

特色ある学校

新しい「ものづくり」実習を目指して ～二足歩行ロボット実習への取組から～

兵庫県立姫路工業高等学校 電子機械科 土井 雅貴

1. はじめに

本校は、昭和11年に兵庫県立姫路工業学校として設置され、今年で創立75周年を迎える。天下の名城・世界遺産「姫路城」を南に臨む校地から2万人以上の卒業生を輩出し、そのほとんどが地元・姫路市を中心に「ものづくり」の担い手として活躍している。その中でも、電子機械科は昭和60年4月に、「メカトロニクスに関する技術」の習得を目指し、「生産システム」の自動化・省電力化に対応できる技術者の育成を目指して設置された、最も新しい学科である。常に最新の実習機器を有し、最新の「ものづくり」を実践してきた。

そこで、電子機械科の概要と、二足歩行ロボットを用いた実習や課題研究、課外活動の内容

を紹介する。

2. 電子機械科の概要

(1) 教育課程（カリキュラム）

表1に電子機械科の平成23年度実施教育課程を示す。1学年31単位のため、毎週月曜のみ7時間目を設けている。

(2) 学習内容体系

専門科目は、以下の分野に分かれている。

- ① 機械系（製図・機械設計・機械工作など）
- ② 電気・電子系（電気基礎・電子回路など）
- ③ 情報・制御系（情報技術基礎など）

座学・実習ともに、これらの分野を幅広く学ぶことができる。

(3) 資格・検定取得

本科では、1年で計算技術検定3級・基礎製

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1年	国語総合	現在社会			数学Ⅰ				理科総合A		体育		保健		芸術		英語Ⅰ		家庭基礎		製図		電気基礎		情報技術基礎		工業技術基礎				HR
2年	国語総合	日本史A		数学Ⅱ		数学Ⅱ		数学B		物理Ⅰ		体育		保健		英語Ⅱ		製図	機械設計	電子回路	電気基礎										HR
3年	国語表現	世界史A		数学Ⅲ		物理Ⅱ		化学Ⅰ		体育		英語Ⅱ		英語Ⅱ		電子回路		アルゴリズム応用	機械工作												HR

※3年上半分が進学選択・下半分が就職選択、「物理Ⅱ」「化学Ⅰ」は自由選択

表1 平成23年度実施教育課程

図検定・情報技術検定2級（C言語）を、2年で第二種電気工事士・機械製図検定を全員受験させる。生徒は、早朝補習や演習を繰り返すなかで、学習習慣や工業人として必要な基礎知識を身につけることができる。

また、資格・検定の取得に取り組むことによって、以下のような効果があると考ええる。

- ① 補習や繰返し演習を経験することによって、効率的な学習スタイルを身につけることができる。授業や自学自習に応用できる。
- ② クラス全員で取り組むことにより、競争意識とともに「仲間と助け合う」意識も強くなり、相乗効果が生まれる。
- ③ 先輩の成果を見て、後輩が育つ環境を自然と作り出すことができる。
- (4) 卒業後の進路

例年、就職と進学が半々の割合である。就職では、機械系・電気系問わず幅広い分野の企業に就職している。進学では、AO入試や工業科推薦入試を利用するケースが多く、高校3年間の取組が入試に直結する。国公立大合格者の多くは、日々の授業だけでなく、部活動や資格取得、課外活動などにも成果をあげた生徒である。

3. 電子機械科の実習

(1) 1年工業技術基礎（3単位）

ものづくりの基本技術や工業人としての考え方、実習安全の心得、報告書の書き方など、工業高校で学ぶ基盤を育てている。

実習項目は、旋盤実習（旋盤の基本技能）・手仕上げ（文鎮を製作）・電気工事（直流回路の電気実習と電気工事士の基本技能）・ライントレサ（センサを用いたライントレサ製作を通した総合実習）・情報実習（ワープロ・表計算とCADの基礎）の5種類である。

(2) 2年実習（5単位）

専門的な実習機器を使用した内容となる。いずれの実習も3年生で内容を発展させるための

基礎・基本を重視している。

実習項目は、自動加工（マシニングセンタによるNC加工の基礎理論）・リレーシーケンス（リレーとPLCによるシーケンス制御の基礎）・二次元CAD（フランジの設計・図面化）・触感CAD（三次元スキャナで取り込んだ立体のモデル化）・デジタル／アナログ回路（電子回路の基礎理論と基本回路）・ロボット（二足歩行ロボットの仕組や制御方法）・PIC／AVR（マイコンによるLEDやサーボの制御）の7種類である。

(3) 3年実習（6単位）

2年実習の応用として、最新鋭の実習機器を活用することによって自ら考えて創意工夫できる内容となっている。

実習項目は、自動加工（印鑑ケースの加工）・FA（コンベアや汎用ロボットなどのミニ工場を設計し、シーケンス制御により運用）・三次元CAD（Inventorによる三次元CADシステム）・触感CAD（三次元スキャナで取り込んだ立体の金型設計）・電子回路（高度な電子回路の設計・実験）・ロボット（C言語によるサーボ制御）・AVR（AVRマイコンの制御）の7種類である。

4. 二足歩行ロボット実習

H8やAVR、PICなどの小型で安価のマイコンが市場に多く出回り、それらへの組み込み技術が注目されている。また、ホビー用の二足歩行ロボットが個人でも手軽に入手できるようになった。

