

教員の負担軽減と学生の計算力向上を目指した e-Learning system の構築とブレンド型演習の実践

東京都立産業技術高等専門学校・ものづくり工学科 齋藤 純一 (Jun-ichi Saito)

Department of Monodukuri Engineering,
Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

1 はじめに

平成 16 年, 我々は数学に関する e-Learning system (以下「システム」) を開発・構築し, 平成 17 年度より都立産業技術高等専門学校荒川キャンパス¹ (以下「本校」) で低学年の数学の授業と平行してシステムを活用し始めた. その後, 毎年度末に学生の使用状況と学力への影響, システムに関する学生対象のアンケート等の調査を行い, その調査結果をふまえた上でのシステムおよびその活用方法の修正・改良を毎年行ってきた. そして構築から 9 年後, 平成 25 年度でのシステムとその活用方法について年度末の調査から, 一定の効果が得られる形ができたのではないかと考えられる結果が得られた.

本稿では, 我々が開発・構築したシステムおよび年度ごとの修正・改良の内容を述べ, 平成 25 年度当初でのシステムを活用したブレンド型演習およびその効果について報告する. ここでの「ブレンド型演習」とは, 問題演習を主とした授業において, システムを授業外だけではなく授業内でも活用する演習と定義する. ただし授業内の演習すべてにおいてシステムを活用するのではなく, 基礎的・基本的な内容の問題演習のみをシステムに任せた.

次節ではシステムについて, 平成 25 年度までになぜそのような形に到達したかが分かるよう, 平成 17 年度からのシステムの変遷を述べながら内容を紹介する. 第 3 節では, 平成 25 年度前期に形成されたシステムを元に行ったブレンド型演習の実践内容, およびその学習効果等について述べる.

2 システムの変遷と現状

本節では, 平成 16 年から平成 18 年度, 平成 19 年度から平成 21 年度, 平成 22 年度以降の 3 つの期間に分けシステムの変遷と現状を説明する.

2.1 平成 16 年から平成 18 年度まで

まず, システムの開発の動機は, 当時の本校学生に対する「基礎学力の不足」の解決のためであった. ここでの基礎学力とは, 専門科目の授業における数学的な内容 (微分

¹平成 17 年度当時は都立航空工業高等専門学校

積分や微分方程式など)を理解するための基礎的・基本的な知識の定着度や計算力と定める。具体的には、知識であれば三角関数の代表的な値($\sin \pi/3$ など)や指数・対数の性質など、計算力であれば展開や因数分解、指数・対数などの式変形、また初等関数の微分や積分など、高等学校および大学初等年度で学ぶ基本的な数学の内容を指す。基礎学力が不足すると、例えば微分方程式の授業で一般解や特殊解の求め方を説明している際に、不定積分の公式や指数・対数の計算方法等、知識や計算力の確認を授業内に行わなければならないことになり、説明が冗長になりかえって要点が分かりにくい授業となる場合が多い。学生に対し授業外で基礎学力の不足を補ってほしいという思いから、システムを開発することにした。

平成16年に開発を始めたシステムは、大きく分けて問題演習用プログラム(以下「コンテンツ」とアカウントおよび成績管理用プログラムの2つで構成した。コンテンツは前述した知識の定着を目的とした。具体的には5肢択一形式の選択問題を10問程度出題するもので、各問題の出題順や正答と誤答の並び順はランダムに入れ替わるようにし、正確に覚えることを意識付けた。誤答を選んだ場合には正答が表示されるようにし、知識の定着を確実に図れるものとした。また「暗記」を目的とした学習を行うシステムとしたため、コンテンツやシステムそのものが簡略化でき、携帯電話からも学習が行えるシステムが構築できた。

開発したシステムは「Web自習システム」と名付け、平成17年度から実際の授業と平行して活用した。授業は第1学年の「基礎数学2」であり、内容は三角関数が主であった。ゆえにコンテンツは三角関数に関するものを主とした。活用方法については、学生に授業外にシステムへアクセスさせ、コンテンツから出題される選択問題をすべて正解するようにくり返し解くことを指導した。インセンティブとして、後期末までに全問正解した回数に応じた点数を、年度末の学業成績の評価点に加えるようにした。年度末の調査では、携帯電話からもアクセスできることから、学生のアクセス状況は良く、アンケートによる評価も良いものとなった。以上の詳細については文献[1]をご参照いただきたい。

