

学生が何を感じるかに思いを 馳せた教材作成を目指して



高遠節夫さん

(東邦大学理学部訪問教授、KETpic 開発者) に聞く

KETpic は LaTeX 文書に数式処理 (リスト処理) ソフトで作成した図を挿入することができるマクロパッケージであり、最近では動的幾何ソフトウェア Cinderella との連携も行われている。KETpic の開発経緯と、それを活用した教材作成に対する思いを、開発者である東邦大学訪問教授、高遠節夫さんにお聞きした。

インタビュアー：CIEC 会誌編集長 中村泰之

教科書執筆をきっかけとした KETpic の誕生

中村 先生は KETpic^[1] という TeX での描画用ライブラリを開発され、現在ワークショップを全国で開催して普及に尽力されていますが、どのようなお考えで、またどのようなことを目的として広めようとしておられるのかということについて、今日はお話を伺えればと思っています。まず、先生のご専門はどのような分野でしょうか。

高遠 私の専門は数学で、微分方程式、偏微分方程式を大学院の頃に勉強しました。ただ、今ほとんど生きていないのですが。

中村 では、高専に移られて教育畑をずっと歩んでこられたわけですね。

高遠 そうですね、大学院を出てからしばらく予備校などで教えた後、木更津高専に行ったのですが、そこで数年してから、1983 年頃、先輩の先生が、大日本図書の高専数学シリーズの執筆陣に入らないかと誘ってくれました。

中村 教科書ですか。

高遠 はい、応用数学の教科書です。だいたい 10 年に一回、1 年の基礎数学から始まって、2 年生の微分・積分の I、II、それから線形代数、その上に確率・統計と応用数学というのをだいたい 4 年生でやるのですが、その応用数学と確率・統計のところではメンバーに入ったんですね。今年の培風館の図書目録にも書いたのですが、教育に関しては、その前に予備校などいろいろなことをやっていたこともあって、自分としてはある程度、教えることに関しては自信があったんですよ。だから、教科書も頼まれて、待ってましたと。原稿を書き上げて、意気揚々と最初の編集会議に臨んだんです。こっちは「どうだ」という感じで。ところが、編集代表の先生から、本当に優しいんだけど的確に、ここはこうやって、ここはおかしいですねって指摘されました。おかしいっていうのは、論理的におかしいというのもあるんだけど、やっぱりこの書き方では学生には伝わらないんじゃないでしょうか、といったことです。優しいんだけどね、もう本当にポイントをきちっとついてくる。今まで自分は教育ができるというか、教科書なんて書けると思っていたのが、ガラガラと崩れた。本当に涙がじわっと出てくるんですよ。でもその経験が非常に大きかった。

それから、次の改訂は 1991 年から始まったのですが、この時は最初の基礎数学から全部の教科書に関わり

[1] <http://ketpic.com/>

ました。原稿を書いただけではなくて、かなり内容も変えたんです。高専というのはご存知のように、学習指導要領が無いんですよ。それで、それぞれ独自性を出そうということもあって、かなり大幅に変えました。ひとつの例として、線形代数の内容ですが、それまではベクトルから行列・行列式で終わっていたんです。だから従来本ではクラメルの公式でおしまい。でも、これじゃまずいだろうということで、固有値とその応用として対角化というところまで、とにかく入れてみたんですよ。で、最初は大丈夫かなと思っていただけで、今は、他社でも高専の教科書を出していますけど、全部固有値を入れているんです。大日本の教科書というのは、高専の約3分の2、つまり60%~70%は使うという意味でも影響力が大きかったということもありますけど、方向は間違っていなかった。それから2001年、次の改訂ですね。

中村 この改訂の時から高遠先生が代表者になられたのですね。

高遠 そうですね。一応は共同代表の形だったんですけど。原稿の書き方も変わりました。ずっと前は手書きの原稿を印刷に出していましたが、前の改訂ではワープロ、私自身はSolo WriterというMacのワープロを使って作成していました。そして今回の改訂作業の途中からTeXを利用するようになったんです。ただTeXで書いても教科書を書くためには図を入れなくてはいけない。文章はemathを使っていましたが、図はWinTpicで作成していました。聞いたことありませんか。

