

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

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

学生の基礎学力向上のため独自に開発・構築した e ラーニングシステム「Web-J」について、我々は過去に発表された論文においてその内容と活用方法を報告した。そのなかで、アンケート調査結果による Web-J の有効な点および問題点について明らかにした。(詳細は [1], [2], [3] を参照)

本論文では、Web-J の概要および活用方法を振り返り、有効な点および問題点を再確認し、問題解決に期待を込め改良したシステムおよび活用方法について述べる。

2 Web-J の概要と活用方法

我々は平成 17 年度から 21 年度までの 5 年間、東京都立航空工業高等専門学校および東京都立産業技術高等専門学校（以下「産技高専」）において、第 1 学年の数学の授業および第 2 学年の微分積分学の授業と平行して Web-J を活用した。

Web-J はインターネットを利用した、授業を理解するための補助用教材である。平成 17・18 年度の 2 年間は、主に 5 択の選択式問題をテスト形式のコンテンツ（以下「テスト」と呼ぶ）とし、20 種類ほどのテストを作成して Web-J を構成した。例えば、第 1 学年では三角関数の代表的な値に関する 5 択問題のテスト、第 2 学年では初等関数の微分の公式に関する 5 択問題のテスト（図 1 を参照）などである。

問.1 $\tan 60^\circ$	
1. $\frac{\sqrt{3}}{2}$	2. $\frac{1}{2}$
3. 0	4. $\frac{1}{\sqrt{3}}$
5. $\sqrt{3}$	
あと 26 秒	
※ 問題に合う解答を 1～5 から選択	

問.1 $(\tan x)' =$	
1. $-\frac{1}{\cos^2 x}$	2. $-\cos x$
3. $\cos x$	4. $-\sin x$
5. $\frac{1}{\cos^2 x}$	
あと 27 秒	
※ 問題に合う解答を 1～5 から選択	

図 1. 三角関数の値に関するテストと微分の公式に関するテスト

この時点では、数学の授業に頻繁に現れる、例えば三角関数の代表的な値や公式、微分や積分に関する基本的な公式など、覚えたほうが授業の速やかな理解の助けになる事柄をテストにして学生に提供していた([1])。当時の Web-J とその活用方法について、平成17年度および平成18年度の学年末にアンケートを実施し学生による評価を調べている。5択のテストが理解の補助となり得たかを問う設問については、図2のような結果を得た。この結果から、公式等の記憶の定着に関していえば Web-J は有効である、と考えてよいだろう。

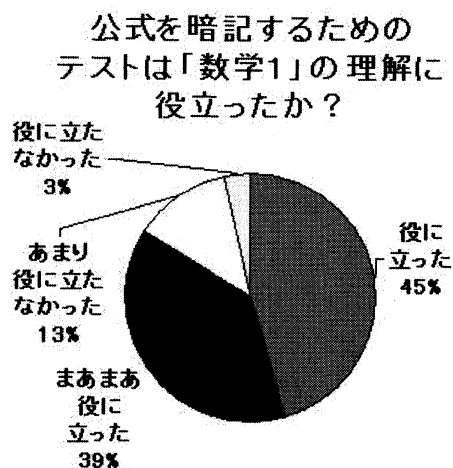


図2. アンケート調査結果 (一部)

平成19年度からは、学生の計算力の向上も目標とし、そのために Web-J の改良を行い活用方法にも工夫を加えた。

具体的には、5択問題以外に、穴埋め問題のテストを作成した。穴埋め問題のテストとは、例えば $(x+2)^3$ の展開で x の係数の部分が空欄になっていて、数字キーで適当な数字を入力して解答するものである。(図3を参照) 基本的に、暗算でできるように計算問題を穴埋め問題とした。暗算で解けるレベルの計算問題を繰り返し解かせることにより、学生の計算力の向上を図ることがこのテストの目的である。

ファイル(F) 表示(V) 制御(C) ヘルプ(H)