平成18年度では、第2学年の授業「微分積分」と平行して活用した。活用方法は、2,3週間を1つの期間とし、期間ごとに異なるコンテンツを学生に使用させ、減り張りをつけた。コンテンツは微分と積分に関するもので、期間中に行われている授業の内容と一致するものとした。

なおコンテンツは、選択問題だけではなく穴埋め問題を出題するものも新たに開発した。穴埋め問題に含まれる数値はランダムに表示されるようにし、くり返し解く際に続けて同じ問題が出ないよう工夫をした。

年度末の使用状況調査であるが、平成17年度と比較するとアクセス状況が悪化したことが分かった。主な原因として、携帯電話からのアクセスに対するパケット通信料の発生があった。当時のシステムでは携帯電話の場合、コンテンツから出された問題に対する解答の正誤の判断はサーバサイドで行っている。問題を解くたびにパケット通信を行うので、微分積分のコンテンツ数が基礎数学2のそれより多かったこともあり、料金が高くなったと考えられた。このことから、解答の正誤判断をクライアントサイドで行えるようなコンテンツの開発が課題となった。詳しくは文献[3]をご参照いただきたい。

2.2 平成19年度から平成21年度まで

平成18年度末に明らかとなった課題は、コンテンツをアドビシステムズ社の「Flash」で開発することにより解決した。開発したコンテンツは携帯電話に保存することができ、このことからパケット通信を行わずともくり返し問題が解けるようになった。

平成19年度以降はシステムの名前を「Web-J」とし、学生がより継続的かつ能動的にシステムを使用することを期待して、コンテンツおよび活用方法に工夫を加えた。活用方法については、インセンティブをさらに与えるようにした。具体的には、加点を若干多くしたことと、コンテンツから出題された問題とほぼ同じものを定期試験に出題するようにしたことである。コンテンツに関する工夫としては、「穴埋め問題」とは別の、学生の計算力向上を狙ったものを開発したことである。具体的には、「手順を踏む問題」というコンテンツを新たに作成した。

「手順を踏む問題」は解法を幾つかの手順に分け、手順に従いながら解答していくものであり、複数の「選択問題」または「穴埋め問題」を組合わせた形になっている。例えば三角関数の定積分の問題では図1のように解法を4つに分けその手順を示しながら解答していく。他にも関数の最大・最小に関する問題や置換積分・部分積分の問題などを用意した。

手順1. 微分せよ。 $t = \sin x$ としたので $dt =$ <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; margin: 10px 0;"> <tr> <td style="padding: 5px;">1 $\sin x dx$</td> <td style="padding: 5px;">2 $-\sin x dx$</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">3 $\cos x dx$</td> <td style="padding: 5px;">4 $-\cos x dx$</td> </tr> </table> あと27秒 ※ 問題に合う解答を1~4から選択	1 $\sin x dx$	2 $-\sin x dx$	3 $\cos x dx$	4 $-\cos x dx$	手順2. t の値を求めよ。 $t = \sin x$ なので $x = 0$ のとき $t = 0$, $x = \frac{\pi}{4}$ のとき $t = \sqrt{\square}$ あと12秒 answer! <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; margin: 10px 0;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>− (マイナス)</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>0</td><td>(クリアー)</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	− (マイナス)	6	7	8	9	0	(クリアー)								
1 $\sin x dx$	2 $-\sin x dx$																								
3 $\cos x dx$	4 $-\cos x dx$																								
1	2	3	4	5	− (マイナス)																				
6	7	8	9	0	(クリアー)																				
手順3. 不定積分せよ。 $\int_0^{\frac{\pi}{4}} 64 \sin^3 x \cos x dx = \int_0^{\frac{\sqrt{2}}{2}} 64 t^3 dt = \left[\square t^4 \right]_0^{\frac{\sqrt{2}}{2}}$ あと25秒 answer! <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; margin: 10px 0;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>− (マイナス)</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>0</td><td>(クリアー)</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	− (マイナス)	6	7	8	9	0	(クリアー)	手順4. 計算せよ。 $\int_0^{\frac{\sqrt{2}}{2}} 64 t^3 dt = \left[16 t^4 \right]_0^{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \square$ あと29秒 answer! <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; margin: 10px 0;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>− (マイナス)</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>0</td><td>(クリアー)</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	− (マイナス)	6	7	8	9	0	(クリアー)
1	2	3	4	5	− (マイナス)																				
6	7	8	9	0	(クリアー)																				
1	2	3	4	5	− (マイナス)																				
6	7	8	9	0	(クリアー)																				

