

平成 21 年 6 月 12 日現在

研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19500776
 研究課題名（和文） 科学技術リテラシーのための科学技術理解増進モデル
 虹色サイエンス実験屋台村の構築
 研究課題名（英文） Promoting model of activities, rainbow-colored science experiments
 stall-village, on public understanding of science and technology to
 advance the science literacy
 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・研究員
 研究者番号：20446404

研究成果の概要：

きつづ光科学館ふぉとんにおいて2007年度から2008年度に実施した科学技術理解増進活動に関するイベントの構成要素に関する特徴と効果を抽出、評価した。参加者が好むテーマを選択学習し、個々の理解速度に合わせて次テーマに移動できる「ふぉとん実験屋台村モデル」を提唱し、その試行実験を実践するとともに、その効果を評価した。けいはんな学研都市や枚方市で試行した結果、屋台ブースの参加者820名を得た他、多くの利点を有すること、意外性と驚きに代表される日常の不思議を科学で理解するために有用であることが分かった。さらに、参加した子供達の9割近くが、理科実験を楽しみ、動機づけられ、理解度は極めて高いことが判明した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

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

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、現実に増大する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。これには、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考案する必要がある。これには「教育」における発想の転換（教えるから親しむへ）を図るとともに、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。

このため科学技術リテラシー推進のための科学技術理解増進モデル開発の一環として、本研究では、この理科「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」に繋げるための効果的実験モデルを提案するとともに、その試行実験を実施し、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ものである。

きつづ光科学館ふおとんでは、日本原子力研究開発機構（以下原子力機構と称する）の関西光科学研究所に付設された科学館施設として原子力機構と一体となり、研究分担者 西川（～2007）、研究代表者 星屋らが中心となり展示、実験工作教室、レーザーラボ、映像上映、サイエンスクラブ、サイエンスカフェ等を、原子力機構ではサイエンスセミナー、サイエンスキャンプ、教員セミナーを随時開催し、児童から小中学生はもとより高校・大学生、教員、一般人に至るまでの各世代を対象とする、系統的かつ連続的な科学技術理解増進活動展開の試みを進めている。

また、星屋らは、地域の教育委員会と連携して、実験教室を基盤とする教員研修セミナーやサイエンスフェスティバル開催の試みを鋭意進めており、科学館および研究機関が関わるユニークな催しとして、やましろ科学好き・ものづくり好き子ども育成支援会議（事務局：京都府山城広域振興局及び京都府山城教育局）をはじめ他方面から評価されている。これを受けて、学校および教育委員会側から、こうした活動全体を系統的かつ連携的に実施した場合、さらに効果的に重畳効果（シナジー効果）が得られるものとして今後も継続的に運営して欲しい旨の強い要望が出されている。このような状況のもとに、「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するモデルについて他に先駆けて着想するに至った。

上記の科学教育に関する研究分野では、これまで具体的方策を提示できなかったため、世界的にも未踏領域となっており、解決すべき最優先課題と位置づけられている。ここでは、理科教育における問題の効果的かつ迅速な解決の切り札になり得るとの考えのもとに斬新なモデルを提示するものであり、これにより理科実験を切り口とした効果的な重畳効果及び非線型効果が一層期待できるとともに、併せて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となりうる事が予想される。

2. 研究の目的

本研究では、きつづ光科学館ふおとん及び日本原子力研究開発機構関西光科学研究所を

モデル実験の場として選定し、光科学を切り口とした科学技術理解増進活動について、これまでの学習指導要領の内容に捉われることのない新たな試みとして、世代および組織を越えた連続的取組みが物理的にも困難であることからこれまで実施されていなかった、研究機関/科学館/教員（学校）が三位一体となった科学教育理解増進活動に関する教育モデルの試行実験を行う。この研究において具体的には、

(1)理科実験（光科学他の種々の研究テーマ）を骨子とする「虹色サイエンス実験屋台村」モデルの概念を構築する。

(2)モデルを構成する構成要素実験（研修、実験教室、セミナー等）を個々に実施し、抽出した基本パラメータに関する基礎データを取得する。

(3)実験構成要素間の重畳効果及び非線型効果について検討するため、個々の要素を多元的に組み込んだプロジェクト（実験フェスティバル）を実施し、総合的に解析、評価する。