中村 ええ、あります。

高遠 ただ、私はその頃からずっとMacを使っていたので、WinTpicはWindowsでしか使えないから、図の作成は編集部にまかせていました。そのとき作成したこの教科書を見てください。よく見るとこのxが違ってますよ。

中村 フォントですね。

高遠 このような立体の図になってくると、とてもWinTpicじゃ対応できないんですよ。で、これはどうしたかということ、前のシリーズのときにプロのトレーサーが描いたものをそのままスキャンコピーしました。

中村 なるほど。

高遠 これもたぶんWinTpicで描いた図です。だいたいはWinTpicでなんとか対応できるんです。

中村 平面図はWinTpicで、こういう立体の図は……。

高遠 こうなってくると怪しいんですよ。この頃はトレーサーの方もだいぶ高齢化して退職されていたので、編集部の人が見ながらちょっと線を曲げたりいろいろ苦労してやっていました。

中村 では数学的に描いたわけではなくて、フリーハンドでこういう曲線だろうと描いたのですね。

高遠 はい、フリーハンドに近いですね。WinTpicでも微分積分I(高校範囲の微積分)までは何とかできるので、微分積分II(大学初年級の微積分)になると空間図形が多いものですから、対応できなくなったのと、さらに応用数学になってくると、ベクトル解析が出てくるんですよ。その場合、このような曲面になってくると、さすがにもうWinTpicじゃできなくなったので、何とかいい方法はないかなと思っていました。それで、Mapleを使ってemathのemathPパッケージの描画コードを出して利用するというのをしていました。それが多分KETpicの最初、生まれる前というか、生まれた時というかそんな感じです。ただ、Tpicを出すんじゃなくてemath自体のコードを出していくというものです。これでやっていた時にemathじゃなくてkemathという名前と呼んでいたんですよ。

中村 kemath……。

高遠 emathの木更津バージョンです。

中村 それは高遠先生が開発されたものですか。

高遠 そうです。そのemathの描画コードで最初に引っかかったのが、まさに斜線塗りなんです。こんなふうに図形にくぼみがあったりするとうまくいかない。これじゃだめだとなって、結局自作しなくちゃいけないかなと思ってきたのが2005年の秋ですね。その斜線を塗るというのを自分達で内部化しなくちゃいけないとなると、そのアルゴリズムをどうやって作ったらいいのかということが結構大変だったんですよ。で、木更津にいた時の同僚の山下さんと、夜になるといつも議論していました。でも単純なんです。ある点が内部にあるかどうか

かを判定すればいいんだけど、その判定の仕方というのは、そこから半直線引いて、半直線が境界と何回交わるかを考えればいい。奇数だったら内部にあるし、偶数だったら外にある。それが原理なんだけど、これをちゃんと動くようにするには、じゃあぎりぎりのときにはどうするかとか、接するようになるとか、いろいろあるんですが、試行錯誤しながらとにかく動くようになったんですよ。それで、そのアルゴリズムは全部 Maple で計算させて、計算した結果を Tpic コードとして出していくんです。それで逆に戻ってみると、emath で出来ない理由というのは当たり前で、emath は全部 TeX のプログラムでやっているんです。TeX のプログラミングというのはそんなに複雑なことはできない。だから両端の交点を求めて、その交点を結ぶくらいはできるけれど、ほんとにこう入り組んだときにはできない。そのプログラムをやるためには TeX ではなくて、やっぱりちゃんとしたものが必要だった。私自身は Maple を結構使っていたし、Maple なら複雑なこともできたんです。それで Maple 版の KETpic が生まれたのが 2005 年の忘年会の頃です。飲みながらね。木更津の K と、教育、Education の E を Tpic につけて KETpic です。年が明けて一通りのことができるようになりました。それで、2006 年の 3 月にスペインの国際会議に申し込んで、4 月に同僚の関口さんに論文を書いてもらって、それがラッキーに通って、実際に発表したのがその年の 9 月です。

