

# モンゴルの高専と数学教育

東京高専名誉教授 佐藤義隆

## 1. はじめに

モンゴルに高専ができて 10 年になり「一般社団法人モンゴルに日本式高専をつくる支援の会」の主催により、2024 年 11 月 1 日に東京の大崎ブライツコアにて盛大な記念フォーラムが開催されました。その中で高専創立の中心者であったガンバヤルさんを追悼して「ガンバヤル記念講演会」が行われ、私は「モンゴルの高専と数学教育」という演題でお話しました。

その時話した内容を補足し、さらに追加したものをまとめて報告致します。

ガンバヤルさんは、国費留学モンゴル 2 期生として私の勤務する東京高専に来られました。私も数学を教えました非常に優秀な学生でした。

私は東京高専を定年退職した後、東京の田町にある大学（芝浦工大デザイン工学部）に再就職しましたので、ガンバヤルさんとは田町の駅近くの居酒屋でお酒を酌み交わしながら、モンゴルでの夢をお聞きする機会が何度かありました。私は 20 年前の 2004 年ごろ、学術振興会の科学研究費をもらってモンゴルへ 3 度行きました。そのためモンゴルは私にとって特に親しみのある国になっていました。



(記念講演会)

## 2. 私が取り組んだ数学教育

モンゴルに高専ができて 3 年後の 2017 年に、私はモンゴルを訪問し 3 高専の数学の授業を見学しました。

そのとき次の 2 つのことを強く感じました。**教師も学生も大変能力が高く熱心**ということと、**教科書がない**という 2 つのことでした。

これらのことについてお話しします。

### 2.1 学生教育について

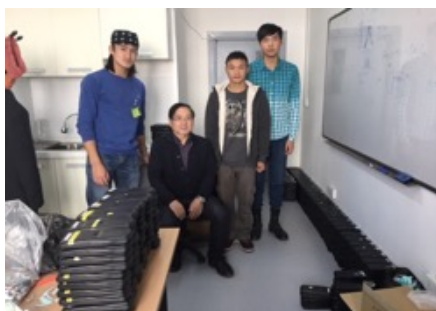
学生は練習問題を解くことを中心に勉強していました。もちろん練習問題を解くことは数学で大事なことです。しかし技術者のための数学では、数学を自分自身で考えるという姿

勢が大事です。教科書のない状況で、学生が自分自身で数学の勉強を発展させていくためにはどうしたら良いか、私はいろいろ考えました。そして「**グラフ電卓 TI-89 を活用すればよい**」と思いつきました。

TI-89 というグラフ電卓は、関数を入力するとすぐそのグラフを描いて見せてくれる。グラフを見て、元の関数との関係を自分で考えることは、数学を理解するためにとっても良い方法であると思います。またこの電卓には、指数関数や対数関数、双曲線関数などなど、いろいろな関数が入っています。いわば関数の辞典でもあります。いろいろな関数を引き出して見て、グラフと考え合わせていくことは数学の力をつける上でとても効果的な方法であると思います。またこれは数式処理電卓です。微分積分や微分方程式など、大学工学部で必要な数学の問題を解くことができます。是非これを導入したいと考えました。

しかし1台 200 ドルもします。当時のレートで2万4千円です。そこで、日本の高専の友人たちに相談すると「そういうことなら自分のところにあるものを寄付しよう」と言ってくれて、なんと 550 台の電卓が一気に手に入りました。これには私もびっくりしました。

