

# ロボコンによるモノ作り教育の実践例

宮坂 忠昭\*

## Practical Examples of Manufacturing Education through the NHK Robot Contest

Tadaaki MIYASAKA

キーワード：モノ作り教育，創造性，ロボコン

### 1. 緒 言

1988年6月本校にNHKから1通の手紙が届いた。ロボコンとの出会いだった。物心ついた時から、母の使い切った糸巻き芯で車を作り、手作りコマを学校で戦わせ、祭りの出店で買った組み立てモータに熱中。高校受験の頃は、ラジオを何台か作っては親に心配をかけ、高校では村で初めてのTVを作って、相撲の好きな祖父母に吉葉山、若の花の映像を見せてあげられたのは幸福だった。

学生には“工学の基礎はモノ作りにある”。人間の条件には、道具を使うことがある。道具を使ってモノを作り出すのが、工学の原点だ”といている。“あぶない”からといって刃物を取り上げてしまう教育が、創造性豊かな——などといっても、無理である。

NHKの手紙を見て、これだ、学生と一緒にモノ作りを介して教育の場が構成できるのではないか。初めてモータを組上げて回った時の感激を共有できるのではないかと思った。

### 2. ロボコンのスタート (黎明期)

募集要項は校長宛、日本放送協会、番組制作局番組センター、部長。NHK産業科学部トライ&トライが担当、主目的は“独創的発想の育成”とあり、テーマは“乾電池カー、スピードレース”であった。内容は単一2本をエネルギー源として、60kgの人間を50m運ぶスピードレースで、49国立高専から、8地区に分け、8チームが出場枠であり、NHKが書類選考した。応募締め切りは7月5日であった。

め、急遽学生に呼びかけたら、2年生4、4年生3、5年生3名、計12名が集まった。“乾電池2本で人を運べるのか？無理難題ですね”と、アイデアを出し合い、会話が楽しくはずんだ。2本の弓と弦に弾性エネルギーを貯え、テーパ状の輪軸で徐々にスピードをあげるアイデアで応募したが、選にもれた。が初めての企画に対して学生の反応が結構多かったことは、モノ作り教育の前途に明るい見通しを得た。

このロボコン競技は単に初回というだけでなく、重要な意義を持っていると考えている。エネルギーをいかに変換するか、物理的に見ても、非常に単純で、創造性の育成の観点から第一級のテーマであり、美しささえ感じている。

正月ゴールデンタイムに放映されたこのロボコンは、まさに衝撃的な映像を全国民に見せたといっは、過言だろうか。2本の電池で人間を50m運ぶことができるのか？。放映の結果は、教育機関としての高専のすごさを全国に知れ渡した一瞬であった。また高専生の資質のすばらしさを見せてくれたことになる。NHKには反響が大きく、なかには、会社の社長が“あの学生をぜひ欲しい”と直接電話してきたとのことである。

これを契機に、NHKは高専協の協力を得、企業の後援でこの企画を拡大していくことになる。また、大学、高校版ロボコンが続々登場して、学会までもマイクロロボット等のコンテストが実施されるようになった。

11年間で3回にわたってロボコンの指導をさせてもらったが、ロボット完成までの過程はまさにモノ作り教育の過程そのものであって、さまざまな場面で、教育には多様な能力が教官に求められることがわかった。モノ作り教育の根本的な考えかたをどこ

\* 基礎専門 応用物理 教授  
原稿受付 1999年9月30日

に置くべきかを、ロボコンをとらしての体験を述べておく。

### 3. ロボコンのめざすもの (理念)

#### 3-1 ロボットの定義

—電氣的、機械的に組み立てられ、人間のような種々の動作をする人造人間— “マグローヒル科学技術大辞典”

以上から1. 人が組み立てて、人間に代わって種々の動作をする。2. 電氣的機械的装置であり、自己制御できるもの。モノ作りという観点からみると、1は、人の代わりをする高度の道具を得たいという、人間の本性にもとづく、きわめて高度な智慧の集大成といえよう。2はその目的を達成するために、更にエネルギー変換をしながら、人の頭脳の働きをさせようとしている。

#### 3-2 ロボット作製の特徴

人の代わりをすることは、きわめて複雑な動作をし、知能を持たせる点である。また電気、機械的な高度の専門知識を必要とし、かつ、エネルギー変換の考え方が容易でなくてはならない。複合的専門性のため、スタッフは得意な部門に分けて、守備範囲を確定する必要がある。その結果、メンバが増えることになる。したがって、目標に向けられた総合の意志が、常に一定かどうか確認し、各部門が連携しながら、活動できるよう、全体を総括できる指導力のある者が必要となる。

