

数学科・理科における 「サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業」の推進

理科・数学科 加々美 勝 久・佐 藤 道 幸

文部科学省では、平成14年度より「科学技術・理科大好きプラン」を推進し、その一環として、中学校・高等学校等と大学・公的研究機関・民間企業等との連携により先進的な科学技術・理科、数学教育等を実施するための「サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業」を実施してきた。

その事業の具体的な内容は、以下の3項目から構成されている。中学校を中心とした展開の場合は、第1項目の「研究者招へい講座」が対象である。

- ① 学校が大学、研究機関等の研究者、技術者を招へいして、科学技術・理科、数学に関する観察、実験、実習等の学習を行う「研究者招へい講座」に対する支援
- ② 大学、研究機関等が学校と連携して、当該大学、研究機関等において、科学技術・理科、数学に関する観察、実験、実習等の学習を行う教育連携講座に対する支援
- ③ 各都道府県教育委員会、指定都市教育委員会及び中核市教育委員会や大学、研究機関等において、教員を対象とした科学技術・理科、数学に関する研修を行う教員研修に対する支援

本校の理科と数学科では、平成14年度、平成15年度の2年間、この「サイエンス・パートナーシップ・プログラム（以下SPP事業と呼ぶ）」に参加してきた。ここで、以下に各部での実施内容の概略を述べることにする。

1. 理科における「SPP事業」の実施

理科においては、平成14、15年度の2年間「研究者招へい講座」を実施した。各年度とも実施テーマを次のように設定し、そのテーマに沿った事業を展開した。

- ・平成14年度テーマ「生活と科学－身近なものの研究に科学者はどう取り組んでいるか－」
- ・平成15年度テーマ「生活と環境－環境について科学者はどのように見ているか－」

(1) 平成14年度「研究者招へい講座」

〈目的〉

私たちの身近なことについて科学者はどのような視点で研究に取り組んでいるかを実験、実習、講義を通して学ぶ。本校で実施しているOWNの授業において第1学年から第3学年の履修希望者を対象として第一線の科学者の授業から研究に対する情熱を学び、科学に対する興味関心を醸成し、将来の科学者としての資質・能力を育成する一助とする。

① 施設見学

・平成15年1月27日 13:00~16:30 場所:花王(株)研究所

講師:花王(株)研究開発部門 主席研究員 矢作 和行氏

<見学及び講義概要>

「水と油の化学~界面の世界」:生活に密着した日用品の一つとしての化粧品工場及び小博物館の見学を実施し、さらに乳化実験や液晶観察を通して、科学的な解説を中心に研究開発の視点や関連する市場や毛髪についても紹介する。

<見学場所>:花王株式会社・すみだ事業場

- ・小博物館や化粧品工場,美容研究所の見学
- ・研究員による界面活性剤や乳化について生徒実験を交えた話(実験ショー)

<結果>

生徒達にとって授業の場所が学校ではなく、会社の研究所や工場の見学および、実験の実施により、ふだんと違う感覚をもって授業を受けることができた。

小博物館では、石鹼・シャンプー・洗剤の歴史を実物や模型などを通して、興味深く見学していた。工場見学では、機械で化粧品がつくられている様子を感じながら眺める生徒が多かった。そして、実験ショーでは、研究員の指導のもと、混ざらない水と油が界面活性剤で混ざること、化粧品や牛乳、バターが乳化してつくられていること、洗剤で汚れが落ちるしくみなどを自分で実験することにより驚き、感動しながら学ぶことができた。

生徒にとって、身近な製品を扱っている会社の見学なので、希望者が多かった。今回は、2年生(136名)を対象に募集したが、希望者は56名にものぼった。ところが、会社側の受け入れ態勢が施設の関係上40名までなので、引率の問題や受け入れ側の負担もあるが、午前・午後の2部制などを検討できると良かった。

また、中学2年生なので、交通機関として電車を利用したが、この交通費については生徒の自己負担であった。貸し切りバスなら費用の補助が出るが、金額が高く、不経済である。電車による移動でも費用が認められるとより実施しやすかっただろう。

