

京都職業能力開発短期大学校

紀 要

第23号

◆ 実践報告 ◆

企業ニーズに沿った生産技術科カリキュラムへの提言と指導上の工夫 ……	長嶋喜一郎	1
安全衛生の取り組み ……	中川 章人	5
	田中 倫之	
	末松 秀之	
	石井 将芸	
情報技術科における組み込みシステム技術教育への取り組み -実践報告- ……	扇浦純一郎	10
コンピュータグラフィックス教育の取り組み ……	後藤 聡文	18
建築設計実習における設計コンペの取り組みについて (建築設計実習報告) ……	北條 雅生	23
RC梁の曲げ試験にかかわる教材作成 -RC梁の小型化- ……	堀田多喜雄	28
総合制作実習課題：小堂の製作について ……	丸山 詠子	32
「ジャカード装置による文羅織物の製作」の指導にあたって ……	尾関 隆夫	36

◆ 研究ノート ◆

学生募集についての考察 グラフ化することによって見えてくるもの ……	志水 正明	40
平成21年度総合制作実習課題一覧 ……		44

2010年8月

近畿職業能力開発大学校附属

京都職業能力開発短期大学校

企業ニーズに沿った生産技術科カリキュラムへの提言と指導上の工夫

Proposal to Production Technology Department Curriculum adopting Corporate Needs and Improvement of Instruction Method

生産技術科 長嶋喜一郎

Production Technology Department Kiichiro NAGASHIMA

要約

京都職業能力開発短期大学校が設立されて29年が経過した。実施カリキュラムも時代の要請に合わせ変化してきている。本稿は、開設当時の就業環境を踏まえて作成された生産機械科のカリキュラムと現在の生産技術科カリキュラムを比較し報告している。また、人材育成に対する企業ニーズについて報告し、今後生産技術科に実施が求められるカリキュラムと学生指導上の工夫、将来展望、今後の課題について考察している。

1 はじめに

厚労省系の職業能力開発短期大学校は、日本経済の高度成長に呼応し重厚長大産業向け実践技術者を育成すること、労働力の流動化策を推進することを主眼として全国に設置された。その一短大校として設立された京都職業訓練短期大学校は、文科省系の高等教育機関とは一線を画した、実習などによる体験を通して学習する方式の教育方法を採用した。

京都職業訓練短期大学校は校名を京都職業能力開発短期大学校（以下、京都短大校）へ、生産機械科は科名を生産技術科へ改名されたが、教育訓練内容として機械加工関連教科目を教育の主軸にした実践技術者の育成に特化することで、その存在意義を確かめ現在に至っている。

本稿は、教育機関の責務として、企業のニーズに合わせカリキュラムを正しく変更するため、生産技術科の設立当初のカリキュラムと現在のカリキュラムを比較しその変遷を確認するとともに将来展望と今後の課題について考察する。

2 製造業に係る世界情勢について

日本の産業界は、京都短大校設立から今日までの29年の経過の中でそのけん引役を重厚長大産

業から軽薄短小産業へと構造を変え、多様性を求める時代になった。製造手法においても、同機種製品の大量生産方式から多品種少量生産方式に変わり、また工場が中国、東南アジアにシフトして日本国内には研究施設だけを残す企業も現れてきた。

資源に乏しい日本は加工貿易を主軸に海外から利益を獲得する必要がある。こうした中で、大量生産品は人件費の安い海外で製造し、付加価値の高い製品を国内で製造すべく国際分業体制を組むことが喫緊の課題になっている。

現在、中国を始めとする発展途上国では、製造価格の安さを武器に製品を製造し、そのための技術開発がなされている。発展途上国では先例の技術を活用できるが、日本を始めとする先進国では、先例となる技術を自らが開発し製品化することが必要になる。そうした製造環境の中で国際市場において独自の地位を獲得するには、各企業にコア技術の育成と技術集約型製品の開発が必要になる。日本企業は単機能製品の販売から価格競争を避けた複合化製品、装置をシステムとして売ること、製品の質を売ることが求められている。すなわち、製品に先端技術と創造性の両方を兼ね備えることが求められる。

日本では、親会社と子会社の組織体を通して長期的信頼関係を築き、日本ブランドを形成してきた。それには応える生産系技術力があつてのことである。そして激しい国際競争や国際分業体制の

中で競争力を維持し続けていくために、企業には技術開発や生産の根幹を担う技術者、技能者が不可欠であり、いかに彼らを積極的に育成し活用していくかが鍵になってくる。

3 企業が求める人材について

業績主義時代の人事管理と教育訓練投資に関する調査⁽¹⁾によると、社員の能力開発の責任主体について、これまでは多くの大企業が能力開発は「企業の責任」である(82%)と考えてきた。しかし、現在は「社員個人の責任」とする企業が15%から55%に増加し、「企業の責任」は43%まで低下するなど、能力開発の責任主体は企業から個人へと大きく変化しようとしている。中小企業ではとくに能力開発の責任主体を企業から個人の自己責任へ転換し、人材育成のコスト削減とともに厚労省系のみならず高等教育機関には即戦力となる人材として一層実践的なカリキュラムを期待するようになってきた。

たとえばその人材像として、労働政策研究報告書⁽²⁾によると、中小企業ではラインの監督業務を担当できる者、複数の工程の段取り替え、設備保全作業を担当できる者、設備改善・改造や生産工程全般にわたる作業が担当でき、試作・開発・設計に参加できる者を挙げるところが多く、実務に直結した即戦力が求められている。従来の即戦力では、先例的技術や技能を使い仕事を手早くこなすことに長けた人材、すなわち、ややもすると定型的人材を育成してきたが、これからは対外的に通用する専門性を持っていること、ものづくりのプロセスで活用できる技能を有することの他、個性的で自発型の多能工を育てることが求められている。

一方、経済産業省発行のNewsRelease⁽³⁾によると、目的意識が強く自発的積極的であり、粘り強さや持続力、柔軟な発想や幅広い興味関心、多様なものの見方やプラス思考などの行動面や精神面の特性が要求されている。若手社員に不足が目立つ能力は、企業規模を問わず、主体性と課題発見力である、としている。働きかける力、想像力も不足している。そして期待する能力として、踏み出す力、考え抜く力、チームで働く力を挙げ、中でも技術系では考え抜く力をもっとも強く求めて

おり、実行力、課題発見力、創造力を求める企業が多い。

表1は昭和58年(京都短大校3期生入校時)にとられた情報処理専門学校卒業生に対する企業540社の要望⁽⁴⁾である。専門学校卒業生にはとくに即戦力への期待が強いと考えられたが、基礎学力、向上心、思考力や社会人としてのマナーなど常識を備えた人物への期待も高い。すなわち、現在の企業の要望と大きく変わらないことが分かる。結果として教育機関で実現しうるのは、基礎的な実践力の他、知識の付与、課題発見力、考える習慣づけあるいは社会性の育成などであり、ノウハウ等は、就業してからOJTで速やかに習得できる技術としていると、推察できる。

表1 情報系卒業生に対する企業の要望

内 容	企業数
コンピュータ技術の用語、どの機種にも共通な基礎技術を十分に教育し、基礎力の充実を図ってほしい。	93社
積極的に職務に取り組み、自己の技術力向上に努力する意欲のある人物。	68社
技術だけに偏らず、人間性豊かなパーソナリティを持ち、社会人としての自覚とプロ意識を持つ人物。	58社
社会人としてのマナー、挨拶、言葉遣いなどの一般常識をそなえた明瞭な人物。	42社
マシン(コンピュータ)を実際に働いこなす能力を身につけて欲しい。初級、中級プログラマーとして即戦力を身につけ、応用力を養うために実習を数多くこなすことが必要である。	36社
文書作成、マニュアル読解などの国語力が不足している。	28社
情報処理技術者試験の2種程度は必要である。	18社
ハードウェア、ソフトウェア両面に明るい技術者を望む。	14社
専門分野外に適應できる柔軟な思考力の養成を望む。	13社

