

高校生に対する円から生まれた曲線についての出張授業

A lecture for high school students on curves induced from circles

川上 智博 (和歌山大学教育学部)

Tomohiro KAWAKAMI

概要

本稿では、和歌山県立の高校での円から生まれた曲線についての出張授業の一例について考察し、その成果についてまとめる。

【キーワード】 円、サイクロイド。

1. はじめに

本稿では、和歌山県立の高校での出張授業の一例について考察し、その成果についてまとめる。

大学等の高等教育機関の教員が、高校生・中学生を対象とした数回完結型または一回完結型の出張授業を行うことが増えてきた。高校生が現代数学に触れ合うために、高校においての大学教員による出張授業を受ける機会が増えてきた。高校生・中学生が大学において、特別授業を受ける機会も増えてきた。また、高校生・中学生が大学において、大学の模擬授業を受ける機会も増えてきた。

2014年9月に行った出張授業は50分授業2回を一日で行い、その翌日に50分授業を3回行い、総授業時間は250分であった。今回の出張授業はサイエンス・パートナーシップ・プログラム(SPP)によるものである。高校2年生のクラスを対象とし、「円から生まれた曲線」という題目の生徒参加型の出張授業を行った。

一日目の計画は以下である。10mm角バルサ材を57mmに切った部品を作り、螺旋階段状のサインカーブの模型を製作する。なぜ10mm角バルサ材を57mmの部品を作ったかを考える。

二日目の計画は以下である。ケント紙による工作とハイポサイクロイドの軌跡を作図する。ケント紙をコンパスカッターで円形に切り抜き、その中を小円を滑らないように回しながら、小円の円周上の点の軌跡を作図したり、スピログラフでいろいろな図形をかく。

各班のプレゼンテーションを行う。まとめを行う。

2. 一日目の授業方法

簡単な作業を行うために、大きな机のある会議室で行った。生徒参加型の授業を行うために、カッター、カッターマット、バルサ材、コンパスカッター、ケント紙、スピログラフ、生徒たちの座席表、ワークシート等を用意してもらった。授業はパソコンの画面をスクリーンに映し出すことによって行った。作業のときは、6班にわかれてもらった。

始めに、著者の自己紹介を行った。

バルサ材で、螺旋階段の模型を作ってみましょうと言って、スクリーンに完成品の写真、部品の写真を映し出した。10mm×10mm×900mmのバルサ材を2本ずつ配って、57mmに切ったものを19本を作るように指示した。角材を回しながら切ると切りやすいと伝えた。このときは、57mmに切る理由を伝えなかった。19本だけ作ればいいのだが、30本も作った人がいた。全員が切り終えるのに、1時限かかった。部品を貼りあわせて、螺旋階段の模型を作ってもらった。完成した人から順に名前を書いてもらって、作品を鑑賞してもらった。左回りの螺旋階段の模型、右回りの螺旋階段の模型ができた。

作品を横にして、眺めるとどうでしょうと問いかけを行った。角材の先端の描く図形は、正弦曲線(サインカーブ)だと説明した。 $\frac{10}{57}$ が $\tan 10^\circ$ に近い値なので、一本分が約10度分にあたることを説明した。

正弦曲線のワークシートを配って、 0° から 360° ま

での値を書いてもらった。角材の先端の描く図形と一致していることを確認してもらった。

作品を立ててできる角材の先端のなす曲線は、螺旋であることを説明して、媒介変数表示が

$$\begin{cases} x = \cos \theta \\ y = \sin \theta \\ z = \theta \end{cases}$$

となることを紹介した。

3. 二日目の授業方法

半径5の円の中を滑ることなく回転する半径2の円と半径3の円の一点は、どのような軌跡を描くか？と問いかけを行った。

ケント紙、コンパスカッターとカッターマットを配った。ケント紙に印刷しておいた半径5 cm・3 cm・2 cmの円をコンパスカッターで切り抜いてもらった。切り抜いてもらったケント紙の下に台紙を貼ってもらった。

糊が乾くまでの間の時間を利用して、スピログラフを各班に配って、いろいろな図形を描いてもらった。

糊が乾いてから、半径5 cmの円のくぼみの中で、半径2 cm、3 cmの円を滑らないように回しながら、鉛筆でマークして、軌跡を作図してもらった。星形のような軌跡ができた。半径が違うにもかかわらず、同じ軌跡になることを確認してもらった。このような図形をハイポサイクロイドということを紹介した。

