

数学系科目における情報技術利用に関する一考察 — 数学問題データベース QDB の利用法をめぐって —

楫取和明 *† · 青木邦匡 *

A consideration on our ways of using information technology to mathematical courses - For effective use of math problem database QDB -

Kazuaki Kajitori, Kunimasa Aoki

In the 1st semester of 2012, for the course of Elementary Analysis, we used our system of QDB to operate online-quizzes and online-exercises and also used an online-text. In the middle of the semester, we conducted an anquete to figure out if our online apparatuses are effective or not. To investigate our theme, we could also utilize the usage record of online-exercises and the scores of online-quizzes of students. Analysing these data, we found that our system is effective but have some problems. We argued how to solve the problems and to improve the system and its usage.

Key words : Analysis, online-quiz, online-exercise, online-text

はじめに

著者らは、数学問題データベースシステム QDB を構築し、それを利用して、数学・統計の授業でオンライン小テストを行い一定の成果をあげてきた¹⁾。現在の QDB では小テスト機能の他に、オンライン演習機能、オンラインアンケート機能、ペーパー試験用 PDF 作成機能がある。水産大学校 2012 年前期科目「基礎解析学」(内容は微積分の初歩)の授業ではこれらすべての機能を使用し、また授業内容に即したオンラインテキストを提供した。これらは科目のホームページ(以下 HP)からアクセスできるようにした。

このように出揃った情報技術利用がどれほど授業に貢献できているかを知ることは、まだそれぞれに発展途上の段階にある機能の方向を定める上でも、またそのときどきの授業設計の上でも重要である。そこで我々は、これらの情報技術利用が学生にどのように受けとめられているかを知

るために「オンライン利用に関するアンケート」を上記科目の受講生に対し QDB を利用してオンラインで行った。またオンライン演習に関しては学生の利用履歴が残っているので、それを小テストの結果とつき合わせてオンライン演習の効果を探った。

本論では、こうしたデータから明らかになる現状を踏まえて QDB(およびオンラインテキスト)による教育支援の意義と問題点を論じる。オンライン小テストについては著者ら²⁾ですでに論じているので、今回はオンライン演習について主に論じることとする。

オンライン利用による教育支援の概要

まず、調査の対象とした「基礎解析学」の授業についてさらに説明しておく。これは一年前期の科目で、評価は 2 回のオンライン穴埋め式小テスト(各ウェイト 20%)と記述式の期末テスト(ウェイト 60%)で行う。小テストの内

*水産大学校水産流通経営学科 (Department of Fisheries Distribution and Management)

†別刷り請求先 (Corresponding author): kajitori@fish-u.ac.jp

容は導関数の計算と不定積分の計算、期末テストの内容は微積分の応用である。約 50 名のクラスが 4 クラスあり、二人の教員 (著者) で担当している。演習の時間はない。セミナーと呼ばれるリメディアル教育が基礎解析学の授業と平行して行われる。最初のセミナーで一年生全員がセミナーを受けるかどうかの基準とするプレースメントテストを受けるが、これは基礎解析学の評価には影響しない。

各科目のオンラインテキストは PDF のフォーマットで科目の HP にアップしてある。テキストによっては、オンライン演習ページや授業資料へのリンクを含んでいる。後に見るように学生は印刷物を望む傾向が強く、個々にオンラインテキストを印刷して持っているのが散見される。今回の基礎解析学のあるクラスでは担当教員の判断で、希望者を取りまとめてインターネット上の簡易印刷業者に印刷・製本を発注した。A5 版 100 ページ弱のリング製本で 1 冊約 570 円であった。

