



## ロボットコンテストの教育的効果と高専教育

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-12-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 吉田, 丈夫, 越智, 敏明, 廣口, 和夫, 柿野, 篤志, 大岡, 就直 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24729/00007730">https://doi.org/10.24729/00007730</a>

## ロボットコンテストの教育的効果と高専教育

吉田 丈夫\* 越智 敏明\*\* 廣口 和夫\* 柿野 篤志\*\*\* 大岡 就直\*\*\*

The Power of Robot Contest and its Impact on the Education of College of Technology

Takeo YOSHIDA\* Toshihiro OCHI\*\* Kazuo HIROGUCHI\* Atsushi KAKINO\*\*\* Naritada OOKA\*\*\*

### ABSTRACT

The purpose of Robot Contests, which are now held all over Japan, is to make students creative and to enlarge the effectiveness of education in schools. There are many contests but not so many considerations how they change the students and how the education is affected by the contests. Especially, there is no consideration including the thoughts or impressions of the students who were involved in making robot. So, we are not so sure how the contests make students creative or how the contests influence to our education. Our students made a robot and participated the contest, and made a consideration to their own effort and to the curriculum of our college on the standpoint from students. The purpose of this research is to explore the effect of NHK Robot Contest to the students taking account of the consideration of the teachers and students who were involved in the contest. Also we reconsidered the education and the curriculum of our college which are strongly related to the attitude of the students to make robots.

Key Words: Robot Contest, NHK, creativity, education, organization, curriculum, research

### 1. はじめに

現在学生にとって最も大きなロボットコンテストは言うまでもなく NHK のコンテストである。それは「一つのテーマを決め、参加者がその目標に向かって自らの『創造力』と『技術力』をつくしてロボットを製作し、競い合うイベント」<sup>(1)</sup>であり、『科学技術教育』の充実や『独創力』の開発・育成の重要性が高まるなか、コンテストを通じて『開発』や『創造』の楽しさ、素晴らしさを伝える企画<sup>(1)</sup>である。したがって多くの学生、すべての高専が積極的に参加して、年々盛大になっている。しかし、各高専の

取組み方法や姿勢は千差万別であり、誰にどう取り組ませるか、学校としての取り組み体制をどうするかを決めることは各高専にとって大きな課題である。本校では試行錯誤を重ねた結果、現在ではロボット部と卒業研究とで取り組んでいる。ロボット部にとってはまたとない格好の取組み課題であり、問題はない。しかし卒業研究で取組む場合幾つかの問題がある。その代表は「ロボット製作が果たして卒業研究のテーマとして妥当か」、つまり「それは研究に値しない」という議論である。この点に関しての考察は後述するが、われわれは「十分研究に値する」という立場からロボコンを卒業研究の課題としてやらせている。そこで我々は指導する教官の立場と実際に製作し出場した学生の立場と、その両方の立場からの意見を基にして「ロボットコンテストの教育的効果」について考察した。学生の意見は、ロボコンに出場した本校学生が卒業論文としてまとめたものと、いくつかの高専の「学校だより」を引用したものである。ロボコンがこのように意義あるものと

平成10年4月9日受理

\* システム制御工学科 (Department of Systems and Control Eng.)

\*\* 機械工学科 (Department of Mechanical Engineering)

\*\*\* 平成10年3月本校システム制御工学科卒業  
(Graduates from Department of S. and C. Eng.)

見なされるとした時、一方で、ロボコンやロボット作りに興味を示さない者が非常に多いという別の問題がある。

また、学校としてどう取り組めば良いのか、ロボコンの優れた教育力を通常のカリキュラムにどう反映させるのかという問題もあり、これらについても考察を加えた。

## 2. 本校のロボコン参加の現状

本校では、ロボット製作者の決定やその後の製作等、基本的には全て学生の自主性に任せてきた。その結果は地方大会で敗退という芳しくない成績の連続であった。地方大会で優勝候補と目されながら負けた例や、思わぬアクシデントで敗退した例もあるが、多くは優れたロボットを作るには至らなかった。1991年度の全国大会2回戦進出と、今年度の全国大会Best-8進出が成果をあげた数少ない例である。この原因を考察してみると

- ① 学校としての体制、指導体制が不十分である
- ② 取り組む学生数が少ない
- ③ 取り組む学生の集中力がない

の三点に集約できると考えられる。

①については各高専で様々であり、詳しくは後述する。②に関して言えば、やる気のある学生の多くが他のクラブに所属し、夏は高専体育大会に専念する。しかし、これは全ての高専に共通することで、本校独自の問題ではない。では違いは何か。アルバイトの多さを挙げざるを得ない。アルバイトに専念する学生が極端に多いことが最大の問題であろう。③も大きな問題である。学生から出てくるアイデアはどこの高専でもそう変わるものではない。勿論「大賞」を受賞したチームなどには、特別の分析をした上で出てきたアイデアもあることは事実である。問題はそのアイデアをどう実現していくかであるが、これは技術力の問題ではない。卒業論文を書いた学生(以下本校学生と呼ぶ)は次のように言っている。

