

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：50102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12397

研究課題名(和文) 過疎地向け系統的科学研究プログラム構築と海外科学教室による国際技術者養成教育への挑戦

研究課題名(英文) A Development of Systematic Science Education Program for Remote Areas and an Approach to International Engineer Education through Science Demonstrations Experience Abroad

研究代表者

村本 充 (Muramoto, Mitsuru)

苫小牧工業高等専門学校・創造工学科・教授

研究者番号：30353220

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)： 地方の子供は大都市圏の子供に比べ理科教室の参加機会が少ないことを示した。そして、地方に適する理科教室の形として、楽しいだけでなく、考察力と探究心を養うことを目標とした「系統的科学研究プログラム」を提案した。また、そのプログラムをクラブ活動を利用して実施し、学生のジェネリックスキルの養成になることを確認した。

ニュージーランドへの語学研修旅行を利用し、近隣の小中学校で学生が系統的科学研究プログラムを実施した。参加学生の目的意識は高く、英語学習に対する動機づけになった。学生が英語で理科教室を実施することは、国際技術者を養成するための一教育手法となることを確認した。

研究成果の概要(英文)： According to the survey conducted in our study, children in remote areas have fewer opportunities to participate in scientific experiment events, compared to those in big cities. Based on that, we proposed a new form of scientific experiment events named "Systematic Science Education Program". The program aims not only to get them interested in science, but also to cultivate their thinking ability and inquiring mind. The results of the questionnaires suggested that the practice can be one of the ways to develop the students' generic skills.

In addition, the program was also practiced overseas by students in our college; the students who participated in a short-term study abroad program in New Zealand visited a local intermediate school and demonstrated scientific experiments based on our education program. It was suggested that conducting scientific experiments overseas in English can be one of the practical educational methods for the training of international-level engineers.

研究分野：科学教育

キーワード：理科教室 技術者教育 課外活動 ジェネリックスキル 科学技術英語

1. 研究開始当初の背景

近年、子供の理科離れが叫ばれる中、「科学の祭典」や「サイエンフェスティバル」等（以降、「科学教室」と呼ぶ）が各地で開催されている。大規模な科学教室では、多くの子供に体験の機会を与える一助となる反面、多人数を短時間で捌く内容やショー形式（非体験型）が多く、じっくりと学習する機会を提供する内容は少ない。また、科学教室は大都市では頻繁に開催されているものの、過疎地で開催されることはほぼ皆無に等しい状況である。北海道の都市間距離は 100km ほどあり、地方に住む子供達は都市部の子供達に比べ理科教室の恩恵を享受することができないと考えられる。

一方、グローバル化が進み、英語教育および異文化コミュニケーションが重要視されている。苫小牧高専では、学生が海外で理科教室を実践する取り組みを実践して成果を上げており、今後のさらなる発展が期待されている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、地方で実践するのに適した思考を通じて感動を得られる系統的に整理された科学教育プログラムの開発、および英語能力が重視されるこれからの工学教育における国際技術者養成のための理科教室を活用した英語教育プログラムの構築である。研究目的を達成するため、地方の理科教室の現状を調査した後、地方で実施するのに好適な事業のあり方を提言し実践する。また、本校が毎年実施している海外語学研修と理科教室の融合を図り、参加学生が自身のもつ工学に関する知識を英語で説明する体験をする英語教育プログラムを開発し、学生が海外において科学教室を運営する継続的事業を確立する。

3. 研究の方法

地方の子供たちや小中学校が理科教育に対して何を求めているか調査し、地方における理科教室の在り方について精査するため、地方の小中学校に対してアンケート調査を行い、現状分析をして、都市部との違いを明らかにするとともに、地方のニーズを整理する。

近年、都市部では理科教室が多数開催されており、多くの子供に体験の機会を与える一助とはなっているが、その内容はスライムづくりやブーメラン飛ばしといった「単発テーマ」が多く、じっくりと学習する機会を提供する内容は少ない。本研究では主として小学高学年から中学生を対象とし、考察力と探究心を養う系統性を有する科学教育プログラムを開発・実践し、その効果を検証する。