② 講師招聘講座・

・平成15年1月29日 13:00~15:00 場所:お茶の水女子大学附属中学校

講師:沼津工業高等専門学校 物質工学科 教授 蓮実 文彦氏

<特別講義概要>

私たちの身の回りにある不用になったもの、毒性があって危険なものを微生物の働きを借りて有用なものに変える研究の概要について解説する。

<授業の概略>

- ・「微生物の可能性を求めて・信じて」
- ・微生物が私たちの生活に多様な形で関わっていることを学ぶ。

・実物の土、放線菌やカビのにおいを嗅いで体験する。

〈結果〉

微生物が意外に身近なところに役立っていることを知り、微生物の可能性をそれぞれの生徒が深く考えるようになった。

また、講師の蓮實先生の研究室にぜひ行きたい、という生徒も多数見られた。さらに、この日は授業参観日であり、参観した保護者からも熱心に講師の先生へ質問をしていた。

この授業に対して、生徒だけでなく、授業参観に来ていた保護者からも絶賛の声が聞かれた。中学生はもちろん、興味のある大人までも知的好奇心を満足させる企画であった。

保護者も参加可能にして「保護者（大人）を巻き込む」プロジェクトにもできないか、新たな SPP の可能性を感じた。

③ 講師招聘講座・

・平成15年1月30日 8:30~12:00 場所：お茶の水女子大学附属中学校

講師：東京電機大学理工学部 建設環境工学科長 教授 安田 進氏

〈特別講義概要〉

地震による液状化現象のしくみや災害対策の視点を分かりやすく解説する。

〈授業の概略〉

- ・「地盤に関係した地震時の被害」・関東大震災や阪神淡路大震災で明らかになったこと
- ・液状化とは・液状化以外で地盤に関係した被害・地震による災害を防ぐために関係している人々・将来の地震により東京で生じる地盤に関係した被害、地震による災害を防ぐために関係している人々

〈結果〉

地震による被害で生徒にとってあまり知られてなかった液状化現象について、実験や貴重な写真・動画資料をまじえて講義がなされた。特に実験装置については休み時間も生徒がさわってみたくなるようなおもしろいもので、何度も実験を繰り返す生徒もいた。

また、生徒の住む東京近辺の地盤の話だったので、自分の家は大丈夫か気になっていたようだった。

今回の講座は安田先生個人の尽力はもちろん、社団法人地盤工学会の協力が大きかった。

このような研究者による講演の場合、学会や企業などの積極的な協力があると、特に講師依頼のときに助かる。

(2) 平成15年度「研究者招へい講座」

〈目的〉

私たちの自然環境について科学者はどのような視点で研究に取り組んでいるかを講義実

習等を通して学ぶ。さらに、企業の環境保全に対する取り組み並びにエネルギー供給の際の基本的な考え方を学ぶ。受講対象者は、本校で実施している第3学年の選択理科履修者及びOWN理科授業履修者を対象として第一線の科学者の授業から研究に対する情熱を学び、科学に対する興味関心を醸成し、将来の科学者としての資質・能力を育成する一助とするとともに、環境を見る視点の育成に繋がるものとした。

① 講義及び施設見学

・平成15年9月1日 13:00～15:30 場所：お茶の水女子大学附属中学校

講師：東京電力株式会社 豊島支社主任 高玉 和久氏

〈施設見学用講義〉

企業としてエネルギーを供給することと環境保全とは切っても切れない関係があり、どのような考え方で両者を扱っているかを学ぶ。さらに、原子力発電の原理、見学の視点を学ぶ。

〈見学場所〉：平成15年9月6日 7:00～18:30 場所：福島第二原子力発電所

講師：東京電力株式会社東京支店大塚支社 主任 橋本 正史氏、副主任 津川 啓一氏

〈施設見学〉 上記の講義を受講した後に発電所を見学し、エネルギー供給の実際と環境保全の実際に触れ、学んだことと実際のこととを繋ぎ、確かな知識となるようにする。

② 講師招聘講座

・平成15年11月6日 13:00～15:00 場所：お茶の水女子大学附属中学校

・平成16年1月21日 13:00～15:00 場所：お茶の水女子大学附属中学校

講師：東京工業高等専門学校 物質工学科教授（理学博士） 高橋 三男

〈特別講義概要〉

高橋氏は、中学生でも使用可能な酸素センサーを開発した。この酸素センサー開発の過程を通して、科学者が物を作っていくときの視点を学ぶ。さらに、酸素センサーを使って環境調査実習を実施する。