中村 そのときが KETpic の最初の発表ということですね。

高遠 そうですね、海外での発表は 1 回きりだと思っていたんですが、オーガナイザーの一人のイグレスィアさんという方が聴いてくれて、「ワンダフル、ワンダフル」といいながら、けどこれは Mathematica でもできるはずだとか言われて。あの人褒め上手だから、ついその気になって、じゃあ次の 2007 年の 5 月に北京で行われる国際会議に来ない？とか誘われて、それで行くようになったちゃいました。

教育的に適切な図とは — 俳句の世界に通じるもの —

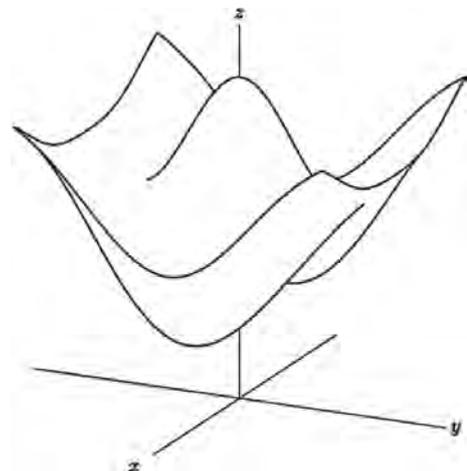
中村 今まで、最初の教科書との関わりから、KETpic が生まれるまでの話を伺いましたが、根底にあるのは、きれいな図を描きたいということですか。

高遠 きれいな絵というより、教育的に適切な絵と言っ

た方がいいと思いますね。数学の教材として使う絵というのは、俳句の世界に通じるんです。例えば Maple とか Mathematica で非常にきれいな絵が出ますよね。こういう色のついた、あるいはワイヤーフレームで描くときれいにできるでしょ。ところがもしその絵を、プリントして学生全員に配ったとしても、彼らは書き込みができないんですよ。書き込むスペースが無いから。数学で大事なのはやっぱり彼らがアクティブというか、彼ら自身が作業することです。そのためにはできる限り書き込みの場所を空けておかなきゃいけない。そのためにどうするかというと、本当に必要最低限のものに絞って、ただそれでもって、どんな立体かわからなくなったらアウトなんだけど、そうじゃなくて、立体として認識できて、空きスペースをつけてあげる。そのための工夫というのがやっぱり今回の KETpic じゃないかと思うんです。

中村 俳句の、五七五の 17 文字だけで表すことに通じるということですね。

高遠 そうそう、あの中に収め込んですべての世界を描いていく。だから俳句の世界。ちょっとお見せしてもいいですか。この絵を見てもどんな絵かわかるでしょ。だいたいどんな立体かっていうのが。山のとっぺんみたいなものがあるって、こっちが長くなって、底と谷があるみたいな感じ。これは線としてはものすごく少ないんですよ。だけど十分立体的に見える。こうしておく、授業のときに書き込みができる。それが俳句の世界だと思うんです。実は KETpic の最初の頃は平面のバージョンしかなかったけれど、次にはやっぱり空間も入れていかなくちゃならないときに、ワイヤーフレームの方法は使いたくなかった。始めから。だってワイヤーフレームはき



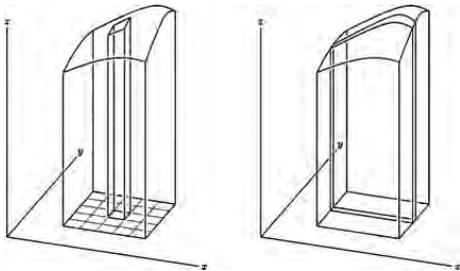
れいかもしれないけれどあまりにも線が密になっちゃうから。中に書き込みができなくなっちゃうんですよ。だからそれをなんとか、どうしようかなというのが次の年くらいの課題だったんですけど、その中でこの輪郭を捕まえてくると、この山の輪郭をどこで止めるかが課題でした。

