

BYOD-PC とコース管理システムを活用した 電気電子回路演習科目の実施

青木学聡^{†1} 久門尚史^{†2} 木村真之^{†2} 蛭原義雄^{†2} 下田宏^{†3}

概要: 京都大学電気電子工学科は 2016 年度に BYOD-PC を前提とした電気電子回路演習科目を必修科目として開始した。必修科目として演習を成立させるために「ソフトウェア、ハードウェアの選定」、「必修科目のためのセーフティネット構築」を準備段階において検討し、これに合わせて演習カリキュラムを設計した。一方、演習の実施時段階においては、京都大学のコース管理システムを積極的に活用し、「テキスト、各種資料の配布」、「課題提出と個々の進捗確認」をすべて電子的に行った。BYOD-PC とコース管理システムを活用することで、演習科目における反転学習の導入、個人単位のスキルの習得とグループワークによるプロジェクト的活動の連携といった、新しい形態での演習科目を実現できた。

キーワード: BYOD, コース管理システム, 演習・実習科目

Course Development of Electric and Electronic Circuit Exercise utilizing BYOD-PC and Course Management System

TAKAAKI AOKI^{†1} TAKASHI HISAKADO^{†2} MASAYUKI KIMURA^{†2}
YOSHIO EBIHARA^{†2} HIROSHI ^{†3}

Abstract: Kyoto University Undergraduate School of Electrical and Electronic Engineering deployed a course of circuit exercise on the premise of BYOD-PC from FY 2016. This course is a compulsory subject for the school, so that the course curriculum was designed in consideration with “selection of relevant software and hardware” and “ICT facility support”. This course was operated utilizing course management system to organize “distribution of textbook and related materials” and “submission of weekly and midterm reports” electronically. By use of BYOD-PC and course management system, we were able to introduce novel learning style for exercise subjects as well, such as flipped learning for acquisition of individual unit skills, and collaboration of project activities by group works.

Keywords: BYOD, Course Management System, exercise and practice course

1. はじめに

京都大学工学部電気電子工学科では、2 回生前期から 3 回生後期にかけて、専門の実験・実習を必修科目として履修することが求められる。2015 年度までの数年間は、これらの実験・実習科目には毎週 1 日(4 限)が割り当てられており、質・量とも充実した実験・実習テーマを提供してきた。しかし、近年の学生及び大学の変化に伴い、様々な問題が顕在化してきた。

まず、リアルな電気電子回路に触れた経験を持たずに電気電子工学科に入学する学生が増加したことで、相対的な実験・実習課題の難化がある[1]。このことは、一つの実験・実習課題にグループで取り組むという実施形態と相まって、グループ内での役割の固定、さらには理解度・到達度の格差の拡大という問題を助長することとなった。一方、教育制度の変化として、キャップ制の導入がある。毎週 1 日という実験・実習時間が受講限度枠の大きな比率を占め、他

の科目を履修することが困難になる、という問題も出てきた。

また、時期を同じくして ICT の活用を含む学修スタイルの改革が取りざたされるようになった。具体的には学生が自らノート PC を用意し、これを活用すること (Bring Your Own Device, BYOD)や、予習を前提とした反転学習等、従来と異なる講義形態の実施がある。またコース管理システム(Course Management System, CMS)あるいは学習管理システム(Learning Management System, LMS)による、講義コンテンツの配信、学生の試験、レポート回収を電子的に実施するシステムも普及し始めている。

これらの背景の下、電気電子工学科では 2016(平成 28)年度以降の 2 回生前期の実験・演習科目について、従来の実験・実習の形態と大きく異なる、BYOD-PC の利用を前提とした「電気電子回路演習」として再構築することとなった。本稿では、本演習科目について、「設計段階における BYOD 支援環境の構築とカリキュラム構成」、「実際段階における

^{†1} 京都大学情報環境機構
Institute for Information Management and Communication, Kyoto University

