

秋田高専におけるロボットコンテストの取り組みと課題

第3報 ロボコン活動と地域イベントへの協力

田中 将樹・西野 智路・小林 義和
松尾 幸二郎・辻 尚史・新井場 貴寛

Robocon activities in Akita National College of Technology Part3: Robocon-Team Activities in Community Events

Masaki TANAKA, Tomomichi NISHINO, Yoshikazu KOBAYASHI,
Koujiro MATSUO, Naofumi TSUJI and Takahiro NIIBA

(平成24年12月12日受理)

We report an outline of our robots which participated in NHK Kosen Robocon competition in 2012 and the activities of Robocon team through the Robocon competition. We tried manufacture of the robot which changes into biped walk from quadruped walk in this year. A new trial was performed in a machine design and circuit manufacture. In a design of the robot, design period has been shortened by utilizing 3D-CAD. Additionally, we describe the Akita junior high school Robocon competition which started this year.

1. はじめに

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）は、全国から57校62キャンパスの高等専門学校が参加する教育イベントで、1988年の「乾電池カー・スピードレース」から始まり今年で25回目となる大会である。これまで本校は、第1回大会を除く24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、2006年に東北地区大会で優勝してからは全国大会への出場ができず、苦しい状況であった^{1,2)}。2012年10月28日にいわき市で開催されたロボコン東北地区大会では、残念ながら一回戦敗退であった。

本稿では、ロボコンチームの今年度の活動を振り返り、ロボットの機構と電気回路の概要ならびに3次元CADの活用について述べ、そして地域イベントを通じたロボコン活動の取り組みについてまとめた。さらにロボコンチームの活動体制およびチーム編成、スケジュール管理について述べる。

2. 高専ロボコン競技課題とチーム編成の概要

今年の高専ロボコンの競技課題は、「ベスト・ペッ

ト」というテーマで、ペット・ロボットと高専生が協力して玉入れをする競技内容であった。今回は高専ロボコンで初めて、コントローラーを使用しないでロボットを操作するという課題が課された。高専ロボコンでは、2001年の大会より、無線コントロールが義務化され、手動ロボットの操作は、赤外線・可視光・音波による無線操縦で行うように変更された。2007年から競技用ラジコンの27MHz帯と40MHz帯の電波を用いた無線操縦が可能となり、さらに2010年の大会から5GHz帯の無線LAN「IEEE802.11a/n」、2.4GHz帯の「ZigBee」、Bluetoothの利用が正式に認められた。そして今回の大会で、「有線・無線を問わず電気を使用したコントローラーを使用することなく動作する」ロボットがルールとして課された。一方、4年連続して義務化されていたロボットの二足歩行に関してはルールが緩和され、ロボットの足は2、4、6本のいずれかとされた。

また、2010年の競技課題からは人間が競技に関わるテーマが導入されている。それ以前の競技課題ではロボット同士が通信を行ったり、協力して課題をクリアしていくという内容はあったが、人間の役割はあくまでもロボットの操作のみであった。2010年の競技課題「激走！ロボ力車」では、学生を乗せて

二足歩行するロボットのタイムレースが行われた。また、昨年の「ロボ・ボウル」では、ロボットが学生から受け取ったボールをチームメイトの学生に向けてノーバウンドでパスを送るという内容であった。そして今年の課題では、人間とペット・ロボットがコンビを組み、コントローラーを使わずにコミュニケーションを取ることが課せられ、ロボットの特に電気回路や制御系に要求されるレベルが年々高くなってきている。

高専ロボコンに出場するチームは、部活や同好会、学科、卒業研究などといった集まりであることが多いが、本校は、有志の学生が参加しており、各学科から選出された4名の教員と技術専門職員が指導にあっている。また本校のロボコン活動は、2008年まで機械工学科、物質工学科の教員と学生を中心としたチームと電気情報工学科、環境都市工学科の教員と学生を中心としたチームという2チーム体制で、それぞれ独自にロボットを製作していた。しかしながら、競技内容の難易度が上がり、またロボコンに参加する学生の人数が減ったこともあり、2009年からは学科による垣根をなくして活動している。

