

多人数対象の動機付けに工夫を加えた情報工学実験

An Experiment: a Teaching Method to Motivate Students in Information Engineering

片山滋友* 樺澤康夫* 石川真佐男*

松田 洋* 高瀬浩史* 青木 収*

日本工業大学工学部

〒345-8501埼玉県南埼玉郡宮代町学園台4-1

TEL 0480-33-7467 FAX 0480-33-7461

E-mail : shige@nit.ac.jp

Abstract: This paper describes a method to motivate students to study background knowledge needed for information engineers, and to train them to be creative engineers. The method is characterized by its design devised from different viewpoints, such as curriculum, the classroom design, the contents of classroom experiments and the support system for the classroom experiments. The method also uses the production of an intelligent line tracing robot as a teaching material. The production assignment can be divided into stepwise tasks with their difficulties, and games are incorporated into the assignment. In the evaluation of each student's assignment, features reflecting his creativity, such as the clarity level and design of his product, and the ideas behind it, are considered to be important. These activities and the evaluation method can give each student a strong motivation to study as well as a feeling of achievement at his or her own level.

Keywords: engineering education, information engineering experiment, line tracing robot, learning motivation

1. はじめに

最近、創造性に富んだ人材を育成することが強く求められている。文部省高等教育局から出された「大学の理工系分野における創造的人材の育成のための産学懇談会報告」^[1]によると、「大学の理工系分野における人材の育成で欠けていると思われるもの」の第一位にあげられているのは、創造性に富んだ人材の育成で、次に主体性や積極性に富む人材の育成である。それに応えて国立大学や高等専門学校を中心に様々な試み^[2]がなされ始めている。

創造的な人材を育成するには、物作りをとおして行うのが効果的であることが知られているが、多人数に対するとき、指導方法や教材、スタッフ、器材などに様々な問題が生じる。しかも、最近では、入試の多様化に伴い、従来に比べ学生の学力・能力に非常に多様性が見られるようになった。

本研究は、学力・能力・取り組み姿勢に多様性のある多人数の学生をやる気にさせ、情報工学エンジニアとして必要な情報技術の実践的体験による修得と創造的人材の育成を行うことを目指している。

ところで、情報工学エンジニアとしての情報技術の修得を考えた場合、コンピュータのハードとソフトの両技術を修得する教材としては、自律型のロボットが適していると思われる。一方、創造的人材の育成でも、教材としてロボットがよく取り上げられる。これまでロボットを教材として成果を上げている報告^{[3]-[7]}を検討すると、ねらいは多少異なる面はあるが、やる気のある学生を少数集めて面白い内容で実験授業を行っていることが多く、教育効果が大きいのは、ある意味では当たり前感じがする。学力・能力・取り組み姿勢に多様性のある多数の学生を集めて、やる気にさせて実験授業を行い、教育効果を上げるには様々な工夫が必要となる。

今回行った工夫を大別すると、次の四つになる。

カリキュラムの工夫

実験テーブルを含めた実験室の工夫

授業支援システムとコンピュータシステムの構築

実験内容と指導方法の工夫

本論文では、まず、情報工学実験のねらいとそれを実現するための四つの取り組みについてそれぞれ述べる。次に、実験終了後の学生のアンケート結果を示し、それに対する考察および検討を加えた。

2. 情報工学実験のねらい

本実験のねらいを整理すると、多人数（最大160名程度）に対して次のような内容を満足する教育カリキュラム、および教育システムを構築することにある。

ハードとソフトの統合的な情報技術の修得

情報工学科の教育目標の一つは、ハードウェアとソフトウェアの両方の開発能力を持った人材を育成することにある。本実験では、ハードとソフトの統合的な技術を実践的体験を通して学習させる。

工学センスを涵養する

物作りを通して、これまで学んだ専門の知識や技術を実際に応用したり、工夫したりすることにより、工学センスを涵養する。

個々の学力・能力に合わせて達成感を感じられる教育方法の開発

最近、入学の選抜方法が多様になり、様々な学力、能力レベルの学生が入学してくる。また、単位制への移行に伴い、本実験履修時点では、取得科目も多様になる。このように多様な学生をやる気にさせて、それぞれのレベルで達成感を感じさせるようにする。