〈授業の概略〉

- ・生徒自身による酸素センサーの自作
- ・自作した酸素センサーのキャリブレーション
- ・自作した酸素センサーにより、身近な飲料水の溶存酸素量を測定、・ロウソクの消炎実験
- ・呼気に含む酸素量の測定、・ラップフィルムと環境問題

〈結果〉

生徒自らの手でセンサーを作成し、それをキャリブレーションし、実際の酸素量をデータとして表示できるようにした。このことが、酸素センサーの原理と使用法の理解を速

めることに役立つと考えられる。授業実施後、講師の高橋氏は、次のように述べている。

「手作り酸素センサーは、酸素に関わる様々な教材に対応できますので、今後継続していく場合、長時間での時間枠もあれば面白いと思われれます。ロウソクの消炎反応の実験や呼気の実験などは短い時間で結果を出すことができますが、光合成などの時間を要する実験などは、難しいと思われれます。

継続という意味で、手作り酸素センサーを使った自然探究シリーズとして継続的に行うことができれば、SPPとしての顔ができるのではないかと思われれます。」

③ 講師招聘講座

- ・平成15年11月20日 13:00～15:00 場所：お茶の水女子大学附属中学校
 - ・平成16年1月22日 10:30～12:30 場所：お茶の水女子大学附属中学校
- 講師：日本気象協会参事 気象予報士・理学博士 森谷 誠生

〈特別講義概要〉

森谷氏は、長年にわたって大気現象、海洋現象の研究に取り組んできた。今回は、自然を見る目のつけ所について講義をする。さらに、大気の科学から環境、省エネルギーに繋がる研究の一端を紹介する。

〈授業の概略〉

- ・これまでの研究は、自然を研究の対象として見つめることから始った
- ・自然を調べるための実験機器を全て自分たちの手で作った
- ・自然現象を科学的な眼で見つめ、一つのこと追究すると次々に課題が出てきた
- ・自然事象は美しい規則性を見せてくれる
- ・空に浮かぶ雲も研究してきたことをあてはめると規則的な形に見えてくる

〈結果〉

森谷氏は自然の事象を研究対象として、40年近く調査・研究をすすめてきている。そのほとんどが海、大気に関係する生徒達にとって身近な自然事象が研究対象としてきたのである。しかも、調査・研究の際に使用する観測研究機器のほとんどが自作ですすめてきた。生徒達は、研究対象は遠くにあり、難しいものであるという意識を持ちがちであるが、自分の身の回りに研究対象が沢山あることに気付かされたようだ。森谷氏は授業後、次のように述べている。

「これまでの調査・研究の成果を題材として、自然を見る目のつけどころについて紹介した。環境の問題について、注目してもらうよう話題を提供した。

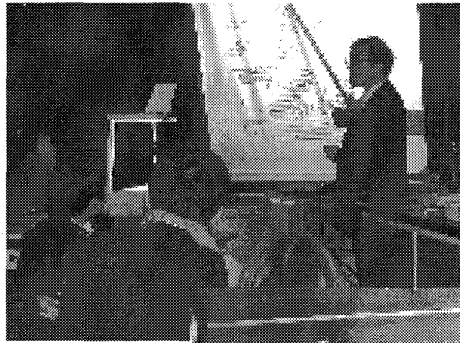
生徒達に自然現象や地球環境について異なった視点から考えてもらう機会を得ることが出来たとすれば有意義であると考えている。また、講師自身にとっても貴重な体験だった。」

以上、理科で推進した SPP 事業の概略を述べてきた。最後に、授業の様子を次ページ以降に掲載してまとめとしたい。 (理科文責：佐藤道幸)

