

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24日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700789

研究課題名（和文） 文系学部における持続発展教育型化学教育コンテンツの開発と教育実践的研究

研究課題名（英文） Development of chemical teaching materials in ESD for non-science majors course

研究代表者

山田 秀人（YAMADA SHUTO）

九州大学・基幹教育院・助教

研究者番号：30452791

研究成果の概要（和文）：

大学初年次における文系学生を対象とした持続発展教育(ESD)型化学教育のための教材開発を目的として、素材探査のための基礎的研究を行った。基礎的研究を基盤として教材を開発し、大学における試行を通じてその実用性を評価した。また、本研究で検討・開発した教材を用いて構成したいくつかのモデルプログラムを開発した。少人数を対象としたセミナー形式の講義を利用した教育実践的研究を通じてモデルプログラムの充実を図り、ESD型化学教育の実践を支援するための教材資産と実践事例を構築した。

研究成果の概要（英文）：

Aiming at developing chemical teaching materials for “Education for Sustainable Development (ESD)” at university, fundamental research works of seeking the possible materials were carried out. On the basis of the fundamental research, several teaching materials were developed, followed by the evaluations of this practical usefulness through trails at universities. Several model programs consist of the learning modules of presently developed teaching materials. Through educational practice in the workshop style at Kyushu University, the practical usefulness of the present chemistry model program for non-science majors was evaluated. By reviewing the details of the chemistry program and the results of educational practice, the roles of the respective learning activities in the class and laboratory for the knowledge acquisition, concept formation, and trainings of scientific skills and thinking are discussed for the further improvement of our chemistry program.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：化学教育

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：化学教育，ESD，実験教材，教材開発，教育実践

1. 研究開始当初の背景

急速な科学技術の発展に伴う資源の過剰利用とエネルギー消費，化学物質の合成や使用などで生じる有害物質による環境汚染等

の問題に加え，クローン技術等の生命倫理問題や食品に対する不安など，科学技術は，法や倫理といった社会的な側面に大きな影響をもたらすようになってきている。このよう

な問題に対する国際的な関心が高まる中、1992年の国連環境開発会議において、持続可能な開発についての国際的な取り組みのための行動計画として「アジェンダ21」が採択された。このアジェンダ21の中には、行動計画の一つとして持続可能な開発のための教育の重要性とその取り組みのための指針が示されている。このような教育と持続可能な開発に関する取り組みが世界的に行われる中で、2002年に開催された持続可能な開発に関する世界首脳会議において、わが国は「持続可能な開発のための教育(Education for Sustainable Development; ESD)の10年」を提案し、持続可能な開発に関する世界首脳会議実施計画に盛り込まれることとなった。

ESDの目標は、持続可能な開発のために求められる原則、価値観及び行動があらゆる教育や学びの場に取り込まれ、環境、経済、社会の面において持続可能な将来が実現できるような行動の変革であり、大学及び大学院においては、各分野の専門家を育てる過程でESDに関連した教育を取り入れる取り組みを促進することが推奨されている。このESDの目標を達成し、持続可能な開発を目指す社会における科学技術リテラシーを育成するためには、化学教育が重要な役割を担うと考える。

これまで、環境教育や開発教育などESDの対象となる種々の課題が、学校での学習内容、社会教育施設及び地域活動等において取り扱われてきている。しかし、諸学校における環境教育の学習内容を例に挙げると、その内容は環境問題に関連した化学物質や化学反応の理解を主としたコンテンツがほとんどである。ESDの目標を実現するうえでは、このような環境問題に関する知識の習得等の個別の取り組みだけではなく、様々な分野をリンクさせ、総合的に取り扱う教育的取り組みが必要であると思われる。また、科学技術者や科学技術者を目指す学生に対して、グリーンケミストリーを中心とした教育の取り組みが国際的に行われている。しかしながら、ESDにおいては、科学技術者のみならず、社会の構成者全員にグリーンケミストリーで提唱されるような人と環境にやさしい化学反応の基礎的理念を科学的素養の一部として習得させる教育的取り組みが必要であると考える。

