所・教育課程研究センター・総括研究官
研究者番号：40241228

笹尾 幸夫 (SASAO YUKIO)
国立教育政策研究所・教育課程研究センター・教育課程調査官
研究者番号：90390575

(H20)