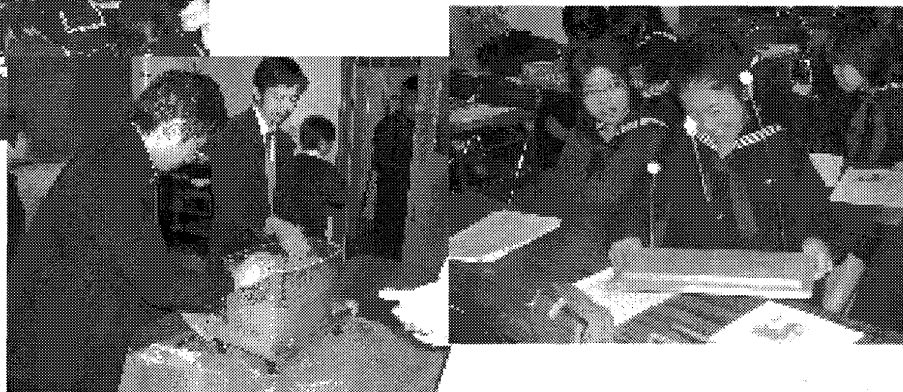
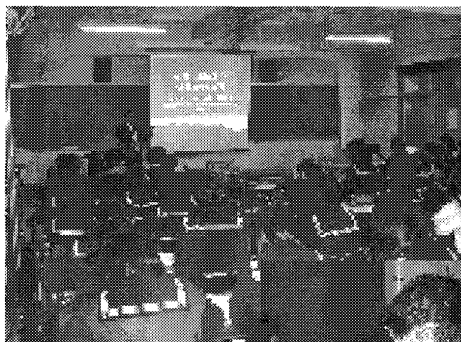
平成14年度施設見学 〈花王〉