プロジェクト管理方法の修得

実際に社会に出たとき、開発・設計の現場で非常に重要となるスケジュール管理を含むプロジェクトの管理能力を、計画書や作業報告書の作成指導などを通して修得させる。

3. カリキュラムの工夫

(1) 本実験のカリキュラムにおける位置付け

情報工学実験は、カリキュラムとして専門技術教育と創

*Shigetomo Katayama, Yasuo Kabasawa, Masao Ishikawa, Hiroshi Matsuda, Hiroshi Takase and Shu Aoki
Nippon Institute of Technology

造性育成教育の二つの位置付けがなされている。

専門教育科目として3年次後期に配置されており、実験・演習系の科目の中では最後に位置する科目になっている。そのため、タイミングとしては主要なハードウェア関係、およびソフトウェア関係の科目も一通り履修しており、それらを統合して理解させる実践的な授業として位置付けている。本実験に直結している実験として、2年次前期に「情報工学基礎実験」を配置している。この実験は、ハンダ付けの方法から、論理回路、順序回路、センサー回路、アクチュエータドライブ回路などの実験の他、情報工学実験で使用されるワンボードマイコンの使い方までを系統的に学習できるように配慮している。また、本実験は、「プログラミング言語・演習」、「情報処理実験」、「卒業研究」など、創造性の育成も視野に入れたカリキュラムの中の実践的科目の一つである。その特徴は、評価をいづれも作品のでき映え、あるいは研究成果で行う点と、優秀な作品や成果に対する表彰制度がある点である。

(2) 創造性の育成とカリキュラム

「創造性」の解釈には大きな幅があるが、工学という視点から、ここでは、これまで分かっている原理をうまく組合せ改良して、新しいものを生み出したり、まったく新しい技術を創出することと捉えている。

創造性を育成するには、自主的な生き方と物の見方を身に付けさせるとともに、創造性を触発する場を用意し、訓練する必要がある。具体的には、まず、動機付けと創造力を付ける方法論の教育であり、次に、専門の知識や技術の修得、その後あるいは並行して創造性育成の実践的教育が必要ではないかと考えている。

創造性の育成も視野に入れて用意されている科目をあげると表1のようになる。この表で「アドバンストピックス」と「情報システム実験」は、動機付けのために設けられ、1年次に配置されている。「アドバンストピックス」はコンピュータサイエンスとエンジニアリング分野の現状と将来について、専任教員あるいは外部の講師（主に現場の技術者など）が、オムニバス方式でマルチメディアを駆使して紹介する内容となっている。「情報システム実験」は、体験を重視しており、情報工学の世界の一部を体感させて興味を喚起することをねらいとしている。

表1 創造性育成も視野に入れて設けられた科目群

ゼミ ~ゼミ	アドバンストピックス
プログラム言語・演習	文章作成法、同
情報システム実験	テクニカルライティング
情報工学基礎実験	プレゼンテーション技術
論理設計実験	ソフトウェア技法・演習
情報処理実験	手話 ~手話
情報工学実験	卒業研究
: 必修科目	: 選択科目

ゼミナールは、からまで3年間切れ間なく用意されており、自主的・能動的学習態度が身につくように継続して指導している。中でも「ゼミ」では、発想法を文庫本「頭にガツンと一撃」(ロジャー・フォン・イーグ著)を教材として学習するようにしている。また、「ゼミ」では、情報活用支援のボランティアに毎週1日学内外に出しており、「個」の確立や自主的・能動的学習態度を身に付けることなどに効果を上げている⁷⁾。

4. 実験テーブルを含めた実験室の工夫

(1) 情報工学実験室の設計

情報工学実験室は、物作りをする最適な環境と、コンピュータネットワークおよび実験教育支援のためのコミュニケーションシステムを組み込んだものにした。

実験室の外観を図1に示すが、従来のこの種の実験室と大きく異なるのは、各実験テーブルにパソコンが配置されており、各テーブルのパソコンがネットワーク化されていることである。実験室の前方には、教卓とその左右に作業スペースを設け、旋盤、ボール盤、ハンドプレス、カッターなどを配置した。20名程の学生が、同時にフレームや基板などの加工ができるようになっている。また、実験室の両側には、部品ケース、部材棚、ネットワークプリンタ(5台)などを配置し、手洗い場もあらかじめ設けておいた。また、プリント基板加工システムも1セット用意した。