^{†2} 京都大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Kyoto University

^{†3} 京都大学大学院エネルギー科学研究科
Graduate School of Energy Science, Kyoto University

コース管理システムの活用」について概説する。

2. BYOD-PC を前提とした必修演習科目のサポート

この電気電子回路演習は従来の実験・実習と同様、電気電子工学科での必修科目と位置付けられた。従って、すべての受講者がPCを利用し演習に臨む必要がある。京都大学、および工学部電気電子工学科では大部分の学生がBYODに対応できるPCを保有しているものの、2016年度現在、PC必携義務は課されていない。しかし、仮に必携化がなされていたとしても、期間途中のPCの破損や、俗に言う相性問題を含むソフトウェアの不具合等、半ば個人の責任に帰すPC利用の空白についても、特に必修科目においてはこれを避けることが重要であると判断した。

京都大学全体としてのBYODへの対応については、一般共通教育を担当する国際高等教育院、並びに全学の教育用計算機システムの整備を担当する情報環境機構において、堅実な議論と共に環境整備が進められている。環境整備事業の一環として、情報環境機構によるBYOD検証用ノートPCの貸与が提案され、電気電子工学科は2015年度よりこれを受け入れることとなった。この貸与されたノートPCをセーフティネットとすることで、必修科目におけるBYOD導入に踏み切ることができた。実際に演習を開始したところ、受講者数135名に対し、

- 演習開始当初よりレンタルPCを利用したもの: 15名
- 期の途中にて自身のPCの不具合(破損等)により貸与を受けたもの: 8名

の利用があり、貸与PCがセーフティネットの役割を十分に果たしたといえる。一方この事実は、学科全体、大学全体におけるPC必携化の実施方針と共に、貸与期間終了後の整備の在り方について課題を残すこととなった。

3. ソフトウェア・ツールの選定

電気電子回路演習は、多くの学生にとって初めて専門的な電気電子工学の実験・演習に触れる機会となる。従って、1回生で修得した微積分・線形代数などの概念や電気電子回路の理論を実際の回路やシミュレーションとして確認することを本演習の第一の目標としている[2]。そこで、電気電子工学に必要なとされる基礎的な技能として、以下のソフトウェア、ツールを採用した。

3.1 LTspice

LTspiceはリニアテクノロジー社が提供する電気、電子回路シミュレータである[3]。無料でありながら、高機能であるため、一般にも広く利用されている。LCR回路の過渡現象と周波数特性解析、トランジスタ及びオペアンプ回路の増幅特性解析、さらには演習後半のグループ演習で作成・設計した回路の検証に利用した。

3.2 GNU Octave

GNU Octaveは高機能の数式処理パッケージである[4]。本演習では、線形回路の解析のためのベクトル・行列演算や微分方程式ソルバの利用、周波数特性解析のための複素関数計算、そして各種数値データの可視化のために利用した。バージョン4.0よりGUIによる統合環境が正式に導入され、使い勝手が向上した。特にエディタが標準で付属したことで、スクリプト作成に必要な学習コストが大幅に削減できた。

3.3 National Instruments myDAQ

National instruments myDAQはUSB接続で動作する(外部給電不要)、アナログ・デジタル入出力装置である[5]。付属のソフトウェア(ELVISmx)を利用することでテスター、オシロスコープ、ファンクションジェネレータ、ボードアナライザ等として動作する(図1)。本演習のため受講者人数分を電気電子工学科で購入し、演習期間中受講者に貸与した。これに加え、実際の回路作成には、小型ブレッドボード、抵抗、コンデンサ、トランジスタ、LEDなどの必要最低限の部品をキittingした実験セットを京都大学生協にて販売、受講者各自が購入することとした。一方、様々な特殊センサ、オペアンプ、大型ブレッドボード等、発展課題やグループでのプロジェクト実施に必要な物品は都度貸与とした。

