

## 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31日現在

機関番号：32619

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500884

研究課題名（和文）

科学的リテラシーの評価枠組みによる地域の科学技術教育資産の活用と連携

研究課題名（英文）

Development of learning support system using educational resources in the region, aimed at fostering scientific literacy

研究代表者

佐藤 正行（SATO MASAYUKI）

芝浦工業大学・システム理工学部・教授

研究者番号：10516595

研究成果の概要（和文）：

地域の教育資源と学習単元を結ぶ学習支援システムを開発し、中等教育段階での科学技術教育に活力を与える教材群を作成した。中学校、高等学校で実施し、その課題を検討した。質問紙調査により、事前事後の意識水準を測定し「問題の理解」「重要性の認識」「問題解決の意欲」「興味」「学習の有用性」の学習効果の高まりを確認することができた。さらに、評価項目間に強い相関関係が構成されていることを確認した。

研究成果の概要（英文）：

We developed and evaluated the effectiveness of a learning support system for science classes aimed at fostering scientific literacy using educational resources in the region. The results showed a significant learning effect was achieved by "Understanding of the problem", "Recognition of importance", "Motivation of the problem solving", "Interest", and "utility of learning". In addition, we confirmed a strong correlation had been constructed among the evaluation items.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

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：科学的リテラシー

## 1. 研究開始当初の背景

これからの初等中等教育における科学教育の充実が学校内部のカリキュラムだけでは限界があり、大学・科学系博物館・企業・地域の知的資産と学校がエコミュージアムの概念で連携し、地域の科学技術教育資産を効果的に利用することが重要である。文部科学省のスーパーサイエンスハイスクール事

業では、指定校が地域科学技術教育資産を積極的に活用し、その有効性が認識された（木村捨雄 スーパーサイエンスハイスクール実践に関する総括的評価調査研究 平成18年度文部科学省特定領域研究「理数科系教育」研究成果報告）。一部の初等中等教育機関および科学系博物館・企業の博物館などで変革の兆しが見られ、科学的な興味関心や探

求心の育成などサイエンス・コミュニケーションをキーワードにした研究が進められつつある。しかし多くの学校では、従来どおりの利用形態に留まり双方向の連携が十分取れていないのが現状である。

OECD（経済協力開発機構）は、2000年より15歳の学習到達度調査（PISA）を世界規模で実施している。この調査は読解、数学、科学の分野で構成され、2006年は科学リテラシーが中心分野として、評価の解釈を拡大した。この調査は15歳の科学技術に対する能力を評価するものに留まらず、将来の生活で直面するであろう課題に対してどの程度準備できているかを測定するものであり、教育の到達目標を定めた評価概念を明確にしている（OECD(2005) Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy- A Framework for PISA2006）。その調査によると、日本は参加56カ国のなかで6位と評価された。2003年の2位と比較し、順位の下下が強調された。さらに深刻な状況は、“科学に対する態度”で、日本は意欲・関心・自己信頼度・探究心などが、世界56カ国中最下位層にあることが示された。

2000年以来の調査を契機として、科学技術教育の問題は国内で社会問題化した。中央教育審議会、日本学術会議、学会等で日本の教育の方向性が議論された（①齊藤萌木、長崎栄三(2008)、日本の科学教育における科学的リテラシーとその研究の動向、国立教育政策研究所紀要第137集、②小倉康(2006)科学的リテラシーと科学的探究能力、平成17年度文部科学省科学研究費補助金特定領域研究・研究報告書、③長洲南海男(2005)科学・技術観及び科学リテラシー論解明に基づく新しい科学教育の展開、平成14～16年度文部科学省科学研究費補助金（総合研究C(1)）研究成果最終結果報告書など）。大学・大学院改革はもとより、初等中等教育の段階からの改革に取り組みなければならないことが提言されている。文部科学省は、SSH（スーパーサイエンスハイスクール）事業、SPP（サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト）事業、未来の科学者養成講座など科学技術教育支援のための事業を積極的に実施し成果をあげている。