高専教育における国際化教育の要求は高くなっており、その一環として、苫小牧高専では夏休み期間を利用してニュージーランドの EIT (ポリテクニク) における語学

研修を希望者に対して実施している。研修参加者である学生達はこの研修期間中に現地の小学校に出向き、英語で理科教室を開催している。これまでの実施内容は単発テーマであるが、これを系統的な科学教育プログラムに発展させることができれば、日本の優れた科学教室の方法論を海外にも展開し、かつ、本校学生に対する国際技術者養成のための実践的な教育が実現する。

4. 研究成果

(1) 地方の理科教室についての現状把握

研究の基礎データを収集するため、北海道の大都市以外の小学校教員に対してアンケート調査を実施し、理科教室の現状を把握した。アンケート用紙は北海道後志管内および日高管内の小学校 72 校に送付し、39 校（全体の 54%）から回答を得た。

アンケート結果を図 1 に示す。質問 1 から、過疎地の子供たちは理科教室への参加機会が少ないことが明らかとなった。質問 2 から、理科教室の地元開催を望み、支援を希望して

【質問 1】科学イベントへの参加経験のある児童の割合はどのくらいですか？

7割以上	8%
4~7割	8%
4割未満	45%
判断できない	39%

【質問 2】貴校の地域で科学イベントを独自に運営するための支援を無料で受けられるとしたら魅力を感じますか？

はい	68%
いいえ	18%
判断できない	19%

【質問 2-1】(質問 2 で「はい」の場合のみ) どのような支援を希望しますか？ (複数回答)

運営方法の提供	28%
材料費の資金援助	28%
スタッフの派遣	38%
電話等による相談体制	10%

【質問 2-2】(質問 2 で「いいえ」の場合) その理由は？

近隣で開催されている	8%
運営の負担が大きい	8%

【質問 3】系統的な科学教育プログラムに魅力を感じますか？

はい	79%
いいえ	8%
判断できない	18%

図 1 地方に対するアンケート結果

いることがわかった。一方、質問2-1および質問2-2から、理科教室は経費やスタッフの負担がない形で、外部団体が開催してくれることを望んでいることがわかった。自ら理科教室を運営することは負担が大きいと考えているようである。多くの高等教育機関は、地域貢献の一環として出前授業や公開講座といった事業を実施しているが、その必要性和意義が再確認できた。質問3からは、本研究で開発する系統的科学教育プログラムへの期待が大きいことがわかった。

次に本校入学生200人にアンケート調査を実施し、小学生のときの理科教室についての意見を聞いた。図2は、通っていた学校の居所別に、小学生または中学生のときの理科教室の参加経験を聞いたものである。この結果から、市、町、村の順に参加経験が低下していることがわかる。また、中学生は小学生に比べて、イベントに参加しなくなっていることがわかる。部活動や塾などで忙しくなるためと予想される。図3は理科教室に参加経験のある学生に対して、理科教室に参加した感想を聞いた結果である。理科教室は楽しく、興味・関心は高まったものの、必ずしも学習効果を感じたわけではないことがわかる。

