

ロボットコンテストを通じた地域貢献

小林 義和・松田 英昭・藤田 昂志*

A Regional Contribution by means of Robocon project

Yoshikazu KOBAYASHI, Hideaki MATSUDA and Kouji FUJITA*

(2007年11月30日受理)

In this paper, we introduce our approach to regional contribution by means of robot contest. We explain a summary of our robots and the details of the regional events. In these events, we demonstrated our robots to show our robocon project and to gain various experiences. Our robots were improved by the experience and try-and-error in the events. Consequently, our robot won the tohoku regional cup in the robot contest 2006. Demonstration of the robot in the events makes an opportunity for children to learn about robot, and leads to regional contribution.

1. 緒言

高専ロボコン（アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト，主催：高等専門学校連合会，NHK，NHK エンタープライズ）は，高専を代表する教育イベントとして知られている。秋田高専（以下本校）でも，高専ロボコンは中学校生徒にとって本校入学を志望する動機の一つとなっており，また本校ロボコン学生にとっても修得した知識・技術を生かしたものづくりの実践ならびに技術力向上ができる貴重な機会となっている。これまで本校は過去19回の高専ロボコン大会のうち，第1回を除く18回の大会に参加し，5回の全国大会出場を果たしている。しかし，最近の5年間は全国大会への出場ができず，非常に苦しい状況となっていた。平成18年度ようやく全国大会に出場することができたが，この間様々な取り組みをしてきた。その中で，ロボコンを勝ち抜くには，機械設計・製作や電子回路などに関する技術力およびその複合技術（メカトロニクス）のみならず，知識・技術の共有化と継承，スケジュール管理，ロボットを製作するだけではない大会を通じた経験など様々な要素が組み合わさった能力が必要であることが分かってきた。また，地域で開催されるイベントに参加することにより，ロボットコンテストの試合参加だけでは得られない優れた

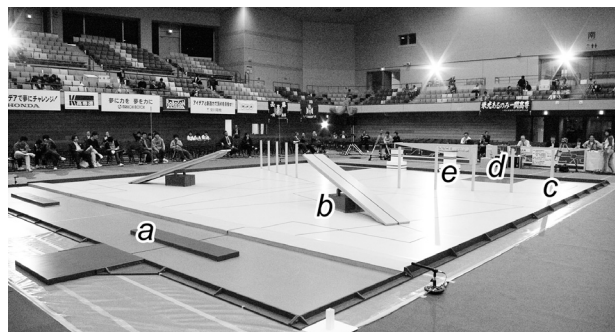


図1 ロボコン大会の会場レイアウト

効果が期待できることが分かった。

本稿では，平成18年度の高専ロボコン東北地区大会で優勝したロボットの概要と地域イベント参加による地域貢献および得られた成果について述べる。

2. ロボコンとは

2.1 ロボコンの概要と平成18年度の競技課題

ロボコンには，大学ロボコン，ABUロボコン，IDCロボコン，高専ロボコンの4大会がある。そのなかで本校が参加している高専ロボコンは，平成19年度で第20回目を迎えるもっとも歴史の古い大会である。