図1. 手順を踏む問題の例（解答の手順1から手順4）

「穴埋め問題」は、表示される計算問題の途中式の1ヶ所が空欄になっており、数字キーで適当な数字を入力して解答する形式である。これは、携帯電話からのアクセスを考慮して操作を単純にするためであった。しかし、このことが新たな問題を生じさせた。

携帯電話からアクセスしコンテンツを受けられるようにするには、数値の入力方法を単純化する必要があった。また、暗算で済むような問題にするために、解答が単純な数値になるようなものにせざるを得なかった。これらのことを考慮した結果、問題と解答の数値がパターン化され覚えやすくなってしまった。

つまり「穴埋め問題」では空欄のまま解答をすると正答が表示されることから、正答を覚えれば次回以降の出題の際に計算せず解答できる。このように問題をこなしていた学生が少なからずいたことが、年度末の調査で分かった。「穴埋め問題」は計算力向上を目標としていたが、利用方法によっては失われてしまうことが分かった。「手順を踏む問題」を作成した目的も学生の計算力向上であったが、「穴埋め問題」が含まれていることから、こちらも期待外れとなった。このため、システムの改良を再度行うこととなった。

以上の詳細や平成 19 年度から 21 年度までの年度末の調査等については文献 [4] をご参照いただきたい。

2.3 平成 22 年度以降

平成 21 年度までの反省点を踏まえ、平成 22 年度に学生の計算力向上が真に期待できるコンテンツを開発した。具体的には以下の通りである。

新しいコンテンツ「Web-J プリント」は、Web-J 従来のコンテンツのように Web 上で学習するものではなく、学生にプリントアウトさせ紙上で実際に手を動かして計算させることを意識したものとした。Web-J プリントにアクセスすると、まずは出題する問題数と解答形式を問う Web ページが表示される。解答形式は穴埋めまたは筆記の 2 種類である。問題数を選択した後、例えば穴埋め形式を選択すると「問題」と「空欄を含む解答」が現れ、筆記形式を選択すると「問題」のみ Web ページに現れる。なお、穴埋め形式は Web-J の「穴埋め問題」とは違い空欄が複数あり、ある程度の計算量を必要とする問題となっている。

2 形式とも、Web ページ右下に「印刷する」「答を表示する」「もどる」の 3 つのボタンが表示される。「印刷する」を押すと、3 つのボタンを消去した画面をプリントアウトし、「答を表示する」を押すと、出題されているすべての問題の答が表示される。なお Web-J プリントは、アクセスするたびに問題の数値や順番が異なる問題演習プリントが作成されるようになっている。詳しくは文献 [5] や [6] をご参照いただきたい。

活用方法であるが、平成 24 年度末までは web 上にアップし学生が自由に使えるようにしていたが、加点等のインセンティブは与えなかった。そのためか使用する学生は若干名であったが、使用した学生からの評価は良かった。また、演習問題および解答が簡単に作成できるため、我々教員が授業中の問題演習に活用することが多々あった。教員の負担軽減と学生の計算力向上にある程度貢献できるコンテンツであると考えられるが、学生が自ら進んで使用しないところに、我々は不満があった。

そこで平成 25 年度に、Web-J プリントの使用状況改善のため、Web-J と Web-J プリントを組み合わせ、次のような段階的な学習ができるシステムを構築した。

- 第 1 段階 よく使われる数値や公式を確実に覚えるための基礎的問題の演習
(公式を示す等ヒントのある演習、または二択等の簡単な選択問題の演習)

第2段階 記憶した数値や公式の定着を図るための基礎的問題の演習

(暗算で解ける程度の計算問題の演習, または肢の多い選択問題の演習)

第3段階 記憶した数値や公式を利用する標準的問題の演習

(筆算を必要とするような難度の問題の演習, 紙ベースでの演習も含む)

第1段階, 第2段階, 第3段階で使用する Web-J のコンテンツをそれぞれ「基礎演習」「標準演習」「Web プリント」と名付けた。「基礎演習」と「標準演習」は 2.2 節で述べたコンテンツを改良したもの, Web プリントは Web-J プリントを以下のように改良したものである。