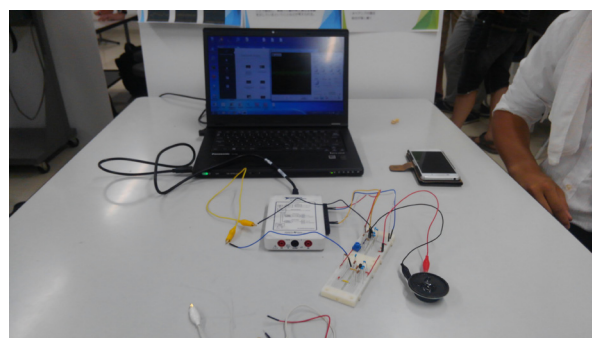


図 1: PC と myDAQ による回路実験の例

3.4 ソフトウェアインストールのセットアップサポート

ソフトウェアのインストールは学生各自が実施するが、LTspice、Octaveはネットワークからのダウンロード、myDAQ用ドライバ、ソフトウェアはDVDからのインストールとなる。本演習の実施を機会に、演習室の無線LAN環境の整備も実施したが、場合によってはネットワークが利用できない場合や、DVDドライブが利用できない個人PCも想定された。これに備えるため、これらのソフトウェア、後述するマニュアル類を収めたUSBフラッシュメモリをあらかじめ十数本用意し、ソフトウェアの迅速なセットアップに努めた。

上記のうち、myDAQ利用のためのソフトウェアは原則Windows専用である。そのため、MacでのmyDAQを利用

する場合、Virtualbox 等仮想環境では動作せず、貸与ノート PC を利用するか、Boot Camp による Windows とのデュアルブート環境の導入が必要となった。myDAQ 等による「実デバイスとの接続」は電気電子工学の教育上不可欠な要素であるが、今後もバージョンアップ毎に動作検証を丁寧に実施する必要がある。

実際の演習では、myDAQ のセットアップ・動作確認を第 1 回目演習の中心テーマとし、BYOD-PC という、動作保証が極めて難しい環境において最もリスクの高い作業を最初の実施する事とした。実際に多くのトラブルが発生したが、TA、教員が対応できた事例は以下のような初歩的なものに限られた。

- 複数のマルウェア対策ソフトが入っているため、パフォーマンスが非常に低下し、インストールが終了しない。
- DVD ドライブの読み取り不良によりインストールが終了しない、起動時にエラーが発生する等。USB フラッシュメモリによるインストールに変更

それ以外の事例については、トラブルシューティングに時間を費やすことで、学生、そして教員、TA が消耗するよりも、代替機を提供することを優先させた。

また、演習実施の前の時限に別途オフィスアワーを設け、学生と TA、教員が集中的に問題解決にあたる時間を設けた。しかしその時間は、ソフトウェアそのものが利用できないというトラブルシューティングではなく、具体的なソフトウェアの操作方法やパラメータ検証、得られた結果に対するディスカッションという、より発展的な内容に充てられることとなった。

4. 電気電子回路演習の構成

本演習は、これまでに座学で学んできた電気電子回路に関する基礎知識を、実際にシミュレーションや実験で確認することで進められた。前半は、一人一台という BYOD-PC での演習の特性を生かし、個人の試行錯誤を重視した主体的な形でのツール・ソフトウェアの習熟に重点を置いた。一方、演習期間の後半では、グループワークでの議論と協働の実践を積み重ね、最後に作品の制作、ポスター発表というプロジェクト学習の形態をとった。毎週の演習(2 限 180 分)は次の要領で進められた。

1. 受講者は演習開始前に、事前課題を実施し、その結果(スナップショット 1 枚程度)を提出する。BYOD 化により自宅においても簡単な実験・演習を実施が可能となり、反転学習を実現することができた。
2. 演習の前半約 30 分は大教室にて事前課題のテーマに沿った講義を行う。事前課題に関する理論的背景は他講義で履修済みの内容であるので、実体験をもとに復習する機会となる(図 2: 大教室での講義)。
3. 演習の後半は、前半講義の内容を元に自らが発展課



