

# フォローアップクラスにおける授業設計について

廣瀬 英雄\*

(平成28年10月24日受付)

## Class Design in Follow-up Program Classes

Hideo HIROSE

(Received Oct. 24, 2016)

### Abstract

Universities in Japan are inclined to accept a wide variety of students because of the shrinkage of high school students and growth of the number of acceptance to universities, which causes various educational difficulties in universities. In response to this situation, our university has decided to enhance the follow-up program which is aimed at helping students who need basic learning and aimed at assisting teachers who have to engage in teaching a variety of students. The follow-up classes were established as a part of the follow-up program, and consist of follow-up program testing and collaborative work testing.

At first the classes were well organized and seemed to be working. However, participants to the classes were gradually reduced as if it follows an exponential distribution. Then, we managed to change the classes accepting many styles for classes such as topic lectures which deal with not only abstract concepts but also concrete matters directly connected to real worlds. Still, the classes shrank.

On the review to the class management designed at first, we here propose to resume sincere and deep discussions on the class design: to whom we deliver classes, what is the goal of the classes, and how we design the effective and efficient classes.

**Key Words:** Follow-up program, Collaborative work testing, Item Response Theory, Adaptive on-line testing.

### 1. はじめに

理数系大学を目指して高校数学をきちんと学んできた学生もいれば、高校で数I、数Aは教わってはいても、数IIや数B、あるいは数IIIや数Cについては十分に教わってこなかった学生も、その中にはAO入試や推薦入試によって数学の筆記試験を免れて入学してくる学生もいるように、大学では多様な学生を受け入れている。すべての学生が学士力を備えられるように、高校までの数学の知識が不

十分だった学生には特別の支援をするという試みの一環として、広島工大では2016年度からフォローアッププログラム(FP)を開始した。数学グループでは、FPにe-learningを取り入れ、毎授業の理解度確認テスト(LCT, learning check testing)、その結果でFPのクラス(FPC)の参加者を決定し、FPCではオンライン演習(CWT, collaborative work testing)を行なった後更に確認テスト(FPT, follow-up testing)を実施して学生へのきめ細かな支援を行なうというプログラムを開始した。LCTは、単

\* 広島工業大学環境学部建築デザイン学科, データサイエンスリサーチセンター

元ごとの内容を理解しているかどうかについてあらかじめ準備したテストで確認を行う一斉テストである。CWTとFPTは対象者に合致した問題が適切に出題される adaptive online テストの方式をとっている。この3点セットでFPCを設計し実施してきた。

期の半ばまでは順調に進んでいるように見えたが、半ばを過ぎるとFPCへの設計への思慮が不十分だったのか、FPC参加者が急激に少なくなった。そこで、FP担当者間で急遽アドホックな対応をとって特別なプログラム（特別講義など）を行なった。ここでは、FPCの中心であるCWTとアドホック特別講義の内容について紹介する。

振り返ってみれば、FPを開始する際にはFPCの方法論について十分議論を尽くしていなかったという帰結であったということが出来る。この反省に立ち、FPCのあり方について再度原点に立ち返って、FPは誰のためのものか（つまり、多様な学生のどこに焦点を絞るか）、何を目標とするか、どう合理的なクラス設計を行なうかなどについて議論をしつづきなければならないと思われる。

## 2. CWT, collaborative work testing

多様な学生にきめ細かく対応するには究極的な対応策は個人指導である。しかし、1000人の中で数学の知識が不十分と思われる約1割の学生100人に対して少数の教員が対応するのは不可能である。そこで、教員の指導を助けるピアサポーターの制度を作ってもらい、学生10人に対し1人のサポーターを配置してもらった。解析基礎と線形代数の2科目で、教員4人、サポーター4人という体制である。100人が一同に揃う多目的室を会場にして、5-6人が集まって議論しながら授業を進められるような机の配置を作り、学生はパソコンに向かいながらコンピュータが与えてくれる自分に最適な問題を解いていくというシステムを使うことにした。図1にCWTを実施している様子を示す。

FPCでは、教員があるテーマについて講義するという形は採らず、学生に合った演習問題を解くことによって理解を深めるという方法である。FPCの設計に十分な時間がとれない状態ではこの方法はある意味で最適だったと考える。つまり、このような方法を設計できる下準備がこれまでに出来上がっていた。それは、「愛あるって」というシステムが違ったところで特段の問題もなく動きだしていたからである。「愛あるって」は項目反応理論（IRT, item response theory）を理論的な背景に持っているので公平で公正な評価結果を得ることができる。また、IRTに適応性（adaptiveということ）を加えると、受験者に最適な問題を問題を出題できるので精度の高い評価結果を短時間で得ることができる。図2にadaptiveに問題を与える方法を示す。