4 教育訓練法、指導上の工夫について

文科省系教育機関と厚労省系教育機関の教育訓練法の違いを一言にまとめると、前者では主に学校で基礎的素養・学力(以下、基礎学力)を学習し、企業で実学を学習する。後者では主に学校で実学を学ぶところにある。実学を導入教育として取り入れるのは、企業の即戦力への期待に応えるとともに、教育手法が取り組みやすく学習内容を理解させやすい面があるからである。その代わり、就業してから基礎学力を学習し、多様な変化への対応力を身につけることになる。しかし、企業人になってからの基礎学力の修得にははなはだ困難を極めるが、実学はOJTによって自然に身につく面がある。すなわち企業ニーズと併せて考えると基礎学力はできれば学生のうちに修得すべく方向付けるべきだと判断できる。

従来の、学生に対する学習形態は一方向的であり

学力の向上は学生の努力に期待していた。しかし学生の学力低下にともないまた考える力を育成する観点から一方的授業を廃し、体験を積み重ねた、学習内容を理解しやすい方式の体験型授業の実施が期待される。一方的授業の特徴は多数の学生を一定の方向付けをして多量の知識を効率よく教えるための大量生産大量消費時代の効果的な学習形態といえる。しかし、考える余地を与えないため画一的な考えを持つ学生を大量生産することになり、問題意識、多様な考え方は高付加価値製品の開発につながる考えを持つことにはつながりにくいと考えられる。

なお、基礎学力がないと即戦力としての知識、技術・技能を付与できないため、また多様性を獲得するためにも、京都短大校においてより効果的な教育を実現するにはどのような教育システムを組み育成するかを攻究すべきだ。多様な思考を促すための一般教養教育の充実も必要であろう。この目的のため、カリキュラムが即戦力に偏りすぎていないか再検討する必要がある。高度な職業訓練を受けるにはそれに相応しい基礎学力が要求される。しかし高校の実状として実学教育に進む学生は比較的基礎学力に乏しいと考えられる。その延長線上にあると考えられている職業訓練施設でも高度な職業訓練には高い基礎学力が不可欠なことを入校生に理解させる取り組みが必要になる。あるいは短大校内で教育していかねばならない。

5 生産技術科カリキュラムの変遷

京都短大校開設時のカリキュラムは、基礎学科目は文科省系の短大を参考にして、また実習は即戦力実践技術者育成のため、在籍指導員の技能・技術力が十分発揮できる形に作成された。その後の厚労省系の短期大学校としての存在意義を明確にするための全国統一カリキュラムの設定で機械加工系科目に特化されてきた。しかし、これからの国際競争の厳しい現代では付加価値を湧出する教育訓練が必要であり、真の企業ニーズにあわせて改編していく必要がある。

開設当時(第1期生)のカリキュラムと平成22年度(第30期生)のカリキュラムを表2に示す。第30期カリキュラムは第1期に比べ、総訓

練時間は3,200時間から2,800時間となり87%に縮小された。しかし、実習時間の割合は47%から61%に増加したことで実習時間はむしろ増加している。その代わり一般教養科目他の、主に学科目が縮小されたことで多様性よりも機械系科目の充実を選択したカリキュラムとして、より実践的な科目構成になった。

第1期カリキュラムに科目設定がなく時代の要請に合わせて新設された科目として、情報処理関係科目、CAD、CAD/CAM関連科目があり、6単位、10単位である。また大きく授業時間を増した科目として、電気・電子工学および実験、数値制御関連科目、機械制御関連科目、総合製作実習が挙げられ、それぞれ2単位から6単位へ、6単位から10単位へ、6単位から12単位へ、18.5単位から26単位に増加している。授業時間を減じた科目は、機械加工に関する学科、同実習、機械設計製図関係科目である。それぞれ、12単位から4単位へ、43.5単位から22単位へ、26単位から8単位へ減少した。機械加工に関しては、板溶系関連科目が減少し、設計製図関係科目では手作業による製図が減少しCAD関係へ変更されている。

表2 第1期生と第30期生のカリキュラム

区分	科目の科目	第30期生授業科目	合計 単位	第1期生授業科目	合計 単位
一般教養科目	日本語	日本語	1	日本語	2
	外国語	英語	2	英語	4
	体育	体育	2	体育	4
	情報処理	情報処理	2	情報処理	4
	総合	総合	2	総合	4
基礎科目	線図	線図	10	線図	24
	電気工学	電気工学	2	電気工学	2
	機械工学	機械工学	2	機械工学	2
	材料工学	材料工学	2	材料工学	2
専門科目	材料工学	材料工学	2	材料工学	2
	材料工学	材料工学	2	材料工学	2
	材料工学	材料工学	2	材料工学	2
	材料工学	材料工学	2	材料工学	2
	材料工学	材料工学	2	材料工学	2
	材料工学	材料工学	2	材料工学	2
	材料工学	材料工学	2	材料工学	2
	材料工学	材料工学	2	材料工学	2
	材料工学	材料工学	2	材料工学	2
	材料工学	材料工学	2	材料工学	2
実習科目	総合製作実習	総合製作実習	20	総合製作実習	22
	機械工学実習	機械工学実習	4	機械工学実習	0
	材料工学実習	材料工学実習	4	材料工学実習	0
	電気工学実習	電気工学実習	2	電気工学実習	0
	情報処理実習	情報処理実習	4	情報処理実習	0
	総合製作実習	総合製作実習	10	総合製作実習	0
	機械加工実習	機械加工実習	2	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	2	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	2	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	2	機械加工実習	2
実習科目	機械加工実習	機械加工実習	12	機械加工実習	12
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	4
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	4
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	4
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	4
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	4
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	4
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	4
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	4
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	4
実習科目	機械加工実習	機械加工実習	24	機械加工実習	52
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
実習科目	機械加工実習	機械加工実習	24	機械加工実習	24
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
実習科目	機械加工実習	機械加工実習	24	機械加工実習	24
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
実習科目	機械加工実習	機械加工実習	24	機械加工実習	24
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
実習科目	機械加工実習	機械加工実習	24	機械加工実習	24
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2
	機械加工実習	機械加工実習	4	機械加工実習	2

第30期のカリキュラムは第1期に比べより実践的科目に変更されているが、その中でも特徴的科目として総合製作実習の機械製作実習基礎および機械製作実習応用を挙げることができる。本教科目は簡易機械の構想から始め設計製作までの製作プロセスを実施する。指導が難しいこともありややもすると提示型訓練になる恐れもあるが、自主性を育てるためには極めて有効な科目になる。本教科目の活用が、企業が求める人材育成に合致した「考える力の育成」につながるため、学生の将来にとって重要な方向付けをする科目として位置付けられている。さらに企業ニーズに応えるためにも、加工実習及び情報関係、電気・制御関係科目の比較的OJTが可能な応用科目に類する教科目について整理統合し、総合製作実習関連科目に係る自発型の学習形態を一層充実させる必要がある。ただし指導においては提示型でなく、指導員とはディスカッションを通して指導する対話方式を実践する必要がある。ものづくりの指導においてはとくに自発型の学習形態を推進し、考えるきっかけ作りと自発性を発揮させるべく強力に仕向けなければならない。できばえにこだわるべきではない。多様な考え方を持つ学生の育成のためには、考えるための基礎力（一般教養他の基礎学力及び基礎技術・技能）の育成が急務であり、考えるきっかけをどう与えるかに注力すべきである。評価基準としては、構想をどのようにして具体化させたか、他人と違う独自性が出せたか、おもしろい切り口を発見できたか、などである。

