

令和元年6月3日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H01768

研究課題名(和文) ASEAN共生時代の科学技術教員のためのリカレント教育プログラムの開発と評価

研究課題名(英文) Development and evaluation of a recurrent education program for science teachers in the ASEAN symbiosis era

研究代表者

藤田 剛志 (Takeshi, FUJITA)

千葉大学・教育学部・教授

研究者番号：90209057

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,000,000円

研究成果の概要(和文)：グローバルな視点を持って科学技術の諸教科を指導することのできる教員を養成するためのリカレント大学院教育プログラムを開発し、開発したプログラムの有効性をアクション・リサーチの手法を用いて検証した。リカレント教育プログラムは教員ラボ、生徒ラボ、ASEANラボの3種類のプログラムから構成される。教員ラボでは、イオン液体の不思議など、科学技術の最新のトピックを取り上げ、現職教員の科学的知識・技能を向上させた。生徒ラボでは、物質の同定に関する教材を開発し、課題解決的な学習指導法を行い、その有効性を検証した。ASEANラボでは、探究的授業の実践を通してグローバル・リーダーとしての能力の向上が見られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の実施によって、日本の科学技術教育を支えるグローバルな視点を持ったリーダーとして活躍することができる科学・技術教員を育成するためのリカレント教育プログラムを開発し、その有効性を検証することができた。この研究成果は、日本とASEANの科学技術分野で活躍することのできる優れた人材を、国家を超えて協働で輩出するシステムの礎を構築することにつながるものである。本リカレント教育プログラムの実施自体が、ASEANとの科学技術教育分野における教育的交流のさきがけとなり、日本とASEAN双方の文化的、かつ経済的な発展に大きく貢献するものであった。

研究成果の概要(英文)： We developed recurrent education programs in graduate school to train the teachers who could instruct subjects of science and technology with a global viewpoint and investigated the effectiveness of the programs that we developed using the methods of the action research.

The recurrent education program is comprised of three kinds of programs of teacher laboratory, student laboratory, the ASEAN laboratory. In the teacher laboratory, we took up the latest topics of science and technology, for example the wonder of the ion liquid and improved the scientific knowledge and skills of the incumbent teacher. In the student laboratory, we developed the teaching materials about the identification of the material and investigated the effectiveness of the lesson of problem solving.

研究分野：理科教育学

キーワード：教員養成 リカレント教育 科学教育 国際協力 グローバル化

1. 研究開始当初の背景

我が国を支える科学技術産業の基盤は、ASEAN に急速にシフトしている。我が国の持続的発展には ASEAN の発展が不可欠であり、その根底には科学技術産業のグローバル化、すなわち国境を越えた科学技術分野の発展がある。将来に渡り、我が国が科学技術の先進性を確保するためには、グローバルな観点に立った科学技術教育が重要な役割を果たすことは間違いないだろう。

しかし、我が国の科学技術教育分野のグローバル化は遅れている。地域の教育委員会等も教育のグローバル化への急速な対応が迫られており、グローバルな視点を持って、児童・生徒を指導できる教員の養成が大きな課題となっている。この課題に応えるためには、教員養成系大学院において、社会のグローバル化に対応して常に学び続け、実践的指導力を向上し続ける教員を養成するシステム作りが強く求められる。

千葉大学教育学研究科は、平成 24 年度より文部科学省「大学の世界展開力強化事業（ツインクルプログラム）」をスタートさせ、グローバル時代の教員養成に取り組んできた。この学術的な研究成果に基づき、取り組んできたのが、本研究「ASEAN 共生時代の科学技術教員のためのリカレント教育プログラムの開発と評価」である。

2. 研究の目的

本研究は、グローバルな視点を持って科学技術の諸教科を指導することのできる教員を養成するために、現職教員を対象としたリカレント大学院教育プログラムを開発することを目的とする。これは、現職の科学技術系教員が最新の科学技術を体系的かつ体験的に理解し、グローバルな観点で科学技術教育を改革・実践することができる能力を習得するための科学教育プログラムを構築する試みである。さらに、科学技術教育の分野において、ASEAN と日本が協働して人材の発掘と育成を行うための基盤作りでもある。大学院修士課程に社会人入学をした科学技術教育関連の教員（以下、現職院生）を対象としたリカレント教育プログラムを開発し、その有効性をアクション・リサーチの手法を用いて、実証する。