2. 研究の目的

文系学生を対象としたESDの推進を目的として、化学の学問体系及び大学における教育体系の詳細な比較検討と、諸外国におけるESDについての資料分析をもとにして、ESD化学分野における教育内容の領域分けと教育コンテンツについて検討し、各授業時に導入実験及び学生実験として用いる実験教材

の開発に取り組む。また、種々の化学実験を導入した参加型、能動的学習型の授業展開を取り入れた学習指導について学生アンケートをもとにした分析評価を行う。

3. 研究の方法

(1)従来の大学基礎化学教育の学問体系及び文系学部における化学教育体系の比較検討と諸外国の文系学生を対象とした化学教育についての資料分析を行い、文系学生を対象としたESDにおける化学教育モデルプログラムについて検討する。また、(2)持続可能な開発を目指す社会の一員として必要な科学技術リテラシーを高めることを目的とした化学実験教材について検討・開発を行い、その利用について検討する。(2)で検討した実験教材を用い、ESDにおいて重視されている「多面的かつ総合的なものの見方を重視した体系的な思考力(systems thinking)」、「批判力を重視した代替案の思考力(critical thinking)」、「データや情報を分析する能力」、「コミュニケーションの能力」の向上を教育目標として設定したモデルプログラムの検討と、教育実践的研究を行う。学生の教育到達レベルについては、学生によるプレゼンテーションやディスカッションにより評価する。

上記(1)～(2)を通じて大学初年次における文系学生を対象とした科学教育科目にESDを導入するための具体的な方策を示すとともに、モデルプログラムの開発/教育実践的研究により教育実践的特色と有効性を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 文系学生を対象とした持続可能な開発のための教育(ESD)における化学教育モデルプログラムの検討

従来の大学基礎化学教育における化学の学問体系及び文系学部における化学教育体系の比較検討と諸外国の文系学生を対象とした教養科目及び化学教育(特に、環境教育、グリーンケミストリー教育)についての資料分析をもとにして、文系学生を対象としたESD化学教育における教育項目を検討した。また、持続可能な開発に関する取り組みにおける目標の一つである「持続可能な開発を目指す社会における科学技術リテラシーの育成」をESDにおける化学教育モデルプログラムの目標として設定した。これらをESDにおけるモデルプログラムとして提案し、本学において教育実践的研究を行った。

教育実践的研究において実施した学生アンケート結果及び課題レポート等から、本研究で検討した化学実験を導入した参加型、能動的学習型のモデルプログラムは、化学的知識の定着だけではなく、批判的思考など科学リテラシーの基盤となりうる力の涵養に有

用であることが明らかとなった。

(2)大学教養科目における持続発展教育型化学教育のための実験教材の開発と教育実践的研究

①導電性高分子の合成実験

導電性高分子の電気化学的合成は、電気化学や高分子化学等の様々なテーマを包括した大学一般化学における適切な実験教材として期待される。これまでに、導電性高分子の電気化学的合成を取り扱う様々な実験教材がいくつか提案されている^{1,2)}。本研究では、ポリピロール(PPy)、ポリチオフェン(PTh)等の導電性高分子の電解重合反応を電極にステンレス板を用いた簡単な実験を行う場合の電気化学的な特性と条件について検討した。また、ドーピング前後の高分子の吸光度とその理論計算の結果を比較する実験についても検討を行った。