これには、2001年7月に設立され、8年間弱に及び理科教育活動で豊富な活動実績と実験ノウハウを有する「きつづ光科学館ふおとん」、2003年度から2004年度の科学振興調整費によるサイエンス・メディエーター制度の調査研究が採択され、同制度の提案に関する先駆けである「日本原子力研究開発機構関西光科学研究所」、理科実験教育に関する先駆的試みを実施している京都府山城地域・奈良県西部地域・大阪府東部地域における「理科部会専任教員グループ」らからなる三者が一体となり相補的かつ協同的に役割分担して実施した。

3. 研究の方法

(1) 全体像の描出

「虹色サイエンス実験屋台村」は、個々の構成要素として、虹の不思議等、光科学以外にも種々の研究テーマによる実験・工作を手段として、虹色に代表される7つの特徴ある方向性を有する多元系実験モデルからなる。

紫色：情報交流型（サイエンスカフェ型）
一般/専門家を対象に、自由な情報交流とサイエンス・メディエーターの育成に

藍色：技術研修型（教員研修型）
理科教員のステップアップ（技術とハートの向上）として、地域教育・行政

機関と連携した研修セミナー

青色：早期教育型（セミナー型）

伝えたいことの伝達を中心として、中高・大学生（施設訪問型授業）に

緑色：特別授業型（学校教育補完型・特別実験、出前授業型）

スーパー・サイエンス・ハイスクール（SSH）、地域活動支援事業、サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト（SPP）講座型学習活動、出張・出前授業（学校、生徒）等、学校での授業との連携協力に

黄色：早期熟考訓練型

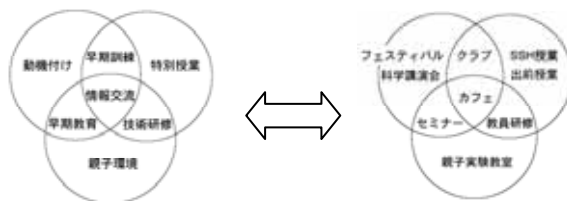
（サイエンスクラブ型）

サイエンスクラブ（小中生）、サイエンスキャンプ（高校生）等、考える力の実力養成に

橙色：環境醸成型（親子実験教室型）

夏休み企画展における実験工作教室（親子）等、親子環境の醸成を重視

赤色：動機づけ型（科学講演会・フェスティバル型）一般／不特定多数を対象、動機づけを中心に



2007年度は、研究機関／科学館／教員（学校）が三位一体となって運営する「虹色サイエンス実験屋台村」の構成要素実験を行い、基礎データを取得する。

2008年度は、それらの構成要素を組み合わせた総合試行実験を行い、その相乗効果について検討する。

(2) 2007年度計画

2007年度は、「虹色サイエンス実験屋台村」モデルの概念検討を行うとともに以下に示す各コンテンツについて、

- (a)ふおとんサイエンスカフェ、
- (b)ふおとん教員研修セミナー、
- (c)スーパー・サイエンス・セミナー（S-cube）、
- (d)ふおとん出前授業／スーパー・サイエンス・ハイスクール(SSH)との連携授業、
- (e)ふおとんサイエンスクラブ／サイエン

スキャンブ、

(f)ふおとん夏休み（春休み）企画展における親子実験・工作教室、

(g)ふおとん科学講演会・サイエンスフェスティバル

に関して個々に理科実験を組込んで実施し、主要構成要素の特徴、効果、方法論、実験技術からみたプログラム内容に関する基礎データを取得することを目的とした。

とりわけ、赤色型（動機づけ型；科学講演会・フェスティバル型）／緑色型（特別授業型；地域活動支援型・SPP 講座型）／藍色型（技術研修型；教員研修型）の効果について抽出するとともに整理・検討を行う。

(3) 2008年度計画

上記(a)～(g)については、光科学に関するエネルギー及び環境のテーマを中心として実施するとともに、相補性を目指した連携の強化と重畳（シナジー）効果、非線型効果の増大を目指した実験フェスティバルを開催する。

親子実験・工作教室で、動機付けした児童を対象に、サイエンスクラブで一つのテーマについてじっくりと考える訓練を開始し、サイエンスセミナーで、早期に研究情報を与える。

