

7. 理科の実演指導における有意な方法の研究

またそれに伴った演示実験の開発

(代表) 後藤 春日己 (理学部物理学科 4年)

指導教員

鎌田 啓一 (理工学研究域 数物科学系 教授)

1. 研究目的

本研究の目的は大きく分けて2つある。

1つは理科の実演指導において子どもから大人まで、科学的な内容に興味を示し、理解を促されるような実験授業の開発と、実験で使う装置の開発である。

もう1つは活動を通じた、我々自身のプレゼンテーション力、コミュニケーション力、問題解決力の向上である。

本研究の主体はサイエンス・ラボというグループである。

2. サイエンス・ラボについて

サイエンス・ラボは、理科の実験授業での効果的な演示実験の導入方法、指導方法の研究、開発を行なっている。そして、授業で使う実験装置の開発を自ら行い、実際にそれらを使った授業を自ら組み立て、発表している。発表する場として金沢大学理工学域主催の「ふれてサイエンス&てくてくテクノロジー」、外部のイベントとして能登青少年自然の家での発表や、金沢子ども科学財団のイベントに参加させてもらった。

今年度の主な活動メンバーは理工系の学生33名で、発表テーマごとに5つの班(蒸気班、数学班、生物班、力学班、流体班)に分かれてそれぞれの実験授業、装置の開発を行なった。お互いの活動状況を報告し合うため、月1回程度の全体会を開いた。

また、新たな活動メンバーを発表ごとに募ったり、班同士でのメンバー移動を自由にし、幅広い活動を心掛けた。

3. 今年度のサイエンス・ラボの活動

今年度は年間10回のイベントで発表を行なった。イベントの発表形式は大きく分けて2つの形式がある。

1つは90～120分の理科の実験授業を開発し、発表する、授業形式のものである。年8回の発表をした。発表の場としては、小学生30人程度の理科教室で、対象が小学生低学年向けの「広坂子ども科学スタジオ」、高学年向けの「おもしろ実験教室」があった。

ともに金沢子ども科学財団のイベントに参加する形で発表した。

もう1つはブース形式の発表である。金沢大学理工学域が主催する「ふれてサイエンス & てくてくテクノロジー」(発表日時: 11月1日、10～16時。来場者: 約2000人)、能登青少年自然の家で行なった「能登サイエンスワールド」(発表日時: 11月23日、10～14時。来場者: 約400人)があった。来場者に対して、自ら考案した体験型の実験装置の展示をしながら、説明や体験実験を交えた発表をした。1回の発表は10分程度である。



図1 広坂子ども科学スタジオ



図2 能登サイエンスワールド

4. 今年度の指針

今年度のサイエンス・ラボでは授業形式の発表を昨年度より増し、年10回の活動中8回の発表を授業形式のものにした。そして、「小学生を対象とした理科の実験授業における有意な授業の進め方」についての研究を行なった。

今年度の新しい試みとして、授業で行なう実験を意識的に以下の4つのステージに分けて行なうことをした。

- ・導入実験
- ・個人実験
- ・共同実験
- ・体験型の実験

実験内容の詳細については6節の「4ステージ制の評価」で説明する。今回の研究は主に実験授業における、4ステージ制の有意性、また効果的な活用方法、についてまとめる。

5. 実際に行なわれた実験のステージ分け

8回の実験形式の発表で、実際に行なわれた実験の数を各ステージごとに分けて、表1にまとめる。授業担当の学生の意見より評価し、授業中で、最もメインとなった実験のあ

るステージに関しては、そのステージの実験数を赤で表記する。

表 1. 各ステージにおける授業中の実験数

| 授業名 | 導入実験 | 個人実験 | 共同実験 | 体験型実験 |
|---------------------|------|------|------|-------|
| 空気の色(広坂) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 水の変化と空気の不思議 (おもしろ) | 4 | | 1 | 1 |
| 磁石の不思議(広坂) | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 電気にふれよう(広坂) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| へんてこシャボン玉で遊ぼう(広坂) | 2 | 1 | 1 | 1 |
| カラフル炎ろうそくを作ろう(広坂) | 2 | 1 | | 1 |
| 電気の世界 (おもしろ) | 1 | 1 | | 1 |
| プロペラで動くおもちゃを作ろう(広坂) | 1 | 4 | | (4) |