「システム制御工学科のカリキュラムでは、旋盤やフライス盤を使用する技術の獲得は不十分であるが、ロボットコンテスト用のロボットを製作することに限って言えば、現在のカリキュラムで十分である。最も多く用いた工作機械は各種NC工作機械であり、今以上にNC工作機械を使う能力を身につけるカリキュラムが良いのではないかと考えられる。

本当に優れたロボットを作ろうとした時には「現在のカリキュラムで十分である」というのはどうかと思うが、技術以上のことが要求されるという意味で納得のいく意見である。問題は如何に集中して取り組むかにかかっている。集中して取り組めば技術も十分獲得することが出来る。ロボット製作中にラジオを聞き、雑談し、漫画を読んでいるのは良いロボットが出来るはずがない。1995年度に「大賞」を獲得した奈良高専のロボット等は、出来上がった形を見ただけで、製作者の取り組む姿勢・態度がいかによいのか一目瞭然わかるものであった。

このように考える時、問われているのは学生の自ら学ぶ態度をいかに作り上げるか、そのための体制、カリキュラム、教育をどうするかにかかっていると云えるであろう。

## 3. ロボコンの持つ教育的効果

### 3-1. 本校学生の考察<sup>(2)</sup>

#### ① 自主学習能力

ロボットコンテストの教育的効果の第一は、“授業では学べないことが学べる”ということである。自分たちでアイデアを考え、そしてそれを形にしていくということの喜びと苦しみを体験する絶好の機会であるということである。様々な授業において、ロボットコンテストに関係しそうな内容が出てくると、自然に興味をわくようになり、授業が楽しくなる。また、授業では先生から教えられるばかりの受動的な勉強だが、ロボットコンテストでは教えてくれる人もいないし、正解もない。わからないことがあれば、文献を調べたり、先生に意見を聞いたりして自分で学ばなければならない。すなわち、能動的な勉強である。これこそが、勉強の本来のあるべき姿である。

#### ② 精神力

ロボットの製作は技術力だけではカバーできない。夏休みになって本格的に活動し始めるが、ロボコンに参加していない学生にとっては、自由に自分の時間を使えるすばらしいときである。そんな時に夏の暑さにも、遊びに行きたいという欲望にも耐えて製作しなければならない。まさにこの気持ちに勝つことが、ロボット作りにおける第1の試練である。そしてこの試練に耐えて、夏休みが終わると今度は、前

期末試験という試練に直面する。この試験が終わるとまもなく地区予選が始まる。しかし、テストの点が悪いとロボット製作どころではなくなる。したがって、この期間のロボット製作は活動停止となる。その後からが本当のロボット製作である。毎日の帰宅時間がどんどん遅くなり、時には夜通し作業することもある。そんな時に必要なのは、技術力などではなく精神力である。とにかく、ロボットを作り上げなければいけないという責任感と、試合で勝ちたいという思いだけで体を動かしているようなものである。

このような精神力は経験を重ねることによって鍛えることができる。しかし経験だけではカバーできないものがある。それは“周囲の期待”である。これは製作者にとって大きなプレッシャーとなる。ロボットコンテストというのは、試合の勝ち負けを重視するものではないとわかっているにもかかわらず、勝たなければならないという気になってしまう。特に我が校のように、全国大会にさほど縁のなかった学校においては、全国大会に出ることすなわち近畿大会で勝つことが重要視され、そのプレッシャーはとて大きい。そういったプレッシャーに負けることなく、ただひたすら自分たちのロボットを作るという集中力が必要である。

### ③ 共同作業能力

共同作業をする場合、各人が得意な分野を活かして分業するのが最も効率が良い。しかし、分業をすることによって他のパートが何をしているのかわからなくなる。したがって、分業する場合に最も重要なことはパート間の意志の疎通である。そこで大切なことは自分の今制作しているものを図面にすることによって相手に容易に理解してもらうことである。同時にきちんとしたプロジェクトのリーダーが必要である。このリーダーというものは全体の動きを常に知っているなければならない。そして、あるパートが遅れている時には、余裕のあるパートの人を使ったり、メンバー全員を使って遅れを無くすなどという指示を出す。そういうリーダーが共同作業にとって必ず必要である。また、メンバーもその指示に従うということも必要である。

### ④ 柔軟な思考力

ロボットコンテストにおいて、柔軟な思考力は最も

重要なものの一つである。柔軟な思考力は、アイデアを出す時にのみ必要なのではなく、むしろ製作に入ってからである。アイデア提出段階では、ロボットの具体的な構想のみを考えているので、実際の加工法などはあまり議論されない。また、実際に作ってみてアイデア通りに動くロボットなどほとんどない。大抵は設計の甘さや構造上の問題に直面するのである。そんな時にこそ必要なのが、柔軟な思考力である。いかにしてその問題をクリアするのかということを考えていくことにより、その中から新しいアイデアが生まれる。しかし、ある問題に直面した時に、その問題ばかりにこだわって行き詰まってしまうこともある。そんな時には、元のアイデアを捨てて、まったく新しい発想をしてみるということも重要である。そういった事が出来てはじめて柔軟な思考力が得られるのである。

