

ロボット競技会の教育訓練意義

カンコロジーロボットの取り組み

ポリテクカレッジ富山 国谷 滋
(富山職業能力開発短期大学校)

1. はじめに

ポリテックビジョンは3回を数え、職業能力開発短期大学校(以下「短大校」という)の卒業研究、卒業製作、F方式等の各種発表や展示およびロボット競技の場として定着してきた感がある。そして、その成果は、短大校のあり方や方向性を明示し、短大校間の情報交換や技術・技能教育へ示唆を与え、さらに、雇用促進事業団の広報活動に大きく寄与している。

本校は、これまで積極的にポリテックビジョンに参加しており、筆者は、学生とともに楽しみながら、学生の創造性を尊重しながら、学生の成長を感じながら、「ものづくり」教育の刺激を受け、カンコロジーロボット競技会に参加している。また、図1～3に示すように、地元新聞紙は毎年、カンコロジーロボットを取り上げ紙面を飾ってくれるので学生の励みや本校の絶好の広報になっている。

ここでは、ロボット競技会の教育訓練意義について私見を述べ、カンコロジーロボット製作の取り組みについて報告する。

2. ロボット競技会の教育訓練意義

今日、個性を育て創造性を育む教育は重要であるといわれながら、かけ声だけに終わっているように思える。これまで知識と称して情報を与え、覚え込ませることが教育であると信じてきた指導体制では、当然の帰結ではないだろうか。

教育訓練の場は情報を身につけるためだけにあ

るのではなく、情報と出逢い、見て、感じて、考えて、評価するためにあり、その行為を経験することが知識をつくり出し、創造性を高めるためにあるのである。

学生が学び知る代表的な行為は、本を読み、講義を聴き、実験実習を体験することであるが、それは単に情報を受け取っているにしかすぎない。大切なことはどのように読み、聴き、いかに体験するかと



図1 新聞紙の掲載(第1回競技会)
(北日本新聞社提供)

いう仕方の質にかかっている。

重要なことは技術や工学に対する興味と好奇心であり、「何々をしたい」とか「何々をつくりたい」という意欲であり、完遂のための意志である。この興味・意欲・意志は必要な情報を自らの行動で獲得させ、そして、それらは情報の獲得効率を飛躍的に向上させる。また、獲得した情報から知識の生成過程で創造性を高め、思索と体験の中で最良のものを取捨選択する能力を養う。

このような興味・意欲・意志を持つ学生を社会に送り出すことが、短大校の社会的役割と認識する。「もの」を「つくれる」技術者の養成は重要であるが、そこまでの教育訓練は、「ものづくり」教育訓練ではない。短大校が目標とする実践技術者養成とは意欲と判断能力を持つ技術者を養成することであり、「ものづくり」教育訓練は、「情報」を考える習慣を付与し、知識をつくり出すための創造性を高めるものである。

「ものづくり」によって製作された製作物をわれわれは、良い/悪い、すばらしい/ひどい、うまい/まずい、役に立つ/役に立たないなどとさまざまに評価する。だが、そのような評価は表面的には製作物に対してなされているものの、実際にはそれを介して製作者の知識や技術・技能と交流していることになる。このことは創造性への刺激となり、より技術と技能を高めることになる。

「ものづくり」教育訓練は意欲と判断能力を持つ技術者を養成することであると述べたが、どのような訓練なのであろうか。抽象的な表現になるが、個性を育て確立する訓練、学生が自ら考える訓練、学生が主体になれる訓練、学生が能動的に独創的になれる訓練、興味・発想を具現する訓練になる。これらの要点を包含するキーワードは「つくること」、「競うこと」、そして「評価すること」であると確信する。

この訓練を展開するためテーマの設定は重要である。学生自身が手足を使い、頭を使い、情報・知識の獲得を促し、試行錯誤の中で能動的に行動できるものでなければならない。テーマ設定のポイントを次の3点に絞る。



図2 新聞紙の掲載(第2回競技会)
(北日本新聞社提供)

正解がないこと

高度な知識・技術を要しないこと

明快なこと

は情報量が豊富な指導側であっても正解がないので、学生と同じ土俵に立つことになり、学生1人ひとりが主体になることができる。そして、学生はさまざまな解答を発想し、実体ある物で表現するために「つくること」を思索・選択・体験する。この過程で、指導側は学生の情報獲得に必要な情報を提供し、必要に応じて個人指導するとき個性を尊重して育てることができる。