リカレント教育プログラムは、3つの学習プログラムから構成されている。第一に、現職院生の教材開発力を向上させるための学習プログラムである。研究代表者らはこのプログラムを、教員用「ラボ on the デスク」(以下、「教員ラボ」)と名付けた。現職院生は、「教員ラボ」を活用し、科学技術に関する学び直しを行うことを通して、自らの教材開発能力を向上させる。第二に、自然の事物・現象について、児童・生徒が学習するためのプログラムである。このプログラムを、生徒用「ラボ on the デスク」(以下、「生徒ラボ」)と呼ぶ。現職院生は、学部からストレートに進学した院生と協働して「生徒ラボ」を開発する。学習プログラムの開発を通して、学習指導の際の留意点等について学び直しを行い、実践的指導力の向上を目指す。第三に、ASEAN の生徒向けの「ラボ on the デスク」(以下、「ASEAN ラボ」)である。日本の中・高校生向けに開発した「生徒ラボ」を、現職院生は ASEAN の教員に紹介し、実際の授業で活用してもらう。さらに、現地の大学教員や中・高校教員とのディスカッションを通して、「ASEAN ラボ」を評価する。

3. 研究の方法

上述の目的を達成するために、第1段階ではツインクルプログラムの成果を踏まえ、「教員ラボ」を新たに開発する。第2段階では現職院生と大学院生が、自然の事物・現象に関する生徒の疑問を汲み取り、その疑問を解決するための「生徒ラボ」の開発を行う。第3段階は、日本の中・高校生向けに開発した「生徒ラボ」をもとに、ASEAN の現地の中・高校生の学習状況に即した「ASEAN ラボ」の開発を行う。ASEAN 現地での実践授業を通して、開発したプログラムの形成的な評価を行う。

教員ラボの開発手順は次の通りである。すなわち、(1)地域の教育委員会等との連携体制の構築、(2)アクティブ・ラーニングを主体とする教育プログラムの開発、(3)個人独立型実験実習装置「パーソナルデスクラボ(PDL)」を活用した「教員ラボ」の開発、(4)プロジェクトベースドラーニングの活用である。

「生徒ラボ」の開発にあたっては、学習者の興味・関心をよく観察し、学習者に科学技術の魅力を感性的に訴えることのできるプログラムの内容と構成を追究することが重要である。「生徒ラボ」の開発手順は、次の4つの過程を経て行われる。すなわち、(1)研究テーマの設定、(2)PDL を活用した「生徒ラボ」の開発、(3)観察力と解析力の向上、(4)発表支援（英文ポスター作成、海外発表含む）、である。

現職教員は、「教員ラボ」「生徒ラボ」の開発に主体的、体験的に取り組むことを通して、グローバル・リーダーとしての自覚を強くする。そして、「ASEAN ラボ」を実践することにより、「考え出す教育」を体得し、グローバル・リーダーとしての資質を向上させる。「ASEAN ラボ」の開発に当たっては、ASEAN の教育研究者と共同研究を行い、ASEAN 諸国の視点を十分に取り入れたプログラムを開発する。

4. 研究成果

(1) 教員ラボ

教員ラボ用のプログラムとして多くの教材を開発した。ここではその中から代表的な2編(マ

イクの作製，イオン液体の不思議)を研究成果として挙げることにする。

マイクの作製

中学校理科でのものづくり活動として，磁界による電流への力を学んだあとに，簡単なモーターやスピーカーづくりが教科書に掲載されている。簡単なスピーカーとしては，紙コップの底に円板状フェライト磁石を貼り付けて，その円周に沿って内径がこの磁石よりやや大きな巻き線コイル(20巻き程度)を配置し，それにプラグをつけたものが良く紹介されている。このスピーカーは中学校技術科の教科書に同じものが掲載されてもいる。理科ではこれがエネルギー変換の例として取り上げられ，マイクとしても使えることも示されている。