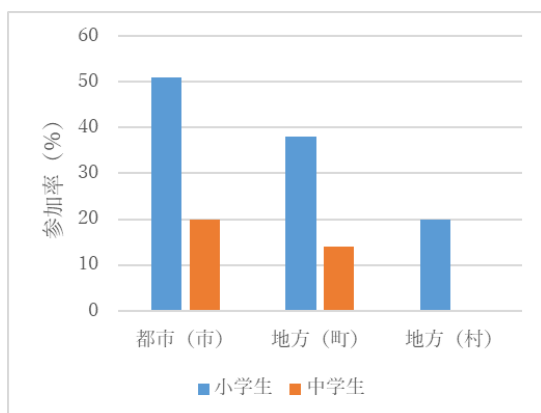


図2 本校入学生のアンケート結果

【質問1】楽しかったですか？

はい	99%
いいえ	1%

【質問2】理科(科学)に対する興味は高まりましたか？

はい	98%
いいえ	2%

【質問3】理科の成績向上につながったと思いますか？

はい	69%
いいえ	37%

図3 本校入学生に対するアンケート結果

(2)「系統的科学教育プログラム」の概要

理科教室で行われる実験に、スライムづくりや入浴剤づくりがある。このような1つの実験(または工作)を行うことで完結するものを「単発実験」と呼ぶことにする。

本研究では、複数の単発実験(工作等を含む)を有機的に組み合わせ構成したものを「系統的科学教育プログラム」と呼ぶことにする。プログラムを構成する各実験には系統性(関連性)を持たせ、同じ材料を使って、できるだけ多くのことを学ぶことができるよう工夫する。これは、複数の実験を通して、幅広い視点で考える機会を与え、現象のつながりを考えることで考察力を養うことを目標とするためである。また、探究心を掻き立てることを狙い、使う材料は可能な限り身近なものとし、自宅でも再実験ができるよう配慮する。なお、プログラムの対象は主として小学校高学年以上として検討を行う。

系統的科学教育プログラムの例として、「酸とアルカリ」に関する7つの実験を有機的に組み合わせたプログラムについて説明する。このプログラムは、個人でも簡単に入手できるクエン酸と重層(炭酸水素ナトリウム)を基本材料として使い、次々に実験を行う内容になっている。

万能指示薬を使った色が変わる実験

万能指示薬を入れた溶液をアルカリ性から酸性に徐々に変化させたときに、溶液の色が青 緑 黄 赤と変わっていく様子を観察する。

食品で酸性とアルカリ性の判定

ブルーベリージャムで指示薬が作れることを体験する。クエン酸が酸性で、重層がアルカリ性であることを判定し、これからの実験の予備知識を得ておく。対象学年によっては、アントシアニンの説明や色が変化する仕組みを説明する。時間があるときは、他の食材(紫キャベツ等)や紅茶(マローブルー等)を使った実験を追加する。

炭酸飲料とラムネ菓子を作成

クエン酸、重層、砂糖を使って炭酸飲料およびラムネ菓子をつくる。ここでは、単に酸とアルカリの反応を体験するだけでなく、同じ材料にもかかわらず、水分の有無で全く異なる飲食物になることを理解する。

発泡入浴剤を作成

クエン酸と重層を使って発泡入浴剤をつくる。食品(ラムネ)とほとんど同じ材料が、非食品である全く異なる製品(入浴剤)となることを学ぶ。

みかんの皮を溶かす

みかんの皮を溶かして缶詰のようなみかんを作り、酸性やアルカリ性の性質を理解する。対象学年によって、工業的な製法の説明を加える。

チーズを作成

酸性の性質を利用して、牛乳からカッテージチーズを作る。

チーズの水分を飛ばし樹脂を作成

カッテージチーズを加熱し、水分を飛ばしてカゼイン樹脂を作る。食品がプラスチックになることを知る。

(3) 「系統的科学教育プログラム」の実践

参加者（子供）に対して実施したアンケート結果を図4に示す。質問1から、系統的科学教育プログラムも単発実験と同様に楽しいと答えてくれる参加者が多いことがわかった。今回の理科教室は2時間かけて実施したが、質問2では、7割の参加者が時間は適切だと回答した。これまでの経験では、1時間を超えると飽きる子供が多数出てきたが、対象年齢を高学年とすれば、2時間程度のプログラムは実施可能であることがわかった。質問3から、家でも実験や工作をやりたいという回答が9割で、身近な材料を用いた効果が確認された。

イベント終了後に、スタッフを務めた部員に感想を聞いたところ、「説明がわかってもらえて嬉しかった。次はもっと上手に説明できるように工夫したい。」「自分たちも勉強になった。次回までにもっと知識をつけたい。」等の意見があり、満足感や向上心が感じられた。