製作の区分としては、駆動系、(走行駆動、その他の駆動、モータと車輪)自動制御系(コンテスト特有)、操舵系(電気系)に分けられる。

学生に要求される資質は、遊び心を持った、柔軟な発想をもつことが第一である。新しいモノ作りには頭が固く自分の考えに固執するようでは、まずいいものができない。教育で重要なのは“感性”の育成であるが、これは複雑、多岐な内容をもつ課題である。これは各個人が生まれながらに持つ世界から、努力しながら発展的に獲得しようとする意欲から生ずる。つまりセンス(SENSE)の良さであろう。次はモノ作りに熟練(SKILL)していることであろう。旋盤の操作は大好き、ハンダ付けもしかり、手を汚すことをいとわない学生がいい。組織的なしくみの作製であるから、一人よがりの考えを主張されてはどうにもならない。協力体制を保ち、スクラム(SCLAM)が組めるか、他人の意見がきけるかが問われる。これらをソフトの3Sと名付ける。

教官はそれらを知った上で、彼らの長所を伸ばす指導が大切であり、指示ばかりしては、創造性、



図1 第2回ポスター

自主性は育たない。また1面のみで判断してはならないし、こんなに素晴らしい能力があったのかと知ることのできるのが、ロボコン指導である。つまり幅広い教育の場面を味わえる。

#### 3-3 ロボコン競技のもつ特質

モノ作り教育からみると勝負はあまり問題でないと行ってしまえば、甘えになろう。出場するからには勝ちたいし、性能の良さは勝ちにつながる。・2, 3分間の勝負である。・一発勝負である。・観衆の見守る中の舞台上、カメラが回っている。の3つがロボコン競技の厳しさがある。したがって、製作上の要点はロボットのスピード(SPEED)が最優先となり勝負はここにある。次に、いくら早くても動かないではどうにもならない。マシンの機能の確実性(STEADY)ある。これらを極めてゆくとマシンは単純化(SIMPLE)されてゆく。以上から3Sが重要で、これをハードの3Sと名付ける。また、雰囲気は飲まれずに、実力を出し切れる精神面の強固な、かつ瞬間の判断力の優れた操縦者がポイントになる。

### 4. ロボコン指導の具体例

1989年、はじめて担当した第2回ロボコンのオクトバスフットボール(エントリーマシン: ビートル1)は、まさに1回の衝撃的デビューの次にあたり、

その余韻が残ってNHKの意気込みはたいへんであった。(ロボコン, デビュー期) 図1

1994年, 第7回のスペースフライヤー (エントリーマシン: ヴァーチカル, アクセレイター) は, 全国にロボコンが知れわたり, 高専=ロボコン, とまで認識をたかめた。(ロボコン, 安定成長期)

1998年, 第10回の生命誕生 (エントリーマシン: ピュントシュルフト) になると, 本来の創造性最優先から見せるための奇抜さ華やかさが加わり, より複雑な内容へと変化してきた。(ロボコン倦怠期)

どのように, ロボコンによるモノ作り教育をしたのか, 変遷を述べる。

#### 4-1 ビートルズ1 (1989年)

##### 4-1-1 出発の経緯

当時航空部の顧問をしていた。部員数は少数で, 幽霊会員を集めてようやく部としての体面を保っていた。その中でも5年生のI・Kと2年生のK・Kが中学時代からラジコンを趣味としていただけあって, 航空部として菅平合宿などで, グライダーとかヘリを飛ばし, 特異な才能を放っていた。小生もヘリに没頭していた時だけに, 後に, この技術がロボコン製作に最大に発揮されることになる。これを背景に熱意ある2人の学生が中心になって, 設計に入っていった。

競技場がオクトパス (たこ) の形で, 足先からスタートしてラグビーボールをたこの眼に垂直に入れるタイムトライアル。競技はまずキッキングゾーンでは, ボールを床から持ち上げてはならない (転がすか, ひきずる)。つぎのフリーゾーンではボールをどのように扱ってもかまわない。ゴールはラグビーボールの直径約200mmの円筒を垂直にしたもので, 床面から150mm上に出ている。図2下

費用は5万円, 部品購入の領収書を提出となっている。6月14日の通知で, 1週間でアイデアを出し, 1週間で設計図を引き7月1日の締め切りに間に合わすあわただしさであった。7月4日には, 設計図が高い評価を得たとのことだった。こうして8月21日に横浜新都市ホールで行われる, 全国大会出場の20校中選ばれた。出場ロボットの紹介には“長野高専ビートル1: 電池を重りにしたセンサー型アームが特徴, 車体のシンプルさ, 設計図の確かさが好評, 問題はゴール際での操作”となっていた。さすが審査の眼は確かだと思った。