つぎに QDB^{1,2)} について説明する。

QDB は、数学 (統計) 問題のデータベースをベースにしたウェブアプリケーションである。QDB システムの概要を Fig.1 に示す。

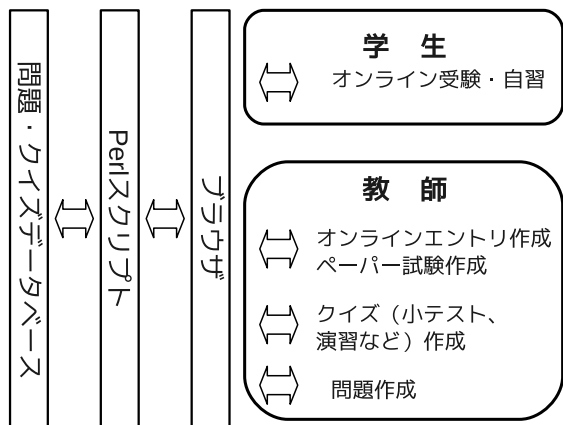


Fig.1 Outline of QDB system

QDB システムでは、小テスト・演習などをまとめてクイズと呼んでいる。QDB システムにおけるユーザーインターフェイスはパソコン上のウェブブラウザで、特に数式表示に MathML を使用する事情から現状では教師も学生も MathML にネイティブ対応している Firefox を使うことにしている (パソコン OS は問わない)。

クイズ作成は Fig.2 のクイズ作成・編集画面で行う。

ID	クイズ名	更新	作成	結果	削除
105	2012基礎解析学期末試験CD	更新	作成		削除
104	2012基礎解析学期末試験AB	更新	作成		削除
103	2012基礎解析学小テスト3再試験追試	更新	作成	結果	
102	2012基礎解析学小テスト3再試験	更新	作成	結果	
101	2012基礎解析学小テスト3 A,C	更新	作成	結果	
100	2012基礎解析学小テスト3 B,D	更新	作成	結果	
99	2012基礎解析学オンラインアンケート	更新	作成	結果	
98	2012基礎解析学セミナー演習9	更新	作成		削除
97	2012基礎解析学演習6	更新	作成		削除
96	2012基礎解析学セミナー演習8	更新	作成		削除
95	2012基礎解析学セミナー演習7	更新	作成		削除

Fig.2 A screen showing a list of quizzes

QDB に蓄えられた問題の ID 番号を指定して小テストや演習を構成する (構成する問題の ID 番号が Fig.2 の右方に見えている)。オンライン用の問題は穴埋め式か選択式であり、解答提出後即時自動採点が可能である。オンライン小テストとオンライン演習は、全く同じ QDB の問題データベースから出題される。

以下、オンライン演習を中心に説明する。

作成された演習はその ID 番号を使って科目のホームページなどにボタンを設ける (Fig.3)。

Fig.3 An example of course HPs

学生はこのボタンを押してログインを経て演習ページに入る (Fig.4)。問題ごとに答合せができる。答合せボタンを押すと正解か不正解が出る。ログインをするのは、個人の演習履歴を蓄え正解した問題に「済」マークを付すためである。学生は次回ログインしたとき済マークの付いてない問題から演習を再開できる。演習ページには構成する問題

がすべて表示され学生はどの問題からでも取り組める。

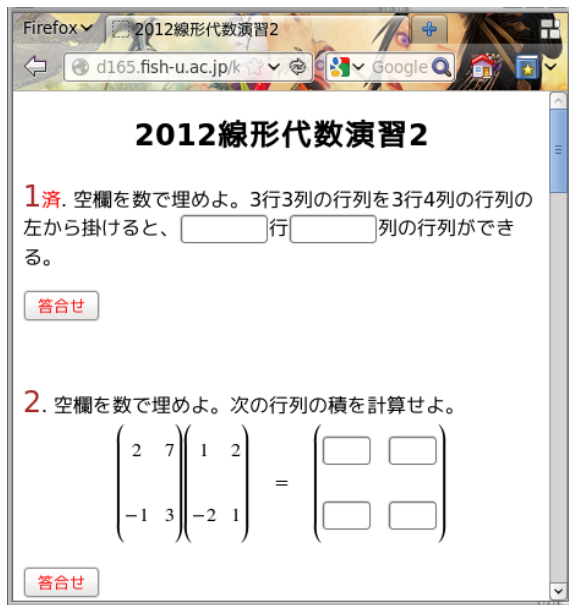


Fig.4 A screen showing an online exercise

さらに一つの演習の問題すべてに正解すると「祝完了!!!」のメッセージが出る。

オンライン小テスト、オンラインアンケートは、HPのリンクや教員の指定したURLから学生が(ログインなしで)ページに入るようになっており、小テストの場合は提出後すぐに採点結果が表示される。

