



じつぎょう

数学資料

No. 55

大学院から見据えた高大連携 ー筑波大学附属駒場中・高等学校での実践をとおしてー

筑波大学数理物質科学研究科教授 伊藤光弘

1. 大学院の視点で高大連携
2. 数学高大連携での暗黙の了解
3. 筑波大学附属駒場中・高等学校「数学科学研究会」の紹介
4. 「数学科学研究会」との関わり
5. 筑波大学駒場中・高等学校生の研究発表会を拝聴して
6. 筑波大学大学院生数学インターンシップの実施
7. 最後に

1. 大学院の視点で高大連携

いわゆる高大連携、高等学校と大学の間の教育的潤滑をよくする事業がいつから始まったのか私は知らない。私と高大連携との結びつきは、筑波大学附属駒場中・高等学校の（以後「筑駒」と略す）生徒の自主的サークルである数学科学研究会（通称「数研」。以後「筑駒数研」と略す）との関わりをもったことを抜きに語れない。私が籍をおく筑波大学には東京教育大学時代から続く附属

学校が10校以上もあり、いくつかの附属学校は全国的にも有数の教育ハイレベル校である。その中でも筑駒は数学オリンピックでメダル受賞者を多数輩出している学校として有名である。と同時に筑駒には数研という生徒の課外数学サークルがある。質の高い活動を維持し、活動内容を機関紙にまとめて出してもいる自主的数学サークルである。

筑駒がスーパーサイエンスハイスクール（以後「SSH」と略す）指定校に選ばれ、運営委員としてかわりを持ったのがことの発端である。例によってSSHで要請されて出前授業を行ったわけだが、優秀な生徒を意識してか、今にして思えば、ほとんど空回りの授業をしたように思う。

その後数年して大学院の研究科専攻長を務めるようになり、大学院での専門教育をよりよくする方策を考える機会をもった。数学を専門的に身につけた大学院修了者がひろく社会に迎え入れられるためには、教育は現状のままでよいのか？院生を研究指導という形で院スタッフが鍛えあげると

も く じ

論説

大学院から見据えた高大連携…………… 1

入試懇談会報告

平成19年度入試を振り返って…………… 5

報告

リスーピア訪問記…………… 8

学校紹介

石川県立小松高等学校…………… 10

実践記録

GRAPESの紹介と活用事例紹介…………… 13

談話室

辰巳琢郎さん…………… 15

ワンポイント教材

三角形の中線の求め方…………… 16

いう従来から受け継いできた院教育でよいのか？

伝統的に大学院では指導教員と院生の一対一徒弟制的関係で院生の研究指導が行われ、セミナー準備に専門書や参考論文を読み理解し、指導教員のまえてセミナーレポートするというスタイルが踏襲されているがこれで本当にいいのだろうか？と疑問をもったことである。このような中で、自ずと大学院の視点で高大連携（高大大学院連携と言い換えたほうがよいのかも）を意識するようになった。

大学院生を筑駒数研のサークル活動の補助に使えないだろうか、もしこのサークル活動支援事業がうまくいけば、院生サポートによって生徒の興味・関心面に大きく応えられる。と同時にサポート役の院生にも研究面や進路・就職を考える上で（現今のキーワードでいうとキャリアパスの拡大へと）リアクシヨンの効果が大きい期待できるのではと考えた。

2. 数学高大連携での暗黙の了解

大学教員による高等学校への出前・出張授業には、他の教科同様に数学の場合にも暗黙の了解がある。暗黙の了解とは、形は大学の出前授業であって、高等学校の数学の範囲外の題材をテーマに授業をするが、決して大学数学の授業・講義内容をそのまま直におろしてはならないということである。出前授業のこの限界をいかに乗り越えるかで様々な方向がとりえよう。ここ数年の限られた経験からの教訓ではあるが、大学教員の高みから高校生に教え授けるのではなく、対話形式で高校生の目線に立って出前授業をする、いわゆるアウトリーチ的方法がひとつ。生徒たちの自主的な課題学習・研究活動のサポートをするというのもまた一つの方向であろう。大学生や大学院生のお兄さん、お姉さんを前面にだして生徒の学習活動をサポートさせるのも一案ではと考えた。筑駒数研はもってこいの対象であった。

