

小テスト機能を中心とする iLearn@SIST の活用

Engineering education using iLearn@SIST especially using the quiz module

村上 裕二*

Yuji MURAKAMI

Abstract : This paper describes my 5-year personal experience of engineering education using Moodle, a free and open-source learning management system, called iLearn at this institute. All my classes utilized the system not only for electronic distribution of handouts, but e-learning with its quiz module. The combination of schooling with some regulations saw most students complete the e-learning course with full marks.

1. はじめに

大学教育において近年 e ラーニングへの対応が求められるようになってきている。時代の変化に応じてより対応しなければならなくなった項目として、自宅学習促進、能動的な学修、留学生や社会人への対応、幅広い習熟度に応じた対応、受け入れ人材の多様化や大学全入時代における一部学生の学力低下、基礎・基本の定着、繰り返し学習、学生の標準ツールが PC からスマホに移行していることへの対応などが挙げられる。これらに対して限られた人的資源で対応せざるを得ない。e ラーニングはこれらの一部を機械で代替する発想とも言えるだろう。

本学の入門や演習でない座学は原則 2 単位付与科目である。大学設置基準第 21 条にある「一単位の授業科目を四十五時間の学修を必要とする内容をもつて構成することを標準」とする原則を踏まえれば、90 時間の学修が必要であり、15 回の授業時間が 22.5 時間であることから 67.5 時間の授業時間外学修が必要で、すなわち標準的な学生が平均して授業ごとに予習復習で 4.5 時間の自宅学習をするような授業設計が求められている。明文化されていない「大学での 1 単位時間を 45 分とする慣例」を用いたとしても、毎回 3 時間の予習復習を求めている計算となる。杓子定規にこの規定に捕らわれすぎない方がよいかもしれないが、単位の実質化としてある程度の分量の課題を継続して与えなければならないという流れ自体は避けられないだろう。興味や意欲を損なわずに長時間の授業外学習時間を確保するには、新しいテクノロジーの活用も不可欠ではないだろうか。

2017 年から本格施行された 3 つのポリシーの議論では、中教審の提言を受けた文科省の依頼に基づき、各大学が分野別の教育課程を編成する差違の参考となる基準として日本学術会議が「分野別の教育課程編成上の参照基準」を 31 分野で策定した。この 1 つに電気電子工学分野がある

1)。この基準では、この分野が「基盤を物理学と数学におき、電磁気学や量子力学等を活用して電磁気的現象、電子の振る舞い、電磁波・光波、量子等を自在に操り」、(中略)「所望の機能を実現する学問領域である。」としており、数学的な「簡略化・抽象化」という表現を定義、特性、学生が身につけるべき素養、評価などで多用している。本学電気電子工学科は卒業生アンケートに基づいて就職後に効果を実感しづらい量子力学をカリキュラムから外しており、電気系の総合的な数学素養を鍛える科目が電磁気学しかない。ベクトル解析表現を必要とする電磁気学は、理工系の難解な教養科目の代表格である。さらに、高校初歩レベルの微積分に不安を抱える学生にベクトル解析講義と併行したタイミングの講義を進めなければならない。筆者は必修の電磁気学 1 と選択の電磁気学 2 を担当している。本学科は電気事業法の規定に基づく電気主任技術者認定校であり、電磁気学は指定科目であるため講義や単位認定が高校レベルに終始するわけにはいかない。その一方で安易に大量の落第者を出すのも問題であり、新しい教育手法を活用せざるを得ない状況である。

e ラーニングには学習材を管理する学習管理システムが必要である。Moodle は世界最大のユーザ数を持つ e ラーニング用学習管理システムであり、国内利用者も多い。GPL ライセンスに基づきライセンスフリーで運用できる。本学で運用されているこのシステムを iLearn@SIST あるいは単に iLearn と呼んでいる。2018 年 8 月 6 日現在で Moodle のバージョンが 3.5.1、フィルタの MathJax が 2.7.3 であり、ほぼ最新版に更新され続けている。本学では必修の英語で 1 年次から活用されているため学生へは周知されている。Moodle は進化し続けている高機能な学習管理システムであり、授業の形態に合わせて様々な利用方法が考えられる。Moodle を扱った日本語の書籍が数冊発刊されているが、今なおインストール法やそれに近い部