3. ロボットの各部の詳細と3次元CADの導入

3.1 ペット・ロボットの概要

本年度のロボコンのテーマでは、ペット・ロボットは底面500mm×500mm×高さ500mmの立方体のどの面からもロボットの一部がはみ出さなくてはならず、ロボットの総重量は電源を含めて25kg以下となっている。ロボットは2足あるいは4足、6足で移動し、伴走者からフィールドに散らばったボールを受け取り「ペットらしい豊かな表情」あるいは「行動」を表現して、9カ所のゴールに入れなくてはならない。秋田高専では、東北地区大会に2チーム（Aチーム：はちろう、Bチーム：ポーラ＝☆）

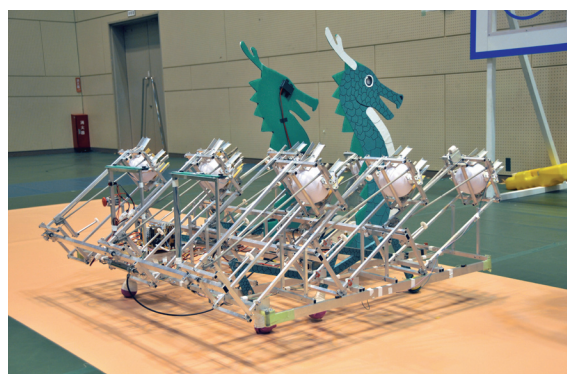


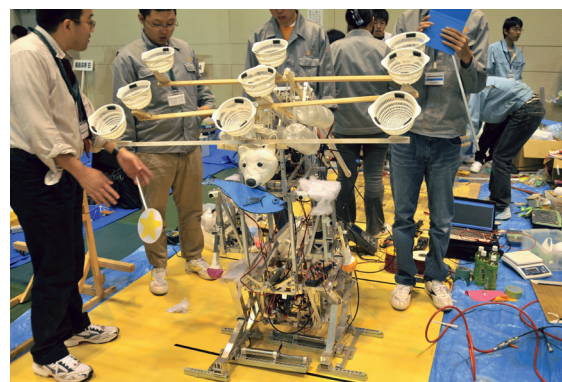
図1 ペット・ロボットAチーム

が出場した。

図1にAチームのペット・ロボットの外観を示す。龍をモチーフとしたロボットで、リンクを使用した6足で歩行し、9個のボールの射出機構を備えている。射出機構は、昨年のロボットで使用したゴムによる機構を改良して採用した。また、ゴールを狙いやすくするために赤色レーザー光を照射して精度を上げる装置も取り付けている。図2にBチームのペット・ロボットの外観を示す。シロクマをモチーフとしており、試合開始時は4足歩行で移動し、途中でシロクマが立ち上がる仕草を再現するために2足歩行に変形を行うように設計されている。歩行機構には昨年に引き続き拡大チェビシェフ機構を採用している。2足歩行への変形は、エアシリンダーとゴムの二つの力を利用して実現している。また、左右の歩行機構の同期を取るために、ロータリーエンコーダを取り付けてモータの回転制御を試み、昨年までの2足歩行ロボットと比べて歩行の安定性が向上した。ボールの射出機構には3本の釣り竿を使用し、それぞれの竿の先端に取り付けた3個のカゴにボールをセットして、竿に大量の空気を送り込むこ



(a)



(b)

図2 ペット・ロボットBチーム (a) 4足歩行, (b) 2足歩行

とで一斉に3本の釣り竿を伸ばしてボールを9個同時にゴールできる設計となっている。Bチームは4足から2足歩行ロボットへの変形を評価され審査員特別賞をいただいた。

3.2 電気回路の概要

本年度の大会では、電気回路は電気回路部分を担当して3年目の学生2名が両チームの電気回路関係をすべて担当した。本校のロボコンに参加する学生の所属学科の割合は、ここ数年来、機械工学科の学生が大多数を占めており、電気回路担当を希望する学生が非常に少ない。このことは、電気回路や制御系、プログラミングの設計、製作技術の継承を考えると、早急に対策を講じる必要がある。

