

モンゴルにできた3高専の数学教育支援

- 1 モンゴルの社会事情
- 2 モンゴルにできた高専
- 3 数学教育の改善への試み

佐藤義隆

東京工業高等専門学校

芝浦工大

ハンガイ大学（モンゴル国） 顧問

sato-y@shibaura-it.ac.jp

この資料は自由にお使いください



モンゴル国について

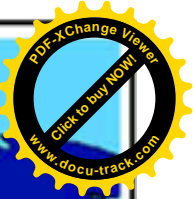
- ・国土は日本の約**4倍**の広さ
- ・人口は**320万人**（茨城県くらい）。
人口の約半数は首都ウランバートルへ移住。
(草原での牧畜による生活力の限界から、都市への移住は今後も続いて行く。)
しかし都市の住民も、**心はいつも草原にある。**

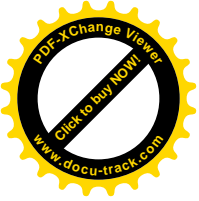
大陸性気候で**冬は -45度**にまで下がる。

厳しい自然からモンゴル人の独特の特徴が生まれた。

モンゴル人の特徴

頑丈な体、よく働く、視力、聴力の良さ。
まっすぐな性格。語学の才能、討論する力、
などに優れる。





1990年 社会主義体制が崩壊し、計画経済から市場経済へ急激な移行

- **1 製造業**

- 社会主義の国際分業で、モンゴルは**牧畜産業に徹する。**

- **それ以外の産業は皆無。**

- 従って、「**ものづくり技術も、町工場も、何もないまま**」市場経済へ移行した。

- 私が最初に訪問した2005年当時、役人から「**私たちは針1本から輸入に頼ら**

- **ざるを得ないのです**」と聞いたが、

- **今もあまり変わらない。**

- **⇒ 技術者の育成が急務**

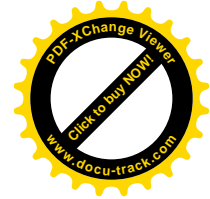
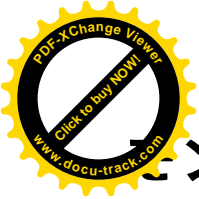
- **2 鉱業**

- **レアメタルや銅などの地下資源が豊富。しかし生の原料のまま売っている。**

- **加工して付加価値をつけたいが技術者がいない。**

- **⇒ 技術者の育成が急務**

-



モンゴルの教育事情全般について

1 社会主義時代(1924年～1990年) の教育の特徴：

頭の良い人は数学科へ (大臣級の 2/3 以上は 数学科出身者)

(現在の人気学部の 1 位は経済経営学部。理学系は 3、4 位)

教育方針は全体主義的、一方通行型

現在の先生で社会主義時代の教育の影響を受けている人はまだ多い。

ロシア語ができるが英語はできない。

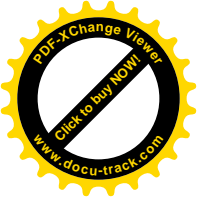
2 現在 識字率 96% 大変教育熱心

進学率：中等教育 100% (無料) 高等教育 67% (日本は82%)

留学生：日本へは年間 3,500人

(高専へは1976年から始まり、年間123人位)