まず, 穴埋め形式のみ表示するようにした (図 3)。また「答を表示する」ボタンの代わりに「答え合わせをする」ボタンを設けた。空欄に数値などを入力してから押すと図 4 のようにマルとバツが付けられ, 正答率が表示される。図 4 の下部にある「再チャレンジ」ボタンを押すと再度問題が表示されるが, 前回とは異なる問題が並ぶ。問題に含まれる数値もランダムに決められるため, 複数の学生がそれぞれのパソコンで Web プリントへ同時にアクセスしたとしても, まったく同じ問題が並ぶことはほぼありえない。個々の学生にしっかり計算をさせるためのコンテンツとなっている。

なお, 答え合わせを行っても正答は表示されない。当時, この点が学生に不評であり, 改良を必要としていたが, 現在, 入力した数値等が間違えている欄に「×」を表示させるようにした。どこで間違えたかが分かるので, 学生自身が間違いやすいところを確認できる。これにより, 学生の計算力がさらに向上することを期待している。

指数と対数の関係
問. X の値を求めよ.

クラス _____ 番号 _____ 名前 _____

(1) $\log_3 \frac{1}{27} = X$
 $\square = \square$
 $X = \square$

(2) $\log_2 16 = X$
 $\square = \square$
 $X = \square$

(3) $\log_5 X = 3$
 $\square = X$
 $X = \square$

(4) $\log_x 36 = 2$
 $x^\square = \square$
 $X = \square$

(5) $\log_2 64 = X$
 $\square = \square$
 $X = \square$

(6) $\log_x 6 = \frac{1}{2}$
 $x^\square = \square$
 $X = \square$

(7) $\log_3 X = 2$
 $\square = X$
 $X = \square$

(8) $\log_4 \frac{1}{16} = X$
 $\square = \square$
 $X = \square$

答え合わせをする 印刷する

図 3. Web プリント (指数・対数の関係)

指数と対数の関係
問. X の値を求めよ.

クラス _____ 番号 _____ 名前 _____

(1) $\log_3 \frac{1}{27} = X$
 $\square = \frac{1}{27}$
 $X = -3$

(2) $\log_2 16 = X$
 $\square = \square$
 $X = \square$

(3) $\log_5 X = 3$
 $\square = X$
 $X = 125$

(4) $\log_x 36 = 2$
 $x^\square = \square$
 $X = \square$

(5) $\log_2 64 = X$
 $\square = \square$
 $X = \square$

(6) $\log_x 6 = \frac{1}{2}$
 $x^\square = \square$
 $X = \square$

(7) $\log_3 X = 2$
 $\square = X$
 $X = 9$

(8) $\log_4 \frac{1}{16} = X$
 $\square = \square$
 $X = \square$

正答率は 37 %です 再チャレンジしよう!

成績を記録する 再チャレンジ!

図 4. 採点後の Web プリント

以上の詳細については文献 [7] をご参照いただきたい。

次節では、上記システムを用いたブレンド型演習の実践について述べる。

3 ブレンド型演習の実践内容と効果

ここでは、我々が実践したブレンド型演習の内容と実践の中での Web-J の活用方法、実践による効果について述べる。

なお、実践を行ったのは「基礎数学演習」という第 1 学年の後期開講の選択授業である。前期末に学生に対し履修希望調査を行い、希望者多数の場合は 45 名をめぐりに抽選を行うが、基本的には数学の成績が芳しくない学生を優先的に履修させている。また、平成 25 年度での本校の 1 教科における授業時間は $50 \times 2 = 100$ 分であり、50 分行った後に 5 分の休憩をはさんでいる。

3.1 実践内容

基礎数学演習は第 1 学年で学ぶ数学の内容全体を対象に、主に問題演習を行う授業である。前期で学んだ内容は復習として扱い、後期に学ぶ内容は他の数学の授業の後を追うように、やはり復習として扱う。本校では、半期の授業は中間試験を含めると 15 回行われる。基礎数学演習では中間試験を実施しないため、14 回の授業を行った。平成 25 年度は第 1 学年で学ぶ数学の内容から特に重要と考えられるものを抽出し、以下の通り 4 つに分けて授業で扱った。

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| (i) 展開と因数分解・方程式・三角比 | (ii) 不等式・2 次関数・三角関数の値 |
| (iii) 指数・対数の計算 | (iv) 場合の数・数列 |

上記の (i), (ii) と (iv) を 3 回ずつ、(iii) は 5 回、授業を行った。内容ごとの授業の流れは以下の通りである。

- ① 理解度確認テスト（学生自身で出来ないこと、分からないことを確認）
- ② Web-J を利用した演習（定義や公式等の確認と記憶、および定着）
- ③ プリントを利用した、筆算を必要とするような問題演習（計算力の向上）

