

# 生産電気システム技術科に導入された設備・機器の紹介

秋間 紳樹<sup>\*1</sup>, 今園 浩之<sup>\*1</sup>, 篠崎 健太郎<sup>\*1</sup>, 比嘉 孝満<sup>\*1</sup>, 勝田 勉<sup>\*2</sup>

## 1. はじめに

平成26年4月より、応用課程生産電気システム技術科が開設した。生産電気システム技術科では、新エネルギー技術を活かしたシステムや製品の開発から生産工程の改善等に対応できる現場のリーダーを育成するというカリキュラムイメージで、電動力応用技術者、自然エネルギー利用技術者、工場省力化・自動化技術者を仕上がり像としている。科の設置に関する背景や目的、概要については、文献(1)において報告した。本報告では、生産電気システム技術科に整備された機器について、その内容と実習での活用法について述べる。

## 2. カリキュラム

図1は、生産電気システム技術科の教科体系である。標準課題として「電動車両走行システム設計製作課題実習」と「発電電力制御システム設計製作課題実習」の2テーマが設定されている。「電動車両走行システム」は、電気自動車に関するモータ制御回路の設計・製作、モータの制御が主と

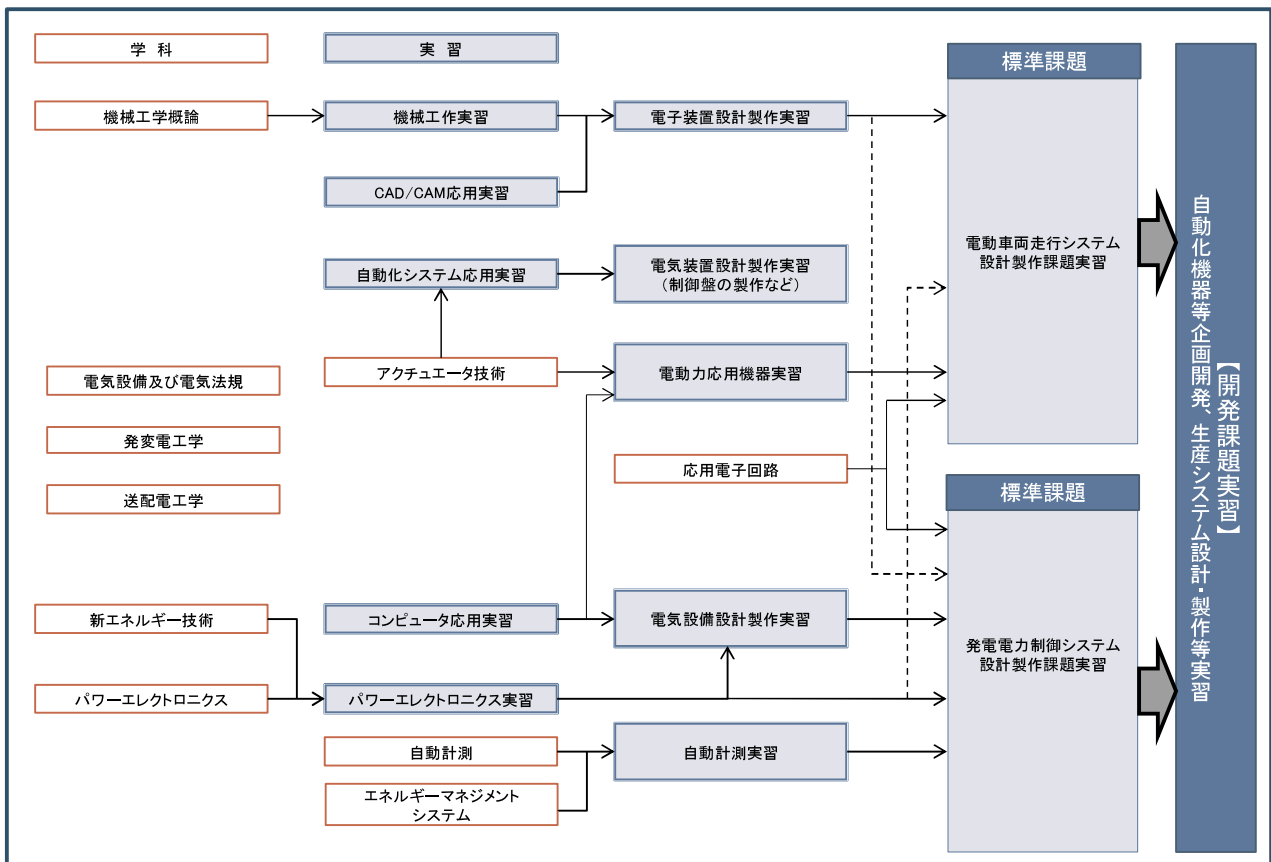


図1 生産電気システム技術科の教科体系

\*1：生産電気システム技術科

\*2：生産電子システム技術科

なる内容である。「発電電力制御システム」は、パワーコンディショナを中心として、電力変換システムの設計・製作が主となる内容である。これらテーマを実施するのに必要となる技術要素を、学科と実習で習得する体系となっている。

