

## (1) ねらい

北海道大学理学部数学科との連携による放課後講義は、1年次実施の研究と成果や、反省をふまえ、思考力や創造性・独創性を高めるために、数学実験や平常授業との関連性に配慮し、内容を深く理解させることを目標とした。また、数学に興味・関心のある希望生徒を対象に、今年度は講義分野を幾何分野に設定し、2年次の研究開発を実施した。

また、今年度から実施した学校設定科目「サイエンスアプローチ」における数学授業では、1・2学年において、それぞれの学年の全ての生徒が同じ内容の授業を受けることとなった。大学で学習する数学とのリンクや放課後講義とリンクする内容を設定し、導入の工夫、体験的要素の取り入れ等、生徒の興味・関心を喚起することを目指した。

## (2) 実施概要

### < 放課後講義 >

数学的な能力や数学的資質の育成、向上を図り、論理的な思考方法の理解・習得をねらいとして、代数分野から幾何分野での概念や数学的表現の理解を目標にした。

### ア 第1回SSH数学講義 講義題 「幾何学と不変量」

講師 北海道大学高等教育機能開発総合センター - 西森 敏之 教授

内容 分割合同を例として幾何学における不変量の概念の導入から始め、碁盤と碁石を使った石取り問題を提起し不変量による解法を示した。

実施結果 事前に碁石、碁盤を与えて試行錯誤で規則性を理解させ聴講させた。1年生が初めて参加する講義なので予めこのような数学実験が必要であったが、規則性をまとめさせる等の効果面での工夫が不足していた。講義後生徒の感想では、楽しい試行であったものの、不変量の概念が理解できた生徒が半数であった。

### イ 第2回SSH数学講義 講義題 「折れ線の幾何学」

講師 北海道大学大学院理学研究科 泉屋 周一 教授

内容 モーリス理論と呼ばれる近代の位相幾何学の基礎の講義であった。回転数の概念を、10円硬貨の回転問題といった身近な話題から導き、この回転数を大きさの違う円同士、楕円、さらには折れ線の場合で考え、古典的なユークリッド幾何学の定理との関係や特異点に注目することにより、この回転数を計算することができるという説明がされた。

実施結果 現代数学の最先端にも繋がる難解な内容であった。面白い内容ではあったが、特に1年生は講義についていくのが精一杯であったようだ。このような講義を行う際には、事前に参加者のレベルと講義内容との適合性を大学側と一層綿密に吟味し、生徒の反応を確かめながら講義を進めていくのが望ましい。

### ウ 第3回SSH数学講義 講義題 「フェルマ - を解こう 」

講 師 北海道大学大学院理学研究科 中村 郁 教授

内 容 円周率の近似の概念・及びその求め方を積分の未習者にも分かるよう解説。また、フェルマ - の方程式及び、ユ - クリッドの互除法について解説し、生徒の理解を深めさせた。

実施結果 受講生徒に普段よりも3年生が多かったので、円周率が3.05よりも大きくなることについての証明を、じっくりと生徒の理解を待ちながら、進めていった。生徒の理解を最優先にして、講義を進めていたので、生徒の反応は良かった。

#### <夏期集中講義>

数学に興味・関心のある生徒を対象に、北海道大学理学部数学科教室の演習室にて線形代数分野の夏期集中講義を体験させた。高校数学で扱う矢線ベクトル、成分計算、内積等が公理的な体系の中でどのように定義されるのか、またそれらを用いて拡張された概念としての空間を表現することを学び、高校数学との関連性や相違点を理解させた。

夏期数学講義 講義題 「高校生向け線形代数学講義」と

「数学科概要説明と初等微分方程式論」

講 師 北海道大学大学院理学研究科 神 保 秀 一 教授

修士2年 佐々木 浩 宣 氏

内 容 高校数学でのベクトルの内積から始め、公理的な体系でベクトル空間や標準内積への拡張をはかり線形代数の初歩段階を学ばせ、さらに微分方程式の数学的記述の意味などを解説した。

実施結果 ベクトル空間における正規直交系の概念には関心があったようで、大学での数学と高校での数学との違いを実感し楽しさを味わっていた。講義レジュメなしの聴講であり、ノ - トの取り方にも事前指導が必要であった。数学科の概要や現在の研究に至る体験談と契機になった運動の方程式からの微分方程式については興味があったようだ。講義後の生徒の感想では、理解できたが1名、どちらとも言えないが4名であった。受講者9名中8名は理系志望であった。

