

ロボットコンテストを活用した工学教育

Engineering Education through the Robot Contest

平野 剛¹⁾

Go HIRANO

大八木 文洋²⁾

Fumihiro OOHAYAGI

Abstract: Robot contests are good practices of engineering education for the engineers and the students. In this paper, the origin of the robot contest is introduced and various types of contest are introduced. We show approaches of department of electrical and communication engineering on manufacturing technology. Then we show that the results of the rescue robot contest in several years.

キーワード：ロボットコンテスト、工学教育、レスキューロボット、ものづくり

Keywords : Robot Contest, Engineering Education, rescue robot, Manufacturing Technology

1. はじめに

近年若年層の理系離れが進んでおり、この状態が続けばさらなる日本企業の技術力低下に繋がりがかねない状況となってきた。しかし「ものづくり」を支えるためには、その基礎となる工学教育が必須であり、特にデザイン能力の育成が重要である。そこで学生の理科離れを防ぐ方策の一つとしてロボットを利用した事例が増えており、大学や高専でも創造性教育の実践課題としてロボットコンテストがカリキュラムとして採用され始めている。このように工学系技術の集合体であるロボットを題材とすることが、工学技術教育の一つの有効な方法として認知されてきている証といえよう。

本報告では、近畿大学産業理工学部電気通信工学科で行っている「ロボット」を活用したものづくり教育と、その一環として取り組んでいるレスキューロボットコンテストへの参加活動について述べる。

2. ロボットコンテスト

2.1 ロボットコンテストの歴史

ロボットコンテスト（以下、ロボコン）のルーツは、東京工業大学の森政弘教授（当時）が1981年から始めた制御工学科の学部3年生の授業「制御工学設計製作」である⁽¹⁾。「単一乾電池1個だけのエネルギーで人間が1人乗った車を100m何秒で走らせられるか」という課題を与え、それをどうやって実現するかを学生がアイデアを練り実際に作製させ、最後に競技会を実施している。この授業は大成功を収め、学生間に熱気と感動が渦巻き、学生の「自己」を目覚めさせるのに成功したと報告されている⁽²⁾。この授業はそれ以降毎年行われていたが、たまたま同時期にマサチュー

セツ工科大学（MIT）の機械系授業でロボットによる競技会が行われていたため、協定して交互に代表学生を送って同じルールで競技することになった。単なる競技会ではないという教育的配慮から、東工大とMITの学生がペアを組んで新しいロボットを作っていくというパターンとなった。これがNHKに取り上げられドキュメンタリー番組として放映され、その後のNHKロボコンに繋がっていったのである。

2.2 ロボットコンテストの開催状況

現在様々なロボコンが日本各地で開催されており、学内で実施されているローカルなものから全国大会まで規模も様々である。ここでは現在も実施されているもののうち、教育的側面を持つものを幾つか紹介する。

(1) NHKロボコン

NHKが主催となり1988年より始まったロボットコンテストである。当初は高等専門学校を対象としていたが1991年からは大学部門も設けられ、それぞれ別の大会として開催されている。各試合は2チームで対戦し、トーナメント方式で優勝が争われる。他のロボコンと違い毎年テーマが異なるので、毎回新しいアイデアを出していかなければならない。2002年から大学部門はABUロボコンという国際大会の国内予選という位置づけになっている。

(2) 全日本マイクロマウス大会

1980年より毎年開催されている、自立型ロボットが自律的に迷路を探索し、ゴールまでに達する最短時間を競う競技である。現在ではマイクロマウス競技だけではなく、ラインに沿って走行するスピードを競うロボトレース競技、迷路内に置かれた円筒を上下逆さまにした数や

1) 近畿大学産業理工学部電気通信工学科講師 hira@fuk.kindai.ac.jp

2) 近畿大学大学院産業技術研究科電子情報工学専攻博士前期課程

速さを競うマイクロリッパー競技など技術課題や種類も幅広く広がってきている。また、競技だけではなく小中学生を対象とした工作教室等も併催する総合的なロボットイベントとなっている。

