

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 6 月 8 日現在

機関番号：82110

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500857

研究課題名（和文） 科学技術理解増進モデル 虹色サイエンス・ウォーカー（理工学マップ
実験市場）の構築研究課題名（英文） Construction of the Model for Promoting Public Understanding of
Science and Technology “Rainbow Colored Science-Walker (Science
and Engineering Map Demonstration)”

研究代表者

星屋 泰二 (HOSHIYA TAIJI)

独立行政法人日本原子力研究開発機構・関西光科学研究所管理部・技術主幹

研究者番号：20446404

研究成果の概要（和文）：学習テーマを自由に選択できる「実験屋台村」方式を発展させ、派遣講座と全体像把握を組み合わせた「虹色サイエンス・ウォーカーモデル」を提唱した。社会連携型及び地域共生型活動に適用した結果、参加者の 9 割を超えて理科実験を楽しむとともに、効果的に動機づけされ、行動変容の程度も極めて高いことが判明した。(1)地域共生型活動の視点からは、サイエンス・フェスティバルを通して、「動機づけ」、「不思議さ」及び「面白さ」の実体験化が特徴的であり、新たな発見や科学技術に対する興味・関心の増加度が大きいことが判明した。(2)社会連携型活動の視点からは、教員研修において、教材開発を通して、内容理解度の向上とともに、身近な材料でできる教材開発のヒントとその応用展開、子どもたちへどのように伝えるのかについて、重要性を再認識した。(3)課題設定型活動の視点から、全体像を把握させるための派遣講座では、大きな動機づけ効果を与えれば、その効果が大きいほど、探究心や、キャリア教育にも影響が広く及ぶことが判明した。さらに持続的活動により課題解決型の活動に変換できるとともに、科学館等、リソースの有効活用により、自己循環サークル型科学技術理解増進活動としても展開できる。

研究成果の概要（英文）：The experiment stall village system, which can be freely selected the learning theme, was improved and newly developed system can be proposed which is called “rainbow-colored science-walker model” that combined a dispatch lecture and how to map on overall image grasp. As a result of applying to a social cooperation type and/or local symbiosis type of activity, more than 90% of participants enjoyed science experiments and were motivated effectively, and it was found that the grade of behavior modification was also very high level. (1) From the viewpoint of local symbiosis type of activity, the formation of “motivation”, “mystery”, and “fun” was brought about characteristic of real experience, and the degree of increase in the interest and concern revealed large value on new discovery and science and technology. (2) From the viewpoint of the social cooperation type of activity, it had new appreciation of importance, as well as increase in the degree of understanding by teachers training seminar, about the hints, application tips, and development of teaching materials by using familiar materials, and furthermore how to pass the information on children. (3) From the viewpoint of the problem setting type of activity, when larger incentive effects we can give participants, it was found that the spirit of inquiry and career education were widely affected by the dispatch lecture for making an overall image grasp. Furthermore, the introduction of sustainable activities can be converted into the problem solution type of activity and can be also developed as self-circulation circle type of promoting activities on public understanding of science and technology by the effective utilization of resources such as a science museum etc.

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	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
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：自然科学教育（数学、理科、物理・化学・生物・地学、情報）

1. 研究開始当初の背景

(1) 科学技術リテラシー推進のために、科学教育分野では、種々の方策が展開されているものの、小中高校生の理科離れ現象を効果的に抑制しうるモデルは、これまで提唱されていない。

(2) 大きな課題である理科離れの本質を分析するとともに、教育の原点に戻り、ものに触れることの実体験（楽しさ）と達成感（充実感）をもとに、カリキュラムの制約、教える側と教えられる側との垣根、家庭内での親子環境の醸成、教師側からのアプローチの制約等を超えて、参加者が無意識のうちに科学好き・実験好きになるよう吟味されたプログラムを提示する必要がある。

(3) これには、「教育」における発想の転換（「教える」から「親しむ」&「伝える」へ）を図るとともに、「教育」と「研究」の間にある垣根を取り除き、理科実験をキーワードとする斬新な教育プログラムの開発が急務である。