日本で**数学の博士**を取得した人 17人

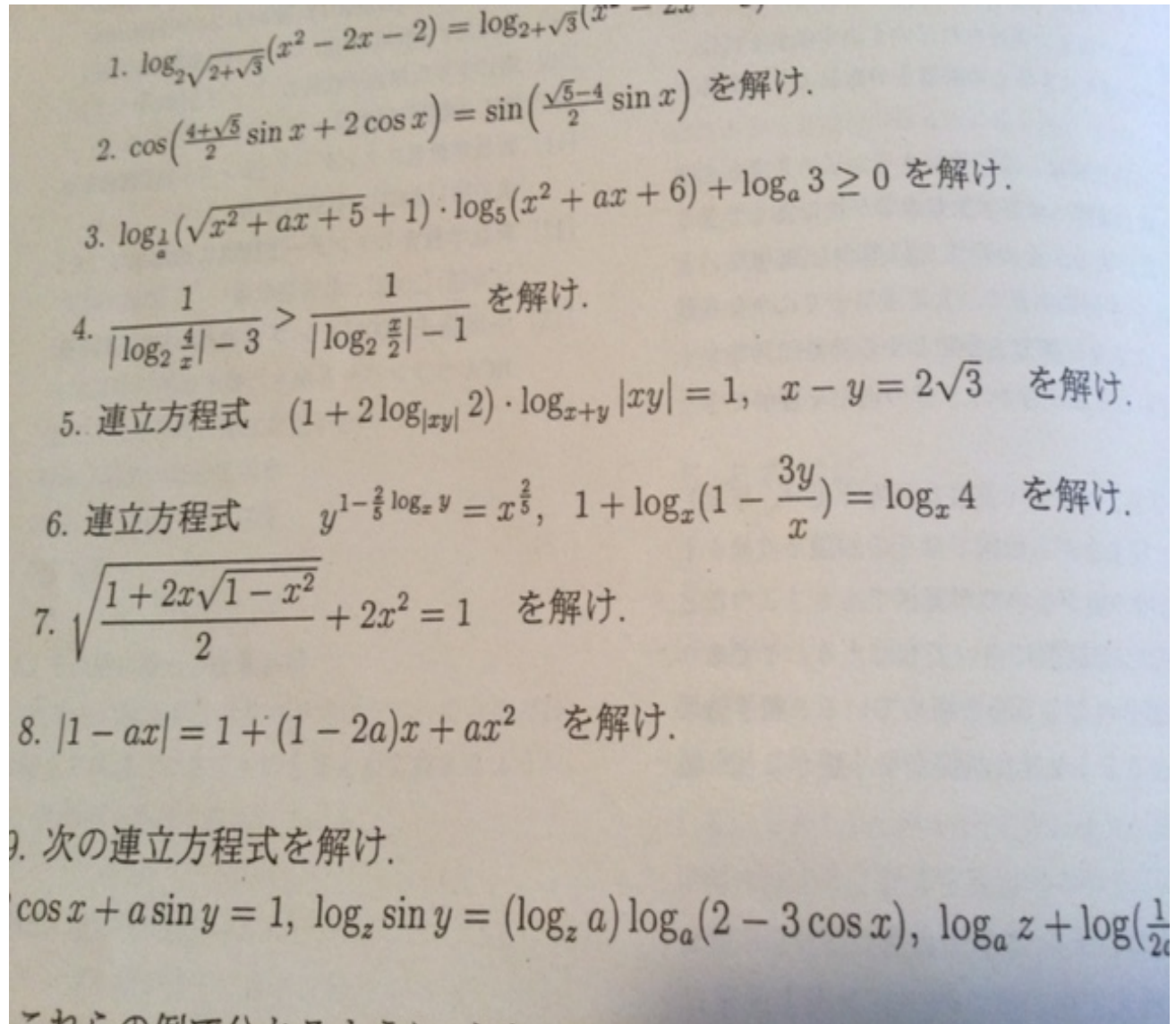


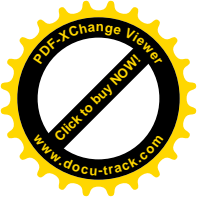
1 数学教育の特徴は： 難しい問題を早く 解くことを目指す。

問題を解く競技会が盛ん。

国内数学オリンピック、
国際数学オリンピックへの挑戦

2020年第61回国際数学オリンピック
モンゴル 金1、銀2、銅1個
(29位)
日本 銀5、銅1個
(18位)





民主化後に大学や専門学校、職業訓練校がたくさん作られた

技術者育成も期待された ⇒ しかし育成に**失敗**

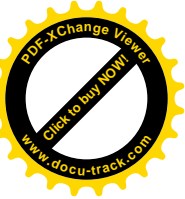
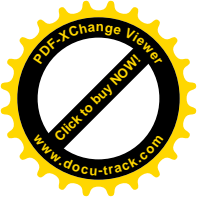
失敗の理由；技術者教育の経験がない。
実験器具も設備も教育者も少ない。
卒業後、技術を伸ばせる工場や研究所、会社などが無い。



技術者育成を切望するモンゴル国の思い

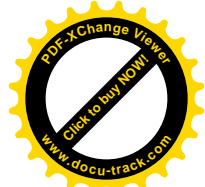


高専留学生たちの
「**モンゴルに高専を設立したい**」熱い願いに至る



(ここでちょっと) 日本の工業高等専門学校 について

- 高校 + 大学工学部 = **7年間**を → **5年間** で技術者養成を目指す
(産業界からの強い要望による)
- 1 学年から**実験、実習**があり、**卒業時 卒研**がある。
- ロボコン、プロコンなど、全国の高専間で**各種コンテスト**が盛ん
- 全国に**57高専**あり、専攻科2年課程を上持つ。
- 毎年1万人強が卒業、設立からすでに55年経ち、
すでに50万人以上の卒業生。(40万人近くが現役技術者)
- 高専は、**実践的技術者育成機関**として各界から高い評価がある。
- → **モンゴルの留学生が「母国に高専を創りたい」**
という理由が納得できる
- ○ **学校を創るとするのは非常に大変なこと!** しかしそれを創った人たちがいる!



きた3高専の校舎

(いずれも付属大学の建物内)

科技大付属高専 (国立)

新モンゴル高専 (私立)

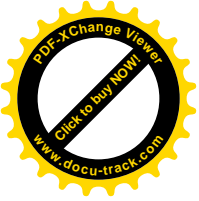
モンゴル高専 (私立)

国立科学技術大学の中に作られた

学校法人新モンゴル学園の中に作られた

IET大学付属として作られた





3高専の概要 (2019年)

1 科技大付属高専 (国立)

3学科：機械、電気電子、土木建築

学生総数137名

専任教員13名、非常勤40名

2 新モンゴル高専 (私立)

4学科：機械、電気電子、土木建築、化学

学生総数352名

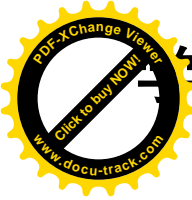
専任教員58名、非常勤3名

3 モンゴル高専 (私立) (Institute of Engineering and Technology 付属)