### ⑤ 技術力

ロボット製作をしていると、様々な技術が得られる。ノグスの読み方や、けがき方、NC工作機械の使い方、はんだの付け方、テストの使い方、回路設計まで、とにかくたくさん技術が得られる。こういったものは実際に何回も物作りを経験することによって学べるようになるものである。

### ⑥ トラブルの対処能力

ロボットコンテストにおける敗因の多くはロボット自体のトラブルである。また、ロボットコンテストとトラブルは切っても切れない関係にある。特に制御回路は、事前に動いていたのに会場で動かなくなるということがよくある。その原因の多くは、ロボットの完成が試合の数日前で、十分な練習ができていないためである。一般的に制御回路はロボット本体の完成する少し前から製作されるため、一番最後に完成する部分である。したがって、十分に動かさないままに試合することとなり、結果として予期せぬトラブルが起こる。このようなトラブルは、毎年どこかの高専で必ず起こっている。これを解決する方法は、ロボットを遅くとも試合の1週間前までには完成させて、どこが壊れやすいのかチェックしておき、設計変更や予備部品を用意するなどの対策を取ることである。そのような技術は学校の授業からでは学べない。その人がどれだけ多く物を作ったかによって、トラブルから復帰するまでにかかる時間は

大きく異なる

### ⑦ レベルの高い全国大会

今年はどうしても全国大会に行きたいという特別な思いがあった。全国大会出場が決まった時、その思いが実現して良かったとその時は思ったが、実際全国大会に行ってみるとその思いは消えた。それは他高専との圧倒的なレベルの違いを見せつけられたからである。特に常連校はロボットの基本的な作りが違う。工作技術に関してはさほど劣っている感じはしなかったが、アイデアが我々と大きく違っていた。確かに我々のロボットは試合には強かった。しかし他高専は違った。試合に勝って、かつアイデア的に面白いロボットを作っていた。

### 3-2. 他高専の学生の評価<sup>(3)</sup>

本校学生の考察は以上の通りであるが、他の高専生についても感じ方はまったく同様である。表-1. でいくつかの高専の「学校だより」から得た学生の評価を紹介する。

表-1. 他高専学生の評価

高専名	記事	年
苫小牧	全国大会では勝利追求マシン、すごい仕掛けのマシン、美しさ追求マシン、楽しいパフォーマンスマシン等バラエティーに富んでおり、全て完成度が高い	97
仙台	トラブル、充実感、達成感	96
宮城	良いアイデアのマシンは動きが良い、自分達の考えたアイデアが全国に来るものが多い	97
木更津	3分の時間で自分達のロボットを披露することの難しさ	96
群馬	思い通りの物を自分達の手で完成させた瞬間の喜び	97
石川	夢を形に変える楽しみ、問題克服の喜び、チームメイトとの固い絆	96
石川	人間には簡単に出来てロボットには難しい	97
富山	以前から興味を持っていたので、例えば遊べなくてもCDが聞けなくても仕方ないことなのだと言いつけさせた日もあった。電子回路の授業に出てくるIC、トランジスタ等を身近に感じられるようになったり、モータというのはそれ自身が回転するものではないということも分かった。細かいことでは、ビニールテープは絶縁するということや、プラスチックでできたダンボールがあるということ、瞬間接着剤の正しい使い方を知った。他の人から見るとくだらないことであっても、私にはとても新鮮だった。	96
富山	苦勞の連続、毎日が試行錯誤の繰り返し	97

長野	挫折の連続、今までに得た知識のすべてを注ぎ込んだ	97
長野	夏休み返上、徹夜、キビシイの連呼。仲間が「早く帰りたい」ということが最大の喜びだったこと	97
福井	見ている人に夢と感動を与える楽しいメカ。もの作りの大変さ。夏休みを費やしただけの価値はある。自分も楽しんだ	97
明石	嬉しさより、多くの人に助けてもらったなあ、という感慨で泣きそうになった。一人では何も出来ないんだなあ。	92
明石	過去3年間の経験をすべて出し切った。面白くて勝てるロボットを目指した。頭にはいつも「スターキング」があった。図面を書いたらスムーズにいった。	95
明石	授業では得られない新たな知識	95
神戸	アイデアを実現することの難しさ痛感	96
神戸	先生、他高専生と親しくなった、学生の内に出来るというのは素晴らしい	
奈良	人間って暖かいなあ	93
奈良	「対戦チームを恐怖させるほどの正確さとスピードをもって相手の実力を発揮させない」という設計コンセプトで。数年にわたる悲願だった、一般の人が「感動の余り学校に電話を掛けてこられた、年賀状で観戦の感想」、森教授「こんなロボットが見られて、生きていて良かった」単に技術や知識の向上のみでなく情熱と粘りを持って挑めば機械も雄弁になり人々に感動を与えることが出来る、実践の大切さ、これからの人生でなくてはならない素晴らしいものを学んだ、強い魅力、ロボットコンテストへの取組みに象徴される教育方法が高専教育の一つの特徴になり得る。	94
奈良	一つの品物を完成品にすることの困難さ、全国レベルとの違いを実感、新たに取組む気持ちが生まれた。あの感動はテレビでは分からない	96
奈良	周りがあつと驚くようなマシンをつくってやろうと思い、ルールを何度も読み返しました。敗戦が僕たちを奮立たせた。練習では2000枚のディスクを投げた。うまくいかなかったとしても費やした時間は決して無駄ではない。	96
奈良	試行錯誤の連続、全国とのレベルの差を痛感、追い込みの時期は「もうやりたくない」「これで最後にしよう」と思ったが、終わってみると「もう一度挑戦して今度こそ勝ってやる」、あの雰囲気をもう一度感じたい、高専生にしかできない事、せつかく与えられたチャンスだから。	96
奈良	自分の力の無さを実感	97
舞鶴	すべての部品を製図して全員で検討してから製作に移った	96

