

5 数学の授業改善

【高大連携】

(1) ねらい

過去2カ年実施の研究と成果・反省を踏まえ、数学に興味・関心のある希望生徒を対象に、北海道大学理学部数学科との連携による放課後講義を実施した。この取組においては、数学実験や平常授業との関連性に配慮しながら内容の精選を図り、数学への興味・関心から数学の理解へと移行させ、思考力や創造性・独創性を高めることをねらいとした。

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離散数学分野の夏期集中講義を体験させた。高校数学と大学数学の関連性や相違点を認識させ、特に数学を公理的な体系の中でどのように学ぶのかを主題にして聴講させた。

(2) 実施概要

<放課後講義>

講義題「高校生向けフェルマ - を解こう」で3回実施

1回目「フェルマ - の大定理と曲線上の有理点の求め方」

2回目「複素数とユ - クリッドの互除法の理論」

3回目「楕円曲線上の有理点をあきらかにする」

講師 北海道大学大学院理学研究科 中村郁教授

参加者数 1回目：1年生11名 2回目：1年生9名 3回目：1年生11名

内容 フェルマ - の最終定理の内容理解のため、実際にフェルマ - 自身が解いていたといわれる楕円曲線上の有理点を求めるための方程式を扱った。複素数や代数的な方程式の解法未習者にも分かるように解説した。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、最終的に楕円曲線方程式の解について生徒の理解を深めさせた。

実施状況 受講生徒が1年生対象のため代数的な概念の理解に努め、各項目の証明をじっくりと生徒の理解を待ちながら進めた。生徒の理解を最優先にして、授業では巧みに発問しながら生徒に推論させる講義を進めていたので、生徒の反応は良かった。

<夏期数学講義>

講義題「高校生向け数え上げ」で3回実施

1回目「三角形の分割とシュウベルナ - の定理」

2回目「オイラ - グラフと一筆書き理論」

3回目「組合せ論と応用」

講師 北海道大学大学院理学研究科 神保秀一教授

参加者数 1回目：1年生8名・2年生3名(計11名)

2回目：1年生7名

3回目：1年生7名

内 容 「数学」の順列・組合せの内容を意識し、数え上げの方法や表現方法を公理的な体系で組合せ論的な題材を基に講義した。

実施状況 1回目の講義では、区間の端点や三角形の頂点に0、1、2を対応させて得られる不変量の概念を理解し、さらに背理法による証明を学習した。2回目講義では、有向グラフの定義を理解し、一筆書き理論で、数個の補題から始める定理の証明を経験した。3回目の講義の内容は、初歩的な組合せ理論で、これから高校数学で学習する内容でもあり、生徒は前回以上に興味深く聴講していた。講義レジュメなしの講義であるがノートの取り方などにも事前に指導していたので余裕を持って聴講していた。講義後の生徒の感想では、「概ね理解できた」という内容が多く良好であった。

〈成果と課題〉

ア 講義内容を分割して各回ごとに生徒の理解度が分かるようにし、事前にどのようなことが狙いなのかを指導したうえで受講させた。生徒の集団は各回ごとで変わったが、講師の先生には3年間継続して講義を依頼した。そのため、本校生の数学の問題を処理する力などを十分に把握していたので、講義は大変分かりやすく、生徒が講義中に質問するなど講師にとつても講義しやすい状況だった。成果として現代数学の最先端分野でも、本講義のような工夫で高校生にも概ね内容を理解させることは可能であることがわかった。

平常時から講義内容を中心にした事前学習を通して数学的能力の向上を図るために、今後、事前学習の効果を評価できるような方法の開発が課題である。

イ 大学教授の講義内容によっては、高校で未履修の分野があったが、後日、高校教員による授業の際、内容の理解がより深まるという成果があった。今後の課題としては、連携で、平常の高校授業を大学教授に参観してもらい、助言をもらう等の企画や、高校生による講義という企画も必要であると考ええる。

〈3カ年の成果と課題〉

ア 放課後の講義に関しては、高校で学習する数学を十分に使えるような内とし、大学との密接な連携で成果は得られると考える。高校で事前の指導が充実しているなら生徒の興味・関心も高まり、大学教授の専門的な数学講義で数学的能力の向上を図ることができる。さらに、継続的な講義の聴講により、生徒の数学的な資質の向上が得られ、大学進学後の学力に影響を及ぼすと考えられる。

イ 多くの生徒が積極的に参加することができる数学イベントが必要である。各種数学コンテストへの参加については、少ないながらもある程度の参加者数は確保できた。

【サイエンスアプローチ】数学授業

(1) ねらい

第1学年においては、発展的な内容として将来必要になる最大値・最小値問題に対するアプローチを考えさせるとともに、発表活動を行うことにより数学的な表現力・論

理性を育成することをねらいとした。

第2学年においては、教科書では扱っていないが、高校レベルで十分理解可能で興味深い定理・公式と、それを発見した数学者の紹介をした。さらに、その理解に基づいて定理・公式の活用方法を学ぶことにより、数学に対する興味・関心を高め、自らさらに進んだ知識や数学的思考方を身につけようとする態度を育成することをねらいとした。