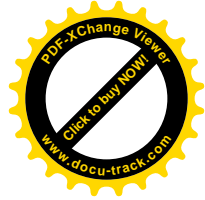
4学科：機械、電気電子、建設、バイオ

学生総数 260名

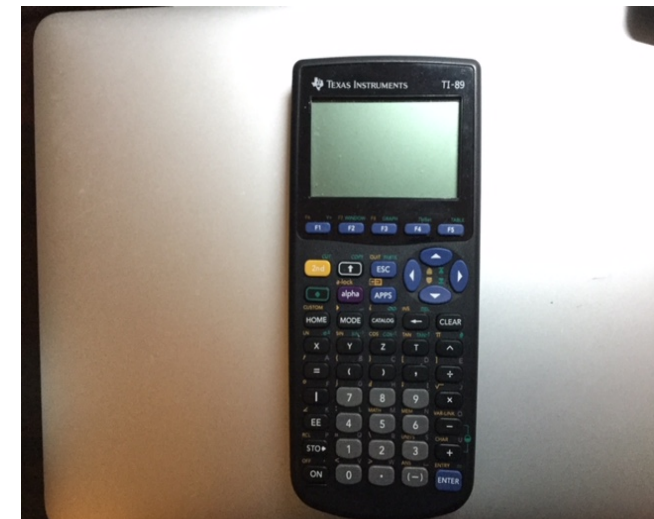
専任教員 24名

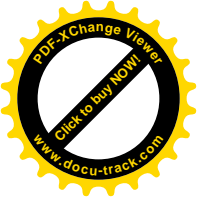


先生への改善として考え、実行したこと

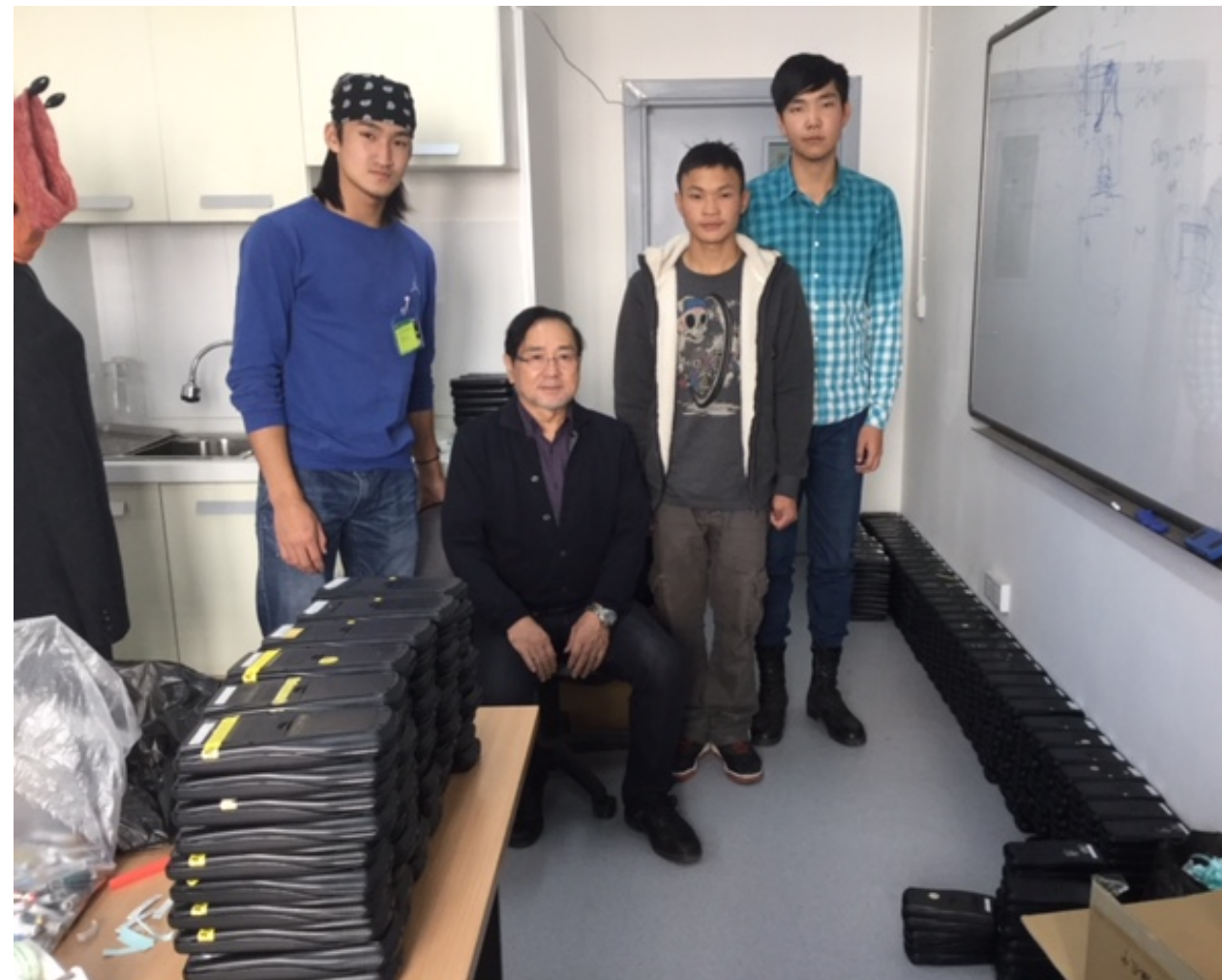
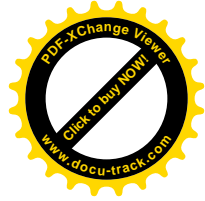


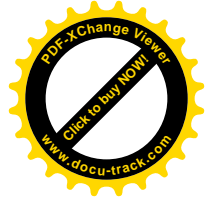
- 教科書がないので、自宅で数学を自分で考え、工夫し、理解を深めて行くにはどうしたら良いか？
-
- → **グラフ電卓の活用**ができれば良い。自分でいろいろ工夫して考えられる。
- **TI-89**を手に入れないか？
- (1台2万円もする)
-
- → 日本の友人たちに相談したら、使用しなくなったもの、
- 寄付しても良いもの、クラスで廃棄直前になっていたもの
- などから、**550台** 集めることができた。
- (予想外の大成功！)
-
- TI-89を用いて、**数学の探索法、グラフアートの描き方を**
- **教え、グラフアートコンテストを開催する。**





グラフ電卓550台 到着 (シールを貼り管理して3高専へ分配)



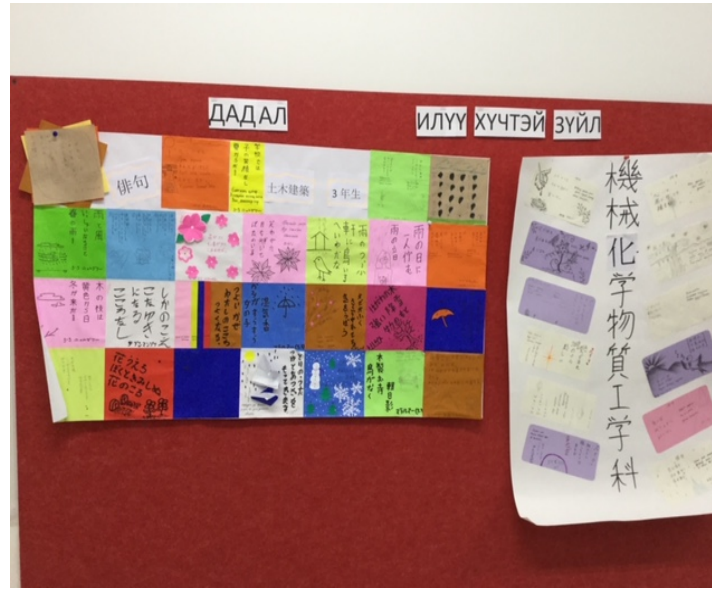


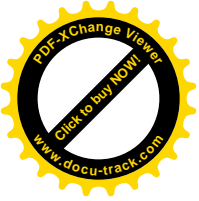
タブレットの授業

(3高専の1年生への授業)