ロボットの電気回路はモータ制御回路とロボットの操作回路に分けられる。ロボット本体のモータ制御回路を図3に示す。回路は去年のロボットの回路を元に設計されている。昨年同様、制御用マイコンにPICを、モータ駆動用トランジスタにパワーMOSFET（電界効果トランジスタ）を使用した。また、バッテリーも昨年に引き続き、大容量のLi-FeバッテリーEA3800R（イーグル模型社製）を採用した。昨年からの改良点は、FETのゲートと制御回路の間にフォトカプラを入れたこととモータの回転制御にロータリーエンコーダを採用したことである。フォトカプラを入れることにより、大電流を流すパワー部と制御用パルス信号を扱うロジック部が電氣的に絶縁され、パワー部のノイズによりロジック部が誤動作を起こすリスクを軽減させた。また、ロータリーエンコーダを採用することで、2足ロボットの左右の足の運びをスムーズに動作させることに成功した。

ロボットの操作回路には、超音波センサモジュールを使用した。ロボットは電気を使用したコントローラーを使用することなく作動する必要があるため、人間の動作や電力を使用しない道具を利用してロボットを誘導することが要求される。アイデアを考える段階で、超音波センサの他には、人体の熱を感知する焦電センサ、光センサ、バーコードやQRコード、カメラを利用した画像検出、人の動作を検出するkinectセンサなどが候補としてあげられた。最終的には両チームとも、扱い易さおよび外乱からの強さを考慮して、図4に示す超音波センサを採用することになった。超音波センサは送受信モジュールとなっており、センサ前部を手や平らな道具で遮ると反応する様になっている。ロボットの動作ごとにセンサを用意し、センサに手や道具をかざすこと

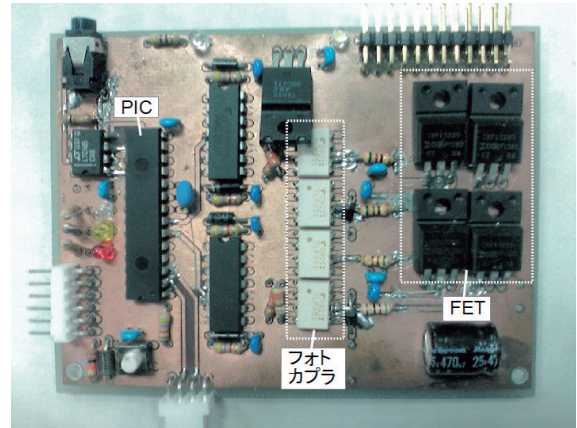


図3 モータ制御回路

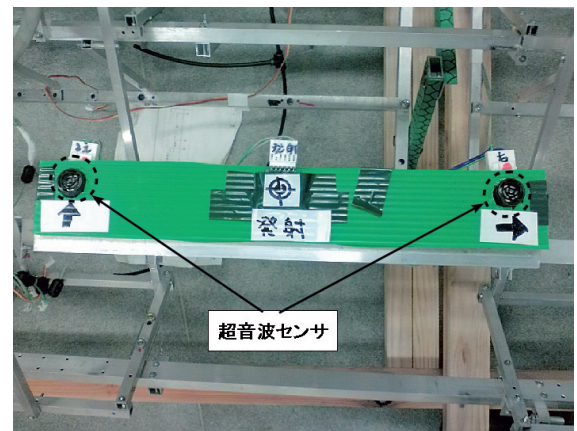


図4 超音波センサ

によりロボットを操作できるようにした。このコントローラーを使用しないという課題は今大会から導入されたルールであり、来年以降の大会でも自動制御やセンサ等による入出力が必須として避けられないと考えられるため、この分野の電気回路の取り組みが緊急の課題である。

3.3 3次元CADの活用

これまで3次元CADは一部の学生が使用していただけであったが、オフシーズンの勉強会などにより、今年度から設計担当全員が3次元CADを使用して設計するようになった。これにより、ロボットの動作検証や各機構の細部を全員で確認できるようになっただけでなく、設計段階から強度解析や重量計算を用いてロボット重量を把握することが可能となり、製作後の軽量化の手間を減らして設計期間の短縮につながった。また、3次元CADの設計データは、今後の設計において2次利用ができるため、設計技術の伝承にも有効活用できるようになった。これら3次元CADの活用は、学生が主体的に取り

組んできた内容であり、設計を担当した学生が学会にて発表している³⁾。

さらに、昨年度から設計データだけでなく、電気回路やプログラミングに関するデータなどを学生全員で分担して技術ノートにまとめている。まとめることによりロボット製作で試行錯誤して解決してきた技術的問題点などが明瞭となり、さらに部内で共有化していけると考える。

