

# 日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 **5** 回 助成期間：平成 20 年 11 月 1 日～平成 21 年 10 月 31 日（期間 1 年間）  
 テーマ： 教具の作成を通じた数学教育の試み  
 氏名： 仲田 研登 所属： 稚内北星学園大学 登録番号： 08152

## 1. 課題の主旨

数学には科学の共通言語という側面があり、中高生の数学離れは理科離れに繋がる。その意味で、数学教育は広い意味での理科教育と捉えることができる。自然科学を記述するために発展してきたという、数学の歴史を考えると、数式の意味する自然現象とともに数学の諸定理を理解することが望ましいと思われる。高等学校や中学校で学習する数学の対象でも、科学の役に立っているものもあるが、授業時間の削減などの影響で十分な時間がとられず、他の理系科目との関連を意識することは少ないように思われる。

本公開講座では、数式の意味する自然現象とともに数学の諸定理を理解することを目標とした。特に、物理現象などを体験するための教具を参加者とともに作成し、参加者にモノづくりへの関心をもつきっかけを与えるとともに、参加者の数学の諸定理への理解を促すことを目標とした。また、公開講座の実施にあたっては教員志望の大学生をアシスタントとして参加させ、彼らが数学と理科の連携教育の重要性を理解し、彼らが教員となった際にこの経験が彼らの教え子に還元されることも目標とした。

## 2. 準備

本公開講座は、テーマとなる数学的对象の性質について解説した後、その性質を具体化した教具を参加者とともに作成し、教具作成を通して参加者に性質の理解を促すという手順で行われる。具体的には次の教具を作成した。

### [放物線の焦点を体感する教具]

（テーマとする性質） $y=x^2$  のグラフは放物線と呼ばれているが、放物線上の鏡は前から入ってきた光を一点に集める性質をもつ。この光が集中する点は放物線の焦点と呼ばれるが、放物線が焦点をもつと言う性質は実際にパラボラアンテナなどに利用されている。

（作成する教具）直径 2m ほどの大きさのパラボラを 2 基作成。向かい合うように 20m ほどはなして設置。

（教具の使用法）片方のパラボラの焦点のあたりで話をすると、その声は反射して反対側のパラボラの焦点にあつまる。したがって、反対側のパラボラの焦点の前では声が聞こえる。しかしながら、焦点から外れると声はハッキリとは聞こえないことから、声が反射し焦点に集まっていることが分かる。

### 3. 指導方法

本公開講座では、直径2mのパラボラを2基作成し、音の反射を利用して、放物線の焦点の存在について体感するという実験を行った。パラボラの作成にあたって、どのようなサイズであれば実験の効果が得られるか、また、どのような手順で工作するのが効率的かを調べるため、事前に試作品を作成し確かめた。その上で当日アシスタントとして参加する大学生に、工作の手順を一通りアナウンスした。また、彼らには、より詳しい数学的な背景を事前指導し、参加する生徒が興味を持って質問したときに対応できるようにした。より具体的には、放物線の焦点の存在について、平均値の定理と中間値の定理を用いた多面体近似の妥当性の証明など中学校や高等学校では扱わない範囲の事についても指導した。

### 4. 実践内容

高校生を対象とした「数学実験教室-放物線の不思議」という公開講座を行った。公開講座では、以下の手順で、直径2mのパラボラを2基作成し、音の反射を利用して、放物線の焦点の存在について体感するという実験を行った：

\* まず初めに、公開講座で行う実験の数学的な背景を解説した。作業時間の確保のこともあり、ここでは10分程度の解説にとどめた。

\* その後スチレンボードから台形のパーツを切り出し、ガムテープで貼り合わせることでパラボラ(の多面体近似)を作成するということを参加者全員で協力し行った。台形のパーツはそれぞれのサイズごとに担当を決め分担して作業を行い、逆に組み立てでは全員で協力し作業を行った。

\* 完成したパラボラは平行に向かい合わせ設置し、一方のパラボラの焦点に音源を置き、もう一方のパラボラの焦点に音がきちんと集音されていることを、実際に聞くことで確かめた。また、この際に冒頭では解説しきれなかった事項についての補足も行った。