オンラインアンケートについて

オンラインアンケートは基礎解析学の最後のオンライン小テストと合わせて無記名で行われた。内容は以下の各文に対し「よく当てはまる」「やや当てはまる」「どちらともいえない」「やや当てはまらない」「まったく当てはまらない」の5段階からの選択で回答するものである。各設問の後の数字は、「よく当てはまる」から「まったく当てはまらない」までに5点から1点を割り振ったときの全回答者平均である。

2012 基礎解析学オンラインアンケート

- Q1. まずテキストについてお聞きします。オンラインのテキストが存在することは有用であると思いますか。3.72
- Q2. 印刷物のテキストは必要である。4.11
- Q3. ここからはオンラインテストについてお伺いします。オンラインテストにおいて、ウェブブラウザ Firefox を選

- 択して立ち上げるのに戸惑いはなかった。3.62
- Q4. オンラインテストにおいて、指定された URL(テストページのアドレス)を入力するのに戸惑いはなかった。3.66
- Q5. オンラインテストにおいて、「提出」～「採点結果確認」までの操作に戸惑いはなかった。3.94
- Q6. オンラインテストにおいて、解答提出後すぐ採点結果がわかるのがよかった。4.56
- Q7. オンラインテストのために勉強に積極性が出た。3.57
- Q8. オンラインテストの難易度は適切であった。3.54
- Q9. オンラインテストの問題内容は適切であった。3.85
- Q10. オンラインテストの問題で数値がランダムに変わるのはいい。3.60
- Q11. 全体の評価におけるオンライン小テストの比重を増やしてほしい。3.33
- Q12. ここからはオンラインの問題演習についてお聞きします。オンライン演習をよく使いますか。2.82
- Q13. オンライン演習において、ウェブブラウザ Firefox を選択して立ち上げるのに戸惑いはなかった。3.45
- Q14. オンライン演習ページにログインするのに戸惑いはなかった。3.42
- Q15. オンライン演習のために学習の理解が進んだ。3.35
- Q16. オンライン演習で、正解した問題には「済」が表示され、すべて正解すると「祝完了」が出るのはよかった。3.77
- Q17. オンライン演習の問題で数値がランダムに変わるのはいい。3.59
- Q18. パソコン使用について伺います。普段からパソコンをよく使いますか。3.58
- Q19. 携帯について伺います。科目の携帯サイトがあればよいと思いますか。3.68
- Q20. 最後に、アンケートの内容に関する自由な感想を述べてください。

Table.1 には各設問の回答 1～5 の度数分布を示している(太字は最頻値の度数)。

Table 1. The frequencies of choices for each item of the questionnaire.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	All
1	12	9	18	17	14	2	16	16	6	27	25	58	19	21	24	16	23	24	19	366	
2	23	14	35	30	19	5	14	28	12	18	22	42	30	30	19	8	13	34	20	416	
3	48	31	40	44	34	19	78	58	63	50	80	37	70	70	86	74	65	35	51	1033	
4	68	57	49	49	53	36	52	66	47	44	44	36	36	42	37	49	48	54	919		
5	69	110	79	80	100	159	60	63	72	79	51	37	66	64	51	87	70	81	77	1455	

Q2 と Q11 以外はオンラインを肯定的にとらえているかを問うていると見ることができ、オンライン演習に関する設問を除けば全体的に5に近い(肯定的な)方に回答が寄っていると見ていいだろう。特に小テストにおける即

時採点 (Q6) は高く評価されている。ただし、Q3-5, Q13-14 は情報システムを使う上で問題は無いかを問うているのであるから、本来 Q6 並のレスポンスがないといけない。この点はまたのちに論ずる。

テキストについては、オンラインテキストをある程度評価しつつも、紙のテキストも強く望んでいることがはっきり出ている。オンラインテキストの利点は印刷製本費がかからない、よって改訂も簡単なこと、検索ができること、リンクなどにより他のリソースへの参照が容易にできることなど多くある。しかし一方、紙のテキストは自由に書き込みができ、操作を学習する必要もなく、電源の心配や精密機械としての扱いも必要ない。著者自身教師として教室でテキストを参照するときは紙のテキストの方が便利なことも多い。電子デバイスの飛躍的な改良と普及があるまでは当面、紙のテキストの価値を無視することはできないように思う。電子テキストに関しては、印刷製本にかかる費用負担と頒布の方法の問題、教室でプロジェクタで電子テキストをスクリーンに映して授業するときの視認性と教室の明るさ・スクリーンへの書き込み方法・黒板との併用の問題など現状考えるべきことが少なくないが、これについては別の機会に論じることとしたい。

