

大学入試に関連する大学と高校の協力

数学の場合

西森 敏之

北海道大学高等教育機能開発総合センター

University-High School Collaboration in Current Admissions in Japan: The Case of Mathematics

Toshiyuki Nishimori

Hokkaido University

Abstract This report describes the university-high school debate over the university entrance examination. In Japan's current university system, the written entrance examinations play the most important role in admissions. It has recently been recognized that this admissions system has a profound effect on high school students' attitude toward their course of study. There are two kinds of written exams in Japan: the common national examination administered by Japan's University Entrance Examination Center and the proprietary examinations given by individual universities. Meetings of high school and university faculties are held to determine the appropriateness of examination questions. Whereas meetings for the common national examination gather representatives from all areas of Japan, meetings of regional educators from a local university's area are convened to consider the university's proprietary entrance examinations. For example, issues concerning Hokkaido University's mathematics instruction are discussed in a meeting of high schools and universities in the Hokkaido area, even though students from all over Japan can apply to and attend Hokkaido University. In addition to exchanging information about its entrance examinations, Hokkaido University collaborates with area high schools in other ways. The Mathematics department, for example, offers classes for high school students for a week every summer and also offers a weekend educational program on Saturdays.

1. はじめに

この報告は、日本における数学教育に関する大学と高校の間の協力関係について、現時点での状態を記録しておくことを目的とする。

現在、数学について、大学側と高校側の間で直接的な接触が行われるのは、大学入学試験に関することが最大の機会である。日本の現在の入試制度では筆記試験の果たす役割が大きく、そ

れは高校生の勉学態度にさまざまな影響を及ぼしている。筆記試験としてはセンター試験と各大学独自の試験がある。適切な試験問題が出題されているかどうか検討するために、高校側と出題者側で各問題について質疑応答する会が開かれている。センター試験については全国規模で行われ、毎年分厚い報告書が出されている。各大学の試験については、地方ごとに検討会が開かれている。北海道大学の数学の試験問題でい

えば, 毎年「北海道算数数学教育研究大会」の高校分科会で, 北海道内の高校と大学の関係者で行われている検討会で取り上げられている。

入学試験以外に目を移せば, 北海道大学では, 高校生のための数学夏季講座が開かれ, さらに高校生を研究生として受け入れて個別指導をすることが実践されている。そのほかに北海道内では, 北海道算数数学研究会の高等学校部会が主催している「北海道高等学校数学コンテスト」に対する大学側の出題協力などがある。

以下には, それらを順をおって取り上げることにする。

2. 大学入学試験

日本では大学入学試験は社会的に重く受けとめられていて, 入試制度についての関心は高い。試験制度の改革という大きな問題はさておき, ここでは(特に数学について)高校側と大学側の協力に関連する現状をみている。

入学試験の制度および出題内容の傾向が, 高校生の勉学態度および高校での教育内容に対して強い影響を与えていると考えられる。実際, 大手予備校などによる入学試験の分析により, 少しい変化も見逃されない状態にあり, 迅速な反応・対応を引き起こしていると思われる。たとえば, 小論文を課す大学が増えるにつれて, 小論文の書き方がマニュアル化されるということがある。日本数学会の大学数学基礎教育ワーキング・グループのアンケート調査でも浮かび上がってきたように, 数学の問題の解き方もマニュアル化されていて, 高校生は自分で考えることをしないでパターンを適用するのが数学であると考えた現象も起きている。この現状を逆手にとれば, 入学試験の制度および出題内容を工夫することによって, 高校での数学教育にいくらかでもよい影響を与えられる可能性がある。

現在の制度では, 日本のほとんどの大学で筆記試験の成績が, 少数である推薦入試の場合を

除けば, 合否に関する最も重要なファクターである。従って筆記試験の問題自体が適切であるかどうかは重要である。試験問題の作成者には, よい試験問題を作ることによって, よい学生を選ぶという本来の目的を達成することに加えて, 少しでも数学のマニュアル化をおさえ, 考える数学が重視される方向に影響を与えることを期待したい。

筆記試験としては, 国公立大学と一部の私立大学では, マークシート方式の大学入試センター試験と記述式の各大学独自の試験の2つがある。それぞれ高校側と出題者側の間で試験問題についての話し合いの場が持たれている。

2.1 大学入試センター試験

大学入試センター試験については, 大学入試センター, 高等学校及び教育委員会の代表者からなる連絡協議会や, 関係学会の意見を求める形で, 全国的な規模で全学科についての検討が行われ, 分厚い報告書が毎年出されている。平成8年度の報告書には, 試験の成績の詳しい統計や, 個別の問題に対して良問であるかどうかについて, 高等学校側委員および日本数学教育学会など教育研究に関する17団体の意見・評価と出題側の問題作成部会の見解が掲載されており, 次年度の出題の際に参考にされるようになっている(大学入試センター 1996)。