中村 この山の端っこですね。

高遠 そうそう。富士山なんかの絵を子供でも描くじゃない。そのときに縁はすっとは流さないでしょ。どこかで止めるじゃないですか。でもどこで止めたら自然に、自然の山として見えるかというのを、KETpic ではちゃんと数学的に計算して求めているんです。そこがポイントじゃないかなと。これをちゃんと止めることによって山に見えてくる。画家、特に日本画家というのはわかっていると思いますよ。どうなっているかというところ、ここが面が回り込んでいくところなんですよ。それを平面に落とした時にカスプという、ここでとんがってくるという状態になるんですよ。

中村 なるほど。そういう計算というのは数式処理の力を借りて行うのですね。

高遠 ただ今のところの欠点は、計算時間がかかりすぎることです。これ1枚、2,3分かかるんですよ。だからやっぱり、外部プログラム、関数を呼ぶことができるようになれば、それが100分の1くらいに、少なくとも1桁は間違いなく違ってくるので、そうなればいいと思います。それから、この図はちゃんとスケルトンかかっているんですよ。スケルトンというのは、この線がちゃんと向こうの線を消しているでしょ。これで立体感を出しているんですよ。



中村 わかりますよね。

高遠 積分の例だと、こんなのは結構いいでしょ。スケルトンというのは透けているのでね、かなり立体感があ

る。 x とか Δx を書かせたり、といった作業を入れるにはこっちの方がいいですよ。

中村 重要なのはきれいな図というよりは、教育のために適切な図であるということがよくわかりました。

高遠 そうですね。そのためにはできるだけ余分な線は消すと。

中村 そして、できるだけ学生に書き込ませる。

高遠 そう、最小限の線にして学生ができるだけ自分でいろんなことができる、書き込みができる。でも、同時にやっぱり美しいということも学生にとっても大切なことです。喜ぶんです。マントみたいだとか。これに目を描いたりするんですよ。今では漫画もかなりリアルに描いたりいろいろつけたりするけど、初期の漫画ってこんなもんでしょ。あのころはインクも紙も高くして高度な印刷はできなかったから、単色で塗ったりして。でもそれでも十分で、漫画の原点じゃないですか。

図を見る学生の視線に着目して

中村 おばけのQ太郎はこういう感じですよ。学生がこの絵を見てすごく喜んだっておっしゃいましたけど、たしか図を見せながら脳波を測定することもなさっていると同じでしたが。

高遠 それに関しては、発展途上というか、まだきちんとやってないんですが、その一つとして、アイマークを使って視点がどこに行くかについて調べる実験があります。スケルトンで描いた正八面体を見せて、彼らの視点がどこに行くかを測定すると、これ全体を見ているようなんだけど、実はこのポイントに止まるんですよ。さらに式があると、式のところと行ったり来たりする。ただそれがあまりにも複雑な式だとそこで止まってしまって、意味が分からなくてなかなかこっちに戻ってこないということもあるんですけど。一昨年やった実験ではそんなところが出てきている。ただまだ定量化できていない、それをどういうふうにして客観的に評価していくかということはまだできていないんですけどね。何か面白そうなものが出そうな感じですね。

中村 図形を見て、それが数式とどんな関連があるのかという思考を学生の視点に着目して解析するということですね。

高遠 目の動きでもかなりわかります。

中村 その時にはこういった線画を使う方が、適切である。

高遠 たぶんね。その時は両方見せたんですよ。Maple で作って色をつけたものと。Maple だとバーッと全体を見るけど、視点が止まらないの。だからたぶん全体はパッとつかめているようなんだけど、細かいとこに行かない。一度見て「ああわかつちやった」という感じ。

中村 要するに線画と、きれいな図との違いで、線画の方が図の特徴を数式と照らし合わせやすいということですか。

高遠 そうです、頭がカチカチ動いている感じ。最近は何、私じゃないんだけど、木更津のほうで、脳波をやっている人がやってみたら、やっぱりものを考える、図で考えると、この辺りが発色してくるんですよ。やっぱり頭が働いているというか、温度が高くなっているというのが見えています。

中村 私は物理の授業を担当しているんですけど、以前、運動を視覚化させるようなシミュレーションの教材を作成してそれを学生に見せると、学生はわかった気にはなるんですが、果たしてそれで理解できているのか、ということが疑問だったんですね。物理現象と数式とを行き来するというのが難しくて。