具体的には、各 (i)～(iv) の 1 回目の授業で ① を、2 回目で ② を、3 回目で ③ を行った。(iii) についてはさらに 4 回目で ②、5 回目で ③ を行った。(iii) のみこのようにした理由は、(iii) を扱っている期間の途中に冬休みがあり、それによって定着が弱くなることを避けるためである。以下では ① から ③ についてさらに詳しく説明する。

① は、定期試験とほぼ同様の形式でテストを行った。問題は教科書にある問と同様の難度とし、計算問題のみとして応用的な問題は含めていない。テストは 50 分間で行い、

テスト終了後は学生自身に採点をさせた。採点の際、教員は各問題に対し簡単な解説を行い、学生に対し間違った原因や分からなかった原因を確認するよう促した。

②は本校の端末室（ネット環境の整ったパソコンがクラス人数分ある教室）で行った。学生は各自のパソコンでWeb-Jにアクセスし、基礎演習のコンテンツから演習を開始した。標準演習のボタンは基礎演習で全問正解を2回達成すると現れるようになっており、Webプリントのボタンも、標準演習で全問正解を2回達成すると現れる。前節で説明した第1段階から第3段階までの演習を、すべての学生が必ず行うようになっている。さらに第1段階と第2段階では正答が表示されるため、個々の学生の理解度や定着度に合わせた自学自習ができる。つまり定義や公式、数値等の記憶と定着に係る学習については、教員にかかる負担がほとんどない。

学生は授業時間内にWebプリントまでを演習し、Webプリントで正答率70%以上を2回達成したらこの授業での目標を達成、とした。なおWebプリントは答え合わせの際に正答が表示されないため、誤答に関して学生からの質問を受けることがあった。この点においては教員の負担がかからないとはいえないが、質問件数は少なく質問内容も基本的であるので小さな負担であると考えてよい。

②ではすべての学生が授業時間内にWebプリントまでを演習していたが、正答率70%以上を2回達成できない学生は单元によって若干名いた。時間内に達成できなかった場合は、次回までに自宅等のパソコンで演習し達成するように指導した。また、早めに目標を達成した学生には、解けなくて困っている学生に解き方を教えるよう指示をした。

③は講義室にて、紙ベースの問題プリントを学生に与え演習を行った。問題プリントは2種類用意し、まずは学生にWebプリントを印刷したものを与えて演習をさせた。Webベースで演習したものと同様の問題プリントを演習することにより、Web-Jで習得した事柄が紙ベースでの演習にも役立つことを、学生が気づくようにした。問題をすべて解いた学生はプリントを教員のもとへ提出し、プリントを受け取った教員は学生の目の前で答え合わせを行った。そこで間違えた問題があれば、間違えた原因を明確にさせてから解き直しをさせ、全問正解であればもう1つの問題プリントを学生に渡してさらに演習をさせた。

もう1つの問題プリントは、筆算を必要とする問題を10問から15問ほど含めたものとした。問題は教科書の問と同等または難度を少し高めにした。また学生には後で解き直しができるようノートに解答を記すように指示をした。解き終えた学生はノートを教員に提出し、やはり学生の目の前で教員が答え合わせを行った。間違えた問題があれば、学生に間違えた原因を明確させたのちに解き直しをさせ、全問正解であればこの授業での目標を達成、とした。なお、2種類の問題プリントを授業時間内に解き終えなかった学生はいなかった。ただし解き直したものを再提出できなかった学生は毎回若干名おり、その場合は課題として次の授業の際に提出させた。

以上は授業内での内容であるが、②については授業外でも学生に課した。ただし、あまり負担のないよう「標準演習」と「Webプリント」のみを、1週間を1つの期間として複数期間に演習させるようにした。複数期間に演習させたのは、エビングハウスの忘却曲線を意識してのことである。なお年度末の調査では、授業外でのコンテンツの使用状況も非常に良いことが分かった。詳しくは文献[7]をご参照いただきたい。

3.2 実践による効果

ここでは、学力への影響をみる。具体的には平成 25 年度の基礎数学演習を受講した学生（以下「受講者」）と受講していない学生の、各定期試験の平均点を比較する。なお受講者数は 45 名であり、それ以外の学生数は 118 名である。