### 3. 導入機器と実習での活用

導入された機器について、その内容とどの実習でどのように活用するかについて述べる。

#### 3.1 モータ学習装置

図2はモータ学習装置である。この装置は、電動応用機器実習・標準課題(電動車両走行システム設計製作課題実習)において、ブラシレスDCモータ(以降、BLDCM)の制御法を習得することを主目的として活用する。

操作ボリュームによってBLDCMへの指令値(トルクや回転数)を与え、制御回路で最適な駆動信号を生成し、ドライブ回路を経てBLDCMを駆動する。BLDCMにはDCモータが直結されDCモータを発電機として使用し、発電された電力を負荷抵抗で消費することでBLDCMに負荷がかかるようになっている。モータの回転数や駆動電流をモニタリングし、指令値と等しくなるように制御する。

制御はマイコンによって行われ、制御プログラムは、次のような流れで作成・デバッグを行う。

MATLAB(技術計算言語)/Simulink(制御系シミュレーションソフト)<sup>(3)</sup>による制御システムのシミュレーション→Cソース変換→ターゲットCPUに特化したCソースに変換→機械語への変換とマイコンへの書き込み・デバッグ→評価。

実習では、上記一連の流れの中で、モータ制御法および制御に必要なパラメータの決定方法の習得に活用する。

#### 3.2 電動車両実習装置

図3は電動車両実習装置<sup>(2)</sup>である。この装置は、標準課題(電動車両走行システム設計製作課題実習)において、BLDCMの制御法と制御回路の設計・製作、製作物の評価方法を習得することを主目的として活用する。