(3) 全日本ロボット相撲大会

1989年より富士ソフト株式会社が開催している相撲を模した競技である。2台のロボットが土俵上で向かい合い、相手ロボットを土俵外に押し出すことで勝敗を決める。ロボットはラジコン型と自立型があり、一般部門と高校生部門、ロボットの重量によるクラス分けがされている。参加台数が3,000台を超える規模となっているため、地区大会を勝ち抜いたロボットが両国国技館で行われる全国大会に出場できる。

(4) レスキューロボットコンテスト

阪神淡路大震災を契機にレスキュー活動に対する啓蒙活動を目的としたロボットコンテストである。2001年に第1回大会が開催されている。地震の被害にあった市街地を模擬した実験フィールドにおいて、遠隔操縦ロボットによって要救助者を模擬した人形を安全かつ迅速に救助する競技である。ただし他のロボコンと異なり、他のチームとの相対的な勝敗を第一とせず、レスキューに関する社会的理解を深めるための一手段と位置づけている。

(5) ETロボコン

社団法人組込みシステム技術協会が主催している組込みソフトウェア技術を競うコンテストである。2002年から毎年行われており、組込みソフトウェア分野における技術教育をテーマとしている。そのため使用するロボットはレゴ社製のみとし、ハードウェア性能に関係なくソフトウェアの優劣を競う大会となっているのが特徴である。参加者も学生から社会人まで幅広く、2009年は参加354チームと規模が大きくなっている。

2.3 ロボットコンテストの教育的効果

ロボコンに参加することで、いわゆる「座学」で学ぶだけでなく、「物」を作成するという実践を通じた経験として身につけられるために教育効果が高いと考えられる。例えば学生にロボットに関する実際面での基礎知識を伝達するのに、ロボコンはどんなに手厚いゼミの何倍にも勝る効果があることが報告されている⁽³⁾。これは企業の新人技術者に対しても同様な効果が認められている。

実際自作ロボットでロボコンに出場する場合、試合中だけでなく試合直前にどこかが故障することが度々起こる。直ぐに故障箇所を特定し修理できなければ試合に出ることさえ出来ない。このように不慮の事態に即応するための知識、技術力を持っているチームが結果的に“強い”のであり、ロボコンに参加することでこのような実践的な総合力

が身につくことが期待されている。

3. 電気通信工学科での取り組み

3.1 知能ロボットプロジェクト

近畿大学産業理工学部電気通信工学科では、2006年4月よりものづくり教育を通して学生のデザイン能力や自立性の涵養を目指した学科内プロジェクトとして「知能ロボットプロジェクト」を発足させた。これは学生が講義で修得した知識を実践する場を提供し、電子工作やロボットづくりを行いながら創造力を伸ばすことを目標としている。ここでロボットを中心に据えたのは、ロボットが機械工学や電気工学だけでなく、組込み・電子・情報・通信工学にまたがる総合的なテーマであり、なにより学生の興味を引きやすいからという思惑もあったからである。電気通信工学科の一部屋を間借りし、工具類の調達と人材集めから始めることにした。

まず電気通信工学科の全学生にプロジェクトを告知し参加を募った結果、1年生6名が興味を示してくれたので、まずは学生のスキルアップのために市販ロボットキットを用いた実習を行うことにした。使用したのは(株)イーケイジャパンのサッカー・ロボ915というキットで、ロボカップジュニア競技対応の自律移動型ロボットである。これはパーツを選択することで移動機構を変えたり、プログラミングによりロボットの動作を制御できるため、ロボットの構造・動作原理を理解するのに十分な教材である。プログラミングはPC上で専用言語「TileDesigner」を用いて機能タイルを並べて結線することで行うため、フローチャートを理解していれば簡単にプログラムを作成することが出来る。

まずサッカーロボットを組み立てさせ、2輪独立型移動ロボットの動作原理について解説し、簡単な動作プログラムを作成させた。やはり実際に動くものを自分の手で作成するとさらに興味がわくようで、次にロボットに赤外線センサを取り付け、赤外線LEDを取り付けたボールを追うプログラムに取り組んだ。センサの閾値を適切に設定しないとボールが発光する赤外線をロボットが認識できない。試行錯誤的に設定を変えることでうまく動作できることを体験させ、どうすればより良い動作ができるかを学ばせた。