(4) このため、「意外性」と「驚き」に代表されるように日常の不思議を科学で理解するために、生活の一部に科学を位置づけたいわば、科学実験に関する『屋台村』的運営の概念を科学教育に導入したモデルを提唱するに至った。

(5) 検証実験を一部試行した結果、(a)バリアフリー（開放的）、(b)各店舗間のシナジー（重畳）効果、(c)児童から大人まで対象混在、(d)手軽な参加、低コスト運営等、多くの利点を有する他、(e)参加者が講師を自由に選択できることから、低学年層の参加者について、(f)理解度や科学技術への関心度が80%を大きく超える等、特筆すべき学習効果が得

られることの他に、大きな相乗・連携効果が生じることが予想された。

2. 研究の目的

(1) 「意外性」と「驚き」に代表されるように日常の不思議を科学で理解するために、生活の一部に科学を位置づけたいわば、科学実験に関する『屋台村』的運営の概念を科学教育に導入したモデルを提唱する。

(2) 理科「実験好き」現象に着目して、低学年期のうちにこれを原体験化・定着化させ、無理なく（無意識のうちに）「理科好き」から「科学好き」に繋げるための効果的実験モデルを提案するとともに、その試行実験を通して基礎データを取得することにより、モデル妥当性の検証とシステム構築に反映させる。

(3) カリキュラム内容については、(i)「理科」を伝えるべきか、(ii)動機づけや不思議体験だけに終始すべきか、(iii)専門性をどの程度犠牲にして内容を伝えるか等、<理科を教えるのか>、<科学への導入を図るのか>という、科学技術リテラシーのための本質を問う基本的課題について、解決のための方策を試みる。

(4) 「理科」と「科学」を嵌合させ、上記屋台村方式に組込んだ新実験モデルを提示し、内容の全体像の把握に着目しつつ、全体像を認識させながら試行することを図り、科学教育のための方法論の策定を目的とした。

(5) あわせて、理科実験を切り口とした重畳・非線型効果の他に、専門家と一般人とのコミュニケーション・ギャップを積極的に埋める試みをも狙いとする。

3. 研究の方法

(1) 「虹色サイエンス・ウォーカー（理工学マップ実験市場）」モデルの全体像は、個々の構成要素として、光科学等をテーマとした実験・工作である「光」（光マップ：電波/マイクロ波/赤外線/可視光/紫外線/放射線/宇宙線等、波長と周波数で整理したマップ）、「エネルギー」「物質」「質量」「空間」「時間」「環境」の七つのテーマを対象とする多元系実験マップ（実験モデル）の全体像（理工学マップ）を理解させるための出張型実験工作教室の実践からなる。それらの内容を以下に示す。

(a) 光マップ（特別実験・出前授業型）

＜早期教育型＞

光と電磁波：中高・大学生対象、伝えたいことの伝達を中心に、全体像の描出を

(b) エネルギーマップ（学校教育補完・出前授業型）

＜特別授業+技術研修(教員研修)型＞

エネルギーの質と量：スーパー・サイエンス・ハイスクール(SSH)、出張・出前授業(学校、生徒)等、学校での授業、教員との連携協力、理科教員のステップアップのために