徳山	こんなにいい思い出はない	97
徳山	耐久性, 各部の強度, 設計はいやだった, 多くの人に助けられた	97
徳山	やりたい放題やった, 非力さ痛感, 友人・自分を傷つけ, 周囲に迷惑, 責任痛感. 感動の連続, 製作段階の方が大, 先輩・先生・友達・ロボットが新鮮な感動をくれた	97
阿南	どんな非難を受けようが自分達の意志を曲げるつもりはなかった. 出来ないと思えることにも挑戦, 完成までの過程にある努力から多くのことを学んだ	96
有明	プレッシャー大. 自力でやったこと. 人をまとめる難しさ, 一日がロボコンのみ, 徹夜の連続. 授業では学べない技術的なことや精神的なことなどいろいろなことを学んだ.	96
久留米	ゼロから作り上げることの大変さ, 難しさ, そして楽しさと充実感を同時に感じる事が出来るロボコンは決してただの遊びではない. これまでの人生で最強の疲労と睡眠不足に襲われたが, 同時に想像以上に楽しくてしやうがなかったから, もうやめようとは決して思わなかった.	96
佐世保	プレッシャーよりも緊張感大, 2回戦で油断, 普通校ではこんな思い出はできなかったと思う	97
都城	プレッシャーの大きさは格別	97

### 3.3. 他高専の教官の評価

表-2. 教官の評価

高専名	記事	年
鶴岡	技術的には相当高度のものが完成	97
富山	ロボコン部以外の学生からの応募が激減. 普段の自分を思うと, これほどまでに集中して物事に向かい合うことがなくなっていることに気がつき, 今更ながら自分を振り返る機会を与えてくれた学生に素直にありがとうと言いたい気持ちです.	97
奈良	現代のファミコン世代の学生諸君は, 一時代前と指向や意識が異なるが, 想像以上の創造力が隠されています. この創造力は, 若いうちに引出されて育たなければなりません.	94
舞鶴	勝敗にとらわれない自由な発想でやって多くのひらめき, 専門家をうならす素晴らしいメカ	96
和歌山	アイデアの創出, 計画立案, 部品選定と調達, 試行錯誤すべてに学生自らが能動的に	97
徳山	学生会・全クラスロボコン委員・教官側ロボコン委員会・同実行委員会, 工学のプリンシパルを学んだ(アイデア, 設計, 製作, 改良).	91
徳山	製作の醍醐味は自分で部品を作るところにある, 部品の組み立てだけではだめ.	91
徳山	機械要素, 加工機の使い方, 調達品の選定, チームワーク	97
米子	昨年の十数件から4件に. 機構が複雑なものはトラブルが多い. 創造性教育に最適, 完成度の高さ	97

では, 教官側の評価はどうか. 表-2. に同じく「学校だより」からの意見を示す. データは多くないが, 異口同音にコンテストの持つ教育力を認めていることがわかる.

### 4. カリキュラムと教育活動

以上のとおり, 本校学生による卒業研究としての考察, 他高専の学生の感想, 教官側の評価いずれを見てもロボコンの持つ教育的効果には絶大なものがある. 一方で「授業がなりたない」という声も聞こえてくる高専教育の現状がある. そうであるならロボコンは何故にこのような教育力を有するのか, その教育力を学校教育の中に持ちこむことはできないか等を検討し, すべての学生にこのような体験をさせることを考えなければならないであろう. ここではこのような観点に立って, 学生の考察, 設計研究の取り組み, 大学での取り組み等について考察する.

#### 4-1. 本校学生の考察<sup>(4)</sup>

本校システム制御工学科で学ぶ科目と, ロボット製作における必要能力との関係を表-3に示す. 各能力がどのように培われているかについて考察する.

①アイデアの考案: 「システム設計研究」における自立型ロボットの考案, 「CAD設計・製図」における自動化機械の考案等で独創性・創造力を養ってきた. しかし, どちらの教科も高学年で学んでおり, アイデアを練る教育としては頭の柔らかい低学年が好ましいと考えられる. 我々は「ブレインストーミング」と「階級分析法」を用いて, アイデアの創出, 決定をしたが, このような訓練をする場は高専教育にはなかった.