#### <サイエンスアプローチ 数学授業>

ア 第1学年「数の拡張(複素数と複素数平面)」

講 師 第1学年数学担当教員

内 容 等 第1回から第3回までのSAにおいて、第1学年全てのクラスを対象に授業を展開した。この題材を選んだ理由は、主に以下の3点である。

- ・大学で学ぶ数学であり、他の自然科学や社会科学分野で幅広く使われる事項である。
- ・「複素数平面」については、現在の第1学年の生徒は在学中に履修しないが、1年生でも理解できる。

- ・大学教員による放課後講義の理解に役に立つ。

実践のポイントとしたのは、以下のとおりである。

- ・導入に時間をかけ、発問を多くし、複素数に対するイメージを膨らませようと試みた。
- ・複素数の四則演算などで、生徒に自ら考えさせる時間をとった。
- ・内容を複素数の定義に関する基本的、重要なことと限定はしたが、あえて盛り沢山にし、発展的な内容についてレポート課題とした。

実施結果 以上の実践の結果、次のような成果が得られた。

- ・教師の発問に積極的に答える生徒が増え、授業が活性化した。
- ・レポートの内容について、SAの回を重ねるにつれて、講義内容のまとめのみならず、自らの考察、調査・探求を行い充実したものが増えた。
- ・上述レポートから、特に優れた2人のレポートを選び、1つは、第4回SAで発表させた。科学(数学)史的な観点から考察、調査・探求を行ったレポートであった。もうひとつは、SAにより数学に対する興味・関心が強くなったことを伺わせる内容であり、レポート作成を更に指導し、英文にまとめる取組を現在試みている。Webサイトによる発信も考えている。

## イ 第2学年「フラクタル」

講 師 第2学年数学担当教員

内 容 等 第1回・第2回でのSAにおいて、第2学年全てのクラスを対象に授業を展開した。「大学で学ぶ数学の先駆けのような分野」で「既習の範囲で理解できる部分」を行うという方向性のもと、数回にわたる協議の結果「フラクタル」を取り上げることになった。「フラクタル次元を求める」「フラクタルにかかわる入試問題を説明する」ことを中心に第1回SAを5クラスに実施した。

生徒の反応も教師の手ごたえも今ひとつであった。また、予習せずいきなりこの授業を受けるのは、生徒にとっても大変であったようである。以上のことを反省し、再度2学年数学科において、授業改善の協議を行い、残り5クラスにおいて、「改訂版」授業を第2回のSAで実施した。改善した主な点は以下のとおりである。

- ・導入部分の時間を増やし、生徒への発問を多くすることにより、フラクタルの具体的なイメージを捉えやすくする。
- ・教師と生徒間のコミュニケーションの時間を増やし、生徒の理解を踏まえながら授業を進めていく。
- ・フラクタル図形(コッホ曲線)を実際に描かせ、体験を通して自分で考えさせる時間を多くとる。
- ・理解が早くない生徒もいるので、演習問題を減らし、解説の時間を十分に取る。

実施結果 以上の実践の結果、次のような成果が得られた。

- ・生徒が積極的に授業に参加した（フラクタルに対する興味・関心を深めるという点で、第一回よりも高い教育効果が得られた）。特に、普段数学に苦手意識を持ち、授業参加に意欲を見せない生徒が、積極的に参加していたのは特筆すべきである。
- ・S Aでは、その日受講したのものの中から1つを選んでレポート提出が課せられるが、第1回、第2回の数学のレポート数比較では2倍以上となり、授業改善の効果があつたと理解している。
- ・レポートの内容について、実際にフラクタル図形をパソコンで描画してくるなど、考察がより発展的になり、レベルアップした。

### (3) 成果と反省点

ア 大学教員による講義内容を平常授業の履修状況にあわせて設定したが、どのようなことがねらいなのかを事前に徹底することにより受講生徒の学習意欲が変わるようである。特に、3年生は講義中に質問するなど、講師にとっても講義しやすいようである。また、平常授業から講義内容を通して数学の持つ陶冶性を評価できるような方法の開発が課題となる。

イ 大学との連携による大学教授の講義から高校の数学教師による講義に移行させるためには、高校の講義の事前指導を大学教授に参観してもらう等の必要がある。さらに、高校生による講義という企画も効果的であると考えられ、今後の課題とする。

ウ S Aの実践により、興味・関心を喚起すること、教師・生徒間の双方向コミュニケーションを十分にとること及び体験的要素を多く取り入れることが、生徒の能力開発について有効であることが見えてきた。次年度S Aにおいても継続研究し、更に工夫を加えたい。