【質問1】楽しかったですか？

とても楽しかった	99%
ちょっと楽しかった	7%
ちょっとつまらなかった	0%
かなりつまらなかった	0%

【質問2】時間はどうでしたか？

長い	17%
ちょうどよい	70%
短い	13%

【質問3】酸性とアルカリ性の実験を家でもやってみたいですか？

はい	90%
いいえ	7%
どちらでもない	3%

図4 プログラム受講者のアンケート結果

(4) 海外での理科教室の実施

高専教育における国際化教育の要求は年々高くなっている。苫小牧高専では、希望者に対して夏季休業期間中にニュージーランドのEIT（ポリテクニク）での短期語学研修を実施している。多くの高校が行う語学研修と同じように、参加者は約2週間ホームステイをしながら英語（英会話）の学習を行う。本校が実施する研修の特徴は、研修期間中に研修参加者全員が現地の小学校に出向いて英語で理科教室を開催することである。

平成26年度までの理科教室の内容は単発実験であったが、平成27年度の語学研修から、系統的科学教育プログラムを取り入れた。平成27年度は「空気」、平成28年度は「錯覚」、平成29年度は「浮く」をテーマとした複数の実験や工作で構成した。

図5は理科教室のスタッフを体験した語学研修の参加学生に対するアンケート結果である。質問1から、理科教室のスタッフ経験が今後の英語学習に役立ったと答えた学生が7割以上であった。質問2から、今後も英語で人に何かを説明する経験をしたいと答えた学生が8割だった。これらの結果から、参加学生は目的意識や英語学習に対する効果を感じながら海外での理科教室を実践したことが確認された。一方、自由記述には、子供が容赦なく早く英語を話すため聞き取れなかったことや、質疑応答がその場でうまく対応できなかったことが書かれており、海外において理科教室を実践することの難易度の高さが伺えた。

工学を学ぶ高専生が自らの知識を糧にして、海外で理科教室を実践することは、国際技術者養成のための実践的な教育手法のひとつであると考えられる。帰国した学生は充実感や達成感を十分に感じており、学習意欲の邁進は他の学生への波及効果にも期待できる。

【質問1】「英語による科学実験」は、あなたが今後、英語を勉強していく上で役に立つ体験だったと思いますか？

すごくそう思う	40%
そう思う	33%
どちらともいえない	27%
そう思わない	0%
全くそう思わない	0%

【質問2】「英語」を使って人に何かを説明するという経験を今後もしてみたいと思いますか？

すごくそう思う	33%
そう思う	47%
どちらともいえない	20%
そう思わない	0%
全くそう思わない	0%

図5 語学研修参加学生のアンケート結果

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 0 件)

〔学会発表〕(計 4 件)

小島洋一郎, 村本充, 木村尚仁, 系統的科学教育プログラムの構築, 平成29年度工学教育研究講演会講演論文集, 2017

村本充, 佐藤奈々恵, 小島洋一郎, 海外語学研修を利用した学生による理科教室の実践, 平成 29 年度工学教育研究講演会講演論文集, 2017

村本充, 小島洋一郎, 佐藤奈々恵, クラブ活動における理科教室運営による地域貢献と A L 教育の両立, 第 22 回高専シンポジウム, 2017

Nanae Sato, Mitsuru Muramoto, Kanaho Matsuda, A Report on Science Demonstrations in New Zealand, The International Symposium on Advances in Technology Education 2016, 2016

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村本 充 (MURAMOTO, Mitsuru)

苫小牧工業高等専門学校・創造工学科・教授

研究者番号: 30353220

(2) 研究分担者

小島 洋一郎 (KOJIMA, Yohichiro)

北海道科学大学・工学部・教授

研究者番号: 50300504

佐藤 奈々恵 (SATO, Nanae)

苫小牧工業高等専門学校・創造工学科・准教授

研究者番号: 30634894

(3) 連携研究者 なし

(4) 研究協力者 なし