6 おわりに

(1) 京都短大校にとって即戦力は重要な教育課題である。付加価値の付与には商品開発ばかりでなく生産技術の改善も含まれる。とくに生産技術の改善・開発には現場での経験が必要であり実践教育を受けた厚労省系の大学校出身者が相応しい。しかし入社してから育成してもよい即戦力課題もあろう。機に即しカリキュラムを改編すべきだ。今必要なのは国際競争に打ち勝つことであり、日本の製造環境の再生である。そのためには考えさせる教育が必要である。多様な発想を可能にする教育は専門課程の目的に合うものであり企業ニーズに合致するものである。文科省系カリキュラ

ムとの競争を恐れる必要はない。教育の立脚点によって厚労省系の短大校の特徴は出せると考える。

(2) そのためにも訓練スタッフの多様化が必要である。目的校としての職業能力開発総合大学校の存在意義が問題視されているが、活力ある職業訓練のためにはむしろ企業育ちの多くの卒業生を指導員として招聘することができ、その意味では職業能力開発総合大学校出身者の企業進出は勧奨すべきところでもある。

(3) 信頼関係を築いた関連企業組織体においては、ノウハウ、情報、経験などの知的財産の共有化を実現し、個々の持つノウハウを共有化することで効率的な製造作業、能率的な業務推進ができています。中小企業においても同様な組織体を実現するための一助として、企業と職業能力開発施設との連携による在職者再教育システムの構築作業⁽⁵⁾を実現する必要がある。このシステムは卒業生の再教育を実施する環境としても活用できる。

(4) 即戦力は体験型教育で身につける方法が主体になる。しかし即戦力で得た知識、技術・技能では対応できない事象に遭遇した場合、その解決には応用力の育成が欠かせない。そのため応用力の育成に中長期的な視点に立った教育訓練も必要になる。そのためにも専門課程と十分連携した応用課程として充実すること、もしくは応用課程において充実した基礎力の向上を図る機会を作ることの必要がある。

参考文献

- (1) 人事・労務管理研究会人材育成ワーキンググループ、業績主義時代の人事管理と教育訓練投資に関する調査、産業労働調査課、2000.8
- (2) 労働政策研究報告書No112、ものづくり産業における技能者の育成・能力開発と処遇、労働政策研究・研修機構、2009.7
- (3) NewsRelease、企業の「求める人材像」調査の結果について、経済産業省、2007.3
- (4) 平澤、専門学校における情報処理教育、大学と学生No253、JASSO、1987.3
- (5) 長嶋、岡安、段、企業と職業能力開発施設による設計技術教育システムの提案、報文誌、1998年、第10巻第1号

安全衛生の取り組み

Approach to Health and Safety in Electronic Technology Department

電子技術科 中川 章人

Electronic Technology Department Akito NAKAGAWA

田中 倫之

末松 秀之

石井 将芸

Noriyuki TANAKA

Hideyuki SUEMATU

Masanori ISHII

要約

近畿職業能力開発大学校附属京都職業能力開発短期大学校の電子技術科では 2008 年から 2009 年にかけて、学生 (2008 年度は 1・2 年生 2009 年度は 2 年生のみ) が朝礼の中で、安全衛生について取り組んだ。安全衛生については、週間安全衛生目標を設定させ、各グループごとに災害発生報告、ヒヤリハット報告、危険予知報告させている。これらの取り組みの状況を報告する。

1 はじめに

近年、企業では生産性向上を目指し、安価で用途を満たす素材を使用し、利潤追求を第一とし、安全が置き去りにされ、多くの事故が発生している。常に作業に緊張感を持って、常に「この作業は安全か」という問題意識を持ちながら作業し、過去の事故原因を分析し 2 度と災害を起こさないようにしなければならない。また、大きな事故の背後には小さな事故が多発していることから事例を分析する必要がある。災害事例の中では、機械設備の「不完全な状態」や、作業者の「不完全な行動」により災害が発生している。災害を起こさないためには、危険に対する感受性を豊かにし、日ごろからの安全教育により危険の目を摘む意識を形成しなければならない。学校内で起こった災害、危険予知、ヒヤリハットを報告させ、災害に対する意識を植え付け、事故・災害を減らすことを目的とし実施した結果を報告する。

2 実施概要

安全衛生の取り組み

2008 年度

1 年生 19 名

2 年生 17 名

5 グループに分割し、構成

2009 年度

2 年生 18 名

4 グループに分割

毎週 月曜日 週間安全衛生標語を記入

毎週 金曜日 災害発生報告

ヒヤリハット報告

危険予知報告

(各シートに記入)

最後に 1 年間を通じて安全衛生活動報告会を実施した。

3 安全衛生の取り組みについて

1・2 年生を各グループに分け、朝礼の中で月曜日に週間安全衛生目標について設定をおこなっている。週間安全衛生目標を廊下に掲示し、目標を設定することで、安全衛生のモチベーションを向上させ、効果的、計画的に進めることに重点をおいて実施している。同時に、災害の減少をもたらすことができればと考えている。週間安全衛生標語を掲示した。掲示風景を図 1 に示す。



図1. 週間安全衛生標語を掲示

週末の金曜日の朝礼に、災害発生報告・危険予知報告・ヒヤリハット報告について、各項目に色紙に記入し報告させている。災害発生報告をピンク色の色紙、ヒヤリハット体験報告を黄色、危険予知活動報告を緑色の色紙に記入させた。図2に記入させた色紙を掲示した風景を示す。



図2. 災害発生報告・ヒヤリハット体験報告
危険予知報告を掲示

最後に1年間を通じて、年間の危険要素を特性要因図(フィッシュボーン図)に作成し、分析を行っている。2008年度実施した。

4 安全衛生の取り組みについての結果

(1) 安全衛生標語について

各グループに安全衛生標語を書かせている。交通安全標語、労働安全標語、生活衛生標語な

どいろいろな標語が出てきた。一部、紹介する。

- ・整理整頓
綺麗な状態を
維持することが
安全への第一歩
- ・身の周り
危険はいつも
潜んでいる
- ・作業中
効率よりも
安全重視
- ・インフルエンザ
人混み避けて
感染予防

前の3例のような労働安全標語や最後の1例のような、2009年度初めに起こったインフルエンザ流行を反映した標語が多くみられた。企業や社会では安全週間を設け、より安全な活動を推進するため、コンクールなど開催されている。同様に、科内でコンクールを開催すれば、ますます安全衛生に関する意識の高揚がはかれるのではないかと考える。以前、科内でコンクールは実施していた。

(2) 災害発生報告・危険予知報告・ヒヤリハット体験報告について

災害発生報告について

- ・発生日時
- ・発生場所
- ・状況
- ・結果
- ・原因
- ・対策

について記入させている。

ヒヤリハット体験報告について

- ・発生日時
- ・発生場所
- ・状況
- ・結果
- ・原因(何でそうなったか)
- ・対策(災害防止に何が必要か)

を記入させている。

危険予知活動報告については

- ・行動
- ・発生場所
- ・作業内容

- ・予測される災害
- ・目標 (危険回避の対策や目標) を記入させている。

図3に学生が詳細に記入したヒヤリハット体験報告を示す。災害発生報告については、負傷の重篤度に応じて、A、Bに分類した。Aは、医療機関での治療を有した災害を示す。施設に災害報告済みである。Bについては、軽度のやけど、切り傷、擦り傷程度を示す。

図3. ヒヤリハット体験報告について

2008年度

災害発生報告 9件

内訳

- 基板加工による怪我 切れ 1件
(災害発生報告済み Aに分類)
- はんだ付け作業による火傷 4件
- アルミ加工による怪我 切れ 2件
- 交通事故 2件
- その他 1件
- ヒヤリハット体験報告 7件
- 危険予知活動報告 72件
- 計 88件

2009年度

- 災害発生報告 4件
- 内訳
 - はんだ付け作業による火傷 2件
 - 交通事故 1件
 - その他 飛沫 1件
 - ヒヤリハット体験報告 5件
 - 危険予知活動報告 27件
- 計 36件