##### 4-1-2 設計思想

マシンの先端にマジックハンドを持つロボットとし, サッカーボールを(a)転がす(b)持ち上げる(c)垂直にして穴に入れる, の3つの機能を持たせた。形

NHK「オクトパス フットボール」ロボット応募作品  
NTC号 ビートル1

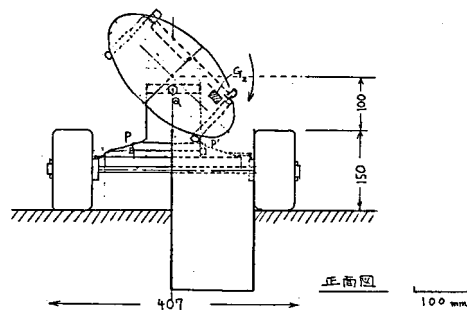
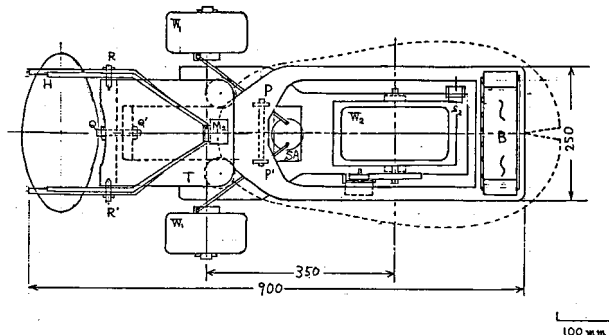


図2 ビートル1設計図

がカブト虫に似ていたためこの名がついた。図2

アイデアとしては, 1. できるだけ軽くして, スピード最優先にする, それには, 航空部の培ってきた軽量化の技術を最大利用する。2. 操縦性の良さを発揮するために, ラジコン技術を流用する。これはラジコンで4から7チャンネルのプロポと称する無線制御装置で手中にスッポリ収まり親指でスティックを動かして対象物に種々の動き等の指示をさせる装置である。3. 電池の重量は1の考えからは, マイナスであるが, 逆のこれの有効利用ができないかを考え, ボールを持ち上げる際, てこ利用の力のモーメントとして使うこととした。

##### 4-1-3 設計の具体化

タイムトライアルつまり相手より早くゴールに入れるには, ハードの3Sの1つスピードである。モノ作りの原点は考え方を徹底的に学生に, 繰り返し教えることである。  $m \cdot a = F$  の運動方程式で加速度  $a$  を大きくするには質量  $m$  を小さくする, 教室の授業だけでは身につかない例であり, モノ作りをとりして教育の場ができる。駆動輪は後軸1輪とした。回転の運動方程式  $I \cdot \alpha = N$  で慣性モーメント  $I$  と力のモーメント  $N$  には  $R$  (半径) が入っているから, 駆動輪の設計では回転力  $N = R \cdot F$  は  $R$  (半径) の設計値が勝負を制するのだ。と教える。駆動輪の設計はモータの力と減速ギヤーのみに思考がいつい



る場合が多く、車輪の半径を見ただけで、マシンの性能が予測できる。モノ作り教育とはまず、基礎知識が大切であって、それが理解できないと前には進まない。教室の基礎学習がいかに大切であるかを強調している。

駆動モータの出力は $P = V * I$ で決まるから、起動のトルクが最大になるスタート時の電流が供給できるかがポイントとなる。このモータにラジコンで用いる回転制御装置を付加し、前後自由に速度を変えられるようにした。

(a)(b)(c)の3つの操作は2対の交差するAIハンドからなる、マジックハンドで行った。これら一連の動作はラジコン技術で用いるサーボを使いスムーズかつ重複行為を可能とした。学生たちには機能的に複雑なものも、繰り返し手を加えていくと限りなくシンプルになっていく・ハードの3Sの1つ〔Simple is best.〕であることを話して、工学の精神はたゆまない努力によって無駄なものを取り去ってゆく姿勢が大切であることを、言い続けた。また工業製品と同じく、ロボットは総合性能で結果が評価されるのであって特定の部分(部品)が故障すれば、機能はすべて失われてしまう。3Sのsteady 確実性が最優先される、1つのビスの欠陥が致命的な結果となることを教えた。

#### 4-1-4 製作

一月半の制作日数で、効率良くモノ作りを進めるには“段取り8分”でつまり計画が大切である。担当は駆動部をK・K、マジックハンドとアームをI・Kが電気系は小生がかなり補助した。部品、材料は各担当にまかせたが、選択の幅をもって購入するよう指導した。特に、駆動用モータは数種類からトルクと電流値が設計どうりとなるか、試験、測定して選んで、万全を期した。

軽量化を最大目標にしていたから、学生たちは、その趣旨を理解し、航空模型で使うパルサ材(一番軽量の木材)をうまく使った、特にシーソ型フレームはガラス繊維で補強しながら使うなどその発想には、眼を見張るものがあった。

電気系では、遠隔制御で用いる技術に、アナログ量を伝達する場合いったんAD変換してパルス列にし(エンコーダ)FMあるいはパルス変調して電波に乗せ、受信した信号を逆にパルス列から(デコーダ)アナログ量に直し、サーボを介して動きに変える、がある。これは、航空部で飛行機等を飛ばす場合の既存のテクニックであったから、これを使えば操縦者の意志伝達が、正確に行えるロボットになるのは、分かっていた。が規定ではロボットの制御は