しかしながら，教育学部で理科教員を目指す学生数人に聞いた範囲では，材料も構造も簡単なものでありながら，実際にこのようなものづくりをした経験を持つものがいなかった。紙コップを含む図示によりおよその材料スケールが把握できるものの，経験により把握されることとして，磁石の重さやコイルの重さ，紙コップの底面の弾性に関する感覚がないと，細かな設計が示されないものを作ってみる意欲が湧き難いことが考えられる。

そこで，教員ラボの教材として，これに類する取り組みを提案し，教員がこれらの活動を自発的に行うことを期待して，コンデンサー・マイクの作製に関する教材を開発した。この作製作業ははんだ付けの経験次第では困難を伴うものであるが，高校生向け実験講座としてははんだ付けの経験のほとんどない生徒にも作業させ，現場での修理等に対応することで既に数年実施したものがベースになっている。作業としては2時間半くらいの時間の内に，完成した自らのマイクをアンプ内蔵型スピーカーに接続しテストで完成を確認できる受講生の割合は，近年では9割にまで増加した。

イオン液体の不思議

近年，イオンからなる物質であるが常温で液体状態をとるイオン液体が着目されている。高校教科書や Web サイト上の教師向けの情報誌にもトピックとして取り上げられるようになった。イオンからなる物質は，高校でも学習するとおり，結合が強く融点が高いことが知られている。イオン液体と呼ばれる物質は，陽イオンと陰イオンのみからできている物質でありながら，常温付近で液体である特異な性質の物質で，常温溶融塩とも呼ばれている。そのため，リチウムイオン電池の電解質溶液候補としても研究が行われている。

ここでは，教員ラボとして，近い将来に研究の成果が実生活に活用されるイオン液体について，高校生に基本的な性質を理解させるための実験教材を開発した。開発したプログラムに基づく授業を高校生に実施したところ，次のような感想が得られた。すなわち，「イオン液体は水や有機溶媒にない性質があり，今まで見たことのない反応が見られておもしろかった。イオン液体が活用されるのが楽しみだと思った。イオン液体は今日初めて聞いた言葉だったので，今日使ったイオン液体以外にもどんなものがあるのか興味が湧いた(高校1年 女子)」「熱にとっても強く，極性があるなど，さまざまな性質があるイオン液体にとっても興味をもった。もっとイオン液体を使った実験をしてみたいと思った(高校1年 男子)」である。これらの感想から，イオン液体は生徒の興味・関心を引き付ける重要な素材であることが示唆された。

(2) 生徒ラボ

生徒ラボとしては，中学1年生の「身の回りの物質」と小学校5年生の「植物の花のつくりと実や種子」を事例として授業を実践し，その評価を行った。

① 身の回りの物質

科学的な思考力を育成するために強調されたのが，自然の事物・現象の中に問題を見出し，目的意識をもって観察・実験を主体的に行い，課題を解決する探究的な学習活動，すなわち課題解決学習であった。本研究では，中学校1年生の単元「身の回りの物質」を題材として，生徒ラボとして，課題解決学習を計画し，科学的知識や実験のデータを根拠として，生活に応用して考えさせることのできる授業を実践した。そして，課題解決学習を取り入れた授業が，生徒の科学的な思考力を向上させることができるか，その有効性を検証した。

科学的な思考力を育成するためには，課題解決学習において，アーギュメントを取り入れ，結果と考察を分けて考えさせたり，ホワイトボードを活用し，根拠となる情報や意見を視覚化し，話し合い活動を促したり，日常生活に関連付けて課題を解決する方法を考えさせることが重要である。この仮説を検証するために，探究レベルの異なる2つの授業を計画し，検証授業を実験群と統制群において実施した。検証授業前後の科学的な思考力の平均得点を統計的に分析したところ，課題解決学習に，アーギュメントやホワイトボードを活用することが，科学的な思考力の育成に，特に現象を説明する力の育成に有効であることが示唆された。日常生活に関連付けて課題を解決する方法を生徒に考えさせることが科学的な思考力の育成に有効であるかどうかについては，数量的な分析からでは明らかにすることができなかった。しかしながら，ワークシートの記述を分析したところ，課題を日常生活に関連付けることによって，生徒は獲得した知識に基づき，主体的に実験を計画することができるようになることが示唆された。