高専ロボコンの競技課題は，毎年異なったものが出題され，大きく分けて対戦型（相手ロボットとの駆け引きや，ぶつかり合い，妨害などが許されるも

* 秋田高専学生

の), 競争型 (相手チームとの接触は許されず, おおむね競技時間が短い方が勝利するもの) がある。近年は, 競争型でより人の動きに近いものが増えている。

平成18年度の競技課題は, 「ふるさと自慢特急便」といい, ロボットに地域の人たちの協力を得て作成したお国自慢の特産品「ふるさとオブジェ」を持たせて4つの障害を越えてゴールまで運ぶ早さを競った。図1にロボットコンテストの会場レイアウトを示す。4つの障害として, ロボットがオブジェを持ったまま深さ60mmで長さ1,500mmのお堀 (a) (ただし, お堀の中央に2,000mm×300mmの浮島がある) を渡り, 幅450mmで長さ3,000mmのシーソー (b) を渡り, 800mmの間隔で立つ5本のポール (c) をスラロームですり抜け, 縄跳びゾーン (d) で縄跳びを3回以上跳ぶことが課せられている。さらにオブジェを高さ750mmの台, ふるさとゴール (e) の上に置くとゴールとなる。赤・青の2チームが対戦し, 早くゴールした方の勝利である。この競技課題において特に「縄跳びを3回する」というのが最も難しいところであり, アイディアならびに技術力が試された部分であった。また, ロボット製作の制約として, ロボットのサイズ (手動ロボットがスター

ト時に一辺が1,000mmの立方体, 競技開始後に一辺が1,500mmの立方体に収まる大きさとなること) や重量 (手動ロボットが20kg以下), 電源電圧 (定格24V以下), 製作費 (完成ロボットの構成部品の合計金額が16万円 (消費税込) 以下) などが決められ, 大会会場にて審査員の審査を受けることになっている。

2.2 大会までのスケジュール

ロボコンのテーマは4月下旬にインターネットのサイトを通じて各校に発表される。発表されたテーマをもとに, ロボットのアイディアや動作の概略を示したアイディアシートを作成し, 6月頃までに提出しなくてはならない。アイディアが具体的でない場合, あるいは適切ではない場合には再提出をすることになっている。図2は本校が提出したアイディアシートの一部である。

「ロボット製作を通じたものづくり教育」と聞くと, 設計技術, 加工技術, 電子回路・制御技術など技術や知識などが重要視されがちであるが, 高専ロボコンではこのロボットのアイディアを練るという作業が非常に重要な部分であり, 毎年ロボコン大会の会場にて思いもよらない機構により課題を簡単にクリアするロボットを見るとアイディアの大事さを痛感させられる。

4月下旬にアイディアが発表された後, 地区大会は10月下旬から11月上旬に開催される。全国大会は12月上旬である。つまり, ロボットのアイディアおよび製作に使用できる時間は約6ヶ月である。アイディアを練るのに1ヶ月, 設計図面の製作に1ヶ月, ロボットの試運転および改良を含むテストランに1ヶ月を費やしたとすると, 実際にロボットを製作できるのは3ヶ月程度しかないことになる。本校チームで作成した平成18年度の年間計画表を表1に示す。

3. 秋田高専のロボット「ぶりこ」

3.1 手動ロボットの概要

学生達が製作した秋田高専 A チームのロボット「ぶりこ」は, 遠隔操縦型の手動ロボット「キャタピラーロボット」と自律走行型の自動ロボット「縄跳びロボット」および, 冬の風物詩「かまくら」をモチーフにしたふるさとオブジェから構成されている。アイディアシートを作成する際, 学生らは, 極力メンテナンスフリーであること, シンプルな機構であること, 操作しやすいことという基本原則を掲げロボットの設計を行った。