4. スケジュール管理

表1に4月に計画したロボコン活動スケジュールとイベントの日程を示す。ロボコンの競技課題は4月下旬に各校に発表される。東北地区大会は10月28日に開催されるため、約6ヶ月でロボットのアイデア、設計、製作および試運転・テストランを行うことになる。

今年はロボットの製作期間中に二つのイベントが行われた。8月には秋田県内の中学校を対象とした「秋田県中学校ロボットコンテスト」が、そしてロボコン大会2週間前となる10月には仙台市で「ねんりんピック宮城・仙台2012〈生活支援ロボットコン

テスト〉」が開催された。

昨年までは、ロボコン大会の約1ヶ月前に行われる地域イベントへ参加してロボットを展示・実演することを目標にして、ロボット作製のスケジュールを組んでいたが、今年は9月にイベントが行われなかったこともあり、夏季休業最終日をロボットの完成予定として計画した。しかしながら、実際のロボット作製は大会約2週間前に行った学内公開テストランまでかかり、その後もテストランの結果明らかとなった問題や改良・調整の作業が必要となり、十分に練習時間を確保することができなかった。大会に向けてのスケジュール管理に関しては、秋田高専ロボコンチームがこれまで継続的に取り組んできた課題であり、今後も引き続き対応、検討すべき点である。

5. 地域イベントへの参加・協力

近年、高専ロボコン東北地区大会への出場以外、技術力向上と地域貢献の一環として、さまざまなイベントへの参加・協力を行っている。とくに、「秋田県中学校ロボットコンテスト」ならびに「生活支援ロボットコンテスト」は、今年度から始まった大会であり、両大会について大会の内容および秋田高専ロボコンチームの関わりについて述べる。

はじめに「秋田県中学校ロボットコンテスト」は、昨年の9月頃に秋田港ライオンズクラブから、ものづくりを通して科学の楽しさ、素晴らしさを体験し、科学に対するモチベーションを高めてもらうためロボットコンテストを開催したいという相談が寄せられ、何度かにわたる協議を重ねた結果、中学生を対象に全県規模で実施することとなった大会である。本校は共催として、競技課題の作成、講習会の開催、大会進行などについてサポートすることになった。

競技課題の作成では、参加した中学生がチャレンジ精神を持って楽しめるよう、競技課題の難易度をどの程度にするかが最も苦労した点であった。今回は初めてということもあり、立方体を目的の場所に移動させ、さらに積み上げるという2つの技術的課題を課すことにし、「積み上げろ！ポートタワー建設ゲーム」というテーマとした。

募集については、3月に秋田県教育委員会を通じて各中学校に募集要項や大会ポスターなどを配布して告知した。当初は、なかなか参加チームが集まらず心配したが、最終的には10校17チームの参加が得られた。各中学校に配布した大会ポスターを図5に示す。

表1 大会スケジュールとイベント日程

月	ロボコン大会予定・地域イベント日程
4月	27日 競技課題の発表
5月	GW中 ミーティング 7日 アイデア発表会（ロボコン学生） 9日 アイデア発表会（一般教職員） 19日 中学校ロボコン第1回講習会（秋田高専） 22日 部品注文
6月	上旬 設計完了予定 中旬 アイデアシート提出 29日 生活支援ロボット応募〆切
7月	ロボット設計・製作 20日 ロボット1次完成 28日 中学校ロボコン第2回講習会（秋田高専）
8月	ロボット製作・調整 11日 中学校ロボコン大会（秋田市）
9月	23日 ロボット完成
10月	13日 生活支援ロボットフェスティバル（仙台市） 中旬 テストラン（校内） 28日 ロボコン東北大会（いわき市）
11月	18日 ふるさと村ロボット展示（横手市）

夢と希望を乗せて
アイデア対決2012
秋田県中学校 **ロボットコンテスト**

自分のアイデアをもとにロボットを製作し、
ロボットコンテストに参加しよう!