2008年度災害発生報告・2年分のヒヤリハット体験報告をまとめた結果、図4、図5に示す。



図4. 2008年度 災害発生報告

災害発生報告の40%ははんだ付け作業による火傷であった。作業が未熟な1年生からの災害報告が多い。切れ・こすれの30%は総合制作実習での機械加工の作業中に発生している。交通事故に関しては、自転車とバイクの接触事故は多く発生している。

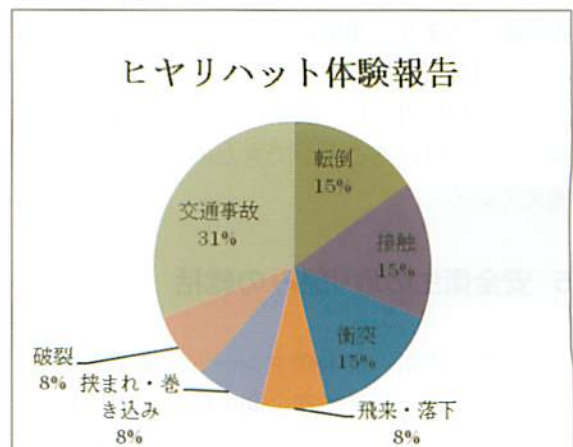


図5. ヒヤリハット体験報告

ヒヤリハットについては体験報告が少ないため、2年度分まとめた。フロアコンセントに引っ掛け、

雨により滑り転倒、ドアの開閉時に接触、衝突など、施設内での移動が45%占めている。部品の付け間違いによる破裂、加工機に巻き込まれが各1件発生している。

(3) 安全衛生活動報告会について
 各グループごと年間の危険要素を特性要因図(フィッシュボーン図)に作成し分析させた。図5に、あるグループの安全衛生活動報告会の資料を示す。2008年度実施した。

電子版資料 2009年3月31日

安全衛生活動報告会

1. 発表時間：各グループ 10分
2. 発表内容
 - (1) 年間の危険要素を特性要因図(フィッシュボーン図)を作成し分析する。
3. 安全衛生活動を通して感じたこと

(A) グループ

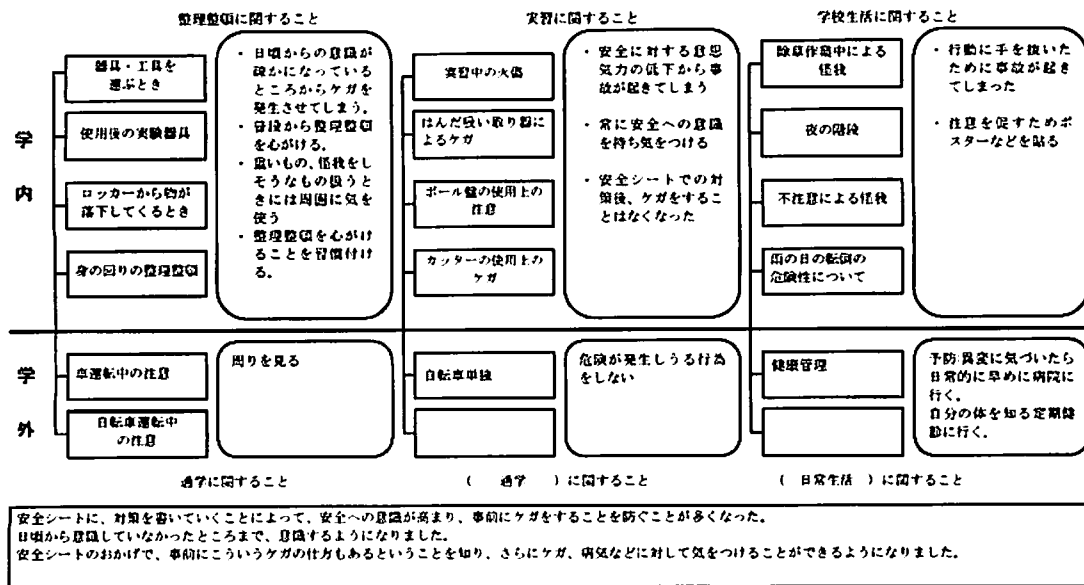


図5. 安全衛生活動報告会 資料

1年間の安全衛生活動を通じて、安全に対する意識が高まり、事前に災害を防ぐことができた。日頃から、意識するようになった。などの意見・感想が得られ、安全に対する心構え、意識など植え付けることができたのではないかと考えている。

5 安全衛生の取り組みの総括

安全衛生標語、安全衛生シート、安全衛生活動報告といった流れで安全衛生について取り組んできたが、その後のフォローが実施されていない。特に、ヒヤリハット体験報告・危険予知活動報告については件数が非常に多く、多くの事例を体系的にまとめ情報公開し、共有する必

要がある。重大な災害・事故に至らずに「あよかった」とすぐに忘れがちであるが、未然に災害が予防できる重要な項目である。これらの事例から危険性・有害性を調査しリスク除去・低減する措置をするリスクアセスメントを行わなければならない。だれがやっても早く・安全に、正確に作業でき、残留リスクについて各作業ごとに危険を明記した標準マニュアル作成が行われる。学生の場合、2年間の限られた時間なかで不足しているリスクアセスメント、標準マニュアルを作成するのは時間が足りない。

6 まとめ

2年間の中で2008年度は1年生・2年生との

混成のためか、多くの事例報告があり、安全に関する積極的な意見が出てきたため、安全衛生意識が高められたように思う。2009年度は、2年生だけのグループであったため、マンネリ化に陥り、「やらされ感」があったように感じる。今後、不足しているリスクアセスメント、標準マニュアルの作成を行い、学生への指導のなかで、常に「危険に対する感受性」を教育により育て、「危険の芽を摘む」意識を形成しなければならないと考えている。常に実習内で安全に対して意識を促し、一連のフローを継続的に実施していくことにより、災害発生原因の低減を図り、快適な訓練環境の形成を進めて、無災害を目標に実現してまいりたい。

情報技術科における組み込みシステム技術教育への取り組み

— 実践報告 —

Approach to Education of Embedded system Technologies in Information Technology Department

情報技術科 扇浦純一郎

Information Technology Department Junichiro OGIURA

要約

現在では、情報家電ではなくとも、身の回りのあらゆるものにマイクロコンピュータ(以下、「マイコン」)が使用されているといっても過言ではない。また半導体製造技術の進歩により、マイコンだけでなく FPGA(Field Programmable Gate Array)や CPLD(Complex Programmable Logic Device)といった、利用者がパソコン上で独自の論理回路を設計した後にその内容を書き込み、更に論理回路を修正して再書き込みが可能なデバイスも、工業用途以外に個人で学習用に購入できるレベルにまで普及している。近年、これら「特定の機能を実現するために機械や機器に組み込まれるコンピュータシステム」のことを総称して、「組込システム」と呼ばれている。

一方、当専門課程で育成する情報技術者は、いわゆるソフトウェア産業ばかりでなく製造業やその製品のサポート業に就職するものも多く、これらいずれの業界においても、「組込システム」を使用した電子機器に係わる機会も少なくないと認識している。本稿では、総合制作の一環として、「組込システム」のデバイス選びから作品作りを2年間行ったので、その概要を報告する。具体的には、マイコンを使用して二足歩行ロボットを制御する市販キットをベースに、無線による遠隔操作や各種センサ付加による機能拡張に主眼を置いた実習テーマを、2年間で4件実施した。

1 教材の選定

筆者は2008年4月に、民間企業からの講師として当校に赴任した。大学の卒業研究時と入社後5年間ほどは、パソコン上でのアセンブラ・C言語のプログラム開発に携わり、当校赴任の2年前には、FPGAを利用した基板の仕様決定とデバッグに携わった。しかしそれ以外はパソコンをベースにしたシステムの基本設計業務が多く、マイコンを直接扱う業務は経験していない。そこで自分の業務経験と、筆者の前任者の総合制作指導内容を参考に、総合制作の教材候補として次の4つについて検討した。