センター試験の特徴は, まず良くも悪くも全国一斉に同一内容の試験が行われるということである。そのために, 解答のための時間が数学などでは不十分になるなどの制約があり, 短期間に大量に採点する必要から, コンピュータを使うマークシート方式になっている。

センター試験が数学の試験として不都合な点は, 第1に, マークシート方式では, 受験生が自分のアイデアで問題を解くように設定することは不可能で, 出題者側の敷いたレールの上によって進むしかないということである。独創的な解答などはあり得ないのである。第2に, 最優

秀の高校生から数学があまり得意でない高校生まで同じ試験を受け、平均点が65点程度になるように難易度を調整して出題するので、50万人のうちの約1%にあたる5000人ほどが満点を取るという事態になっている。成績上位者にとっては、少しのミスも許されないというプレッシャーがかかっている。また、難易度の調整も、試験時間が短いので問題の質の難易度で調整するわけにいかず、問題の量の多少によっている。従って、じっくり考える力は評価されず、問題を解くスピードがものを言うことになる。日本数学会のアンケート調査が指摘している「問題をパターンとして捉え、マニュアルによって解くという風潮」を生む原因になっている。ここには出題者の創意・工夫ではどうにもならない問題がある。

センター試験は、1大学の入学試験の場合にはできないくらいに出題に多くの人と時間がかけられており、出題者以外からのチェックもあるようであり、受験性を悩ますようなあいまいな表現とかマニアックな難問がないなどのメリットはある。また、数学の試験では、他の科目と違って、単に選択肢を選ばせるのではなく、多項式の係数とか数値をそのまま答えさせるのと同値なやり方を工夫して、少しでもマークシート方式のマイナス面を緩和させようとしている。この解答の形式は高校側からも支持されているようである。(センター試験が続くのであれば、少なくともこの形式は守り続けて欲しいものである。)しかし、それにしてもマイナス面は大きい。(ここでは「受験生の成績による輪切り現象の助長」などの一般的な問題点にはふれず数学に関する話題のみを取り上げた。)

2.2 各大学の試験

各大学の試験については、いくつかの各地方のブロックごとに各学科に関連する学会の折りに、試験問題の妥当性についての検討が行われている。

北海道大学の数学の試験問題については、(受験者は日本全国から集まるけれども)北海道算数数学教育会が主催する「北海道算数数学教育研究大会」の、高等学校分科会において取り上げられている。この会は小学校・中学校・高等学校の教師たちが主体であり、北海道内にある各大学(平成8年度は8大学)の出題関係者が招かれて入試問題の検討会に参加するという形で行われている。(関西方面では大阪高等学校数学教育会と関西の国公立8大学の連絡協議会で入試問題の検討がされている。)そこでは、各問題についての高校側から分析・評価が行われたり出題に対する要望が出され、大学側からは出題の意図とか受験生のでき具合について話され、その他質疑応答がある。「日本における大学入試の重さ」という制約はあるが、数学教育をよくしたいという思いは双方の出席者に共通であり、この検討会はうまく機能しているようである。

平成9年度に大学に入学すべき高等学校新卒者から新教育課程のもとで教育された最初の学年になるので、大学側では入試問題の作成のためにも高等学校での状態を知る必要があった。そのために、日本数学会北海道支部では、平成7年12月に高等学校関係者を招いて「高等学校新教育課程による数学教育の実施状況について(札幌南高校・皆川一雄、札幌平岸高校・古川政春)」という題で講演をしてもらい意見の交換をした。

各大学の個別の入学試験の数学の出題形式は、伝統的な記述式の解答を求めようになっている。普通1題につき1枚の解答用紙が用意されていて、国語の試験よりも解答は長い文章を書かなければいけない。数式も本来は文章であって単に短縮形になっているだけのものである。(もっと極端な例として挙げると、フランスのパカロレアの数学の試験は、日本の試験のような誘導のための小問などなく、たとえば、ある関数とかある方程式をとりあげ、あらゆる面から分析することを要求するので、数学を題材にとった小論文という感じがする。)ところが、実際に

は受験生の解答は日本語の文章になっていないことが多く、数学の試験だからということで仕方なしに、文章のまずさには目をつぶって採点しているのが現実である。この点からいえば、高校生の国語力の低下を最も直接的に感じているのは、各大学の入学試験の数学の採点者であるといってもよい。