(c) 物質マップ（サイエンスクラブ・キャンプ型）

＜特別授業(学校教育補完・特別実験)型＞

物質科学：サイエンスクラブ(小中生)、サイエンスキャンプ(高校生) 錬成力育成に

(d) 質量マップ（フェスティバル・科学講演会型）

＜早期熟考訓練型＞

クォークから陽子・中性子、原子、地球：動機づけ、原体験化、不思議探索中心

(e) 空間マップ（特別実験・科学セミナー・科学講演会型）

＜早期教育(科学セミナー)型＞

ナノスケールから地球、太陽系、宇宙：特別実験と科学セミナーの組合せに

(f) 時間マップ（科学講演会・科学セミナー型）

＜情報交流(科学講演会)型＞

時間と空間：宇宙の起源から現在、将来：原体験化、不思議探索、一般/不特定多数対象

(g) 環境マップ（企画展・親子実験教室・学校教育補完型）

＜環境醸成+技術研修(教員研修)型＞

地球環境(地域、水域、気域)と生物環境：親子環境醸成を重視、低学年向け授業に

(2) 研究機関/科学館/大学/教員(学校)/教育・行政機関が五味一体となって運営する虹色サイエンス・ウォーカーの構成要素実験として、教員研修、スーパー・サイエンス・セミナー(S-Cube)、光ゼミナール実験教室、サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト(SPP)事業との連携講座等に関して、理工学マップ作成のための各種理科実験を組み込んだ「実験市場」を実施した。

(3) これらのうち、教員研修、サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト(SPP)事業、サイエンスフェスティバル、施設訪問研究を主要な対象として抽出し、特徴、効果、方法論、実験技術の視点から整理した。それらをもとに重畳効果や連携効果に関する基礎データを取得した。

(4) 平成21年度は、研究機関/科学館/大学/教員(学校)/教育機関が五位一体となって運営する虹色サイエンス・ウォーカーの構成要素実験を行い、基礎データを取得した。平成22年度は、それら構成要素の組合せ総合実験を行い、その相乗効果について検討した。平成23年度は、モデル化構築の検討とそれらを組み込んだ実証試験及び効果評価を実施した。

4. 研究成果

技術研修型の代表的事業である教員研修に着目し、その特徴を四つの型に分類・整理した。(a) 最先端研究の紹介を組合わせたアウトリーチ活動型、(b) 実験実習を中心とする実践体験型、(c) 学校現場で適用可能となる教材開発を目的とする教材開発型、及び(d) 理科実験の楽しさを体験させるエデュテインメント型に要素分類した。

(a) アウトリーチ活動型では、参加者の動機づけに一定の効果があり、新たな方法論の提示や導入によって科学・技術に関する興味がさらに高まった。

(b) 実践体験型の場合、新たな内容を盛り込みつつ、学校現場で適用しやすい内容にできるか否かが課題となった。

(c) 教材開発・授業改善型では、教材開発に特化したことから高評価となった。ただ、原体験効果については、教材の完成度、学校現場への適用性、演示方法の難易度、学習効果等に依存することが判明した。

(d) エデュテインメント型では、科学館スタッフと参加者がブース形式で双方向コミュニケーションを得る方法とした。動機づけ、原体験効果、新たな発見の面では、高評価を

呈した。これは、実験教室の原点回帰である「楽しみながら学習する」ことの重要性に関する指摘の他、演示することのノウハウや方法論について地域の科学館等が学校現場と連携して活動できる可能性を提示している。

上記の分類評価結果を基にして、エネルギー環境教育活動の全体像について以下の五つの型に分類・整理した。(1) 最先端研究の紹介を組合わせたアウトリーチ活動型、(2) 実験実習を中心とする実践体験型、(3) 実験教室を通して全体像を把握させる課題設定型、(4) 短期間／長期間における研究成果を総合評価し、発表内容を競うとともに、研究体験を通して、意識の向上やキャリア教育の視点に繋げる課題解決型、及び(5) 理科実験の楽しさを体験させるエデュテインメント型に要素分類した。

(1) アウトリーチ活動型では、研究者像を体感させ、学校における「理科」と研究所における「研究」が広義で同一線上にあることの理解を図った。

(2) 実践体験型では、教員研修の実践により、理解度：7～9割、動機づけ、興味づけ効果や発見の度合：9割強、原体験効果：8割強と極めて高い値を得た。

(3) 課題設定型では、触発、探索、閃き、拓きの視点から整理した。動機づけ・原体験効果については、探索型が効果的であり、キャリア教育に及ぼす影響が大きかった。また、拓き型では、閃き型に比べ、学習の重要性やキャリア教育の点で、動機づけ効果が高い。