以上のことを放課後週1回、前期試験が始まるまで続けた。

3.2 ミニHOT君の製作

ロボットキットは教材としては有効であるが、より複雑な動作をさせようとすると、キットでは対応しきれないところがある。そこで本プロジェクトオリジナルのロボットを設計製作しようということになった。これに賛同した学



図1 製作したミニHOT君

部3年生3名が夏期休暇となった8月から開発に取り組むことにした。しかし一から作るといっても参考資料がないと困難であるので、CQ出版社Interface7月号に掲載された「遠隔操作できる車輪機構の製作」⁽⁴⁾を参考にすることにした。基本構造は2輪独立型であり、比較的電子部品も入手が容易であるため、以下の目標を立てて取り掛かることにした。

- 1) プログラムを自作し自律動作可能とする
- 2) ロボットの概観をHOT君とする
- 3) 11月の大学祭に展示実演する

HOT君とは近畿大学産業理工学部のマスコットキャラクターである。外観をHOT君としたため、ロボットの内部構造が物理的スペースの制約を受けてしまった。ロボットのモータマウント、フレーム等は学生に設計させ、教員が制御基盤、プログラム作成を手伝うことで何とか完成させることができた。ロボットの全高が20cm程度であるためミニHOT君と名付け、無事大学祭で展示実演を行った(図1参照)。

4. ロボコンへの挑戦

4.1 NHK大学ロボコン

大学祭へ向けたロボット製作が一段落したが、かなり教員の手を借りた状態であったため学生自身も消化不良と感じていたようだ。学生のスキルアップと、モチベーションアップのためにはやはり目標を設定した方が良い。そこで次の目標としてロボコンへの参加を目指すことにした。大学生向けのロボコンとしてはNHK大学ロボコンが最もメジャーであり、全国の大学ロボットサークルが目指す大会である。2007年大会の応募書類締切りが12月初旬であったため、新たに1年生2名、3年生4名を追加アイデアを練ることにした。大会に出場するにはまずロボットの機構、アイデア、戦略を記した応募用紙による書類選考がある。書類選考を通過したチームはロボットを製作し、ロボットの製作状況やテスト走行をビデオ撮影、このビデオ映像よりビデオ審査が行われる。ロボットの完成度や応募書類との

整合性を審査しこれを通過して初めて6月に開催される本大会に参加できる。毎年80チーム前後が書類を提出し、本大会には20数チームしか出場できないという狭き門である。

書類作成の準備期間は約1ヶ月あったが、ロボコン参加が初めての学生ばかりであるため、まず公表されているルールブックを理解することから始めた。そして各自が自由な発想でアイデアを出し、それらを図示した資料を基に議論していたが、学生だけでは意見の取りまとめが難しいため、教員がオブザーバーとして議論に参加することになった。ただし、こうした方が良い等の直接的なアドバイスは避け、彼らが考えてきた機構、実現性や問題点の指摘に留めた。何とか締切りまでに書類を作成・応募したのだが、残念ながら書類審査を通過することはできなかった。

4.2 レスキューロボットコンテストへの参加

NHKロボコンは書類審査で落選してしまったが、ロボコンチームを結成したばかりであり、これからという気持ちを皆が持っていた。そこで次に目標とするロボコンを調査していたら、レスキュー活動を題材としたレスキューロボットコンテストが参加募集をしていることが分かった。次回大会が7回目と比較的新しいロボコンであるので、新規参入もし易いのではないかと思われた。2007年1月末が応募書類締切りとあまり時間がなく、至急書類作成に取り掛かった。

4.3 レスキューロボットコンテストとは

レスキューロボットコンテスト(以下、レスコン)は、図2のような震災にあった市街地を模擬した6分の1スケールの実験フィールド上で、遠隔操縦型移動ロボットにより要救助者に見立てたレスキューダミー(愛称ダミヤン)を安全且つ迅速に救助することを目的とした競技である。参加チームは実験フィールドと壁を隔てたコントロールルームから、ロボットに搭載された無線カメラの映像、およびヘリコプターに搭載されたテレビカメラを模擬したヘリテレの映像だけを頼りにロボットを遠隔操縦しなければならない。そのため以下の要素技術が要求される。