車両は、市販のエンジン用カートエンジンをBLDCM(750W)に寄せ換えたものである。操作は、アクセル・ブレーキ・ハンドルで行う。この

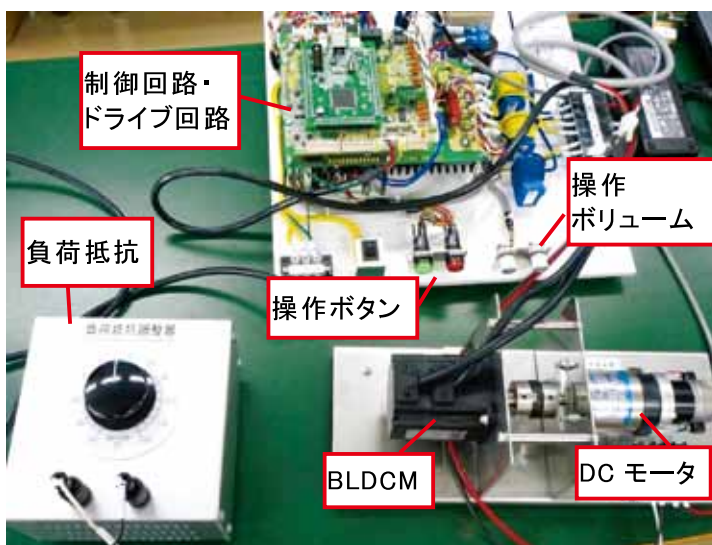


図2 モータ学習装置

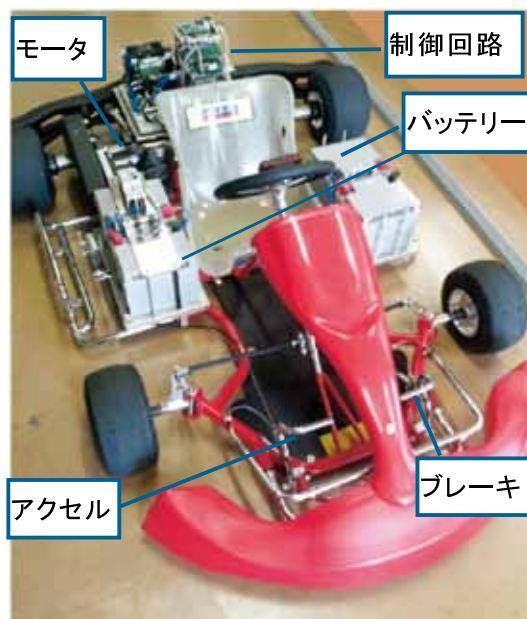


図3 電動車両実習装置

アクセルとブレーキは、「モータ学習装置」の操作ボリュームと同じ機能を持つ。また、制御回路もモータ学習装置と同じ仕様である。すなわち「モータ学習装置」により BLDCM の制御法を習得した後、モータを換装する流れで「電動車両実習装置」に取り組む。

標準課題における製作課題としては、電動車両のモータ選定、各種パラメータの設定、モータの制御方法の検討、制御回路基板の設計・製作、MATLAB/Simulink により走行制御用ソフトウェアの設計・製作を想定している。

### 3.3 モデルベース開発実習装置

「モータ学習装置」や「電動車両実習装置」のモータ制御では、MATLAB/Simulink を使用して制御プログラムを作成する。この装置は、電動応用機器実習において、倒立振り子<sup>(4)</sup>を題材として、MATLAB/Simulink の操作法とモデルベース開発(MBD: Model Base Development)の手法を習得するのに活用する。MBD とは、対象となるシステムを記述したモデルを仕様として定義し、このモデルをよりどころとして開発プロセスを再構築する手法である。この実習装置で言えば、図 4 に示す倒立振り子を対象とするシステムとして、制御設計→パラメータ同定→Simulink ブロック→C コード実装→検証実験を行い、設計と実測が一致するまでのこのサイクルを繰り返す。

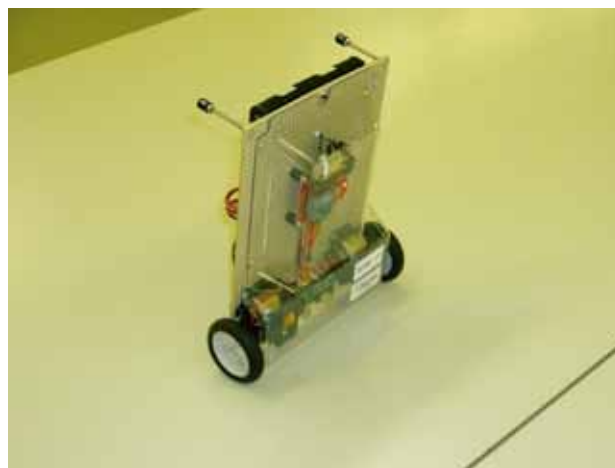
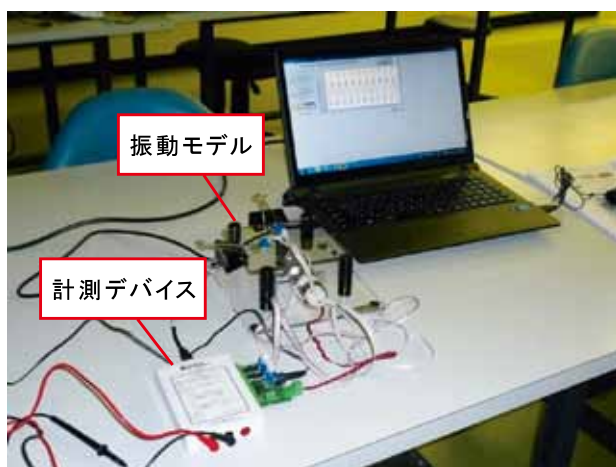


