

小中学生を対象とした科学実験教室における効果的な 実施法についての調査・研究

早稲田大学 玉田 正樹

科学技術離れを食い止めるために科学実験教室を開催するなど、全国的に様々な活動がなされているが、参加者の様子を見てみると感覚的には面白いと感じているものの、内容の理解につながらず貴重な機会を十分に活かしきれていない場面もみられる。それらの実態を調査するとともに、効果的に科学実験教室を実施する方法を検討し、一般化した手法として体系化することを目的とした。また、個々の実験プログラムに対する手法のみならず、「親の理科離れ」が子供たちに与える影響についても着目し、保護者とともに参加する科学実験教室のあり方についても検討をした。

I. 現状の科学実験教室の問題点

本学が実施している科学実験教室の参加者と、その保護者に対するアンケートの結果分析と実験教室の実地調査を行い問題点を抽出した。

(1) 実験教室参加者アンケートの分析

参加者アンケートの2004年から2006年までの比較分析を行った。ほぼすべての参加者がおもしろかったと回答しているものの、「言葉が難しい」「漢字が分からない」「分かりづらい」「ややこしい」など説明や資料などに対する意見や「どんどん実験が進んでしまう」といった実験の進め方に対する意見が見受けられた。

これらは、実験の指導者が参加者の学習レベルを十分に把握していないことや、説明方法や実験方法の不適切さに起因しているものと考えられる。

(2) 保護者からの意見・要望

「具体的な説明がほしい」といった子供たちの理解度向上への要望や「実験で何が起るかを予想させた方がよい」など、考える力・経験に関する意見、「頻繁に実験教室を開催してほしい」など、なるべく多くの科学の体験を希望する声があった。

(3) アンケートからは見えてこない問題点

科学実験教室を実地調査した結果、参加者および保護者のアンケート結果からは見えてこない、いくつかの実験プログラムに共通した問題点(表1)を見出した。

表1. アンケートからは見えてこない問題点

実験プログラム構成	実験の進め方	実験環境
<ul style="list-style-type: none"> ・プレゼンテーションに図表が少ない ・時間配分が不適切 ・目的が不明瞭 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報の盛り込みすぎ ・一方的な講義 ・実験のまとめをしていない ・試行錯誤をさせていない ・受け身の実験になっている 	<ul style="list-style-type: none"> ・説明者の手元が見えにくい ・説明者の声が聞きづらい

II. 効果的な実験方法の調査

本学で実施している科学実験教室や日本各地の科学系博物館での体験実験、サイエンスショーなどを対象に、実験教室や科学展示の方法・進め方を調査した結果、特に教育効果が高く一般的に広く活用できる方法(表2)を見出した。

表2. 教育効果が高く一般的に広く活用できる方法

実験方法, 手法など	期待される効果
●身近な生活のつながりを示す ●本格的な装置を使う ●学生を指導者に楽しく実験する	⇒ モチベーションの向上 科学への興味につながる
●製作のみ観察のみなどに偏らない実験プログラム構成	⇒ それぞれの作業の意味についての理解が深まる
●科学的にアプローチする手法を適用する	⇒ 科学的概念の獲得に有効
●基本的な現象の確認 ●理解度に合わせた説明 ●簡略化したものと実物との対比 ●比較検討 ●レポートを書かせる ●ワークシートの活用	⇒ 実験内容の理解が深まる
●ブース型実験, 体験展示型実験などの実施	⇒ 気軽に科学に触れる機会が増える

III. 科学実験教室を効果的に実施する施策

科学技術離れを防ぐためには、継続的に科学に触れることが重要であり、同時に保護者や実験指導者の理解なども重要であると考え、それらに効果的と思われる以下の施策を実施し効果を確認した。

(1) おうちでやってみよう ステップアップ実験

あらかじめ実験教室で課題を提示し、帰宅後に実験を行って結果や分かったことなどをレポートにまとめ返信してもらう「ステップアップ実験」を試行した。それぞれが工夫をしながら、家庭で実験を行い理解を深めている様子が伺えた。

