

平成22年 5月28日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）
 研究期間：2008 ～ 2009
 課題番号：20800010
 研究課題名（和文） 創造的な理科教員養成を目指した教授学的内容知識の発達支援カリキュラムの開発と評価
 研究課題名（英文） Development and Evaluation of a Teacher Education Curriculum to Support Pre-service Science Teachers' Understanding of Pedagogical Content Knowledge
 研究代表者
 出口 明子（DEGUCHI AKIKO）
 宇都宮大学・教育学部・講師
 研究者番号：70515981

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、理科の教員養成における創造的人材育成を目指して、創造的リフレクションを支援する学習支援システムの導入を通して PCK の発達を促進するカリキュラムを開発し、評価することであった。理科の教員養成における創造的人材育成を目指したカリキュラムに関わる理論的検討を行った上で、ESD をテーマに、リフレクションを支援するソフトウェアを導入した創造的な理科教員養成のためのカリキュラム開発を行い、実施した。その結果、本研究で開発したカリキュラムは ESD というテーマのもとにおいて、理科系教員養成課程に所属する大学生・大学院生にとって、創造的なリフレクションを通して問題解決を行うことを支援するものであったことが示された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop and evaluate a curriculum for pre-service teacher training in undergraduate and graduate school, which has following features; (a) support students' productive thinking and problem solving skills, (b) uses a software supporting students' productive reflection. To achieve this purpose, we made a theoretical review and developed a new curriculum. From the results of several practical evaluations, it can be said that, the curriculum developed in this study was effective for students to develop their problem skills through productive reflection.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,370,000円	411,000円	1,781,000円
2009年度	1,200,000円	360,000円	1,560,000円
年度			
年度			
年度			
総計	1,570,000円	771,000円	3,341,000円

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：理科教員養成・教授学的内容知識・リフレクション・ソフトウェア

1. 研究開始当初の背景

科学教育分野における教師教育において、PCK の重要性に注目が集められてきている。PCK とは、教師が有するべき「教授に関わ

る知識」のことであり、近年、「教育内容に関する教師自身の知識」「学習者に関する教師の知識」「教授法に関する教師の知識」といった教授に関わるいくつかの知識について

て、理論的・実践的な研究が進められている。例えば、科学教育において世界的にもっとも権威のある学会である NARST (National Association for Research in Science Teaching) では、近年集中的に議論が行われてきている。

PCK に関わるこのような動向は、教師が教科の専門知識だけではなく、教科を教えるための専門知識を身につけることの必要性を再認識させるものであり、時代に即応した教育を実現していくためには、その時代状況に適した新しい専門的知識が必要であることを指摘していると言える。

一方我が国においても、PCK に関する議論が起り始めている。例えば山口・稲垣 (2007) は、「理科教師の専門性を向上させるための教育プログラムのデザイン原則」を提案しており、理論的な検討に着手している。また理科教師の PCK に関する実践的な研究として、中山らは、理科教師の成長を評価する際に PCK の枠組みを用いている。しかしながら、我が国における現在の PCK についての議論はまだ始められたばかりであり、今後、理論的・実践的な取り組みが展開されていく必要があると言える。

翻って国内の教育政策にも目を向けると、教員の資質向上を目指した教師教育の改善が求められていることがわかる。例えば、中央教育審議会答申「教育振興基本計画について～「教育立国」の実現に向けて～」(2008年4月)では、今後5年間で特に重点的に取り組まれるべき事項として、教員の資質向上を目指した実践的指導力の育成のための教員養成課程の改善が挙げられている。

このような動向の中でも特に科学教育に着目すると、日本学術会議の要望書「これからの教師の科学的教養と教員養成の在り方について」(2007年6月)では、学部・大学院の教員養成課程において、科学的教養や実践的指導力を育成するための教育の充実が必要であるとされている(5)。さらに、科学技術・学術審議会人材委員会の第三次提言「科学技術と社会という視点に立った人材養成を目指して」(2004年7月)では、科学技術の専門分野において、特に知を創造・活用し、社会の持続発展を支える人材の育成、創造的人材育成に注目が集められてきているのである。