表 1. 受講者とそれ以外の各定期試験に対する平均点と差

	前期中間	前期期末	後期中間	後期期末
受講者	68.8	61.8	55.0	69.1
上以外	76.1	69.8	63.2	70.0
差	-7.3	-8.0	-8.2	-0.9

表 1 から分かる通り、前期中間から後期中間までの定期試験の平均点の差は 7 点から 8 点と多少差がひらいているが、後期末試験では 0.9 点と差が縮まっている。これらの差が有意であるか調べるため、 t 検定を行い検討する。そのために分散値を求め、2 標本を使った分散の検定（F 検定）を行った。F 検定の結果により、表 2 のように分散値の差が有意であるか否かが分かった。なお、片側検定で有意水準は 5% としている。

表 2. 受講者とそれ以外の各定期試験に対する分散と有意差

	前期中間	前期期末	後期中間	後期期末
受講者	73.7	118.2	148.9	99.1
上以外	24.2	74.4	93.9	111.7
有意差	有	有	有	無

表の通り後期末試験のみ有意差が認められなかったもので、後期末は等分散を仮定した 2 標本による検定を行い、それ以外は分散が等しくないと仮定した 2 標本による検定を行った。こちらは両側検定で有意水準は 1% とした。

表 3. t 検定による t 値、確率および有意差

	前期中間	前期期末	後期中間	後期期末
t 値	5.40	4.44	4.00	0.46
確率	0.000001	0.000035	0.000163	0.643934
有意差	有	有	有	無

その結果、後期末試験の場合のみ確率が 1% より大きい値となり、平均点の有意差は認められなかった。以上のことから統計学的に、受講者とそれ以外の学生に対するそれぞれの数学における定期試験の平均点に対し、前期中間試験から後期中間試験までは差が認められていたが、後期末試験の時点では差が認められなくなった、といえる。もちろん他の要因もあると思われるが、今回の実践が学力に影響を及ぼした可能性は非常に大きいと我々は考える。

4 おわりに

前節で述べたように、我々が実践したブレンド型演習は、学生の数学に関する学力に良い影響を与えたと考えられる。今回の実践は成功したと我々は結論する。

我々は平成 16 年にシステムの開発を開始し、低学年の学生を対象に活用しシステムの内容や活用方法の改良を現在までくり返し行ってきたが、今回の実践の中での活用において、目標であった「計算力の向上」に役立てることができた。学生の基礎学力向上を想い開発し改良を重ねた立場として、非常に喜ばしい限りである。今後も活用を続け、さらによりシステムとなるよう改良を続けていきたい。

なお、システムについては大学初等年度で学ぶ「微分積分」に関するものも開発・構築しており、そのシステムは本校以外の教育研究機関で活用されている ([2] をご参照いただきたい)。こちらについても大学に合わせたシステムの改良等を適宜行っているが、今後はブレンド型演習等、大学教育においても効果の望める活用方法も研究していきたいと考えている。

参考文献

- [1] 齋藤純一，向山一男，パソコン・携帯電話を利用した授業補助的 e-learning システムとその活用，日本数学教育学会高専・大学部会論文誌 Vol.13 No. 1, pp.71-78, 2006.
- [2] 齋藤純一，山方竜二，講義の補助を目的とした e-learning システムの開発と活用方法，高等教育ジャーナル No.15, pp.61-66, 2007.
- [3] 齋藤純一，向山一男，数学の授業における理解を補助する e-Learning システムの活用と問題点，日本数学教育学会高専・大学部会論文誌 Vol.14 No. 1, pp.41-50, 2007.
- [4] 齋藤純一，向山一男，能動的な e ラーニングシステムの構築をめざして，日本数学教育学会高専・大学部会論文誌 Vol.16 No.1, pp.79-86, 2009.
- [5] 齋藤純一，向山一男，小野智明，計算問題のデータベース構築を目標としたプリント教材コンテンツの開発，日本数学教育学会高専・大学部会論文誌 Vol.17 No. 1, pp.57-62, 2010.
- [6] 齋藤純一，記憶の定着および計算力向上を目的とした e ラーニングシステムの構築と活用，数理解析研究所講究録 1780, pp.94-99, 2012.
- [7] 齋藤純一，矢吹康浩，教員の負担軽減と学生の計算力向上を目指したブレンド型演習の実践，日本数学教育学会・高専大学部会論文誌 Vol.21 No.1, pp.57-68, 2015.