植物の花のつくりと実や種子

子どもたちに，理科を学ぶことの意義や有用性を実感させたい。この思いは，日々の実践の中でいつも感じる願いである。しかしながら，子どもたちは，理科の学習が日常生活や実社会と結びついていることに気づいていない。意識すらしていない子どもも多い。どうすれば，理

科の学びが日常生活や実社会と関連していることを子どもたちに実感させることができるのだろうか。

この問題を解決するために、身近な地域の素材を用いて、理科の学びと日常生活や実社会とのつながりを子どもたちに気づかせることができる差し込み教材を開発し、授業実践を通して、子どもたちに理科の学びの意義や有用性を実感させ、学習意欲を高めることを目指した授業を計画した。

具体的には、小学校5年生の「植物の花のつくりと実や種子」について、品種改良をキーワードとして、理科の学びと社会とを関連づける差し込み教材を作成した。開発した教材の有効性を検証するために、検証授業を行った。その結果、開発した差し込み教材を活用した授業を実践した実験群の子ども達は、教科書の記述に従ったこれまで通りの授業を行った統制群の子ども達よりも、理科の学びの意義や有用性について実感を伴った理解をしていることが明らかにされた。

(3) ASEAN ラボ

ASEAN ラボとは、日本の児童・生徒向けに開発した「生徒ラボ」をASEANの児童・生徒向けに改善し、それをASEANにおいて実践し、現地の大学教員や中・高校教員とのディスカッションを通して、グローバル・リーダーとしての資質・能力の向上を図ることを目指したプログラムである。アクション・リサーチの手法を用いて、電気抵抗の違いを色で可視化する簡易実験を改善する過程を分析した研究と未知の白い粉末を同定するという探究活動を実践し、授業評価を行った研究成果について取り上げる。

① 電気抵抗の違いを可視化する実験

本研究は、電気抵抗の差から内部の物質を可視化するプロセス・トモグラフィー(PT)法の仕組みを、シンガポールの第10学年の生徒に理解させるために開発した授業について、現地の理科教育学を専門とする教員や学生との授業検討会を通して、派遣前の授業案が理科教育学の知見を生かしてどのように改善されたのかを明らかにすることを目的としたものである。

具体的には、現地のカウンターパートと対話しながら、学習内容の本質をよく理解することで生徒を引きつけることの重要性に気づき、授業を振り返って改善を繰り返し、現地の生徒にもわかりやすい理科授業に改善することができた。本研究では、シンガポールでの1ユニットの理科授業改善過程を報告したに過ぎず限界もあるが、単に英語で授業をして満足するのではなく、学生・院生が主体的・対話的な深い学びを通して、学習内容・カリキュラム・文脈・真正の課題などについての理科教育学の知見を生かして理科授業を改善することの重要性が示唆された。

未知の白い粉末の同定

本研究では、我が国の理科の学習指導法を特徴づける探究学習を取り入れた理科授業を、フィリピンの中学生に実践することができるか、探究学習を取り入れた理科授業をフィリピンの生徒はどのように評価するのかを、アクション・リサーチの手法を用いて検証することを通して、グローバル・リーダーとしての資質・能力を備えた理科教員養成プログラム開発のための示唆を得ることを目的とした。

具体的には、日本の中学校第1学年の第1分野、「身の回りの物質」における「白い粉末の区別」を取り上げた。砂糖や食塩、小麦粉などの白い粉末は、金属の場合のように密度を測定し、区別することは難しい。そこで、加熱するなどによって、共通する性質や固有の性質に気付かせ、白い粉末を同定するための知識・技法を習得させる探究活動を実施、この探究活動を通して得られた知識・技法を活用して、「未知の白い粉末」を最も効率的に同定する実験手順を考えさせる課題に取り組みさせた。

