

学生主体による小・中学生対象化学実験教室の運営

三木 功次郎 直江 一光 石丸 裕士 宇田 亮子

Management of Chemical Experiment Demonstration for Children
by the Students of Nara National College of Technology

Kojiro MIKI, Kazumitsu NAOE, Hirohito ISHIMARU, Ryouko UDA

小・中学生に化学の楽しさや素晴らしさをアピールするため、平成8年から高専祭における学科紹介の場である物質化学工学科展の運営指導に携わり、その改革に取り組んだ。平成10年からは、「夢・化学-21キャンペーン」(主催:夢・化学-21委員会)の協力を得て、化学実験教室を開催し、化学同好会の学生を中心として企画・運営を行い、1000～1300名の来場者が実験に参加するようになった。10年間の実験教室開催における学生指導について、その経緯と成果を報告する。

1. はじめに

奈良高専(以下、本校と略す)では、毎年11月初旬の土・日曜日の2日間で、高専祭(いわゆる文化祭)を開催し、学生が組織する高専祭実行委員会が中心となって、各種展示・ステージ企画・模擬店・学科展などのプログラムを行っている。その中でも、学科展は、本校の機械・電気・電子制御・情報・物質化学工学科の5つの専門学科が、展示・実演などで学科紹介を行うものであり、高専らしさを来場者にPRする企画となっている。

筆者らは、本校物質化学工学科の学科展の指導に10年間携わってきた。本論文では、この10年間の学生の指導方法や体制作りの取り組み、「夢・化学-21キャンペーン」としての化学実験体験教室(以下、実験教室と略す)の実施などについて紹介し、これによる地域貢献についても述べる。なお、「夢・化学-21キャンペーン」とは、化学技術・化学製品への理解の増大を図るため、学会と産業界が手を組み、文部科学省・経済産業省の後援を得て、夢・化学-21委員会が主催している事業である¹⁾。

2. 学科展の改革とその指導²⁾

2. 1. 学科展改革の背景

筆者らが、学科展の指導を担当するようになったのは、平成8年度であった。この年、化学工学科(物質化学工学科の改組前)の入試倍率は1.5倍と本校5学科中の最低倍率(この時の5学科平均倍率は2.0倍)となっ

た。平成4年度の入試倍率が2.4倍、平成5～7年度の3年間でそれぞれ2.0倍であったことを考えると、今後さらに厳しい状況が考えられた。当時、化学工学科から物質化学工学科への学科改組を文部省(現文部科学省)に予算要求していたこともあり(平成9年度に改組)、筆者ら若手教員には、入試倍率の低下、そしてそれに伴う入学者の学力低下などに対して、具体的なてこ入れが必要との強い思いがあった。また、世間では、小・中学生の理科離れが指摘されており、高専教員として、この問題にも対処が必要と感じていた。

このような経緯の中、筆者3名(三木、直江、石丸)で、この問題に対して、自主的にかつ具体的に取り組めるターゲットとして高専祭の学科展の充実を考えた。高専祭は例年2000人を超える入場者があり、本校関係者以外に、小・中学生およびその保護者、祖父母など家族連れも多く、学科の宣伝、化学のアピール、そしてそれに伴う入学志願者増を効果的に達成できる絶好の場であると思われた。この当時の学科展は、10名程度の化学同好会部員で実施されており、実験・展示内容等は学生が決定しており、内容が乏しく、学科のPRからは程遠いものであった。このため、指導方針を改革し、部員への積極的な指導を行うこととし、実験テーマの充実、運営方法の見直しなどにより、積極的な学科PRの場となるように試みた。

2. 2. 指導方針改革の目標

平成8年5月、前述の筆者3名が、学科展を実施する化学同好会の顧問となり、学科展運営の指導改革プロジ

エクトをスタートさせた。この際の目標は以下の内容であった。

- (1) 小・中学生および保護者への学科のPR
- (2) 学生主体の運営
- (3) 教員の積極的な指導
- (4) 化学同好会の充実

学科展でのPR活動は、短期的に効果が出るものではなく、5年程度の長期的な計画として考え、小・中学生に対する化学・生物への興味付け、そして学科PRとなることを目指した。教員による積極的な指導を行うが、小・中学生と年齢が近い学生が主体となって運営することで、化学に親しみが持て、高専に入学した際のイメージを掴めるようにした。また、学生が運営の主体となることで、(4)と併せて、トータルで教員の負担を低減させるという狙いもあった。さらに、1～3学年からも積極的に部員募集を行い、化学同好会の組織を充実させることで、20人以上の部員を確保することとした。これによってタテのつながりを作り、実験および運営ノウハウの継承やリーダーの育成を行うこととした。