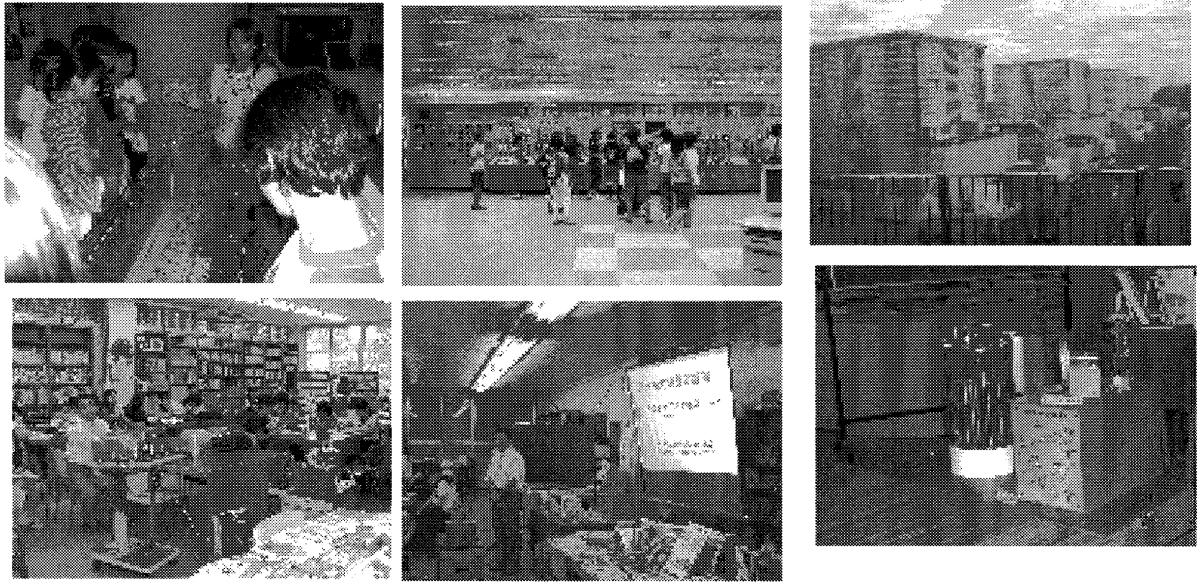
平成14年度講師招聘講座 〈蓮実教授〉



平成14年度講師招聘講座 〈安田教授〉



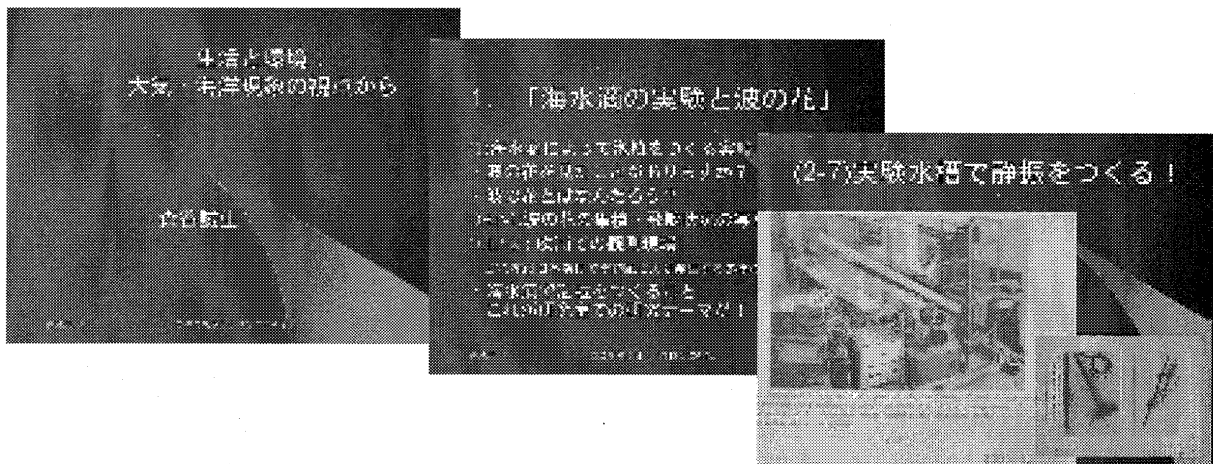
平成15年度施設見学〈講義一見学：東京電力〉



平成15年度講師招聘講座〈高橋教授〉



平成15年度講師招聘講座〈森谷氏〉



2. 数学科の「SPP事業」の実施

数学科においても、平成14、15年度の2年間「研究者招へい講座」を実施した。

本校数学科では、できるだけ単なる知識伝達に陥らないよう普段の授業でも工夫し指導してきている。しかし、ともすると中学校で学習しなければならない内容の指導が中心となって、なかなか数学そのものの楽しさや背景についていねいに扱うことができなかった。この度は、SPP事業により、生徒により深くより広く数学を楽しむことの体験をできるような講座展開を考え、専門家をお願いすることができた。数学科のテーマは、両年度とも「数学大好き」である。また、実施場所はすべて本校内である。

(1) 平成14年度の取り組み

〈目的〉

普段の生活では、なかなか気づかないが、身の回りのいたるところに数学が存在している。今回の講義を通して、数学の発達や歴史を知り、数学としてみることでできる目を養うと共に、中学での数学との結びつきや、高校や大学への発展、さらには最先端の数学や科学技術にもふれ、数学への興味や関心を高める。

① 平成15年1月20日(月)

講師：国立情報学研究所 新井紀子(理学博士)

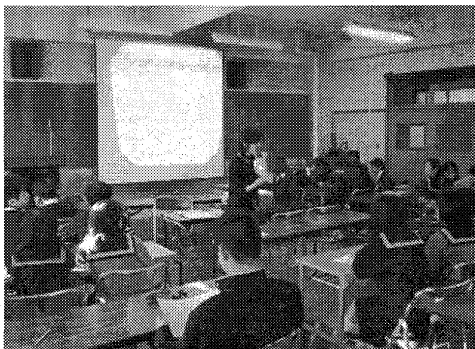
〈特別講義概要〉

新井氏は、著書「数学にときめく」をはじめ算数・数学を身近なものとして考え楽しむ事を広める活動をしている。本講義では、基礎的な知識をもとに、確率に対する見方を確実にするような活動を実施する。