高遠 そうなんですよ。シミュレーションに近いかもしれないけど、動的な教材ってあるじゃないですか。Maple とか Mathematica とかのアニメーションとか。その時に、1回目は喜ぶのね。流して1回目はね。それは波が動いているからなんだけど、波の式とは結びつかないの。で、2回か3回やってくると飽きて寝ちゃったりとかするんです。

中村 その時にそれを補うものとして、先生たちがやられているのがパラパラ漫画ですね。

高遠 そうです。あれはいいと思う。可能性あると思うんですよ。あれ自体を配っておくこともできる。PDF ですからね、そのまま持ち帰って見てもらうこともできるし。授業で見たものと同じ図が手元に1枚とか2枚とかここにないと、やっぱり違うんじゃないかなと思いま

すね。

KETpic から KETCindy へ

中村 これまでお話をお聞きしていると、KETpic というものを使って教材、あるいは教科書の図を作成するというのは、学生が使ったり見たりするもので、学生のためということに力点というか視点が置かれているように思うんですけど、最近では Cinderella^[2] という動的幾何ソフトウェアを使った KETCindy^[3] への取り組みがありますが、これはむしろ作成者側の負担を軽減するというねらいでしょうか。

高遠 そう、負担軽減もありますけど、可能性としては Cinderella をそのまま学生の方に渡して、そのうえで彼らが操作して、その後同じ資料を配布したりだとか、いろんな組み立てができると思います。教材というのは一つの方法だけではなく、併用しながら、どういうふうに組み合わせるとより効果的かということを考えていかなきゃいけないと思います。たとえば、Cinderella の可能性、学生に対する可能性としては、操作しながら、自分がいいと思った図形、この中に何らかの性質がありそうなものが見つかったとするじゃないですか、そうしたらそれを PDF で文書として作成できるので、これいいなと思ったらボタンを押して出して、それをプリントアウトしてもいいし、まあ最近だったら PDF に直に描けるから、そこにいろんなコメントを、手書きで書いてもらったっていい。

中村 それはコンピュータ上でということですか？

高遠 コンピュータ上で書いてもいいし、彼ら自身が印刷をして、この絵のここがこうだと自分で気が付いたことを書き込んでいく。手書きでいいんですよ。だからそういう使い方が僕はあると思うんですね。

教材の自作に向けて

中村 今伺って共通しているのは、学生にいかん手を動かして考えさせるかということが重要であるということですね。でも、教材を教員が準備するというのは正直大変な部分もあると思うんですけども、その辺の負担の軽減というか、あるいはむしろ啓蒙を狙って今全国でワークショップを開催されているということなんですか。

[2] <http://cinderella.de/>

[3] <https://sites.google.com/site/ketcindy/>

高遠 単にあるものを持って来るんじゃなくて、やっぱり自分でいろんな教材を作ってほしいんですね。で、その時には TeX は大きなネックではなくて、やっぱり図なんです。数学の教材で図が無いということはありえないから。概念図でもいいですよ、何かないと授業が成り立たない。TeX を使う中で慣れてくれば、特に最近の Cinderella を利用すれば楽になった気がする。例えば、これは統計の授業で使う教材で、データを与えて、データは少ないんだけど、散布図と相関係数を計算してみようというような問題なんです。

中村 理学部の2年生ですか。

高遠 環境系の学科ですけどね。そこで初めて統計をやるんだけど、今までの問題だったらこれ（グラフ用紙）がいっしょに描かれてない。ところが課題用紙にくっつけておくと、全然書き方違うの。

中村 グラフ用紙を別に用意してやるというのは違うのですか。

高遠 それでもいい。普通はそうやります。だけど、1枚の紙にまとめておくことが大事なんです。グラフ用紙に描くとどっかにいっちゃうしね。だから必要な方眼紙をつけておけばいいじゃないですか。大変そうに思うけど、作れば作るほど楽になる、特に TeX の場合は作れば作るほど自動化してくれるというところはあると思います。