図3 試走会

有線になっていて電波は使えない。そこで、1週間かけてプロポ、2日で受信機とサーボ電気回路を解読して電波を介さずにプロポから直接有線でロボットをスムーズに(アナログ的に)5チャンネルの制御を可能にした。このテクニックの応用は大会ではスイッチのオンオフで操縦しているロボットが多かった中で、光っていたと自負している。1軸1輪駆動も徹底した軽量化の思想からで出たもので、ギヤを直接肉抜きして使った。電気系では電池の電力をロス無くモータに与えるために、配線はできる限り短くかつ太い線材をもちい、意外と大きいと分かった接触抵抗を減少させるべく、電極どうし全てハンダ付けとした。

夏休み返上で、連日の暑さの中、よくがんばって約一ヶ月でほぼ完成した。試走を繰り返して、屋上で試走会をして、教職員の方々に観てもらった、が最後のボールの垂直落として欠点が見つかって、心配をかける結果となった。図3

直ちにマジックハンドの改良にとりかかった。試走を繰り返して、何回も失敗を重ね、悪いところを出し切ってしまうことがもの作りの大切な点であることを強調し、学生も少数ということもあり教官の意志がよく伝達できた。最終には10秒台のタイムを持つマシンに仕上がった。学生たちは心血を注いだだけに、最終段階のこの性能にかなり自信と、満足を感じていた。指導教官としても90点以上の自己評価を感じた。

#### 4-1-5 全国大会と戦況

8月21日横浜新都市特設会場で開かれた。

学生たちによって、分解されたロボットは、特急“しなの”で上京し、会場で組み立てられた。試走を始めると、ストップウォッチを持った学生が、我がロボットをさかんに測定していたのが印象的だっ



図4 第2回全国大会 (1989)



図5 学内発表会

た。あとでそれが優勝校の久留米高専であることを知る。前日のリハーサルでも圧倒的な速さを誇り、相変わらずの10秒少しのタイムを保持していた。<sup>2)</sup>

アナウンサーに“長野高専の高速マシン”と言わしめるだけあって、他高専からマークされる存在となっていたし、学生たちはかなりの手応えを感じていた。本番ではスタートに一瞬とまどった差がひびいて、二秒差で久留米に敗れたが、16秒のタイムは大会終了まで2位であった。敗れはしたが、1回戦が事実上の決勝戦であったことを学生は満足して帰路に着いた。

正月に全国に放映されたNHK, TVのイントロは映像は、大寫しの“ビートル1”であった。図4

#### 4-2 パーティカルアクセレレーター (1994年)

##### 4-2-1 担当の経緯

3年電気工学科の応物の教科を担当していたが、意気投合したKが“電気部としてロボコンに応募したいが”, と依頼され引き受けたのがこのロボット。彼らは4Eを中心に、2年生のUを加えた構成で、後に述べるが、各自が素晴らしい個性を発揮することになる。第4回(1991年)より地区予選, ついで全国大会が開かれ、各高専から2台の出場枠があった。校内選考には17チームが参加。10分以内の時間で、アイデア、特徴などの発表会で述べ、それを参考に選考委員会が代表2チームを決定した。4Eの面々は、フライングディスクを会場に持ち込み、ゴムの弾性を利用した垂直射出実験を行って、水平射出との違いをアピールし、代表権を得た。図5

このロボットは教官と学生がモノ作りを介して、互いの信頼感の上に成立した、好ましい教育の場が作りだせたとし、かなり成果があがった例と思う。

##### 4-2-2 競技

30個のフライングディスク(以下frisbee)を17個所のホールに入れて、合計得点を競う陣取りゲーム。一発で決まる、Vホールがあり、ディスク5枚はあらかじめ、マシンにセットすることが決められ、試合時間は2分、スタート直後に、Vホールねらいという作戦が予想された。 $\phi=235\text{mm}$ ,  $m=110\text{g}$ , の指定されたfrisbeeで8m離れたゴールに投げ入れるものである。ロボットの質量は $m=8\text{kg}$ 以下、大きさは、 $150\text{cm}^2$ , 高さ3m以下。電源は12V(60W)のスイッチングレギュレータによる指定コネクタで会場で供給された。制作費は8万円、領収確認、という内容であった。まっすぐには飛ばないものを、目標に入れることを競うこのゲームはアイデアの段階で結果が予測されてしまうくらい困難な内容であった。物理的には投げ出す運動エネルギーと回転エネルギーの双方を入れてある点で興味深かった。

##### 4-2-3 スタッフと担当

4Eのクラスを中心を担う面々、KI, KA, O, F, UE, と2年の無言実行のUS, の異色のチームとなった。始め、協調がうまくゆかず心配したが、KAとOとが絶妙のアジャスタ役をつとめ、技能の秀でた、他の4人がうまくポジションを受け持った。