2018 年 8 月 7 日受理

* 理工学部 電気電子工学科

分に多くページを割いてしまっており、具体的な授業組み立て事例は少ない。また Moodle の重要機能で後付けの拡張モジュールによって対応している部分もあり、他機関の事例がそのまま活用できるとは限らない。

本稿は、本学に導入済みの学習管理システムである iLearn (Moodle) システムによって、小テスト機能を活用した事例をその意図や結果を含めて報告する。

2. 小テストの基本方針

講義には大きく言って、事例を紹介して用語を定義する知識タイプと、数学や物理などによくある新概念を理解させるタイプがある。専門や大学院科目は前者の比率が高く、教養科目には後者が強い。前者は多肢選択問題や○×問題、選択肢の組み合わせ問題、記述問題などの小テストを繰り返すことで徐々に知識が定着すると期待でき、eラーニングとの相性は高い。iLearn はこのいずれも実施可能である。後者は式変形を伴う問題を解いてみて徐々に理解を深める部分が大きく、eラーニングとの相性が悪い。文字の定義や解答の指針、および解答が入力しやすい整数値となる初歩、基礎レベル問題までを小テストが担い、残りを演習等で対応する方式とした。

学力が低い学生ほど大量に問題を解いてもらいたい。このような学生に繰り返し問題を解かせる方式として、必ず全問正解することを求めることにした。つい1, 2問間違えると、もう一度回答せざるを得ない。何度かやれば答えを覚えてしまう。何度でも受験できるように設定し、最高点で管理するようにした。20問を回答して、「19点です。どこか1つ不正解です」と言われても、戸惑いの方が大きいらしい。そこで小テスト毎に設定できる項目として、同じ小テストの複数受験で、毎回各問が正解か不正解かを表示するようにしている。これにより多肢選択問題や○×問題、および組み合わせ問題は、数回やれば正解にたどりつく。学力が低ければ繰り返すことが多くなるだろうが、現実的な努力でやがて全問正解できる。単なる正答探しのための受験に心理的障壁を与えるため、ある受験から次の受験まで5分中断しなければならない設定(小テスト/設定/受験に関する特別制限/強制待ち時間/を本学デフォルト設定値どおり5分で機能 yes をチェック)している。また低学力の学生が自力で確実に正解できるようにするために、記述問題はあまり出題しないようにしている。専門科目では、用語を答える場合でも正解が何通りかあり得る。複数種類の正答を持つことはシステム上可能であるものの、出題側がそのケアをするのは時間の浪費になりかねない。また、教員が手作業で採点する方式も可能ではあるが、一部のレポート課題だけで実施して、通常の小テストはすべて自動で採点できるようにした。

〆切までに小テストを満点通過できたことに対して成

績に加点すれば、学習実績を伴った加点となり意義がある。学生側も日々の努力の積み重ねが確実に単位取得に繋がっていくので安心して進められるようである。さらに中間テストと期末テストで、大量に小テストと同じ問題を出すことを事前通知しており、小テストへの参加率は高い。

とくに教育効果を高めたい電磁気学では、小テストだけでなく、授業1回分で約15分の予習ビデオを用意して iLearn に置き、授業中は紙で演習問題をグループワークで対応する反転授業形式を併用している。予習ビデオ学習を確認すべく一旦予習小テストとして5割以上の正答率となることを求め、講義後に復習小テストとして同じ問題ながら全問正解を求めている。小テストに加え演習をある程度こなすあたりを単位取得レベルだと明示して(図1)、期末試験で難しい文章問題が解ければ良や優、グループワークで班員に教えられるレベルなら秀、という目論見であった。しかし、現状では質問できない、教えたくない状況でいくつかのきっかけを与える取り組みも不発で、グループワーク自体は上手く機能していない。

