

# 数学教室だより

木更津工業高等専門学校・基礎学系(数学科)

## 1 はじめに

本誌 2009 年 5 月号では、高等専門学校版数学教室だよりの筆頭として、鶴岡高専が紹介された。一般に高専では、組織や運営など類似している点が多い。したがってこれらの点については前号を参照していただき、改めて記述することは省略する。ここでは、おもに木更津高専における数学科の活動の特徴的な点について紹介する。

## 2 沿革と概要

1967 年、木更津高専の創設に伴って、一般教育を担当する人文学系と基礎学系が設置された。創設当初の 3 学科から、現在の 5 学科(機械工学科、電気電子工学科、電子制御工学科、情報工学科、環境都市工学科)・3 専攻科(機械・電子システム工学専攻、制御・情報システム工学専攻、環境建設工学専攻)へと木更津高専が拡張するに従って、基礎学系の定員も増加し、現在では 12 名(数学科 7 名、物理科 3 名、化学科 2 名)である。数学科教員 7 名には物理出身者が 2 名含まれている。ただし、2006 年度、2007 年度は高専間人事交流制度により、他高専から一時赴任した各年度 1 名ずつの教員を加え、8 名であった。

我々の現在の研究課題名は、「平行平板間における非圧縮性粘性流体の実解析的方法による数学解析」、「位相不変量による多様体や写像の追跡」、「可積分系、自己双対ゲージ場と  $q$ -解析、非整数階微積分」、「退化楕円型作用素の準楕円性」、「N 体問題における舞踏解の探索」、「リーマン面のモジュライ空間の幾何」、「グラフが曲面へ測地的に埋め込まれるための条件、高専用数学教科書の変遷」である。また後述するが、KETpic 共同開発研究の主要構成員となっているグループもある。

## 3 特研

木更津高専における一般教育の特徴は、1991 年度に開設された「一般特別研究」(通称『特研』)である。この科目名称は、一般科目を担当する教員が指導して学生に研究を行わせることを意味する。第 5 学年で履修する専門学科の卒業研究に対して、第 3 学年で履修する一般科目の「卒研」という位置づけになっている。通年 1 単位(45 分/週×30 回)であり、学生は主体的な取り組みと論文執筆が求められている。また、学年末の特研発表会における口頭/ポスター発表が奨励されている。義務ではない。特研では、一つのテーマに長い時間をかける。このことは一般教育では稀であり、際立っている。一般科目教員 25 名のうち 15 名が各自のテーマで開講する。その 15 講座を 200 余名の学生が選択・履修する。毎年、数学科はこのうち 5 講座を担当し、特研における最大勢力を誇っている。なお、2006 年度、2007 年度、2008 年度は人事交流制度で一時赴任した教員が 1 講座を担当した。

特研の開設にまつわる苦労や、2004 年度までの様々なテーマの詳細は、本校一般科目担当教員が共同執筆した『探究心に火をつける(木更津高専一般教育研究会編、学術図書出版社、2005 年)』に譲る。本稿では、近年の特研の活動について紹介しよう。

前述のように、学内で開催される特研発表会では、学生が1年の成果を発表することになっているが、これは2000年度に始まった。当初は口頭発表だけであったが、2007年度からはポスター発表を導入し、それからは発表総数が大幅に増加した。2006年度からは外部講師による招待講演を行うようになり、さらに2007年度からは教員と学生による評価に基づいた表彰もとりにれた。2008年度には学生論文の中から数編が選ばれ、『平成20年度一般特別研究 学生論文選集1』を発行した。2009年度以降も発行する予定である。

外部講師は、おもに他高専の教員であり、その内容は特研に類似した活動や授業の紹介である。その他の講師として、他高専ではあるが高専OBで独自の興味深い活動で知られる方々である。とくに2008年度には、大阪府立高専の現役学生を招待した。大阪府立高専でも、近年、特研と同様の科目を導入し、学生発表会を開催している。招待した学生は2008年度の最優秀発表者である。

本校の特研が契機となって、木更津高専・大阪府立高専以外の高専でも類似した科目が導入されつつある。このような背景もあり、教員間の情報交換の場が必要になり、数年前から特研発表会に合わせて、木更津高専において会議や懇親会を持つようになった。2008年度には、これをシンポジウム形式にして開催した。その出席者も視察するため、上記の発表会は現在では盛大な行事となっている。

筆者の講座では、毎年11月に開催される学園祭における中間発表を学生に課している。ポスター形式に限定しているため、他の企画との掛け持ちもできるので、いずれ中間発表会も全体行事に育て上げたいと目論んでいる。