KAが、ロボットのフレームと、駆動部、KIが射出装置、Fが子機、frisbee供給装置、UE, USは機械、電気系の製作をそれぞれ担当責任者でスタートした。

##### 4-2-4 設計思想

直進性の良い垂直射出を採用したため、水平射出とちがって浮力の利用が不可能である。よって、ゴールまで飛ばすための運動エネルギーをどのように得るかで、様々なアイデアが検討され、結局、耐久性、



信頼性からバネを採用した。しかしながら、2分間の勝負でスピーディに $E = (1/2) kx^2$ のエネルギーをいかにバネに貯えるか、最大の課題となった。次にフリスビ自体にスピンを付与するため、この回転エネルギー $E = (1/2) I\omega^2$ にスリップ方式を検討した。

我々も5枚勝負の作戦とし、フリスビの射出位置への、送り出し装置の方式、およびバネの巻き上げ方式は全員で検討して、細部は担当者に任せた。

#### 4-2-5 製作

製作に先立って、“完成度の高い勝てるマシン”“試走を繰り返してボロを出し尽くす時間的なゆとり”，の2点を最大の目標に掲げた。

さしあたって、工嶺祭の10月20日を最終完成として、計画を立てたが、集中して製作に没頭できるのは夏季休業である。小生も、学生たちと共に、予備機の製作をした。学生たちに教官もやってるのだ。との姿勢を見せたかったからだ。ミーティングには全員が参加して、それぞれの意見、反省など自由に発言できる雰囲気大切に。夕食などもできるだけ共にし、追い込みには何日か学校に泊り込んだ。

本体と駆動部は比較的スムーズに出来上がったが、徹底的に軽量化を指示した。射出と供給装置はなかなかかどらず、夏期休業が終わってもめどが立たない状況であった。小生の射出はカム利用でばねを巻き上げるもので、10秒台のサイクルで打ち出せ、飛距離も目標をクリアしたため、学生にはいい意味のプレッシャをかけた。NHKの取材日が迫っても、射出サイクルは30から40秒かかっているし、バネのエネルギーが不足し飛距離が出ない。試走、試射が不能である。ミーティングで遂に苦言を発してしまう。計画どうり進行しない理由、設計どうりの性能がない理由、を全員で考えた。モノ作り教育の厳しい場面であった。結果が出ない、失敗している（つまりしている）、次に何をトライするかを的確に指導、助言できるか、が指導者に課せられた一瞬であった。バネ定数が小さいこと、巻き上げネジのピッチが小さく時間がかかっていること、射出ロッドの質量が大きくエネルギーロスが多いこと等、原因が明白になった。急遽、機械科の工作技術に熟練したW技官に、ピッチ5 mm、 $L = 1000\text{mm}$ の台形ねじを徹夜で作っていただいた。同時にこの巻き上げ用モータも電気ドリルの遊星ギヤ利用のモータと直結にしてスピードアップした結果、ほぼ設計の目標値10秒台を得た。フリスビにスピンを与えるには、モータの回転方向を瞬時に変える電気的方法で解決した。これは飛距離を出すのと、正確なゴール狙いとは回転方

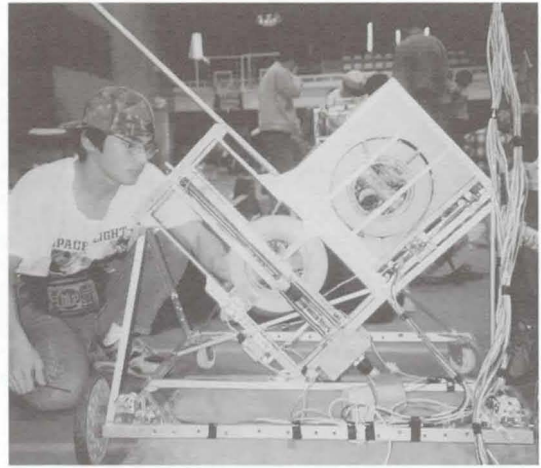


図6 パーチャルアクセレレーター

向を変えるべきで、戦いには有効な装置となった。次に射出角度の微小な調整装置を付加することで、かなりの完成度を持つに至った。ロボットは工嶺祭の大勢の見守り中、一応の成果をお披露目できた。美術品搬送用トラックに載せられたロボットを見送った時は安堵した。図6

#### 4-2-6 学生と教官の関係

彼等の設計思想を大切にするのは、創造性を育てる場合重要であるが、時として理想、空想的、であることが多い。これを具体化し、限られた時間と人員と予算の中で、結果が失敗に終わる事が予測される。その場合、教官はいかなる指導をするか、あまり口出しをすると干渉ととられるし、さりとして失敗を見送るすわけにはいかない。今回は、製作の過程で、時間的にぎりぎりの切迫した状況で、教官がかなり強い指導をした例であろう。従って人間関係は厳しい場面に直面したが、密着した製作行動があったからこそ、互いの立場が理解しあえたのは救いだった。モノ作り教育といっても最終的には人間関係の理解の上にならなければならない、と思ったチームであった。