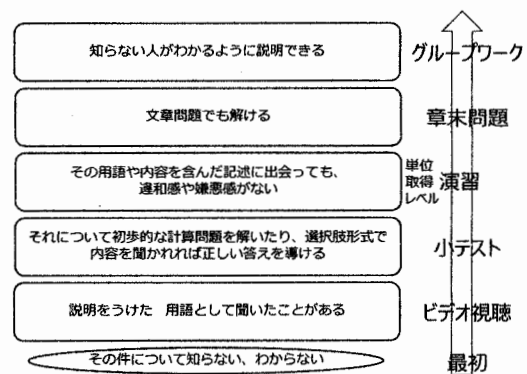


図1 電磁気学で学生に示した成績と到達レベルの関係

公文式は小中高校生向けの数学(および英語、国語)学習で、ほぼ自習に近い方式ながら世界的に高い成果を上げている。解き方を教えて覚えるまで繰り返す単なるドリルとは異なり、例題を見せながら規則性に気づかせ、徐々にレベルを上げていくという、「学ぶ喜びが感じられるスモールステップ方式」を採用している²⁾。手作業採点で、満点になるまで同じシートに取り組む。語学 eラーニング教材のロゼッタストーンも説明なしに写真と文字とその発音だけの小テストが繰り返されるという、自分で文法等を気づいていくスモールステップ方式を採用している³⁾。いきなりすべてとはいかないまでも、これらの手法から学ぶべき点は多いだろう。

筆者の小テストは、(1)教科書やスライドのどこかにある解答を探し出せば正解できる方式を中心に、(2)まともな唯一の選択肢を探し出せば正解できる方式、(3)そこまでの小テストがわかれば正解できる方式などを採用して

いる。講義で話した順やスライドでの登場順ではなく、ランダムな登場順で 20 問程度の出題をしている。問題文で「○○であるが、△△は？」という文体の○○に教えたい文章を入れ、学生が意識せずとも読んでしまうようにしている。現状は十分な数の問題を作成するところにリソースを割いており、問題の質を高めるレベルには至っていない。このため不正解者にヒントを送る特定フィードバックや全体フィードバック機能はほとんど使っていない。たくさんある一連の似た事項を覚えさせたい場合、組み合わせ問題が有効とは思われる。わざわざたくさんの不正解選択肢を案出しなくてもよいからである。しかし筆者は出題し慣れている多肢選択問題でほとんど出題している。

iLearn のコース内セクション構成は大きく言って 2 つの様式があり、1 つは授業毎のセクションで 15 回授業に 15 セクション用意する様式で、もう 1 つはリソース種別毎にセクションを変え、スライド置き場セクションや小テストをならべるセクションなどとする様式である。作成途中のリソースを見せたくない意味で前者の様式を採用し、一旦全セクションを非表示設定して、講義の進捗に合わせて準備ができた回をセクション毎に表示設定に切り替えている。

3. 知識タイプの小テスト作成方法

筆者は小テストの多くについて、Gift 形式に従ってテキストエディタで書き上げ、iLearn にインポートする手順を取っている。Moodle には複数の形式をインポートする機能があるが、エクスポートできるのは Gift 形式か XML か XHTML かの 3 択であり、手入力できるのは現実的に Gift 形式だけである。1, 2 問の作成であれば、iLearn の問題作成機能にあるエディタを使うので支障がないが、5 問以上くらしいを定期的に作成するなら、テキストエディタでの作業の方が効率がよい。iLearn に読み込ませるには文字コードが UTF-8 でなければならない。Windows 標準付属のメモ帳でも保存時に文字コードの選択は可能である。