ここで、大学のレベル以上での数学を学び研究につなげていくために、基礎学力として何が必要かということを確認しておきたい。高校の科目でいえば、数学だけではまったく不十分であり、国語では論説文を理解し文章を書く能力、英語では会話ではなく英文を文法的に徹底的に分析した上で理解する能力が必要であり、物理など理系の科目は数学の生まれてきた大地でありその素養は欠かせない。要点は、高校で数学ができることと大学での数学が理解できることの間には、少しギャップがあるということである。このような理由で、数学の場合には、高校での数学にいくら優れていても、もしそれだけで大学に入学させる制度をつくるとしたら、非常に危ういのである。

話を入学試験にもどすと、とにかく、手間はかかっても記述式解答を求める方式がいまのところ最善である。

3. 大学院入試

この報告の主旨から少し脱線するけれども、話題を大学院入試にかえる。北海道大学・理学研究科数学専攻の博士課程前期(修士課程)の入学試験は、平成7年度入進学者の入学試験より、大幅な変更が行われた。旧システムでは、数学の基礎と専門についての筆記試験と外国語の筆記試験および数学に関する口頭試験の総合成績で判定されていたが、やはり筆記試験の比重は非常に大きかった。新システムでは、口頭試験のみに変わり、興味をもって勉強した内容をきちんと説明できるかどうかが問われ、学問が身につ

いているかどうか評価されるようになった。優秀ではあるが筆記試験では要領がわるく能力をうまく発揮できない学生が、新システムでは合格できるようになり、改革の利点があった。(口頭試験の運用について、経験からつけ加えると、人前では緊張する性格で口頭試験では何も答えられなくなってしまう、筆記試験の方が能力が発揮しやすい学生も実際にいるので、いかにして受験生の良いところを引き出すかということ、試験官は工夫する必要がある。)

4. 高校生のための夏季数学講座

入学試験以外にも大学と高校で協力して行っている事業がある。数学の分野に関して高い意欲と関心を有する高校生に対し、その個性、能力を一層伸ばし、数学の面白さを知ってもらうために、大学側から直接働きかける試みも行われている。北海道大学大学院理学研究科数学専攻(理学部数学科)では、平成6年より「高校生のための夏季数学講座」を札幌市で開講している。(これは文部省から委託を受けた「教育上の例外措置に関する実践的調査研究(高校生のための現代数理研究会、代表・上見練太郎)」の一環でもある。)

第1回は、平成6年8月8日(月)~8月12日(金)の5日間にわたって、北海道大学学术交流会館で行われた。15分の休憩をはさんで3時間にわたる講義が1日にひとつというスケジュールである。講義題目をみても、1日目は「トポロジーの2つの顔(河澄響矢)」, 2日目は「現代数学と数え上げ(日比孝之)」, 3日目は「方程式が解けるということ、解けないということ(斎藤睦)」, 4日目は「曲面の構造を決めるもの: ドーナツ=コーヒークップ!?(諏訪立雄)」, 5日目は「整数論の面白さ(肥田晴三)」となっている。いずれも現代数学の面白さを高校生に何とか分かってもらおうという工夫が感じられた。

高校生の参加者についてみると、北海道内の高等学校約160校に案内状を出し、当初の募集人員は60名であったが、それをはるかに越える138名の応募があった。(その中には、網走、函館などの遠隔地からの応募も少なからずあった。)この年の夏は例年になく30度を越える日々が続いたが、連日約100名の参加があった。予備校の短期集中講座と重なるなか3年生の応募が29名もあったことと、女生徒の占める割合が4割に達したことは予想外であったそうである。アンケートにあらわれた高校生の感想を読んでも、感心したり、びっくりしたり、嫌いだった数学が少なくとも嫌いではなくなったなど、有意義な体験をしたことが語られている(高校生のための現代数理研究会1995)。

第2回は、平成7年8月7日(月)～8月11日(金)の5日間にわたって、北海道大学学術交流会館で行われた。講義題目をみてみると、1日目は「複素数を使おう(林実樹廣)」、2日目は「力学系の話(中居功)」、3日目は「カオス(津田一郎)」、4日目は「数理生物モデルとその記述する現象(岩田耕一郎)」、5日目は「波動現象: フーリエ級数(新井朝雄)」となっている。参加申し込み者は105名で、実質的参加者は平均75名であった。

平成7年からは高校生の北大数学教室への「研究生としての受け入れ」ということが始まり、夏季講座の最終日に希望者を募ったところ17名あった。指導内容を確定した後で最終的に15名が、平成7年の10月より第2と第4土曜日に90分ずつ「微分方程式に関連する話題について(上見練太郎)」という題で計8回指導を受けた。講師によれば、修学旅行や模擬試験で多少の脱落者もいたが10名が最後まで参加し、生徒たちは熱心に講義を聞き活発に質問し、大学での教養課程の学生に対する講義よりやりがいがあったということである(北海道大学1996)。