集まった 550 台の電卓にシールを貼って3高専に配布しました。



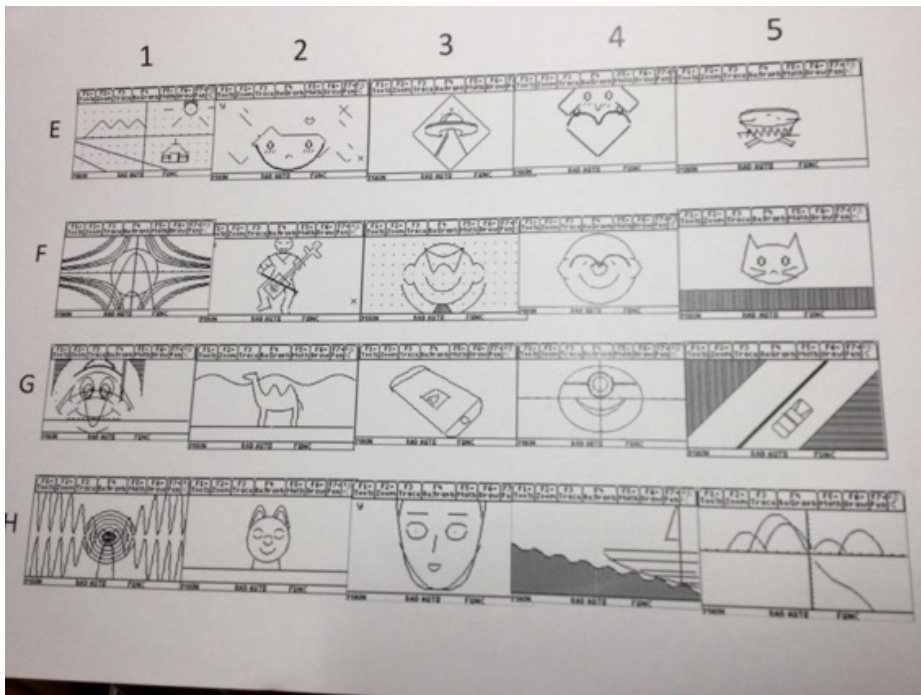
1年生にグラフ電卓を用いた授業をしました。この種の高性能な機器は操作がとても難しいです。しかし彼らは使い方をすぐ覚えて、さらに自分で工夫し、新しい操作をどんどん見つけていきました。これには私はすっかり舌を巻きました。モンゴルの若者は好奇心旺盛で、新しいものに特に強い関心と興味を持つと思いました。



### グラフアートの作成をしようと思いました。

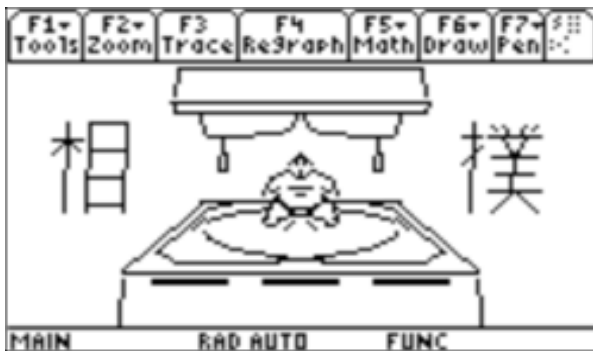
これは、まず自分で好きな絵を線で描き、その線を表す曲線の関数を見つけ、それらをつなぎ合わせて絵を完成させるというもので、自分の描くイメージと、関数を見つける工夫と、端点を計算して繋げていく根気強さが要求されます。

下記は作品例ですが、モンゴルらしくゲルやラクダの図案が少なくありませんでした。

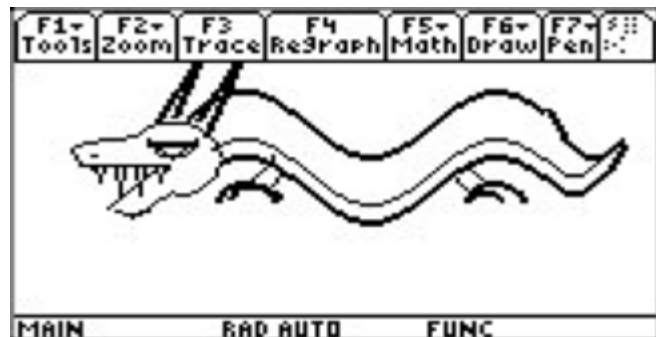
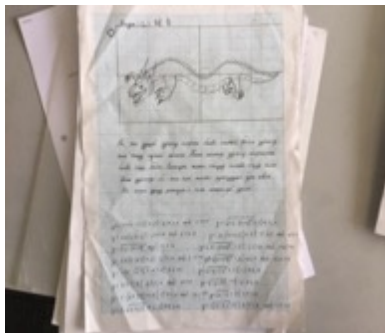