Gift 形式の多肢選択問題は、まず 2 つのコロンの組みで挟まれた管理用問題名があり、続いて問題本文があり中括弧 {} 内に選択肢群がある。選択肢は = で始めると正解選択肢、~ で始めると不正解選択肢となり選択肢毎に改行する。選択肢は見通しをよくするためタブやスペースでインデントしてもよく、取り込み後にインデントは無視される。ここまでのブロックが 1 問となり、これを改行で仕切って複数の問題を置く形式である。選択肢が唯一の正解選択肢だけで不正解選択肢もなければ、自動的に多肢選択問題から記述問題となる。

組み合わせ問題はこの選択肢群で 3 つ以上の選択肢を = で始めて並べ、各行で → を続けて組み合わせ選択肢を記述する。

Gift 形式は、その形式の特性から {, }, =, ~ の 4 文字に形式としての機能が割り当てられるため、そのまま本文に置くことができない。本文や選択肢でこの文字を表示させたいだけの場合は順に { ; } ; = ; ~ ; と書いておけば表示される。あるいは単純にこの文字の直前にエスケープ文字の ¥ (環境によってはバックスラッシュ \ で表示される) を置いて、たとえば不正解選択肢を

~¥y=2x+1

とすれば $y=2x+1$ と表示されて不正解選択肢となるが、油断して

~y=2x+1

とすると y という不正解選択肢と $2x+1$ という正解選択肢が生じる。この現象が起きるのは = と ~ については {} で囲まれた選択肢の記述部のみであり、問題文では $y=2x+1$ と書いてあっても問題ない。問題文で ¥y=2x+1 と書いてあってもやはり問題は生じないので、あとあと使い回しでのトラブルを回避する意味では問題文でも、この 4 つの特殊文字に対して ¥ を付与する自主ルールを持っておく方が無難である。

スライド作成後にスライドに合わせて典型的に 5 択の多肢選択問題を作成している。Gift 形式の制御文字部分のみの UTF-8 形式で保存したファイルを用意しておき、今回小テスト用に別名で保存してから、制御文字部分を予定問題数 + α 個コピーしておき、問題文と正解、および不正解を書き込んでいく。これを iLearn で編集モードを開始してから、小テストを加えたいセクション欄内で **活動またはリソースを追加する / 小テスト** を選ぶ。小テスト設定は、**一般** で、学生にわかりやすい名称を付ける。**タイミング** では、数日から 1 週間の期間を設定して **公開日時** と **終了日時** を入力し、両方の **yes** チェックを入れる。**制限時間** はデフォルトの 15 分としている。**評定** では、**評定カテゴリ** を **カテゴリなし** のままとし、**合格点** は出題数とし、**受験可能回数** は **無制限**、**評定方法** を **最高評点** とする。**レイアウト** は特に指定なし。**問題の挙動** は **遅延フィードバック** のまま。特定の問題だけを複数回受験できるようにするならば、ここで **アダプティブモード** や **複数受験インタラクティブ** を選ぶことになるが、今回は、1 つでも間違えれば全問解き直しさせたいので、遅延フィードバックを選んでいく。**レビューオプション** では、フィードバックを設定していないので使用しない。受験後は得点と答えの正誤はチェックするが、自力で全問正解とさせるため正解はチェックしない。**アピランス** は特に設定しない。受験に関する特別制限では、もともと受講者しか閲覧できないので **パスワード設定** も行わない。自宅学習を促したいので **SIST 学内制限** (IP アドレス制限) をかけないようにするため空欄にする。**強制待ち時間** は両方 5 分のまま。**ブラウザセキュリティ** もなしのままとしている。**全体フィードバック**、**モジュール共**

通設定, 利用制限, タグは特に追加設定なしとしている。この設定終了時点で, 当該小テストが学生に公開される。受験され始めてしまうと修正できないが増えるため, セクション全体を非表示のまま進めていく安全策をとっている。