- ①レゴ マインドストーム (LEGO MINDSTORMS) を利用したロボット制作 (2008年度に検討)

- ②FPGA を使った、機器制御用デジタル回路等の制作 (2009年度に検討)
- ③前任者が使用していた、H8 マイコン基板を応用したシステム制作 (2008年度に検討)
- ④H8 マイコンより、もう少し取り扱いの簡単なマイコンを応用したシステム制作(2008・2009年度に検討)

まず①のレゴ マインドストームであるが、これは「レゴ ブロック」で知られる LEGO 社 (デンマーク) の製品である。マイコンを内蔵した基本ブロックに、必要に応じてモータやセンサ、カメラ等を通常のレゴブロックを組み立てるのと同じ要領で取り付け、ケーブル類を決められたコネクタに差し込むだけでロボットを組み立てることができる。ロボットを動作させるプログラムは、

パソコンの画面上でマウス操作によって簡単に作成できる。

元々、教材・ホビー用に開発された製品なので理解しやすく、小学生から大学生まで幅広い年齢層をターゲットにしている。但し部品が規格化されている分、誰が作っても似たようなものになってしまいがちであるため、実技系の授業には向いているが、総合制作には向いていないと判断した。

次に②のFPGAであるが、民生用途の世界では、ザイリング社とアルテラ社（どちらも米国）の2社が殆どのシェアを占めている。どちらも同程度のスペックの製品ラインナップを持ち、学習用にFPGA本体と必要最低限のインターフェース（以後、I/Fと略）や、操作スイッチ・表示用デバイス等を搭載したトレーニングボードが各種販売されている。いずれもFPGA内に任意の論理回路を構築するための開発ツールをパソコンにインストールし、VHDL・verilogといったハードウェア開発言語で記述した回路情報をデータファイルとして専用ケーブルでFPGAに書き込み、FPGA内に論理回路を構築して使用するものである。この論理回路開発ツールについては、両社のホームページから機能限定版をダウンロードして無料で使用する事ができる。

さらに双方とも、FPGA内に「ソフトプロセッサ」と呼ばれるCPUを論理回路の一部として構築し、FPGA自体を一種のワンチップマイコンとして使用することができる。更にC言語などでプログラムを別途記述すれば、FPGA内のソフトプロセッサ上で、そのプログラムを動作させることも可能である。

但しFPGAを総合制作の教材にする場合、当科の学生のようにハードウェアを初めて学ぶ者にとって論理回路開発ツールはハードルが高い、さらにソフトウェアプロセッサも使用したい場合は別の開発ツールが必要で、よりハードルが高くなる等の問題がある。

次に③のH8マイコン基板については、前任者から何種類かの参考書を引き継いでおり、過去の卒業生が残した文献を参考にできるというメリットがある。但しその一方で、H8マイコン基板そのものは市販の学習キットがあるが周辺機器については自作が必要なケースが多い、制度上の都合で過去の作品は実物が殆ど残っていないため参考にできない、当科で総合制作用教材として使われ

た期間が長いこと新規性に欠ける、というデメリットがある。

以上の理由から、④の条件を満たす教材を新たに探すことにした。その結果、浅草ギ研というメーカーが、米国アムテル社のATmega32というワンチップマイコンを用いた二足歩行ロボットのキットを販売しており、各種のセンサやI/F類もオプションとして販売していることを知り、教材として採用する事にした。

2 使用した教材の概要

2008年度、2009年度に使用した教材について、概略を紹介する。

教材のメーカーは「有限会社 浅草ギ研」とい、ホビー用ロボットの世界では比較的ポピュラーな会社である。当校を含め、大学などでも教材・研究用機材として利用され、学会論文にも登場している。同社のホームページには、ロボットキット各部品の技術資料や、搭載したマイコン用のサンプルプログラムが公開されており、利用者が必要に応じて学習できるようになっている。今回は同社から販売されているロボットキット「4軸二足歩行ロボットATWALKER」と、その参考書「二足歩行ロボット製作超入門」を使用した。

“ATWALKER”本体は、先に紹介したATmega32というマイコンを搭載した、下半身（脚部）のみのキットであるが、オプションとしてBluetooth無線機や、3軸加速度センサ・距離センサ等各種のセンサ、ATmega32より高性能なCPUボードなどが販売されている。またそれ以外に、参考書「二足歩行ロボット製作超入門」には、ラジコン送受信機（双方を一組として“ラジコンプロボ”と呼ぶ）による遠隔操作等の例が、概略ではあるが紹介されている。これらのオプションは、購入してそのまま接続できるのではなく、コネクタを自作したり、ATmega32マイコンボードのパターンを切ったりする等、ある程度の手作業が必要である。

2008年度、2009年度とも、まず参考書でロボットキットについて概要を学習させ、次にロボットキット本体を渡し、サンプルプログラムで基本的な動作方法を学習させた。一通りの使い方がわかった後で同製品のオプションの中から使いたい

製品を選ばせ、最後にコネクタ類の作成や各オプションを活用したプログラム作成を行わせて総合

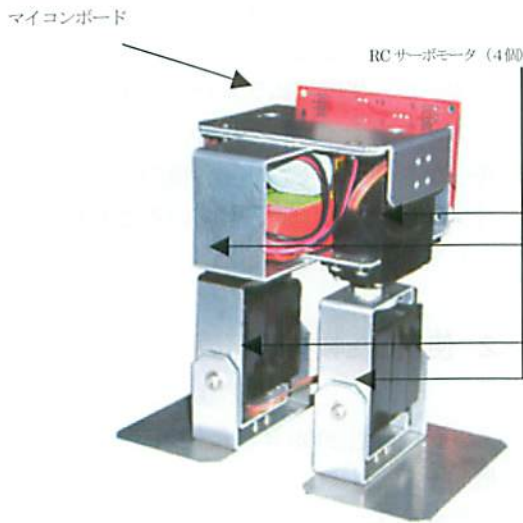


図1 “ATWALKER”の外観

制作の作品を完成させた。

以下に“ATWALKER”の概要を紹介する。

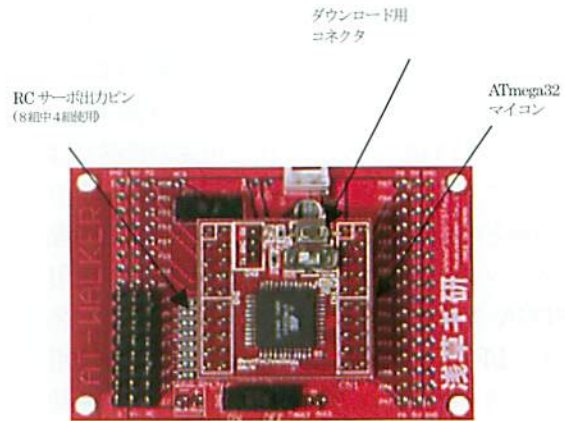


図2 マイコンボード

表1 マイコンボード仕様 (抜粋)

項目名	仕様
CPU	ATmega32
クロック	16MHz
プログラム領域	32K Byte (フラッシュメモリ)
RAM	2K Byte
I/O	32本 (うち 8個はサーボ用)
マイコン機能	8bit タイマ x 2 個、16bit タイマ x 1 個、 USART、JTAG、AD コンバータ など
基板コネクタ	基板用電源入力コネクタ x 1 PC ケーブルコネクタ x 1 RC サーボ出力ピン x 8 c h (ポート C)
開発環境	ベストテクノロジー社の「GCC Developer Lite」(無償) を使用。プログラムは C 言語で記述し、パソコンから専用ケーブルで ATmega32 マイコンボードに書き込む。
サイズ	W70 x D45 x H20 mm

図1は使用したロボットキットの外観である。ロボットは脚部のみで、ラジコン用サーボモータ (以下 RC サーボと略) を両足の膝部分・足首部分と計4個使用している。図1の後ろの方に取り付けてあるのが図2のマイコンボードである。パソコンで作成したプログラムを、ダウンロード用コネクタ経由で ATmega32 マイコンに書き込み、RC サーボ出力ピンに接続した4個の RC サーボを動作させて二足歩行する。