は制限時間内に完成し、学生に「つくること」の喜びを体験させるため、基本的な情報・知識・技能によってできるものでなければならない。高度な知識・技術を要するならば、学生が能動的に行動する以前に指導側が主体になるからである。

は「つくること」の目的が単純で、学生の発想が散漫にならないためである。さらに、「評価すること」の思考と洞察が発散しないで、命題に対して収斂する方向に向かせるためである。このことは問題解決能力向上の訓練になり、実践技術者養成の本質的な教育訓練になる。

訓練に「競うこと」の導入に反論もあろう。しかし、学生は訓練テーマに価値を見いだすなら、存在を誇示したい、影響を及ぼしたいと行動する。これが「競うこと」と絡み合うとき、学ぶ行動の中に強烈な探求心が現れ、最も創造性を発揮させることを期待させる。そして、「競うこと」の結果は優劣を与える。優は劣に比べて正解に近いという基準で評価を与えるとき、判断能力や問題解決能力の育成の糧になる。

さて、「つくること」と「競うこと」の訓練テーマには機械系や電子・電機・情報系では、ロボット競技が適当である。操作型でも自走型でもよく、指導側が考案するものでも各種競技大会のものでもよい。ただし、最初から結論のあるもの、操縦法やソフトウェアに大きく依存するロボットは不可である。重要なことは意欲を持って能動的に行動できる技術者の養成に焦点を絞ったものであればよい。

3. カンコロジーロボット製作の取り組み

3.1 概要

本校はカンコロジーロボット競技会の第1回に1台、第2, 3回に各2台参加している。ロボット名にはすべて先頭部に所属校がわかるように富山湾に現れる自然現象“屋気楼”をつけている。カンコロ

ジーロボットに取り組む学生は、2年前期から始まる卒業研究のテーマを「競技会用ロボットの製作制御」としており、カンコロジーロボットに取り組む前に相撲ロボットを製作し、6月初旬のJPCAショーロボット相撲大会や9～10月の全国ロボット相撲大会地区予選（北信越地区と他1地区）に参加している。このため、カンコロジーロボットの取り組みは後期10月半ばから始まり、8時間/週の13～14週では時間不足なため、競技会間近になると時間外の深夜に及ぶ状況にある。

卒業研究という教育訓練の中で、前期の相撲ロボットと後期のカンコロジーロボットの指導方針は180°異なっている。相撲ロボットでは勝負にこだわり、実践的かつ完成度の高いものを学生に求めることにしている。このため、ロボットが強くなる方法や手段があればためらうことなく採用し、ロボットを構想するとき、学生と協議するが経験上筆者の意見を押し通すことが多い。このことは、発散しがちな学生の発想を問題解決のための収斂洞察の方向に向かわせ、そして、技術者としての目の養成になるよう十分に討論を行うようにしている。構想を理解した学生は、図面を作成し、機械加工や板金加工、さらに組立などを行う。これらの作業では機械技術者として習得すべき要素が多いので厳しく指導し、自らが納得するまで「ものづくり」という技術者の心を植え付けさせるよう心がけている。マイコンの組立や制御回路の作成は図面支給や完成品を参照して完成するよう指導している。また、プログラムは動作ごとにモジュール化してあり、動作モジュールを組み合わせるだけで完成できるようにしている。

この前期の指導はカンコロジーロボットの取り組みに重要である。すなわち、学生は加工や組立作業では、ほぼ独り立ちしており、制御回路やプログラムも自力で作成でき、競技会の雰囲気も体験している。このため、カンコロジーロボットの指導では、初歩的な指導を省くことができ、「ものづくり」教育訓練の目標である創造性を育む指導に徹することができる。

後期に入り、学生に構想をまとめるために約1.5



図3 新聞紙の掲載（第3回競技会）
（北日本新聞社提供）

～2カ月の期間を与え、筆者を納得させる構想になるまで製作開始を許可しない。許可のポイントは、新規性と創造性である。なお、第1回と2回競技会に向けて、次の条件を満たすよう指示した。条件は、

