

ものづくりの高度化・知能化のための基盤形成教育

機械システム工学科 廣江哲幸

1. 本教育導入の背景

IT技術の進歩や多機能製品の普及に伴い、製品の高機能化や省エネルギー化が求められていると共に、生産の安全性、高効率化のために生産設備に対し自動化やフレキシビリティが求められている。これに対応するために機械システム工学科においても、ものづくりの高度化・知能化を進める必要があり、学科教育目標「生産システムの高度化, 知能・情報化技術の学習」にもなっている。ものづくりの中で、実際に機能を発現させるためには、様々な基本的知識と技術そして技能が必要であり、それらを土台として専門的な知識と技術を組み込むことによって、はじめて高度化、知能化が実現できる。本学科にとってもものづくりとは、様々な構造、機構を実体化する機器の製作であり、専門教育の中で学習した様々な高度な知識をこれに活かすためには、その知識をドキュメント化もしくはデータ化し、機器の機能に反映させる必要がある。近年の情報機器の普及に伴い、様々な言語やデータの形で表されたこのドキュメント（ソフトウェア）をコンピュータで処理し、様々なインターフェースを通して機器を制御することが一般的になっている。したがってこれからの機械工学の教育の中で、いかにソフトウェア（知識）のコード化、ならびにハードウェア（もの・機器）とのインターフェースを考えていくかが、機械の高度化・知能化の鍵になる。現在、このようなメカトロニクス技術を使用している生産現場においてもソフトウェアとハードウェアのバランスをどのようにとるのが課題となっている場合が少なくない。

2. 実施形態および内容

機械システム工学科では、1年次から3年次に亘り、ものづくりに関する教育をPBL授業および関連する実習・演習系授業を中心として行っており、この一環としてメカトロニクス教育を導入することが適切であると考えられる。しかしながら新規に必須の授業を増やすことはカリキュラムのスケジュール上難しく、既存の授業と並列に開講せざるを得ない。そこで2年次のプロジェクト実習第一を設計・製作コースとメカトロコースに分けて半数の学生を対象に実施することにした。平成21年度のクラスは52名である。2年次学生を対象にしたことで、基礎となる科目は1年次開校の「コンピュータサイエンス」、「プログラミングおよび演習」、「機械製図およびCAD演習」、2年次同時期

開校の「機構運動学」となり、制御理論を取り入れるような高度な演習はできないが、組み込み型マイクロチップコンピュータ（マイコン）を使用した機構運動の簡単な制御は可能である。逆に2年次のPBL科目を2コースに分けたことで、3年次のPBLの演習において、それぞれ学んだコース内容をチームとして活かすプロジェクトの構成が可能となるような長所もある。

電気・電子に対してほとんど知識を持たない学生に対して本授業では、以下の4つのカテゴリーに分けて演習および実習を進めるが、基本的な方針としては、「自主学習を重要視する」ことである。

(1) ワンチップマイコン（PIC18F4520）を含む演習ボードを利用したデジタル信号技術基礎の習得

図1に示す演習ボード（マイクロアプリケーションラボラトリー社製MA224）を利用してまず、パソコンやワンチップマイコンと外部機器とのインターフェースについて学び、パソコン側ソフトやワンチップマイコンの開発環境の導入から始め、外部装置との入出力やパソコンとマイコンにおける制御の役割分担を理解させる。この過程で信号がどのように出力されているかをボードとセットになったモニタやマルチメータ、デジタルオシロで確認させ、デジタル信号のアナログ的な挙動についても考慮させる。

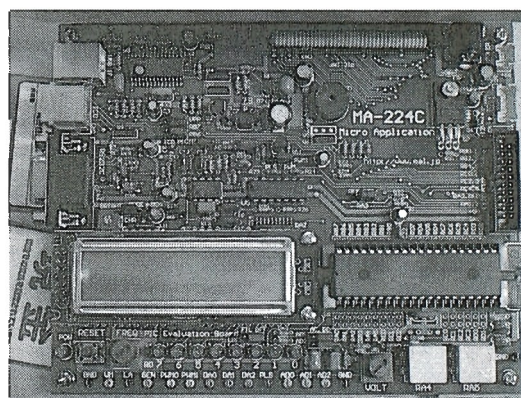


図1 演習ボード MA224 (PIC18F4520)