これらの時代背景を踏まえ、マイコンへの組み込み技術の導入として、二足歩行ロボットを使ったマイコン制御実習に、平成20年度より取り組んでいる。

(1) 実習用ロボット仕様

ひとり1台のロボットとPCを用いて実習できる環境となっている。バッテリーは予備を含

ロボット	HR-Trainer Jr.(BYNAS)
サーボ	RS301CR/302CD(双葉電子工業)
マイコン	RPU-11(双葉電子工業)
通 信	RS-232C
モーション作成	モーションエディタRPU11
スクリプト言語	scripter
C 言語	GCC Developer Lite
O S	Windows XP

めて、ひとり2個ずつ用意している。

(2) 実習計画

二足歩行ロボットの实習は、2・3年で3時間×4週ずつ開設している。二足歩行ロボットの制御を通して、創意工夫したプログラムの作成ができるように学習させている。

① 二足歩行ロボットの基礎知識

サーボやプロセッシングユニット（マイコン）、バッテリーなど、各部品の基本理論と概要を説明する。

② モーションエディタによる動作制御

ロボットの動き（モーション）をGUIで作成できる専用ソフト「モーションエディタ」を使って、モーションを作成する。「ロボットのモーション制御＝サーボの角度制御」であることを直感的に理解でき、この後のプログラム実習でもイメージしやすくなる。また、3Dアニメーションによって実際の動作を確認できるので、作業効率もよく、ロボットに負担を与えることなく安全に実習することができる。

③ scripterによる動作制御

専用のスクリプト言語を使い、プログラミングによるモーション制御を行う。「サーボを動かす」や「歩く」といった専用の制御命令が、非常にシンプルかつ簡単にできるので、プログラミングが苦手な生徒も理解しやすい。

④ GCC Developer Liteによる動作制御

汎用のC言語プログラミングによるモーション制御を行う。はじめに、マイコンへの組み込



図1 二足歩行ロボット実習

み技術手法の一つである「クロスコンパイル」について説明する。そして、サンプルプログラムを使って、ロボットのモーション制御に必要な命令（コマンド）やプログラミング手法を解説し、最後に各自でプログラムを作成する。

(3) 指導のポイント

① 最終目標を明確に、段階的に

前項の①～③を2年生で、④を3年生で行っている。最終目標を「C言語によるサーボの組み込みマイコン制御」と明確にし、そこへ至る学習内容を段階的に理解して実施できるようにしている。

例えば、C言語プログラミングの前には、命令が簡単なスクリプト言語でプログラムの構成に慣れる。サーボをプログラムで制御する前には、GUIによる直感的な角度制御をしておく。ロボットのモーションを作成する前に、各部品の構成や性能を講義しておく、といった手順を踏んで、生徒の理解を深めることが重要であると考えている。

② 創意工夫と試行錯誤の時間を与える

実習の時間は限られているが、理論と基本操作／技術を講義した後には、生徒が自由にモーションを作成する時間を必ず設けるように心がけている。モーション作成やプログラミングが苦手な生徒にとっては、自分のペースで理解を進めることができ、得意な生徒にとっては、高

度なモーションやプログラムの作成が可能となる。

生徒にとっては、モーションの作成が思った通りにいかず悩んだり、考えたりすることによって、より理解が進んでいるように感じる。また、生徒同士で教えあったり、対抗したりすることができる「楽しい」時間となっている。講義よりも集中して取り組んでいる生徒が多い。

③ 課題研究や卒業後に活かせる実習

本科は学習内容が幅広いため、一つの実習に深く取り組むことは難しい。そのため、3年での課題研究（他テーマを含む）や卒業後の進路先で活かすことができるように心がけている。

例えば、C言語プログラミングにはフリーソフトを使い、いつでもどこでも使えるように配慮している。組み込み技術の説明も一般論として、幅広い分野に通用する考え方を述べるにとめている。

5. 課題研究と課外活動での取組

(1) 課題研究での取組

課題研究では、1～2人で一つのテーマについて研究するよう指導している。指導教諭は、年間計画の立て方や発表会原稿の作成、部品の購入、実習教室の使用については、助言やマネジメントを行うが、研究内容や作業については、手も口も出さない。1年間をかけて、完成する（成功する）にせよ、未完成で終わる（失敗する）にせよ、生徒自身の手で「経験」することが大事だと考えるからである。

テーマとしては、小型の二足歩行ロボットを1台作る生徒が多い。AVRマイコンを利用した制御基板を作り、C言語でプログラムする。フレームもCADで図面を書いて、アルミやプラ板を加工して作っている。

(2) 課外活動でロボット競技会に出場

5年前から有志の生徒とともに、地域の二足歩行ロボット競技会である「姫路ロボ・チャレ



図2 姫路ロボ・チャレンジの様子

ンジ」に出場している。はじめは、キット品を改造しただけのロボットであったが、三次元CADで設計したフレームを組み立てた自作ロボットで出場するようになった。高校に入学して初めて二足歩行ロボットに携わった生徒も多いなか、初代の生徒が3年生となる年には、夏・冬連続総合優勝を果たした。

入れ替わりに入学してきた二代目の生徒も、OBなどの指導で自作に取り組み、着実に力をつけている。部・同好会組織ではないため、学校からの資金的援助はないが、先生方や関係者のサポートを受けて活動している。市販キットで競技会に出場する高校が多いなか、「自作」にこだわった活動を進めていきたい。

6. 最後に

本学科においては、生徒が幅広い分野で基本的な実習を行い、技能を習得していくので、体系的かつ計画的な実習プログラムを組む必要がある。私は、生徒にとっての「最終目標」を明確にし、そこへ向かって段階的に学習できるプログラムが重要であると考えます。また、生徒自身が創意工夫したり、試行錯誤したりできる時間を与えることが大切である。新しい技術を「体験」するなかでの成功や失敗の体験が、未来の取組に生きてくる。そのような新しい「ものづくり」実習をこれからも進めていきたい。