缶をつかみ、拾い、相手フィールドへ入れる機能を持つこと、勝敗にこだわらないこと、フィールドのラインやマーカーを使わないことである。条件を出した理由は、については、これらの機能を実現することは技術であり本ロボットが最低限装備すべき機能である。については、第2回までの競技会規則では負けないロボットの製作が比較的容易であり、発想の妨げになる。すなわち、7缶すべてを競技終了間に相手フィールドに入れればよいわけで、実際に第1回、2回競技会とも優勝したロボットはこのタイプであった。については、ラインやマーカーを検出して駆動することは技術であるが、最初からライントレースありきでは、教育的配慮が欠如すると考えたためである。第3回競技会には条件をつけなかったが、このことに意味はない。

次節以下に第1回に特別賞を受賞した「屋気楼」、第2回の「屋気楼弓式」、第3回に優勝した「屋気楼二連改」を紹介する。

3.2 第1回「屋気楼」

「屋気楼」の概略を図4に示す。「屋気楼」の特徴は、コンプレッサを搭載し、空気圧アクチュエータで1缶ずつ相手フィールドへ投げ込む。さらに、駆動装置を直角に回転させ、前後左右に直交移動できることである。そして、ハンドに缶検出用のセンサを取り付けることで、ラインやマーカーを使わない条件を満足している。条件の中の拾う機能は、缶拾い板を自軍フィールドの壁に押し付けるとき、フィールド内の缶がV形溝に引っかかり、この缶をハンドでつかみ上げ、相手フィールドへ発射することで実現している。

「屋気楼」はエア部、本体・駆動部、ハンド・アーム部、缶発射部、およびマイコン・制御回路で構成する。

エア部はコンプレッサと電磁弁からなり、コンプレッサは市販のDC12Vハンディタイプのものから

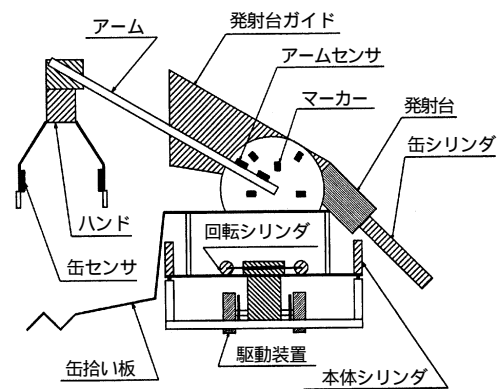


図4 「屋気楼」概略図

部品取りし、逆止弁などを取り付けて4mmチューブで配管できるように改良している。電磁弁は2位置5ポートを使用し、空気圧シリンダ(以下「シリンダ」という)および空気圧チャックと配管している。

本体・駆動部は本体上昇機構、駆動装置、駆動装置回転機構からなる。本体上昇機構は本体の四隅に取り付けたシリンダで本体を持ち上げ、駆動装置をフィールドから浮かせる。駆動装置は減速機付きDCモータ1個を使用し、タイミングベルトで車輪を回転する。駆動装置回転機構は直交移動するための機構である。本体を持ち上げた後、駆動装置の上部に巻き付けたワイヤの両端を2本の回転シリンダのロッドと結び、一端を引っ張り他端を緩めることで駆動装置を90°回転させる。これにより、前後左右に移動可能で、自軍フィールドをくまなく走査することができる。

ハンド・アーム部は減速機付きDCモータにアームを直結し、アームの先端に空気圧チャックを取り付けハンドにしている。ハンドには透過形センサ1個を取り付け、ハンド開の状態と並んでいる缶を挟み込むようにして本体を移動し、遮光時缶ありとして缶を検出する。また、アームの位置決めは反射形センサ2個を使用し、アーム回転面と平行な円盤にアーム位置決め用マーカーを5枚貼り付けている。

缶発射部はガイドがついた発射台と缶発射用の缶シリンダからなる。ガイドはハンドが缶をガイド上に落とすとき、缶が常に発射台に収まるよう成形することがポイントである。発射台は缶の直径よりやや大きめの円筒で、底部に缶シリンダを固定し、シ

リングロッドで缶底を突いて投げ飛ばす。

マイコンはSuperAKI80（秋月通商(株)製）を使用し、制御回路はセンサ・スイッチ入力、DCモータ・電磁弁駆動回路で構成する。マイコン・制御回路については、次節以下ほぼ同じであり、紹介を省略する。