(4) 課題解決型では、サイエンスクラブ等、長年にわたる持続的実践活動により、年代や対象を超えて、科学を生活の憩空間とする「循環サークル」が形成されつつある。

(5) エデュテインメント型では、平城京遷都1300年祭等、郷土文化と科学を融合させた文理融合的アプローチを試行し、動機づけ、原体験効果の面で、顕著な理解増進効果が得られた。

これらの分類結果から、相互の重畳効果と連携効果の効果評価結果について整理した。

(6) 地域共生型活動の視点からは、教育・行政機関との連携・融合企画であるサイエンスフェスティバルでは、(a) 動機づけと、(b) 不思議さ、(c) 面白さの実体験化が特徴的であり、児童・一般を対象とし、新たな発見や科学技術に対する興味・関心の増加が大きい。実験屋台村と派遣講座との新たな融合形態

であるサイエンス・ウォーカーの概念を適用した結果、参加者の目的意識の高揚を狙いとしないものの、新たな発見や、科学技術に対する興味・関心の増加が高く、効果的動機づけ効果が得られた。

(7) 社会連携型活動の視点から実践した教員研修では、学校現場における教材開発の立場から、内容に関わる理解度は、大きく高まった。身近な材料でできる教材開発のヒントとその応用展開について外部講師からノウハウの提供と教材開発における考え方や発想を通して、子どもたちへどのように伝えるかについて、重要性を再認識する機会となった。

(8) 課題設定型活動の視点から、全体像を把握させることを主眼としたSPP講座では、探究心について、高い評価値を得た。キャリア教育の視点からも効果的であり、参加者に大きな動機づけ効果を与えることができれば、その効果が大きいほど、探究心や、キャリア教育にも影響が広く及ぶことが判明した。さらに持続的活動として継続することにより、課題解決型の活動に変換できることが特徴である。さらに、既存の科学館等のリソースを有効活用することにより、科学技術理解増進活動に関する自己循環サークル型としての展開が可能である。

(9) 科学技術理解増進モデル「虹色サイエンス・ウォーカー（理工学マップ実験市場）」の提案により、(a) 自己循環型システムの開発（親・小中低学年→高学年→高校生→教員→親・小中生の循環サイクル）が可能となるとともに、(b) 体験学習型内容（コンテンツ）の開発に奏功した。これにより、実験教室による体験中心の動機づけを基本概念として、理科と科学をつなぐための、理工学マップ作成を通して、全体像の把握を狙いとした先進的カリキュラムの開発に寄与するとともに、学生と講師間の双方向学習化による増進効果が得られた。

(10) 理科離れや学力低下に関わる指摘がなされて久しいが、こうした状況を効果的かつ迅速に、併せて低コストで解決できる数少ない有効な方策となりうることを明らかにした。さらに、理科教育プログラムの推進に関する合理化（有限資産の効率的運用）/高性能化（早期・高レベル教育の実施）/低コスト化（普及の拡大）/調和性（教育環境の醸成）の推進に極めて有効であることが判明した。

(11) 地域に密着した理科実験教室の実施を通し、研究者、一般人、児童、生徒、教諭の密接な信頼関係を構築するとともに、サイエンスコミュニケーションの伝道と普及に大きく貢献できることを示した。

(12) この他に、科学館における従来の固定展示モデルに替わる新たな実験展示概念の導入に寄与する他、展示内容に関する自由度の拡張と低コスト化等、運営方式の柔軟性確保に大きく役立つことも判明した。

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7件)