中村 今までのお話の中で、いかにいいものをつくるかということは、「必要は発明の母」という言葉もありますけど、学生達にいかに良い教育を受けさせたいか、そのためにはどういった教材を用意すべきかを突き詰めていかれているという印象を受けました。



高遠 その通りです。

中村 それを突き詰めていけば KETpic を使うということが一つの解になるんじゃないかということですね。

高遠 このマークシート式の問題も、マーク部分もそうだけれども、図もちゃんと入れられるんです。後でこのマーク欄を集計する。このマークシートも全部 KETpic で作りました。

中村 これをスキャンして読み込ませて、集計するのですね。

高遠 そうです。最初は市販のマークシートでやろうと考えたんです。でも市販のものはどうも合わないの。やっぱり数式も入れなくちゃいけないし、それとこれとを組み合わせたいとなってくる。で、これを週に3回くらいやったんですよ。1回やると集計結果をバーッと出して、また次のものを配ったりして。

中村 こういうものも慣れてくれば、簡単にできるようになるのですね。

高遠 問題ないです。形は決まってくるんですよ。ここはもう決めておくとか。この欄は決めておいて、あとは横にいったら番号だけふっておくとかね。絵は入れる場合と入れない場合がありますけど。

学生が何を考えるかに思いを馳せる

中村 KETpic が誕生して、約10年ですね。

高遠 そうですね。先ほどの培風館の図書目録にも書いたことなだけで、井上ひさしさんの「むずかしいことをやさしく、やさしいことをふかく」という言葉が好きで、新しい教科書執筆メンバーが入ってくると必ずこの言葉を伝えます。それとあとはやはり学生がわかるかどうか。教科書を書くときに一番大事なのは、学生が勉強するときに、どう感じるかで、そこにやっぱり思いを入れる、思いを馳せる、ということを僕はいつも言ってるんですね。

中村 学生がどう感じるかですか。

高遠 そう、読んだときのその感じ方っていうのは、自分たちの思いで教師が独りよがりを書いてしまうと、たぶ

ん学生はわからないんですよ。まるっきり別のことを考えちゃう。その時に何を考えるかということまで、そこまで思いを巡らせて書くべきではないかと思うんです。

中村 何を考えるかに思いを巡らせる。

高遠 そう、何を考えるか、これを読むときに、何をどういうふうな気持ちで読むのか、ここから何を理解するか、そうすると、1行もおろそかにできないんですよ。結城浩さんの「数学文章作法」という本があるんですが、その中でも本を書く一番のポイントは何かというと、「読者のことを考える」ということだと。「自明」は使っちゃいけないとか。一番の大原則は何かっていうと、読者のことを考える、つまり読者がこの一文を読んで何を感じるか、このことと教育というのは、また教科書もそうだし、こういう配布教材もそうだけど、やっぱりそこは通じるものがあるんじゃないかと思えますね。教材の方は、配っていると反応が見えるからいいんだけど、教科書は見えないじゃないですか。だからやっぱりこちらで想像しなくちゃいけないわけです。そこに実は教師の経験というのがものすごく大きくて、それを活かして教科書をつくるべきだと思うんですよ。

中村 何を感じてほしいか、まで考えるのですか。

高遠 もちろんそれを含めてまでね。だから何を感じて、何をここでわかってほしいかということなんです。どこで引っかかるか。変なところにもものすごく引っかかる。引っかかって「うーん」ってやっているうちに授業の方はどんどん先に行って、それで置いていかれるってことがよくあるんだけど、だからここで何を感じるか。感じて、何で引っかかるかということまでちゃんとやります。

人との出会いを大切に

中村 わかりました。今後の KETpic の進む方向性について、何かお考えはありますか。

高遠 高専の教員としてずっとやってきて、それなりの仕事もして、最後は学生関係の役職もしてから、縁あって東邦大学に移ったんですけど、ただどちらかっていうと内々の世界でずっと来ました。ところがこの東邦大学に来たら、否応なくいろんな外部の人とやらなくちゃいけない。いろんな会をオーガナイズしたりしないといけ