廊下には日本語で書かれた
掲示物

日本語の学習は1年次から行わ
れている





グラフ電卓での実施内容

- ・ グラフ電卓を使って、今まで学習した数学の例題や問題を解き直してみた
- ・ グラフを描かせ、そのグラフと関数の性質を考えさせた
(基本となる関数について、関数の和や積、商のグラフ、合成関数のグラフについて、考察させた)
- ・ 好きな絵を描かせ、それをグラフで表す練習をした。
(絵の曲線を表す関数を見つけ、交点など調べ、描画範囲を決めて描く)
- ・ スケッチの横に、使用した関数の一覧を書かせた。
(関数は 99 個まで使うことができる。)

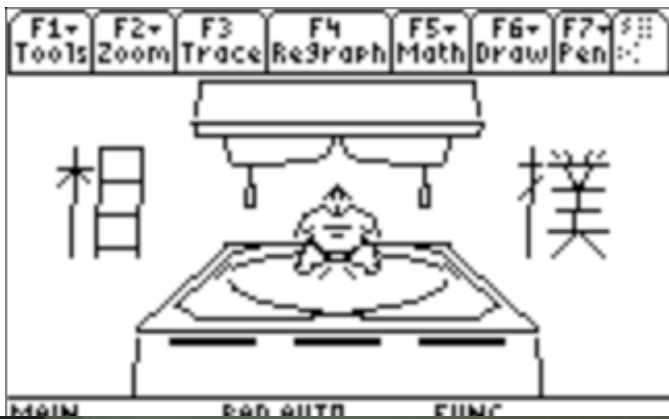
* **以下の写真(16~20)は、それらの例。**「相撲」は日本語の字。垂直な線は描けないので、傾きの非常に大きな直線の一部とあらわす。

金魚の絵には、下の行に「このえをかくとき、とてもおもしろかったです」と日本語で感想がある。

* **最後の写真は、**日本で開かれている「全国グラフアートコンテスト」のポスターとそれに応募し優秀賞を受賞した「馬」。

表彰式には、モンゴルテレビ局、日本大使館、JICAオフィスなども参加。





M 4-1 Garbajar. Ts B-209. MA208E

L-5

このえをかいて、とてもおもしろかったです。

1) $2x^2 + 3x - 1$	21) $4x^2 - 5x + 2$	41) $3x^2 + 2x - 1$	61) $5x^2 - 4x + 3$
2) $x^2 - 2x + 1$	22) $3x^2 - 4x + 1$	42) $4x^2 - 3x + 2$	62) $6x^2 - 5x + 4$
3) $x^2 + 2x + 1$	23) $4x^2 - 5x + 3$	43) $5x^2 - 4x + 3$	63) $7x^2 - 6x + 5$
4) $2x^2 + 3x - 1$	24) $5x^2 - 4x + 3$	44) $6x^2 - 5x + 4$	64) $8x^2 - 7x + 6$
5) $x^2 - 2x + 1$	25) $6x^2 - 5x + 4$	45) $7x^2 - 6x + 5$	65) $9x^2 - 8x + 7$
6) $x^2 + 2x + 1$	26) $7x^2 - 6x + 5$	46) $8x^2 - 7x + 6$	66) $10x^2 - 9x + 8$
7) $2x^2 + 3x - 1$	27) $8x^2 - 7x + 6$	47) $9x^2 - 8x + 7$	67) $11x^2 - 10x + 9$
8) $x^2 - 2x + 1$	28) $9x^2 - 8x + 7$	48) $10x^2 - 9x + 8$	68) $12x^2 - 11x + 10$
9) $x^2 + 2x + 1$	29) $10x^2 - 9x + 8$	49) $11x^2 - 10x + 9$	69) $13x^2 - 12x + 11$
10) $2x^2 + 3x - 1$	30) $11x^2 - 10x + 9$	50) $12x^2 - 11x + 10$	70) $14x^2 - 13x + 12$
11) $x^2 - 2x + 1$	31) $12x^2 - 11x + 10$	51) $13x^2 - 12x + 11$	71) $15x^2 - 14x + 13$
12) $x^2 + 2x + 1$	32) $13x^2 - 12x + 11$	52) $14x^2 - 13x + 12$	72) $16x^2 - 15x + 14$
13) $2x^2 + 3x - 1$	33) $14x^2 - 13x + 12$	53) $15x^2 - 14x + 13$	73) $17x^2 - 16x + 15$
14) $x^2 - 2x + 1$	34) $15x^2 - 14x + 13$	54) $16x^2 - 15x + 14$	74) $18x^2 - 17x + 16$
15) $x^2 + 2x + 1$	35) $16x^2 - 15x + 14$	55) $17x^2 - 16x + 15$	75) $19x^2 - 18x + 17$
16) $2x^2 + 3x - 1$	36) $17x^2 - 16x + 15$	56) $18x^2 - 17x + 16$	76) $20x^2 - 19x + 18$
17) $x^2 - 2x + 1$	37) $18x^2 - 17x + 16$	57) $19x^2 - 18x + 17$	77) $21x^2 - 20x + 19$
18) $x^2 + 2x + 1$	38) $19x^2 - 18x + 17$	58) $20x^2 - 19x + 18$	78) $22x^2 - 21x + 20$
19) $2x^2 + 3x - 1$	39) $20x^2 - 19x + 18$	59) $21x^2 - 20x + 19$	79) $23x^2 - 22x + 21$
20) $x^2 - 2x + 1$	40) $21x^2 - 20x + 19$	60) $22x^2 - 21x + 20$	80) $24x^2 - 23x + 22$