- ・遠隔操縦技術
- ・対象物(ダミヤン)をやさしく扱う技術
- ・複数のロボットの協調技術

競技の評価は、作業に要した時間、救助活動の達成具合、ダミヤンに加えた衝撃の少なさ、および審査員評価などから決定される(図3)。レスコンは、他のロボコンと違いレスキューという現実の問題をテーマとしていることから、勝敗よりも救出時の「やさしさ」に重点を置いている。また主催しているレスコン委員会は、図4に示すようにレスコンを「教育」「科学技術」「社会性」の三つの軸をもった



図2 1/6スケールの実験フィールド



図3 ダミヤンの得点計算

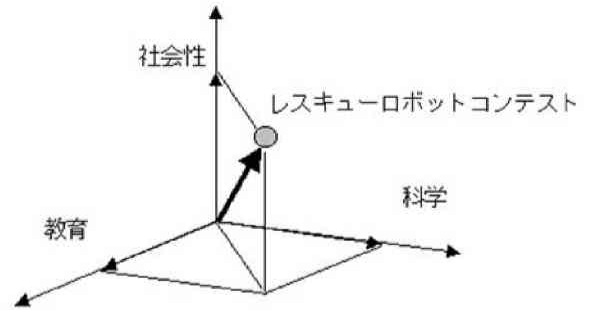


図4 レスコンの3つの基軸^③



図5 遠隔操作画面

ロボコンと定義している。特に社会性という基軸が加わっていることが特徴であり、その具体例が参加チームには競技間前にプレゼンテーションを課していることである。このプレゼンテーションでは自分たちの「レスキュー」に対する思いや、ロボットの設計コンセプトなどを2分間で発表する。これを通じて参加チームや観客の意識をレスキューに向け、自分たちの行っていることが社会的に有意義なテーマであることを理解してもらうためである。

また第7回大会からは、カメラ映像および操縦システムの電波管理を従来のラジコン機器によるものから、無線LANによるネットワークに統合したサンリツオートメーション(株)が開発したレスコンボードに変更している。これは複数の入出力機能に加え、ビデオ画像転送機能を持ち、これらの情報を無線LANによりコントロール用PCに転送することができる。またPC用の遠隔操縦用ソフトウェアも提供されることから、初参加チームにとって技術的ハードルが低くなった(図5)。

大会のスケジュールは1月末応募書類締切り、2月下旬書類審査結果発表、ここで20チームに絞り込まれる。7月上旬に競技会予選が神戸市で開催され、競技得点上位10チームと審査員推薦の2チーム、計12チームが8月上旬に開催される競技会本選に出場できる。このように2度の競技会が1ヶ月を空けて開催されているのが特徴である。

4.4 第7回大会

レスコンでは1チーム3体のダミヤンを救出することが課題であるため、3台のそれぞれ機能の異なるロボットで挑むことにした。またチーム名を「レスキューHOT君」とし、無事書類審査を13位で通過したことで7月の競技会予選に出場できることになった。春休み期間中にロボットの基本設計を終える予定であったが、4年生は就職活動が忙しく遅々として進まなかった。応募用紙に記したアイデアを実現する機構を具現化して設計図を作成するには、実際にどのように動作するかを想像できなければ難しい。そこで教員が付っきりでアドバイスをしながら作業を続けたが、6月頃からは度々作業が深夜に及ぶようになった。出発の日も朝4時まで粘って作業を続けたが、結局2台しか完成せずその状態で競技会予選に望むことになった。初めて実験フィールドを試走し、ルール上は理解していたつもりだったが、我々の瓦礫対策不足を痛感させられた。急遽ロボットの改造を行ったが、その後もトラブル続出で、何とか試合に間に合ったものの、辛うじてダミヤンの近くに辿り着くのが精一杯で、予選11位と敗退を余儀なくされた(図6, 7)。