2. 3. 指導方針改革の経緯および目標の達成

それまでの学科展では、スライムなどの簡単な実験で、子供たちを遊ばせることだけに主眼が置かれ、化学同好会部員には、学科PRや化学への興味付けという意識は少なかった。このため、平成8年度は、学科展の中心となる4年生部員と話し合い、前述の目標の具体策として、実験・展示内容の充実、PR効果を高める演出、教員の積極的指導、化学同好会の部員数確保などの提案を伝えた。この提案は学科展を充実させたい、多様な実験を行いたいなどの部員の要求と一致し、全面的な協力が得られることとなり、部員からの実験・運営に対する提案を聞き、教員が細部に渡って指導を行うこととした。部員から提案のあった実験内容に加えて、教員からも微生物関連の実験テーマを与えた。この実験テーマは、微生物の培養・顕微鏡観察、固定化パン酵母によるアルコール発酵、さらにアルコールの蒸留であり、当時は、専攻科の特別実験で実施しているレベルの内容であった。このような内容は、部員だけでは実施できないものであり、教員の積極的な指導により、培養装置、発酵装置、顕微鏡、ビデオカメラ、蒸留装置など的高額な実験機器を利用させ、導入できたものである。部員は指導教員と夏季休業前までに実験テーマの候補を挙げ、夏季休業に入ってから本格的に各テーマの実験を開始した。高専祭までの約3ヶ月の期間で、実験テーマの確定、予備実験の実施、試薬・物品の購入、プレゼンテーションのためのポスター・原稿作成、ホワイトボード等の使用備品の

調達等を行ったが、学科展の大きな方向転換により、部員にとっては今までにない多忙な準備期間や、指導教員からの厳しい指導（特に、幼児から高齢者まで、多彩な入場者を想定して、安全面、実験内容、説明内容などについて繰り返し指導を行った）に苦しみながら、アイデアを凝らして、その役割を十分に果たしてくれた。一方、教員にとっては、初めての試みであり、化学同好会の体制が十分に整わないこともあり、高専祭1ヶ月程前からは指導は多忙を極め、学生主体ではなく、教員主体で行うべきであったと後悔することもあった。また、学科展の予算としては、学生が運営する高専祭実行委員会から7万円程度が措置されていたが、充実した実験の準備費（試薬、ガラス器具、装置など）としては不足し、一部は指導教員の研究費を使用することとなった。

学科展当日は、部員が中心となって、準備・実験・説明などを行い、教員は裏方に徹して、特に幼児や小学生が実験を行う際の安全確保の指示や、予測できないトラブルなどに備えた。部員は、当日の小・中学生の予測できない行動や厳しい質問に悩みながらも、自分たちで実験やスケジュールを考え、小・中学生に化学の不思議さ、面白さを教えることに、大きな充実感を得たようであり、技術者の卵として、貴重な経験であったと思われる。一方、学科PRの大部分を担ってくれた部員へ、高専祭当日の昼食を準備したことで、指導教員は各自の財布から数万円の持ち出しとなった。

このような状況であったが、幼児から高齢者までの幅広い参加者が熱心に実験を見学し、部員からの説明を聞いていたことから、学科のPRという(1)の目標はほぼ達成できたと考えられた。目標の(2)、(3)についても、達成できており、部員の満足度も高かった。これらの改革が大きな問題もなく、初年度からスムーズに行えたことは、教員からの目標設定が、部員の求めていたものと非常に良く一致したことが理由と考えられた。しかしながら、目標(4)である化学同好会の充実については、さらに数年掛かることとなった。

それまでの、部員のほぼ自主的な活動による学科展から、教員が大きく介入した学科展への改革が、学生の達成動機にどれだけ結びついていくか不安であったが、2年目の学生も熱心に役割を果たしてくれたことから、この指導方針が定着することとなった。さらに、この指導方針の改革が、その後の学科展の枠を超えた実験教室への発展へと繋がった。