※「プロペラで動くおもちゃを作ろう」では個人実験と体験型の実験で同じ実験を行なったので、内容的にみて、体験型の実験にはカウントせず、括弧書きで記す。

表 1 より分るように、各授業において、90～120分の間に3～6回の実験を行なった。

6. 4ステージ制の評価

これより実験授業を4ステージに分けて組み立てたことにどのような成果があったか、各ステージごとに我々が設定した目標と得られた結果について、実際の具体例を交えながらまとめる。なお、得られた結果や成果については、授業担当の学生の意見を基に、総合的に評価した。子どもたちの感想も取ったが、それについては後に7節の「総括」でまとめる。

6-1. 導入実験

導入実験は説明だけでは理解しにくい内容を補うための演示実験と意味づけて行なった。例として、「空気の色」では大気圧を利用して、割り箸を素手と新聞で割る実験が挙げられる。説明ではイメージが難しい大気圧を理解させるために行なったはずの実験であった。しかし、実際の実験では、割り箸を音を立てて勢いよく割るということが、子どもたちにインパクトを与える結果となり、自分たちもやってみようという多くの子どもたちの反応を得た。

他の授業でも同様に、実験結果にインパクトがあるほど、子どもたちの授業への能動的な参加を促しやすいという結果が得られた。

8回の授業の結果より、さらにまとめると、授業における導入実験の有意な活用として、

行なう実験の反応結果に“光る”、“動く”、“鳴る”などの反応をうまく取り入れると、子どもたちの後の実験授業に対する能動的な参加を得られるということがわかった。

6-2. 個人実験

この実験は子どもたちに結果について予想を立てさせたり、じっくり考えながら行なわせることが授業内容の理解において有効であると考え、行なった。

個人実験の例として、「磁石の不思議」で行なった“磁石を分割”という実験を挙げる。N極、S極のわかる1つの磁石を真ん中で分割したらどうなるのか、子どもたち1人1人にじっくり考えさせ、予想を立ててもらい、自ら実験で確かめてもらった。子どもたちはみな真剣であった。もう1つの例として、「空気の力」より“机に張り付いた下敷きを持ち上げよう”がある。これは空気の重さによって、下敷きがなかなか持ち上がらないということ子どもたちに理解させる実験であったが、実際の子供たちは、どうしたら持ち上がるだろうかと一生懸命になっていた。

他の授業での個人実験でも子どもたちの反応は様々であったが、同様に子どもたちの真剣な態度が得られた。これらの結果からも、個人実験は子どもたち1人1人にじっくり考えさせながら行なう実験に適しているといえる。

6-3. 共同実験

この実験の意図は、実験をグループで意見し合いながら行なうことで、授業を活気あるものにしようとするのであった。実際、授業担当の学生からは、“子どもたちの活発な発言によって実験が進められた”と、多くの意見があった。

我々は共同実験を次の条件で行なわせた。

- ・実験は、担当の学生1人と子ども4、5人のグループで行い、授業全体を統括する学生を1人設ける
- ・1つの実験を各グループごとにやらせる
- ・実験を行なう上で条件設定に自由度を持たせる

共同実験の例として、「水の変化と空気の不思議」で行なった“工作で作らせたポンポン船の競争”という考察実験を取り入れたゲームを挙げる。1回目の競争の後、どうしたらより速くなるのか、みんなはどんな工夫をしているのかを考えさせたり、話し合わせた。そして、自らの作ったポンポン船の改良をさせ、もう1度競争をさせた。結果として、子どもたちの活発な発言によって、実験授業が進められた。

全体として、意図した以上に子どもたちの活発な発言、参加的な態度が得やすく、授業が活気づく実験であった。実験によっては、グループを越えた意見交換が盛んに行なわれたものもあった。よって、実験授業において、共同実験はとても有意性があり、さらに、それを行なう上で我々の設定した条件付けが有効であったと考える。

6-4. 体験型の実験

体験型の実験は体感実験を用いて、授業内容を印象的に理解させるために行なった実験である。例として「空気の力」より、ゴミ袋エアジャッキを挙げる。この実験はエアジャッキの上に子どもたちに載ってもらい、空気の力で持ち上がってもらうという、空気の力を理解するための体感実験である。ここでは、普段なら「おもちゃ」、「遊べるもの」として子どもたちから認識されるであろうエアジャッキを「科学的な原理で動く装置」と認識させ、体感させる実験装置と理解させた。