#### 4-2-7 戦況

木更津の市民体育館で見た周りのロボットは、足まわり、大きさ等外観を見ただけで、性能が推定され完成度が高かった。しかしわれらのロボットも遜色無く指導教官として胸が張れた。振り子型射出、水平射出、が多く垂直射出は少数であった。ゴールを見てあっと驚く。ボール紙で作ったゴールに試射していたのが、8本の縦のボールを上下のリングで固定したものだ。ネットは後ろの反射ガードのみで、フリスビを傾斜して入れればゴールに収まるが、垂直に正確に入れた場合、すり抜ける可能性がある。しっかりゴールを作って、テストを繰り返すべき余裕のなかったことが後の反省となる。

戦いが始まった。東京高専（秋桜）を5：0で一



図7 地区大会 (1994)



図8 ビュントシュルフト (1998)

蹴。Oがいい度胸でマシーンを操っている。彼は飛距離の決定を、パネの巻き上げ量をマシーンに記録することで精度をあげ、かつフリスビに与える正逆回転で着地特性を把握していた。学校での猛練習の成果がでている。2回戦、東京航空高専（航空光線）レーザー光でVゴールを狙って、一発で決めるタイプ。派手な演出が特徴。これも一蹴。ベスト8進出である。次は小山高専（チラノザウルス）先に5点のリードを許す、正確な角度調整をOは冷静に行って10点狙い。発射。入った。逆転だ。ところが、無情にもゴールポールの中からフリスビが転がり出た。正確過ぎたのだ。図7

帰路は、皆口数が多く楽しそうだった。苦心してきた過程が、一定の結果を出して、満足感となって吹き飛んだときでもあった。勝負は紙一重をまたしても味わった訳である。学生達の満足感いっぱいの顔を見て、指導教官の最も安らぎを味わえるのもこの時だと思い、秋色深い木更津を後にした。

#### 4-3 ビュントシュルフト（溪谷の風）(1998)

##### 4-3-1 担当の経緯

航空部は少数の学生によってようやく維持されていた。部長の3SのYが“先生お願いします”とロボットの学内選考の書類の印をもらいにきた。すでに本校では毎年20から30の応募があり、学内選考をパスするのが難関となっていたし、募集要項も複雑な競技内容に加えNHKのマスコミとしての見せるためのショーの要素が強くなっていた。発足当時の純粋な独創性の育成がすこし形が変わってきていると感じて、ロボコンに対してあまり積極的でなくなっていた。学生の図面を見て、親機と子機からなり、かつレーザーで位置制御するまでになっている。学生には悪いが、まず選考されないと軽い気持ちで押印

した。ところが学校代表として選ばれたのである。

##### 4-3-2 スタッフ

3Sの応物を担当していたから、優秀な連中がすべて入っている豪華なメンパでYを先頭はかなり学生を知っていた。リーダーY、冷静なM、H、M科のF、頭脳明晰なMI、N、行動的なA、の7人であった。ロボットの機能の複雑性からするとこれでも少ないくらいであったが、一つの目標を果たすロボットを作り上げてゆくには、この集団をまとめる力量と技量をもつ学生が必要であったし、教官もそれだけの指導力が要求されたが、のちにこの点が一番の問題点となるとは思わなかった。

##### 4-3-3 競技内容

“生命誕生”，ロボットから何らかの種子を撒き（発射）して、指定された得点別のゴールに到達させ一定の大きさ以上に開花させ、得点を競うもの。最大の特徴は、親機から離れた種子は自己制御で自走によって目的地に到達し、人為的コントロールが許されない点にある。最後の一定以上の寸法の花を開花させるが、音、光、の遠隔制御以外、自動的でなくてはならない。これは、本来の人に代わって作業をさせるというロボットの定義に近い動作であって、今回が初めてで、きわめて複雑で高度な内容となっている。

##### 4-3-4 設計思想

大型の親機とその中に包含される子機（種子）からなっている。競技場の縁を基準線として縦に進み、そこを基点にしてレーザーを用いた距離測定によって横方向に種子を進めて、得点エリアに“生命”を次々と誕生させるという。高度のアイデアをどのように実現するか、が問題でありアイデア倒れになる可能性が危惧された。しかしこれが代表として採用