Anar. A B-151 MB51E

L-1

このえをかいて、とてもおもしろかったです。

16. $y = \frac{-\sqrt{0,06} - (x - 2,31)^2 - 4,6}{2}$

17. $y = \frac{-\sqrt{0,05} - (x - 2,6)^2 - 2,5}{2}$

21. $y = \frac{\sqrt{0,05} - (x + 4)^2 - 4,6}{2}$

22. $y = \frac{-\sqrt{0,05} - (x + 4)^2 - 4,6}{2}$

23. $y = \frac{\sqrt{0,05} - (x + 4)^2 - 2,5}{2}$

24. $y = \frac{-\sqrt{0,06} - (x + 4)^2 - 2,6}{2}$

29. $y = (0,95x + 1,55)^2 + 1,25 \{ -1,95 < x < -1,26 \}$

30. $y = -\sqrt{1 - (1,2x + 2,35)^2} + 1,9 \{ -1,62 < x < -1,26 \}$

31. $y = \sqrt{0,05 - (2x + 1,8)^2} + 1,8$

32. $y = -\sqrt{0,05 - (2x + 1,8)^2} + 1,75$

37. $y = \sqrt{0,1 - (x - 0,75)^2} + 3 \{ 0,8 < x \text{ and } x < 1 \}$

38. $y = -\sqrt{1 - (x - 0,6)^2} + 1,1 \{ -0,599 < x \text{ and } x < 0,736 \}$

39. $y = -\sqrt{0,1 - (x - 0,7)^2} \{ 0,737 < x \text{ and } x < 1 \}$

40. $y = -\sqrt{0,1 - (x - 1,8)^2} + 2,16 \{ 1,298 < x \}$

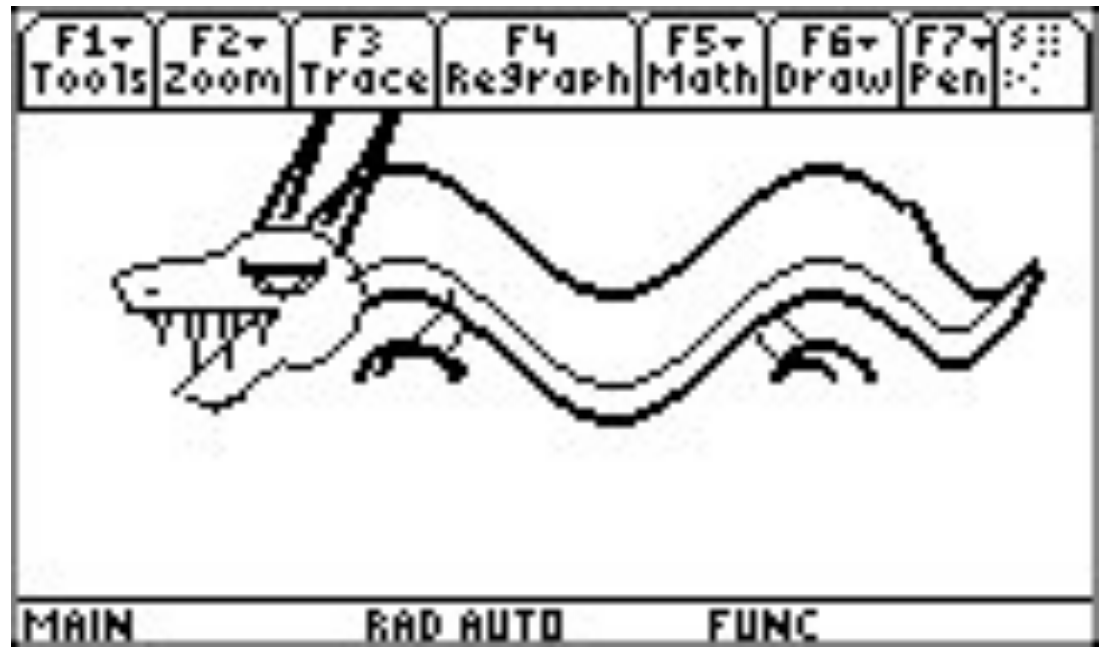
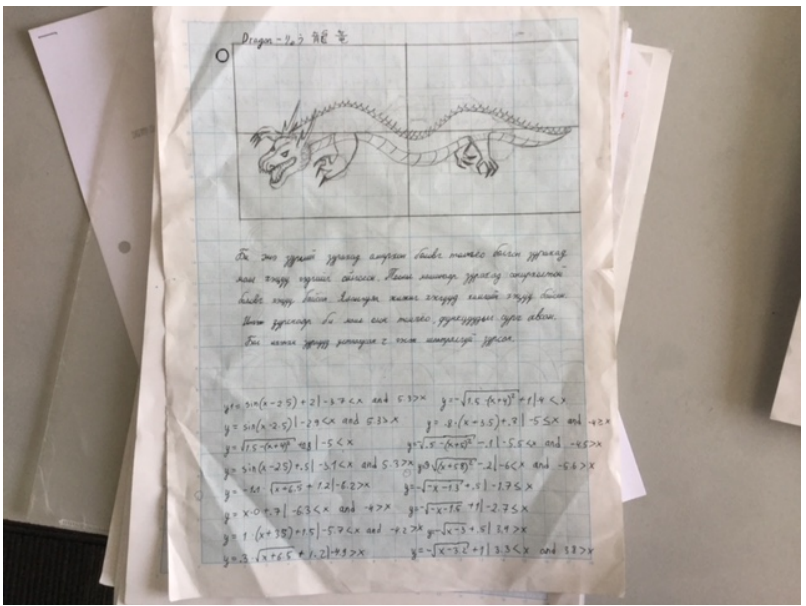
41. $y = \sqrt{1 - (0,8x - 2,2)^2} + 2,24 \{ 1,837 < x < 2,5 \}$