図1 実験室の外観写真

(2) 実験テーブルの設計

実験テーブルは、機器の収納性および作業性に重点を置いて設計した。特徴は、背面に計測・実験機器の収納庫を設け、右側面にはパソコンを配置し、左側面にはマニュアルや半田ごて台などを置く棚と部品類を入れる引き出しを付けた。テーブルの上には、テーブルタップとCRTディスプレイを固定し、パソコンとのインタフェースのためのケーブル引き出し口を設けた。

5. 授業支援システムとコンピュータシステムの構築

多人数の学生に対して、実験や実習を伴う授業を効果的に行うためには、それを支援するためのコミュニケーションシステムとオンラインテキストなどが必要になる。

(1) 教材提示システム

多人数に対して実験・実習を伴う一斉授業を効果的に進めるためには、教材を提示するシステムと学生の反応をみるレスポンスアナライザの機能は重要である。本システムでは、学生側に同時に2画面提示できるようになっている。一つは各テーブルのTVチューナー内蔵のマルチスキャンディスプレイ(15インチ)で、スイッチの切り換えでテレビ画像が表示できる。一つは、正面に100インチのビデオプロジェクターを用意している。提示される教材のソースは、8種類ある。教材提示装置からの画面や教員用PC画面、実験装置や部品などを提示する2種類の超小型カメラ、工作機械や作業状況を提示する2種類の天井リモートカメラ、2種類のVTRである。これらのソースの中からAVセレクタで任意の2画面を選択しながら実験授業を進めていくことになる。音声は同報になっており、個別対応にはし

ていない。また、学生画面のモニタリング機能は、一斉プログラミング教育⁶⁾とは異なり、あまり必要性を感じなかったため、今回は盛り込まなかった。

(2) コンピュータネットワークシステムの構築と利用形態

コンピュータの利用法の代表的なものは、実験授業時間内でのレポートの作成、実験データの分析あるいはグラフ化、さらに印刷である。また、情報工学実験でのライントレースロボットのC言語によるプログラムの開発に利用される。

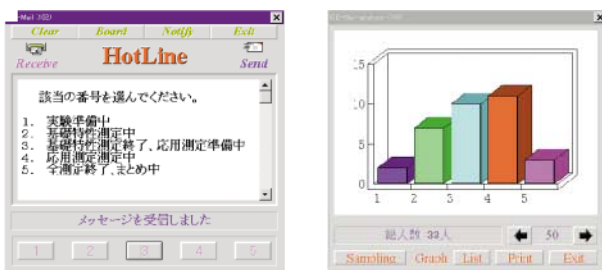
コンピュータネットワークシステムは、それを利用して、サーバに置いてある電子化されたテキストや様々な資料を見ることができる環境を構築した。サーバには、テキストの他、前年の個々の作品、入賞した作品の細部などを入れてあり、それらを参考にすることもできるようにしている。また、次に述べるようなコミュニケーションシステムも構築した。

(3) メッセージアナライザ「HotLine」

学生の反応や各班の進捗状況などを把握したり、あるいは質問などを受けたりするためのコミュニケーションシステムを構築した。これは、各テーブルのパソコンがコンピュータネットワーク化されていることを利用して、レスポンスアナライザ機能の他に、質問や現在困っている事柄などを相談できるメール機能や電子掲示板機能を組み込んだもので、メッセージアナライザ「HotLine」と呼称している。

レスポンスアナライザ機能を簡単に説明すると、教員側パソコン上では、集計プログラムおよび選択肢表示プログラムが動作しており、学生端末のパソコンではレスポンスキーに相当するプログラムが動作しており、マウスによって番号ボタンを選択すると、教員側にリアルタイムに集計表示される。図2に進捗状況を把握するための学生側に提示された画面と、集計された教員側の表示画面の例を示す。なお、学生からのメッセージへの応答は、多くの場合、直接実験テーブルに行って処理することが多い。また、メール機能は教員からの連絡、教員と学生、学生間のコミュニケーションや、データ、ファイルの転送などに利用できる。