図1 CWTを実施している様子

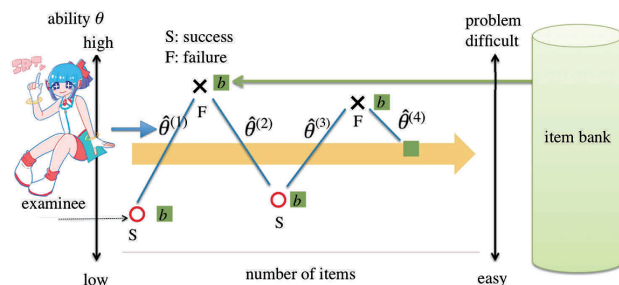


図2 adaptive online IRT testing

図3では、CWTで学習モードとテストモードのどちらを選ぶかを示している。学習モードでは1問解く毎に解答を確認することができる。テストモードではまとめて5問解いた後で成績やすべての解答を見ることができる。画面左の「これまでの解答を見る」をクリックすると、過去に自分で実施した演習の内容（解答や成績を含む）すべてを見ることができる。

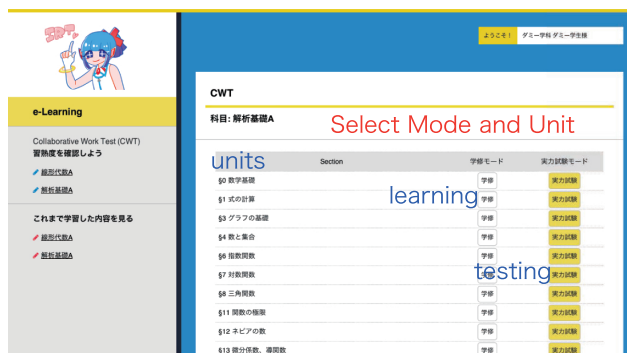


図3 学習モードとテストモード

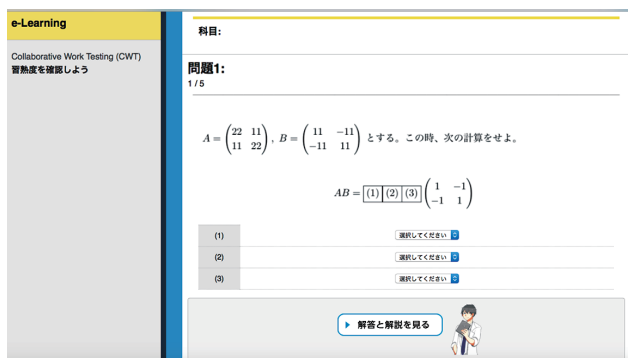


図4 問題提示

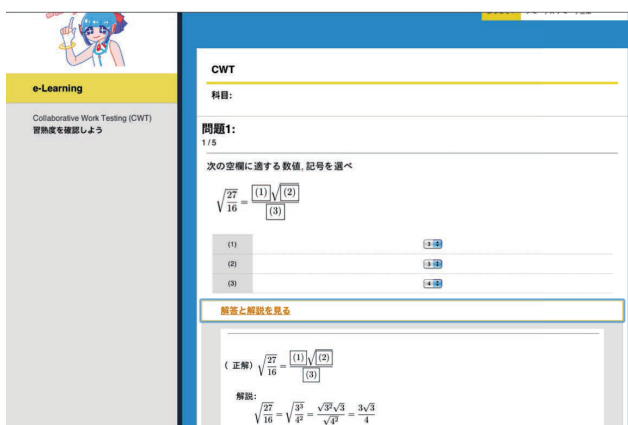


図5 解答例の確認



図6 成績閲覧

### 3. FPC でのクラス運営

ここで、FPC 参加者の決定法と FPC の運用法について当初の設計内容について述べる。

- 1 LCT 受験時に欠席者は復習の意味で FPC に呼ばれる
  - 2 FPT に失敗すると次回の FPC にも呼ばれる
  - 3 FPT では LCT 受験記録がある単元を試験範囲としてその中の FPT 専用問題（実際は現在は LCT と同じ）から adaptive に出題される
- というものであった。これは、的を絞ったテーマへの対応ではその場しのぎになると思われたので、真の実力をつけ

てもらうためにはテストの範囲をこれまでに学習したすべてに設定し、LCT 未受験や FPC 不参加の場合は再度の呼び出しをかけ、不合格者は何度でも FPC に参加して実料を上げてもらうという考えからであった。しかし、実際には、この当では外れることになる。FPC 参加者が段々減ってしまってきた。その理由については、恐らく、学生が期待したものが与えられていないという不満からと思われる。学生は真の実力をコツコツとつけるよりもテスト対策の即効性を期待しているようであった。また、CWT で演習したにもかかわらず、その内容が直後の FPT で出題されず、出題範囲が広範囲にわたっていることが分かってきて、受験意欲を失ってきたものと思われる。