(2) 実施概要

<第1学年>

内 容

第1学年を3グループに分け生徒が発表する形式の授業として展開した。

3グループのテーマは

Aグループ **パラメーターと2次関数**

Bグループ **二項係数の最大値**

Cグループ **最大確率**

指導計画

ア 各グループに共通の課題を与え、事前に各グループに所属する数学愛好会員や興味・関心のある生徒を中心にして数学的な発表・説明の仕方についてポイントを講義し、発表形式の授業を行わせた。

イ 題材は、全て既習事項の発展的な内容であるが数量的なものに限定し問題解決の方法を比較的理解しやすいものとした。

実施状況

ア 生徒による授業ということもあり、質疑応答が多く各生徒の数学に対する興味・関心が高まった。また、共通の課題を設定し、発表を観察することにより個々の生徒が自分自身の課題を見付けることができた。

イ 論理性や独創性等はプレゼンテーションのような企画を取り入れ、数学的な表現方法を通じて育成する方が効率的であると考えた。

ウ 数学愛好会の会員のように数学に興味・関心のある生徒の活用は全体の資質の向上を可能にすると考える。

<第2学年>

内 容

「様々な定理・公式」をテーマとし、授業形式で講義、演習及び生徒の発表を行った（授業時数は7時間）

第1回 **ガウスの生涯とガウス平面とも呼ばれる複素数平面におけるド・モアブルの定理の活用**

第2回 **微積分学初期におけるニュートン、ライプニッツなどの考え方の紹介とそれに基づく演習**

第3回 **コーシー(Cauchy)の業績、特に高校数学における彼の名を冠した公式とその生い立ち並びに時代背景の学習**

指導計画

- ア 各回2時間で構成するが、前半では定理と数学者についての解説を教師による講義形式で行い、後半で入試問題などを例にしながら、どのように応用できるかを生徒と一緒に考える。
- イ グル - プ活動を展開し、生徒に数学者とその業績に関するレポ - トを作成させ、そのレポ - トの発表を最後の時間に行う

実施状況

- ア 役割を分担してレポ - トを作成するということもあり、各生徒の数学に対する興味・関心が高まり、個々の生徒が自分自身の課題を見付けることができた。
- イ 生徒の発表の中には、パソコンを用いたものもあり、プレゼンテ - ションを通じて数学を伝達することにより、論理性や独創性等を育成することができた。

〈成果と課題〉

生徒によるレポ - ト発表やプレゼンテ - ションはサイエンスアプロ - チが目標とする数学的能力の育成に有効である。数学への興味・関心や理解を深めるためには、他の分野とどのように関わり合うのかを明確にする必要がある。

【担当講師による評価・意見】

北海道大学大学院理学研究科数学専攻教授 中 村 郁 氏

SSH 数学、楽しければ十分

この3年間、札幌北高校で合計5回の講義をする機会がありました。題材はやさしくて、しかし数学の歴史を担っていて、しかも現在の最先端の数学にどこか通じている、そういうものを選びたい、と思いました。それが「フェルマ - を解こう - の整数解を求める」という題材を選んだ理由です。なかなか短い時間では無理な事が多いですし、やはり学問は順を追って次第に深くなっていくもので、これを聞いた生徒さん達になにが残るのか、それは率直に言ってかなり難しい問題ですが、「なんとなく楽しかった」そう思ってもらえたら、私としては十分です。私として心がけた事はやはり「大学の先生もわりと親しみやすい、そう思ってもらえるとよいが」ということでした。

私自身について言えば、札幌北高校での5回の講義はいつも楽しいものでした。去年は受講生からメ - ルが来ました：「先生の授業が楽しかった、ってお伝えしたかったので書きました」そうありました。今年の正月5日に4人の生徒さんと長木先生が私の研究室を訪ねてくださったのも同じように楽しい時間でした。こうした活動はおおよそ楽しくさえあれば、若いひとたちには十分だろうと思えます。生徒さん達がどう感じたか、私には楽しそうに見えましたが。将棋の羽生善治が書いた文章のなかにこういう趣旨の一節がありました：「将棋をするために努力を必要とすることはなかった、好きだから自然にやってこれた。」好きだというのは強い、どんなに時間をかけても楽しい経験になってしまうのですから。しかし、このSSHがいつしか生徒にとって義務のようになってしまったら困り

ます。ピアニスト・ル・ビンシュタインの自伝の中で、才能を示し始めた3歳半の彼の養育について、ピアノの老大家はこう助言します：「この子には偉大な音楽家になるだけの才能があります。この子により歌を聞かせてやってください。でも決して音楽を強制しないように。」1年や2年先に始めて少しばかり進歩したからと言って、それで先々伸びていくかと言えば、そんな事はありません。好きなことをやらせておけば、好きなことを好きなだけやったという経験が将来活きるでしょう。仮に将来、別の専門を選ぶとしても。このSSHを楽しみに札幌北高校への入学を目指す中学生もいると聞きます。ですから、将来への効果の見えない投資として、余り大きな期待をかけずに続けていただけるのなら、これは素晴らしいことではないかと思えます。