ATmega32 マイコンには A,B,C,D の 8bit

I/O ポートが4つあり、共通機能としてデジタル入出力機能を持っている他、ポート別に固有の機能も持っている。A ポートには A/D 変換器が内蔵されており、アナログ出力のセンサを接続する。RC サーボの制御には、C ポートを 4bit 使用している。

図2は ATmega32 マイコンボードの外観、表1はマイコンボードの仕様である。

表2 総合制作で使用したオプション(検討のみ含む)

オプション名 (使用した年度)	概要
Bluetooth 無線機 (2008年度)	データ通信用 Bluetooth Ver2.0+EDR 対応のスレーブ無線モジュール。本製品をマイコンと接続し、パソコンに接続したマスター無線機と最大460kbpsで通信可能。(マスター無線機は市販品を使用)
赤外線距離センサ (2008年度)	10～80cmの距離にある5cm以上の大きさの物体の距離を測定可能。測定結果はシリアル通信により返され、約10cm時に255、80cm時に0の数値になる。
近接センサ (2008年度)	0～6cm程度の非常に短い距離を電圧変化で出力するセンサーボード(測定には赤外線を使用)。
3軸加速度センサ (2008・2009年度)	X,Y,Zの3軸について加速度を検知する超小型センサーボード。電圧出力型。傾けることによる重力にも反応するので傾きセンサとしても使用可能。
高性能マイコンボード (2009・検討のみ)	Microchip社の16ビットマイコン: dsPIC33FJ256GP710を搭載。ATmega32マイコンボードと差し変えて使用する。タイマ割り込み用レジスタを9個持つ。
ラジコンプロポ (2009年度)	ラジコン用送信機と受信機のセット。浅草ギ研の製品ではないが、参考書で応用例として紹介されている。

表2は“ATWALKER”のオプションのうち、2008年度と2009年度の総合制作で使用したものの一覧である。

実際にはこの他にもセンサやI/Fボード、サーボモータ等が販売されているが、ここでは省略する。

3 総合制作実習作品

2008年度・2009年度の総合制作実習作品について、概要を紹介する。双方の年度とも、2班に分かれて実習を行った。

3-1 2008年度の実習作品

①Bluetoothによる遠隔操作

本件はロボットのマイコンボードに、表2のオプションの「Bluetooth 無線機」を接続し、パソコン(こちらには市販のBluetooth 無線機(図3)を装着)から遠隔操作できるようにしたものである。主な実施内容は以下の通りである。本件はロボット側:1名、パソコン側:1名の計2名で行った。(図6)

- ・マイコンボードに Bluetooth 無線機(図4)

を取り付けるための加工(マイコンボード側が5V、Bluetooth 無線機側が3.3Vと動作電圧が異なるため、電源電圧を切り替える仕組みが必要であった)。

- ・遠隔操作の指示に従ってロボットを稼働させるプログラムの作成。(Cで記述)
- ・パソコンから遠隔操作の指示を出すためのプログラム(Visual Basicで作成)。(図5)動作は、前進・後進・左ターン・右ターン・マイコンボード上のLED点灯・消灯、の6種類である。



図3 パソコン側のBluetooth無線機(市販品)



図4 ロボット側のBluetooth無線機 (AG-BT20Eと表記した基板)

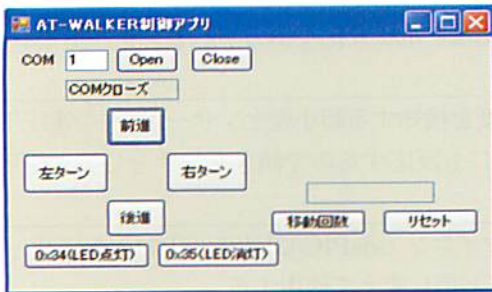


図5 パソコン側の遠隔操作プログラム画面



図6 パソコンーロボット間通信の概略図

② センサを利用したロボット制御

本件は、3名の学生がそれぞれ、3軸加速度センサ・赤外線センサ・近接センサを各自に与えられたロボットに接続して制御する実習を行った。次に各センサの概略を図示する。(図7~11)

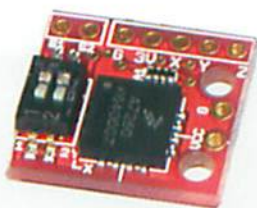


図7 3軸加速度センサ (今回はZ軸出力を使用)



図8 赤外線センサ

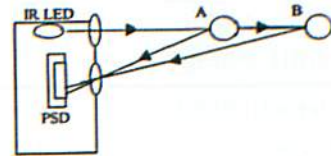


図9 赤外線センサの距離測定仕組み
 (物体の距離に応じて反射光のPSDに当たる位置が変わる)



図10 近接センサ

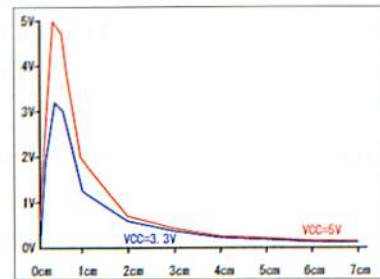


図11 近接センサの特性図 (距離2~3mmで最大出力)

ここでは紙面の都合もあり、3軸加速度センサの応用例のみ紹介する。

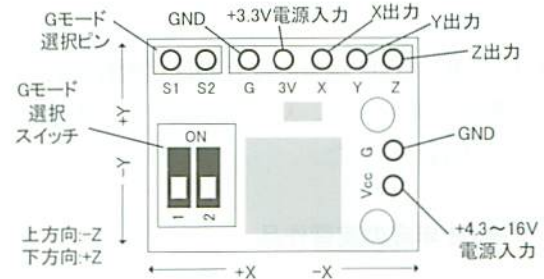


図12 3軸加速度センサのピン配列 (Z軸出力に対して垂直方向)

この加速度センサは、x軸(左右)、y軸(前後)、z軸(上下)のそれぞれの方向の加速度に比例する電圧を各端子から出力する。この出力電圧をATmega32マイコンのAポート(A/D変換器内蔵)に接続して、加速度を検知するようにした。

今回の制作では、z軸の加速度のみを使用し、重力加速度によるz軸出力の変化を利用している。(図12)

センサの表側を上向きにすると、ロボットは後退、裏側を上向きにすると前進し、側面を上向きにすると停止するようにした。

3-2 2009 年度の実習作品

①ラジコンによる遠隔操作

本件はロボットのマイコンボードに表2のラジコンプロポの受信機を接続し、送信機のレバー操作で前後左右にロボットを移動させるようにした。元々2008年度の卒業生が取り組もうとしたが、受信機の実出力信号の読み取りがうまくいかずに断念したテーマであった。本件は3名で受信機の実出力内容の調査、ロボット側プログラム(Cで記述)作成と、歩行動作の改善(プログラムのチューニング)を行った。(図13,図14)



図13 ラジコンプロポ受信機とマイコンボード



図14 ラジコンプロポ送信機 (左側レバーのみ2ch分使用)

ここで、RC サーボの制御方法の概要を説明する。サーボには、アナログサーボとデジタルサーボの2種類があるが、本製作実習では、アナログサーボを用いている。アナログサーボの可動範囲は一般に 180° であり、信号線にパルスを加えることによって回転を制御できる。信号線のパルスを図15に示す。

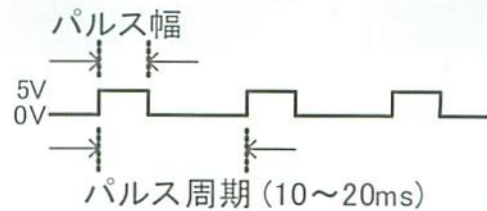


図15 RCサーボへの一般的な入力信号

パルスの周期は基本的に $10\sim 20\text{ms}$ となっており、パルス幅は $0.6\sim 2.4\text{ms}$ の範囲となっている。このパルス幅を変えることによって、サーボの回転を制御することができる。