3. 「夢・化学-21 キャンペーン」への参加²⁾

3. 1. 化学実験体験教室のスタート

平成5年度からスタートした「夢・化学-21 キャンペーン」は、平成9年度より高専の実験教室の実施に対しても予算が措置されることとなった。これを受けて、本校物質化学工学科では、夏休みに小学生対象の実験教室を開催した。教員が中心となってテーマを設定し、専攻科学生をアシスタントとして、4つの実験テーマを実施したが、慣れない小学生相手に教員の負担も大きかったため、平成10年度には見直しが検討された。また、参加定員を設けた方式では、実験の参加者は数十名に限定され、理科が元々好きな小学生が参加している可能性が高いことを考えると、入場者の多い高専祭において、学科展をより一層充実させ、多くの人々に対して化学をPRした方が、入学志願者増、理科離れ対策としては効率的であると考えた。このため、学科展改革から3年目を迎えた平成10年度からは、夢・化学-21委員会の共催を得て、学科展を「夢・化学-21 キャンペーン」の実験教室として運営し、必要経費の一部（年により異なるが、年3～10万円）を提供していただくこととなった。この背景には、先に述べた学科展における化学同好会部員の意欲の高さが必要不可欠であり、学科展の改革が先行していなければ実現は不可能であったと考えられる。

3. 2. 化学実験体験教室としてのプログラムの充実

物質化学工学科では、化学応用工学コースと生物化学工学コースの2コース制カリキュラムを取り入れており、生物系を含めて学科展の内容を充実させ、さらに、小・中学生が実際に実験を体験できるように企画した。テーマは、身近なもの（電池、樹脂、洗剤、微生物など）を材料に用い、普段何気なく見ているものの中に、複雑な化学現象が潜んでおり、いろいろな化学技術が利用されていることが理解できるように努め、参加者に化学・生物への興味を持たせることを目的とした。

学科展の改革から3年目を迎え、化学同好会の部員にもテーマの計画・実施・説明などの運営のノウハウが蓄積されてきた。自分たちで企画から実施までのスケジュールを考え、学科PRや夢・化学-21キャンペーンの趣旨に沿った実験テーマを提案できるようになって来た。また、新採用の若手教員が順次顧問として加わり、指導体制を充実させていった。このため、教員の負担は初年度などに比べて、多少減少することとなった。部員からは実験や運営に対して、様々なアイデアが寄せられ、実現可能なものから順次実施した。実験で自分が作製した

ものをお土産としたり、入場者増を狙った「人が入れる巨大シャボン玉」作り、「おでん」を素材とした電池作製などの思いもつかない実験、異臭の強い実験に使用する手作り排気装置の作製など、毎年ユニークな発想とそれを実現するための粘り強さに驚かれた。平成13年度からは、「化学実験ショー」と題して、炎を伴うような激しい燃焼反応（爆発）や手品的要素を含んだ実験を屋外で実施した（写真1）。これは、毎年部員から爆発実験の企画が出てきていたため、安全面を考えて、屋外実験として許可したものである。このようにして、部員の増加（図1）や色々な実験を行いたいという部員の要求により、毎年実施テーマ数を少しずつ増加させており（図1）、また1/3程度のテーマは毎年新規に企画している状況となっている。また、平成13年度以降は部員数も増加し、改革目標の(4)も達成でき、ノウハウの継承やリーダーの育成がスムーズに行えるようになった。以下に、平成10～17年度のテーマを列挙する。

平成10年度（指導教員：三木、直江、石丸、大久保）

巨大シャボン玉（写真2）

微生物の観察とパン酵母を用いたアルコール発酵



写真1 化学実験ショー

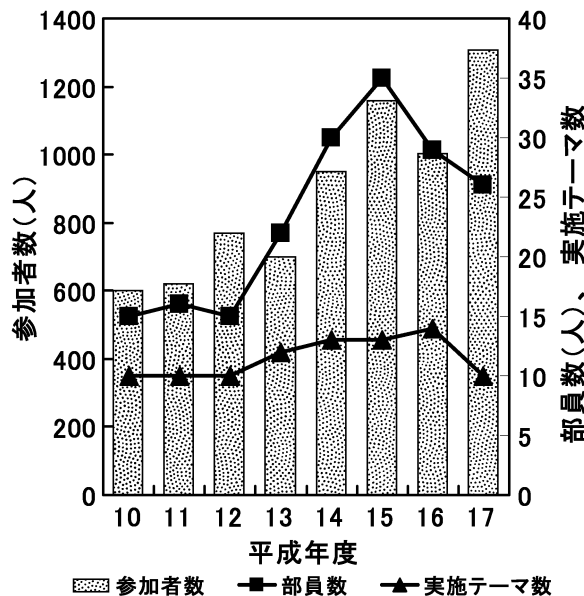


図1 化学実験体験教室の参加者数、化学同好会部員数および実施テーマ数

ナイロンを作る
 身近なもので電池を作る
 人間の息で、溶液の色を変化させる
 水でマッチに火をつける
 液体磁石の実験
 樹脂の性質を実験する
 身の回りの細菌 (展示)
 環境問題 (展示)