図 2: 大教室での講義



図 3: 演習の様子

題を設定し、自由に演習を行う(図 3)。演習終了時には当日の実施内容、結果、考察と今後課題を簡単にまとめ、十数行程度の報告書として提出する。演習の回が進むにつれ、この時間は、グループ(4 名 1 組、34 グループ)での共同課題の設定、実験の実施、成果の取りまとめとポスター発表準備にあてられる。

この演習を 13 週実施したのち、14 週目にグループ毎に実験のデモを含むポスター発表会を行った(図 4)。発表タイトルのいくつかを示す。

- 位相型発振器を用いた楽器
- FM 変調を用いた音声の送受信
- 発振、増幅回路を用いたモース信号プレーヤー
- 光センサを利用した AM ワイヤレススピーカーの作成
- グラフィックイコライザーを作ろう

このように学生の持つ興味を反映し、多様かつ独創的な研究発表内容となった。

また、期に 4 回、各自が独自に設定、実施した発展課題の内容を 10 ページ前後のレポートとして提出させ、これを主な成績評価の対象とした。



図 4: 発表会の様子

5. コースマネジメントシステムの活用

京都大学では、コースマネジメントシステムとして、学習支援ツール PandA を運用されている[6]. 本科目の進行においては、PandA を最大限活用し、資料の配布、受講者の達達状況の把握をすべてオンラインで実施した。

5.1 講義資料の配布

講義、演習のためのテキストを担当教員が独自に執筆した。これらのテキストを含め、各講義でのスライド、スペックシート、実験ノウハウなどの情報をすべて PandA 上で受講者に提供した。ただし、演習中使用している PC 上でこれら多量の資料を同時に参照することは、作業効率を大幅に削ぐことが懸念されたことから、一部のテキスト、資料をプリントアウトし、各グループに配布した。

5.2 事前課題、レポートなどの電子提出

毎回の演習毎に課される事前課題、演習事後報告、そして期に4回のレポートといった学生からの提出物も PandA により電子的に収集を行った。これらの学生からの提出物の採点ポリシーは以下の点で多少の違いがある。

- 事前課題、事後課題の提出は、演習参加者の受講意欲の向上と持続が主目的であり、提出した内容には立ち入らず、学生たちの進捗、理解度を一覧し、短時間で把握することを重視する
- レポートについては、グループ毎の取り組み内容を理解し、かつ採点の一貫性を確保するために、グループ内そしてグループ間での比較を適宜行えることを重視する

PandA のベースシステムである Sakai[7]において学生からの提出物の評価を行う場合、課題毎、各人毎個別の web ページにアクセスし、その内容を確認する必要がある。この手順の為、上記いずれのポリシーの実現に必要とされる迅速な閲覧、他レポートとの比較を行うことは困難である。今回の電気電子回路演習の実施に際し、上記の観点に適した課題の閲覧ツールを作成し、採点・評価を効率的に実施した。

Sakai ではすべての提出課題を zip ファイルとして一括ダウンロードする機能がある。ダウンロードファイルの内部は、提出者個人毎に提出されたレポートのコンテンツ(html テキストや、ビットマップ、PDF ファイル等)が収められている。事前課題、事後報告、レポートの提出データはそれぞれ、ビットマップ 1 枚、数行の 1 つの html テキスト、1 つの PDF ファイルと限定している。そこで、提出者全員の提出物テキスト、ビットマップ、PDF ファイルをピックアップし、提出者氏名、グループと共にインライン表示を行う html ファイルを作成する[8]。作成した html ファイルをブラウザで閲覧することで、個々の学生の達成状況を一覧して確認する(図 5, 図 6)。また、閲覧順を実験グループ毎にまとめ、ソートするといった具合に、演習に適したカスタマイズを施すことで、学生の達成状況、レポートの採点効率が大幅に向上した。