オンライン小テストについては昨年度前期にこれに似たアンケートをした²⁾ことがあり、結果もほぼ似通っている。昨年度前期と違うのは、問題中の数値をランダムに変えて出題する仕組みを導入したことである (昨年度後期から)。この仕組みは演習においては同じ問題を違う数値で何度も取り組めるという利点があり、小テストにおいてもカンニング防止の効果がある。アンケートでの乱数使用の評価は小テストに関しても演習に関しても決して高くないが評価する声もある。教師側からすれば似たような問題をたくさん作らずに済むので問題の作成および出題がしやすくなった。また、Q7 は昨年度前期のオンライン小テストについてのアンケート²⁾でも訊いたことがあり、そのときの回答平均は 3.89 と高かったが、今回は 3.57 と高くはない。両アンケートとも回答者は同じ科目 (基礎解析学) の受講生であり違いの原因は不明であるが、この設問は本来テストへの評価として訊くのはやや勇み足であり、昨年度との授業全体の違い (実際ある) が影響しているのではないかと思われる。

PC の使用 (Q18) で 5 点 4 点を回答したのは全体の 60% 足らずで、PC の使用を想定している QDB システムとしては理想的な環境とはいいいかねる。しかし科目の携帯サイト希望 (Q19) の点数 (3.68) が高いわけではない。また

Q18, Q19 の点数の相関係数は -0.1 で相関はほぼない。携帯サイトに関してはコンテンツは主に演習になるであろうことから次節で論ずる。

つぎに、オンライン小テスト、オンライン演習の回答データにそれぞれ主成分分析を施した結果を Table.2 と Table.3 に示す。それぞれ一行目が固有値の平方根 (主成分の標準偏差)、最下行が主成分の累積寄与率である。

Table 2. The result of principal component analysis of the questionnaire on online-quiz.

stdev	2.33	1.48	1.21	1.05	0.95	0.86	0.74	0.65	0.53
Q3	-0.39	-0.50	-0.16	0.13	-0.02	-0.09	-0.63	0.37	-0.01
Q4	-0.36	-0.53	-0.07	-0.10	-0.19	0.52	0.37	-0.35	0.07
Q5	-0.38	-0.21	0.17	-0.12	0.48	-0.55	0.46	0.10	-0.10
Q6	-0.19	0.06	0.06	-0.07	-0.19	-0.46	-0.29	-0.67	0.42
Q7	-0.31	0.22	-0.13	0.37	-0.69	-0.26	0.31	0.20	-0.14
Q8	-0.37	0.33	0.21	0.43	0.29	0.31	0.03	0.15	0.56
Q9	-0.31	0.22	0.27	0.24	0.16	0.15	-0.24	-0.38	-0.69
Q10	-0.40	0.37	0.12	-0.75	-0.17	0.14	-0.11	0.23	-0.01
Q11	-0.18	0.27	-0.89	-0.03	0.29	0.02	0.03	-0.14	-0.05
accum	0.24	0.39	0.51	0.62	0.72				

Table 3. The result of principal component analysis of the questionnaire on online-exercise .

stdev	2.36	1.25	1.12	0.86	0.74	0.67
Q12	-0.46	0.38	-0.64	0.41	-0.08	-0.23
Q13	-0.40	-0.56	-0.12	0.24	-0.08	0.67
Q14	-0.41	-0.59	0.05	-0.17	0.13	-0.65
Q15	-0.41	0.22	0.04	-0.65	-0.59	0.11
Q16	-0.40	0.29	0.09	-0.30	0.78	0.23
Q17	-0.36	0.23	0.75	0.48	-0.16	-0.08
accum	0.34	0.52	0.68			