実例を2つお見せします。

**[例1]** 「相撲」です。94個の関数をつなぎ合わせて描いています。スケッチの線を表す曲線の関数を見つけ、端点を求めて範囲を決め、異なる曲線をつなぎ合わせて描いていきます。縦の直線は、傾きの非常に大きな直線の一部を取り出して描いたものです。



[例2] 「ドラゴン」です。この歯は、サイン関数を30乗して作っています。どうかと言いますと、サイン関数のグラフは、0と1を通る波ですが、これを2乗すると、0と1は固定されたままで、山が細くなってきます。下向きの山は上向きになります。30乗するともっと細く尖って歯になります。その関数に放物線関数をかけて全体の形を整えて、この図の歯の形を作っています。これも1年生の作品です。この時期にはまだ三角関数を習ったかどうかの段階だと思います。学生たちの能力の高さに感心しました。



[ ドラゴンの歯の関数 ;  $y=0.8(x+2)(x-2)\{\sin(5x)\}^{30}$  ,  $(-1.3 < x < 1.3)$  ]

**グラフアートコンテスト**を行うことにしました。学生たちの作品を3高専の数学の先生と選び、入賞作品に講評をし、表彰式を行いました。

表彰式には、日本大使館の方やモンゴルの教育関係の方々も参加され、さらにテレビの取材も受け、全国にテレビ放映されました。表彰式を2年行ったところでコロナ禍になってしまい、残念でしたが中止となりました。





日本で開かれている全国グラフアートコンテストのポスターです。図の「馬」は、新モンゴル高専の学生の作品です。3年連続してモンゴルの学生の作品が優秀賞に選ばれました。

## 2.2 教科書について

数学は工学の基礎として大事な教科です。高専数学の教える内容は、高校数学から大学工学部の数学の範囲に及びます。

私が東京高専に赴任しころはまだ高専の比較的初期の段階で、高専用教科書は少なく、高校の教科書、大学の教科書が併用して使われていました。

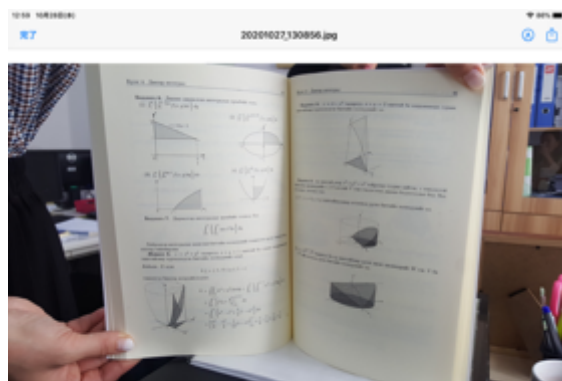
大学の数学は、微分積分の他にベクトル解析、フーリエ級数、微分方程式などもありますから、なん種類かの教科書が必要であり、教師も学生も大変であったと思います。さらに教員は、自分の好きな分野に偏って時間を使う傾向があり、「授業の品質保証」という面からも問題があったこととされます。

その後、高専用数学教科書が作られるようになり、私も編集委員に入り、どのような数学内容をどの程度、どのような順序でどのくらいの授業時間で教えるか、なども検討され、改訂が重ねられて、今日に至っています。