国内外における以上のような動向を踏まえると、科学教育における創造的な人材育成が求められている現在の教育において、創造的な理科の教員養成に必要な PCK が何であるかを考究し、その成果を踏まえて科学教育における教師教育カリキュラムを構築することが、今後求められる研究のひとつであると言えることができる。しかしながら、国内外の研究において科学教育の PCK に関する

研究は前述の NARST 等でも報告されてきているものの、「創造的人材育成」の視座から理科教師の資質向上を目指す取り組みとしての PCK の発達支援といったアプローチは、いまだなされていない。

ところで申請者は、学習者の創造性の育成を目指した取り組みとして、「創造的リフレクション」を支援する学習支援システムの開発研究を行ってきている(平成18年度～19年度特別研究員奨励費による研究)。創造的リフレクションとは、学習プロセスにおける自らの思考プロセスと他者のプロセスとの比較を行い、それらの関連性・相違点を吟味することを通して学習課題のより深い理解を促進し、次の学習課題の創造を喚起することである。このシステムでは、自らの思考過程を概念地図として表現し、その作成プロセスと他者の作成プロセスとの比較をより正確に、より効果的に行うことを支援しており、これまでに実験的な評価を通して創造的リフレクション支援への有効性が検証されてきている。

2. 研究の目的

本研究では、前述の議論を背景として、理科の教員養成における創造的人材育成を目指して、創造的リフレクションを支援する学習支援システムの導入を通して PCK の発達を促進するカリキュラムを開発し、評価する。具体的には、教員養成課程の学部講義「理科教材論」及び「理科授業論」において、受講生が小中学校理科の教授・学習内容に関わる知識や概念をシステムを利用して概念地図上に整理し、他の受講生が作成した概念地図の作成プロセスとの比較を通して、PCK の獲得や理解を促進するものである。

3. 研究の方法

本研究は、平成20年～平成21年度の2ヶ年に渡って以下の方法で実施した。なお、本研究のカリキュラム開発にあたっては、近年理科における教師教育が抱える課題のひとつである ESD (Education for Sustainable Development) を指向した科学教育に焦点を当てている。

(1) 平成20年度

平成20年度は、創造的な理科教師の育成を目指した PCK の発達支援カリキュラムを開発する準備段階であった。第1フェーズ(2008年4月～6月)は理論的検討として、科学教育、教育工学、教師教育の研究分野における国内外の論文・著書等を調査した。第2フェーズ(7月～9月)はカリキュラム試案の開発、及び創造的リフレクション支援システムの良・機能拡張を行った。システムについては、大学生向けのインターフェイス改良を行

った。続いて第3フェーズ（10月～12月）ではカリキュラム試案を導入した実践授業「理科教材論」を実施した。授業は研究代表者が実施するとともに、授業の様子をビデオカメラ等で記録した。画像・映像記録のほか、システムの履歴データ等を蓄積した。さらに第4フェーズ（2009年1月～3月）では実践授業において収集したデータ分析を行い、成果のまとめ、及び公表を行った。

(2) 平成21年度

平成21年度は、創造的な理科教師の育成を目指したPCKの発達支援カリキュラムを開発する実践・総括段階であった。第5フェーズ（2009年4月～6月）では、前年度のカリキュラム試案の改善を行った。また、前年度の実践における成果をもとに、システムを利用した学習者の創造的リフレクション支援における有効性を検討した。第6フェーズ（7月～9月）では、改善版カリキュラムの予備的調査として学部講義「初等理科教育法」に短期的に導入し、カリキュラムの改善部分についての評価を行った。第7フェーズ（10月～12月）では大学院授業「理科教材論」において、改善版カリキュラムを本格的に導入した実践授業を実施した。この授業実践においても、授業は研究代表者が実施するとともに、授業の様子をビデオカメラ等で記録した。画像・映像記録のほか、システムの履歴データ等を蓄積した。そして第8フェーズ（2010年1月～3月）では実践授業を評価するとともに、2年間の研究の総括的考察を行った。