平成8年の第3回には、過去2回の講座では函館などからの参加者もあったが参加者の大半

が札幌近郊に限られたので、札幌会場の他に、北見工業大学の協力を得て北見市でも開講することになった。北見会場では、8月9日に「2次関数とカオス(北見工業大学・三波篤郎)」、10日に「結び目がほどけるかどうかはどうやったらわかるか? - 幾何学と不変量の話 - (北大・西森敏之)」という講演があった。参加者は大半が北見市の高校生であったが、網走市からもあった。札幌会場では、8月12日に「数列と微分積分の応用(久保田孝次)」、13日に「動く曲面を追いかけて - 非線形現象の数理解析へ - (儀我美一)」、14日に「変分法の話(神保秀一)」という講演があった。

さらに、札幌会場参加の高校生のなかから何名かを10月から研究生として受け入れ、「『チカン』入門(山田裕史)」というタイトルで個別指導している(チカンとは置換のこと)。

このような試みは日本の各地で行われている。一例をあげれば、日本数学会と湘南国際村協会が主催する「第1回湘南数学セミナー-高校生のための現代数学」が「ゼータ関数から見た現代数学」というテーマで、平成7年12月26、27日に神奈川県葉山町の湘南国際センターで行われた。初等的な部分(素数分布、リーマンのゼータ関数)を砂田利一(東北大学)が担当し、高度なトピック(合同ゼータ関数、フェルマーの定理など)を黒川重信(東京工業大学)が担当した。約50名の参加者の主体は高校生であり、大学生、社会人、小学生も若干名出席した。第2回は平成8年8月13、14日に行われたということである(日本数学会1996)。

さらに例をあげると、名古屋大学では、「高校生のための『現代数学概説』」という事業が10年間行われ、京都大学でも「高校生のための現代数学入門講座」が行われている。

高校生に現代数学の面白さを伝えようとする試みは、講師に大きな負担を強いるという面もあるが、熱心に聞いてくれる若者たちに語りかけることは講師自身にとって大きな喜びでもあ

る。「数学はこつこつ地道に努力して勉強を積み上げていかなければいけない部分が大いにもかかわらず,このような試みはたいてい面白いところだけをつまみ食いしているので,高校生に数学はそういうものだ」と錯覚させる」というような批判もあるが,差し引き勘定するとプラスが残るといえるであろう。

5. 北海道高等学校数学コンテスト

国際数学オリンピック(IMO)は,最近では日本でも良く知られるようになったが,それに近いものを北海道で実現するという試みが,昭和58年(1983年)に既に始まっている。

これは昭和57年に当時の北海道算数数学教育会(北数教)高等学校部会長の細川征一氏と元札幌北高等学校長の加藤重雄氏の発案で企画され,研究部長の井原肇氏を中心に研究部が一切を担当して具体化し,昭和58年1月15日に第1回が実施された。

第1回は札幌北高等学校を会場に24の高等学校から267名が参加して行われた。以後毎年,第2回は360名(39校),第3回は326名(44校),第4回は432名(37校),第5回は368名(37校)の参加で,現在に至っている。成績優秀者の名簿をみれば,そのうちの数名が,北海道大学理学部数学科に進学していることがわかる(北海道算数数学教育会高等学校部会1987)。

平成8年には,第14回北海道高等学校数学コンテストが,1月12日(金)9:00~12:30(210分間)に行われ,成績優秀者が2月24日に表彰された。大学側からは,1部の問題について出題協力という形で貢献している。成績優秀者は,去年は医学部志望が多かったのであるが,今回は数学科へ入学を希望している学生がかなりあったということである(北海道大学1996)。

大学入学試験以外の場で,時間をたっぷり使って,高校生が数学の力を競うことにより,より純粋な形の数学が楽しめることになるこのようなコンテストが続けられるよう期待したい。

参考文献

- 大学入試センター(1996),『平成8年度大学入試センター試験 - 実施結果と試験問題に関する意見・評 - 』
- 北海道大学(1996),『平成7年度文部省委託研究 - 教育上の例外措置に関するパイロット事業 - 報告書』
- 北海道算数数学教育会高等学校部会(1987),『北海道高等学校数学コンテスト5年の歩み』
- 高校生のための現代数理研究会(1995),『平成6年度文部省委託研究 - 教育上の例外措置に関する実践的調査研究 - 報告書』
- 日本数学会(1996),『数学通信』,創刊号