科学技術教育資産を有する関係機関それぞれによる教育カリキュラムの開発・体系化の研究が行われてきたが（平成19年度科学研究費基盤研究(A)「科学リテラシーを涵養に資する科学系博物館の教育事業の開発・体系化と理論構築」研究代表者：小川義和、課題番号19200052）、中心となる学校側からの取り組みや体系化およびその理論構築はほとんどない。急速に発展する科学技術の環境で、科学技術教育を充実させ、その人材育成の成果をあげるためには、学校からの連携教育の

仕組みづくりと理論構築の研究が必要である。

## 2. 研究の目的

そこで、初等中等教育段階、特に理科離れが顕在化する中等教育段階での科学技術教育に活力を与えるため、図1に示す学校を取り巻く地域の関係機関との連携強化を目指し、科学的リテラシーの評価枠組みによる効果的な学習ができる一斉授業と課題対応型の学習プログラムを組み合わせた新しい学習システムを開発することを本研究の目的とする。

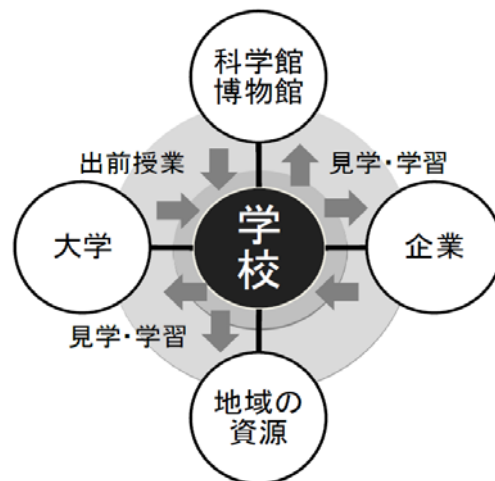


図1 学校を取り巻く地域の教育

(1) 研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか

- ①科学系博物館など地域の科学技術教育資産を科学的リテラシーの枠組みで調査分析し、一斉授業と課題対応型学習プログラムを組み合わせた新しい学習プログラムを開発し、効果的に利用できることを明らかにする。
- ②地域の科学技術教育資産を活用した学習プログラムが、生徒たちの科学的リテラシーの向上に効果をもたらすことを明らかにする。
- ③学校と地域の科学技術教育機関とが連携することで、その双方の機関の学習プログラムが充実することを明らかにする。
- ④学校と地域の科学技術教育資産の活用およびその機関との連携を妨げる要因を抽出して問題解決の方法を明らかにする。

(2) 当該分野における本研究の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義

- ①学習目的を明確にした科学技術教育資産の活用は、機関相互の連携を加速させる。
- ②科学リテラシーの評価枠組による地域の科学技術教育資産の活用は、学習環境の幅を

広げる。

- ③OECD による PISA2006 の科学的リテラシーの枠組みは、国際的に認知・理解されているため、研究の発展性が期待できる。
- ④理科教育の現状は、技術・ものづくりの分野で弱点があり、多様な支援と繋がりにより、科学教育環境の充実が期待できる。
- ⑤科学リテラシーの枠組みで地域の科学技術教育資産の利用を分析することで、各資産の特色を明確に示すことができる。

### 3. 研究の方法

(1) システムの適用範囲：

- ① 科学館の2つの常設展示
- ② 中学校周辺の地域の自然環境（千葉県手賀沼水域）と関連する施設
- ③ 5つの大学研究室、を対象とした。

(2) 学習支援システムによる学習の流れ

#### ①科学館を活用した学習の流れ

図2に科学館を活用した学習支援システムによる学習の流れを示した。学習単元の終わりや長期休業前の理科の授業の終わりの5分で事前学習DVDを見せる。次にワークシートを生徒に渡し主体的に学習させる。生徒個人やグループ、または保護者等の引率のもとで問題解決型学習を主体的に行わせる。従来のように学校行事で実施しつつ、授業と結び付けて利用することも可能である。学習後、ワークシートを理科の担当教員に提出させ、事後学習の時間を確保する。例えば報告を、ワークシートの教室掲示、数分の口頭発表や簡単な討論をさせる。このようなシステムにより、科学館の科学コミュニケーターおよび学校の授業と結びつくことで、人との交流の中での学びのループが実現する。