サイエンスキャンプでは、研究の方法論を学び、研究の一端を知る機会を得る。

教員研修セミナーでは、教員にも学生（受講者）の立場を理解してもらうとともに、実験技術の修得・研鑽を行う。

サイエンスカフェでは、親しむ学問としての理科について、語り合う機会を設ける。

大人も親しめる親子実験教室を目指す。

これらの要素の一部を抽出し組み合わせた実験フェスティバルを複数回、企画開催し、モデルの構築、方法論の検証に資する。

2007年度に科学館の運営（西川／実験教室（データ収集））、原子力機構での運営（星屋／セミナー／教員研修開催）、教員理科部会（佐々木／教員研修参加）の協力で得られたデータをもとに、2008年度は、個々を相補的に組み合わせ、重畳（シナジー）効果および非線型効果について把握する。

開発モデルの特徴を以下に示す。

循環型システム：

親・小中低学年 高学年 高校生 教員 一般 親・小中学生への循環サイクル

体験学習型内容：

実験教室を中心とした体験学習による動機づけを基本概念として、学生と講師間の双方向学習による増進効果

多元的構成要素：

要望の多様化に対応したメニューの準備と実験を通したものの考え方としての共通基盤の整備

相補型であるとともに、技術研修、早期教育、特別授業、早期訓練、動機づけなど、種々の要素を加味したものの実験例として実験フェスティバルを開催し、試行実験を実施し、特徴ある抽出パラメータ（各ベクトル）の影響について調査する。

4．研究成果

きつづ光科学館ふおとんにおいて2007年度から2008年度に実施した実験屋台村（くらわんか実験屋台村及びふおとん・けいはんな実験屋台村）及びスーパー・サイエンス・ウォーカー（SSW）モデルに関する試行実験を実施した結果を以下に示す。

(1) 実験屋台村

実験テーマ（実験講師）が参加者の面前に多数並び、参加者は、自分の納得する形で好きなテーマを取捨選択し、次のテーマへ自分で移動していく「ふおとん実験屋台村モデル」について2007年度～2008年度に試行実験を実施した。従来の実験工作教室（スロー・ロール・チェーン方式（SRC方式））と比較し、このリバース・ロール・チェーン方式（RRC方式）は、自分にあった速度で理解でき、次のステップに移動できる、講師レベルの差異に依存することがほとんどない等の利点を有する他に、以下に示す優れた特徴を有している。

- (a)隣店とのしきいが低く、
- (b)バリアフリー（開放的）である、
- (c)他店の雰囲気や自由に参加・評価できる、
- (d)各店舗間のシナジー効果（重畳効果）が望める、
- (e)児童から大人まで対象が混在する、
- (f)手軽に参加しやすく、低コストで運営可能である、
- (g)容易にコンテンツの内容を更新・変更できる等、その他、

「意外性」と「驚き」に代表される、日常の不思議を科学で理解するために有用なモデルである。この試行実験を大阪府枚方市（くら

わんか実験屋台村）及び京都府相楽郡精華町のけいはんな学研都市（ふおとん・けいはんな実験屋台村）で各々実施した結果、参加者188名（枚方市）及び650名（精華町）、屋台ブースの合計参加者820名を得た。2007年度のふおとん実験屋台村における屋台ブースの合計参加者数が1,320名、参加者440名であったことに比べると、2008年度のふおとん・けいはんな実験屋台村では、参加者数が1.5倍に増加したとともに、1人当たりの滞留回数が2007年度の3回/人から2008年度には、1.3回/人に低減した。また、参加者の90%近くの子供達が、理科実験を楽しむとともに、効果的に動機づけされ、理解度も従来の実験教室と比較し、極めて高いことが判明した。この他に、ふおとん・けいはんな実験屋台村では、4から5種類の科学ステージを実験・工作教室と併用し、理解度の増進や動機づけの強化を図った。実験屋台村において、実験・工作教室の代わりに科学ステージのみを一部試行した2008年度の結果によれば、興味づけ、理解度の進展、探究心の向上やこうした活動に「参加したい」とする動機づけの効果が一層増大することが分かった。こうした演習実験の代表である科学ステージを実験・工作イベントと補完的に併用することで、体験学習効果を実践できる機会が少ない、あるいは、その効果が望めない場合においても、科学技術理解増進活動を効果的に展開することが可能である。