## 4 高専低学年数学教育シンポジウム

専門が異なる教員が共同して取り組めるテーマがあるとすれば、そのひとつは教育方法であろう。

2000年度より、数学科では「1年数学一斉テスト」を入学早々の1年生を対象として実施してきた。その平均点は、一時的な上昇が見られる年度もあるものの、長期的には下降している。木更津高専入学生を何らかの母集団からの無作為標本抽出とする仮定をおくならば、危険率5%で帰無仮説は棄却される。一方、日常の学生指導を通じて我々は、学生の学力が弱まりつつあることを感じていた。これに対して我々は、組織的ではないが、授業を工夫したり補講を行ってみたり課題に工夫を凝らしてみるなど、様々な教育改善を試みてきたが、なかなか満足できる方法には出会えない状況が続いてきた。このことを背景として、2008年度、数学科は木更津高専内部の競争的資金(校長裁量経費)による事業として、課題「全国高専における低学年数学教育の現状調査」を提案し、採択された。この課題では、他高専でも同様の学力漸減傾向が見られるはずで、どのように対処すべきか学びたいあるいは協力し合って解決の糸口を探りたいと考え、まずは現状調査を行うこととした。

調査は、郵送アンケートの形式で行われた。調査結果の詳細は木更津高専紀要に投稿予定の記事の中で明らかにしたいが、本稿では概略だけ紹介しよう。調査対象としたのは、全国の国公私立高専61校の数学教室であり、45校から回答とコメントを頂いた。そのほとんどの高専で入学生の学力低下を実感している。何らかの客観的調査を行っている高専もあるが、詳細な分析はほとんど行われていない。日常の学生指導を通じて受ける印象と矛盾しない結果となっているからであろう(これは筆者の想像である)。学力低下に対するおもな方策は補講であった。高専によって事情の異なることもあると考えられるので、性急に結論を出すことは避けたいが、いっそうの情報交換の必要性を痛感した。

一方、近隣の高専から教員を招聘してシンポジウムも開催した。これが標題のシンポジウムである。そこではそれぞれの高専の事情や様々な取り組みを紹介していただいた。木更津高専の鈴木氏

は、その取り組みの一つとして「学び合い」を意識した授業方法を紹介した。筆者も、上述の「1年数学一斉テスト」について講演した。このシンポジウムの具体的な成果は、現時点では明らかではない。しかし、他校での様々な取り組みを知ることで、我々の意欲を刺激していることは確かである。また、本シンポジウムは今後も継続開催していく予定であるが、その中で具体的な成果につながっていくものと考えている。今年度も3月に開催する予定である。関心のある方の参加をお待ちしている。

## 5 KETpic

もうひとつの教育方法の研究として、KETpicを紹介しておきたい。最近では、日本数学会などでも頻繁に発表しているため、ご存知の方もいらっしゃるのではないと思う。とくに、2009年度年会で配布されたKnoppixのCD-ROMにも収録されていることは強調しておきたい。

2005年、本校数学科教員の高遠氏(現東邦大教授)や山下氏らによる高専用の数学教科書(『新訂応用数学』,大日本図書)の執筆を契機として、数式処理システムと $\text{\LaTeX}$ を活用した印刷物への正確な挿図法の研究が始まった。まず高遠氏は、初等数学プリント作成専用開発された $\text{\LaTeX}$ のスタイルファイル集emathの拡張版であるkemathを開発して、正確な挿図法における基本的な構想を獲得した。ついでその方法を発展させるためにemathから数式処理システムとして広く知られているMapleに移行した。すなわちMaple上のマクロパッケージKETpicの原型を完成した。山下氏と筆者は、ソフトウェア開発には直接携わらないものの、様々な新しいアイデアを提供して、KETpicの機能拡張と利用普及に協力し、ここに共同研究体制が芽吹いたといえる。以後、他の数学科教員や専門学科の教員、他高専他大学の教員やスペインの研究者までも巻き込み、現在では、10名以上のメンバーを抱える共同研究に発展した。

KETpicは無償ソフトウェアであり、公式ウェブサイト<sup>1</sup>からダウンロードできる。当初、Mapleだけに対応していたマクロパッケージであったが、Mathematicaへの移植を皮切りに、Maxima、Scilabといった無償ソフトウェアにも対応するようになった。これらのシステムさえあれば、主要なプラットフォームで動作する。KETpicのインストールは不要である。KETpicを導入するために必要なのは、Maple等のソフトウェアのアクセスが許可されているディレクトリにKETpicパッケージを保存しておくことだけである。また、その出力を教育に利用してこそ真価を發揮できるソフトウェアである。したがって本誌の公益性を損なわないものと考え、この場を借りてKETpicの機能を説明したい。