Moodle は機能メニューが状態に合わせて変化し, 少し慣れた程度では別機能メニューに移行する手順に手こずることが多い。2018年8月から iLearn インターフェースが改訂されスマホと PC 間の差をなくした。このインターフェースではメニューの省略が進み, この次の「問題バンク」段階への入り方が直感的にはやや難解であるが, コーストップの右上にある設定ボタンから, **さらに...** を選ぶと **コース管理** の中に **問題バンク** がある。 **カテゴリ** から **コースデフォルトカテゴリ** を **親カテゴリ** として今回設定したい小テストのカテゴリ名入力して **カテゴリを追加する**。名称でソートされるため, **名称** には講義回数を 2 桁の数字で付した「03 ガウスの法則」のような命名規則で運用している。インポートで Gift フォーマットを選び, 一般設定でインポートカテゴリのプルダウンメニューからさきほど設定したカテゴリを選び, 作成しておいた Gift 形式のテキストファイルをドラッグ&ドロップしてインポートする。この段階で, 問題は Gift 形式テキストファイル内の記載順ではなく, 問題の種類別の, 同種別内では問題名順でソートされる。年々, 徐々に問題を書き足すのもあり, 問題名にシリアル番号を付与すると, 逆に混乱を招きそうだと考え, 現状はここで起こるある種のランダムな出題順を受け入れてしまっている。コーストップに戻り, 当該小テストを選択すると問題未登録の小テストでは **小テストを編集する** が現れる。それ以外では, 当該小テスト画面右上の設定ボタンから **小テストを編集する** を選ぶ。 **追加/問題バンク** からとし, インポートしたカテゴリを選んで全問を選択し, **選択した問題を小テストに追加する** を選ぶ。

4. 数学を扱う小テスト作成方法

理工系の書類では数式や反応式, その他さまざまな図表といったベタ打ちテキストでは表現できない内容を含むことが多い。ブラウザベースである iLearn は典型的な web 画像形式を扱うことができ, どの端末からも閲覧できる。講義用スライドとして図が出来上がってれば, それを .png や .jpg 形式で保存して貼り込めばよい。筆者が担当している大学教養レベルの電磁気学は高校物理レベルの内容をベクトル解析表現で語れるようにする段階であり, ギリシア文字, 多重積分, 閉領域積分, 偏微分, ベクトル, 行列などの数式を頻繁に取り扱う。

iLearn は数式表示機能として MathJax を採用している。MathJax はブラウザベースアプリケーションで高度な数式表示を実現する仕組みである。端的には wikipedia が数

式表示に採用している方式だといえわかりやすいだろう。iLearn で表示させたい文書に LaTeX 的な書式で数式を埋め込むと, そこだけが数式表示される。端末側では追加操作が不要である。スマートフォンを含む広範囲なブラウザに対応しており, 現状では今後のサポートを含め不安はない。LaTeX 形式を内包しているので, 基本は LaTeX のように書けばよいだけである。

しかし比較的新しい技術であるため現状ではいくつかの問題点がある。(1) 日本語の網羅的な解説は書籍やウェブサイトともに皆無。(2) 本家の英文リファレンスもわかりにくい。(3) iLearn (Moodle) に数式エディタが付属しているものの機能は極めて限定的なため, 一部の機能しか使えない。(4) Moodle のオプション機能であり, 何通りかありえる一つであるため, 一般的な Moodle の説明書や説明サイトで断定的には説明されない。(5) 制御記号の $\$$ や $\{$, $\}$ が Gift 形式読み込みの制御記号と共通するため, Gift 形式で数式を利用するには多重の制御記号書式が必要になる。(6) 一般的に e ラーニングは語学系やコンプライアンス関係での利用率が高く^{4,5)}, IT 系以外の理工系書式への対応情報が出回りにくい。(7) 本学でも iLearn が英語系教員によって保守されており, 数式機能には詳しくない。