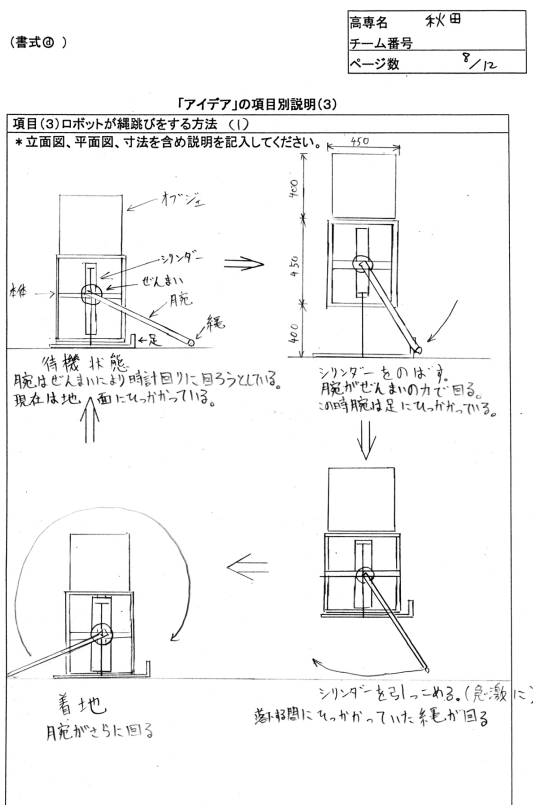


図2 提出したアイディアシートの一部

表1 ロボコン活動の年間計画表

日程	事項	備考
4月下旬	競技課題の発表	
	アイデアシートの作成	
	ロボット機構の検討	
5月下旬	設計図面の作成	
	↓	
6月	ロボットの製作	
	↓	
7月24日	↓	夏季休業開始
	ロボットの第一次完成締切	
29, 30日	テクノゾーンフェスティバル	
8月		
27日		夏季休業終了
9月中旬	ロボットの第二次完成締切	
	テストランおよび改良	
10月	↓	
29日	ロボコン東北地区大会 (一関)	優勝
11月3日	あきた算数・数学フェスティバル	
23日	ロボコン秋田大会 (秋田)	
26日	ロボコン全国大会 (両国)	3回戦敗退

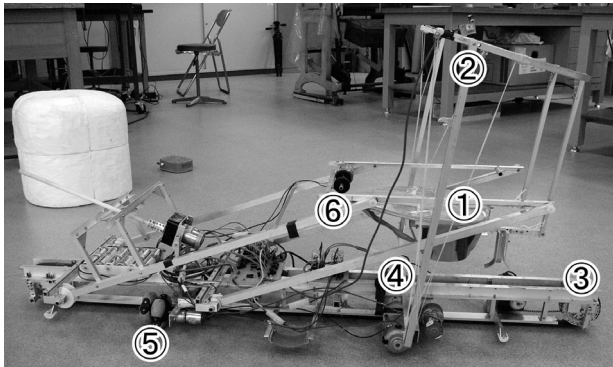


図3 手動ロボットの外観

手動ロボットは、各障害でふるさとオブジェを落とさず、さらに極力ロボットの変形をせずにクリアするというアイデアで製作し、図3のような外観をしている。

オブジェクトレイ①は、ふるさとオブジェを載せる台であり振り子機構②によりふるさとオブジェを水平に保ち発進時やシーソーの昇り降りでも落とさないように工夫している。長さ約1,400mmのキャタピラ③は、ロボットの制約サイズ内でスタート直後のお堀を落ちることなく越えることができるぎりぎりのサイズで製作した。タイヤ④とオムニホイール⑤は、カム機構により地面に設置させたり、地面から浮かせたりすることができるようになっている。

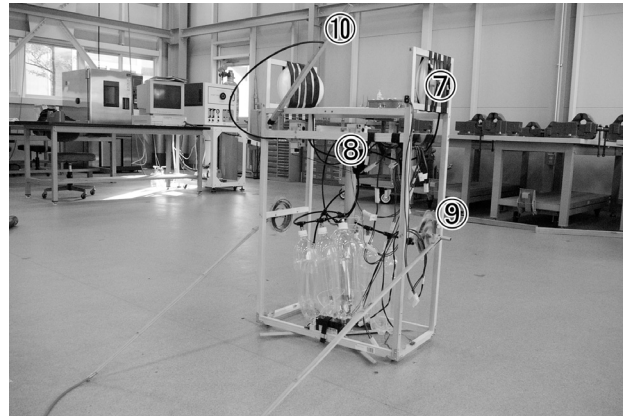


図4 自動ロボットの外観

これは、通常はタイヤ④とオムニホイール⑤を地面に接地してホイールベースを小さくして走行ならびに旋回を行うが、堀を越える際とシーソーを登る際は、キャタピラ③とタイヤ④の両方を使用することで、グリップを増し、すべりやすい路面に対処できるようになっている。状況により走行方式を変えることでスピードが求められる平地走行とパワーが求められるお堀やシーソーの障害物を越える走行の両立がはかれるように工夫した部分である。