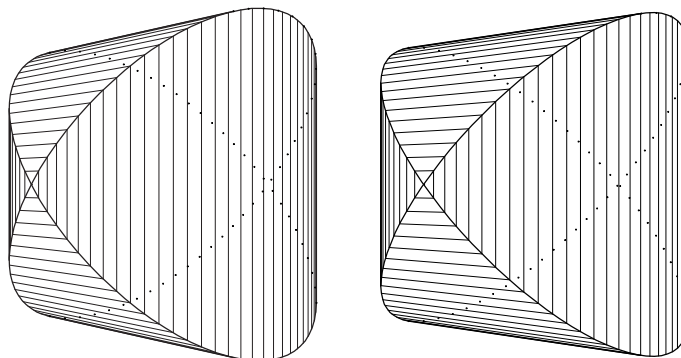
数式処理システムや関数描画ソフトウェアでは、ユーザーが定義した関数をディスプレイ上に描画することができる。これをEPS形式等のファイルとして出力すれば、 $\text{\LaTeX}$ 文書に挿入できるが、その完成度は低い(少なくとも著者は満足しない)。初等数学の力が十分にある学生であれば、そのような挿図であっても、そこから十分な情報を引き出すことはできる。しかし、初等数学をこれから学ぼうとする学生の場合、たびたび誤解に陥ることになる。これを避けるために、正確な挿図は極めて有効である。とくに3次元空間に埋め込まれた図形の場合、平面への投影は必須であり、図形描画に正確さが求められるとしたら、これは教員を悩ますことになる。KETpicを実装した数式処理システムであれば、システム上で一連のKETpicコマンドを呼び出して実行することで、描画データを加工編集でき、tpic形式の文字データに変換してテキストファイルとして出力できる。tpic形式とは $\text{\LaTeX}$ の図形描画用拡張言語であり、元々の $\text{\LaTeX}$ のパッケージに含まれている。tpic形式で記述されたファイルを $\text{\LaTeX}$ の原稿ファイルに直接埋め込むか、外部ファイル

<sup>1</sup><http://www.kisarazu.ac.jp/~masa/math/>

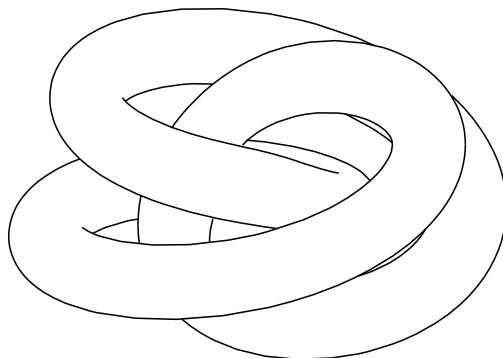
呼び出しコマンドである`\input{...}`を用いてリンクを張ることで、コンパイルすることが可能である。L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X のほとんどの方言とほとんどの DVI ビューアが `tpic` 形式に対応できていると思う。

最後に、KETpic を用いて作成した図の例を 2 つ示そう。

初めの例は、2006 年に作成したもので、直交する 2 本の円柱の共通部分の一点投影図である。ステレオグラムになっており、交差視法で立体視できる。2 重積分の例題で利用できるであろう。



次の例は、最近完成した技法である稜線画法とスケルトン陰線処理の合わせ技によるトーラス三葉結び目であり、関数  $(x, y, z) = \left( \left( 2 + \cos \frac{2u}{3} + \frac{\cos v}{2} \right) \cos u, \left( 2 + \cos \frac{2u}{3} + \frac{\cos v}{2} \right) \sin u, \sin \frac{2u}{3} + \frac{\sin v}{2} \right)$  ( $0 \leq u \leq 6\pi, 0 \leq v \leq 2\pi$ ) で表される。



## 6 おわりに

本稿では、特研、低学年数学教育、KETpic について紹介させていただいた。前 2 者については、今年度もシンポジウムを開催する予定であり、関心のある皆様にはぜひご出席いただきたい。KETpic については、セミナーなど多数開催しており、メーリングリストに参加することで情報を得ることができるので、興味のある方は筆者までご連絡いただきたい。

文責：関口昌由  
masa@kisarazu.ac.jp