まずどちらの結果でも、第一主成分が「オンラインの方法に関して肯定的か」の指標になっている。またどちらの結果でも、第二主成分が「オンラインの仕組みに戸惑いながらも肯定的に取り組んでいるか」の指標になっている。つまり、学生全体としてオンライン授業に対する評価がまちまちであり、戸惑いながらも肯定的に取り組むかも個人によって差があるということであろう。第二主成分までの累積寄与率は小テストは 0.39 で演習が 0.52 であるから、このことは演習についてより当てはまるといえる。Firefox 使用についてはオンライン小テストでも (Q3) オンライン演習でも (Q13) 聞いているが、オンライン演習の方がアンケートの設問の平均点は低く、login への評価 (Q14) の低さともに教師のアテンドがない分戸惑い大きいと考えられる。全体的にも明らかにオンライン演習に対する評価は他に比して低い。これについては次節で論じた。

戸惑いをなくすためには、効果的なセッションを授業初期あるいはリメディアル授業を利用して行うべきである

う。QDB では数式の表示に MathML を用いている関係でブラウザは MathML にネイティブに対応している Firefox を指定している。これも戸惑いの一因であるが、この辺はウェブの数式表示の標準の確立を待つよりない。

小テストでは第三主成分までで累積寄与率が 0.51 に達するので、第三主成分も見ておこう。これは単純に見て「小テストの比率を増やすことは望まないか」の指標といえよう。このあたりの違いもあることを念頭におくべきであろう。

オンライン演習についての考察

まずオンライン演習使用の経緯について述べておく。QDB 使用のオンライン演習は、2011 年度は後期の 3 科目「確率統計学 (2 クラス)」「線形代数」「解析学」で使用した。2012 年度は前期に 1 科目「基礎解析学 (4 クラス)」で使用した。2012 年度後期は再び前年度と同じ科目で使用した。

2011 年度は演習の出題のしかたは 1 問ずつ表示し正解したら次の問題に進めるようにしていた。これはこれでチャレンジングな点でよいと考えたが、多くの学生から不評であった。実際このために演習に十分に取組みなかつたケースが多いと判断し、2012 年度からは一つの演習の問題を一度に同じページに表示し (Fig.4) どの問題からでも取り組めるようにした。しかしながら、学生の演習への取り組みは増えなかつた。2011 年度後期 3 科目 (対象学生数 248 人) のオンライン演習利用者数は 197 人、総使用回数 (解答提出数) は 12820 回であるのに対し、2012 年度の基礎解析学 (対象学生数 246 人) オンライン演習利用者数は 157 人、総使用回数 (解答提出数) は 11180 回であった。オンライン演習を利用しているかを問うたアンケートの設問 (Q12) の平均値が全設問中最低であったとおり、実際利用率は $157/246=64\%$ である。2011 年度後期も 2012 年度前期も対象学生数は 250 人弱で変わらない。利用者数が 2011 年度の方が多いのは、オンライン演習を本格的に取り入れるのが初めてということもあって授業中にオンライン演習のセッションをより多く持ったからである。オンライン演習使用者一人当たりの解答提出数は 2011 年度が 65 回に対し 2012 年度は 71 回と増えている。2012 年度に授業中の演習セッションをほとんど持たなかつたのは、無事に稼働することは前学期に確認しているし授業時間が逼迫していたためでもあるが、本来演習は授業時間以外に自主的に行うものという考えがあるからである。前節では戸惑

いへの対策として効果的なセッションを設けるとしたが、2011 年後学期は授業中にオンライン演習のセッションをしたわりには使用が伸びたとはいえない。セッションの内容の工夫とともに他のインセンティブも必要と思われる。

「e-learning は学習意識を向上させる」とは東條・一森ら³⁾の見解であるが、我々もオンライン小テストに関して同様の感触を持っているし、オンライン演習を高く評価する学生もいる。一方、(紙の)テキストだけで十分勉強できている学生もいることは、オンライン演習の履歴がなくてもよい成績をとっている学生がいることから明らかである。小テストや期末試験の問題はテキストの例題と問をベースに出題しているし、このことは学生にも前もって周知してある。演習の問題はテキストの例題と問の類題がほとんどである。したがってテキスト (と授業におけるテキストの例題と問の解説) だけで勉強は可能である。そのように勉強している学生のオンライン演習の評価は高くはないであろう (無記名アンケートなのでオンライン履修履歴や成績との突合せはできない)。学生によってオンライン演習の評価に差があることはある程度はしかたがないといえるし、オンライン演習の使用強制などは理想的な対策とはいえない。やはりどんな学生でも使いたくなるようなオンラインならではの魅力が必要であろう。