競技会では1回戦，2回戦を順調に勝ち，3回戦で優勝ロボットと対戦した。好勝負で同点になり，延長戦で「先に缶を入れた方が勝ち」のルールで敗れたが，缶を飛ばすアイデアと自軍フィールド内の缶を拾って相手に返すことができる機能が認められ，当初表彰規定になかった特別賞を受賞した。

「屢気楼」は空気圧アクチュエータを使うことで容易に缶をつかみ，拾い，相手フィールドへ入れる機能や前後左右の直交移動を実現することができた。電気アクチュエータでは重量制限で困難であると思える。この発想は，学生が計測制御関係の実習で準備室に散乱していたシリンダを見つけたことから始まったもので，1つの手がかりが次から次へと創造性を成長させる事例と考える。このロボット製作にあたり，筆者が行ったことは，学生に部品カタログの提示・購入手配と制御回路の説明程度であったことを覚えている。

3.3 第2回「屢気楼弓式」

「屢気楼弓式」の全体写真を図5に示す。「屢気楼弓式」の特徴は，名前でわかるように弓を使って缶を相手フィールドに投げ入れ，自軍フィールド内の缶をすくい上げて相手に返すことである。3.1節の条件とをクリアしており，きわめてシンプルなロボットである。

構成は本体駆動部，ハンド・アーム部および発射部からなる。

本体駆動部は減速機付きDCモータに車輪を直結し，2輪で前進・後退・旋回する。時間制御で確実な直進移動量や回転量を得るため，タイヤには粘着性の強いシリコンゴムを使用し，滑りを押さえ制動性を高めている。また，缶拾い板を本体に蝶番で取り付けてあり，試合開始前は規定サイズに収まるよう立ててあり，開始後倒れるようにしている。

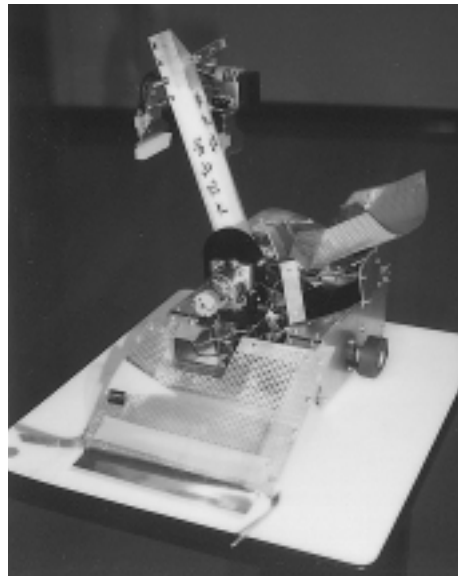


図5 「屢気楼弓式」全体写真

ハンド・アーム部は減速機付きDCモータにアームを直結し，「屢気楼」と同じアームの位置決め方式を採用している。ハンドはねじ駆動のリニアアクチュエータに2枚のアルミ板を取り付け，リニアアクチュエータの直進運動でハンドの開閉を行っている。缶検出方式も「屢気楼」と同じ方式を採用している。

発射部は誘導板のついた発射台と弓からなる。弓は弾性の大きいポリカーボネート板にワイヤの弦を張り，弓を引くトリガーをリニアアクチュエータに取り付けている。弓で缶を投げ飛ばす動作は，リニアアクチュエータの後退でトリガーが弦を引きはじめ，所定の位置で弦が外れ，弦の戻りで缶を投げ飛ばし，その後，リニアアクチュエータの前進でトリガーが弦に引っかかる。これらの工程が確実に繰り返されなければならないので，トリガーの形状と弓との位置関係に加え，缶を相手フィールドに入れる弓の張力の設定がポイントである。

競技会では予選リーグ2戦2勝で確実に缶を相手フィールドに投げ入れ，缶を返すこともできた。しかし，決勝トーナメントの1回戦で缶を2個発射した後，動作停止したため敗れた。この原因はカメラ撮影のフラッシュ光でアームセンサが反応し，誤動作したものである。試合終了後，この原因を学生に伝えたところ，大いに憤り後味の悪いものであった。