このシステムにより各班の進捗状況、問題点、理解状況をリアルタイムに把握することができるとともに、必要に応じて適宜指示することが可能となっている。



(a) 学生側画面 (b) 教員側画面

図2 メッセージアナライザの画面例

6. 情報工学実験の内容と指導方法の工夫

(1) グループ構成

4人一組で1グループを構成し、主に担当する仕事(プロジェクトリーダー、メカ担当、ハード担当、ソフト担当)を決めて行わせるようにした。グループ構成方法の違いによるグループ内の協力関係の違いを見るため、平成9年度は、これまでの履歴を参考に教員が強制的にグループ構成を行い、平成10年度は、学生に自由にグループを組ませた。

(2) 実験内容

実験では、インテリジェント型ライントレースロボットの製作を教材とした。この実験の特徴は、段階的に難易度の変わる課題が提示されることと、ゲーム性を盛り込んでいることにある。内容は、ステージと呼ばれる課題に挑戦させる。1ステージは、畳1枚分のスペースで、入口と出口が各1か所あり、内部には様々な障害(課題)が用意されている。各ステージはブリッジと呼ばれる板で結合されている。

各課題をクリアする基本的な技術、たとえば、ライントレース方法、バーコード読み取り方法、方向検出方法、リアルタイムモニタソフトなどの講義や実習を経て課題に取り組む。学生は、大小のカーブや格子状のライン、迷路、落とし穴、合鍵の必要な扉など、様々な課題をハードとソフトの工夫によりクリアしなければならない。

(3) 基本的な提供部材

最初に提供される基本的な部材を表2に示す。部材の供給は、各班から必要な部品リストを提出させ、各自で部品ケースから取り出し集め、各自の収納ケースに保管させるようにしている。

表2 基本的な提供部材

- ・組込み用16ビット(V55)ワンボードマイコン
- ・2相ハイブリッド型ステッピングモータ(2台)
- ・アルカリ電池と電池ケース
- ・プリント基板と各種電子部品
- ・フレーム用及び車輪用の部材とネジ類

(4) 課題の基本仕様とゲーム性

ステージおよび障害物などの基本仕様を示す。ステージはその大きさを標準化し、同じ物を10セット発注した。大きさは900×1800×60mmで、高さ調整機能が付いた、黒のつや消しのデコラ張りのものである。標準化のメリットは、使わないときには積み上げて置け、邪魔にならない。直線やL字の廊下でも配置でき、非常に自由度がある。テレビゲームの1画面を想像させ、ゲーム性がより強調される。

などである。また、その他の仕様は表3の通りである。

表3 課題の基本仕様

- ・通路:幅18mmの銀色テープ/テープ間隔300mm以上
- ・障害物:固定/可変/開閉扉/段差
- ・目印:バーコード/赤外線(点滅周期10kHz,単指向性)
- ・チェックゲート:ブリッジ上の高さ20cmの位置に横棒

課題の難易度(レベル)とステージ番号は、今のところほぼ対応させるようにしている。すなわち、ステージ1はレベル1(非常にやさしい)程度である。現在、設定している課題は、次のようになっている。

- [ステージ1] 直線と大きなカーブ
- [ステージ2] 小さなカーブの組合せ
- [ステージ3] 直線とT字路・L字路
- [ステージ4] 格子状通路と簡単な障害物
- [ステージ5] 格子状通路と複雑な障害物
- [ステージ6] バーコードを読み取り、4個のプッシュスイッチ(一致回路)を押して扉を開く課題
- [ステージ7] 赤外線灯台を目印としてラインのない道を通りぬける課題
- [ステージ8] ターンテーブルと迷路