第1問 次の計算をせよ。

$$(x+2)^3 = x^3 + 6x^2 + \boxed{}x + 8$$

あと24秒

※ 「解答」はEnterキー・「消去」はスペースキー

図3. 穴埋め問題のテスト

このテストは、出題されるすべての問題に対して解答欄が1つのみである。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る。Web-Jはパソコンからだけでなく携帯電話からもアクセスができ、しかもパソコンからアクセスした場合と比べても機能はほぼ変わらない。Web-Jが抱えた課題の1つとして「学生による継続的な使用があまり行われていない」ということがあったのだが([2]を参照)、前述のことにより学生の継続的使用がある程度促された。

しかし、このことが新たな問題を生んだ。携帯電話からアクセスしテストを受けられるようにするには、数値入力の方法を単純にする必要があった。また、暗算で済むような問題をテストにするために、解答が単純な数値になるようなものにした。これらの考慮の結果、テストの問題に現れる数値はある程度制限され、解答もある程度決まった数値になってしまった。つまり問題と解答の数値がパターン化し覚えやすくなったのである。

穴埋め式問題は空欄のまま解答をすると正答が表示されることから、正答を覚え次回以降の出題の際に解答する、ということが可能である。実際、そのようにテストをこなしていた学生が少なからずいた([3]を参照)。問題に現れる数値はランダムに表示しており、問題の順序もアクセスするたびに変更していたが、結局は解答を覚えて解答している学生がいた。残念ながら、このテストの目的は学生によっては達せられないことが分かった。前節で述べた問題点とは、このことである。

この問題を解決するにあたり、再度Web-Jの改良に取り組んだ。具体的には、携帯電話で利用できるといった手軽さは捨て、ペンを使い手を動かして計算させることを目的としたコンテンツをシステムの中に加えた。詳しくは次の節で述べる。

3 計算力の向上を図るコンテンツ

新しく加えたコンテンツは「Web-J プリント」と呼んでいる。Web-JのテストのようにWeb上で学習するものではなく、プリントアウトして紙上で実際に手を動かして計算させるコンテンツとなっている。

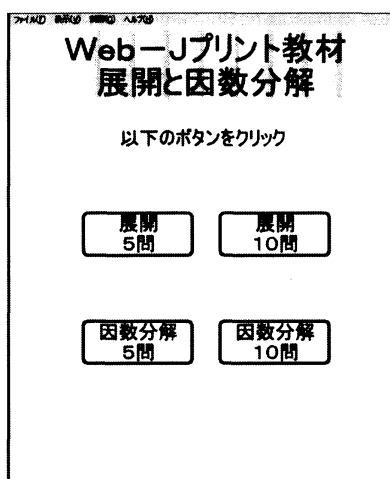


図4.Web-J プリント「展開と因数分解」

具体的には、例えば第1学年の数学の授業で学ぶ展開と因数分解に関するWeb-Jプリントにアクセスすると、図4のような画面が表示される。画面にある「展開5問」「展開10問」「因数分解5問」「因数分解10問」のいずれかのボタンを押すと、穴埋めまたは筆記の2種類の解答形式を選択するボタンが現れる。例えば「展開10問」ボタンを押したあと、穴埋めボタンを押すと図5の左のような画面が現れ、筆記ボタンを押すと図5の右にあるような画面が現れる。両方とも、展開に関する問題が10問出題されている状態になっている。

Figure 5 displays two side-by-side screenshots of the 'Web-Jプリント 展開' (Web-J Print Expansion) interface. The left screenshot is for the '穴埋め形式' (Fill-in form) and the right is for the '筆記形式' (Written form). Both screens display 10 algebraic expansion problems in two columns. At the bottom of each screen are three buttons: 'もどる' (Return), '答を表示する' (Show answer), and '印刷する' (Print).