- ① 星屋泰二、西村昭彦、エネルギー環境教育研究、査読有、6巻、2011、17 - 20、<http://www.jaeed.jp/エネルギー環境教育研究>
- ② Taiji Hoshiya, Akihiko Nishimura and Masahiro Nisikawa, IICE-2011 Proc. (Ireland International Conference on Education), eds by C. A. Shoniregun and G. A. Akmayeva, Dublin, Ireland, Infonomics Society, UK, 査読有, 2011, pp. 244 - 249、<http://www.iicedu.org/>
- ③ 星屋泰二、西村昭彦、佐々木和也、西川雅弘、エネルギー環境教育研究、査読有、4巻、2010、49 - 56、<http://www.jaeed.jp/エネルギー環境教育研究>
- ④ 星屋泰二、小島公人、日本教育工学会研究報告集、地域連携と教育・学習環境／一般、JSET 11-5、査読無、5巻、2011、49 - 54、<http://www.jset.gr.jp/study-group/2011.html>
- ⑤ 星屋泰二、西村昭彦、下川浩正、工藤博幸、佐々木和也、西川雅弘、日本教育工学会研究報告集、学校現場に対する支援／一般、JSET 11-1、査読無、1巻、2011、193 - 200、<http://www.jset.gr.jp/study-group/2011.html>
- ⑥ 星屋泰二、西村昭彦、鶴飼恵美、西川雅弘、日本教育工学会研究報告集、新時代の学習評価：理論・システム・実践／一般、JSET 10-3、査読無、3巻、2010、181-189、<http://www.jset.gr.jp/study-group/2010.html>
- ⑦ 星屋泰二、佐々木和也、西村昭彦、西川雅弘、日本教育工学会研究報告集、教育実

践を指向した学習支援 システム／一般、JSET 10-1、査読無、1巻、2010、417-424、<http://www.jset.gr.jp/study-group/2010.html>

[学会発表] (計8件)

- ① Taiji Hoshiya, Akihiko Nishimura and Masahiro Nisikawa, Ireland International Conference on Education (IICE-2011), Infonomics Society, UK, 2011, Dublin, Ireland, <http://www.iicedu.org/>
- ② 星屋泰二、小島公人、日本教育工学会研究会、地域連携と教育・学習環境／一般、2011、香川大学 (香川県高松市)、<http://www.jset.gr.jp/study-group/files/20111217.html>
- ③ 西村昭彦、星屋泰二、日本原子力学会「2012年春の年会」N22、2012、福井大学 (福井県福井市)、http://www.aesj.or.jp/meeting/program/2012Spr_program.pdf
- ④ 星屋泰二、西村昭彦、鶴飼恵美、西川雅弘、日本教育工学会研究会、新時代の学習評価：理論・システム・実践／一般、2010、電気通信大学 (東京都調布市)、<http://www.jset.gr.jp/study-group/files/20100703.html>
- ⑤ 星屋泰二、西村昭彦、下川浩正、工藤博幸、佐々木和也、西川雅弘、日本教育工学会研究会、学校現場に対する支援／一般、2011、静岡大学 (静岡県静岡市)、<http://www.jset.gr.jp/study-group/files/20110305.html>
- ⑥ Akihiko Nishimura and Taiji Hoshiya, International & Commemorative Symposium in establishing the Applied Laser Technology Institute at Tsuruga Head Office, JAEA (ICSL 2010), 2010, AQUATOM (Tsuruga city, Fukui prefecture, Japan)
- ⑦ 星屋泰二、奈良女子大学 “地域貢献活動を活用した理系女性人材育成” 公開シンポジウム、2010、奈良女子大学 (奈良県奈良市)、<http://www.nara-wu.ac.jp/news/H21news/100303.pdf>
- ⑧ 星屋泰二、佐々木和也、西村昭彦、西川雅弘、日本教育工学会研究会、教育実践を指向した学習支援システム／一般、2010、広島大学 (広島県東広島市)、<http://www.jset.gr.jp/study-group/files/20100306.html>

〔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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

星屋 泰二 (HOSHIYA TAIJI)

独立行政法人日本原子力研究開発機構・

関西光科学研究所管理部・技術主幹

研究者番号：20446404

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

西川 雅弘 (NISIKAWA MASAHIRO)

大阪大学・大学院工学研究科・特任教授

研究者番号：50029287