開催日: **8月11日(土)** 10:00~16:00
秋田拠点センター
会場: **ALVE(アルヴェ)**きらめき広場
秋田市東通仲町4番1号

主催: 秋田港ライオンズクラブ
共催: 秋田工業高等専門学校
後援: 秋田県教育委員会
秋田市教育委員会
秋田魁新報社

【競技概要】
積み上げる! ボットタワー建設ゲーム
競技は赤・青の2チームのロボットが、競技フィールド中央部にあるチームの色の箱を、2ヶ所ある自チームのスポットエリアに積み上げていく。スポットエリアにあり段目の箱は1ポイント、2段目の箱は2ポイント、3段目の箱は4ポイント、4段目の箱は6ポイント。自チームのスポットエリアに積み上げた箱によるポイントの多いチームが勝ち。ロボットに求められるは、スピードと正確性、そして箱を高くまで積み上げるアイデアです。

【大会までのスケジュール】
4月30日(月) 参加者募集締め切り
5月19日(土) ロボット製作講習会①
7月28日(土) ロボット製作講習会②、テストラン
8月11日(土) ロボットコンテスト

基本となるロボットのキットは無償で支給しますが、講習会には必ず参加するようにしてください。
なお、製作講習会①と②は秋田高専で開催致します。

(参加申込書を秋田港ライオンズクラブ事務局にFAXまたは郵送してください。)

講習会 開催場所 〒011-8511 秋田市飯島文京町1-1 秋田工業高等専門学校(秋田高専) TEL 018-845-6005
参加申込み 問い合わせ先 〒011-0946 秋田市土崎港中央1-6-33(ホテル大和内) 秋田港ライオンズクラブ事務局 TEL 018-845-7742 / FAX 018-845-7833

参加者募集
参加費: 無料
申込み締切り
4月30日(月)

図5 ロボコンポスター

また、ロボット製作については生徒間、学校間に大きな格差があることが分かり、その是正のために2回の講習会を本校で行うことにした。1回目の講習会は、競技課題の解説、そして立方体を移動させ、積み上げる基本的な機構の紹介を行った。また、ロボコンのイメージをつかんでもらうため、学生が高専ロボコンに出場したロボットを実演するとともに、ロボコン学生が考える競技課題に対するアイデアや戦略を披露し、中学生は熱心に聞き入っているようであった。また、2回目の講習会は、実際に作成したロボットを持ち寄り、テストランを実施することにした。大会前にロボットアイデアの手の内を見せることへの抵抗が中学生にあったかもしれないが、テストランを行うことにより新しい課題を見つけたり、他チームのロボットと比較することで自チームロボットの弱点を把握するなど、実りのある講習会となったものと考えている。学生は、テストランにおいても副審判や時計係などとして協力し、いつもの大会出場側ではなく運営側として活躍した。

夏休み中の8月11日(土)、秋田拠点センターアルヴェきらめき広場を会場にして大会を開催した。各チームともアイデアを出し、チームで協力し合い、改造に改造を重ね作り上げた最高のロボットを持参

していた。競技に参加する中学生と指導教員は80人、ライオンズクラブや本校関係者など40人を加え、出場者の保護者、一般の方など200人規模の大会となった。当日は、本校からも飛行ロボットやソーラーカーなどの展示を行うなど大会を盛り上げた。

大会終了後に参加した中学生を対象としたアンケートを実施した。アンケートの設問を図6に、得られたアンケートの結果を図7に示す。得られた結果から、競技課題については、約90%の中学生が競技課題内容は適切であったと考えているが、難易度については30%近くの学生が難しかったと答えており、このことが、競技課題内容が適切でなかったと

1. 競技課題について
 - Q.1 競技課題の内容はいかがでしたか (良かった・普通・悪かった・その他)
 - Q.2 競技課題の難易度はいかがでしたか (簡単・普通・難しい・その他)
2. 講習会について
 - Q.3 第1回講習会はいかがでしたか (良かった・普通・悪かった・必要ない・その他)
 - Q.4 第2回講習会はいかがでしたか (良かった・普通・悪かった・必要ない・その他)
3. ロボコン大会について
 - Q.5 大会はいかがでしたか (楽しかった・普通・つまらなかった・その他)
 - Q.6 大会運営はいかがでしたか (満足・普通・不満・その他)
4. ロボットコンテスト全体(講習会、ロボット製作、大会)について
 - Q.7 ロボコンはいかがでしたか (楽しかった・普通・つまらなかった・その他)
 - Q.8 来年度の開催についてどのように思いますか (是非開催してほしい・開催してほしい・分からない・開催しなくてよい・その他)