平成11年度 (指導教員：三木、直江、石丸、宇田)

巨大シャボン玉
 パン酵母を用いた発酵
 スライムの作製
 錬金術 (メッキ)
 カラーキャンドル
 試験管の中に虹を作る
 人工イクラの作製
 液体磁石のマジック
 プラ板によるキーホルダーの作製
 光で色が変わる絵

平成12年度

(指導教員：三木、直江、石丸、宇田、伊月)

巨大シャボン玉
 パン酵母とカビの観察
 スーパーボールの作製
 錬金術 (メッキ)
 カラーキャンドル
 交通信号フラスコ
 化学噴水
 樹脂の性質



写真2 巨大シャボン玉

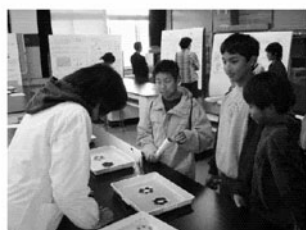


写真3 爆紙



写真4 食べ物電池



写真5 電気パンの作製

平成13年度

(指導教員：三木、直江、石丸、宇田、伊月)

化学実験ショー
 巨大シャボン玉
 コップからアクセサリー
 氷つり、紙が水の上で回る！
 振動反応
 銀鏡反応
 爆紙 (写真3)
 食べ物電池 (写真4)
 人工イクラの作製
 電気パンの作製 (写真5)
 遺伝子組み換えって何？ (展示)

平成14年度

(指導教員：三木、直江、石丸、宇田、伊月)

化学実験ショー (一部は屋外にて実施)
 巨大シャボン玉
 人工いくら作り
 ホタルの光を再現
 セッケンと合成洗剤を見分ける
 触ると爆発する紙
 試験管に降る雪
 ナイロン作り (写真6)
 炎色反応を用いたカラーキャンドル (写真7)
 光で作るスタンプ (写真8)
 食品中に含まれる油 (展示)
 焼いも、甘酒のふしぎ (展示)

平成15年度

(指導教員：三木、直江、石丸、宇田、伊月)

スーパーシャボン玉2003
 光で作るスタンプ
 声を感じる化学反応



写真6 ナイロン作り

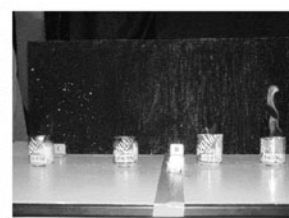


写真7 カラーキャンドル



写真8 光で作るスタンプ



写真9 发泡スチロールを作ろう

爆紙

ナイロンをつくろう

振動反応

ホタルの光

ゲルの不思議

道頓堀川には飛び込むな!?(展示)

平成16年度

(指導教員：三木、直江、石丸、宇田、伊月)

スーパーシャボン玉2004

スライム

ニンヒドリン反応

发泡スチロールを作ろう (写真9)

電池でお絵かき

振動反応1 (暗室のもの)

振動反応2 (シャーレのもの)

ドーピングについて (展示) ※土曜日のみ

カーボンナノチューブ (展示)

平成17年度

(指導教員：三木、直江、石丸、宇田、伊月、西野)

化学実験ショー (屋外にて実施)

スーパーシャボン玉2005

弾むシャボン玉

葉脈のしおり作り

ザ・結晶

光る植物 (写真10)

化学おみくじ

食べ物電池

人工イクラ

アスベスト問題 (展示)

3. 3. 化学実験体験教室の成果

平成10年の実験教室(2日間)の参加者は、約600人(小・中学生約230名、保護者・その他約270名)であり、年を追うごとに徐々に増加して行った(図1)。使用した会場は、一般教科の物理実験室(約120m²)とそこに隣接する2E教室(約80m²)であったが、時間帯によ