\* 参加者に対してアンケートを行った。参加者にはアンケートという形で公開講座の感想などを書いてもらった。

## 5. 成果・効果

公開講座への参加は、高校生5名ということで、参加人数は芳しくなかったものの、その分一人一人に個別の密接な対応ができ、実際に本公開講座の目的を達成できていたと思われる。公開講座終了直後に、参加者には公開講座の感想を書いてもらったが、パラボラの焦点の存在が分かったという感想の他に、最大のパラボラアンテナの大きさを知りたいというような感想もあり、高校生の様々な方向への好奇心を刺激することができていたのではないと思われる。また、協力し作業をすることの大切さがわかったという感想もあり、本公開講座の2つ目の目標である、協力し一つのものを作成するという作業を通し生徒のモノづくりへの関心を高めるという目標についても、達成できていたと思われる。また、放物線の焦点を求める方法があるのであれば知りたいという感想もあった。この感想は、本公開講座がきちんと数学に対する生徒の興味を育てたことを意味すると同時に、公開講座の時間的制約により解説時間が少なかったということを示唆しており、次回以降は時間配分を再検討する必要があると思われる。以上のように、本公開講座は反省するべき点もあるが、教育効果もきちんと期待できる。今後、継続して同趣旨の公開講座や出張授業を行っていくべきと思われる。

## 6. 所感

自然科学と数学の連携教育の実施の重要性を改めて強調したい。数学は自然科学の基礎としての役割を担っており、きちんとした数学教育を行わないということは生徒たちの自然科学への興味の芽を摘むことになりかねない。

規模の大きな教具を用い実験をすること、およびその教具を参加者で協力し作成することは生徒にとって新鮮であったようで、よい教育効果を得ることができたと思う。本公開講座はその具体的な実施方法においては反省するべき点もあるが、教育効果もきちんと期待できる。今後、継続して同趣旨の公開講座や出張授業を行っていくべきと思われる。

## 7. 今後の課題や発展性について

公開講座の参加人数があまり奮わなかった原因の一つとして、実施日が良くなかったことが考えられる。今回の公開講座の実施日には隣接する中学校で卒業式が行われており、そのため中学生の参加がなかった。今後は、開催する日程を事前に近隣の中学校高校と十分打ち合わせることで、より多くの参加者が望めるようにするべきである。

次回以降は時間配分を練り直し、より教育効果が得られるようにするべきと感じた。特に今回は全体を通し3時間という形であったが、若干時間が足りないように感じた。また、公開講座での工作の際、偶然その場に居合わせた、アートを専門とする教員からカッターの使い方の指導があったが、その指導で、生徒の作業スピードが上がった。工作方法の指導については完全に当初の予定には無かったが、今後はそのようなことも視野に入れる必要があると思われる。また今後、今回作成した教具を用い、出張授業や公開講座を開催することも考えられる。

自然科学と数学の連携教育を今後も継続し行う必要があると思われる。

## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

大学のホームページに本企画開催の記事を書いた。  
また、近隣の中学、高校へ本企画開催のチラシを配布した。

### 【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

#### 〈パラボラの作成方法(1) 事前の準備〉

- ・まず、パラボラの本体となるスチレンボード、スチレンボードからパーツを切り出すためのカッター、およびパーツの貼り合わせのためのガムテープを購入する。
- ・スチレンボードは事前に試作品で実験をするために余裕を持たせて購入する。
- ・実際のパラボラはきれいな曲面であるがこれを作成することは現実的に困難なので、曲面を(台形からなる)多面体で近似して作成する。この際、近似が粗いと実験を行ったときに焦点がぼやけてしまい、実験効果が薄い。しかし、近似が細かいと作成が困難になる。そこで、実際には高さ 20cm 程度の台形で近似した。このサイズの台形で、実験効果と作業工程のことも考慮すると、直径 2m 程度のパラボラが適当であると思われる。
- ・以上のことを踏まえて、事前に数学的に切り出す台形の形や大きさについて計算し、スチレンボードにペンで切り出す台形を直径 2m のパラボラ 2 基分書き込む。
- ・パラボラを取り付ける台座を作成しておく。

#### 〈パラボラの作成方法(2) 作業工程〉

- ・(1)で準備したスチレンボードから台形パーツをカッターで切り出す。
- ・切り出した台形パーツをガムテープで貼り合わせる。
- ・事前に作成した台座を取り付ければパラボラが完成する。