など、となっている。

なお、ステージ3（レベル3）をクリアするまでが合格の最低ラインである。図3にステージ1からステージ4までの外観を示す。

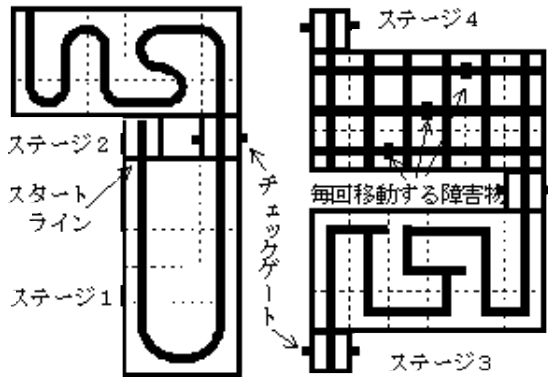


図3 ステージ1からステージ4の外観

開発言語はC言語で、試作したプログラムはRS-232Cにより、ボードコンピュータのRAMに転送して動作させる。ROMには転送ソフトの他、リアルタイムOS（ITRON）が組み込まれている。

平成10年度は、リアルタイムOS利用の参考プログラムとして、次の四つのファイルをあらかじめ組み込んでおき、その一部の利用を強制した。

ポートのイニシャル処理

V55マイコンの各種ポートの入力および出力モード、A/D変換器の入力モードなどのイニシャル処理のためのプログラムを用意している。

5ミリ秒毎の処理プログラム

バーコードの読取り処理を前提としている。

10ミリ秒毎の処理プログラム

アルミテープからの反射信号の取込み処理を前提としている。

100ミリ秒毎の処理プログラム

モータの回転速度制御処理を前提としている。

(5) 工作機械類の取扱いの指導

工作機械類は、基本的には各グループの工作担当者が扱うこととし、その者だけ対象に行った。旋盤など危険な機械の取り扱いについては、本学の機械工作センターから出向してもらい、指導した。

(6) プロジェクト管理の指導

予備実験終了後、製作ロボットの設計を行わせ、各種設計書、および開発スケジュールを含めたプロジェクト計画書をまず提出させる。また毎回、作業報告書を書かせて、進捗状況の確認を強制した。内容は、作業内容、問題点と対策、進捗状況、次回の予定である。実験終了後、プロジェクト最終報告書をまとめさせ、プロジェクト管理の統括をさせた。

(7) 実施スケジュール

情報工学実験は、表4のようなスケジュールで実施している。最初のガイダンスで、スケジュールの説明、報告書の書き方の指導、各グループ内の役割分担の決定などを行う。動機付けを考慮して、実験はガイダンスに引き続き行う。内容は2年次の情報工学基礎実験で行った「ボードコンピュータによるステッピングモータの制御」を復習する。そして次週からは、ほぼ表4の順に実施していく。部品の

配布は、ハードの基本設計が終わる5週目あたりにしている。ソフトの制作とハードの製作、およびデバッグに6週間ほどを設定している。評価試験は予備走行試験日に行う。

表4 実験実施スケジュール

ガイダンス、ボードコンピュータによるステッピングモータの制御
リアルタイムシステムの解説と実験
課題の概要、基本メカニズムの設計方法と製作技術、ライントレースの基本原理
基本走行系の設計、電子回路設計、回路ボード設計
ハード・ソフトの設計とプロジェクト管理
ソフトの制作とハードの製作とデバッグ（6週間程度）
予備走行試験1
予備走行試験2、最終報告書の作成と提出
ロボット走行会と表彰

(8) 成果物の評価と表彰

予備走行試験に合格した作品だけが、多くの観衆のいるロボット走行大会に出ることを許される。評価は、クリアしたレベルとどのような工夫をしたかなどで決めている。大会で最優秀賞、優秀賞、最軽量賞、最高速賞、区間賞、デザイン賞、アイデア賞、アイデア倒れ賞などが決まり、表彰は後日全員のいる前で行い、賞状と副賞（MOメディア、テレホンカードなど）を授与している。優秀作品は、フロアにある展示ケースに2年間展示される栄誉が与えられる。展示ケースは、このような目的のために5階建ての情報工学科棟の各フロアに作られており、全方向から作品を観察できるようになっている。平成9年度と10年度的最優秀賞（全作品中クリアレベルの最上位）と最軽量賞（レベル3をクリアした全作品中の最軽量）の受賞作品を図4に示す。