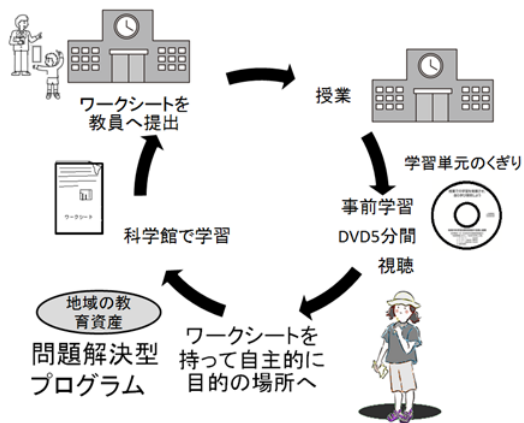


図2 科学館を活用した学習支援システムによる学習の流れ

#### ②地域の施設と学校連携を活用

中学校、高等学校、大学と連携し、学校から2km以内にある地域の自然や施設を活用した学習支援システムを構築した。

図3は、科学館・博物館・自然広場・手賀沼水域の自然やビジターセンターなどを組み合わせ「沼の教室」と題して、生徒が主体的に学習に取り組む、学習支援システムである。

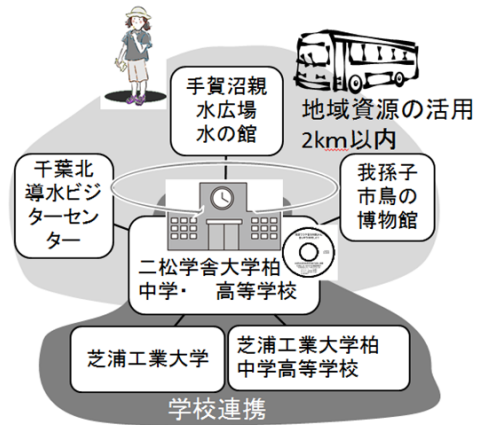


図3 学校連携による地域の自然や教育施設を活用した学習システム

#### ④ 大学研究室を活用

ほぼ①と同じシステムである。学習内容がより高度である。中学生から高校生を対象とし、大学院生を活用して、中高生とのつながりをつくる。教材は出来ているが、評価のためのデータが不足しており、今後継続して蓄積してゆく。

(3) 教材の構成と作成方法：

- ①5分程度の動画教材：授業時間の妨げにならない長さのものとした。学習単元に関心を持たせるためのものである。
- ②ワークシート：科学的に思考し、自分の考えや意見を示す質問を組み入れ、学習の中から触発され回答を見いだすA4サイズ1枚両面のワークシートである。
- ③ワークシート解答例：ワークシートに解答例を記入したものであり、生徒が提出したワークシートの学習の様子を教師が把握し、対応するためのものである。
- ④教師用指導資料：知識を深めるための資料を、A4判1枚両面で用意した。授業担当の教員が専門分野でなくても、生徒の質問に概ね対応できるための資料である。
- ⑤質問紙：A4判1枚両面とし、表面に多肢選択法による12項目を、裏面には自由記述欄を設けた。

(4) 調査の方法

#### ①科学館の活用

対象とする生徒は、男女共学の私立高等学

校、1 学年 6 クラス編成、学年生徒数 193 名（男子 41 名、女子 152 名）である。参加生徒数 186 名であった。調査期間は 2010 年 11 月 1 日～12 日であった。有効回答数は 182 件（回収率 97.8%）であった。

②地域の施設と学校連携を活用

対象とする生徒は、男女共学の私立中学校、1 学年 3 クラス編成、学年生徒数 78 名（男子 38 名、女子 40 名）である。参加生徒数 75 名であった。調査期間は 2011 年 6 月 17 日 18 日の 2 日間、11 月 12 日の 1 日で、合計 3 日にわたり実施した。有効回答数は 75 件（男子 35 名女子 40 名、回収率 96.2%）、

4. 研究成果

(1) 作成した教材群と学習プログラム

① 日本科学未来館

- a. 常設展示 DVD 教材 (5 分) 2 本  
「地球の環境とわたし」「生命の科学と人間」
- b. ワークシート、ワークシート解答例
- c. 教師用資料 d. 質問紙
- e. 科学館活用プログラム

② 千葉県手賀沼の自然環境 DVD (15 分)