なくなっ。それから、外国の人たちとも。私は 59 歳のときこちらに移ったんですよ。だけどその年まで英語なんかまるっきりできなかった。もちろん読むことはやりました。ところがしゃべるなんてことはなかなか。それはイグレスィアさんにだいぶ鍛えられたんですけど。今ももちろん全然うまくないんですけど、どこの誰がきても、今度日本に来てよということはもちろん言えて、ちゃんと来てくれるんですよ。59, 60 までしゃべれなかった人間が、ここに来てガラッと変わるんですよ。私を変えたのが人。そういうことがあって、あるときから積極的にいろんな人と付き合うようになった。

今年の年賀状で書いたんですけど、やっぱり研究というのは「人との出会い、ものとの出会い」だと。ただ、それは僕が言ったんじゃないくて、東工大から木更津高専に来られた校長先生が、研究ってこうだよと言われていて、その頃は、はあそうですかという感じでした。でもここへ来て、ものすごくそれを感じる。やっぱり人と出会ったことがものすごく大きいし、自分がこの KETpic を持っているということはあるんだけど、それによってまた他のものと出会えるようになった。だからやっぱり研究は人との出会い、ものとの出会いだと、今この歳になって、ものすごく実感として僕の中に入っているんですね。ストンと落ちる、となっている。

そういう意味から言うと、何人も色々な人と知り合った中で、去年から今年にかけて大きかったのは大島利雄先生。数学の一つの分野の第一人者の方が、今年定年退職になられて他の大学に移ったら、かなり教育をやらなくちゃいけないなということもあって、先生の方からコンタクトしてくださったんです。こちらもしっかりやって、そうするといろいろなテーマを出してくださるんですよ。もちろん数学のテーマじゃなくて、ひとつは大島先生の作られたベジェ曲線の制御点のとり方。それをこの間、数値積分に使って KETpic に組み込みました。そうしたらね、普通数値積分って言うと台形公式とか、あとは関数がわかっていればシンプソンの公式とかあるけれども、点だけの場合は台形公式になるじゃないですか。ところがその点と点の間の部分を先生のベジェ曲線で計算してやると、数値積分が 5 桁から 6 桁合っちゃう。たいして点の数を取らなくても。だからいろんな人と会って、新しいことが、自分のやらなくちゃいけないテーマが、いろいろと出てきたんです。もうひとつは大島先生は Risa/Asir を使っている。今、KETCindy からターミナル経由でシェルを一旦走らせることによって R を呼ぶことをしようとしています、同じ方式で Risa/Asir を呼べるんじゃないかと。そうな

ってくると、つまり KETpic とか KETCindy の Risa/Asir 版ではなくて、まさに KETCindy が数式処理機能を持ってくれることになります。そのようなことも一つのテーマとしてはあります。

中村 KETpic の今後の可能性ですね。

高遠 研究というのは、はじめは地上にいたのが、だんだんと柱とかタワーを登っていくのと同じで、下にいるときには自分の研究がどこにいるかわからないけど、上に行けばいくほど視野が広がってどんどん見えてきます。だからやればやるほど、やらなくちゃいけないことというか、やりたいことがどんどん増えてきちゃって。Java や R, Maxima, Risa/Asir などのもついろいろな機能を内部化することも、これからやるべきこととしてあります。あとは、教育面で見れば KETpic で作成した教材の客観的な評価で、一つは脳波関係の計測というのを

情報の先生とタイアップしながらやっていきたい。ただ最近倫理問題がかなり大きくなってきて、同意書をとったり、倫理委員会を通さなきゃいけないなど難しくなっている面もあるんだけど。もうひとつは普通の教室でもっとリアルタイムにデータが集められないかなということ。無線で信号を送る端末を使って、何枚かの教材を読んでもらって、各ページの選択式の問題を解くタイミングでボタンを押してもらいます。何時何分何秒に何番のキーを誰が押したというデータも集めてみたい。これは脳波計測みたいなものではないんですけど、統計的な解析を用いることになります。

中村 今日はいろいろと興味深いお話を聞かせていただき、ありがとうございました。

高遠 ありがとうございました。