パルス幅が変わるとサーボの回転がどのようになるのかを図16に示す。

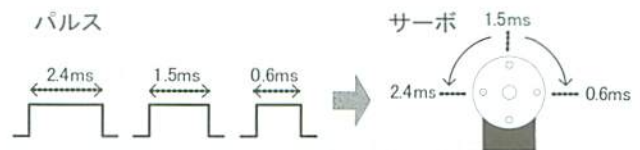


図16 パルス幅とRCサーボ回転角度の関係

“ATWALKER”の歩行プログラムでは、このパルス幅を変える事によって、両脚4カ所の可動部分の傾きを調整し、二足歩行動作を行っている。

本来ラジコンプロポ受信機には、RCサーボを直結して使用しており、送信機のレバーの傾きに応じて、受信機の該当するポート(上下、左右等)から図16のように幅を調整されたパルス信号が送出される。本制作では、受信機からの信号を一旦ATmega32マイコンに取り込み、パルスの幅を読み取って歩行動作を決定している。2009年度の制作では、上記のパルス幅を読み取るプログラムを改善して、送信機の手操作が正しく反映されるようにした。

②ロボットの制御の高速化

本件は2008年度作品の、“3軸加速度センサによるロボット制御”をベースに、2008年度の作品に共通な課題改善を図ったものである。2008年度作品のプログラムの流れは下記図17の通りである。(図は加速度センサの使用例)



図17 2008年度作品のプログラムの流れ

2008年度作品には、次のような課題があった。

- ・信号を受け取る間隔が長く、加速度センサの向きを変えてから反応するまでに時間がかかってしまう。
- ・歩き終わってからでないで方向転換できない。

上記課題については、センサ読み取りをタイマ割り込みで行えば、高速化できそうな事はわかっていました。但し、その後の調査で ATmega32 では、タイマ用のレジスタが3つしかなく、すでにサーボ制御に3つとも使用しているため、センサ読み取りをタイマ割り込みで行うのは不可能であることがわかった。

そこで解決方法を検討した結果、山形大学のヒューマノイドロボットの自立歩行に関する研究の資料を参考にして、図18のように改善した。改善内容は次の2点である。

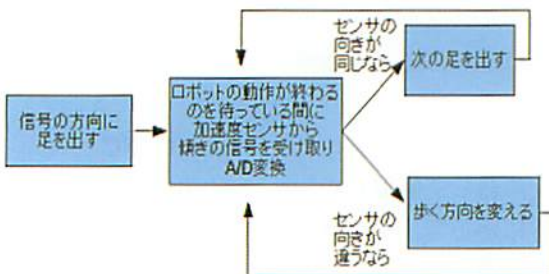


図18 改善後のプログラムの流れ

- ・センサの傾き情報を受け取る周期を、サーボが動く度に受け取れるようにした。
- ・サーボの動作が終了すれば、直ちに方向転換できるようにした。

以上の改善により、センサの傾きを変えてからロボットが反応するまでの時間が約7秒から約2秒と、約3分の1に短縮された。

本制作で実施した内容は、“ソフトウェア改善による問題解決”である。これ以外に、高性能マイコンボード(CPU : dsPIC33FJ256GP710)を利用すれば、割り込みレジスタを最大9個まで使用できるので、センサ読み取り動作をタイマ割り込みで実施できたはずである。但しこの方法について

は検証する時間が取れなかったため、今後の課題となる。

4 おわりに

総合制作発表会 (ポリテックビジョン in 舞鶴2010) を終え、本紀要を執筆している時点で、反省点として次のような事を感じた。

- ①他科 (電子技術科等) や当科の他の班に比べて、敷居を下げすぎたと考えられる事。
- ②二足歩行ロボットに限っても、後から調べると他のメーカーからもっと可動軸数の多い製品が販売されており、より面白い作品ができたかも知れないという事。

①については、授業でハードウェア製作の実習を担当していた際に抵抗とコンデンサの区別すらつかない学生が多かった事、昨今の高校生の物理離れが目立つ事などを意識しすぎて、少々「手加減」しすぎた感がある。②については、日々の授業や進路指導に追われて、教材の調査範囲を広げる余裕がなかった事などが原因として挙げられる。また上記以外でも2008年度・2009年度とも、それぞれ別の理由で学生をマンツーマンで指導する余裕がなく、ある期間「放し飼い」に近い状態にせざるを得なかった事など、反省しきりである。

しかしどちらの学年も、自分なりに調べて総合制作に取り組んでくれたので、各自についたものは多かったのではないかと思う。今後、応用課程での学習や就職先での業務に少しでも役立てば幸いである。

最後に、2年間と短い期間ではあったが、当校での出向期間を終えるに当たり、良き同僚と愛すべき学生たちに恵まれ、楽しく仕事できたことに、深謝したい。

【参考文献】

- (1) 二足歩行ロボット超入門 浅草ギ研一著
- (2) 浅草ギ研公式ホームページ <http://www.robotsfx.com>
- (3) 近接センサ、赤外線センサ、3軸加速度センサマニュアル (浅草ギ研)
- (4) Atmel社 ATmega32 CPU データシート
- (5) 4EX 飛行機用 FM 4 チャンネル 取扱説明

書 双葉電子工業

- (6) 富樫淳輝,大久保重範,” ヒューマノイドロボットの自立歩行に関する研究”,計測自動制御学会東北支部 第 245 回研究集会(2008.10.24) 資料番号 245-6
- (7) 喜多信仁、新田祥雅、山添勝久,” センサによる2足歩行ロボットの制御”,2008
- (8) 江上円佳、川中和己,” 二足歩行ロボットの操作方法～Bluetooth による遠隔操作～”, 2008 年度
- (9) 有本拓也、笹野翔太、古園悟, “二足歩行ロボットの制御方法～ラジコンによる遠隔操作～” ポリテックビジョン in 舞鶴 2010 予稿集 ,2009
- (10)久保亮甫、妻藤諒介, “二足歩行ロボット制御の高速化の検討” ポリテックビジョン in 舞鶴 2010 予稿集 ,2009

コンピュータグラフィックス教育の取り組み

Approach to Computer Graphics Education

情報技術科 後藤 聡文

Information Technology Department Satofumi GOTOH

要約

近年急速に発達した情報技術は、製造、金融、経済、医療、物流など様々な分野に劇的な変化をもたらした。このような社会情勢の中で、当校の情報技術科では、ものづくり分野において技術革新に対応できる情報技術者の育成に力を入れており、ネットワーク、データベース、デジタル音声・画像処理、計測・制御の各分野を構築するカリキュラムを編成している。

本稿では、著者が担当しているコンピュータグラフィックスの教育について取り上げる。まず、当科の教育がどのような位置づけにあるのか報告する。次に、この教育に基づき編成した図形処理工学のカリキュラムを紹介する。最後に、総合制作実習（卒業制作）で学生が作成した作品について紹介する。

1 はじめに

当校の情報技術科では、技術革新に対応できる情報技術者の育成に力をいれてきた。当科の教育訓練目標は、『情報処理・通信・制御などの基本技術を活用して、「ものづくり」現場での加工・組立・検査などのシステム、及び生産管理システム並びにこれらのインフラとなる通信ネットワークなどの設計及び運用管理にかかる作業ができる実践技術者の育成』^①である。この目標に対し、工業数学やプログラミングを土台とし、ネットワーク、データベース、デジタル音声・画像処理、計測・制御の各分野を構築するカリキュラムを設定している。