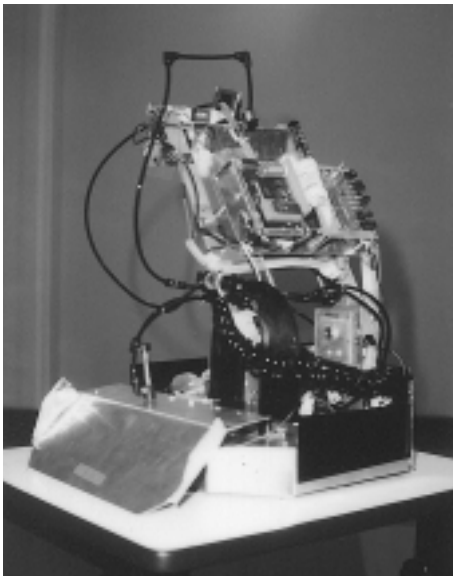


図6 「厩気楼二連改」全体写真

3.4 第3回「厩気楼二連改」

「厩気楼二連改」の全体写真を図6に示す。「厩気楼二連改」の特徴は、第1回「厩気楼」改良版であるが、缶を投げ込む効率を向上させたものである。同時に2缶つかみ、つかんだままでアームを相手フィールドに向け、2缶を一気に投げ入れることができる。また、自軍フィールド内の缶を缶拾い板で拾い上げて、相手に返すことができる。

「厩気楼二連改」はエア部、本体駆動部、ハンド・アーム部で構成する。

図7にエア部写真を示す。エア部は「厩気楼」と同様であり説明を省く。

本体駆動部の駆動方式は「厩気楼弓式」と同様に2輪で駆動する。本体の形状を八角形としてあり、旋回するとき本体の角がフィールドの壁に当たるのを防ぎ、方向転換のための正確な回転量を得ることができる。また、本体には缶拾い板を蝶番でピン結合し、板をフィールドの壁に押し付け、板に取り付けたシリンダを突き出して板を持ち上げ、板上に缶があるとき缶を相手フィールドに返す。

ハンド・アーム部は減速機付きDCモータにアームを直結し、アームの先端にシリンダで2缶つかむハンドを取り付けている。缶の検出やアームの位置決めは「厩気楼」と同様である。また、缶発射用のシリンダ2本もアームに取り付けてあり、相手フ

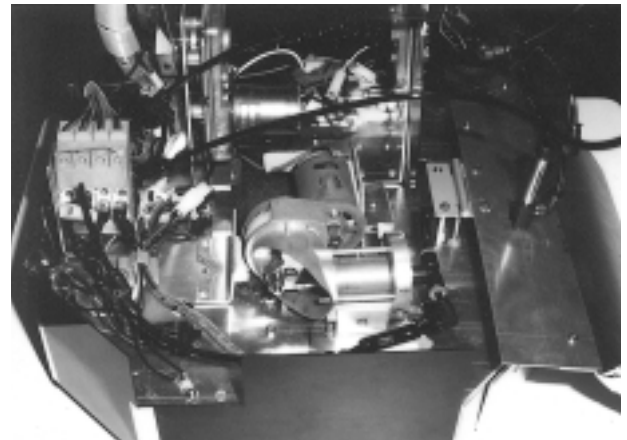


図7 「厩気楼二連改」エア部写真

ールドにアームを向けるとき、ハンドの缶底部が発射用シリンダのロッドの前方にセットされ、ハンド解放後、シリンダを突き出し缶を発射する。さらに、マイコンや制御回路もアームに取り付けてあり、操作性を良くしている。

並んでいる7缶を相手フィールドへ投げ入れた後、0.1秒単位のタイマを使って自軍フィールドを走査し、入れられた缶を相手に返す動作をする。

競技会では優勝することができた。重量制限のため、アームとハンドに十分な剛性を持たせることができず、このため、2缶の発射が不安定だったが、缶を返す動作が確実だったことが勝因と考える。なお、優勝戦では、第2回と同様にフラッシュ光による誤動作があったが、アピールして認められ、再戦したことを付記しておく。

4. おわりに

「厩気楼二連改」を製作した学生の報告書のまとめに、競技用ロボットづくりの重要な点として、完成度、確実性、適応性、創造性、こだわりをあげ、詳細な分析と評価を記していた。そして、優勝できたのは、運が90%であると追記していた。

ロボット競技会に参加し、競技し、競技結果を評価し、問題を掘り下げ、解決の方策を思索することが「ものづくり」教育訓練である。対戦型のロボット競技では、競技結果を決定する要因が多々あり、これらの要因と学生が交流し、自らの知識や技術・技能を評価する教育訓練を実践したいものである。