上記のような問題があるものの, よほど高度に利用したいのでなければ, LaTeX だと思って書き進めればほぼ問題ない。環境依存性が高いのは数式モードへ移行させる制御文字の使い方程度と思われる。低機能でよい場合や不慣れなのであれば, iLearn 内の本文をエディタで作成しつつ, 数式エディタを立ち上げる方式をとれば間違いない。高機能に複雑な数式を駆使したい場合もエディタ内で MathJax 書式に従ったコードを書くのがいいだろう。Gift 形式を使って外部エディタで問題と解答を作成して一気に読み込む方式にする場合, 数式作成は後述する対処が必要になり, 難易度が高い。ただし多くの科目では, 用いることになる数式の種類が科目内で限定的である。担当科目のいくつかの数式が書けるようになれば, その後はそれをコピーし再利用するだけで多くの場合は対応できる。

本文を数式モードに移行させる方法には 2 通りあり, $y = 2x + 1$ のように改行を伴わないインライン方式と

$$y = 2x + 1$$

のように独立の行とする方式がある。インライン方式は数式コードを $\$$ (と $\$$) で挟めばよい。独立行は $\$\$$ で挟むか, $\$[$ と $\$]$ で挟めばよい。この点だけは Moodle の MathJax フィルタとして注意が必要であるが, この点以外は, MathJax あるいは単に LaTeX だと思って利用を進めれば良い。

Gift 形式では, 制御文字の $\{$ と $\}$ の取り扱いに注意が必要である。Gift 形式において中かっこ $\{ \}$ は, 選択肢領域を意味する。一方で LaTeX 形式では $2^{\{2n-1\}}$ が 2^{2n-1} を示す

ように、制御の有効範囲グループを指定するのが中かこの役割となる。Gift 形式の読み込み中 MathJax は機能していないので、数式コードの{や}も Gift 形式の制御文字だと認識してしまう。これを避けるために、Gift 形式中の数式コードで{を書きたいときは直前に¥を置く必要がある。前述の例では $2^{\{2n-1\}}$ と書けば Gift 形式読み込み後に iLearn の本文として $2^{\{2n-1\}}$ と変換されていて、これを web 表示させると 2^{2n-1} になる。LaTeX 形式として {} が頻出する分数では例えば $\frac{1}{2}$ と書くために Gift 形式では $\frac{\{1\}}{\{2\}}$ と書くことになり、コードのタイプミスが起きやすい。Gift 形式で小テストを書ききって読み込んでみてようやくエラーを起こしているかどうかを確認できるが、トラブルを起こし始めた付近がわかるだけで具体的な個所がわかりにくい。慣れないまま多くの数式を含む小テストを作って修正を繰り返していた頃は、ちょっとした勘違いや入力ミスを修正するのにずいぶん時間をかける結果となった。

JIS 規格の「量及び単位」JIS Z 8000-1~8:2014, および「数学記号」JIS Z 8201 で、各文字が斜体(イタリック体)か直立体か等が規定されている。量記号や無次元数、基本定数はイタリック体、ベクトル、テンソル、行列はボールド体(太字)の斜体(テンソルはサンセリフ)である。名称、化学記号、数値、自然対数の底、虚数単位、円周率、演算を表す数学記号、および単位やその接頭語は直立体である。添え字は、その添え字の意味として、物理量や順序数変数、座標を表す場合にイタリック体で、状態や方向、○的などの様子を表す場合や数字である場合に直立体を用いる。

電磁気学 1 には、ほぼ毎回のように参照する重要法則にガウスの法則がある。上記の斜体、直立体の規則と、現状推奨される文字の選択ルールを適用すると、この法則は

$$\oint_S \mathbf{E} \cdot \mathbf{e}_n dA = \frac{q}{\epsilon_0}$$

と書かれるべきである。書式や文字の選択について順に説明すると、この積分は閉曲面積分なので、領域の境界全体での積分を意味するため積分記号中央に○を付与してある。積分変数は面積の変数なので面積の積分ではあるが二重積分 \iint ではない。積分領域のガウス面は慣例で S と呼ばれ、名称なので直立体である。電界 \mathbf{E} はベクトルなので太字かつ斜体。内積記号は中点。単位ベクトルは JIS 規格で \mathbf{e} が推奨されている。ベクトルは太字の斜体だが、法線方向を表す添え字の n は直立体となる。微分を意味する d は演算記号なので直立体。面積変数は古い物理学の慣例と異なり A が推奨されている。電荷 q は物理量なので斜体。規定では大文字でも小文字でもよい。真空の誘電率(電気定数) ϵ_0 はギリシア文字の斜体イプシロンに添え字の 0 を付