専用教科書ができたおかげで、高専の数学の授業は質も向上し、またとてもやりやすくなったと思います。

そのような体験から、モンゴルではモンゴル語版に訳した数学の教科書を発行することがまず必要なことだと思いました。

高専用数学の教科書は全部で6種類とそれらに問題集があります。高専機構がこのうちの3種類の教科書のモンゴル語版を作ってくれました。しかしその3種類で打ち切りにするという連絡を受けました。大変困りました。そこで、モンゴルの高専の数学の先生方に相談したところ、「では私たちの手で、問題集を含めた残りのものを全部出版しよう」ということになり、早速編集作業に取り掛かりました。写真はモンゴルの先生方が作った最初の教科書です。



この後少し経って、もう1冊が出版されました。この作業を通してモンゴルの先生方の能力の高さと馬力の強さにすっかり感心しました。全て順調にいくと思われましたが、突然コロナ禍になってしまい、先生方はオンラインでの授業準備のため非常に忙しくなり、私もモンゴルへ行けなくなり、中断やむなくして数年が過ぎてしまいました。中断した後の再開

はかなりきついと思っていたところ、モンゴルの教育省が最新版数学の教科書全部のモンゴル語訳版を作ってくれることになりました。こ情報は嬉しかったですね。やっと肩の荷が降りたという気持ちでした。

出版社に問い合わせると、出版の契約締結作業を現在始めたところで、その後翻訳作業に入るから出版は一年後くらいになるのではないかと言うことでした。そうすると、1年間は教科書のない状況での授業になります。しかし翻訳する予定の教科書全部を先に届けることができれば、数学の先生は日本語で書かれていても、数式から内容を理解でき、どのような順序でどの程度教えれば良いか理解できます。そこで私は「全ての教科書を届けよう」と考え、今年6月に教科書を持ってモンゴルに行きました。モンゴルには今年から3つの新しい高専ができたそうで、6校分の各12冊となり大変な量になりました。



飛行機で無料で運べる重量を遥かに超えているので、本をトランクに22kgまで詰め、カートにも入れ、残りはザックに入れて背負いました。これで追加料金を支払うことなく無事運ぶことができました。

(写真：3高専への教科書贈呈と、数学教員たちによる歓迎会)







新しくできた高専は、いずれも首都ウランバートルから遠く離れた地方にあります。3校のうちの2校 (Darkhan 高専, Erdenet 高専 ) に行き、数学の先生方と会って高専の数学授業について話し、教科書を贈呈しました。

(写真：ダルハン高専の校長兼国立農牧業大学学長、高専担当者、IT 数学担当教員)



(エルデネット高専数学教員)

[注：新しくできた3高専は、(1)ダルハン市にある国立農業大学附属ダルハン高専、(2)エルデネット市にある国立科学技術大学附属エルデネット高専、(3)南ゴビにある国立科学技術大学附属ダランザダガド高専。ウランバートルからはそれぞれ、(1)北へ220km, (2)北西へ370km, (3)南へ600kmの距離にある。]

ウランバートルに戻り、教育省高等教育課高等教育局長にお会いしました。「モンゴル語版教科書の出版はとても優れた判断だと思います」というと、局長さんは「それは私が決めました」と言って嬉しそうな顔をされました



[写真：向かって右から、ユラ全国専門学校協会理事長、タミル高等教育局長、私、通訳のバヤルマさん]



### 3. おわりに

日本数学教育学会の中に高専部会があります。高専の皆さんは、モンゴルに何か必要なことがあればいつでも協力して行きたいという気持ちです。グラフ電卓 550 台を寄付してくださった方々も、新しい数学教科書をたくさん寄付してくださった方たちも、この部会に属している先生方です。今後も両国の先生同士の交流が一層進んでいくことを願っています。

**謝辞** 今回次の方々に特にお世話になりました。この場を借りてお礼申し上げます。  
バヤルマさん（通訳）、ユラさん（全国専門学校協会理事長）、  
ツエンドさん（ハンガイ大学理事長）、トムルオチルさん（モンゴル国立大学元学長）