- a. 我孫子市鳥の博物館 DVD (5 分)
- b. 手賀沼親水広場水の館 (科学館) DVD (5 分)
- c. 千葉北導水ビジターセンターDVD (5 分)
- d. ワークシートによる学習プログラム
- e. ポスターセッション発表プログラム
- f. 水質分析実験プログラム

③ 大学研究室

- a. システム理工学部生命科学科研究室  
生理化学研究室 DVD (5 分)  
福祉ロボットシステム研究室 DVD (5 分)  
システム生理学研究室 DVD (5 分)  
ニューロリハビリテーション工学研究室  
DVD (5 分)

生化学研究室 DVD (5 分)

- b. 生徒用ワークシート、解答例
- c. 教師用資料 d. 質問紙

(2) 学習支援システムの構築

①日本科学未来館の常設展示：教材群を 3 の方法で学習させた。

- a. 授業の中で、学習単元と連動して常設展示を紹介し、各自が現地に行き自主的に学習を行い、完成させたワークシートを教員に提出する。簡単な事後学習を行う。
- b. 理科の授業の中で、DVD を見せ事前に興味を持たせておく。従来の学校行事の中で見学を行うが、現地では、自主的な取り組みの中で、集中的に 2 つの展示を学習する。完成したワークシートは、理科の授業または担任に提出させる。簡単な事後学習を行う。
- c. 希望者に DVD を見せ、休業中の課題として、各自が現地に行き学習する。長期休暇後、ワークシートを理科の教員に提出させる。

②中高大連携による地域環境学習

第 1 回目 沼の教室 問題発見 (自問編)

【Step 1】 講義

「身近な環境から問題を見つけよう！」

【Step 2】 バスで見学

- 我孫子市鳥の博物館
- 手賀沼親水広場、水の館
- 北千葉導水ビジターセンター
- 帰校 各班で発表のテーマを決める

【Step 3】 ポスターづくり

【Step 4】 ポスターセッション 表彰

第 2 回目 沼の教室 仮説・検証 (自答編)

【Step 1】 手賀沼の資料を調べる：

手賀沼の水質の悪化・改善の原因・理由について考える

【Step 2】 仮説を立て実験を行う

【Step 3】 実験結果より仮説を検証する。

【Step 4】 結論を班ごとに導く。

班ごとに結論を導き、まとめる。分かったことは何か。今、何ができるか。今後調べたいことを考える。

(3) 意識水準からみた学習効果の確認

①科学館の活用：

図 4 に、学習後の意識水準の分布を示した。

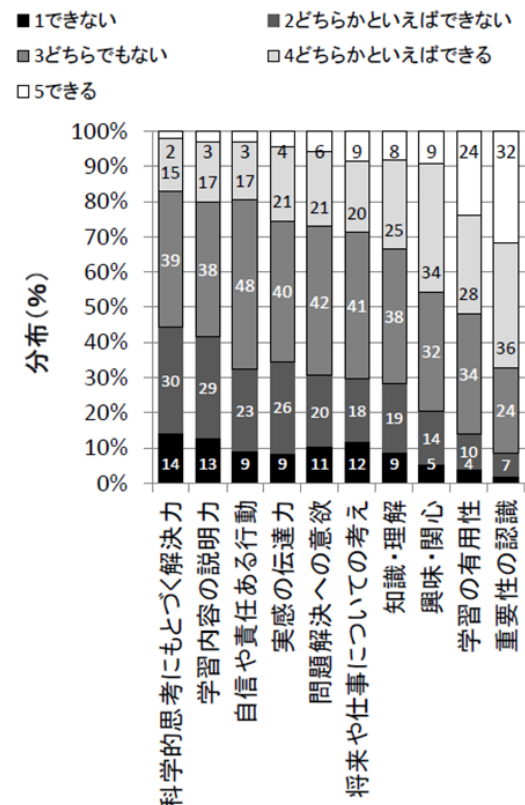


図 4 学習後の意識水準の分布からみた学習状況 (科学館の活用)