本稿では、当科のカリキュラムの一つであるコンピュータグラフィックス（以下CG: Computer Graphics）について取り上げる。CGは、「コンピュータ内に仮想的な物体の形状や光などの環境を設定し、それらの物体や環境の画像を生成する技術」^②であり、映画、放送、ゲーム、Web、製造など様々な分野で利用されている。各教育機関では、それぞれの分野で活躍するCGクリエイターやCGエンジニアといった人材を育成するための教育が実施されている。このCG教育に対する著者の考え方及びカリキュラム、総合制作実習で学

生が取り組んだ作品について報告する。

2 CGの教育

一般的にCGの教育は、CGクリエイター向けかCGエンジニア向けかで分類できる^③。当科のCG教育が、どの位置づけにあるのか報告する。

2-1 CGクリエイター向けの教育

CGクリエイターは、映画、アニメーション、CM、ゲーム、ミュージックビデオなどの分野で活躍しており、CGデザイナー、CGアニメーター、グラフィックデザイナー、CGモデラー、映像クリエイター、ゲームデザイナーなどの職種がある。CGクリエイターは、映画・アニメーション・ゲーム・CMなどのCG映像の制作において、一定条件（シナリオ・絵コンテ・日程・予算など）のもとに、映像表現技術やCG理論の知識、CGソフトウェアを効果的に用いる能力が求められる^④。

つまり、CGクリエイター向けの教育は、既存ソフトウェアの操作方法などを学習し、CG映像が制作できることを目的とする。当科は、CG映像の制作を目的としていないため、既存ソフトウ

エアの操作方法の教育は実施していない。しかし、映画やCMで用いられる身近なCG映像を授業の導入時の題材とすることで、学生の興味を喚起するようにしている。

2-2 CGエンジニア向けの教育

CGエンジニアは、アニメーション、映画、VR（バーチャルリアリティ）、MR（ミックスドリアリティ）などの分野で活躍しており、CGプログラマー、ゲームプログラマー、ゲームデザインエンジニア、CADエンジニアなどの職種がある。CGエンジニアは、産業や学術分野の様々な領域において、一定の条件（開発目標・システム環境・予算・作業工程など）のもと、ソフトウェアや関連するハードウェア、システムの開発ができる能力が求められる⁹⁾。

つまり、CGエンジニア向けの教育は、既存システムでは対応できない場合に、新システムの提案や旧システムの改善ができることを目的とする。当科は、既存システムを使いこなす能力ではなく、顧客が必要とするシステムを自分で提案・設計・開発ができることに主眼を置くため、この教育方法を採用しカリキュラムを編成している。

3 カリキュラム

当科では、CGの理論を理解し、システムを自作できるよう工業数学やプログラミングに重点を置いたカリキュラムを編成している。

図形処理工学の科目を履修するにあたり前提となる科目を表1に、図形処理工学の授業内容を表2に示す。CGで必須となる数学と論理的思考能力を養うためのプログラミングの基礎科目は、主に1年次に実施している。プログラミング言語は、CGに限らず、画像処理、音声処理、ゲームなどリアルタイム処理が必要な場合、C言語・C++言語が採用されることが多い。そのため当科では、ほとんどの科目でC言語・C++言語を使うことで、一貫したプログラミング教育を実施している。

全学生を対象とした集合教育では基本的なCG教育だけを実施している。さらにCGに興味のある一部の学生には総合制作実習で応用的なシステム開発をすることで対応することにした。

表1 図形処理工学の前提となる科目

科目名	単位	学年・期	概要
数学	2	1年前期	実用数学、三角関数、指数、対数、微分、積分、誤算、関数、
情報数学基礎演習	2	1年前期	グラフ、連立方程式、近似など
線形代数	2	1年前期	ベクトル、行列、連立一次方程式、行列式
ソフトウェア制作実習Ⅰ	4	1年前期	プログラミング (C言語、C++言語、Java言語、CUI環境、
ソフトウェア制作実習Ⅱ	4	1年後期	GUI環境、言語仕様、ライブラリ、デバッグ、コントロール、
オブジェクト指向プログラミング実習	4	2年通年	イベント、メッセージなど)
データ構造・アルゴリズム	4	1年前期	信頼性と効率を求めるプログラミング (データ構造、探索、
データ構造・アルゴリズム実習	4	1年後期	整列、再帰、文字列、ファイル処理など)
ソフトウェア生産工学	4	1年後期	ソフトウェアの効果的な設計・開発手法
システム分析・設計実習	4	2年前期	(フローチャート、DFD、UML、ER図など)

表 2 図形処理工学の授業内容

No.	授業内容	
1	概要	各分野における CG の活用、CG の処理の流れ
2	モデリング	基本図形 (線分、円、ポリゴンなど)、座標系、投影法、アフィン変換
3	アニメーション	ビューイング変換、ダブルバッファ、イベント処理
4	シェーディング	ワイヤーフレーム、フラットシェーディング、スムーズシェーディング
5	光源	光源の種類 (平行光源、点光源、スポット光源、環境光) と属性
6	テクスチャマッピング	テクスチャマッピング、バンプマッピング、ミップマップ
7	CAD システム	CAD システムへの応用

4 総合制作実習の CG 関連テーマ

総合制作実習では、学生の希望によりテーマの選定を行っている。テーマは、Web-DB や CG、画像処理、音声処理、マイコンなど多岐に渡るが、今回は著者が担当した学生の中から、CG 関連のテーマに絞って紹介する。一覧を表 3 に示す。

CG の開発教材として、国土地理院刊行の数値地図 50m メッシュ(標高)と数値地図 1km メッシュ(標高)を取り上げた。これには、日本全国のデータ (緯度、経度、標高など) が地域区画ごとにテキストファイル形式で収録されている。50m メッシュは、ファイル数 4718 個、全データ量約 914MB と扱うデータ量は多いが高精度である。

一方、1km メッシュは、ファイル数 166 個、全データ量約 3.4MB と低精度であるが軽快に扱うことができる。この数値地図(標高)ファイルを CAD システムへ取り込むことを目標とし、2003 年度からシステムの開発を始めた。

4-1 入力部と表示部の基礎開発

2003~2004 年度は、入力部と表示部の基礎開発をした。概要を図 1 に示す。

前述のように、50m メッシュのデータ量は多くて扱いが難しい。そこで、まず一つのファイルのみを読み込み、3D 表示するプログラムを開発し動作を確認した (図 1 上)。ここでは動作確認をするだけなので、簡易的な言語である Visual Basic と Excel VBA で開発をした。

次に、データ量の少ない 1km メッシュファイ

ルを全て読み込み、日本全国任意の縮尺及び地点を 3D 表示できるプログラムを開発し動作を確認した (図 1 下)。ここでは、以降の本格的な開発に備え Visual C++ と DirectX で開発を行った。

4-2 数値地図(標高)ファイルコンバータの開発

2005 年度以降は、数値地図(標高)ファイルを CAD システムへ取り込むためにファイルコンバータの開発をした。概要を図 2 に示す。

2005 年度は、立体地形模型の制作をした (図 2 上)。まず、一つの 50m メッシュファイルを一つの CSV ファイル(頂点情報のみ)へ変換するファイルコンバータを開発した。この複数の CSV ファイルを CAD ソフトで手動連結し、面情報を構成した。その後、生産技術科に協力を依頼し、CAM ソフトで加工データを作成、マシニングセンタで立体地形模型の製作をした⁴⁾。

2008 年度以降は、ファイルコンバータを改良し、全体の作業効率向上を図った (図 2 下)。

入力部では、テキストファイルである 50m メッシュファイルを事前にバイナリファイルに変換することで、処理速度が向上した。さらに、バイナリファイルを適宜読み込むことで日本全国のデータを扱えるようにした。

表示部では、DirectX や OpenGL といった 3D 描画ライブラリで開発し、日本全国任意の縮尺及び地点を 3D 表示できるようにした。

出力部では、CAD ソフトや 3DCG ソフトで扱われている DXF ファイルや OBJ ファイルへ面情報や色情報を含めて出力することで、CAD ソフトでの手動連結の手間を省き、大幅な作業短縮を実