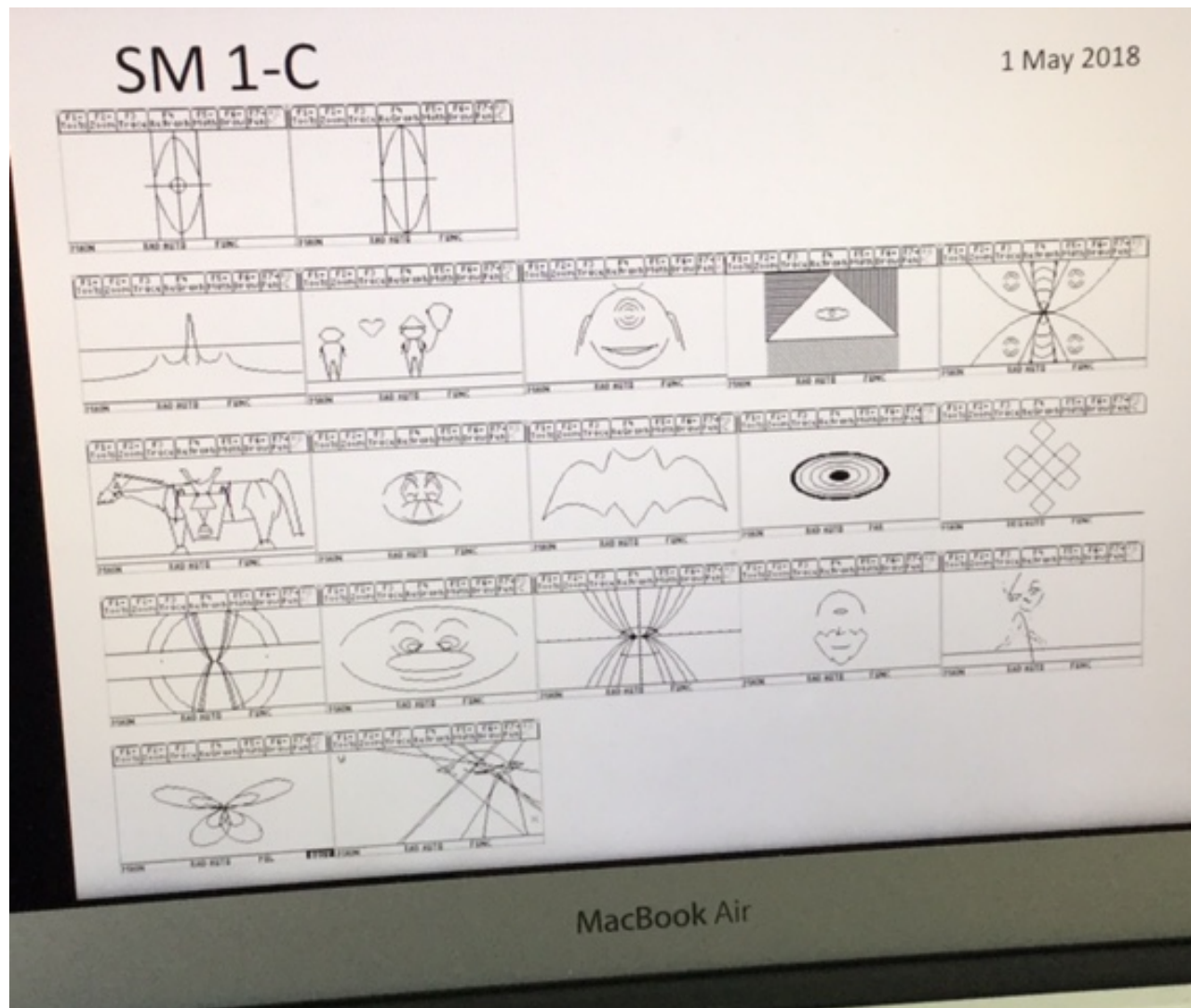
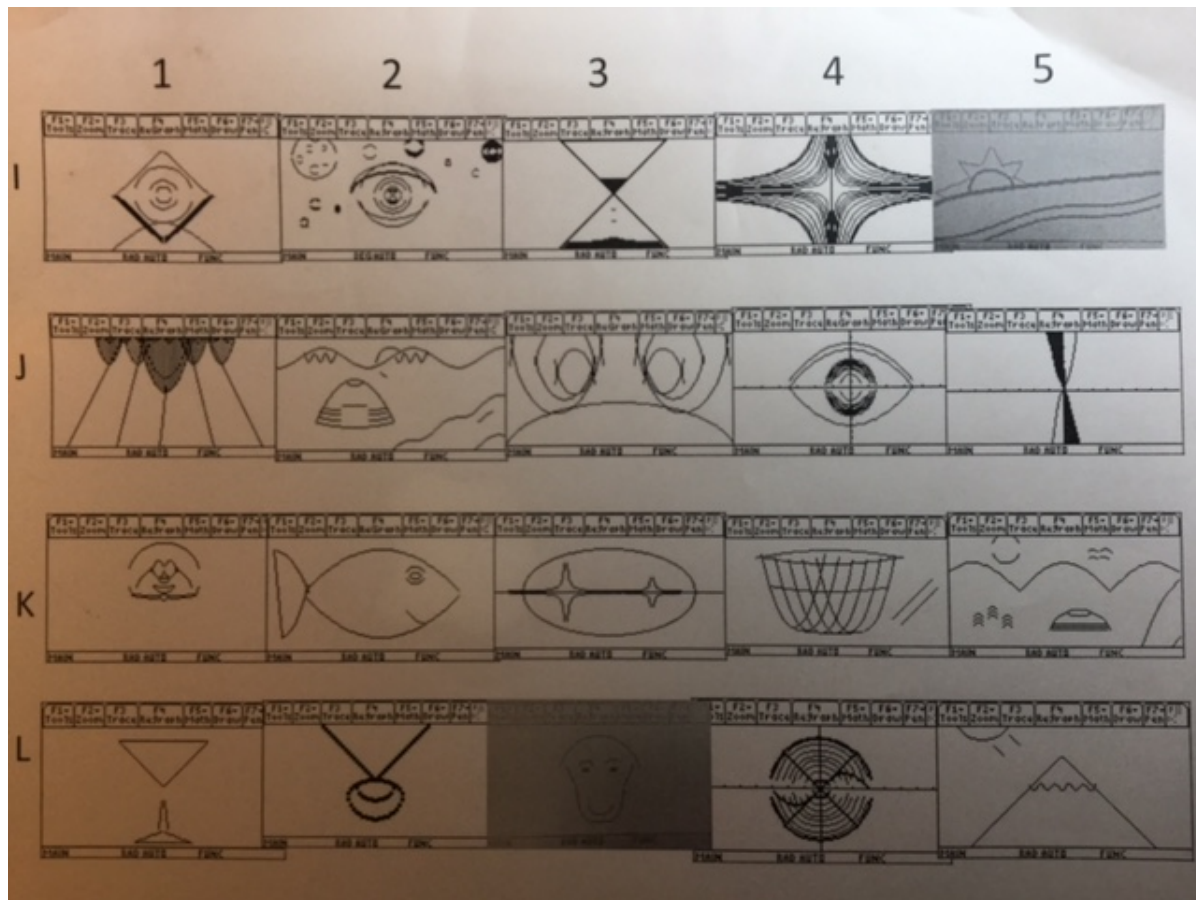
ドラゴンの歯の関数