「重要性の認識」、「学習の有用性」、「興味・関心」は上位層が厚い分布を示した。一方、



「学習内容の説明力」、「科学的思考にもとづく解決力」は、下位層が厚い分布を示した。

図5に学習前後の意識水準のからみた学習効果を示した。平均値の差によるt検定(片側)を用いて分析し、各観点項目の平均値の差を有意水準0.01%で検定したところ、検定した項目のすべてにおいて事後群が事前群より有意に高かった。授業で学んだ知識を拡張し、科学館で主体的に学び、その学習効果が検証された。

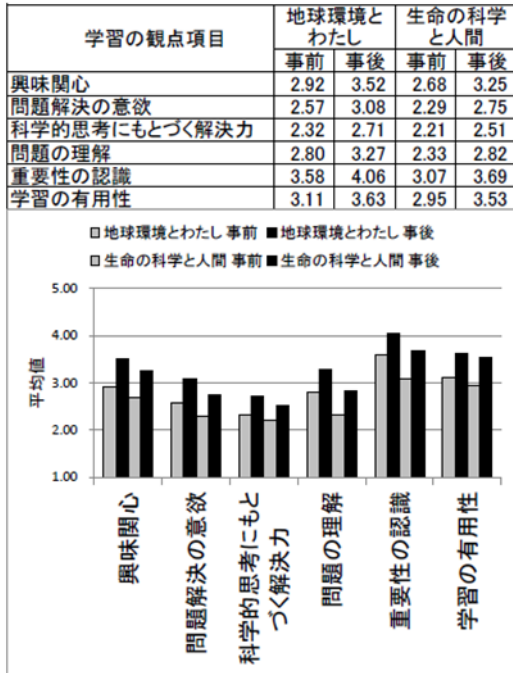


図5 学習前後の意識水準のからみた学習効果(科学館の活用)

②中高大連携による地域環境学習

2010年度の科学館の活用における学習効果では、「説明力」と「解決力」について、意識水準の分布が下位層に偏っていることが明らかになり課題とされた。2011年度の「中高大連携による環境学習」では、自問編(問題の発見)と自答編(仮説・検証)のプログラムを組み立てた。自問編では、ポスターセッションを取り入れ言語的な表現と発表をプログラムに組み込んだ。自答編では、資料に基づいて思考させ、実験結果について仮説を立てさせ、実験を行った。その結果についてグループでの議論を行わせた。中学1年生には、難解なプログラムと思われたが、それぞれの発達段階に応じて、学習すべき課題であると考え実施した。

図6に、学習後の意識水準の分布を示した。「重要性の認識」、「知識の理解」、「学習の有用性」、「興味・関心」は上位層が厚い分布を示した。「学習内容の説明力」「科学的思考にもとづく解決力」は、下位層が30%程度に留まり、科学館の活用に比べ改善され、学習

効果が確認された。

図7に学習前後の意識水準のからみた学習効果を示した。

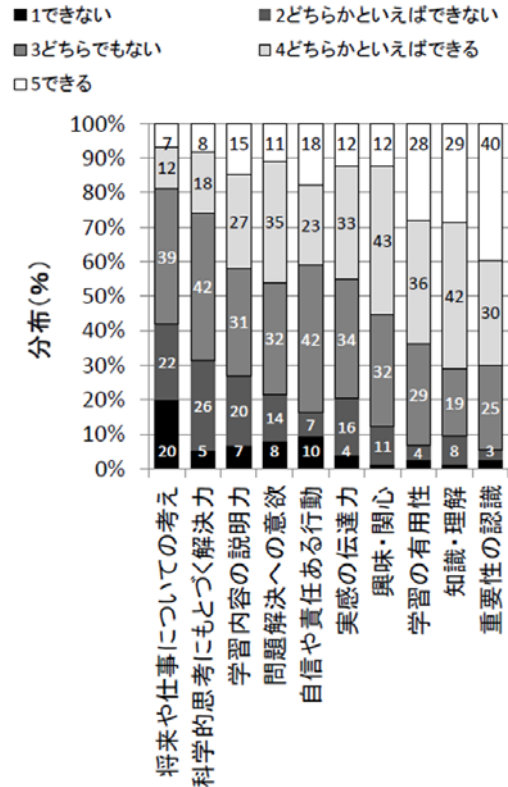


図6 学習後の意識水準の分布からみた学習状況(地域の自然・施設を活用)