3. 筑波大学附属駒場中・高等学校「数学科学研究会」の紹介

筑駒数研がいつごろ発足し活動を開始したか詳しいことは知らない。このような数学の自主サークルが日本の中学校、高等学校に存続していること自体、現今の理数離れの流れからすれば稀有な存在といえるであろう。中1生から高2生まで、2桁の人数の会員が居続けることだけでも驚きである。さらに驚くべきことは会活動のレベルの高さであろう。新入生部員の数学手ほどきから始まって、なんでもセミナーなどいろいろな活動をこなしているようである。彼らがもっとも力を入れているのが秋の文化祭行事企画と会の機関紙CAFE BOLLWECKの発行であろう。数学オリンピック受賞者の多さも目立つ。

日本広しといえど、このような会のある高等学校まして中学校は皆無であろう。見学に来る教師たちの垂涎的ではあるが、現実を作るのは難しい。教師の音頭で作ったところで続かない。どうしたらつくれるか？筑駒にしても一朝一夕にそうなったわけではない。いろんな動き、よこのつながりとか、萌芽となりそうなものはそれぞれのところにあるであろう。それらを手塩にかけて面倒見るのがよいのでは。すぐに役立つ即効性のもの、国際的競争で世界に太刀打ちできるものを即求める傾向が最近非常に強いが、待つことができないれば本当によい教育は機能しないのではないかとと思うのだが、諸先生方はいかにお考えであろうか。

さて、筑駒数研の存在を数年観察していて気の一つくこともある。顧問の先生は会活動の全貌が手に取るようにわかっているが、手を決して出さない。彼ら任せである。生徒たちはいつも問題を考えている。深く掘り下げる。ただし、数学にも初等整数論のように中高生向きのものと、年を重ねてからのほうが受け入れやすいもの、たとえば、偏微分方程式や、私の専門である多様体、岡潔の接続層などがある。はやくから数学に染まることの意味を研究者の目で見ると、大学にはいって本格勉強するぐらいのほうが研究者としては伸びる

のではなからうか（あくまで一般論であるが）。とことん掘り下げる態度もあってよし、深く追求せずにひろく興味・関心を抱き続けるくらいの悠長な態度もあっていいのではと思う。

ちなみに会活動の成果を活かして数学研究の道をめざす生徒は多くはないようである。このへんに理数離れ現象が見え隠れする。東欧諸国の数学オリンピック熱とはいささか勝手が違う。

4. 「数学科学研究会」との関わり

そんななかで 2005 年 5 月、筑駒に出向いて、筑駒数研の研究活動のサポートに院生をあてるという教育支援プログラム案をお見せして、数学科の先生方に了解してもらった。ある意味で押しかけのであった。大学の数学系側の事情があってぜひともお願いをしたわけであった。

もちろん、大学ないしは大学院の数学を生徒たちに授けることが目的ではなく、あくまでも彼らの自主的サークル活動をサポートすることが目的である。中 1 生から高 2 生まで生徒たちはさまざまな数学的なものについて興味をもち関心が沸き上がってくる多感な年齢なので、知識欲はものすごく旺盛である。質問攻めにあう先生方にとってはうれしい悲鳴であろうが、先生方の知識範囲以上まで聞いてくることも間々あるであろう。そんなとき、一応研究者の卵である大学院生がそばにいて生徒にいろいろアドバイスできれば、生徒にとっても、院生にとっても教育効果は絶大であろう。

もちろん現実はその易しくはない。筑駒数研の生徒たちと大学院生たちとの初回の会合は 2005 年 9 月にもつことになった。なんとなく気まずい感じの自己紹介もそこそこに生徒たちからすぐさま数学の質問が飛び交ったのを記憶している。質問も大学学部 3、4 年レベルの群や環など代数系のものや短完全系列から誘導される長完全ホモロジー系列などにわたり、院生でもとっさに応えるのに窮する。院生らは大学時代は大体万遍なく数学を勉強するが、院に行ってからごく狭い範囲の領域に自分の持ち場を狭めて行って、本当に重

箱の隅をほじるような研究が続けている（重箱の隅をほじるといういいかたは、否定的なニュアンスがするが、研究とはとても孤独な作業である。）そんな彼らが大学数学一般の質問を突然にされても返答に窮する。ただし窮すれど、その質問なり、場面に向き合うことは（その程度はどれほどかはわからないが）院生の研究心（研究マインドということばが最近はあるらしいが）に絶大な効果を及ぼすものと思っている。