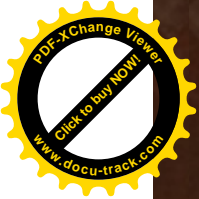
$$y = 0.8(x+2)(x-2)\{\sin(5x)\}^{30} \quad (-1.3 < x < 1.3)$$

を適当な位置に平行移動させている。

($\sin 5x$ を30乗して歯を尖らせ、放物線を掛けて歯の長さを調整している。)





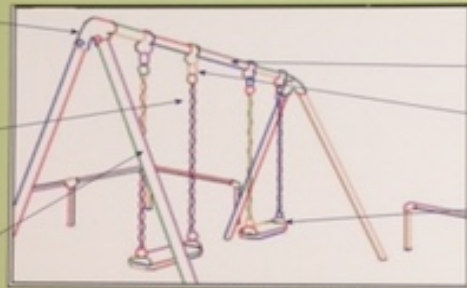


Function Graph Art Nationwide Contest

第16回

関数グラフアート 全国コンテスト

パイプの連結部分 (二次関数)
 $y = -1.8(x+6.5)^2 + 6.24$
 $-7.4 < x < -6.5$

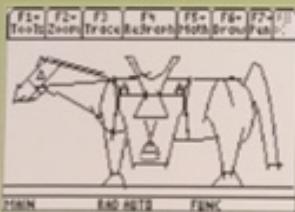


パイプ・座板・棒 (一次関数)
 $y = 2.91x + 26.2, -7.35 < x$
パイプは遠近を考慮して太さに変化をつけています。

チェーン (正弦曲線)
 $x = 0.1 \sin(6y) - 4.3, 0.9 < y < 3.4$
 $x = 0.1 \sin(-6y) - 4.3, 0.57 < y < 3.4$
xとyを入れ替えて軸にし、yの符号を変えて変位しています。
遠近を考慮して、チェーンが見えないようにしています。

吊り金具 (楕円)
 $\frac{(x+4.28)^2}{0.04} + \frac{(y-4.2)^2}{0.1} = 1$
座面金具 (円)
 $(x+4.3)^2 + (y+5.2)^2 = 0.06$

「ブランコ」 長田大成 (福井工業高等専門学校)



「馬」 Gan Endene (新モンゴル高専)



「ユキウサギ」 小渡望夢 (愛知県立時習館高等学校)



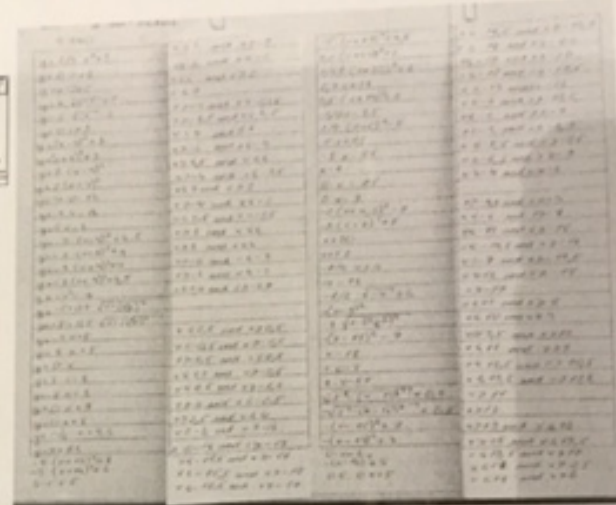
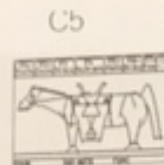
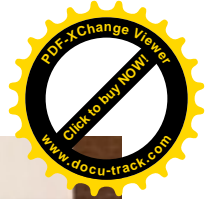
「猪突猛進」 前川千乃 (国府高等専門学校)

数学でアートだ

グラフ電卓の画面上にさまざまな関数で絵を描き
芸術性・アイデア・数式を競い合おう

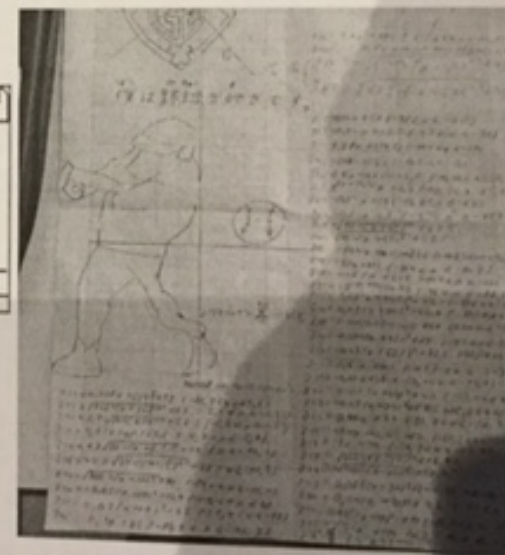
2019

主催：関数グラフアートコンテスト運営委員会 事務局 (福井工業高等専門学校) 後援：Naoco Inc. & Texas Instruments Inc.
www.ge.fukui-nct.ac.jp/math/graph_art