そこで、今後は、改善方法の提案として、

- 1 LCT 受験時に欠席者は復習の意味で FPC に呼ばない
- 2 FPT に失敗しても次回の FPC にも呼ばない（単発）
- 3 FPT の試験範囲は LCT 不合格の単元としその中の FPT 専用問題（実際は現在は LCT と同じ）と CWT から adaptive に出題される

というようにかなりの的を絞った内容への変更を考えている。学生の甘えに迎合する内容かもしれない。しかし、一度この方法で実施してみようと考えている。これに呼応して、LCT も 1 週間遅れの内容ではなく直近の授業内容に変更してはどうかと考えている。復習時間を設けるために 1 週間おいているが学生には待てないような気もしている。

### 4. アドホックな FPC での指導法

FPC 参加者が減りつつある段階で FPC の内容を担当者間で議論しながら新しい方法を織り交ぜていった。以下にその内容を示す。

特別講義および実験講義

\* リメディアル的な基本的な内容を掘り下げたもの

- 1) 約分と微分の違い (6/15/2016 廣瀬)
  - 2) 双対概念：実数と虚数 (6/16/2016 廣瀬)
- \* 数学の内容を授業で取り扱うような抽象化したものが身の回りの技術や自然界と密接に関連していることを説明し興味を喚起させるもの
- 3) 数える：チゴガニの動作を動画から自動測定、画鋲の画像から自動的に上向き数を数える (6/22/2016 廣瀬)
  - 4) 雷と指数関数：雷波形が 2 つの指数関数で表されていること (6/29/2016 廣瀬)
  - 5) 漸近理論をスライド 1 枚で：対数関数が誤差の計算に大きな役割を果たしていること (7/13/2016 廣瀬)
- \* 数式の背後にある理論的な構造や体系について実験から理解させようとするもの
- 6) 円筒を切り開くことによる sin 関数の理解と自然界と

の接点 (6/28/2016 小山)

7) 遠山式行列の掛け算 (6/29/2016 小山)

\*その他

8) 試験の解答に見られる誤答例集 (6/23/2016 廣瀬)

9) 行列の掛け算の裏には: (7/2/2016 廣瀬)

10) 過去期末試験問題解答説明 (7/8-9/2016 小山)

雷と指数関数については、指数関数と対数関数の抽象的な世界が実は現実と深く関わっているということを示す意味で講義形式で行なったものである。2つの指数関数の差をとる演算は簡単ではあるが、そのグラフはなかなか想像できない。波形のピーク値を求めるという操作から微分という操作の意義を考えさせた。付録として、関数を数式で与えずグラフだけ与えておいて、それを微分するとどのようなグラフが得られるかを考えさせた。微分という操作を数式変形というパターンで覚えるのではなく本質的な意味を問うクイズである。これを図7に示す。