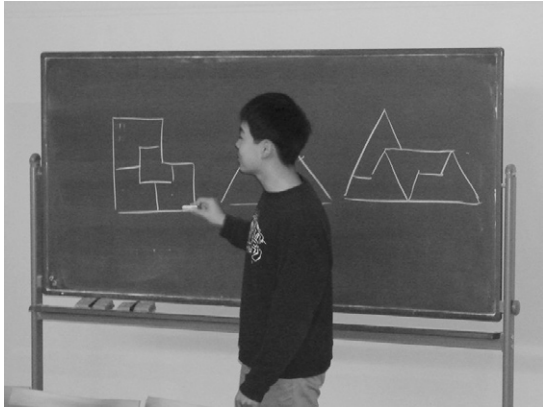
筑駒数研への数学院生による活動支援事業はその年は形としてはそれ以上のことはなく、数回の支援活動を期待していたものとしては物足りない思いであったが、ものごとには固有の動きがあるように、筑駒数研の活動にも固有の運動がある。

5. 筑波大学附属駒場中・高等学校生の研究発表会を拝聴して

あくる 2006 年 12 月には筑駒数研の生徒たちが数学研究の成果を持ち寄り研究発表会を開催するというので出かけた。数式処理ソフト TeX をつかって編集した苦心作の数学論文冊子 CAFE BOLLWECK が事前に配布された。いくつか数学パズルが紹介されていて、それらを本学の教員のパズル専門家に見てもらったが、舌を巻くほどの内容だった。

毎年文化祭での選りすぐった展示問題・パズルが冊子の後半を埋めていて、それだけでもハイレベルなのだが、圧巻はどれをとっても大学院修士論文に優るとも劣らない数学研究の諸論文であろう。論理パズル (I 君)、くだものの会話 (T 君)、レプ・タイルについて (K 君)、 $Q[X]$ における Dirichlet の算術級数定理の類似 (S 君)、低次元巡回式・対称式の非負性 (Ko 君, So 君, Mo 君)。

発表当日、院生を伴って見学かたがた出かけた。4 名の生徒による研究発表をみさせてもらった。発表の仕方といい、発表の内容の質の高さといい、同行院生が舌を巻くほどのできばえであった。次頁に発表会のスナップ写真を掲載する。



2005年12月、東欧ブルガリアの数学高等学校を見学してきた。数学オリンピック上位国ブルガリアの数学教育事情をつぶさに視察するにつけ、かの国の、数学の才能と個性豊かな若者を育成するための組織性に見習う点が多かったように思う。ブルガリアの数学教育には多くの識者の論評があるので、私見は控えるが、筑駒の数学教育とは違った教育をそこに見たことだけは言える。

7. 最後に

今回は筑駒への取り組みの紹介に焦点をあてたが、本来ならば高校生全体に豊かな数学を身につけさせるにはどうしたらよいかという重要課題を議論すべきである。数学を学ぶこと、教えること、数学を応用面で役立たせること、研究すること、これら4つが有機的に結びついたもの、数学を総体としてとらえるという認識が大切という、いわゆる数学観、を私は学生時代に培った。機会があればこの観点から数学教育の現状を捉え直し、数学教育の「再生」を考えてみたい。

大学での教職授業で実施したアンケートによると理数教職志望学生の約3分の2が、分数割り算を小学生に教えられる自信がないという。子どもが納得する教え方を教壇にたつ先生自身が（巡って大学教師もが）身につけることこそ教育の基本ということをわれわれに示している。教え方は無論ひとつとは限らない。

筑波大学数学類（他の大学の数学科に相当します）には、伝統ゆえにか教職志望学生が多く集まってくる。そんな学生に教職現場に出るまえに、大学で豊かでなおかつしなやかな数学観をはぐくんでももらいたいと願っている。無論、大学院生にもである。

6. 筑波大学大学院生数学インターンシップの実施

現在、筑波大学大学院数理物質科学研究科では2007年度大学院専攻インターンシップという授業科目を設けている。企業研修とともに、駒場中高での生徒の課外活動の支援（総合学習ゼミナール、テーマ学習など）に院生を派遣し、直に生徒の学習補助活動に参加してもらっている。筑駒数研の活動支援の延長上の活動である。ゼミナール参加の生徒と院生の対話による教育的効果が大いに期待されよう。生徒と院生のジョイント研究が生まれる期待も高まる。また筑駒生（中3生と高2生）の筑波大学訪問が定期的に行われるようになって、数学の研究室を訪問する生徒の姿が大学キャンパスに散見するようになり、大学が身近に感じられるようになったのではないだろうか。

筑駒の数学教育との国際的比較という目的で、