ICME－12 の TSG26（数学教員養成教育）からの報告

大阪教育大学
瀬尾　祐貴

概要：国際数学教育者会議 ICME-12 の TSG26（数学教員養成教育）での発表の報告をする。中学校・高等学校数学科教員養成教育の教材としての「結び目の数学」の可能性について考察する。

検索語：結び目の数学　数学教員養成教育

１．はじめに

国際数学教育者会議 ICME-12 が 2012 年 7 月に韓国で開催されました。ソウルに約 3000 人の数学教育者が一堂に集まり、現在や将来の数学教育に関するテーマで議論を戦わせるとてもエキサイティングな国際会議です。韓国の数学教育会も精力的です。韓国内の小学校から高等学校までの先生方を無料でこの ICME-12 に参加できるようにし、さらに、基調講演はほとんど英語で話が行われるのですが、ハングルに無線で同時通訳したり（そのための無線レシーバーをもちろん無料で貸与していました）、Proceeding は、英語で書かれているのですが、ハングル翻訳版も同時に配布したり、国内の先生方の便宜を図っていました。これは、基調講演の時に、たまたま横に座った韓国の小学校の先生に教えていただきました。韓国の数学に対する熱の入れようがよくわかります。さて、ICME-12 では、今、世界がどのような方向に向かおうとしているのか、または向かうべきなのか、最新の話題が議論されます。たとえば、基調講演の一つ PL5（Panel）で、「Teacher Education and Development Study - Learning to Teach Mathematics (TEDS-M), Konrad Krainer(Chair, Austria), Feng-Jui Hsieh(Taiwan)」（「教師教育と発展的学習－数学の教授法の学び方」とでも、訳せばいいでしょうか）がありました。アブストラクトのさわりだけを紹介すると、「学校段階での数学学習に焦点を当てると，数学教師が生徒の学習に一番大きな影響を与える．それは教師が生徒に直接働きかけるからである．例えば，生徒の学習に対する調査で，生徒の学習に対してもっとも高いインパクトを与えるのは教師である．そのことを踏まえれば，数学教師教育のさらにすすんだ研究が必要になる．関連する研究は増えつつあるが，数学教師教育についての条件，方法，評価に関する大規模な調査はほとんど見受けられない.」と指摘しています［２］。世界の数学教育は、これから数学の教員になる学生の教育、または現職教員の教育をどうするべきかについて、新しい一歩を踏み出そうとしているように見えます。ICME-12 では、基調講演などの全体講演の他に、３６の分科会が平行で行われました。そのうちのひとつ、Topic Study

Group 26（Pre-service mathematical education of teachers）は、数学教員養成教育をテーマにした分科会で、多様な数学教員養成教育の研究や実践における重要で新しい傾向や発展について共有し、そして議論することが目的である分科会です。私は、この TSG26 の分科会に参加し、そこで口頭発表をしました。本当は、TSG26 での各国の話題を紹介する方が、世界の動向がわかって、これを読まれている先生方の興味関心を引くと思います。しかし、全体像を紹介するのは、少し荷が重いので、当日私が講演をした内容を日本語に翻訳したものを紹介することで、TSG26 の紹介としたいと思います。本講演の具体的な内容については、［6，7］を参照にしてもらえますとうれしいです。

２．講演内容の紹介

発表のタイトルは、「工学部の教職課程受講者の数学的思考力の育成」です。TSG26 の参加者はすべて外国の研究者なので、まず日本における教員採用の状況について簡単に説明し、工学部の大学新入生の学校数学に対する意識調査の結果を踏まえて、工学部の教員養成課程での問題点を整理しました。その解決のための方策の一つとして、工学部教職課程での教科法での教材案として「結び目の数学」を提案し、その教材による実践後にアンケート調査を行い、その成果と今後の課題についてまとめました。以下、発表内容をもう少し具体的に述べます。

日本の教員免許制度の特徴は、「開放性」と「免許状主義」にあります。中学校や高等学校の数学の教員免許状を取得するためには、理学部や教育学部だけでなく、工学部でも所定の単位（例えば、教科（数学）としては、最低 10 科目 20 単位以上）を取得すれば、数学の免許状を取得できます。たとえば、文部科学省［5］は「平成 20 年度公立学校教員採用選考試験の実施状況について」の中で、採用者の学歴別内訳として、

・一般大学出身者　12,381 人、54.1%
・教員養成大学・学部出身者　7,434 人、32.5%
・大学院出身者　2,206 人、9.6%
・短期大学等出身者　868 人、3.8%

とまとめています。この中で中学校や高等学校で数学科の教員になったもので、工学部出身者の数は少なくありません。工学部で将来数学の教員を目指す者は、大学において、工学部の見方や考え方は十分に学びますが、数学の見方や考え方については、十分に学ぶ機会がない場合があります。教員養成という観点からみると、工学部学生に数学的な考え方についてどのように身につけさせるかは重要な問題のひとつと考えます。日本の学習指導要領には、次の点が課題として挙げられています。「数学的活動の楽しさや数学のよさを実感することができるようにすること」また、「事象を数理的に考察し表現する能力を高めること」これらの力を生徒たちに身につけさせるためには、まず、教員自身がそのような経験を積んでいる必要があるし、そのことの意義について、理解をしている必要もあると思います。できれば、なるべく早い段階で、学生たちに数学の持つ面白さや楽しさを実感させたい。実際、工学部入学生の「数学」に対する見方は「入試のために必要な科目」「現実には役に立たない科目」「数学は完成された学問で、その中身を理解するだけである」などが多数を占めます。また、元数実研の会長であった岡部は，工学部新入生を対象としたアンケ

ート調査で，新入生の学校数学への意識を調べました[3,4]。それをもとに、教職課程を受講する新入生に対して、次のようなアンケートを実施しました。

(問) 学んだ数学は日常に役立っていますか.