また, アイデアを練るには「討議」が大変重要である. この討議をする力をつけるために「HR」が設定されているが, 十分な討議をすることは少なく, 授業科目として設定されていてもその運用が不十分であると言えるのではないかと.

さらにアイデアを練ることと, 機構を知っていることは大きな関係があるが, 本校では「機構」を学ぶ機会が少ないのではないかと考えられる.

表-3 カリキュラムとロボット製作

必要能力 学年 教科		アイデア	強度計算	アクチュエータ	設計製図	工作技術	工程設計	芸術性	回路設計	プログラミング
基礎工学概論	1				○				○	○
物理	1, 2	○	○							
電子機械工作実習	1, 2					○			○	○
情報処理	1, 2, 3									○
電気工学	2, 3								○	
機械基礎力学	3		○							
生産加工学	3			○		○				
システム設計法	3, 4		○	○	○					
システム制御	3, 4									○
システム設計製図	3, 4			○	○					
マイコン応用工学	3, 4								○	○
電子機械工作実験	3, 4, 5					○				○
電子工学	4								○	
数値解析	4									○
システム設計研究	4	○								
応用物理	4, 5	○	○							
計測工学	4, 5					○			○	
ソフトウェア工学	5									○
CAD設計・製図	5	○		○	○					
CAD/CAM工学	5				○					
オプトエレクトロニクス	5								○	
材料工学	5		○							

## ② 強度計算

全国のロボットを見ると、各部材の強度計算は出来ているようであるが、構造的な面で計算が不十分なものが見受けられる。ロボットコンテストの場合、ロボットの本体が高くなる構造をとる場合が多いので、構造力学を学ぶ必要がある。

## ③ 設計・製図

「システム設計法」で学んだメカトロニクスの設計論に基づき設計を行った。また、それらを図示することにより共同製作がスムーズに行うことができた。また、製図用ソフトウェア「Pro-E」によってシミュレーションすることにより、設計の段階で動作を確認することができた。実際にロボットを製作することにより、図学の意味、必要性を知ることができた。ロボット製作の過程においては、当初の設計を変更することがしばしば起こる。このような設計変更の場では変更内容を図面化させることが不可欠であるが、その図面化を怠ることがしばしばあった。これは、限られた時間内で製作しなければならないということも一つの原因であるが、やはり、図面を書く習慣がついていないことが原因である。

アイデアを図面化する能力を養う点では、現在のカリキュラムでは不十分であると考えられる。

## ④ 工作技術

ロボット製作には高度な加工技術が必要とされるが、「電子機械工作実習」で様々な工作機械を使用する技術を学び身に付けることができた。これらの技術により様々な加工が実現し、ロボットに多数の機能を持たすことができた。また、FAPT言語を用いた各種NC工作機械も使いこなすことにより、高精度な加工が行え、時間も大幅に短縮することができた。

## ⑤ 工程設計・スケジューリング

期限の決められているコンテストでは、しっかりと工程設計・スケジューリングに基づいて、それを厳守した製作が必要である。期限を厳守する訓練として、実験実習とその報告書の提出があるが、それらが完全に守られているとは言えず、期限厳守の訓練の場が与えられているにも関わらず、十分に機能していないことが伺える。また、工程設計・スケジューリングの方法について学ぶ場は提供されていない。

## ⑥ 芸術的センス

今回のコンテストでは、ロボットの性能の他に芸術性が評価された。このようなテーマに接してみて、高専でのカリキュラムを別の角度から見る事が出来た。この芸術性という課題には、工学的素養以外の素養も要求されている。高専での教育には美術という科目も設定されているが、それも含めてより広い芸術性を養う場も必要なのではないか。それらの力を養うことが、ロボット三原則を逸脱しないロボットを製作することにつながるのではないか。専門知識だけでなく、広く調和のとれた素養を身につけていく必要がある。

## ⑦ 回路の設計と製作

第一学年から「電気工学」の基礎を学び、第二、第三学年では各種機能回路の回路設計を目的とした各種半導体の動作原理、論理回路を学んだ。「マイコン応用工学Ⅰ・Ⅱ」では、簡単な入出力回路からコンピュータ応用システムの開発までを学び、電子工学で得た知識を製作、実習の中で活用することによ

って理解を深めることができた。「計測工学」「オプトエレクトロニクス」では各種センサの基本原理と応用を授業の題材とし、センサーを用いる際に非常に役に立った。しかし、各種半導体の動作や論理回路は理解されているがそれらを応用する知識は十分とは言えない。

第一学年の「電子機械工作実習」や数多くの製作、実習により、回路の製作能力は低学年で習得されている。しかし、現状では回路を設計する能力が製作能力に追いついていない。これは電気回路とロボット本体を接続する際に必要となるインターフェース工学に関する知識が足りていないためである。また、機械製作と同じく電気製作でも計測は必要であり、計測工学を早い学年で学ぶべきであると言える。