(a) 平成9年度

(b) 平成10年度

図4 優秀作品の外観

7. 実験終了後の学生へのアンケート結果

実験終了後、記名式でアンケートを取った。その結果を平成10年度（回答数136）を中心に整理すると、次のようになった。なお、()内は平成9年度（回答数144名）の結果を示している。

(1) ロボットの完成度に対する満足度

製作したロボットの完成度について、どの程度満足しているか聞いたところ、表5のようになった。「非常に(14%)」、「かなり(40%)」、「やや(29%)」と計83%の者が満足感を感じており、前年の計87%より多少下がってはいるが、かなり高い満足感を与えていることがわかる。

表5 ロボットの完成度に対する満足度は？

・非常に満足している	14% (19%)
・かなり満足している	40% (36%)
・やや満足している	29% (32%)
・やや不満足である	10% (9%)
・かなり不満足である	3% (4%)
・非常に不満足である	4% (0%)

(2) 本実験の内容のレベルはどうであったか？

次に、本実験のレベルについて聞くと、表6のようになった。「非常に高い(12%)」、「かなり(30%)」、「やや(36%)」

と計78%の者が高いと応えており、前年の81%とほぼ同様な反応を示した。このように、個人的にはレベルの高い内容であると感じていることが分かる。

表6 実験内容のレベルは？

・非常に高い	12% (17%)
・かなり高い	30% (40%)
・やや高い	36% (23%)
・やや低い	21% (23%)
・かなり低い	0% (0%)
・非常に低い	0% (0%)

(3) 力不足を感じた分野と自己学習の程度

力不足を感じた分野について聞くと、表7のようになった。プログラミング技術や回路設計で苦労している学生が多いことが分かる。

表7 力不足を感じた分野

・プログラミング技術	48% (37%)
・回路設計	44% (39%)
・配線と半田付け	29% (25%)
・メカ設計製作技術	27% (19%)
・レポート作成技術	18% (24%)

次に、自己学習をどの程度したか聞いたところ、表8のように、「非常に(11%)」、「かなり(21%)」、「いくらか(54%)」と計86%の者が勉強したと答えている。前年は76%であったので、1割増加したことになる。内容を分析すると、多くの場合、力不足を感じた分野とよく対応している。なお、平成10年度は、リアルタイムソフトを組み込んだため、それに関する勉強をした者が多かった。

表8 自己学習をどの程度したか？

・非常に勉強した	11% (5%)
・かなり勉強した	21% (16%)
・いくらか勉強した	54% (54%)
・勉強しなかった	14% (24%)

(4) 創意工夫をどの程度したか？

創造性をどの程度発揮したか聞いたところ、表9のようになった。「十分(17%)」、「かなり(14%)」、「いくらか(55%)」と計86%の者が創造性を発揮したと答えており、前年の78%に比べ8%ほど良くなっている。

表9 創造性を発揮できたか？

・十分発揮した	17% (10%)
・かなり発揮した	14% (13%)
・いくらか発揮した	55% (55%)
・発揮しなかった	14% (22%)

その内容を尋ねると、表10に示すように45%が回路設計に関するもので、25%がフレーム設計などデザインに関するもの、24%がプログラミングに関するもの、20%が軽量化に関するものであった。また、その内容は、前年度とほぼ同じ割合であった。

表10 創造性を発揮したその内容は？

・回路設計・基板レイアウト・センサ配置に関するもの	45% (41%)
・フレームや車輪の設計・デザインに関するもの	25% (24%)
・プログラミング(高速化, デバッグ方法, ライントレース方法など)に関するもの	24% (26%)
・ロボットの軽量化・コンパクト化に関するもの	20% (11%)

(5) 他のグループの進捗状況への気遣い

他のグループをどの程度気にしながら実験を行ったのか聞いたところ、表11のようになった。「非常に(29%)」、「かなり(20%)」、「やや(36%)」と、前年と同じく計85%の者が他のグループの状況を気にしており、彼らの予想しなかったグループが先に課題をクリアすると、ショックを示す班もあった。実際に最初にロボットが動き出したのは、学業成績でそれほど目立たないグループであり、物作りの能力と学力との相関はあまりないように思われる。