(2) スーパー・サイエンス・ウォーカー（SSW）

出張実験教室の概念をさらに発展させた、スーパー・サイエンス・ウォーカー（SSW）では、上記の実験屋台村と出張・出前授業とを新たに融合させ、(1)先進的観察・分析・評価装置（走査型電子顕微鏡：SEM、原子間力顕微鏡：AFM、共焦点顕微鏡など）の体験、(2)ノーベル賞受賞実験に関する再現実験の体験、(3)各要素実験を組合せて実験テーマの全体像を把握する（マップ作成）という新たな概念等を実験・工作教室に導入する試みを学校教育にも適用した結果、体験実験の代わりに演習実験を工夫することにより、知的探究心や理解度の向上にも大きな効果が見込めることが判明した。

実験屋台村、あるいは実験屋台村と出張・出前授業とを融合させ、拡張したスーパー・サイエンス・ウォーカー（SSW）は、【青色型（早期教育型；科学セミナー型）】、【赤色型

【動機づけ型】及び【緑色型（特別授業型；学校教育補完型・特別実験、出前授業型）】を融合連携させ、新たな効果を創生する創生型に対応する。

(3) 科学技術理解増進活動に関するその他のイベント

2007年度から2008年度に実施した各イベントの構成要素に関する特徴と効果を抽出、評価し、整理した結果を示す。

科学セミナー、夏季企画展、サイエンスフェスティバル、教員研修セミナー及び特別実験教室について、青色型（早期教育型）・橙色型（環境醸成型）・赤色型（動機づけ型）・藍色型（技術研修型）・緑色型（特別授業型）に分類し、主要構成要素の特徴、効果、方法論、実験技術の観点から整理した。

科学セミナー及び施設訪問研究

伝えたいことの伝達を中心として、中高・大学生（施設訪問型授業）を対象とした【青色型（早期教育型；科学セミナー型）】

夏季企画展及び親子実験教室

夏季企画展、親子実験教室等、親子・家庭環境の醸成を重視した【橙色型（環境醸成型；親子実験教室型）】

サイエンスフェスティバル

動機づけを中心として、一般/不特定多数を対象とした【赤色型（動機づけ型）】

教員研修セミナー

技術研修と地域連携を主眼とした【藍色型（技術研修型；教員研修型）】

特別実験教室

スーパー・サイエンス・ハイスクール（SSH）校外学習、出張・出前授業（学校、生徒）等、学校での授業との連携協力を中心とした【緑色型（特別授業型；学校教育補完型・特別実験、出前授業型）】

青色型（早期教育型；科学セミナー・施設訪問研究型）

高校生を対象とする科学セミナーでは、講演のなかに、演者の周知な準備と工夫により、事前に計算された演示実験をシナリオと組合せて、一部を体験実験化するように構成することにより、内容の先端性や難易度にか

わらずその学習効果を効果的に展開できることがわかった。また、大学生を対象とする施設訪問研究では、目的意識を明確にして、事前学習に留意したことから、科学技術に関する興味や関心を増加させることに大きな効果があった。

橙色型（環境醸成型；親子実験教室型）

児童及び一般を対象とし、多数の実験・工作教室を体験することにより、優れた実体験効果を得られる夏季企画展の他に、家庭内の親子環境を醸成することにより、「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、科学実験に関する体験入門を試みる「トライやる教室」的概念（親子実験教室）を導入した。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、科学実験教室における原体験化を通して無意識のうちに科学好き・実験好きに繋がる有効な動機づけ効果が得られた。

赤色型（動機づけ型；サイエンスフェスティバル型）

サイエンスフェスティバルでは科学ステージの形態には特徴があるものの、内容の難易度にかかわらず、地域の教育・行政機関との連携強化のもとに、地域共生や社会連携の取組みのなかで、児童、親子、小中学生、一般、教員を対象とする総合的科学イベントとして、街づくりの視点を含めながら構成することが判明した。そのなかで、種々の科学ステージが、実験・工作教室とともに、エンターテインメント性の提供とともに、参加者の知的探究心を刺激し、実験好きに繋げるための方策として有効であることが分かった。