また、半径4 cm、1 cmの円を滑らないように回しながら、鉛筆でマークして、軌跡を作図してもらった。このときも、同じ軌跡になることを確認してもらった。

この二つの軌跡の媒介変数表示を紹介した。

最後に、軌跡を作図して気付いたことを、各班で話し合い、数学ポスターにまとめ、全体に発表してもらった。

SPPと著者のアンケートを行って、終了した。

4. 生徒のアンケート等について

高校生向けに配慮した点は、実習や作業や実験を取り入れた点や高校の教科書には書かれていないが、生徒達が興味をもつであろう内容を授業した点である。

高校側の担当者に大学に2回おいでいただいて、授業の打ち合わせを行った。

SPPのアンケートと著者個人のアンケートの二つを行った。著者個人の自由意見の回答結果が以下である。肯定的な回答が多かったが、そうでない回答もあった。

この授業のよかった点

- ・とても楽しかったです。
- ・身近なことで数学が色々知れてよかった。
- ・各自が作業をして、問題に取り組むところ。

・ネタが身近にあるもので構成されていること。学校の通常授業より集中できる。

・班で協力し合って問題や課題を解いていくこと。
 ・みんなで楽しく実験したり、協力できること。
 ・すごく楽しく勉強できてよかったと思います。
 ・図画工作のようなことをしながら、授業するということはとても刺激的で、とても興味をひかれるのでよいと思う。

・ものを作ったり、図形を書いたりしてより理解できること。

・自分の手でものをつくるのはとてもよかったです。普段とは違うことができ、楽しく良かったです。

・螺旋階段の模型をわかりやすく、そして楽しく教えてくれた。

・話をきくだけでなく、作業をしながらだったので、集中して授業に取り組むことができた。

・楽しく勉強させてくれるところ。

・自分から積極的に授業をうけることができると思うこと。

・難しい問題や定義を説明するのではなく、楽しい作業や遊びのようなものから入り、興味が湧かすのがよいと思った。

・実習が多いところ。誰にでもわかりやすい授業だったこと。

・工作などをして楽しみながら数学の奥深さを知ることができる方がいいと思いました。

・作業する道具がそろっていて、説明がわかりやすかったので、困ることはなかったです。

・みんなが楽しく授業を受けていたので、よい授業だと思った。

・作業する道具がそろっていたので、よかったです。

・図形を自分でつくるところから行ったので、これからどういう結果になるか興味がわき、授業の最初から最後まで楽しかったです。

・グループ活動だったこと。先生がよく各グループを見て回ってくれていたこと。

・工作したり、スピログラフを使って絵を書いたりするところがとても楽しかったです。

・ただ説明するだけでなく、実際にやってみたので、りかいてきてわかりやすかったところ。

・自分で実際にものを作って理解できることがよいと思いました。

・みんなができるまで待ってくれるところ。

・いろいろな物を使って楽しかった。

・色んなものを作ったりして楽しんでできて、数学は楽しいと思えました。

・自分で紙を切ったり、図形を描いたりしたので、印象に残って忘れにくいと思う。

・聞くだけでなく、実際に作業することでより理解が出来ること。

・本当にそうなるのかを自分の目で確かめられるところ。

・楽しく数学を学ぶことができました。

・遊んでいるような気分になる楽しい授業でした。螺旋階段を作ったり、円を切りとって、5 cmの円の枠内で、3 cmの円を回しながら点をとると星形になり、面白かったです。また、2 cmの円も同じ図形になったのは驚きでした。

・工作などを通じて学ぶことができたので、「サインカーブ」という今回初めて聞いた言葉も抵抗なく耳に入ってきました。楽しく授業に取り組みました。

・学校でする授業と違い、絵を書いたり、作ったりとすごく面白かった。自分で作ったりするのでわかりやすかった。

・たのしみながらしているに、数学ができてすごいなと思いました。

・教科書のように「こうだから結果はこうなります」というだけでなく、自分で体験し、自分自身が「どうしてだろう」、「なんでこうなるんだろう」とか疑問意識を持つことができるのが、よいところだと思った。

・一人ひとりに紙やスピログラフなどを配って、充実して楽しめたこと。先生の話聞くだけでなく、実際にやってみたあとで説明してくれたので、授業にあきたり、疲れたりすることもなく、理解できた。

・みんなで協力してできるところ。

この授業の改善すべき点

・特になし。

・あまりできなかつたので、もっと簡単なものにしてほしいです。

・なんかあまり数学をやっている感じがしなかつたので、もう少しそのような話をしてほしいと思った。

・もっと、日常生活でおこる様々な不思議について、授業してほしいです。

・もうちょっと点をとっていきとき、詳しく説明してほしいかった。

・もう少し5 cmの円に3 cmと2 cmの円でできた図形についての解説がほしいかったです。

・もう少し話を聞きたかったです。

・もっと詳しい解説がほしいかったです。

・習っている範囲でやった方が、もっとわかりやすかつたと思う。

5. おわりに

今回のテーマは、まだ高校の授業で学習していない内容なので、興味づけや理解を助けるという意味合いだったが、工作や実験作業があり、生徒たちにとっては楽しい授業になったようだ。生徒たちは予想以上に積極的に工作や実験活動にかかわり、新しい発

見や理解が深まったと思われる。また、班での話し合いや発表を通して、人にわかりやすく伝える工夫や、説明するための知識の必要性を感じたと思われる。

出張授業の成果として、高校生たちに授業を楽しんでもらった点、高校生が通常の授業では学習できないことを学習できた点がある。

6. 謝辞

出張授業を行う機会をくださった和歌山県立紀央館高等学校の上田芳裕先生、和歌山県立耐久高等学校の安原敏夫先生に感謝します。