Left Screenshot (穴埋め形式):

- (1) $(x-8)^2 = x^2 - \square x^2 - \square x - \square$
- (2) $(x+2)(x-2) = x^2 - \square$
- (3) $(x+4)^2 = x^2 + \square x^2 + \square x + \square$
- (4) $(x+3)^2 = x^2 + \square x - \square$
- (5) $(x+3)(x^2-3x+9) = x^3 + \square$
- (6) $(x+6)^2 = x^2 + \square x + \square$
- (7) $(x-4)(x^2+4x+16) = x^3 - \square$
- (8) $(x+2)(x^2-2x+4) = x^3 + \square$
- (9) $(x+5)^2 = x^2 + \square x^2 + \square x + \square$
- (10) $(x-1)^2 = x^2 - \square x^2 - \square x - \square$

Right Screenshot (筆記形式):

- (1) $(x-8)^2$
- (2) $(x+2)(x-2)$
- (3) $(x+4)^2$
- (4) $(x+3)^2$
- (5) $(x+3)(x^2-3x+9)$
- (6) $(x+6)^2$
- (7) $(x-4)(x^2+4x+16)$
- (8) $(x+2)(x^2-2x+4)$
- (9) $(x+5)^2$
- (10) $(x-1)^2$

図5. 穴埋め形式 (左)・筆記形式 (右)

2つの画面とも、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」ボタンを押すと、3つのボタンを消去した画面をプリントアウトする。
- ・「答を表示する」ボタンを押すと、出題されているすべての問題の答が表示される。
- ・「もどる」ボタンを押すと、穴埋めまたは筆記の2つの解答形式を選択する画面に戻る。

以上は、図4の画面で「展開10問」以外のボタンを押した場合でも同様である。(もちろん問題内容や問題数は押したボタンによって異なる)

さらに、図5から分かるように、穴埋め形式の問題と筆記形式の問題はまったく同じになっている。これは、図4の画面において展開または因数分解の問題数を選択するボタンを押した時点で問題が確定することによる。このことから、穴埋めまたは筆記のどちらの解答形式を選んでも、同じ問題が表示され、表示後「もどる」ボタンで戻り別の解答形式のボタンを押しても同じ問題が表示される。

なお、図5の状態から「もどる」ボタンを2度押すと最初の画面(図4)に戻る。そこであらためて「展開10問」ボタンを押すと、問題に現れる数値および問題の順序が

変更される。つまり、Web-J プリントに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。

以上が我々が開発した Web-J プリントの概要である。次節では、Web-J テストの問題点を解決するような Web-J プリントの活用方法を具体的に提案する。

4 Web-J プリント活用方法の一提案

今回開発した Web-J プリントは、一般的な数学の教科書にある各単元に内容を合わせ、全部で25種類ほど作成した。その各 Web-J プリントで表示される問題の内容は、対応する Web-J テストで出題される問題の内容と類似している。このことから、学生に対し次のように使用させる。

1. まず、Web-J の穴埋め問題のテストを受けさせる。(Web 上での演習)
2. 次に、1. で受けたテストと同じ単元の Web-J プリントから、穴埋め形式で表示させたものをプリントアウトし解かせる。(紙の上での演習)
3. プリントの採点を各自で行わせ、合格点に達していない場合は再度 1. から行わせる。

Web-J テストは1つの問題に対し空欄が1つだけであるが、Web-J プリントは空欄が複数あるため、答を覚えるだけではプリントの問題は解けない。また、出題される問題の数値および順序が、テストとプリントですべて同じになることはほとんどありえないので、テストで計算の仕方を理解することがプリントの問題を解くための手段とならざるを得ない。このことから Web-J の穴埋め問題のテストで、問題を計算によって解く、ということが期待される。穴埋め問題の Web-J テストに持たせた本来の目的を達することができる、その可能性が高くなったといえよう。

5 おわりに

前節で述べた提案は、Web-J テストを受けることに意義を持たせるだけではなく、正しい公式の使い方や計算方法を反復練習で身につけさせることも意図している。問題を数多く解かせると同時に反復練習を行うことで、計算力の高いなる向上が望めるのではないかと、我々は期待する。

最後に、前節で挙げた使用法は1つのみであるが、他にも確実に有効な方法があると思われる。今後は活用方法についての試行錯誤を、学生に対するアンケート調査等を交えて行っていきたい。いずれにしても、今後も学生の計算力向上のために努める次第である。

参考文献

- [1] 斎藤純一, 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] 斎藤純一, 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.
- [3] 斎藤純一, 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.