8回の授業を通して得た結果として、この実験を、子どもたちの科学的な目線が養われているであろう授業の後半に行なうことは、授業内容のより深い理解を促すことがわかった。実際エアジャッキの場合は、子どもたちは装置内にどのように空気が袋を満たしていくのか、頻りに装置の隙間から観察していたりした。このことからエアジャッキは子どもたちにとって実験装置として映っていたといえる。

7. 総括

今回の実験授業における4ステージ制の導入は、とても有意性があるとわかった。とりわけ、授業担当の学生の意見より評価すると、4ステージの中で最も授業を盛り上げるステージは、共同実験、体験型の実験であるとわかった。よって、授業を作る上で子どもたちの興味、関心を得るために、どちらかの実験を行なうことは、有効であるといえる。また、体験型の実験に関しては、授業の終盤で行なうことで、効果的に授業内容をまとめることができるとわかった。

そして、授業を通して、子どもたちの集中力が持つのは20分程度であるとわかった。このことより、授業で行なう実験も20分以下のものを意識して作らなくてはならないといえる。

アンケートを毎回、授業後に行なった。アンケートは子どもたちに、面白かった実験、不思議の思った実験などを挙げてもらい、感想を書いてもらった。感想結果より、総じて時系列ごとに、授業の最後の方で行なった実験が、子どもたちの印象に残りやすいとわかった。共同実験の評価については、子どもたちの活発な意見交流、実験態度から判断したのだが、子どもたちのアンケートからは共同実験についての感想があまり多くなく、子どもたちの感想だけからこの実験の評価を行なうことは難しかった。体験型の実験には、子どもたちの感想から一番印象に残った実験として、数多くの実験が当てはまった。この結果が得られたのは、授業の終盤に行なった実験が多かったこと、実験装置に魅力的なものが多いこと、他のステージの実験と違って、遊びの要素が含まれやすく、興味を持ちやすかったことが挙げられた。

さらに、今年度の活動を通して得られた結果として、実験装置を簡単な素材で作ることが有意であるとわかった。実験装置が簡素なもの例として、先のエアジャッキを挙げる。主な材料はダンボール、ゴミ袋、空気入れである。何も特別な材料はなく、それらで作ら

れた実験装置を用いて行なわれる実験では、秘められた不思議、科学というものに対して、子どもたちは進んで探究していた。装置を分解したり、空気入れを2個で試してみたりして、さまざまに条件を変え、進んで実験に取り組むかたちとなった。この結果より、実験装置を簡素な素材で作ることが、子どもたちの科学的探究心を引き立てやすく、実験内容をより理解させるということがわかった。

我々の研究テーマ、「効果的な実験授業の進め方」にははじめから答えが存在するものではなく、研究成果についても自らの主観や意見で以って評価するしかない。実際の授業でどの程度の活かせるかも不鮮明なところがある。しかし、活動を通しての我々は多くの経験、成長を得たのは確かである。発表では授業発表回数を追うたびに、スムーズに説明や演示実験を行なえるようになり、我々のプレゼンテーション力は向上した。それによって、子どもたちの反応や能動的な態度が得やすくなったと思っている。これ以後も感想になるが、授業は参加する子どもたちによって作られたということを改めて実感した。授業は彼らの反応、態度なしに作れなく、成り立たなかった。そのことを実際授業を作る立場となって、理解したのである。授業を作る難しさ、大変さを自らが教える立場になって実感できたことは、本学の学生である我々の、今後の学生生活の態度を改めるものになった。これからのサイエンス・ラボの活動も、学生生活も、また新たな姿勢で励もうと思う。本研究活動は我々にとってとても有意義なものとなった。

8 今後の展望

子どもたちに行なうアンケートについては、昨年度からの課題であった。子どもたちに行なうアンケートの感想には否定的な内容が書かれにくい、そのことによってアンケートは、正当に授業を評価する資料にはなりにくい、というものが今年度でも課題として挙げられた。授業の評価資料として、アンケートを用いるには、子どもたちの印象を答えさせる方法は適していないとわかった。よって、授業開発に加え、今後の活動では、授業評価資料として扱えるアンケートの取り方の研究も進める。

(謝辞)

今年度の学長研究奨励費は発表に用いる実験装置の開発費に使わせていただきました。奨励費のおかげで授業で用いる実験装置に多くの改良が行なえ、本番の実験授業では立派な発表ができました。サイエンス・ラボ一同、心より感謝いたします。ありがとうございました。