解説

ロボットコンテストの 教育への効用

*Use of Machine Contest for
Engineering Education*

清水 優史

Masashi SHIMIZU

◎1943年12月生まれ

◎1972年東北大学大学院工学研究科博士課程修了。その後東京大学助手、NASA 研究員、MIT 客員教授を経て、現在東京工業大学大学院情報理工学研究科教授。研究・専門テーマは生体計測、生体流体力学、生体制御

◎正員、東京工業大学（〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1）

1. はじめに

東京工業大学制御システム工学科では学生の主体性、創造性の高揚を目的とし、「もの作り」と「コンテスト」を取り込んだ講義を行ってきた。また6年前からは国際化も目的に加え、世界6箇国6大学と共同で「国際デザインコンテスト」を実施している。これらは、大学での工学教育に新たな魅力を加えるとともに、ほかの講義では期待できない効果をねらっている。

これらの特徴は、もの作りにおけるアイデアの選択から設計、制作、テスト、コンテストまで、学生が自分自身の考えで思うように行う点にある。学生たちがこの講義を受講することにより「能動的に考え、自ら選択する」ことの重要性を認識し、また「自らの力に自信を持つ」ようになることが目的である。

以下コンテストを教育に取り入れる理由、コンテストの効用、およびその効用が発揮されるための条件等について述べる。

2. 現在の教育が抱える問題

現在工学教育は、① 科学技術の進展により急変した現代社会は、人工、環境、エネルギー等多くの地球規模の問題を抱えており、従来の工学的考え方が破たんしている。これからのエンジニアは新しい考え方、視点に立ちこれらの問題を解決する役割を果たさねばならず、教育もそれに対応

しなければならない、② 科学技術の発展に伴い教える必要のある知識量の増加速度は年々早まっており、限られた時間内でこれらをどう教育をしたらよいか、③ 境界領域および新しい領域の増加が急速であるため従来形の教育では間に合わない、などの問題を抱えている。

これらの傾向は今後さらに加速するであろうが、これらの問題に対し解決策があるのであろうか。私はそのキーワードは、学生の自立に基礎を置いた「多様化」であると考えている。学生達が現状を認識し自ら考え、それに基づき進路を選び、専門科目を選択し、自ら変化に対応してゆくようになることが不可欠であると考えます。

新しいことの研究や発明に取りかかるには、大学1年生程度の知識があれば十分である。知識よりも重要なものは、興味、意欲、自信である。飛行機の父と呼ばれるライト兄弟には飛行機を作る知識はなかった。ただ、空を飛べる機械装置を作り、空を飛ばたいという強烈な意欲があった。そのために必要な知識を彼らは自ら獲得していったのである。現在では多くの知識は情報として獲得できる。意欲があれば情報の獲得効率は2倍にも3倍にもなる。このような意欲を持った学生を育てることが解決策なのではなかろうか。まず必要な知識を獲得し、それからスタートする従来形の考え方を変える必要があるであろう。

このことは、現在しばしば議論されている創造性にとっても基本的に重要なことである。もちろんこの多様化は、優秀な頭脳が若いうちから斬新な研究を始められるような制度と、それに積極的

に参加しようとする学生の意欲に裏うちされなければならない。さらには学生が考え、選択するために必要な情報を早いうちに与える体制を作ることも必要である。学生が自ら必要な情報を集めることが最も重要であるが、現時点でこれは望めない。それゆえ、1年生からカリキュラム等について教官と個人的に話し合う機会を作るなどの処置が必要であろう。

これらを実現するためには第1に学生達が自ら考え、選択をする能力と習慣を持つようになることが必要である。現時点では多くの学生はどちらも持っていない。これは彼らが知識の獲得を目的とした受験教育のみを受け、自ら考え、個性を確立させるような訓練を受けなかったためである。

3. もの作りとコンテストの意義

教育の場において学生に、自ら考え選択する能力と習慣を持たせるためには何が有効であろうか。

地位は人を作るとのたとえがあるが、教育の場合にもこれは有効であろう。すなわち、学生が自ら考え、選択しなければならない状況に置くのである。我々が行っているもの作り、コンテスト講義はその一つである。

この講義の特色は『誰も正解を知らない問題にチャレンジさせる』ことである。通常の講義では、知っている者が知らないものに教える形式であり、どうしても権威主義的になり、学生は受け身にならざるを得ない。誰も正解を知らない問題では、教官も権威ではありえず、学生は主体となることができる。また自分で自分なりの正解を見出す過程は楽しいから、彼らは能動的に創造性を発揮するようになる。