実践授業を担当した現職教員は、これまで英語で理科の授業を行った経験がなく、海外での英語による理科授業を実践することに大きな不安を持っていた。そこで、生徒との英語によるコミュニケーション不足を補うために、学習指導法にいくつか工夫を試みた。第一に、パワーポイントとワークシートを積極的に活用したことである。第二に、生徒がすでに学習した内容をどの程度理解しているかを診断するために、問題形式で考えさせる形成的評価を授業に取り入れた。3ヶ月間の準備期間を経て、ASEAN ラボの授業を実践したところ、本授業を通じて、授業担当者は、大きな達成感・充実感を得ることができた。海外での授業実践において、もちろん英語は欠かせない。しかし、IB(国際バカロレア)の学習者像が端的に示しているように、好奇心を持ち、自ら考え、信念を持って挑戦する姿勢こそがグローバル・リーダーの資質として何よりも大切であることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計6件)

- ① 石井知愛子・藤田剛志(2019), 理科の学びと社会とのつながりを実感させる授業づくりとその評価 小学校5年生の「植物の花のつくりと実や種子」の実践を通して, 千葉大学教育学部研究紀要, 査読無, 第67巻, pp.251-258

野村純・芳賀瑞希・谷恭子・藤田剛志・加藤徹也・山下修一・大島竜午・辻耕治・林英子・大和政秀・米田千恵(2018), 教育のグローバル化に対応した留学生受入れプログラムの開発と評価 ASEAN 交換留学生から見た TWINCLE プログラムでの学び, 科学

教育研究, 査読有, 42(2), 112-119

Oshima Ryugo, Fujita Takeshi, Awaya Taichi, Pambit Raquel (2017), Science Teachers' Recognition of Inquiry-based Learning in Japan and the Philippines, Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia, 査読有, 40(2), 142-158

山下修一・Jennifer YEO・湯地涼介・中村祐樹・山田実加・成松 泉・平野祐希子・Lim Tong YANG・Lim Chia HWEE・野村 純・大鷹竜午・馬場智子・林 英子(2017), 理科教育の知見を生かしたシンガポールでの授業改善 授業計画・授業用スライド・教材・ワークシートの改善を通して, 科学教育研究, 査読有, 41(2), 96-106

野村純・吉田恭子・山野芳昭・山下修一・鶴岡義彦・藤田剛志・小宮山伴与志・大鷹竜午・サプト・アシャディアント・馬場智子・飯塚正明・板倉嘉哉・加藤徹也・木下龍・下永田修二・白川健・杉田克生・高木啓・辻耕治・林英子・ホーン ベヴァリー・大和政秀・米田千恵(2017), アクティブ・ラーニングを主体とする海外教育インターンシッププログラムの開発と評価 千葉大学ツインクルプログラム受講者の授業観の分析 科学教育研究, 査読有, 41(2), 141-149

橋野未絵・藤田剛志(2017), 科学的な思考力の育成をめざした課題解決学習の設計と評価 - 中学校第1学年「身の回りの物質」を事例として -, 千葉大学教育学部研究紀要, 第65巻, 査読無, pp.261-267

〔学会発表〕(計5件)

① FUJITA Takeshi, AOKI Takamasa, OSHIMA Ryugo, HAYASHI Hideko(2018), Practice and Evaluation of Japanese Inquiry-based Learning in the Philippine Secondary School: Identification of Mysterious White Material X, 2018 International Conference of East-Asia Association for Science Education, 査読有, 2018.11.29-12.1

AWAYA Taichi, FUJITA Takeshi, PAMBIT Raquel, OSHIMA Ryugo(2017), Science Teachers' Self-assessment in Inquiry-based Learning and its Relationships with the Teaching of Process Skills in Japan and the Philippines, Proceedings of the 7th International Conference on Science and Mathematics Education, 査読有, 869-879