図6 アンケート設問内容(カッコ内は選択肢)

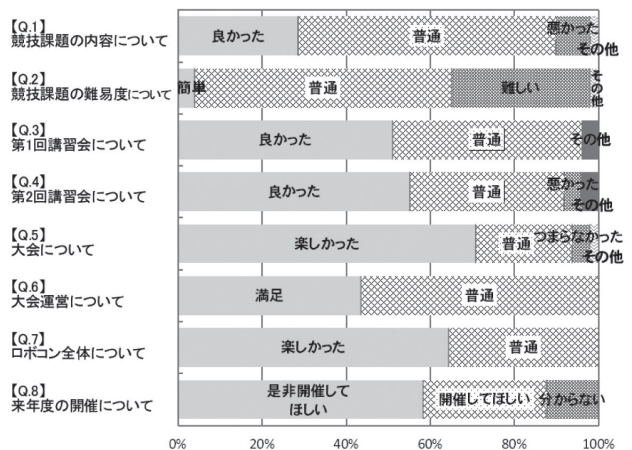


図7 アンケート結果

答える遠因になったのではないかと考える。今後、競技課題の難易度については、今回得られた結果を考慮する必要があるものと考え。また、2回開催した講習会については、半数以上の中学生が良かったと答えているものの、普通あるいは悪かったという意見もあることから、より実践的な作業を伴う内容にするなど、再検討していく必要があるものと考え。次に、大会については、全体としては全員が楽しかったなど満足し、来年度も開催してほしいと考えていることが分かった。しかし、大会について、つまらなかったと答えた中学生が2人いたことから、この点は課題として考えていかなければならない。



図8 生活支援ロボット「THE ☆ BUTTON」

次に、「生活支援ロボットコンテスト」は、ねんりんピック宮城・仙台2012の関連イベントのひとつとして、生活支援ロボットに関するアイデアと技術を、若い世代から広く集め、高齢長寿社会に資することを目的に開催されたロボコン大会であった。秋田高専からは、1年生がチームを作り、ロボット「THE ☆ BUTTON」を設計・製作して大会に参加した。図8にロボットの外観を示す。これまで1年生は上級生に指示された通りに部品を作製するだけであったが、参加した1年生の学生は、設計から部品製作、組み立てまで積極的に取り組み、自分たちで考え行動することにより高専ロボコンへの参加に対しても良い刺激となった。

6. まとめ

本稿では、高専ロボコンに出場したペット・ロボットの機構と電気回路の概要、そしてロボコン大会ならびに地域イベントを通じたロボコンチームの活動について報告した。本年度は、電気回路の改良、ロータリーエンコーダの導入、そして3D-CADを活用した設計期間の短縮など期限を守るための取り組みを行ってきたが、スケジュール管理はうまくいったとはいえ、今後も引き続き対応、検討していく必要がある。また、今年度から始まった「秋田県中学校ロボットコンテスト」は、これまで大会に出場するだけであったものを、学生が新たな視点でロボコンをとらえる良い機会になった。今後も理科学啓蒙につながる地域イベントに活発な活動を続けていきたいと考えている。

謝辞

ロボコン活動において、ご協力頂いた本校教職員の方々に心より感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 西野智路, 小林義和, 田中将樹: 秋田高専におけるロボットコンテストの取り組みと課題, 秋田工業高等専門学校研究紀要, 46, pp.90-94, (2011)
- (2) 小林義和, 西野智路, 田中将樹, 増田周平, 岡部克利, 辻 尚史: 秋田高専におけるロボットコンテストの取り組みと課題第2報 二足歩行ロボットの改良と活動体制の強化, 秋田工業高等専門学校研究紀要, 47, pp.31-37, (2012)
- (3) 虻川義幸, 小林義和, 西野智路, 田中将樹, 松尾幸二郎, 辻 尚史, 新井場貴寛: 秋田高専におけるロボコン活動の取り組みと課題, 日本機械学会-技術と社会の関連を巡って: 過去から未来を訪ねる-講演論文集, pp.7-8, (2012)