されたからには、後にひけない状況であった。初めから勝ちにいけるマシンではなかった。つまり複雑な競技ほど、Simple is best. の精神が必要であって、進行を2つに分ける点で既に複雑な機構を要するし、子機（種子）が大きいと必然的にロボットは大型化する。軽量化はできない、その結果スピードに制限が出る。後に会場をわかせる多くのロボットは単純さの中に素晴らしいアイデアがはいっており、アイデアの段階で相当な落差を感じることになる。マシンは許容重量19kgと大型化して、しかも、種子は重量に含まれないとなっていた。学生たちは、位置決めにはレーザー光を使う、企業でもすぐには難しい技術をアイデアだけでできると思いきりこんでいる。テーマが、複雑な内容であるからでもあるが、容積とも最大限の設計をして、軽量化などという思想はもはや指導しても無理と感じた。電源は充電可能なら、制限無し、しかも操縦者が保持すれば、重量に加えなくてよいという甘い条件であった。

#### 4-3-5 製作

今回の指導方針は、できるだけ学生の意向に添って基本設計どおり、自由に製作させてみたいと考えていた。というのも、前2回ではかなり強めの指導をしたし、基本的な考えを徹底的に浸透させたから、ときとして命令調になって学生との人間関係が危ぶまれる場面があり、その反省にたつてである。モノ作りの教育の主人公は学生であって、今回はその考えに徹してみた。かなりの資質に恵まれた学生が集まったことで、安心し期待し、一方ではアイデア倒れを心配しながら不安のスタートをした。

親機および駆動系はYを中心に、子機（種子）はM制御系はN、卵および花はMI、A、が責任者となった。6月30日選考が決まり、11月8日までの約4ヶ月間の戦いが始まった。7月から8月にかけての夏期休業が最大の製作実効期間である。航空部の他の顧問教官の応援を依頼した。夜間10時までの指導は教官付き添いである。ところが学生の意欲がどうもおかしい。出てくる者が少ないし時としては教官のみ。夏休みの終わりには試走ができるようにと当初の、ミーティングもむなしなものとなった。そのうち、部長が、急病となってダウン、急遽Mにリーダーを変更、真面目で実力はあるが、全体を仕切るには、荷が重かった。工場の利用法も整理、整頓、がうまくなく、基本的な注意をしなくてはならない場面も生じた。各セクションでバラバラな製作をしていて、空中分解すれすれとなった。夏季休業後の実習のため工場の明け渡しをせまられ、応物の実験室に製作を移した。取材日には試走の願いもできな

いまま、技術室の方々に苦勞していただいた、ゴールも一度も利用しない状況であわただしい荷作り発送となった。

#### 4-3-6 戦況

試走を繰り返して、満を持して会場に乗り込んだ前2回を思うと、指導教官としての責任が重く感じられた。学生を信じ、アイデアを尊重し、自由という聞こえのいい、自主性にまかせると、こうなると思い知らされた。そういえば、かつて会場で組み立てていた代表校に声をかけると、“まだ間に合わなく、今夜ROMを焼くのです”と言っていた高専がいたし、全く動かないで敗退したロボットもあったことが、思い出され、今度は自分の番だと覚悟した。

長岡では、完成度の高いロボットがそろっており、それらを見学させてもらった、我がロボットは会場で、いろいろな製作、調整を本番前でやっている。1回戦は不戦勝、2回戦木更津高専の“eggman”と対戦。良く出来ていたが、動きが悪く、我がロボットは親機、子機が動いて、種子を出すところで時間切れ、判定勝ちとなった。動かないだろうと思っていただけに、なんとか体面だけは保てたと冷汗をぬぐった。3回戦相手は、育英高専“NFK、クウォーター”どちらも得点には至らず、マシンの完成度だろうか、判定負けであった。試走が一度もできない状態で、晴れ舞台でなんとか動いた、ということは学生が真剣になったから、運が回ってきたのだろう。図8

長岡駅までの帰路は、皆口数が少なかったが、次への意欲を示す者もあり、笑いも出た。今回は複雑な内容にもかかわらず、長さの決まった一定幅の紙を小型のマシン（種子）がほどこきながら進んで、直進性と正確な位置決めをする、など、あっといわせるスピーディなアイデアによるロボットとか、カラーセンサを搭載した技術的に優れた、かつ、遊び心のあるマシンが、会場の人気を大いに集めていた。いずれもアイデアの段階で、格段のレベルを持っていた。このことは、ロボコンにおける創造性は学内選考の時点で、結果の予測が下されてしまうと感じた。

## 5. モノもの作り教育から見たロボコンと反省点

### 5-1 学生の立場

高専生に入学する学生の中にロボコンをしたいからというものが結構多い。この事は、工学はモノ作りが原点であることを考えると、興味をもち、かつ目標をもっていることは大いに歓迎、評価してよい。



しかしNHKという巨大メディアのなかで得られた、強い印象から“格好よさ”がかなり先行している場合が多い。モノ作りの中で一番最後の完成され、かつスポットライトのあつたおいしいところばかりが、強調されているのが、ロボコンであろう。