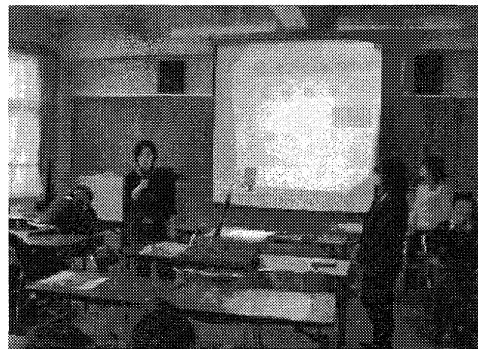
〈授業の概略〉

確率についてクイズ形式で動機付けを行い、トランプを用いたのグループ活動などを取り入れ、参加型の数学的な活動を行いながら進めた。

ともすると、数学的な確率を考える際に不可欠ではあるが、生徒にとってその重要性が不明確になりがちな「同様に確からしい」ことが必要であることを体験的に理解できる内容であった。



グループ活動に声をかけながら指導する新井先生



グループ活動の結果を分析している

〈結果〉

数学の専門家に生徒が直接講義を受けることにより、普通の授業とは異なる意識で取り組むことができた。特に新井先生も中学生向けの題材、授業進行を行って頂けたので、非常に効果的に確率とは何かを本質的な面で理解できた。

また、TAを2名確保できたこともあり、活動時の補助や収集した資料の整理を効率的に行うことができ、学習効果を高めることができた。

〈留意点・課題〉

数学の専門家で、小中学生の指導にも関心が高い講師に依頼することは不可欠である。数学的な内容についてのみの専門家では、中学生への講義は十分効果があるとはいえない。新井先生は、この点での関心も高く適任であった。また、最近の学校数学の内容にも精通しており、こういった講師の人材の発掘も必要がある。そのためには担当者が常に情報をキャッチする姿勢を持つことが必要である。

課題としては、時間が限られた中で1回だけという単発的な講義で終わってしまい、生徒も講師の先生も多少不全感が残った。今後計画的かつ連続的に取り入れられるような機会を設けたい。

② 平成15年1月28日（火）

講師：数学旅行作家・元埼玉大学教授 仲田 紀夫

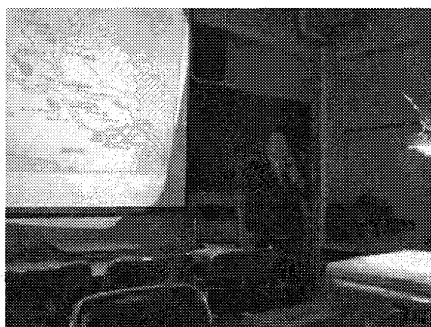
〈特別講義概要〉

仲田氏は、現在は数学旅行作家であるが、中学校での指導の経験も長く、埼玉大学教授の時に同大学附属中学校の校長を併任している。本講義では、数学の歴史的な背景を講義し作業的な解決活動を実施する。

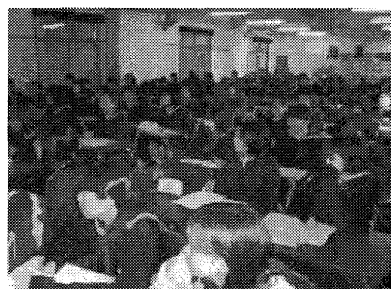
〈授業の概略〉

「数学の楽しさ」をテーマに数学の歴史と発達にまつわる内容を中心として、数学の本質的な楽しさの講義を受け、将来にわたって数学に関心を持ち続けられるきっかけとなった。

数学の歴史的背景を調査したり、数学が育ってきた地域に実際に旅をし、小中学生向けに多数の著書を持つ数学旅行作家の仲田先生に、普通の授業ではふれることが少ない



仲田先生の講義の様子



仲田先生の講義に聴き入る生徒

ような数学にまつわる話題および数学的な内容について、直接講義を受けることができた。

また、講義だけでなく、内容に沿って生徒が考えながら進める形式であった。

〈結果〉

図書室などにある書籍の著者が直接講義を行ったこともあり、生徒の満足度は高かった。特にすべての内容が、仲田先生の直接体験からきているので、生徒は非常に強い印象を持った。また数学的な内容についても、歴史や土地による特徴があることを知り、生徒は数学を「生きたもの」としてとらえることができ、中学校などで学習する内容に親しみを持つことができ、効果があった。

