

1.9 「数学アゴラ」(数学分野)

(1) 研究開発の課題(概要)

名古屋大学多元数理学科で毎年開講されている「数学アゴラ」に参加することにより、高等学校で学ぶ数学とその先にある大学で学ぶ数学、学問としての数学のおもしろさにふれる機会とする。今年も昨年と同様に高大連携の一環として愛知県教育委員会の「知の探究講座」とタイアップして開催され、昨年度以上に多くの生徒が参加しました。

(2) 仮説(ねらい、目標)

高等学校数学の枠を越えた分野や最先端の分野の研究者の講義を聴くことで、科学を研究することに興味をもつ。また講義で理解できなかったことがらについて、自分で解決する姿勢を養う。

(3) 研究の方法・内容

ア 対象生徒 「数学アゴラ」参加希望者11名

イ 日程 平成23年8月8日(月)～11日(木)の4日間

ウ 内容

(ア) 「相対論と量子論入門」(栗田 英資 准教授)

(イ) 「四元数入門」(伊師 英之 准教授)

(ウ) 「コンピュータ・インターネットと数学」(内藤 久資 准教授)

「相対論と量子論入門」(栗田 英資 准教授)の講義は相対論について行われた。



時空図(ガリレイ変換)の講義風景

a ローレンツ変換

光速の不思議(光速は不変。誰も光速以上では走れない。)という生徒の関心を引く内容からスタートした。次に、時刻 t と座標 x を用いて k 系(制止系)と k' 系(運動系)のガリレイ変換 $x' = x - vt, t' = t$ を導き、より厳密なローレンツ変換

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad \text{を導いた。}$$

b 時空図

時間軸と空間軸を用いたグラフである時空図の説明があった。ガリレイ変換における時空図とローレンツ変換における時空図が示された。そのことから例をあげるにより

「 k' 系で同時に起こる事象は k 系では同時ではない」という同時性の破れについて説明があり、

x ; 制止系での車の長さ

x' ; 運動する観測者の測った長さとしたとき

$$x' = x \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \quad \text{というローレンツ収縮による収縮率が導かれた。}$$



参加の生徒の一部

c 世界間隔

回転と距離について考察した後、ローレンツ変換と世界間隔についての説明があった。

原点からの世界間隔を s とし、 $s^2 = (ct)^2 - x^2$ と定義してローレンツ変換による t', x' について $(ct')^2 - x'^2 = (ct)^2 - x^2 = s^2$ を示すことにより世界間隔の不変であることが導かれた。

さらに収縮率から相対論的力学にふれ、運動量・運動エネルギーについて説明することにより、物理学への応用から数学の広がりを実感する講義がなされた。

(4) 検証 (成果と反省)

ア 講義内容に対する生徒の対応

(7) 「相対論と量子論入門」

速い世界の相対論と、小さい世界の量子論を取り上げることにより数学の有用性を論じる講義が予定され、今回は相対論の内容の講義であった。ガリレイの相対性原理やアインシュタインの相対性理論という生徒にとっては非常に興味深く感じる内容であり普通の数学の授業では聞くことが難しい内容であるため、生徒は積極的に講義に取り組んでいた。高校に戻った後もパソコンで検索したり疑問点を追求する姿が見られ、学校祭・SSH 交流会でも発表した。

(4) 「四元数入門」

超複素数のなかの四元数に関する講義であった。1年生にとって高校生になって初めて学んだ複素数は衝撃的な数の世界であったものが、さらに見知らぬ数学の世界に接することにより数学の奥深さを感じたようであった。講義内容は基礎知識があれば十分理解できるレベルの内容で、講師の先生の丁寧な説明と質問に対する適切な対応により生徒はよく理解し、充実した時間を過ごしていた。

(9) 「コンピュータ・インターネットと数学」

「グラフ上のランダムウォークと Google のページランク」と題して講義が行われた。行列の固有値や線形写像といった高校数学の内容以上のことを用いた講義であったために多くの生徒にとっては理解するのに苦労したようであった。今学んでいる数学が現代社会の最先端であるコンピュータのウェブなどに使われていることを知ることができ、数学を学び追求する意欲が高めていた。

イ 最後に

講義は各 4 コマずつ実施され、丁寧に説明がなされ生徒も理解が進んだと思われる。今回の参加者は 1 年生から 3 年生までであったが、ベクトル・行列の知識を前提にした講義を含んでいたため 1 年生にはかなり難しかったようである。2 年生にとっては学んだことの発展性を理解でき、楽しい内容と感じたようである。講義では特に「相対論」「四元数」は高校数学と違い目新しい内容で興味深く積極的に講義に集中する姿が見られ、自分からさらに追求しようとする姿が見られた。生徒は大学の講師の数学に対する情熱と数学の奥深さに触れることができ、他校の高校生とともに熱心に数学に取り組み、よい刺激を受けていた。