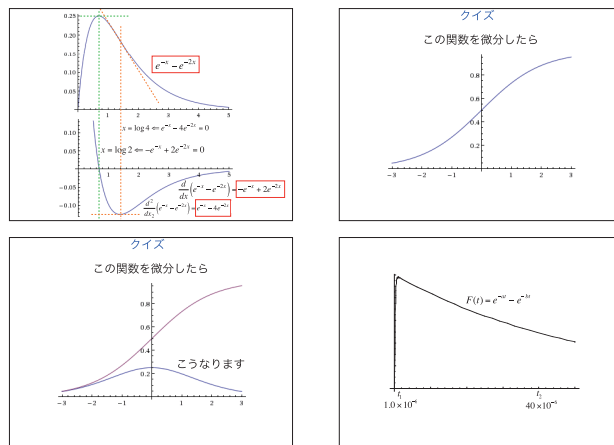


図7 雷の波形と指数関数

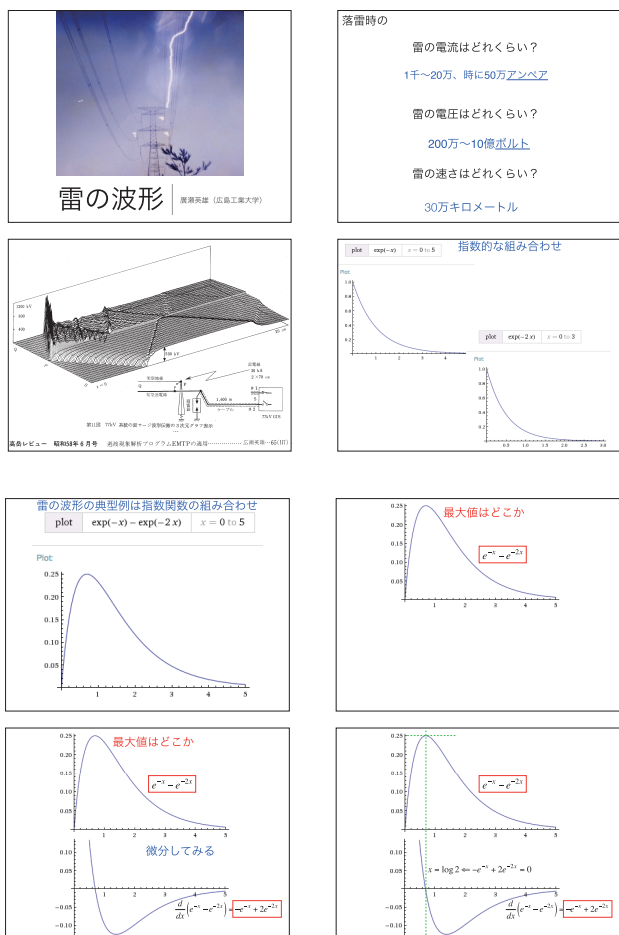
### 5. まとめ

2016年度から開始したフォローアッププログラム (FP) では、FPに e-learning を取り入れ、毎授業の理解度確認テスト (LCT), その結果でFPのクラス (FPC) の参加者を決定し、FPCではオンライン演習 (CWT) を行なった後更に確認テスト (FPT) を実施して学生へのきめ細かな支援を行なってきた。FPCでは、対象者に合致した問題が適切に出題される adaptive online テストの方式をとっている CWT と FPT をその中心に据えた。しかし、期の半ばまでは順調に進んでいるように見えた FPC であったが、半ばを過ぎると FPC 参加者が急激に少なくなった。そこで、FP 担当者間で FPC の内容について、急遽アドホックな対応をとって特別なプログラム (特別講義など) を行なった。ここでは、FPC の中心である CWT とアドホック特別講義の内容について紹介した。

振り返ってみれば、FP を開始する際には FPC の方法論について十分議論を尽くしていなかったという帰結であったことができる。この反省に立ち、FPC のあり方について再度原点に立ち返って、FP は誰のためのものか (つまり、多様な学生のどこに焦点を絞るか)、何を目標とするか、どう合理的なクラス設計を行なうかなどについて議論をしつづきなれば、FP は学生にとっても教員にとっても大学にとっても大きな負担になるように思われる。

### 文 献

- 1) Hideo Hirose, Meticulous Learning Follow-up Systems for Undergraduate Students Using the Online Item Response Theory, 5th International Conference on Learning Technologies and Learning Environments (LTLE2016), pp.427-432, July 10-14, 2016.
- 2) H. Hirose, M. Takatou, Y. Yamauchi, T. Taniguchi, T.



- Honda, F. Kubo, M. Imaoka, T. Koyama, Questions and Answers Database Construction for Adaptive Online IRT Testing Systems: Analysis Course and Linear Algebra Course, 5th International Conference on Learning Technologies and Learning Environments (LTLE2016), pp.433-438, July 10-14, 2016.
- 3) Y. Tokusada, H. Hirose, Evaluation of Abilities by Grouping for Small IRT Testing Systems, 5th International Conference on Learning Technologies and Learning Environments (LTLE2016), pp.445-449, July 10-14, 2016.
  - 4) Hirose, Hideo; Aizawa, Yu, Automatically Growing Dually Adaptive Online IRT Testing System, IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering 2014 (TALE 2014), 5C\_5, pp.528-533, December 8-10, 2014.
  - 5) Hirose, Hideo; Tokusada, Yoshiko; Noguchi, Kazuhisa, Dually Adaptive Online IRT Testing System with Application to High-School Mathematics Testing Case, IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering 2014 (TALE 2014), 6B\_1, pp.447-452, December 8-10, 2014.
  - 6) Hideo Hirose and Yoshiko Tokusada, A Simulation Study to the Dually Adaptive Online IRT Testing System, IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering 2014 (TALE 2014), 8E\_3, pp.97-102, 2014.
  - 7) H. Hirose, T. Sakumura, Item Response Prediction for Incomplete Response Matrix Using the EM-type Item Response Theory with Application to Adaptive Online Ability Evaluation System, IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering 2012 (TALE 2012), pp.8-12, August 20-23, 2012.
  - 8) T. Sakumura, T. Kuwahata and H. Hirose, An Adaptive Online Ability Evaluation System Using the Item Response Theory, Education& e-Learning (EeL2011), pp.51-54, November 7-8, 2011.
  - 9) H. Hirose and T. Sakumura, An Accurate Ability Evaluation Method for Every Student with Small Problem Items Using The Item Response Theory, Proceedings of the International Conference on Computer and Advanced TEchnology in Education (CATE 2010), pp.152-158, August 23-25 2010.