オンライン演習の利用率が低いこともあり、オンライン演習による理解を問うた設問 (Q15) の平均値は 3.35 と低いので演習の目的が果たされているとはいえない。演習は数学系科目 (数学・統計) にとっては重要なアクティビティであり、これにオンライン演習がどの程度寄与しているか (寄与できるか) を知ることは重要である。

そこで、オンライン演習履歴データと小テストデータをつき合わせてみる。基礎解析学のプレースメントテストを小テスト 1(q1)、導関数計算の小テストを小テスト 2(q2)、不定積分計算の小テストを小テスト 3(q3)、期末試験を f とする。q2 実施日までの演習解答提出数を c2、正解提出数を o2 とし、q2 再試実施後から q3 実施日までの演習解答提出数を c3、正解提出数を o3 とし、q3 再試実施後から期末までの演習解答提出数を cf、正解提出数を of とする。これら 4 つのテストの成績と演習使用履歴は学生ごとに照合できる。

演習の効果を見るために、横軸にプレースメントテスト (q1) の成績を縦軸に q2 と q3 の成績の平均をとり、演習をまったく使わなかつたグループ (青) と、40 回以上解答提出 ($c2+c3 \geq 40$) をしたグループの学生 (赤) について 2 つの成績の散布図をとったのが Fig.5 である (期末試験は記

述式で穴埋め式のオンライン演習とは内容的に関連が薄い上、期末試験前のオンライン演習をしている学生が多くないという理由で、小テストとオンライン演習の関係に絞っている)。明らかに、q1が同じ程度の成績の学生を比べれば、赤の学生達の方がq2,q3の点が高いことがわかる。

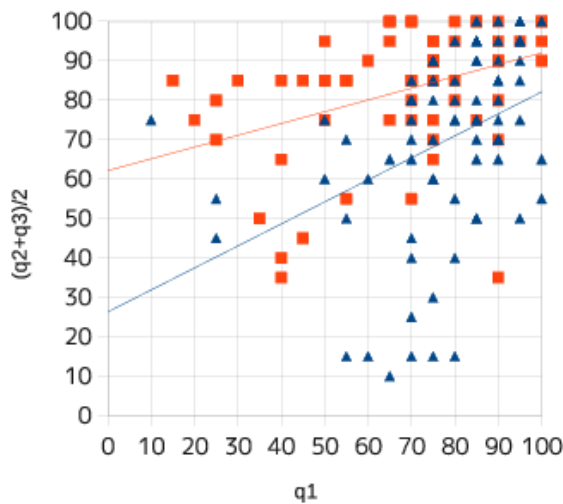


Fig.5 The scatter plot of q1 and (q2+q3)/2
 red: students using online-exercise 40 times or more
 blue: students not using online-exercise

つぎに同じデータで、属性(c2,o2,q2,c3,o3,q3,cf,of,f)からなる学生のレコードに対して主成分分析を行った結果がTable.4である。一行目が固有値の平方根(主成分の標準偏差)、最下行が主成分の累積寄与率である。

第1主成分は、演習を多く使用したかそしてq2,q3,fでそこそこの成績を残したかの指標といえる。この違いが一番目立つことが改めて演習の効果と演習を使わない学生が多いことを反映している。第2主成分は、演習を使用した

Table 4. The result of principal component analysis of the exercise and quiz data.

stdev	1.97	1.44	1.24	0.98	0.77	0.68	0.61	0.25	0.20	0.17
q1	0.01	-0.50	0.01	0.39	0.65	-0.40	-0.03	-0.02	-0.09	-0.01
c2	0.40	0.28	-0.10	-0.34	0.29	-0.04	-0.15	-0.09	-0.62	-0.36
o2	0.42	0.20	-0.11	-0.33	0.38	-0.08	-0.19	0.15	0.53	0.42
q2	0.25	-0.37	-0.30	-0.34	-0.14	-0.15	0.74	0.00	0.00	0.00
c3	0.38	0.23	-0.15	0.53	-0.14	0.05	0.16	0.04	-0.37	0.56
o3	0.41	0.19	-0.15	0.46	-0.06	0.04	0.10	-0.02	0.42	-0.60
q3	0.23	-0.39	-0.32	-0.04	-0.50	-0.33	-0.58	-0.02	-0.02	0.00
cf	0.32	-0.11	0.59	-0.05	-0.10	-0.06	0.02	-0.71	0.08	0.10
of	0.28	-0.13	0.63	-0.03	-0.16	-0.11	0.03	0.68	-0.08	-0.08
f	0.22	-0.48	-0.05	-0.01	0.13	0.82	-0.14	0.04	-0.03	0.01
accum	0.24	0.41	0.56	0.68						