新モンゴル高専1年生の作品

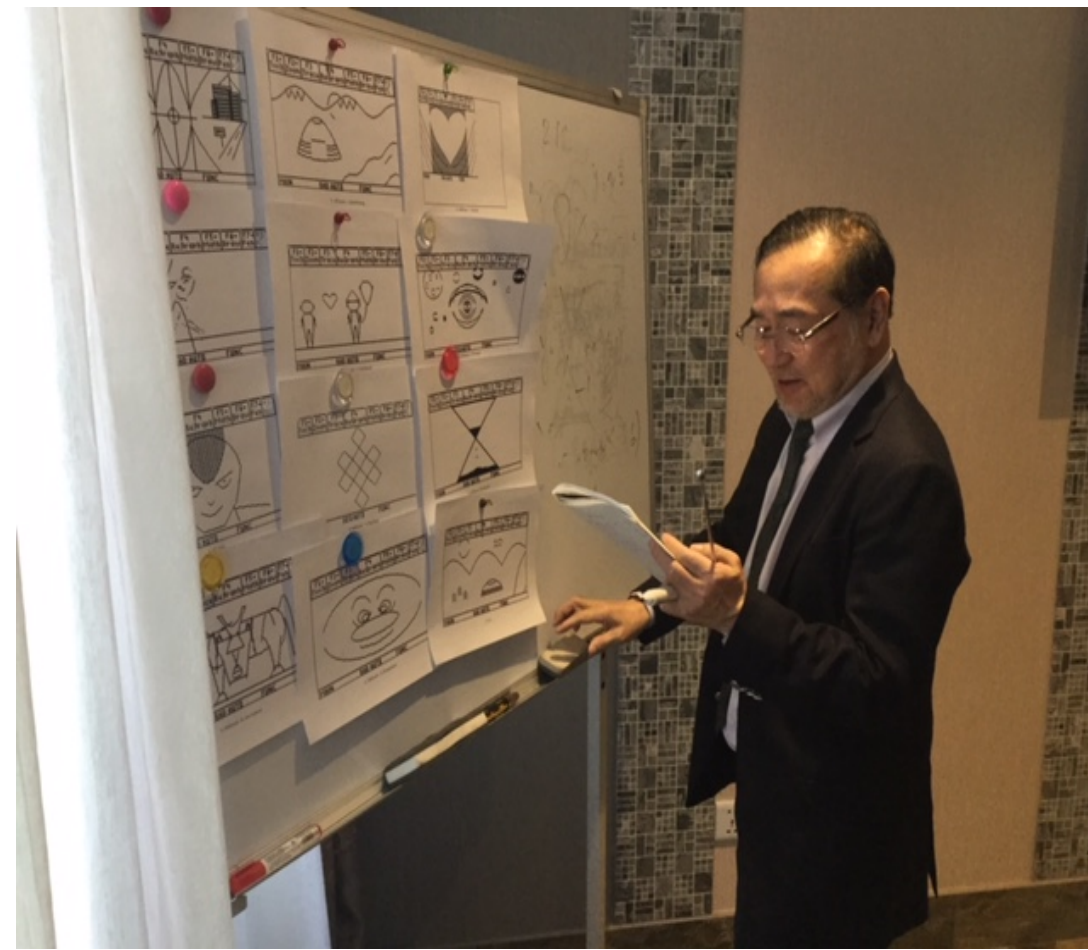
馬
野球



作品審査の様子

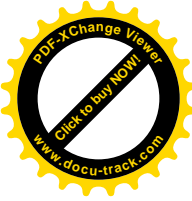


講評









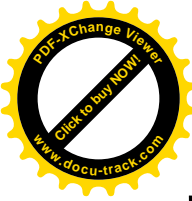
先生方に技術者教育意識（高専教育意識）を どのようにして高めてもらうか？



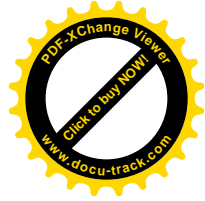
- 実際に行ったこと
 - **1. ものづくりセミナー実施、**
 - →（3 高専数学教員が一堂に会するのはあまりなかったので、
 - 共同作業は交流の良い機会にもなった。）
 - **2. 数学教員同士でのセミナーの実施**
 - （関数論、ベクトル解析、微積分、自由研究発表などを行なった。）
 - → 良いコミュニケーションが得られたと思う。
 - **3. モンゴル語版教科書の編集・出版**
 - （しっかり書かれた教科書を利用して授業を行って欲しい）

1 教員向け 「ものづくりセミナー」 実施の様子

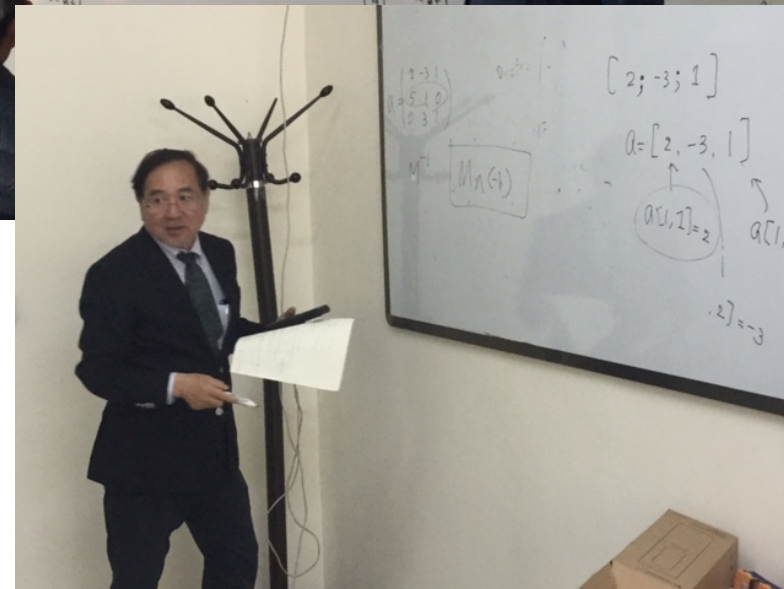
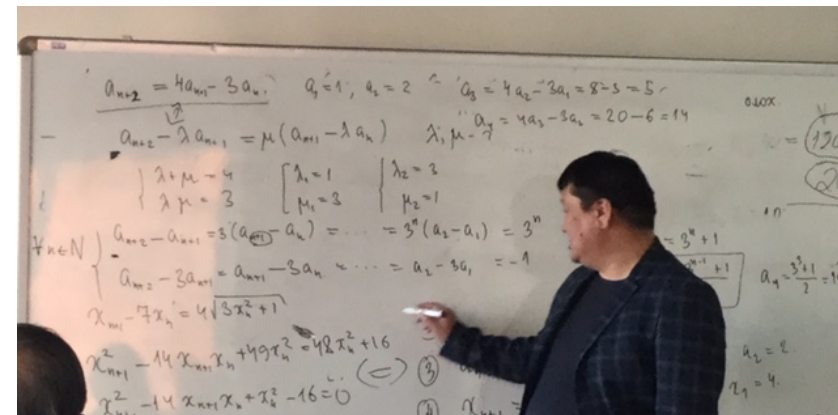




2 教員セミナーの実施



関数論、フーリエ変換、ベクトル解析などのほか、自由研究の発表もおこなった





ゼミの打ち上げ