(2) センサやモータなど利用した運動や位置の制御技術の習得

センサやモータの特性を調べるところから始め、電氣的な処理、操作を通して単純なフィードバックの構成までを行う。この段階における実習はソフトウェア

の理解とハードウェアの理解の2つのステップに分けて行う。最初の段階で行う演習ボード上での実習ではハードウェア構成が固定されておりソフトウェアの学習に集中できるためプログラムを容易に作る事ができる。この段階ではセンサやモータの接続も演習ボードや拡張ボードのコネクタを介して行う。次段階では、図2のようにブレッドボードを使用しハードウェアの実習、すなわち電氣的な配線を行う。前の段階で作成した完成プログラムを利用することによってここでは回路構成上の問題発見に集中することができる。また、機械系の学生にとって電氣的な素子の定数を見積もることに不慣れであり設計した回路への不安も生じるので図3で示すような回路シミュレータで論理的な動作や電氣的な挙動を確認する。

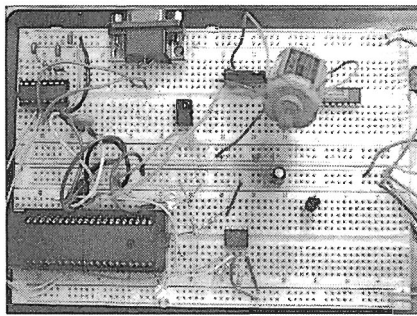


図2 ブレッドボード上での回路作成

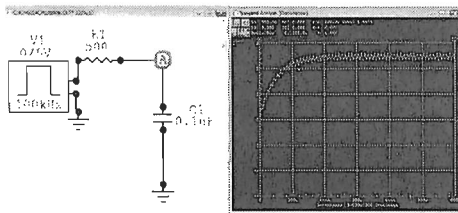


図3 回路シミュレータ

最終的にモデルとして図4のシステムを構成し、制御する。すなわちパソコンから指令した命令や初期に送信してEEPROMに記録したデータに基づきアクチュエータ（モータ）を操作する。このときセンサによって回転数やスイッチのON/OFFを検出して操作に反映させ制御する。使用するモータの種類としては、制御原理の異なるDCブラシモータ、パルスモータ、サーボモータを対象としている。

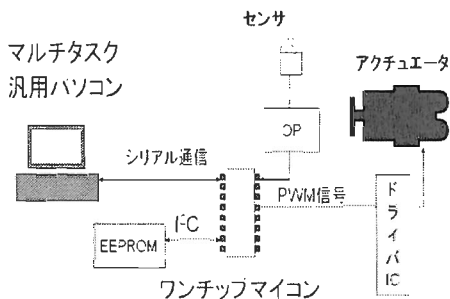


図4 制御システムモデル

(3) 機構設計と機構シミュレーション

座学では機構の要素について学ぶが、実際どのように運動するか、他の部品と干渉を起こさないかなど、イメージできる力はまだ十分でない。これに対してトレーニング方法としてCADを使用したシミュレーションが有効である。本学科では3DCAD (SolidWorks)を全学生が利用できるので、モータの制御された運動も考慮した機構全体の動作を視覚的に理解することができる。

(4) コンピュータ制御を利用した自由な機器製作

メカトロ技術を十分に理解し活用できる力をつけるためには、自分の考えを機器の機能やデザインに反映させる「創造的なものづくり」を体験しなければならない。しかし、抽象的な概念から一気に具体的なアイデアを出すのは、特に時間が制限された授業の中では難しい。そこでアイデアの基となる市販品のモデルや数多くの図書を準備し、創造性を高める環境の整備を少しずつ進めている。想定している作品の一例（パソコンから送られるデータにしたがって歩行動作を行うロボット）を図5に示す。

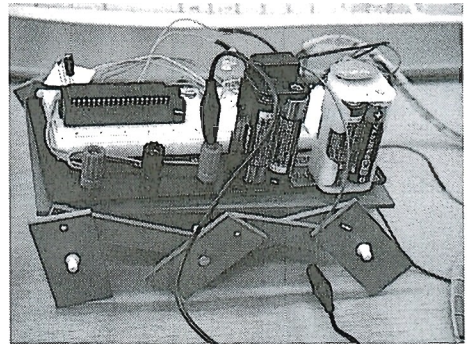


図5 作品の一例（歩行ロボット）

3. 導入の成果

本授業は21年前期に開講される科目であり、まだ実際に2年次学生に対して授業を実施してはいない。しかし、研究室の学生（大学院）を対象とした授業のシミュレーションは行っており、上述の作品もその中で作成されたものである。機械系の授業カリキュラムの中に電気・電子の実習や演習は含まれていないので実質2年次学生と知識の差は小さいと考えられる。このシミュレーション授業の中で学生から出てきた声は、「今後研究に取り入れる上で非常に有益であった」、「機械の概念が広がった」、「自分で調べ考える楽しさと厳しさ感じさせられた」などであり、ものづくりの意欲や意識を高める意味からはとても効果的であったと結論づけられた。ただ、必須科目として全員に効果を発揮することができるかどうかを、授業の進行方法の改善と共に考えていかなければならない。また今後大学外部からの協力依頼も検討したい。