割には成績は伸びない傾向を測る指標といえる。実際前述のようにオンライン演習を使わなくても成績が良い場合、

反対に演習の効果が上がっていない場合もあることは元データを見ると確認できる。第3主成分は、成績に関わる小テストの点がよくなかったので期末で取り返そうと期末の演習を多くこなした傾向の指標である。逆に小テストの点がよかったので期末前の演習はしなかった学生の存在を示している。

QDBによるオンライン演習は、小テストの成績向上に効果はあるが、中には効果のない場合もあり、また多くの学生が自主的に使うようにはなっておらず改善が必要であることが明らかとなった。

オンライン演習システムは教師にとっては紙にプリントしたり黒板に清書したりしないで済むこと、オンライン小テストと同じ問題ベースを使えることのメリットがある。また履歴を見れば学生の取り組み状況を確認できる。学生にとっては答合せが瞬時にできること、自動で「済」マークや「祝完了!!!」が表示されること、プリントの管理が必要ないこと、オンライン小テストと同形式で内容的にも近いのでオンライン小テストの準備に適していることなどがメリットと考えられる。しかし現状は学生が十分に活用しているとはいえない。もっと学生が進んで使うようなものにしなければならない。以下、アンケートの結果も参照しながら問題点を具体的に洗い出し、QDBによるオンライン演習の改善策を探る。

Q20(フリーコメント)の回答を見ると「演習に解説がほしい」という趣旨の書き込みが目立った。白田の選好分析⁴⁾によれば、学生が数学教育においてもっとも重要視するのは「少しわからないときの質問方法」でありその方法としてもっとも効用値が高いのは「先生に質問すること」である。授業中の演習セッションでは質問に答えることはしばしばあり、学生が前に進めなくなったときの対処法として教師のアテンドが効果的なことは明らかと思われる。わからないときの対処方法をしっかり実装すれば(紙のテキストに対するアドバンテージともなり)、すべての学生にとってメリットがあると思われる。

以下その対処方法について論ずる。

実は、QDBの問題には教師がヒントをつけられるようになっていて、ヒントがついた問題は表示される時ヒントボタンが現れ、押すとヒントが表示されるようになっている。しかし実際にはほとんどの問題にヒントをつけていない。学生が何が分からないかを予想し効果的なヒントをつけることは難しいし解説の需要が大きいと認識していなかったからであるが、試行を重ねていけばどういったヒントをつければよいかもつかめてくるであろうから試行を

してみなければならぬ。ヒントボタンを押すと例題を表示することも考えられる。QDB では期末試験のこともあり記述式の問題も作成できる。記述式の問題の場合「答合せ」ボタンを押すと解答が現れるようになっているので、そのままこの例題として使える。

オンラインテキスト中の関連場所へのリンクを張ることも考えられる。テキスト中のターゲット(リンクから飛ぶ場所)をどう指定するか(ページ指定だとテキスト改訂でページ番号が変わり困る)と、PDF の場合ブラウザの外で開く設定にしているとリンクからターゲットに飛ばずにファイルの先頭に飛ぶなどいろいろ問題はありそうだが試行してみる価値はある。将来的には印刷イメージは単なる一つの表示形態になるだろうから中長期的に情報技術の進歩を見込んだインテリジェントなテキストを目指すのは当然であるが、現時点ではその具体的な姿を模索する必要がある。

現状 QDB における問題の自動正誤判定は、問題の解答欄が複数あっても問題全体として「正解」か「不正解」かの二つの表示しかない。オンライン演習でもオンライン小テストでも部分評価(部分点)をなんらかの形でするように検討したい。