4.5 第8回大会

競技会予選敗退は参加した学生たちにはショックだったようで、もう少し早く取りかかっていたらという後悔の念



図6 第7回競技会予選開会式

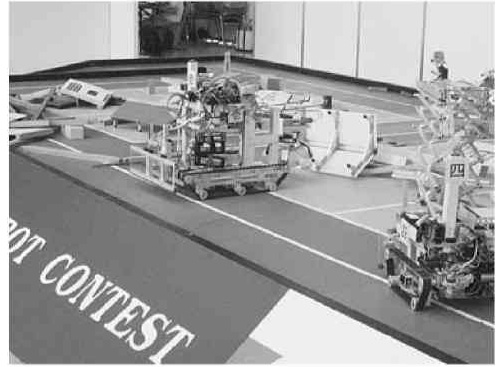


図8 第8回大会での2号機による特殊瓦礫除去

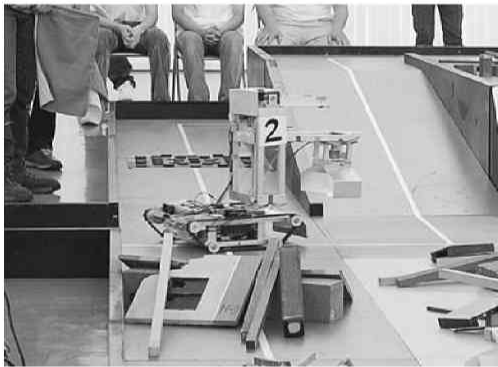


図7 第7回大会での救助の様子



図9 ロボット工作工房

が残ったようだ。しかし第7回大会に参加した学生の多くが4年生なので次回大会時には卒業してしまうため、新しく人員を補充しなければならなくなった。新しく3年生9名が参加することになった。また電気通信工学科内のプロジェクトであるため他学科の学生の参加者はいなかったのので、ロボコンプロジェクトを「ロボット工作愛好会」という名称でサークル化することにした。

第8回大会ではルールが改正され、家屋の屋根を模した特殊瓦礫が追加された。そこで今回は特殊瓦礫対策用ロボットと、カメラ専用ロボットと救助ロボットの協調ということをテーマに掲げて書類を作成し、19位で辛うじて書類審査を通過することが出来た。

昨年度の反省から早い時期から進捗状況を学生に報告させ、適宜教員からアドバイスを送り続けた。それでも最後は徹夜作業が続いたが、その甲斐あって競技会予選には無事4台のロボットが出場し、第5位と予想以上に好成績で予選を通過した(図8)。

本選まで1ヶ月あるため、予選時の問題点を洗い出し、大幅に改造を施すことにしたが、最初は予選通過出来たことによる高揚感でやる気はあるが作業が手につかない状態であった。だが予選を経験したことで各人がそれぞれ目的意識を持ち、責任を持って作業する姿を見るとロボコンが与える教育効果の大きさを感じることができた。

競技会本選はファーストミッションとファイナルミッ

ションの2試合が行われる。12チーム中6位までが決勝となるファイナルミッションに進むことが出来る。万全の体制で本選を向かえたレスキューHOT君は、ファーストミッション6位、ファイナルミッション4位という素晴らしい結果を残した。また参加2年目でのこの成績に対し、レスキュー工学奨励賞を受賞する事ができた。

4.6. 第9回大会

第8回大会での活躍が評価され、今まで使用していたロボット工作室からロボット工作愛好会の作業部屋としてロボット工作工房を使用させてもらえることになった(図9、10)。もともと食堂として使われていた平屋の独立した建物なので十分な広さがあり、気兼ねなく騒音の出る金属加工作業を行え、またロボットの試走用の実験フィールドが常設できるようになった。