この問いに，程度を示す（1 である ～ 7 でない）の７段階の番号をつけ，解答欄に，番号を記入させる形式をとりました。結果を，大体役立つと思っている割合１～３と，あまり役に立っていないと思っている割合５～７にまとめて，集計しました。（下記表の数字は%である）.

	１～３の割合	５～7 の割合
2000 年	16.4	64.8
2008 年	50.0	24.3
2009 年	45.5	24.7
2011 年	43.0	31.9

表１

この結果をみると、2011 年度は、工学部に進学し、さらに中学校・高等学校の数学の教員を目指そうという学生のうち、約３割が数学は日常にあまり役に立っていないと答えていることになります。彼らの意識を変えることは、将来、数学科教員になる場合、非常に重要なことと思われます。「実験・観察」を通して，「さまざまな性質の予想」を行い，それをきちんと文章化し，式化し，そして，そのことを「確かめる」「証明をする」ことを通して，その予想が正しいことを調べる. また, 成立しないのであれば, どこをどのように変えたらいいのか，条件が強すぎるのか，考える点が良くないのか，もう一度予想を再構築する．それから，自分なりの結論を得る．さらに「一般化」して，その数学的構造を自分のものとする．これはまさに「数学的活動」であり，「数学における発見である」このような経験を、工学部出身者にさせたいと考えます。工学部で培った知識と数学の考え方がうまくマッチすれば、教員としての確かな位置づけになるように思います

そこで、それらの諸問題を克服するために、いま私たちが共同で研究している「結び目の数学」が教材として有効ではないかと考え、それを大学工学部教職課程受講者の１年生から３年生に対して「結び目の数学」を用いた実践を行いました。今回の発表論文［6］には、その実践内容について報告し、学生の見方や考え方について分析・考察をしました。ただ、口頭発表では、時間の関係で、「結び目の数学」についての具体的な提案は省略しました。この実践に対する詳しい内容は、［7］などを参考に、また、「結び目の数学」の全体的なプロジェクトに対しては、［1］を参考にしてほしいと思います。

さて、実践後の学生の感想をひとつ紹介します。「学校数学で、結び目の数学のような分野を教材として利用することは難しいように思う。しかし、結び目の数学を学習した後、自分自身の数学的な考え方を高める力を持っていると感じました。たとえば、授業で、結び目の交点に着目して、ほどける、ほどけないを交点に着目して規則を探しました。結び目の数学は一見数学と無関係のように思えましたが、絡み数の規則を見つけることで、自分自身の数学的な考え方の能力が高まったと思います。」学生のこのような感想をみるとき、工学部教員養成に対してこの結び目の数学は学生の数学的な見方や考え方を身につけさせる上で、効果があり役に立つ可能性を持っていると思いました。

講演後の質疑で、表１の中の５~７の割合が

少しずつ増えているように思うが、それはどう考えますか？という問いがあった。よく見ると、指摘の通りわずかずつ増えています。ただ、一つの大学での調査結果なので、全体としての動向を調べることも重要であると感じました。ところで、全体的な状況としては、平成２４年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書（国立教育政策研究所）の中で、次のような結果がまとめられています。「質問６１：数学の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考えますか」という質問に対して、約６４％の中学生が、どちらかといえば、当てはまらない。または、当てはまらない。と答えています。平成２０年度からその割合はほぼ同じです。実は、同じ質問に対する小学生の回答は、約３４％でした。これは、理系・文系を問わず、中学生全体の意識です。この結果をどのように捉えるのか、大きな課題と思います。

３．今後の課題

工学部教員養成に関する「数学的活動」の一環としての「結び目の数学」の教材化の有効性と利点については、今後、さらに深く研究・実践をしていくことが大切であると思います。また、この実践は工学部に対するものですが、教育学部の学生に対しても、「結び目の数学」が教員養成の観点からどうなるのか、その点も課題であると感じています。

いずれにしても、今回の ICME-12 の動向を考えるとき、教員養成に関するさらなる研究や相互の交流が必要であると感じました。

引用・参考文献

［1］Kawauchi, A and Yanagimoto, T (editors) : Teaching and Learning of Knot Theory in School Mathematics, Springer-Verlag, 2012.

［2］Krainer, K. et al. : Teacher education and development study: Learning to teach mathematics (TEDS-M), Proceeding of 12th International Congress on Mathematical Education (ICME-12), Plenary Activities 5, 42-43, 2012.

［3］ 岡部進 : 学校数学はいらないか, 教育研究社, 1996.

［4］ 岡部進 : 数学教育と学力問題, マルエフコーポレーション, 2005.

［5］ 文部科学省のホームページ :「平成 20 年度公立学校教員採用選考試験の実施状況について」 http://www.mex.go.jp/a_menu/shotou/senkou/1217797.htm

［6］Yuki Seo : Enhancing mathematics thinking for training mathematics teachers: A case at the department of engineering, Proceeding of 12th International Congress on Mathematical Education (ICME-12) Topic Study Group 26, 3831-3838, 2012.

［7］ 瀬尾祐貴 : 工学部の数学科教員養成における「結び目の数学」の教材化について　プレプリント