

■特集『半世紀の高専教育を振り返る—道具の進化と教育のあり方—』

## 数学教育と工学教育におけるグラフ電卓の活用

梅野 善雄<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 元一関工業高等専門学校 (〒021-8511 岩手県一関市萩荘字高梨)

E-mail: umenoy@nifty.com

### 1. はじめに

私が一関高専に就職したのは昭和 49 年 (1974 年) 4 月です。その後、再雇用期間を含めると 41 年間に高専の数学教員として務めたこととなります。特に、後半は、主にグラフ電卓を活用した教育に取り組んできました。ここに、「道具の進化と教育のあり方」という副題を持つ特集記事への寄稿を求められたので、グラフ電卓に取り組み始めた頃を振り返りながら、今後の高専教育について考えてみたいと思います。

### 2. 電卓・コンピューター

私が就職した頃の高専生は、高学年でも学生服が主流でした。学生は計算尺が必須で、1 年の対数関数では指数と仮数の計算の仕方がかなり詳しく解説されていたものです。私は、もともとコンピューターに関心があって数学科に入学しました。今振り返ってみると、私の興味・関心の第一は、数学よりもコンピューターにあったように思います。高専に就職して数年目でしょうか、ヒューレットパッカード社のプログラム電卓 HP-29C を購入しました。これは、計算式を逆ポーランド記法と呼ばれる方法で入力する電卓です。入力できるプログラム行数は僅かに 49 行でしたが、微分方程式の数値解まで計算できて感激したものです。その後は、シャープのポケコン PC-1500 も利用しました。BASIC が組めてグラフを表示させることができるので、各種の計算や成績処理で重宝しました。

コンピューターとして初めて購入したのは沖電気の if800 です。学科の共同利用としての購入でしたが、実際に利用したのは私だけでした。本体に CRT とプリンターが一体化した構造で、日本語

変換も優れていて当時としては画期的な製品だったと思います。BASIC による隠線処理プログラムを PASCAL に書き換えたり、コンパイラーを使用したり 8086 アセンブリ言語で高速化するなど、かなり本格利用しました。

その後は、NEC や EPSON の PC になり、数学の教材も TeX を利用して作成するようになりました。コンピューターを利用した教育 (CAI) に関心は持ちつつも、回答は指定した選択肢から選ばせるしかないことに不満がありました。数式処理ソフトとして muMath, Reduce, Maple などでも使いましたが、教育利用には至りませんでした。

そのような中で出会ったのがグラフ電卓です。1998 年に筑波大学で開催された「第 3 回：数学におけるテクノロジーに関するアジア会議 (ATCM98)」に参加してテキサスインスツルメント社の数式処理電卓 TI-92 を手に取りました。その数式処理機能に驚嘆して、これこそが求めていた機器であると直感しました。その後は、同じ思いを持つ他高専の先生方と協同で、グラフ電卓の活用に向けた行動を起こすこととなります。

### 3. グラフ電卓と数学教育

高専の数学では微分積分が中心になり、そこでの考察対象は関数です。式だけではなくグラフも理解しながら学習することが重要ですが、学生は簡単な関数でもなかなかグラフをイメージできません。グラフ電卓を利用しながら学習を進めていけば、関数の式とグラフの関係に対する理解を大きく進展させることができます。さらに、数式処理機能を利用すると、数学に関して気になったことを「いつでも・どこでも」試すことができ、それは数学的思考のスピードアップに繋がります。分からない箇所に出会っても、それを式の計算から、

グラフから、あるいは数値の変化からなど、様々な方向から検討することができるので、数学の必要度の高い理工系の学生にとっては必須のツールと思います。

しかし、以上のようなことを訴えても、なかなか広く普及するには至りませんでした。一部の関心を持った数学の先生方の個人的な活動に留まっているのは残念でなりません。多くの高専で、入学時に購入させている関数電卓をグラフ電卓で置きかえることができればベストなのですが、その学年の教科書代に匹敵する電卓を購入させるには、使用させる側(学科や教員)がその電卓の使用法や教育的意義について把握している必要があります。著者の勤務校であった一関高専の物質化学工学科では、学科の専門科目を学習する上で必要であるとして学生に購入させています。また、福井高専では、数学科教員の共通理解により新入生に購入させています。それ以上の高専に使用が広がることは、残念ながらありませんでした。