表11 他のグループの進捗状況が気になったか？

・非常に気になった	29% (32%)
・かなり気になった	20% (21%)
・やや気になった	36% (32%)
・気にならなかった	15% (15%)

(6) 自分の役割をどの程度果たしたか？

本実験では、グループ内で主たる役割を決めて製作させているが、彼らがどの程度自分の役割を果たしているか聞いたところ、表12のようになった。「いくらか」を含め、ほぼ100%近くの者が自分の役割は果たしたと答えている。役割を決めて取り組ませると責任感が芽生え、「何としてもやらなくては」となるようである。一方、中にはアシスタントという役割もあった方が良いという意見を書いている者もいる。

表12 自分の役割をどの程度果たしたか？

・十分果たした	25% (26%)
・かなり果たした	36% (26%)
・いくらか果たした	38% (42%)
・果たさなかった	1% (4%)

(7) グループ内の協力関係はどうであったか？

次に、グループ内の協力関係を尋ねてみると、表13に示すように、「非常に良かった(26%)」、「かなり(31%)」、「やや(23%)」と前年87%より多少悪いが、計80%の者が良かったと応えている。これを見ると、自分の役割も果たしながら、他の人と協力しながらやっていることが分かる。

ところで、自由に班組みした平成10年度と強制割り振りの9年度では、7%程違いが生じ、強制割り振りの方が良いという結果となった。

表13 グループ内の協力関係は？

・非常に良かった	26% (26%)
・かなり良かった	31% (35%)
・やや良かった	23% (26%)
・やや悪かった	12% (10%)
・かなり悪かった	4% (2%)
・非常に悪かった	4% (1%)

(8) 時間外の実験室利用時間

実験室の時間外利用時間記録を集計すると、平成9年度で、一人当たり平均36時間、最大245時間であった。最終締切間際には、徹夜を続けるグループがかなり出ることになる。平成10年度もほぼ同様な状況であった。

8. 考察および検討

(1) 情報技術の修得

アンケート結果によると、個人では8割近くの学生が本実験のレベルは高いと感じている。実際、ハード、ソフトともかなり内容が濃く、多様な思考も要求されるものとなっている。しかし、完成度に対する満足度は8割以上の者

が示している。これは、個々の力はなくとも、複数人で取り組めば、かなりのことができるということを示している。また、自己学習を8割以上の者がやったという返答や、時間外の実験室利用時間などを見ると、学生もかなり勉強したことを示している。「今日も実験をやっているのですか？」と他の教員から驚かれるほど、毎日実験室は学生で活況を呈していた。このように、当初のねらいはかなり満足するものとなった。

情報技術の修得は、レベル3をクリアするのに必要な知識量および作業量を考えると、十分修得できたのではないかと考えている。グループ内の協力関係の結果で予想外であったのは、自由に班を組んだ方が、強制的に班分けしたよりも、協力関係が悪かったことである。アンケートの意見記載内容から推察すると、これは、友人同士で協力する場合「なれあい」や「人任せ」になりやすく、良くできる相方に任せる傾向があるためと思われる。

(2) 創造的人材の育成

前述したように、創造的な人材を育成するには、物作りを通して行うのが効果的である。これは、物作りをすることの中に様々な工夫が要求されることにある^[2]。創造性に関する返答で比較的多いのは、回路設計周りの技術に関するもので、比較的いろいろなアイデアを出しやすい領域であることが分かる。本実験のこれまでの作品のでき映え、取り組み姿勢などを総合して考えると、創造性を触発するためには、次のような点が重要と思われる。

多くの人の前で評価されること

ロボットの動き方や外形のデザインなどの評価は、皆の目の前で直ちに判定できるため、何とかより良いものを作ろうと頑張ることになる。このような競争意識が重要である。

段階的の難易度を持つ課題

レベルが上がるにつれ、様々な障害が目前に現れてくるが、それをクリアするためにはハードやソフトの追加を余儀なくされることになる。そのため、あらかじめ余裕を持った設計しておかなければ、上位レベルをクリアすることは難しくなる。このような課題に対する取り組みが重要である。