(2) 保護者とともに参加する科学実験教室

保護者とともに参加することについて、「自分で考える力を身につけさせたい」などの理由で74%の保護者が消極的な意見であることが保護者向けアンケートで明らかになった。しかし、「共同作業を通じて体験を共有したい」など親子での共同作業を通じてコミュニケーションを深めたいとの意識も伺えた。今回、保護者とともに参加する実験教室を試行した結果、保護者がアドバイスする様子や、参加者と保護者が同時に同じ現象を観察している様子も見られ、保護者とともに参加する科学実験教室の有効性を確認した。子供と一緒に考え実験することで、保護者の科学に対する理解も深まり、日常生活においても科学に触れ合う機会が増えることが期待できる。

(3) 小中学生カリキュラムマップおよび漢字チェックツールの作成

各学年の子供たちが学校で学んでいる内容を、指導者が把握することをねらいとして、学習指導要領や教科書を元に各学年の学習内容のキーワードをまとめたカリキュラムマップを作成した。また、未学習漢字がひと目で判別できるwebアプリケーション(漢字チェックツール)を作成し、より簡便に振り仮名などの対応ができるようにした。これらにより、説明用資料やプレゼンテーションの改良につながることを確認した。

(4) 触れる模型

実物を扱うことは視覚・聴覚だけでなく、触覚・嗅覚などが加わり、記憶にも残りやすい。しかし、実物を取り扱うことが難しい場合や複雑すぎて理解が難しくなる場合もあるため、手にとって触れる模型はその中間的な位置づけになるのではないかと考える。立体模型を使うことで、複雑な点も単純化して確認することができる。

IV. 科学実験教室に関する提言

アンケート調査や実験教室の実地調査、科学系博物館の取り組みなどの調査、いくつかの施策の実行結果をもとに、科学実験教室を効果的に実施する方法について、①具体的な実験方法・指導方法など各実験プログラムに関するもの、②科学実験教室等のイベント全体の構成や各プログラムに共通する運営に関連するものの2つに分類し、提言として表3の通りまとめた。

また、大人の科学への興味や理解の低さが子供の理科離れに影響を与えていることに着目し、親子で参加する実験教室を設けるとともに、家庭でも実験できるよう方法や材料を提示することが有効であることを確認した。これまでは各担当者が個別に工夫を重ね、実験プログラムを実行してきたが、今後はこういった工夫を全体で共有することが望まれ、それらの情報を有効に活用するべく、効果的な実験教室のあり方に関する検討会や勉強会を実施するなどの対応が望まれる。