(事前課題) 第4回講義・演習事前課題



図 5: 支援ツールによるビットマップのインライン表示

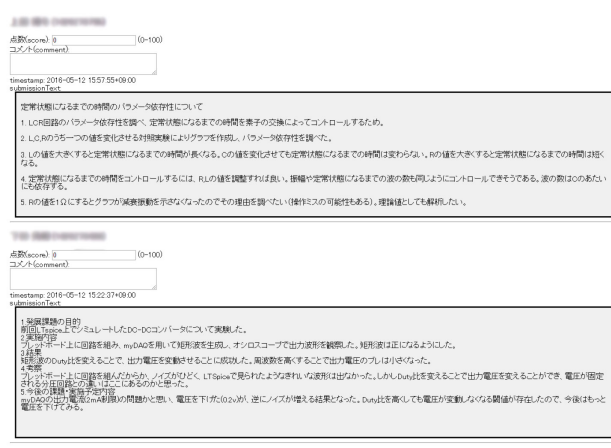


図 6: 支援ツールによる html テキストのインライン表示

5.3 その他の CMS 利用

この他に PandA 上において以下のような取り組みを行った。これらの取り組みにより、効率的、かつ学生にとって魅力ある運営を努めることができたと考える。

- 毎回のレポートから優秀なレポートを取り上げ、匿名処理の上、PandA 上で公開した。学生の演習に対するモチベーションとインセンティブを高める結果となった。
- 最終週の発表会において、優れた発表グループを PandA の匿名投票システムで選出、表彰を行った。
- 教員、TA のグループウェアとして PandA プロジェクトサイトを制作、演習中のメモや各種資料、メールアーカイブによる情報共有を行った。

https://github.com/takaakiaoki/panda_assignment_summary (2017 年 2 月 23 日参照)

6. まとめ

2016 年度より新たに開始した BYOD を前提とした電気電子工学の演習科目の実施について紹介した、BYOD による演習科目では、PC の利用にまつわるトラブルを最小限にとどめることが重要であると判断し、以下の点の環境整備を重点的に行い、実施に臨んだ。

- スムーズな環境構築(ソフトウェア配布の工夫、オフライン時への対応)
- PC が利用できなくなった場合の迅速なリカバリ(代替機の用意)
- ソフトウェア学習コストの低減(マニュアルの整備、統合環境の活用)

一方、BYOD とオンライン学習支援システムを活用することで、演習科目における反転学習環境を実現できた。

演習参加者を対象とした授業アンケートにおいては、

- 内容に関する興味を高めるための配慮があった
- 教員や TA の授業に対する熱意を感じた
- クラスサイズやグループサイズは適切だ
- ほかの専門科目との関連について自分で考え、それらの関連科目も含めた復習に役立てた

の設問に対し、平均より高い点数を得ることができ、本演習科目の目的に沿った、カリキュラム設計、進行ができたものとする。次年度以降も、更なる改善を図ることで、より充実した演習となるよう努力を続けたい。

参考文献

- [1] 小野寺秀俊,各種アンケートから見た電気電子工学科とその学生像, 京都大学電気関係教室技術情報誌 (2014), vol. 31, pp. 69-69
- [2] 電気電子回路演習シラバス <https://www.t.kyoto-u.ac.jp/syllabus-s/?mode=subject&lang=ja&year=2016&b=5&c=61180> (2017 年 2 月 23 日参照)
- [3] リニアテクノロジー LTspice, <http://www.linear-tech.co.jp/designtools/software/> (2017 年 2 月 23 日参照)
- [4] GNU Octave, <https://www.gnu.org/software/octave/> (2017 年 2 月 23 日参照)
- [5] National Instruments myDAQ, <http://www.ni.com/mydaq/> (2017 年 2 月 23 日参照)
- [6] 学習支援システム(PandA), <http://www.iime.kyoto-u.ac.jp/ja/services/lms/> (2017 年 2 月 23 日参照)
- [7] Sakai Project, <https://sakaiproject.org/> (2017 年 2 月 23 日参照)
- [8] PandA Assignment mksummary,