また、オブジェクトレイ①は、アーム⑥を動かすことにより持ち上がり、ふるさとオブジェを手動ロボットから自動ロボットに受け渡すための機構である。

3.2 自動ロボットの概要

自動ロボットは、フレームに木材を使用し、エアシリンダとゼンマイを動力として人の動きに近い縄跳びができるように製作し、図4のような外観をしている。とくに、縄跳びのジャンプとふるさとオブジェの固定、ゴール台へのふるさとオブジェの受け渡しには空気圧を利用している。また、縄を回す動力としてゼンマイを利用し、モータはゴール台へ移動する動力に用いているだけである。モータを使わず空気圧を多用したのは、軽量化とジャンプや縄の回転などに瞬発力を必要としたためであり、350mm以上飛び上がってする縄跳びは、ロボットコンテストの大会で多くの観客を驚かせることができた。

特徴的な機構としては、手動ロボットからふるさとオブジェを受け取り、エアパッド⑦を膨らませてふるさとオブジェを固定する。その後、あらかじめ7本のペットボトルに封入しておいた圧縮空気(8~9気圧)を電磁バルブで開閉してエアシリンダ⑧を高速作動して飛び上がる。縄を持つ腕の回転は、

ロボットが飛び上がると回転するようにしており、一回のジャンプで1回転するようにゼンマイ⑨の強さを調整してある。ゴール台へのふるさとオブジェの受け渡しは、空気吹き出しアーム⑩から空気を吹き出して台に運ぶ。ここでは、オブジェクトレイの下にリミットスイッチを設置し、ふるさとオブジェがトレイより排出されると空気噴射が自動的に停止するように工夫してある。学生らは、これまで自分達の技術として、空気圧によるシステムを使ったことがなかったため、今回是非とも空気圧を使ってみようという憧れのような思いがあったようである。

3.3 電気回路の概要

手動ロボットで使用した回路は、ワンチップマイコン PIC16F873を使用した赤外線送受信回路およびモータ制御を行う駆動回路からなっている。駆動回路は、PICマイコンからの出力信号をトランジスタにより増幅し、リレーを駆動させモータの回転を制御している。自動ロボットでは、同様にPICマイコンを用いて各電磁バルブの開閉、ゴール台への移動の制御を行っている。

3.4 ふるさとオブジェ「かまくら」

ふるさとオブジェは、誰もが秋田をイメージしてもらえるように秋田県横手市の冬の風物詩である「かまくら」をモチーフに製作した。ふるさとオブジェの外観を図5に示す。ふるさとオブジェは競技課題で地元の方々の協力のもとに製作しなければならないことになっていたため、後述のテクノゾーンフェスティバルに会場した約170人の子供たちに協力して作製してもらった。素材は発泡スチロールであり、子供たちに少しずつ電熱カッターで削ってもらい形をつくり、雪にみたく綿を施し、中に囲炉裏を設置して豆電球で明かりを灯して完成させた。



図5 ふるさとオブジェ：かまくらの外観

4. ロボコンを通じたものづくり教育

4.1 本校ロボコンチームの問題点

高専ロボコンにおける本校の成績は、2001～2004年が初戦敗退、2005年が初戦は辛勝したものの2回戦敗退、と勝てない年が続いた。学生は、毎年同じように一生懸命に取り組み、ロボットを製作していたが結果が伴わなかった。敗因の直接の原因は、大会本番で車輪のイモねじが緩んでなめる、機構の連携部分が作動しないため動かない、セッティングミスなど基本的部分であることが多かった。とくに、ロボットのアイデアの問題や電気回路、機構本体の不具合ではなく、ロボット本来の動きをさせることもできずに敗退していた。

