

Maple T.A. の授業援用について

北本 卓也

TAKUYA KITAMOTO*

山口大学

YAMAGUCHI UNIVERSITY

Abstract

本論文では、Maple T.A. の授業援用について、その実施における体験にもとづき、その特徴と問題点について議論する。Maple T.A. は数式処理システム Maple を活用した Web ベースの E-Learning システムである。教員は課題などの問題をホームページ上に提出し、学生はブラウザを用いてそれにアクセスし、問題の解答を入力することができる。数式処理システム Maple の機能を活用することにより、Maple T.A. は従来の E-Learning システムにはない特徴を持っている。例えば、問題をランダムに発生させることができるので、学生は他の学生の答えを写すことができない。また、数式処理システムが数式を解釈してくれるので、学生は答えを数式の形で入力する事が可能であり、その解答をすぐにシステムが採点し、正解・不正解の判定をしてくれる。筆者は、担当した 1 年生対象の数学の授業で、毎週、この Maple T.A. を用いた課題を学生にやらせたので、その報告とその体験で気づいた問題点等について述べる。

1 はじめに

計算機やインターネットの発展の結果、誰でも比較的簡単に動画を作ったり、それをホームページで全世界に公開できるようになった。「これらの技術を E-Learning に活用する」という試みは以前から行われているが、小中高等学校ではあまり成果が上がってない。しかしながら、一部では、Web もしくはインターネット上に教材を置き、学習させる形態が増えつつある。

- 東進衛星予備校：インターネット上にビデオ教材を置き、それを視聴することにより授業を行う。いわゆる授業を行う通常の講師は各校にはいない。どの授業を取るかを指導する担任（調整役）のみが存在している。
- サイバー大学：通常の授業はなく、通信教育のみが行われる大学。
- manavee：無料で受験勉強のための動画を提供するサイト（上の東進衛星予備校の無料版のようなサイト）

大学での状況は、サイバー大学のような特殊な例を除き、E-Learning はあまり用いられてはいない。とはいえ、下記のような理由により、これらを使う必要が出てきている。

- (1) 学生の習熟度の低下：高校の内容をよく理解していない学生の増加により、高校の内容の再教育を大学で行う必要がある。
- (2) 授業数の減少：学生数に比べ、比較的教員数の多かった国立大学法人の教員数が減らされつつあり、また予算の関係で非常勤の授業も減少。

筆者は、山口大学で上の (1) の再教育の授業を担当したので、Maple T.A. を用いた E-Learning 教材をその授業に活用した。本稿では、その報告とその体験で気づいた問題点等について述べる。

*kitamoto@yamaguchi-u.ac.jp

Maple T.A. の構成 STACK の構成

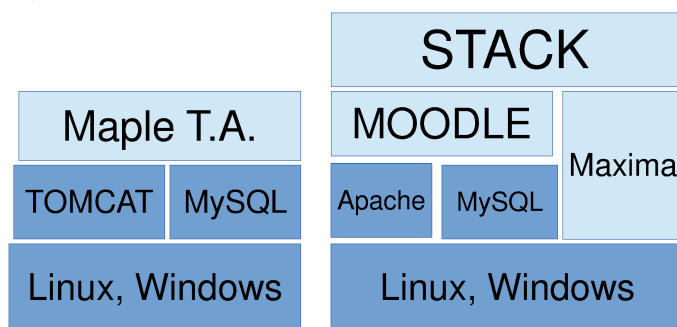


図 1: Maple. T.A. と STACK のシステム構成

2 CAS を用いた E-Learning システム

CAS(数式処理システム)を用いた E-Learning システムとしては、下記の3つがある。

- Maple T.A. (ベースシステム Maple、有料)
- STACK (ベースシステム Maxima、無料)
- WebMathematica (ベースシステム Mathematica、有料)

本稿では、Maple. T.A. と STACK に注目して、議論を行う。まず、この2つのシステムの構成を図1に示す。Web サーバーとして、Maple T.A. では TOMCAT を、STACK では Apache を用いている。また、Maple T.A. は STACK における MOODLE, Maxima, STACK の3つの機能を兼ねている。Maple T.A. と STACK の機能上の違いとして、下記のもの挙げられる。

- システムのインストールは Maple T.A. の方が楽 (MOODLE は Ubuntu 13.10 ではインストールできなかった)
- STACK を使うには MOODLE の使い方も知っておく必要がある
- 機能的にはあまり変わりはないように思える
- STACK は無料であるが、Maple T.A. は有料 (サイトライセンス制)

3 Maple T.A. の活用

ここでは、Maple T.A. 活用して E-Learning を行った実践例について述べる。

3.1 Maple T.A. での課題作成

Maple T.A. での課題作成は、基本的にブラウザ上で行う (作ったものをインポートしたり、エクスポートすることは可能)。手順としては、まず、問題を1つずつ作成し、その後、作成した問題をまとめて課題とする。この時に成績の付け方や締め切りを設定することが可能である。また、解答が間違っている時に、ヒントを与えたりする機能もあるが、面倒なので今回は使っていない。