#### 4. グラフ電卓と工学教育

グラフ電卓を、オプション機器のデータ収集器と併用すると、各種のセンサーを利用して実データを簡単に収集することができます。収集した実データは即座にグラフ化され、パソコンにデータを移行しなくてもグラフ電卓の中でいろいろな統計解析が行えます。使用できるセンサーは、距離・温度・熱・電圧・圧力・角度など多様なセンサーを50種類以上も使用することができます。

この機能は、工学教育にとって非常に大きなものがあると思います。教員側にとっては、いろいろな実データのグラフを教室で簡単に表示して見せることができ、「データの見える化」として活用できます。一つずつデータを取っていた実験では大幅に時間短縮することができます。多くの工場では計測・測定にセンサー利用が通常と思われるので、実際の工場の状況に即した形の実験が可能になるでしょう。また、各種のセンサーを組み合わせると、測定器自体を学生に試作させることも可能ではないかと思われま

す。一関高専の物質化学工学科では、学生にグラフ電卓(TI-89Titanium)を購入させています。工学教育での利用法を探るべく、科研費を利用して物質化学工学科の先生方と共同研究することができました<sup>1)2)</sup>。工学実験にグラフ電卓とセンサー

を活用することにより、(1)データ収集のための単純作業が省力化されて2日間かけて行っていた実験が1日で済むようになった、(2)データの取得範囲が従来よりも広くなり理論曲線への当てはまりがよくなった、(3)角度センサーと光センサーを併用して物体の粒度分布を測定する装置を試作させることができた、等の成果が得られました。

グラフ電卓で利用できるセンサーに工場などで使用されている工業用センサーは使用できませんが、多くのセンサーは電圧の変動により信号を伝えています。その電圧変動は、信号を増幅するとグラフ電卓の電圧センサーで読み取ることができます。つまり、グラフ電卓と電圧センサーがあれば、多くの工業用センサーの信号を読み取ることも可能ではないかと思われま

す。最近では、パソコンの基本機能がラズベリーパイのように小型化されていますが、それを実際に利用するにはいろいろな周辺装置を準備する必要があります。グラフ電卓の場合は、データ収集器とセンサーを用意するだけで、電卓感覚でデータ収集からグラフ化や統計解析ができ、さらにはマセマティカのような数式処理まで利用できます。新たな発見には、いろいろな発想が重要です。グラフ電卓はハンドヘルドであることから、その発想を「いつでも・どこでも」試すことができます。このことの利便性は極めて大きいものがあると思われま

#### 5. おわりに

グラフ電卓の教育上の意義を訴えて読売新聞の「論点」に掲載されたことがあります<sup>3)</sup>。今から18年前の記事ですが、その内容を今読み直してみても現実の問題のように思われ、グラフ電卓の利用価値や重要性に変わりはないと考えます。数学教育においてばかりではなく、データ収集器と併用すると物理・化学実験や工学実験などでも活用することができます。高専全体での利用が広まることを祈念してやみません。なお、数学教育と工学教育に関するグラフ電卓の利用例は下記サイトを参照してください<sup>4)</sup>。

#### 参考文献

- 1) 梅野善雄・貝原巳樹雄・福村卓也・梁川甲午・長田光正：ハンドヘルドテクノロジーとセンサーを活用した高専における化学工学実験，工学教育，第61巻，第4号，pp.43-48，2013

## 数学教育と工学教育におけるグラフ電卓の活用

- 2) 梅野善雄・川谷亮治・貝原巳樹雄・飯島洋祐・金野茂男・照井教文：工学教育におけるプラットフォームとしてのグラフ電卓の活用と近赤外分光器，工学教育，第64巻，第1号，pp.9-13，2016
- 3) 梅野善雄：「数学教育革命」遅れた日本，読売新聞「論点」，2002年9月29日
- 4) 数ナビの部屋：<http://yunavi.la.cocacn.jp/>