大会後のミーティングや報告書作成を通じてどのようにしたら勝てるようになるのかについて徹底的に話し合い、議論を重ねてきた。その中で、分担した作業に専念するあまり制作途中における横の連携や情報の共有ができていない、試合慣れしていないため本番になるとミスをしてしまう、最初にたてたスケジュールが守られていないなどの問題点が上がってきた。さらに、ロボットの各機構、電気回路、プログラム、ロボットのセッティングや操作など、ひとつでも不十分な部分があると動かないこと、そして実際の敗因は些細なことでも、そのミスやトラブルに気付かない構造的な問題が横たわっている状況に学生は改めて気付かされたようであった。とくにスケジュール管理は、設計の遅れ、製作の遅れにつながり、最後に重要となる練習と改良がほとんどできていなかった。

そこで、はじめに大会などの経験を積ませることとスケジュール管理の徹底を図ることにした。具体的な方策として、毎年出展し、すでにスケジュールが決まっている地域のイベントで製作中のロボットを公開・実演することにした。実際に平成18年度は、7月29、30日に秋田市向浜のテクノリサーチゾーンで開催された第11回テクノゾーンフェスティバル（主催：秋田県、後援：秋田県教育委員会、（財）あきた県企業活性化センター）というイベントに出展することにし、それまでにロボットを完成させて本番の大会を意識した実演を行うことを決めた。もちろん、イベントの開催日は7月の下旬と夏季休業期間であることから、もっとも仕事がかどる時期に展示の準備などをするのは負担であり、製作を始めてから1ヶ月と完成させることは難しいと予想されたが、それでも動作が分かる動くロボットを展示しようと考えた。テクノゾーンフェスティバルの会



図6 テクノゾーンフェスティバルの様子

場風景を図6に示す。実際は、電気回路などの製作は間に合わず会場で回路製作を行うなど最終的な完成には程遠い状況であったが、手動、自動ロボットともに遠隔操縦ではなく有線方式により形と動きを見せ、来場した子供たちにも喜んでもらえることができた。そして、このイベントを目標にしてがんばってロボットを制作したことで、大会前の練習時間を確保することができた。

4.2 イベントでのロボット展示・実演

テクノゾーンフェスティバルのイベント出展により、まず必要な工具をまとめリストアップすることや、会場で必要となる予備の材料や部品、交換用のモータなどの準備、バッテリーの充電や電圧の確認など、大会前に必ずやらなければならないことを一通り行うことになった。これらの経験が大会本番で役立ち、大会では試合に集中することができた。

フェスティバルでは平成18年度の高専ロボコンの競技課題を説明し、それに対してどのようなアイデアを考え、どのような機構を使ってロボットを製作してきたかについて説明を行い、手動ロボットと自動ロボットの实演を行うことにした。とくに、このイベントは2日間に渡って行われるため、ロボットの説明、実演は全学生をローテーションでおこなわせることにした。そのため、学生、とくに低学年の学生は、ロボットの機構から操縦法、壊れたときの対処法までを先輩に聞き、分からないところは調べたりメモをとるなどロボットのことについて学ぶよい機会になった。また、説明することで自分の理解や知識の程度を認識するとともに、制作途中のものも含めてロボット全体の最終的なイメージを持ち、現時点では何が足りないのか、これからこの部分をどのように改良していくのかを共通認識として把握することができ主体性がうまれた。そして何より

も、チームの仲間意識が強まり、さらに地元の子供たちや保護者の方々に自分たちの製作したロボットを間近で見てもらい、いくつもの暖かい助言を頂くことができ、学生にとっては、励みになったようである。

また、自動ロボットでは、2日間にわたるイベントにおいて何度もジャンプさせて実演したことから、安定したジャンプをするための空気圧と空気量の調整が重要であり、その調整方法を期間中に修得することができた。さらに、ジャンプ着地の衝撃が予想より大きく、フレームが壊れることが判明した。そこから、フレームの一部をわざと壊れやすく作り、その部分だけは壊れても良いように部品を余分に作るなどして対応するなど対策がとれた。これらは、早い段階で本番を想定して何十回もロボットを動かすことにより得られた貴重な情報となり、それ以後のロボット製作に生かされた。