3.2 Maple T.A. を用いた課題実践例

筆者が担当した「数学Ⅱ」（教育学部1年生対象、高校の数Ⅲの復習）の授業で、Maple T.A. を用いた E-Learning システムによる課題を受けさせた。授業で学んだ項目のうち、計算問題を Maple T.A. で提出した。このときに、他人の答えのコピーを防ぐため、乱数を用いて、問題のパラメータを少しずつ変えた。一回につき、5～7 問提出し、一通りやり終えたら、正答と正解数がわかるようにして、7～8 割が正解するまで何度も問題をやるように指示した。また、次回の授業時に課題を解答例を示した。

色々と問題点はあったが、結果として授業に出席していたほとんどの学生が授業の単位を所得することができ、授業評価の結果も悪くなかった。しかしながら、この E-Learning システムのトラブルについて文句をいう学生もいた。

3.3 課題を E-learning で行うことのメリットとデメリット

今回、課題を E-learning で行ったことにより感じたメリットとデメリットを挙げる。

- メリット 1：採点の手間を省ける。
- メリット 2：他人のレポートのコピーを防げる。
- メリット 3：学生が自分の解答が正しいかをすぐにチェックできる。
- メリット 4：問題の正答率等のデータを調査できる。
- デメリット 1：教員が「間違いやすい箇所」を実感できない。
- デメリット 2：パソコンがないと課題が行えない。
- デメリット 3：システムの使い方を学ぶ必要がある。
- デメリット 4：入力ミス、問題設定ミスなど数学とは関係のない所でトラブルになる危険性がある。

デメリットについては、実際上は特に 4 の点が問題である。これらのトラブルには様々な原因があり、それぞれ対策が異なる。次章では、これらのトラブルについて説明する。

4 トラブルとその対策

トラブルには、大きく分けて「1. 学生による入力ミスに関わるトラブル」「2. 問題作成におけるトラブル」「3. Maple T.A. のシステムに起因するトラブル」の 3 つが挙げられる。以下、これらについて説明する。

4.1 学生による入力ミスに関わるトラブル

基本的に数式は Maple の文法に沿って入力する必要がある、それは一般的な数式の入力とは異なる場合がある。実際に観察されたよくある入力ミスは次のものである。

- $\frac{1}{2x}$ を $1/2x$ ($= \frac{x}{2}$) と入力する。
- $()$ 以外のカッコを使う（例えば、 $\{x+(y+z)^2\}$ など）。
- 積分の問題で、積分定数を付けてしまう。

4.2 問題作成におけるトラブル

問題作成においては、特に積分の計算問題を作成する際に注意が必要であった。例えば、 $\int \tan(x) dx$ を考えたとき、 $t = \cos(x)$ と置くと、答えは $-\log(\cos(x))$ であるが、 $t = \tan(\frac{x}{2})$ と置くと、答えは $\log(1 + \tan^2(\frac{x}{2})) - \log(1 - \tan^2(\frac{x}{2}))$ となる。これら2つの式は積分定数の違いを除いて等しいが、これを式変形で判定することは困難である。また、 x に定数を代入して判定することもできない(2つの式には積分定数の違いがある)。そこで、Maple T.A. により計算された積分問題の答えを $F(x)$ と解答者が入力した答え $G(x)$ が等しいかどうかを次の方法により判定することにした。

「 a, b を定数とし、 $F(b) - F(a) = G(b) - G(a)$ が成り立っているとき、解答者が入力した答え $G(x)$ が正しいと判定する」

もちろん、厳密にはこれは答えが正しいための必要条件であり、十分条件ではない(たまたま数値が一致することもある)。しかしながら、ほとんどの場合は正しく判定するので、実際上は問題はない。むしろ、定数 a, b をどのように取ったら良いかが問題である(今回は $a = 0.1, b = 0.2$ とした)。

あと、ランダムに積分問題を作成する場合、係数が複雑になりやすいので、係数があまり複雑にならないように注意する必要がある。例えば、 a, b, c, d, e, f を自然数の乱数とする時、 $\int \frac{ax^2+bx+c}{(x+d)(x^2+ex+f)} dx$ の答えは理論的には導けるが、その係数は複雑になりやすい。あまりに係数が複雑になると、手計算が困難になってしまうので、 a, b, c, d, e, f を自然数の乱数とする時、 $\frac{e}{x+a} + 2\log(x^2+bx+c) + f \tan^{-1}(dx)$ を微分して、この式が答えとなるような積分問題を作った方がよい。

また、同じく、 a, b, c, d, e, f を自然数の乱数とする場合、 $\int \frac{ax^2+bx+c}{dx^2+ex+f} dx$ の問題において $\frac{ax^2+bx+c}{dx^2+ex+f}$ が約分されると意図しない簡単な積分問題になってしまうので、 $\frac{ax^2+bx+c}{dx^2+ex+f}$ が約分されないかどうかのチェックが必要である。