知能ロボットプロジェクト開始当初から参加していた学生も3年生となり、技術的な蓄積が徐々に増えつつあったが、慢性的な人員不足は解消せず、また学生に声を掛け何とか3年生7名を追加し、第9回大会に臨むこととなった。今大会から7月の競技会予選がなくなり、代わりにロボットの動作が分るビデオ映像を元に5分間のプレゼンテーションによって評価されることになった。前回大会の高成績も踏まえ、なるべく教員が口を出さないように心がけ学生の自主性に任せることにした。



図10 ロボット工作工房内の製作風景



図12 第9回大会参加メンバー

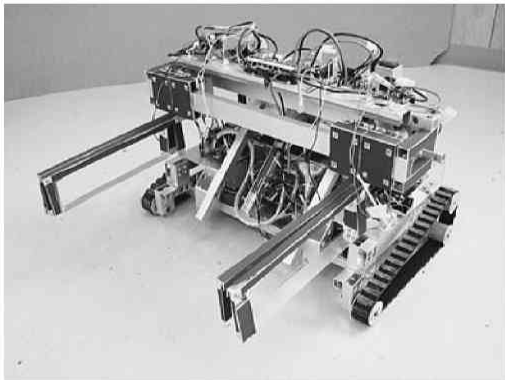


図11 第9回大会で使用した特殊瓦礫対策ロボット

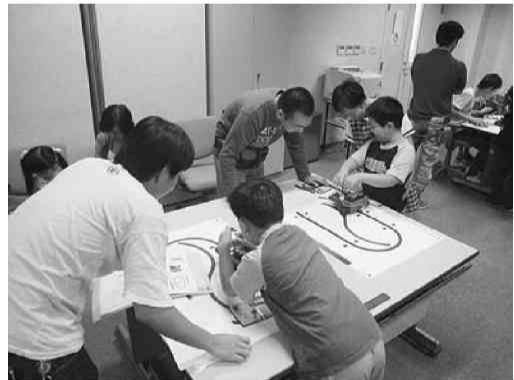


図13 親子ロボット教室

今回も4台のロボットを製作し、書類審査12位、プレゼンテーション審査6位と順調に結果を残していた。が、競技会本選になっても4台中2台のロボットが十分に機能せず、実質2台のロボットでの試合となったが、ファーストミッション2位、ファイナルミッション3位、しかも全ての試合で3体のダミヤン救助完了という内容のあるレスキュー活動であった。また順位とは別に、図11に示すロボットによる特殊瓦礫内のダミヤンの救助法が高く評価され、日本消防検定協会理事長賞を受賞し、参加3年目にして素晴らしい結果を得ることができた(図12)。

5. ロボットを利用した社会貢献

以上のように知能ロボットプロジェクトから始まったロボットを用いた創造教育は、立ち上げから4年でレスコンに参加し上位の成績を残すことができた。学生達は自分たちで製作したロボットに対して誇りを持つようになり、各種展示会やオープンキャンパスでの実演時には積極的に説明員もこなすまでになった。

また、メンバーが所属する電気通信工学科が独立行政法人科学技術振興機構の地域科学技術理解増進活動推進事業より補助を受けて平成19年、20年に実施した親子ロボット教室にTAとして参加している(図13)。自分たちが経験して得られた知識を生かし、地域の子供たちに分かり易いよう

に教えることで、社会貢献と彼ら自身の成長に繋がる経験が得られたようである。

6. まとめ

電気通信工学科で実施している、ロボットを活用したもののづくり教育の現状について述べた。最初はちょっとした興味で参加していた学生が、ロボコンという総合力が試される場で活躍するまでに成長したことで、本学科の取り組みにより十分に実践的な技術力を身につけられることが示された。

現在第10回レスコンに向けて活動している彼らの更なる活躍を期待したい。

参考文献

- 1) 森政弘, “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, pp.2-5, (1999)
- 2) 森政弘, “乾電池アイデア競技”, 財団法人大学基準協会, Vol.58, pp.65-78, (1986)
- 3) 中野栄二, “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, pp.22-25, (1999)
- 4) 竹田大祐, 高鹿陽介, “遠隔操作できる車輪機構の製作”, CQ出版社, Interface7月号, pp.54-69, (2006)
- 5) レスキューロボットコンテスト, <http://rescue-robot-contest.org/>