このように、大会参加の経験とスケジュール管理の徹底の一環として取り組んだイベント参加であったが、結果的に大会のシミュレーション、技術、製作情報の共有化、低学年学生の技術者教育、早い段階からの試行錯誤による機構と構造の最適化ができたものと考ええる。

それ以外にも、アイデアを考える段階からロボットの機構や構造をシンプルにすることを心がけることを徹底し、作業時間の短縮を図った。平成18年度のロボットでは、手動ロボットにおいてオブジェを落とさないようにする機構に角度センサーなどの複雑な機構を用いない、堀を渡るためにロボットの変形を行わないことに努めた。また、スケジュールを徹底するため、すべてを学生に任せるのではなく、時間がかかる部品の製作は、本校の技術専門職員に依頼して製作した。平成18年度のロボットでは、手動ロボットのオブジェクトレイを持ち上げるねじの部分の製作を依頼し、当初はアルミで考えていたものを樹脂にして軽量化し、2条ねじにすることでスピードアップにも貢献した。

4.3 イベントを通じたプレゼンテーション能力の向上

平成18年度は、テクノゾーンフェスティバル以外にも、11月3日(祝)に秋田県生涯学習センター分館ジョイナスで開催された「あきた算数・数学フェスティバル」(主催：秋田算数・数学教育研究会、共催：秋田県電子工業振興協議会)と11月23日(祝)に秋田ビューホテルで開催された「ロボコン秋田大会」(主催：秋田県電子工業振興協議会)にも参加



図7 あきた算数・数学フェスティバルの様子

し、ロボットの展示ならびに実演を行った。あきた算数・数学フェスティバルの様子を図7に示す。さらに小中学校の生徒がロボコン活動を見学に来る場合は、積極的に受け入れ実演を行っている。

イベントに来場するのは子供から大人まで様々であり、大勢の地域市民の方々に説明するため、学生にはそれぞれに応じて臨機応変に対応することが求められた。子供がいる場合は、その子供に手伝ってもらい説明するなど、回数を重ねるごとに分かりやすい説明になるように工夫を重ねていったこともあり、学生のプレゼンテーション能力は飛躍的に向上したことが実感できた。

各イベントにおいて、ロボットを展示・実演するだけでなく、実際にロボットを操縦してもらうなどの取り組みにより、ロボットに興味を持ってくれる参加者は多い。特に毎年イベントを楽しみに参加してくれる子供達がいるなど、本取り組みに対する一定の反響があると感じている。このように、地域の

イベントに参加してロボットを展示・実演することで地域との絆も一層深まり、地域貢献に役立っているものと考ええる。

このような地道な改善と競技課題との相性もあり、平成18年度は東北地区大会で優勝することができた。このようにロボコンは、技術者教育やものづくり教育だけでなく、プレゼンテーション能力の向上や地域貢献につながるなど教育のためのよい題材である。今後も、これらの活動を継続し、全国大会においても戦えるようなロボットを作り続けていきたいと考えている。

5. 結論

高専ロボコンに出場した秋田高専のロボットの概要と特徴について述べた。また、地域貢献の一環として行った地域イベントへのロボットの展示と実演を通じて、学生は試合でしか得られない大会準備からセッティングなどの貴重な経験とロボットの現状と改良すべきポイントについての把握ができ、それ以後のロボット製作に生かすことができた。また、地域イベントへのロボットの展示・実演は、地域の子供達にロボットについて学ぶ貴重な機会となり、地域とのつながりを深めることができた。

謝 辞

本稿執筆に当たり適切なお助言を頂いた本校物質工学科の西野 智路先生、ロボット製作にあたり様々なお助言を頂いた本校機械工学科の木澤 悟先生、今田 良徳先生、技術専門職員の杉沢 久雄 氏に心からお礼申し上げます。