学習者に「適応的に」対応する(出題する)自習システムの研究もなされている⁵⁶⁾。中村ほか⁷⁾に見られるように、チューターの負担をシステムの工夫で軽減するといった方向もある。QDB はプレースメントテストにおいて素早く結果を集計する必要性から始まったもので、未だに教師側の効率を高める機能に偏しているきらいがある。QDB のオンライン演習が不評なのも効率以外のところで評価されるからであろう。上記の業績のようにインテリジェントな機能および教師側の手間をかける方向を追求することも十分視野に入れていきたい。しかしながら問題ごとに入念な作り込みを必要とするようなシステムでは問題数を増やしていくのが難しくなる。維持発展の容易さとのバランスには留意しなければならないと考える。

携帯では当然 PC に比べ画面表示や入力に制限があるので、PC を想定している QDB のコンテンツをそのまま携帯で実行できるようにするのは無理がある。また PC 用サイトとは別に携帯用サイトとそのコンテンツを管理するのはかなりの負担である。アンケート Q19 においては携帯コンテンツを具体的に示唆したわけではないので、Q19 の回答の点数が高くないのはこの辺の事情を斟酌したのかもしれない。携帯用数学ラーニングシステム⁸⁾が高専用に開発利用されていて、インターネット経由で誰でも(PC からで

も)使えるようになっている。携帯でも解答入力が簡単にできるように問題は選択式になっている。QDB でも選択式の問題を作ることができるが、携帯でも可能な問題にフラグを立て、フラグの立った問題は携帯でも取り組めるようにすることも考えられよう。将来の携帯対応は視野に入れておきたい。

総括

アンケート調査結果と演習履歴データと小テストの成績データを検討してみて、授業はやりっぱなしではなくきちんと評価し見直していくことの重要性を感じる。システムを改変する方向としてはいろいろあるわけであるが、学生の需要などデータを分析することで初めて見えてくる問題に答える形で改善するという方向性が得られたことに意義があると思う。

前節までの改善案はさっそく試行をしてその効果を検証したい。きめ細かい対応のできるシステムを目指すことは必要であるが、同時に現在進行形のシステムに対して教師が使用上の留意点を的確に伝えるなど必要なコミュニケーションを怠らなければ解決できる問題もある。現時点での情報環境に合わせたシステム実装とシステム運用を考えることも必要である。オンラインテキスト、オンライン小テスト、オンライン演習、さらにオフラインでの教育手段のコラボレーションの中でトータルでの教育効果が評価されるべきであるのはいうまでもない。情報技術の進歩に伴いいろいろな教育支援手法がより柔軟な形で提供できるようになっていくが、一人の学生にとってまとまりのある統一的な学習手段となるようなシステムを目指したい。

参考文献

- 1) 楢取和明, 青木邦匡: 数式記述言語 MathML による数学問題データベースの活用, 水大研報 59(2), 85-91 (2010)
- 2) 楢取和明, 青木邦匡: 数学問題データベースシステムによる数学の試験実施支援, 教育システム情報学会誌, 29(2), (2012)
- 3) 東條訓子, 一森勇人: 英語資格試験対策としての e-ラーニング - e-ラーニングが合格率を上げたのか -, 日本工学教育協会, 講演会論文集 平成 17 年度, 298-299 (2005)
- 4) 白田由香利: 経営学科学生の数学教育環境に関する選好分析, 学習院大学経済論集 45(4), 293-302 (2009)

- 5) 吉田賢史, 宮崎光二, 中上香代子, 中山弘隆: e-Learning における適応的コンテンツ配信制御, メディア教育研究 2(1), 81-91 (2005)
- 6) 横田壽: 学習者対応型知的チュータシステム, IT 活用教育方法研究 11(1), 6-10 (2008)
- 7) 中村晃, 青木克比古: ネット版工学基礎教育センターへの展開 - 授業支援「おタスケケータイ」とeラーニング教材との連携 -, 工学・工業教育研究講演会講演論文集平成20年度, 442-443 (2008)
- 8) 古川真衣, 村本充, 三上剛, 黒川友紀: 携帯端末用数学一問一答式eラーニングシステムの開発と運用, 教育システム情報学会研究報告 27(2), 81-86 (2012)