したものとなっている。通常のフォントセットに小文字のイプシロンは異体字として ϵ と ε の 2 つが登録されていて JIS Z 8000-1 の 7.5 (ギリシャ語アルファベット) でも両文字が併記されている。慣例的に誘電率は後者を用いる。LaTeX 表記では前者が ε で後者が ε であるため気にしていなければ前者が印刷されてしまう。html では前者が $\&straightepsilon$ で後者が $\&epsilon$ であるが個人の解説サイトで数式の LaTeX 表記を行っている場合、誘電率等を表記するのに前者を用いてしまっている場合も多い。iLearn 内のエディタで MathJax を用いて独立行で表記する場合なら次のようになる。

```


$$\oint_S \mathbf{E} \cdot \mathbf{e}_n dA = \frac{q}{\varepsilon_0}$$


```

MathJax 形式で周回積分記号は \oint , 直立体は $\mathbf{}$, 太字の斜体は $\boldsymbol{\}$, 中点は \cdot , 分数は $\frac{\{分子\}}{\{分母\}}$, これを含む小テスト問題を Gift 形式で作成すると次のようになる。

```

::紀要例題ガウス::次の方程式は電磁気学 1 内容の最重要法則である。この法則の名前は？

$$\oint_S \mathbf{E} \cdot \mathbf{e}_n dA = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

=ガウスの法則
~ガラスの法則
}

```

先の MathJax 形式でのすべての中括弧と等号記号の前に ¥ を付与したものである。これを unicode (UTF-8) 形式で保存し、iLearn で Gift 形式としてインポートすると、指定したカテゴリにこの問題が入り、図 2 のように表示される。

次の方程式は電磁気学 1 内容の最重要法則である。この法則の名前は？

$$\oint_S \mathbf{E} \cdot \mathbf{e}_n dA = \frac{q}{\epsilon_0}$$

1つ選択してください:

- a. ガラスの法則
- b. ガウスの法則

図 2 当該コードの表示例

化学式を表記したい場合、単純には上付き、下付きを利用できる iLearn の本文テキスト機能そのもので対応できる。さらに、LaTeX の $\xrightarrow[below]{up}$ を用いれば、たとえば

```


$$\mathrm{NH_3} \xrightarrow[Pt]{+O_2} \mathrm{NO} \xrightarrow{+O_2} \mathrm{NO_2} \xrightarrow{+H_2O} \mathrm{HN O_3}$$


```

で図 3 のようになる。

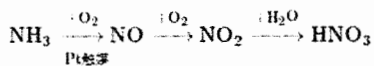


図3 化学反応式の表示例

電磁気学はベクトルを扱う。先に示したように工学でのベクトルは太字の斜体で表すのが国際・日本双方の規格である。太字を手書きする伝統的な簡略法として、 \mathbf{r} を \mathbf{r} と表記するような黑板太字と呼ばれる 1 本かもう少し線を書き足した字体がある。たとえば電界については $E = |\mathbf{E}|$ と定義されるように、ベクトルとその大きさを太字と太字でない文字で書き分けるため、ベクトル量の文字数と同じ数のスカラー値の文字が出てくることになり、しかも商用フォントであっても見分けが付きにくいことも多く混乱の元となっている。電磁気学学習ではこの書き分けが重要であり、演習や試験の手書き解答では必ずベクトルに対して黑板太字を用いるように指導している。しかし残念ながら黑板太字は手書き用文字であり、印刷用フォントとすべきでないという一部の強い主張も受けて、多くのフォントに実装されておらず、LaTeX では数学の集合論が関係する極一部の文字だけで定義されているに過ぎない。集中した指導が必要な内容であるものの小テストでは対応できないので講義内の演習でのみ手書き対応している。