4. 研究成果

本研究における成果について、創造的な理科教師の育成を目指したPCKの発達支援における理論的検討、支援システムの開発・改良、及びカリキュラム実践の3点について以下に報告する。

(1) 理論的検討の成果

創造的な理科教員の育成を目指す上で、教師教育が抱える現代的課題のひとつに、ESDを指向した科学教育において、教師がその趣旨を理解し、その課題について実践的に取り組むための知識やスキルを養成することが挙げられる。

そうした中で、科学教育の立場からESDを指向した実践的な研究としてより実現可能性の高いものとしては、環境教育的観点からのアプローチによるものと考えられる。持続可能な開発を実現する社会と環境問題への取り組みは切り離して考えることができないものであり、そのような環境問題への取り組みは、科学教育が担うべき課題のひとつであると認識されているからである。実際に、環境教育に関する研究は旧来から確立されているものであり、近年では教師教育の

分野でも見られるものである(e.g. Yang, 2007)。

しかしながら、国連が定めているThe goal of the United Nations Decade of Education for Sustainable Development (UNESCO, 2008)によれば、ESDは持続可能な開発に関する3つの重要な領域として、「社会」「環境」「経済」を提示しており、これらの領域の統合的な取り組みが目指されている。すなわち、科学教育においては、環境の側面だけでなく、3つの領域の包括的な視座からのアプローチが求められているとすることができるのである。

(2) 支援システムの開発・改良

前述のように、社会的にも方策が模索されている課題に取り組むための手段として、創造的な思考を支援するためのソフトウェアを導入する。ソフトウェアは、研究代表者が従来から開発を行ってきた「再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア」をベースのシステムとして採用する。

このソフトウェアは、コンセプトマップの形式で学習者の思考を外化させ、それに基づいた創造的なリフレクションを支援することができる。具体的には、コンセプトマップの作成過程、つまり自らの思考のプロセスをベースとした自己内リフレクション、さらには自らの思考プロセスと他者の思考プロセスを比較する他者間リフレクションを支援するものである(図1)。

このようなリフレクションを通して、学習課題へのより深い理解と、学習課題についての創造的な思考を支援することがこれまでに明らかにされている(e.g. Deguchi et al., 2008)。このソフトウェアを導入することで、社会的にも未だ具体的な方策が模索されている課題について、将来理科の教員を目指す大学生・大学院生の思考が支援されると考えられる。

(3) カリキュラムの実践

前述の支援システムを導入して、理科系教員養成課程に在籍する大学生・大学院生を対象としたカリキュラムを開発して実践した。

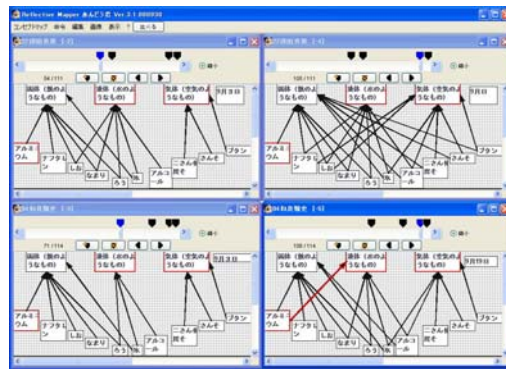


図1 ソフトウェアのインターフェイス

以下では、その実践事例を報告する。

①対象

教育系大学院の院生 13 名（男子 7 名，女子 6 名）であった。

②授業展開

まず、第 1 フェーズでは、ESD の概要や成り立ちの経緯について知り、理解を深めることを目的とした活動を設定した。学生たちは資料をもとに、ESD の概要と、それと理科教育についての現時点での考えを紙ベースのコンセプトマップに表した。その後、グループをつくり、マップの作成やリフレクションを行った。第 2 フェーズでは、ESD についての先行実践事例を調査したり、調査内容を元に前述のコンセプトマップを修正する活動を行った。第 3 フェーズでは、ESD について学んだ概念や先行事例をもとに、これから理科教育が果たせる役割、自分が教師になったときにできることを提案した。