#### ⑧ プログラミング

コンピュータ制御の効果には目を見張るものがあり、その重要性、必要性は十分に理解できた。

コンピュータを用いたシミュレーション、「数値解析」「情報処理」といった分野はシステム制御工学科の最も得意とする分野であり、五年間を通して数多くの授業が行われている。また、様々な制御方法やアルゴリズムを知ることによりロボットにコンピュータ制御を取り入れるだけの知識を身につけることもできた。コンピュータを用いた制御に関して言えば高専での教育はロボット製作に対応できると考えられる。

#### ⑨ それぞれの関連性

システム制御工学科では機械、電気、制御、情報の四部門を柱とした教育が行われているが、それぞれの部門を関連させることでより高度な能力を発揮することができる。機械工学だけでは困難な動作でも、電気工学を組み合わせることでより良い動作を行う機構を製作することができた。

### 4-2. システム科の設計研究

本校学生の考察によると、システム制御工学科のカリキュラムはロボットを製作していく上では概ね満足のいくものであることが分かる。しかし、それでも学生には授業からの逃避が見られ、意欲的に学習する訳ではない。ロボコンには大きな教育的効果が期待でき、そのロボットづくりに有益なカリキュラムが用意されているにもかかわらず、学生が意欲

的に学ばないとすると、教育方法を再考するしかないのではないかと、そのような意図に基づいて設定しているのが「設計研究」である<sup>(5)</sup>。本校システム制御工学科の「設計研究」は4年時3単位の科目として開講している。学生は5人一組になって共同でひとつのロボットを製作する。本年度4年目を迎えたが、これまでの課題は「空き缶回収ロボット」「Over the Hill」「相撲ロボット」「Orienteering」である。ロボコンに取り組む状況に似た面もあって、大きな教育的効果を挙げていると考えている。他の高専でもいくつかの学科で取り組まれている。このような教科を拡大していく必要があると考えられる。

### 4-3. 設計研究とロボコン

とはいつても「設計研究」がロボコンと同じ程度に教育効果を発揮しているとは言えない。違いは何なのか。本校学生は次のように考察している。

システム制御工学科では、第4学年の授業で、学生数名で1つのチームを作ってロボットを製作する設計研究という授業がある。この授業は、学生の創造力育成などを目的としていて、ロボットコンテストと似たような側面を持っている。教官側からすれば同じような目的として行っているわけだから、ロボットコンテストと設計研究によって得られる教育的効果に差はないと考えられるだろう。しかし、学生側から見るとその効果は多少異なる。

設計研究ではロボットを製作するプロセスが評価されるが、ロボットコンテストにおいては、そのプロセスはもちろんのことながらロボットの完成度に重点が置かれている。すなわち、ロボットコンテストに出場する第一条件はロボットを完成させることであり、ロボットが未完成でもある一定の評価がもらえる設計研究とは異なる。プロセスよりも結果が重視される現実社会に限りなく近いと考えられ、より現実的な物作りを学ぶことができる。

また、設計研究ではチームに迷惑をかけない、あるいは自分の成績を下げないというプレッシャーが各自にかかってくる。しかし、ロボットコンテストは単なる個人のグループではなく学校の名で出場するので、当然その部分のプレッシャーが大きい。ここでも現実社会と近いことが学べる。つまりロボットコンテストでは設計研究よりも実践的な物作りが学べると言える。

「プロセスか結果か」と「プレッシャーの大きさ」の二点が大きな違いと言っている。「結果」が重視されることがプレッシャーの要因となっているとも考えられるので、結果を重視することの意味を深く考えてみる必要があるようだ。また「結果重視」は達成の喜びを生む要因でもある。そうしたことが彼らをして夏休みを返上させ、徹夜での製作をさせていることになる。もちろん「物作りの面白さ」等、他の要因も沢山あろうが、注目に値する指摘である。福井高専では二人一組で製作したロボット 20 台でコンテストを行っているが、その際に機械科の学生全員に応援させる形を採っているようだ。「設計研究」はロボコンに近い教育効果を発揮できる教育方法と言えよう。

#### 4-4. 他の教科のあり方

学生の勉学態度が悪くなったとの声を聞いて久しい。「自ら学ぶ学生づくり」は高専にとって大きな課題である。一方で学生が寝食を忘れて取り組むロボコンがある。創造性を育み、自ら学ぶ学生を育成している。他高専学生の評価(表-1)を見ると「充実感や達成感、夢を形に変える楽しみ、問題克服の喜び、大きな価値、自ら楽しんだ、感動の連続、敗戦による奮起、努力から多くを学んだ、充実感いっぱい」等自ら学ぶことになる要因を挙げている。確かにこれらの要因はロボコン特有のものだという側面は強い。しかし、このような要因を授業の中に持ちこむことを追求しなければならないのではないだろうか。そのような教育を教室の講義で実現することはできないのだろうか。