チャレンジさせる問題には、実際にものを作らせる過程を含むことが重要であると考えている。例えば、誰も正解を知らない問題として「水面から発進し水深 X m まで、できるだけ短時間、できるだけ少ないエネルギーで自動的に往復する潜水艇を設計しなさい」という問題を出したとする。設計だけでも、アイデアの重要性、流体抵抗、材料強度、エネルギーなど多くを学ぶことは

できる。しかし、これに制作を加えることにより学生が学びとる内容は一変する。

なぜなら、設計はあくまで設計であり、極端に言えば適当な仮定を置くことによりどうにでも数値は出せる。ところが、それを実際に自分で作り性能を証明する場合には、まず第1に多くのアイデアの中からただ一つを選択しなければならない。アイデアが結果をほぼ決定してしまうであろうことは彼らにも分かるから、選択は真剣になる。さらに制作では材料の削り方一つでも結果は異なるから、学生は現実の世界と対面することになる。すなわち、学生は真の意味で自分なりの解答を出すために苦勞せねばならず、この過程は自分との真剣な勝負となる。この現実の世界との対面から学生は数多くのことを体験的に学び、それにより問題意識を持つ。

講義の最後にコンテストを取り込むことも効果がある。コンテストは公開とし全学に宣伝し多くの観客を集める。コンテストでは自分のやってきたことの結果が明確に現われ観衆に示される。プライドを持つ学生にとってより大きな挑戦になるし、また長時間にわたる努力の結果を見てもらえることがやりがいの一つにもなる(図1参照)。

講義では環境問題も考えさせることができる。今後のエンジニアにとって社会的責任を果たすことは不可欠であり、その一つは自分たちが生産したものの後始末であろう。それゆえ、コンテストの次の週に何週間もかけて作ったマシンの分解、リサイクル、ごみの分別作業を行わせる。

本講義において学生たちはマシンの設計・制作に大変な情熱を注ぐ。講義後にとったアンケートによるとその理由は、「アイデア考案からコンテ

図1 コンテストには多くの観客を集める

図 2 学生の作ったマシンの一例

ストまですべてを自分自信で決め実行できる」ことが楽しいからだとされている。道のりは長いであろうが、我々はこれが多様化の芽生えであって欲しいと願っている。

4. 具 体 例

上述の講義を成功させるには、設計の内容とレベルが重要である。レベルの決定においては、①制作するものの明確なイメージを描け、必要な基本知識を教わりながら設計、制作できること、②6～7週間程度で完成できること、などである。

この講義では学生に成功体験を与える、すなわち制限時間内に少なくとも最低の目標は達成させることが重要である。そのためには適切な指導と彼らの思考が発散しすぎないように設計、制作に対し適当な制限を与えることも必要である。

我々が実施した具体例を記そう。対象は2年前期である。講義は毎週1回の全員講義と、8～10名のグループでのラボからなる。全員講義ではマシンの設計、制作に必要な基礎知識と制作段階に応じた具体的な問題点が講義される。ラボには1名ずつ教官がつき、実習、ブレインストーミング、設計、制作時の個人指導などが行われる。

テーマは6週目に発表され制作のための部品、材料キットが渡される。これらを使用し学生は6

週間で1人1台マシンを作る。マシンを動かすエネルギー源はそれぞれ2チャンネルの、DC 12 V, 5 V, 空気圧であり、学生が持つコントロールボックスにより制御される。アクチュエータとしては12 VDC モータ2個、5 VDC モータ3個、1 cmφの空気圧シリンダ2本が供給される。

テーマの例としては、「歩道と車道からなるフィールドに捨てられた空缶を制限時間(30秒)内にできるだけたくさん自分のマシン内のコンテナに取り込むこと」などである。

受講学生が多いので、競技時間を30秒に制限しているのと、個人制作であるため高度なマシンは期待できない。しかし、競技開始時点でのマシンサイズは最大で一辺30 cmの立方体、開始後は無制限としているため、簡単なマシンであっても多くの面白いアイデアが毎年現われる。この年にもいろいろなマシンが作られた。フィールドの特徴を生かし、空気圧シリンダにより車輪を90°回転させ直角に素早く移動するマシン、競技開始とともに車道いっぱいに車体を広げ歩道の缶を腕でかき集めるマシン、缶の上を走るだけで缶を自動的に取り込むマシンなどである。図2にレージータングを使ったマシンの例を示しておく。

5. 結 び

この講義を受けた後には、学生と教官の距離が縮まる、また学生たちは姿勢が少し変わり教室において積極的になるなどの変化が見られている。自ら考えるという点ではどの程度の効果があるかは定かではない。しかし学生たちを見ていると一つのきっかけになっているという気はする。長い道のりではあろうが、このような試行錯誤を重ねることにより目的に近づくことができると感じている。

(原稿受付 1995年5月9日)