写真10 光る植物

っては、入場者が多過ぎて、身動きが取れないほどの状況となった。

また、平成14年度からの小・中学校の完全週休2日スタートに合わせて、地元の大和郡山市教育委員会の後援を得て、大和郡山市内の小・中学校、公民館にポスター掲示の依頼とチラシ配布(大和郡山市立小・中学校を通じて、全児童・生徒に約7500枚のチラシを配布)を行い、さらにPRに努めた。この結果、参加者は飛躍的に伸び、1000人を超えることとなった。平成13年度までは、高専祭1日目の土曜日の午前中は入場者が少なく、ほとんどの時間を準備時間として当てることができた。しかしながら、平成14年度の土曜日は状況が一変し、開始時刻の午前10時から多数の入場者が押しかけることとなった。また、一部の入場者は配布したチラシを手に持っており、宣伝効果が大きいことが分かった。高専祭への来場者が2000~2500人であるので、その約半数が、実験教室に参加したことになる。平成15年度も同様にPRを行い、約1,150人の入場者となった。平成16年度は高専祭と入試説明会が同時開催となり、混乱防止のために、広報小委員会の判断で後援を依頼出来なかったため、入場者は減少したが、平成17年度には大和郡山市および天理市教育委員会の後援を得て、15,000枚のチラシを大和郡山市、天理市の小・中学生に配布した結果、1,300人を超える参加者となった。

また、化学実験ショーは高専祭の模擬店から少し離れた場所(学生昇降口前)で行ったが、毎回(2日間で4回実施)100名以上の見学者(写真1、右)があり、非常に好評であった。なお、この「化学実験ショー」の参加者人数は図1の参加者に含まれていない。実験ショーの時間は約30分間程度であり、学生が企画した4~5テーマの実験を行っているが、爆発・燃焼系の実験も多く、また見学者も多いため、安全の確保や実験のプレゼンテーション内容(小学生が理解できる内容となっているか)などについて、担当の学生との打ち合わせを頻繁に行い、練習を重ねた上で行っている。毎回、見学者の大きな拍手もあり、学生にとっては大きな充実感が得られるイベントとなった。

参加者をお願いしたアンケートで、「来年も参加したいですか?」という質問に、毎年98%以上の人から「参加したい」との回答が得られ、学科PRに加えて、夢・化学21キャンペーンの趣旨である、「化学技術・化学製品への理解の増大」についても達成でき、企画としては大いに成功したと考えられる。

5. おわりに

平成8年度に始まった高専祭学科展の充実・発展のプロジェクトは、平成17年度で10年目を迎えた。当初は想定もしていなかった「夢・化学-21キャンペーン」への参加（平成10年度～）や、大学等開放経費による支援（平成14、15年度）により、高専祭学科展の経費と合わせて、20万円～40万円程度の費用が確保できるようになり、また、大和郡山市教育委員会の後援（平成14、15、17年度）、天理市教育委員会の後援（平成17年度）などにより、平成17年度には入場者が1300人となる大きなイベントとなった。通常の学校（主に教員側）からの地域社会への貢献・情報発信は良く行われるようになってきているが、筆者らが指導を行っている化学実験体験教室は、学生が主体となった情報発信であり、高専での学習成果を直接生かした、社会への大きな貢献であると考えられる。

入試倍率については、顕著な効果があったと言えないが、ここ数年、物質化学工学科の推薦入学者希望者の増加や学力入試の合格最低点の上昇（いずれも学内での比較）など、少しずつ効果が出てきているように思われる。

一方、学生の教育面から考えた場合、近年、高等教育機関で浸透してきているPBL（Project Based LearningまたはProblem Based Learning）教育として、「化学実験体験教室の運営」が良いテーマとなっていることに気がついた^{2,3)}。学生の計画する実験テーマは、インターネット上で公開されているものを少しアレンジしたものが多く、その点ではさらに創造力や独創的な発想を伸ばしていく指導が必要であると考えている。しかしながら、技術者と思われるような人からの厳しい質問にたじろぎながらも、一所懸命説明している学生からは、普段の姿からは想像できない確かな自信が溢れており、講義や学生実験では引き出すことのできない能力を、このような形で育成することが、今後も重要だと強く感じている。

また、このような化学実験教室の運営を体験した学生は、教育委員会や小学校から依頼のある「出前授業」、子供会その他から依頼のある「サイエンスショー」などの実施において、教員のアシスタントとして積極的に参加してもらえる場合が多く、科学技術振興機構がサポートしている「理科大好きボランティア」などのように、子供たちに科学技術の理解を推進する「サイエンスボランティア」の育成方法として大いに有用であることが分かった。このような学生の、卒業後のサイエンスボランティアとしての継続的育成に関しては、今後の課題として検討していきたい。

なお、これらの入試対策、理科離れ対策、教育面での効果の詳細については、別途発表の予定である。

参考文献

- 1) 夢・化学-21ホームページ
<http://www.kagaku21.net/yume21/home/home.htm>
- 2) 平成17年度高等専門学校教育教員研究集会講演論文集、pp.283-286 (2005)
- 3) 三木功次郎、直江一光、石丸裕士、奈良高専広報誌「Campus」、第80号、pp.22-23 (2000)