5. 実施結果

分量の多い知識型講義でも、数式を多く扱う理解型についても、小テストについては概ね好評である。電磁気学では今回復習小テストを火曜日講義翌日の夜 10 時としたところ、期限内完了の割合が 84% となり、上位クラスの対応であること加味するとやや低い値となった。個別インタビューではバイトやサークルなどに追われているうちについて対応を忘れてしまうというケースが多かった。アンケートをとると、 \mathbf{r} 切までもう少し時間がほしいという声が多かった。水曜日講義で休み明けの月曜朝を \mathbf{r} 切とした集積回路工学では 87.7% で、選択科目ながら学科のほぼ全員が受講している科目としては高い数値である。いずれも試験までに全問正解することを単位付与最低条件として掲げており、試験勉強に合わせて試験直前には期末試験受験者の全員が満点通過してくれる。ただし、クラスに一人か二人は形式的に示した期末試験前の最終 \mathbf{r} 切を無視するので、再度催促してようやく対応させている。この方針と結果は、他大学にいた頃も学年によらず同じである。授業外で実施する e ラーニングでは替え玉受験や友人に解答だけを聞いて対応するなどの不正の可能性を否定できない。iLearn は受験記録が受験時刻や個別の解答記録など詳細に保存されており、その記録から受験の様子が推測できる。たとえば電磁気学 1 の第 12 回小テストは 11 問あり、満点となった受験での所要時間は平均 92 秒であった。

これは小テスト受験毎にゆっくり考えているのではなく、分かっている答えを入力していくスピードである。ただし典型的には 3 回くらい受験して、1 回目をゆっくり解き、2 回目か 3 回目には全問正解している。個別インタビューでも、30 分から 1 時間程度かけてスライドや教科書を見ながらゆっくり対応しているとのことである。ただ数人の学生は、初回受験を 1 分程度で全問正解している。これらの学生に聞いたところ、友人たちと一緒に答えを出して、一気に入力しているらしい。どちらかと言えばクラス内で教え合う雰囲気を高めたいのもあり、この姿勢は許容範囲としている。いろいろ聞いていけば、一部で解答が Line で出回ることなど、教育効果に繋がらない不正な対応が少しはあるようである。ときどきランダム問題を織り交ぜて、問題番号で人に聞いても無意味になるケースを体験させつつ、自分でやった方が早い、と思える程度の難易度を狙っている。様々なチャンネルを通じて不正受験の有無を継続的に調査しているが、あったとしてわずかと思われる。このあたりは、今どきの学生のおとなしさが現れているようにも思う。

6. まとめ

e ラーニングの重要課題に、続けられないことが挙げられると思うが、授業と併行する e ラーニングでは運用次第で高い実施率を維持できた。そこまでさせる小テスト問題の中身をより学習効果が高まるようにすべきとも思われるが今後の課題として検討を重ねたい。今回紹介した内容は MathJax フィルタをオンにしたバージョン 2 以降の Moodle でほぼ利用可能であり、他機関でもこの事例がほぼそのまま活用できると思われる。

参考文献

- 1) 日本学術会議電気電子工学委員会電気電子工学分野の参照金券等分科会, "大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 電気電子工学分野", 2015 年 7 月 29 日
- 2) 公文公教育研究所(編), "公文式がわかる一なぜ, 自分で考え, 自分で学び, 伸びていける子が育つか?", くもん出版(2010).
- 3) S Krashen, "Rosetta Stone: Does not provide compelling input, research reports at best suggestive, conflicting reports on users' attitudes" International Journal of Foreign Language Teaching, (2013) May 2013 pp.2-5.
- 4) 経済産業省商務情報政策局情報処理振興課(編), e ラーニング白書, 東京電機大学出版局(2007)
- 5) 日本イーラーニングコンソーシアム, e ラーニング利用実態調査結果報について(2014)