本校学生は「結果が重視されてプレッシャーが大きい」ことを挙げている。学生は実験・実習や卒研でさえ受動的である。座学においても、実験・実習・卒研においても、結果は重視されている筈である。何が違うのか。求める結果が違うのか。プレッシャーがないことなのか。ロボコンにおけるプレッシャーは学校全体の期待であり、卒業生の期待である。そしてテレビでの放映である。これらを授業に求めることはできない。「求める結果」は確かに違う。学校の「求める結果」はゆるくて、そのためにプレッシャーが小さいことは事実であろう。授業はその内容で勝負するべきで、結果やプレッシャーを重視することは邪道であるかもしれない。しかし、授業が成り立ちにくくなっている現実と、ロボコンの教育効

果を考えた時、熟考の価値があるのではないか。「物作りの面白さ」と学問の面白さの違いもあるだろうが、この点に関しても両方の面白さについての本質的な違いを研究してみる必要があるのではないか。

## 5. 取り組みの体制

取り組みの体制は「教育方針」の反映、つまり「どんな学生を育てるのか」という方針の反映である。前述の通り、NHK ロボコンの趣旨は「一つのテーマを決め、参加者がその目標に向かって自らの『創造力』と『技術力』をつくしてロボットを製作し、競い合うイベント」である。この趣旨の意味するところは

- ① 学生主体の行事である
- ② 出来る限り多くの学生が取り組む
- ③ 創造力・技術力が高専教育に求められているであろうと思われる。従って、その取り組みに当たっては「勝つ」ことだけを目標にするべきでないことは言うまでも無い。いかに多くの学生に取り組ませるか、彼らに創造性や技術力をどうつけていくか、そしてそれをどう引き出していくか、そう言う観点から取り組み体制を考えるべきであろう。

### 5-1. 5つのタイプ

全国の高専の取り組み方を見てみると、大きく言って5つのタイプに分かれるようである。

- ① すべて学生に任せる
- ② 学生の出方を見ながら対応していく
- ③ 学生・教職員等からなる実行委員会等をつかって、学校全体として取り組む
- ④ 新たなカリキュラムを設定したり、ロボコンクラブを作って広く創造性育成を追求する
- ⑤ 教官主導型で指導する

但し、これらをミックスしたタイプも見られる。①は放任といわれても仕方ない。②は指導不足と言えよう。⑤は本来の趣旨に反する。③と④が望ましい姿であると思われる。③の方式をとっている高専は常時全国大会に出場し、安定して好成績を残している。この方式をとるためには全学的なコンセンサスが必要であり、一部の高専を除いて難しい状況にあるようである。コンセンサスを得るためには、ロボコンの意義の大きさを全ての教職員が認識することが必要であろう。

## 5-2. 本校の取り組み

本校では④の方式を採用している。ロボットクラブの育成、設計研究の設定、卒研での取り組みがそれである。ロボットクラブは言うまでもなくロボットを作りたい、ロボコンに出たいという学生全てが加入する。ロボット相撲、ロボリンピア、ロボコンの3つの大会に向けてのロボットを製作している。設計研究は4学年に3時間設定し、5人一組で8台の自立型ロボットを製作している。卒研ではロボコンに出たい学生を集めて1テーマ開設している。本校は今までに良い結果は出せていないが、好ましいと考えられるこの体制が完成したのは2年前からで、今後に期待したい。

## 6. ロボットコンテストと研究

卒研でロボコンに取り組むことに関して「それは研究に値しない」という意見がある。この点に関して本校学生の感想と、各界研究者の見解を示す。

### 6-1. 本校学生の感想

これこそが研究につながる第一歩となりうるのではないだろうか。確かに、ロボットコンテスト自体にはあまり学術的な要素が含まれているとは言えない。ロボットといっても、モータに配線を施したものがほとんどで、自立して考えるようなものではない。しかし、ロボットコンテストはそのロボット自体の研究ではなく、“物作り”を学ぶためのものである。したがって、我々のような工学的な技術を学び始めた学生にとって、本格的な“研究”の前に経験しておくことによって、将来“研究”を始めた時に、初歩的なミスなどに悩むことなくスムーズに研究を進められることになるだろう。

また、研究者の側のロボットコンテストも始まっている。1997年の8月に行われたRoboCupがそれである。これは世界各国のロボットに関する研究をおこなっている研究者たちが集まって、知的ロボットでサッカーをしようというコンテストである。ロボティクス研究の目標は、動的に変化する実世界で知的に行動するシステムを確立することである。この大会はそれを目標として開催されている。

さらに、日本の科学技術庁も現在行われているロボットコンテストを含めた、国際的なロボット競技会「ロボリンピック」(仮称)を開催することを模索

し始めている。このように、ロボットコンテストは独創性を学ぶものから研究の対象へ、様々な形で注目されてきている。そして、ロボットコンテストも学生だけのものではなくてきている。工学における研究の基本は机の上で理論を考えることではない。実際に物を作ることである。理論を考えるのは物理学者や数学者にまかせれば良い。技術者や工学の研究をする人にとって、物作りをするというのは最も重要なことである。その入り口として、ロボットコンテストのようなものは最も優れているといえる