③結果

図 2 には、1 つのグループで作成したマップの事例を示している。学習前の学生たちの考えにおいては、ESD を指向した理科教育において、社会・経済・環境という ESD の基盤となる領域と理科教育との関連や、それら 3 つを統合的に捉え、実践していくための方策として、具体的にどうすればよいかの見通しが立っていなかったが、授業後のマップにおいては、これらのラベル間にリンクが作成され、統合的に考慮した上で解決策についての議論が展開されていた。

また、受講生らを対象とした授業後のアンケートにおいて、受講生らは、本システムを導入したカリキュラムの受講を通して、ESD の理解が深まったこと、この課題に対して将来理科教員としてどのように取り組んでいくかについて考えることができたと評価していた。

(4) 成果と今後の展望

このような複数の授業事例から、本研究で開発したカリキュラムは、ESD というテーマ

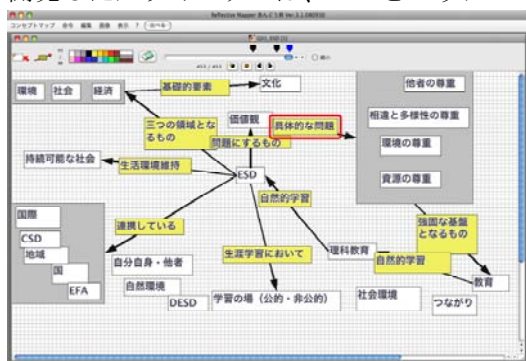


図 2 受講生が作成したコンセプトマップのもとにおいて、理科系教員養成課程に所属する大学生・大学院生にとって、創造的なり

フレクションを通して問題解決を行うことを支援するものであったことが示された。この研究における成果は、教師教育に関わる国際学会 (SITE 等) に審査付き学術論文に採択されていることなどから、国際的にも意義があるものと言える。今後の展望としては、ESD というテーマに限らず、創造的な人材育成という観点から理科系教員養成におけるカリキュラム開発を展開していくことが考えられる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

Deguchi, A., Inagaki, S., Nogami, T. (2009). Development of A Teacher Education Curriculum to Support Pre-service Teachers' Understanding of ESD-oriented Science Education Using A Concept Mapping Software, Proceedings of International Conference of Society for Information Technology and Teacher Education 2009, [CE-ROM], Charleston, SC, USA, March 2-6, 2009.

Deguchi, A., Funaoi, H., Yamaguchi, E., & Inagaki, S. (December, 2009). Reflective mapping software for supporting reflection through comparing with other learners' thinking process. Kong, S. C., Ogata, H., Arnseth, H. C., Chan, C. K. K., Hirashima, T., Klett, F., Lee, J. H. M., Liu, C. C., Looi, C. K., Milrad, M., Mitrovic, A., Nakabayashi, K., Wong, S. L., Yang, S. J. H. (eds.). Proceedings of International Conference on Computers in Education 2009, Hong Kong, 356-360. [CD-ROM].

出口明子・舟生日出男・山口悦司・稲垣成哲 (2009) 「思考プロセスにおける差の吟味に基づくリフレクションを支援するソフトウェアの開発」『人口知能学会第 56 回先進的学習科学と工学研究会資料』、pp. 39-44.

[学会発表] (計 1 件)

出口明子・稲垣成哲 (2008. 11. 29) 「持続可能な開発のための教育を指向したカリキュラムの開発：理科の教員養成課程における取り組み」『平成 20 年度日本理科教育学会近畿支部大会講演要項集』、p. 75., 神戸大学.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

出口 明子 (DEGUCHI AKIKO)
宇都宮大学・教育学部・講師
研究者番号：70515981