藤田剛志・青木孝政・大鷹竜午・ホーン ベヴァリー・林英子 (2017), 科学技術教員のためのリカレント教育プログラムの開発2 - フィリピンの中高等学校における探究学習の実践と評価 -, 日本科学教育学会年会論文集 41, 査読有, 331-332

吉田恭子・野村純・山野芳昭・大鷹竜午・サプト・アシャディアント・馬場智子・山田響子・飯塚正明・板倉嘉哉・加藤哲也・木下龍・小宮山伴与志・下永田修二・白川健・杉田克生・高木啓・辻耕治・鶴岡義彦・中澤潤・林英子・藤田剛志・ホーン ベヴァリー・山下修一・大和政秀・米田千恵(2015), 科学的教育活動をベースとした海外教員インターンシップが学生にもたらす影響の分析, 日本科学教育学会年会論文集 39, 査読有, 201-202

藤田剛志・山野芳昭・鶴岡義彦・中澤潤・飯塚正明・加藤徹也・山下修一・林英子・ホーン ベヴァリー・米田千恵・木下龍・高木啓・野村純(2015), ASEAN 共生時代の科学技術教員のためのリカレント教育プログラムの開発, 日本科学教育学会年会論文集 39, 査読有, 199-200

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 加藤 徹也

ローマ字氏名: KATO Tetsuya

所属研究機関名: 千葉大学

部局名: 教育学部

職名: 教授

研究者番号(8桁): 00224519

研究分担者氏名: 野村 純

ローマ字氏名: NOMURA Jun

所属研究機関名: 千葉大学

部局名: 教育学部

職名: 教授

研究者番号(8桁): 30252886

研究分担者氏名: 飯塚 正明

ローマ字氏名: IIZUKA Masaaki

所属研究機関名: 千葉大学

部局名: 教育学部

職名: 教授

研究者番号(8桁): 40396669

研究分担者氏名: 山下 修一

ローマ字氏名: YAMASHITA Shuichi

所属研究機関名: 千葉大学

部局名: 教育学部

職名：教授
研究者番号（8桁）：10272296
研究分担者氏名：山野 芳昭
ローマ字氏名：YAMANO Yoshiaki
所属研究機関名：千葉大学
部局名：教育学部
職名：名誉教授
研究者番号（8桁）：90134791
研究分担者氏名：土田 雄一
ローマ字氏名：TSUCHIDA Yuichi
所属研究機関名：千葉大学
部局名：教育学部
職名：教授
研究者番号（8桁）：10400805
研究分担者氏名：ホーン ベヴァリー
ローマ字氏名：HORNE Beverley
所属研究機関名：千葉大学
部局名：教育学部
職名：准教授
研究者番号（8桁）：80595786
研究分担者氏名：林 英子
ローマ字氏名：HAYASHI Hideko
所属研究機関名：千葉大学
部局名：教育学部
職名：准教授
研究者番号（8桁）：40218590
研究分担者氏名：米田 千恵
ローマ字氏名：YONEDA Chie
所属研究機関名：千葉大学
部局名：教育学部
職名：准教授
研究者番号（8桁）：20361404
研究分担者氏名：木下 龍
ローマ字氏名：KINOSHITA Riew
所属研究機関名：千葉大学
部局名：教育学部
職名：准教授
研究者番号（8桁）：10586217
研究分担者氏名：高木 啓
ローマ字氏名：TAKAKI Akira
所属研究機関名：千葉大学
部局名：教育学部
職名：准教授
研究者番号（8桁）：90379868
研究分担者氏名：大嶋 竜午
ローマ字氏名：OSHIMA Ryugo
所属研究機関名：千葉大学
部局名：教育学部
職名：助教
研究者番号（8桁）：40700414

(2)研究協力者

研究協力者氏名：青木 孝政
ローマ字氏名：AOKI Takamasa
研究協力者氏名：粟谷 泰知
ローマ字氏名：AWAYA Taichi
研究協力者氏名：橋野 未絵
ローマ字氏名：HASHINO Mie
研究協力者氏名：石井 知愛子
ローマ字氏名：ISHII Chieko

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。