### 6-2. 研究者の見解

広瀬氏は「遠い将来のロボット化された未来社会の在り方について考えてみたり、また大学の教官として創造性教育に関与したりした結果、筆者のかつてのこのような考え方(大学の教官の本文は真面目に研究をすることであり、ロボットコンテスト開催ごとき雑事に関与して時間を浪費することは無駄である)は次第に変質してきたのである...ロボットコンテストを開催し持続していく努力には非常に大きな意義があり、そのためにできる限りの寄与をすることは大学教官として、またロボット研究者として本来の任務を果たすことにもなっている」<sup>(6)</sup>と述べている。また浅田氏は「研究活動の一環としてのロボットコンテストの形態」を追求し、ロボットによるサッカー競技「RoboCup」なるものを開催している。氏は「近年のロボット研究では、実時間制御、行動ベース、センサフュージョン、マルチロボット、人間との協調やコミュニケーション、行動学習などがクローズアップされるようになり、『従来型』問題では捉えられない側面が増えてきた。RoboCupの、特に実機部門は、次世代のロボット研究に向けた、新しい標準問題のひとつとなることを目指している」<sup>(7)</sup>と述べている。さらに中野氏は「自分達の研究に必要なロボットを自分で作るための基礎知識を養うという目的に最も良い手段」であり、「エントリーを機に、新しい、また極めて興味深い研究課題と解決手段を発見できる」<sup>(8)</sup>と書いている。これらの意見を見れば、ロボットコンテストに取り組むことは高専生にとっての最適の研究課題であると言っても過言ではあるまい。研究に値するか否かの他に森氏の指摘している『自己』を育てる<sup>(9)</sup>という「人間としての教育」という側面も見逃してはならないであろう。

## 7. まとめ

本校の卒業研究でロボット製作に関わり、NHKロボットコンテストに出場した学生の「製作に関わった学生側からの考察」と多くの他の高専生の感想、そして指導に当たられた教職員の方のご意見等を基にして「ロボコンの持つ教育力」を考察し、その教育力の大きさを検証した。次にその教育力を高専教育の中に導入することは出来ないのか、その方法は何なのか等についても検討した。さらにそのような意義有るコンテストにより多くの学生を取り組ませるにはどうしたら良いのかという取り組み体制についても検討を加えた。本校学生の考察を無条件に是としているのではないかと、というご意見もあろうかと思う。学生、教職員の感想もデータ不足ではないか？というご指摘もあろう。しかしながら、筆者らの長年の経験と多くの方のご意見、資料を突き合わせて考えた時、本論文の指摘は大いに意味あるだろうし、いくつかの新たな視点を提供できたと考えている。最後に本考察で得られた結論を述べると次の通りである。

- 1) ロボコンの持つ教育力は非常に大きい
- 2) ロボコンの持つ教育力を日常の教育に採り入れることを考える必要がある。設計研究はその一つの例であるが、通常の座学でも考えていくべきではないか。
- 3) ロボコンへの取り組み体制をどうするかは高専の教育方針の反映であり、どのような学生を育てるのかという問題に帰着する。
- 4) ロボコンの取り組み体制は大きく見て5つのタイプがあるが、ロボコン本来の趣旨を逸脱しないことが重要である。学校全体で取り組む体制づくり、創造力の育成を考慮したクラブや教科の設置等が好ましいのではないかと。その際に大

切なことは全教職員のコンセンサスを得ることであり、そのためにはロボコンの意義を全教職員に知ってもらうことが大切である。

- 5) ロボコンは決して単なる物作り教育ではなくて、研究者にとっても大きなテーマである。

最後に、ロボット製作に携わった岩野君、宮崎さんにこの場を借りて感謝し、お礼します。

## 参考文献

- (1) 吉田立：“10年目を迎えたアイデア対決・ロボットコンテスト”，日本ロボット学会誌，vol.15，No.1.
- (2) 柿野篤志：“ロボコンの持つ教育的効果”，大阪府立工業高等専門学校システム制御工学科卒業研究(1997). 大阪府立工業高等専門学校システム制御工学科卒業研究(1997).
- (3) 各工業高等専門学校 “学校だより”
- (4) 大岡直就：“ロボコンロボット製作の立場から見た高専教育”，大阪府立工業高等専門学校システム制御工学科卒業研究(1997).
- (5) 里中他：“システム制御工学科におけるシステム設計研究について”，府立高専教育1号～4号
- (6) 広瀬茂雄：“ロボットコンテストはなぜ必要なのか”，日本ロボット学会誌，vol.15，No.1.
- (7) 浅田稔他：“研究活動とロボットコンテスト (RoboCup)”，日本ロボット学会誌，vol.15，No.1.
- (8) 中野栄治：“学会とロボットコンテスト”，日本ロボット学会誌，vol.15，No.1.
- (9) 森正弘：“ロボットコンテストの意義と願い”，日本ロボット学会誌，vol.15，No.1.