逃げられない状況をつくること

対象となる授業を必修にしたり、役割分担させることは、否応なく取り組まざるを得ない状況を作る。このような外的要因も重要である。

新たに取り組む者へ刺激を与えること

皆の前で表彰したり、作品を展示することは、当年度の学生よりも、むしろ次年度取り組む学生に良い刺激を与える。

コラボレーションによる刺激

多様な能力を持った者達が協力して問題解決に取り組むとき、創造性を触発することも多い。

(3) 多人数および多様性に対する対応

多人数に対して効果的に実験授業を進めるために、実験室を工夫し、ネットワークを有効利用できる環境を構築した。実験室は、同一実験テーマで、同時に多人数に対して指導できるようになっているが、このシステムは、多人数に対する教育システムとして優れていると思っている。特に、マイクロカメラによる教材提示システムは、部品や配線状況などを詳細に観察できるので、非常に好評である。また、パソコンをすぐに使える環境にしているため、測定したデータを直ちにグラフ化して検討することや、オンラ

インテキストなども好評である。

学生の多様性への対応では、役割分担、段階的の難易度を持たせた教材、同時並行作業などは有効に作用すると思われる。特に役割分担は、各自に責任を与えることになり、動機付けになる。

(4) 教材としての自律型ライトレースロボット

実験授業は、継続して実施可能な内容であることが基本的に重要と考えている。自律型ライトレースロボットは、継続性や工学センスの涵養などの点で、非常に優れた教材であることが分かった。

ライトレースの教材としての利点は、まず、多様な障害(課題)を作ることができることにある。たとえば、通路の一部カット、反射率の異なるテープ通路、エッジの不整、分岐方法、部屋の明るさや路面の部分的な照度の変化など、多様である。また、車輪の外形や配置、センサの種類などによっても動作は大きく変わってくる。

ステージの大きさの標準化は、取り扱いの容易さのみならず、課題の設計、課題への取り組みなどを非常に容易にしている。たとえば、各ステージをどこへでも簡単に移動でき、また、各ステージについてのみ問題の解決を考えれば良いことも、取り組みやすさにつながる。

(5) 実験室および授業支援システム

作業スペースを実験室内に用意したことは、操作方法や作業手順が分かりやすいということで好評であったが、機械類の騒音が気になった人が多くいた。オンラインテキストはよく用いられていたが、メッセージアナライザは、教員および学生とも利用頻度が低く、利用方法に課題を残した。

9. まとめ

能力に多様性のある多人数の学生をやる気にさせて、情報技術の修得と創造的人材を育成するカリキュラム、および教材を開発した。

段階的に難易度を持たせた課題を組み込んだロボット製作実験は、学生に強い動機付けを与え、各自の能力に合わせた達成感を感じさせるとともに、創造性を触発することが推察された。

多人数対象の物作りを行う授業のための実験室、および実験テーブルの設計について提案した。

多人数対象の実験教育支援のためのコミュニケーションシステム、およびコンピュータネットワークの構築について提案した。

プロジェクト管理能力育成方法を提案した。

参考文献

- [1] 大学の理工系分野における創造的人材の育成のための産学懇談会報告. 文部省高等教育局専門教育課, 1996.3.
- [2] 工学系分野における創造教育の実践事例集. 文部省高等教育局専門教育課, 1997.3.
- [3] 斎藤, 都倉: システム構築技能習得のための実習および指導. 工学教育, 46巻3号, pp.16-18, 1998.
- [4] 山路, 野中, 紙屋, 林: 自律型ロボット製作によるメカトロニクス教育への効果. 信学技法, ET98-136, pp.17-22, 1999.
- [5] 前田: 移動ロボットを用いた情報処理教育の試み. 信学技法, ET97-36, pp.9-16, 1997.
- [6] 小野, 和崎, 鈴木, 他: 高専電子制御工学科における実験実習指導. 工学教育, 45巻1号, pp.21-25, 1997.
- [7] 片山, 青木, 松田, 樺澤: 工学・ボラテックによる情報技術教育の実践. 論文誌情報教育方法研究, 第1巻1号, pp.7-12, 1998.
- [8] 椋田, 片山, 新藤, 樺澤: 情報処理一斉教育システムの開発. 教育システム情報学会大会論文集, C-2-1, pp.119-121, 1996.