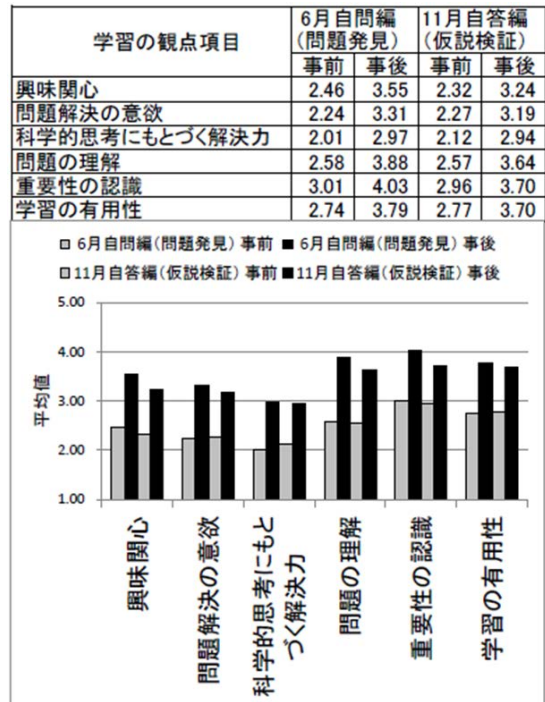


図7 学習前後の意識水準のからみた学習効果(地域の自然・施設を活用)

各観点項目の平均値の差を有意水準 0.01%で検定したところ、検定した項目のすべてにおいて事後群が事前群より有意に高かった。特に「科学的思考にもとづく解決力」は、自答編（仮説・検証）のプログラムで事後の平均値に明確な差が確認され、学習効果を示した。

#### 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）

〔雑誌論文〕（計 3 件）

- ① 佐藤正行、谷村優太、橋本裕子、科学館を活用した学習支援システムの開発、日本科学教育学会 年会論文集、35、2011、273-274、査読なし  
NII 論文 ID(NAID) :110008756627
  - ② 佐藤正行、谷村優太、橋本裕子、蓮沼一美、奥田宏志、若月聡、地域の科学技術教育資源を活用した学習支援の提案、日本理科教育学会全国大会要項、60、2010、128、査読なし  
NII 論文 ID(NAID) :110008462220
  - ③ 蓮沼一美、松島淳一、佐藤正行、奥田宏志、谷村優太、橋本裕子、大学教育機関と連携した科学館活用授業の開発、日本理科教育学会全国大会要項、60、2010、321、査読なし  
NII 論文 ID(NAID) :110008462412
- その他投稿中 1 件

〔学会発表〕（計 4 件）

- ① 佐藤正行、谷村優太、橋本裕子、科学館を活用した学習支援システムの開発、日本科学教育学会、2011、島根大学
- ② 穂坂明德、佐藤正行、科学系博物館、科学館の適正配置と学習支援システムの開発、日本環境教育学会 22 回大会、2011、青森大学
- ③ 佐藤正行、谷村優太、橋本裕子、蓮沼一美、奥田宏志、若月聡、地域の科学技術教育資源を活用した学習支援の提案、日本理科教育学会、2010、山梨大学
- ④ 蓮沼一美、松島淳一、佐藤正行、奥田宏志、谷村優太、橋本裕子、大学教育機関と連携した科学館活用授業の開発、日本理科教育学会、2010、山梨大学

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

佐藤正行(SATO MASAYUKI)  
芝浦工業大学・システム理工学部・教授  
研究者番号：10516595

##### (2) 研究分担者

小山浩幸(KOYAMA HIROYUKI)  
芝浦工業大学・システム理工学部・教授

研究者番号：40052881

穂坂明德(HOSAKA AKINORI)  
芝浦工業大学・工学部・教授

研究者番号：70308675

菅沢茂(SUGASAWA SIGERU)  
芝浦工業大学・工学部・教授  
(H21-H22)研究者番号：00376849

##### (3) 研究協力者

橋本裕子、日本科学未来館 (H21-H23)

谷村優太、日本科学未来館 (H21-H23)

若月聡、千葉大学(H21-H22)

奥田宏志、芝浦工業大学柏中学高等学校  
(H22-23)

大沼潤一、埼玉県立川越工業高等学校  
(H23)