実際にモノ作りを始めると、大変な内容が数多くの場面で、せまってくるのを知る。あるものは逃避するし、あるものは、こつこつと努力をする。ここで、はじめて教育としてのモノ作りが存在する。あまり口出しを好まない者、計画どうり着実に進める者、指示待ちの者、個性がある。苦勞をいとわない学生、自分からいやな仕事を率先する学生を大いに評価したい。最後の出演者になりたいばかりにというのもあるからだ。操縦者こそ、最大の努力をしたもので、しかもマシンを知り尽くし試走を繰り返した、頭の機転がきく者でなければならない。

複雑な内容が課せられる最近のロボコンは、各セクションに仕事を分担して実行する。この間全体を総括し統一できる能力（仕切れる）をもった学生を必要としている。この学生は実力的に優れた、また積極的に責任感の強いリーダーである。これがないと惨めな結果が待っていることが分かるだろう。

#### 5-2 教官の立場

まずモノ作りが好きでなければならない。苦心しながらモノを作り上げる過程を共に味わう姿勢であろう。また自分の考え方、思想を明確にだすべきであろう。ただし学生の意見も聞きながら、ミーティングを重ねて意志の疎通をはからねばならない。

時間的余裕は必ずといっていい程無くなる。計画をしっかりと立てさせ実行させる。最後は夜間まで寝食を共にする覚悟が必要となる。

次に、学生が好きでなくてはならない。学生はいろいろな個性があって当然で、これらを認め光っているところを伸ばす、これが創造性を伸ばす原点である。

#### 5-3 モノ作り教育の意義と主張

学生には次の3Sを言ってきた。

**SKILL** 得意な分野に徹せよ、そして熟練せよと言っている。昔ながらの職人芸は無理にしても、有形無形のモノ作りは現代も同じである。マイコンなら任せろという気概である。

**SENSE** センスは短時間で得られるものでなく、特に工学的センスは、生まれながらのものである。物理学、特に力学、材料力学、図面のよみかき、モノを作る場合大切であることを、強調したい。

**SCRUM** 他の学生と共に製作をしていく場合、スクラムを組めるかこれは物が有機的につながった場

合ほど重要になる。協調性が求められ、一人よがりには歓迎されない。

教官としてはモノ作りは“完成させたときの満足感、充足感”がもっとも大きい。学生と共に、苦勞し、楽しむ姿勢が大切であろう。

根本的には基礎的学問の応用である事を学生に浸透させるべきであろう。単なる思い付きやアイデアだけでは、モノ作りはできないことを。

モノ作りを通じて学生と苦樂を共にすればするほど、人間的なつながりが深まり、教育の場でしか味わえない“人作り”の満足感、使命感が得られる。当然教官の実力、指導力、資質が問題であろうが、3回のロボコンを担当させてもらって、教職の難しさ、楽しさを様々な場面で感ずる事ができた事を係わったすべての方々へ感謝したい。

#### 5-4 今後の課題

モノ作り教育に関して高専間の協力体制が組めないだろうか。既存のスポーツ系にたいして、プロコン等のように文化的な内容を持つ高専主導の全国大会を持つものである。皮肉にもNHK依存によって創造性育成がとえられスタートした、ロボコンはマスコミの力で巨大化したために見せるための、勝負にこだわるショー化してしまった。高専を高等教育機関として存続させるためにも、高専の存在を世にアピールすることが重要であると考えているが、ロボコンが果す役割は終わったと思う。結果的に高専の知名度はロボコンによって確実にあがったからである。

次に、考えねばならないのは、ロボコンの姿を、本来の教育的、学問的なコンテストにとり戻すことが必要であろう。ロボコンに関しては、図面、アイデア、機能、機体等の各審査、を加えるべきであろう。つまり、学生がいかに努力したかを、評価しないで、一発勝負でモノ作り教育はできないからである。

また、高専オリンピック（仮称）と称し、旋盤部門の競技、テスト、オッシロでの測定競技、コンピュータのハード技術、CAD、CAM技術、測量技術、イオン検出技術、物理量の測定 etc を開催を提唱する。また、これら出場者の単位認定を検討すべきであろう。

高専という教育機関が、特徴ある教育を行うにはまさに適正な規模であって、これらを実行可能に移すには、指導者にその意志があれば容易であろう。

## 6. 結 言

モノ作り教育は“知識”だけではなりたない、

外から注ぐのみであるから学生は受身の立場にある。

必要なのは“知恵”であろう、これは、実際の体験を通して、内からわき出るものつまり人間としての“心”の発露が最も大切になる。

知識偏重の教育から知恵を重視する教育への変革が求められる。3回のロボコンを担当して少しは、教育の本質にふれたように思う。

終わりに、学生に対し暖かく、取材されたNHKの関係者、本校のロボコンの関係者、協力支援され

た企業関係者に深く感謝いたします。

### 参考文献

- 1) 精密工学会：モノづくり教育体系調査報告，(1999.7)
- 2) 長谷川修，米倉將隆：ロボット「パッチンコロコロ」「コロコロスットン」「スットンノビノビ」号は語る，工業教育 vol.38, No.6 (1990)