図 4 MBD 開発実習装置の倒立振り子

### 3.4 自動計測実習装置

自動計測実習および標準課題(発電電力制御システム設計製作課題実習)において使用する。この実習装置は、グラフィック型言語による計測・制御システム開発環境である LabVIEW<sup>(5)</sup>とその周辺装置で構成される。周辺装置としては図 5 に示すように、パソコンと外部の計測・制御対象とを接続する計測デバイス、振動モデル、送電系統縮小モデルがある。

図 5(a)は振動モデルであり、左右に動く構造、x, y または z 軸方向の加速度を計測する 2 つの

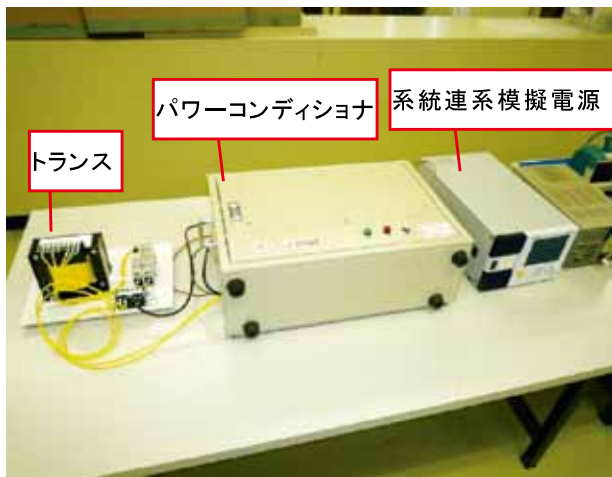


(a)振動モデル



(b)送電系統縮小モデル

図 5 自動計測実習装置 LabVIEW 周辺装置



(a)装置全体



(b)パワーコンディショナ内部

図6 パワーコンディショナ製作実習装置

加速度計入力を備えている。このモデルは、共振周波数、センサ計測、データ集録/解析手法を習得する目的で活用する。

図5(b)は送電系統縮小モデルであり、モータとソーラーパネルを使用したAC配電網で3軒の家に対する電力監視を模擬している。このモデルによって送配電網の需給調整の概念を習得するのに活用する。

### 3.5 パワーコンディショナ製作実習装置

パワーコンディショナとは、太陽光発電システムを利用する上で、発電された電気を家庭などの環境で使用できるように変換する機器でありインバータの一種である。本装置は、電気設備設計製作実習および標準課題(発電電力制御システム設計製作課題実習)において使用する。

図6(a)はパワーコンディショナ全体構成<sup>(2)</sup>である。実習では、系統連系模擬電源を接続し、系統連系を模擬できるようになっている。

図6(b)はパワーコンディショナ本体内部である。パワーコンディショナは、DC-DCコンバータ部とインバータ部で構成され、DC-DCコンバータ部の入力は、最大直流入力電圧300V、最大入力直流電流10A、インバータ部の出力は、交流100V 50Hz/60Hz、最大出力1kW、制御方法は出力電流制御モード/MPPT(Maximum Power Point Tracking：最大電力点追従)モードである。

本装置によって、ソーラーパネルなどから発電された直流電力を、一般家庭で用いられる交流電力に変換する手法および電力系統と連系する手法を習得する。

標準課題における製作課題としては、電力変換システムにおける各部(DC-DCコンバータ、DC-ACインバータ)の設計・製作、出力制御プログラムの製作等を想定している。