PPyの合成ではドーピング剤にDBS-NaをPThの合成では、LiClO₄を用いた場合に均一な高分子膜が得られた。生成した高分子膜の物質量は、モノマーから誘導されるポリマー単位形成の半反応式より求めた計算値とよい一致を示した。ドーピング状態のPPyの電気伝導性 κ_{PPy} は、 0.04 S m^{-1} であり、報告されている値と同様の値を示した。生成した高分子膜の可視吸収スペクトルは、幅広いが一定の吸収ピークを示し、電気化学的ドーピング・脱ドーピング時に観察される膜の色を反映する結果が得られた。また、理論計算より求めた遷移波長についても、可視吸収スペクトルの吸収波長とよい一致を示した。以上の結果から、ステンレス板を電極に用いた簡単な実験方法により電気化学的ドーピング及び脱ドーピングしたPPy及びPThを合成でき、その吸光度を測定することによりそれぞれの状態の色の変化を確認できることがわかった。また、簡便な理論計算で、ドーピング・脱ドーピングによる色の変化を再現できることがわかった。

②玩具用カプセルを用いた分子模型の作成

自然科学の授業において、抽象的概念を具体的な事象に無理なくつなげながら探究し、問題解決を図ることは重要な課題である。例えば物質を構成する原子や分子の構造、分子内および分子間に作用する力は、学生にとっては抽象的であるため、分子模型などの具体的なモデルを取り入れることが理解を促進する手段として効果的であると考えられる。これまでに、市販の分子模型以外にも発泡スチロール球を用いた安価な分子模型が提案されているが、分子間にはたらく相互作用を学生に想起させるような分子模型の例はほとんどみられない。

本研究では、水の極性および水素結合を中

心に、物質の粒子的概念と分子内および分子間に働く結合の理解を促進することを目的として、水分子模型の開発と文系学生を対象として分子模型を用いた学習活動を取り入れた教育実践を試みた。

分子模型を用いた学習活動として、水の水分子模型を組み合わせたクラスターの作成および砂糖水と食塩水中の水分子の状態の違いの考察を行った。講義後の学生の感想では、分子模型を用いて個人またはグループで学習を進めることにより、水分子同士の相互作用やイオンへの水和など水溶液中の水分子の振る舞いについて理解が進んだという意見が多くみられた。



図1 作成した水分子模型

③モデルプログラムの検討

本学開設授業科目のうち、平成21年度「少人数セミナー」(前期、後期)を教育実践的研究のための授業時間として設定し、(1)のESDにおける化学教育モデルプログラムをもとにして、授業内容と構成について検討した。基本的な授業形態として、実験と講義及び学生相互のディスカッションを織り交ぜた参加型の授業展開を設定した。受講学生のレポート及びアンケートをもとにして、大学基礎化学教育及び文系学部の教養科目にESDを導入したことによる効果について分析評価を行った。

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)

[学会発表] (計6件)

- ① 山田秀人, 「文系学生を対象とした自然科学科目における探求学習型プログラムの検討」, 第18回大学教育研究フォーラム, 2012.3.15, 京都市
- ② 山田秀人, 「文系学生の科学リテラシー育成を目的とした自然科学実験教材の検討と教育実践」, 第60回九州地区大学一般教育研究協議会, 2011.9.9, 佐賀市
- ③ 坂井悠, 「玩具用カプセルを用いた分子

模型の開発」, 2011 年日本化学会西日本大会, 2011.11.13, 徳島市

- ④ Shuto YAMADA, “Introductory Chemistry Program Including Lab Activity for Non-science Majors Course in General Education at University”, The 4th NICE Symposium, 2011.7.26, Seoul (Korea)
- ⑤ Shuto YAMADA, “UV-Vis absorption and electric conductivity of conducting polymer: A laboratory activity in general chemistry course at university.”, PACIFICHEM 2010 (The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies), 2010.12.19, Hawaii (USA)
- ⑥ 山田秀人, 「一般化学における導電性高分子の電解重合実験と特性評価」, 日本化学会第 90 回春期年会, 2010.3.28, 東大阪市

6. 研究組織

(1)研究代表者

山田 秀人 (YAMADA SHUTO)

九州大学・基幹教育院・助教

研究者番号 : 30452791