藍色型（技術研修型；教員研修型）

現場に繋がるテーマ、授業で手軽にできる実験、子どもに見せたり、作業させたりする実践的な内容、フィールドワーク、日頃できない実験・実習、高度なテクノロジーに触れることについて実践例を研修した。地域教材を生かすことその他、不思議を持ち、それを解ることが理科嫌いをなくす手段であり、科学と理科の枠に捕われずに研究に対する姿勢を学ぶことが重要であることを確認した。

緑色型（特別授業型；学校教育補完型・特別実験、出前授業型）

光、物質・エネルギー、宇宙、環境等の自然界の謎解きと、全体像を描くマップ作成を試み、その全体像の把握について、関連研究機関、大学、大学OB、科学館等、先端的研究の最前線を担う研究者や技術者からの支援とメッセージを含め、教育的視点からの提言を交えながら対応した。このため内容が理科教育課程を先取りし、極めて高度かつ先端的になったものの、講演者と参加者の努力により、研究に対する身近なイメージが得られた。

（まとめ）

参加者が個々の希望のテーマを選択学習し、個々の理解速度に合わせて次テーマに移動できる「ふおとん実験屋台村モデル」を提唱し、くらわんか実験屋台村、ふおとん・けいはんな実験屋台村及びスーパー・サイエンス・ウォーカー（SSW）モデルを実践した。その結果、多くの利点を有し、(1)意外性と驚きに代表される日常の不思議を科学で理解するために有用であること、けいはんな学研都市や枚方市で試行し、屋台ブースの参加者820名を得るなど、(2)参加した子供達の9割近くが、理科実験を楽しみ、動機づけされ、学習に関する理解度は極めて高いことが判明した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

星屋泰二、佐々木和也、西村昭彦、西川雅弘、きつづ光科学館ふおとんにおける科学技術理解増進活動の実践、日本教育工学会研究報告集(質的研究と教育工学ノ一般)、JSET 08-2、第2巻、pp.213-220、2008、査読無

星屋泰二、西村明彦、黒坂啓子、木村豊秋、佐藤将臣、関西光科学研究所におけるサイエンス・キャンプの実践、日本教育工学会研究報告集(質的研究と教育工学ノ一般) JSET 08-2、第2巻、pp.209-212、2008、査読無

星屋泰二、佐々木和也、西川雅弘、きつづ光科学館ふおとんにおけるふおとん虹色エネルギー実験教室の実践、レーザー研究、第36巻、pp.221-225、2008、査読無

〔学会発表〕(計4件)

西村昭彦、星屋泰二、関西光科学研究所による環境・エネルギー教育普及の試み、How to spread environment and energy

education by KANSAI PHOTON SCIENCE INSTITUTE、第6回敦賀国際エネルギーフォーラム(TIEF-6)、2008年6月6日-7日、独立行政法人日本原子力研究開発機構、福井県若狭湾エネルギー研究センター 敦賀市 星屋泰二、佐々木和也、西村昭彦、西川雅弘、きつづ光科学館ふおとんにおける科学技術理解増進活動の実践、日本教育工学会研究会 C11、2008年5月17日、岩手大学 盛岡市

星屋泰二、西村昭彦、黒坂啓子、木村豊秋、佐藤将臣、関西光科学研究所におけるサイエンス・キャンプの実践、日本教育工学会研究会 C10、2008年5月17日、岩手大学 盛岡市

西村昭彦、浅井利紀、星屋泰二、木村豊秋、打越克己、松田俊明、関西光科学研究所における科学教育振興のためのセミナー活動の発展、日本原子力学会「2008年春の年会」、N36、2008年3月28日、大阪大学吹田市

〔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〕

新聞記事等

京都新聞 2009年2月1日(日)朝刊 26面山城版「理科の面白さ知って」「コップのスピーカーから音が出た」

京都新聞 2008年1月28日(月)朝刊 20面「なんで?科学って不思議」

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・研究員
研究者番号：20446404

(2)研究分担者

西川 雅弘(NISHIKAWA MASAHIRO)

大阪大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：50029287

(3)連携研究者

西川 雅弘(NISHIKAWA MASAHIRO)

大阪大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：50029287