### 3.6 制御盤組み立て実習装置

本装置<sup>(6)</sup>は図7(a)に示すように、ベルトコンベア、XYテーブル等の負荷装置とそれらを制御するPLC(Programmable Logic Controller)やドライバが収納された制御盤から構成され、自動化システム応用実習および電気装置設計製作実習にて使用する。

学生のグループ(4~5名)に1セットの空の制御盤とPLC、各種ドライバを配布し、図7(b)に示すように配置・配線する。本装置は、制御システムの設計・製作およびPLCによる位置決め制御の習得に活用する。「モータ学習装置」や「パワーコンディショナ」がマイコンによる制御であるのに対して、本装置は、PLCで制御を行う。





(a)装置全体



(b)制御盤組み立て例

図7 制御盤組み立て実習装置

### 3.7 家電設備ネットワーク実習装置

本装置は、エネルギーマネジメントシステムにおいて使用する。エネルギーマネジメントシステム(EMS: Energy Management System)とは家庭やビル、工場などのエネルギーを管理しながら照明や空調などのエネルギー設備を自動的に監視・制御し、建物内のエネルギー使用状況を一元的に把握するシステムをいう。管理する対象として家庭: HEMS(Home EMS), ビル: BEMS(Building EMS)がある。本装置は、そのようなEMSの概念を習得するのに活用する。

図8は、本装置の使用イメージである。クランプオンセンサ<sup>(7)</sup>は、商用電源の電

流値を測定するセンサであり、定格は定格一次電流100Aおよび500Aのものを導入した。検出した電流値はクランプログャーによって記録され、記録したデータは、コミュニケーションデータベースで中継され、パソコンで閲覧・記録することが可能である。



図8 家電設備ネットワーク実習装置

### 3.8 周波数分析器

本装置は、サーボ解析システム(図9)(FFTアナライザ)<sup>(8)</sup>、振動解析システム、音響解析システム、回転計で構成される。制御回路の伝達関数や位相余裕、ゲイン余裕などの特性を計測するほか、構造物の共振周波数や騒音振動を計測することができる。自動計測実習や電動力応用機器実習、開発課題等で使用する。

### 3.9 モータアナライザ

モータのトルク、出力を計測し、回転数-トルク、回転数-出力等の特性を計測する。本装置は、図10に示すトルク検出器<sup>(8)</sup>とトルク解析部、電力計から構成される。

トルク測定範囲は0~10N・m、分解能0.01N・m、回転速度は100~7,000min<sup>-1</sup>で三相モータに対



図 9 サーボ解析システム



図 10 モータアナライザ(トルク検出器)

応ずる。電動力応用機器実習，標準課題，開発課題で使用する。

#### 4. おわりに

生産電気システム技術科に導入された機器について紹介した。各機器は，生産電気システム技術科の実習で使用する目的で導入されたものだが，他科においても活用できる機能を有している。アプリケーションによってはライセンスによる使用目的の制限があるが，興味がある場合は筆者らに連絡いただければ幸いである。本原稿執筆時点(平成 26 年 5 月)では，ここに紹介した機器を使用した実習はほとんど行われていない。実施事例については，別の機会に報告する予定である。

最後に，学務課，援助計画課，総務課の関係各位には，今回の機器導入に際し多大なるご協力をいただいたことに感謝申し上げます。

#### 参考文献

- (1)秋間，今園：「応用課程生産電気システム技術科の紹介」，近畿能開大ジャーナル第 21 号(2013)
- (2)株式会社昭和電業社 <http://www.k-sd.co.jp/>
- (3)MathWorks <http://www.mathworks.co.jp/products/matlab/>
- (4)株式会社 MCOR e-ラーニング [http://www.mcor.co.jp/ja/sales/elearning/matlab\\_pro.html](http://www.mcor.co.jp/ja/sales/elearning/matlab_pro.html)
- (5)日本ナショナルインスツルメンツ株式会社 <http://www.ni.com/labview/ja/>
- (6)株式会社バイナス <http://www.bynas.com/>
- (7)日置電機株式会社 <https://www.hioki.co.jp/>
- (8)株式会社小野測器 <http://www.onosokki.co.jp/default.htm>