4.3 Maple T.A. のシステムに起因するトラブル

Maple T.A. のシステムに起因すると思われるトラブルにも遭遇した。例えば、 $x + \$n$ と入力したとき、 $\$n$ が 0 以下であればエラーとなる。この場合は、 $x + (\$n)$ と入力すれば $\$n$ が 0 以下でも大丈夫である。 $x^{\$n}$ も同様に $x^{(\$n)}$ と入力する必要がある。同じく、 $\$f = x+1$ 、 $\$g = x-1$ のとき、 $\$h = \$f/\$g$ でなく、 $\$h = (\$f)/(\$g)$ と入力しなければならない。

また、学生の解答が正しいかどうか判断するコードはデフォルトでは、`evalb((\$ANSWER)-(\$RESPONSE)=0);` となっているが、これでは式の簡単化を自動的にはやってくれないため、学生の解答の正誤を誤って判定するときがある。よって、`evalb(simplify((\$ANSWER)-(\$RESPONSE))=0);` としなければならない。

また、変数名として $\$n$ は使えるが、 $\$n1$ は使えない(つまり、 $\$$ で始まる変数名は長さが3文字以上になってはいけない)。

5 Maple T.A. の活用の形について

前章に挙げた問題は、知っておけば容易に回避可能であるが、はじめはエラーが表示されても何が原因なのかを把握するのは困難であった(エラーメッセージのみが表示されて、ログなどはほとんどなし)。つまり、慣れれば問題ないが、慣れるまでが大変である。また、プログラミングや数式処理の経験がある人ならば、慣れれば Maple T.A. を活用できるが、そうでない一般の教員が自分で問題を作成することは困難であると思われる。

よって、Maple T.A. を用いた E-Learning のサービスをオンライン上で問題とセットで提供するものがあれば Maple T.A. を活用しやすいのではないと思われる。具体的には、図2のように数学の問題と

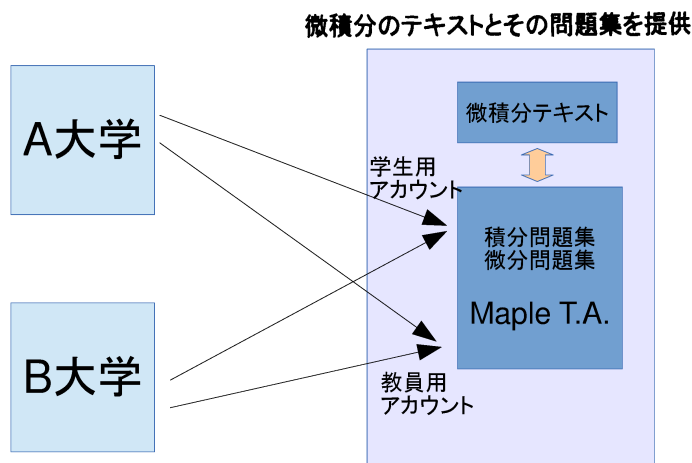


図 2: Maple T.A. を用いた E-Learning のサービス

テキストを含めた総合的な E-Learning のサービスを提供するサイトを Maple T.A. をベースとして構築する。各大学は自分の所で Maple T.A. を動かすのではなく、そのサービスに対して契約を行うようにすれば、自分の所で Maple T.A. を動かす手間もなく、質の高い E-Learning を学生に受けさせることができる。また、ベンダー側にも定期的な契約金が入って来るのでメリットがあると思われる。

6 結論

CAS を用いた E-learning として、Maple T.A. を使ってみた。実際に微積分の授業（主に積分）の課題問題として学生にやらせたが、教員としては自分で採点を行う手間を省くことができた。また、学生にとっても答えがすぐわかり、自分の解答の正誤がはっきりするのでメリットはある。さらに、問題の正答率等のデータが残るので、どういう演習問題が適切かなどの分析ができる事もメリットである。無論、デメリットもあり、実際にやってみると、様々なトラブルが発生する。原因は、学生に問題があるもの、原理上仕方がないもの、Maple T.A. のシステムに問題があるもの等、様々である。ノウハウを集積することが重要だが、一般の教員にそういうことを要求するのは無理がある。よって、E-learning であることを活かし、問題提供サイトを作り、問題を含めた Web サービスを提供すれば、ベンダーにも大学側にもメリットがあるのではないと思われる。

参 考 文 献

- [1] Maple T.A. 公式ホームページ：http://www.cybernet.co.jp/maple/product/maple_ta/
- [2] Web Mathematica 公式ホームページ：<http://www.wolfram.com/products/webmathematica/>
- [3] STACK 日本公式ホームページ：<http://ja-stack.org/>
- [4] manavee 公式ホームページ：<http://manavee.com/>
- [5] 岩ヶ谷、山口, “Maple/MapleSim/Maple T.A. に見る数式処理の応用技術” 数式処理 Bulletin of JSSAC, Vol. 18, No. 2, pp. 117-125, 2012.

- [6] 中村、中原、秋山, “STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニング” 数理解析研究所講究録, Vol. 1674, pp. 40-46, 2010.
- [7] 中村, “数学 e ラーニング” 東京電機大学出版局, 2010.