表3 科学実験教室をより効果的に実施する方法

分類	提言内容	説明
①構成	製作のみ、観察のみになど偏らない内容とする	教育効果をあげるためには、製作のみ、観察のみに偏らず、複数の手法を組み合わせることが有効。
	本格的な装置を使う	最先端技術を駆使した本格的な装置を使うことで、参加者の夢や希望を育む。
	時間配分を管理する	実験の本質を逃さないよう、リハーサルの徹底、一部を省略しても大枠での理解ができる実験パターンを検討など、時間配分を管理することが重要である。
②実験の進め方	未学習内容に対して配慮する	理解できず単なる作業にならないよう、カリキュラムマップや漢字チェックツールなどを使い、予め未学習内容を把握しておくことが重要。開催案内などに掲載するの実験プログラム名や概要説明でも配慮が必要。
	プレゼンテーションはイラスト・写真・キーワードを主体にする	特に低学年は、プレゼンテーションが文章ばかりだとほとんど画面を見ない。イラスト・写真・キーワードを主体にしたシンプルなプレゼンが望ましい。
	概要をはじめに説明する	理解が追いつかないと実験に対してやる気を阻害する可能性がある。そのため、背景や実験の大きな流れなどの概要を初めに説明することが望まれる。
	実験内容と身近な生活のつながりを示す	実験内容と身近な生活へのつながりを知ることが科学技術への興味につながる。開催案内などへ記載する実験プログラム名や概要説明についても身近な生活への関わりについて触れることが重要。
	現象と実物・実生活とを関連させる	簡略化した模型・装置を使って単純な現象に焦点を絞った実験を行う場合、実物と関連を十分に説明することにより、記憶を定着させ、理解を深める。
	ステップごとに説明する	参加者にとって初めて聞く言葉、概念が多い科学実験教室では、一度に多くを説明しても頭に入りにくい。
③手法	分かったことの確認をさせる	単に実験するだけでなく、分かったことを再確認することで理解を定着させる。前述したレポートと組み合わせてもよいと考える。
	基本的な現象を実際に確認させる	基本的な現象を観察する小実験をいくつか導入することにより、理解が深まる。
	実験結果を予想させる	参加者がより能動的に考え行動するためには、実験結果を予想させることが望ましい。実験結果を予想させることで、疑問を解決する力を養う訓練となる。
	随所で質問をする	理解度の確認、集中力の持続を目的とし、一方的な講義にならないよう随所で質問をする。
	比較検討させる	比較検討できる題材を与えることで、感覚的に面白いだけでなく、内容の理解につながる。
	失敗から学ぶ機会を設ける	失敗をしないように指導者が誘導するケースが見られる。教室型実験ではさまざまな実験を広く経験するよりも、焦点を絞り、参加者が十分に考え、試行錯誤ができる機会を与えることが望ましい。
	レポートを書かせる	考えをまとめるには文章を書くことが有効である。例えば、参加者のレベルに応じて穴埋め式にするなど、積極的にレポートを書かせることがよい。
	科学的アプローチとなるよう工夫する	①体験から規則性を意識化 ②実験データ分析による規則性の検討 ③グラフにより視覚的に把握 ④複数の観点から再検討 の4ステップの指導方法を適用することも有効。
④実験環境	実物・立体模型を活用する	実物を扱うことは視覚・聴覚だけでなく、触覚・嗅覚などが加わるため、理解度を向上させるのに有効。実物の取り扱いが困難な場合は、立体模型を活用することも効果が期待できる。
	スクリーンを使って拡大画面を映す	小さな装置・部品や小さな領域での現象などはスクリーンに拡大画面を映し、参加者がストレスなく説明を理解できるよう配慮する。
⑤継続的な活動につなぐ	小さな部屋であってもマイクを使用する	子供たちはひとつのことに集中すると説明者の話が耳に入りにくい。小さな部屋であってもマイクを利用することが望ましい。
	家庭でできる実験内容を提示する	科学技術離れを防ぐには、継続的に科学に触れることが重要であり、身近な材料を使って家庭で実験することが有効。
	親子で参加する機会を設ける	「親の理科離れ」を食い止め、家庭でのアドバイスが期待できるほか、親子で協同してひとつのことをやり遂げるよい機会にもなる。ただし、すぐに手を出さないなど保護者へ十分に説明する必要がある。
	配布資料に保護者向け情報も記載する	家庭にて保護者から子供にアドバイスをすることを想定して、発展した内容を記載する。
①モチベーション向上	学年毎の学習内容に応じたプログラム作成を徹底	学年ごとの学習内容(カリキュラム)に応じたプログラム作成を徹底する。複数のプログラムを実施する場合には、事前説明会などを実施する。
	学生を指導者にする	学生が参加者に直接指導をすることにより、堅苦しい雰囲気もなく、楽しんで実験に取り組むことができる。説明する学生にとってもよい機会になる。「指導要領」などを学生にあらかじめ明示しておく。
	②継続的な活動につなぐ	保護者向け「家庭でできる実験教室」の開催
③科学イベント形態	ブース型実験・体験型実験の併用	教室型実験と併用して、多岐にわたるブース型実験・体験型実験を開催することで、様々な科学現象に触れることができ、自分が学んでみたいことや将来やりたいことなどが見つかることもある。
	ワークシートの活用	展示やブース型実験、体験型実験などでは、参加者の自発的な行動をサポートするため、ワークシートの利用が有効。

実験プログラム関連

運営関連