〈留意点・課題〉

豊富な知識と体験を持つ人材を確保することが不可欠である。仲田先生は、数学教育を専門とし、現場での経験や大学での経験など、経歴まで含め今回の講義で適任であった。

(2) 平成15年度の取り組み

目的は前年度と同様に、専門家を招へいし講義を受けることで、数学への興味や関心を高める事とした。

① 平成15年11月5日(水)

講師：数学旅行作家・元埼玉大学教授 仲田紀夫

〈授業の概略〉

「パズルから生まれた数学」をテーマに、対象生徒は中学1年生である。数学の歴史と発展を講義の中心とし、その中で数学においてパズル的な要素がどのように取り入れられてきたかを実際に生徒が考えたり取り組んだりしながら活動をした。

② 平成16年1月19日(月)

講師：数学旅行作家・元埼玉大学教授 仲田紀夫

〈授業の概略〉

「パズルから生まれた数学」をテーマに、対象生徒は中学2年生である。数学の歴史と発展を講義の中心として、これまで学習した内容との関わりを意識させた。パズル的な要素の数学での役割を実際に考えたり取り組むことにより、体験することができた。

③ 1月26日(月)

講師：数学旅行作家・元埼玉大学教授 仲田紀夫

〈授業の概略〉

「数学史と女性」をテーマに、対象生徒は中学3年生である。数学の歴史や発展とその中における女性数学者の活躍などを講義の中心とした。中学校で学習してきた内容を歴史的観点から振り返ることができた。将来にわたって数学に関心を持つきっかけとなった。なお、この回は選択者の関係で女子3名のみになったため、内容については参

加生徒にあうように急遽変更していただいた。

④ 平成16年1月22日（木）

講師：国立情報学研究所 新井紀子

〈授業の概略〉

「数で図形する」をテーマに、中学2年生を対象に数と図形が密接な関係があることをグループ活動を通して体感することができた。生徒にとっては数と図形は別の概念であり、関連性をあまり意識することはなかったが、この講義を通して、数を表すために作図により図形的な表現をすることでその関連性を理解できた。特に活動において、グループ活動と発表活動があり、生徒は積極的に取り組むことができた。

⑤ 平成16年1月28日（水）

講師：東京理科大学 芳沢光雄

〈授業の概略〉

講師の著書「不思議な数のお話し」を中心に、対象生徒は中学2・3年生である。数学の中でも数にかかわる不思議さを講義し、数学に対する関心を高めることができた。あみだくじにおける数理など、理論的な裏付けの解説後に実際に体験し活動的に理解できた。

〈平成15年度の取り組みの特徴〉

昨年度に引き続いての実施であったが、今年度は各講師に昨年度以上にできるだけ生徒の活動場面があるような講座として依頼した。仲田講師の講座においては、日常生活の中での問題が数学の発展の中で、新分野を生み出すことになる過程を体験することができ、数学が創造する学問であることがわかった。新井講師の講座においては、グループ活動と作図を組み合わせた活動及びマルチプロジェクターを利用した発表によるプレゼンテーションを行い、数と図形の関連を見ることができた。芳沢講師の講座においては、講師の著書を参考にながら、あみだくじの一意性などを実際に図をかくなどしながら、話題の1つ1つについて確かめる活動をしながら進めることができた。

〈結果〉

それぞれの講義において、活動を通して数学の楽しさや内容の関連性を感得できた。また、グループでの発表を取り入れた場面では、コミュニケーション能力を高めることができた。今後も活動をさらに多く取り入れたい。

(数学文責：加々美勝久)

3. SPP 事業を実施して

平成14年度、15年度と2年間SPP事業による研究者招へい講座を実施することができ、生徒の理科・数学への興味関心は確実に高まった。講義後のアンケート調査でも、参加生徒の理科・数学への教科としての好き嫌いはさまざまであったが、講義については、いずれも「楽しかつ

た」「こんな事があるんだ」といった感想が述べられていた。

今後も、ふだんの授業を工夫しながらも、機会を設定しては、研究者招へい講座のようなものを実施していきたい。