

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

西野智路・小林義和・田中将樹

Robocon activities in Akita National College of Technology

Tomomichi NISHINO, Yoshikazu KOBAYASHI and Masaki TANAKA

(平成22年11月26日受理)

We report an outline of our bipedal locomotion robots which participated in NHK Kosen Robocon competition in 2010. In this report we show the activities of Robocon team through the Robocon competition and local events. In the local events, students could find some mechanical problems of the robots and check the robots' working in a demonstration trial for the competition. This paper discusses the present circumstances and its educational effect of participation in Robocon, based on the students' questionnaire survey.

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年から始まり今年で23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22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。そして今年度は地元開催となる秋田大会であったが、残念ながら1勝もできなかった。本稿では、ロボコンチームの今年度の活動を振り返り、二足歩行ロボットの機構ならびに電気回路の概要について述べ、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。さらに学生がロボコン活動を通して得た教育効果についてアンケート結果を踏まえて述べる。

2. 高専ロボコン競技課題とチーム編成について

今年の高専ロボコンの競技課題は、「激走！ ロボ力車」といい、二足歩行ロボットが乗り物に乗った人をゴールまで運ぶ速さを競う競技内容であった。ロボットは二足歩行で7.5メートル先の連結ゾーンに向かい、そこでロボットとチームメンバーが乗った乗り物を連結させる。連結したロボットは、メンバーを運びながら方向をかえてゴールを目指すという内容である。高専ロボコンの競技課題は、これま

で毎年違ったテーマで定石が発生しにくい特徴であったが、2008年から3年連続してロボットの二足歩行が主要競技課題となっている。

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、有志の学生の集まりであり、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たっている。

これまで秋田高専のロボコン活動は、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、それぞれ活動場所を工業技術実習センターと電気工作実習室に分かれて行っていた。しかし、二足歩行ロボットなど競技内容の難易度が上がり、また通信手段が赤外線を用いたものから無線方式となるなど、機械要素ならびに電気・電子的制御の高度化に対応できなくなっていた。そのため、それぞれ機械系と電気電子系を得意とする両チームが情報交換しやすい作業環境とするため、2009年から両チームとも工業技術実習センターを活動拠点とするようになった。そして今年からは、学科による垣根をなくした混成チームとして活動している。

3. ロボットの各部の詳細

3.1 二足歩行の機構

3年前から競技内容として二足歩行が導入された

が、1年目は多足歩行と二足歩行のロボット2台のタイムレースで、二足歩行は3.5mの距離を歩く内容であった。2年目は、2体のロボットが歩行しながらクリアした課題の数やパフォーマンスの難易度で勝負を競う内容でスピード勝負ではなかったが、ダンスなど人間らしい動きを要求されるようになった。そして、3年目となる今年は、人を乗せた乗り物を動かすためのパワーならびに動バランスの制御などが要求されるようになり、二足歩行の競技課題レベルが年々高くなってきている。

本校では、2チームとも二足歩行ロボットの歩行機構として他高専でも多く用いられているチェビシェフリンクを用いている。チェビシェフリンクは、モータの回転運動を擬似直線運動に変えるリンク機構であり、疑似直線運動するリンクを脚の往復運動動作となるようにしたものである。このチェビシェフリンクを競技内容によって組み合わせたり改良を加えたりして用いている。二足歩行ロボット1年目となる2008年大会では、ロボットが二足歩行しながら曲がるため、地面から離れた側の脚部をエアシリンダーにより開脚させて方向を変えられるようにした。開脚した二足歩行ロボットを図1に示す。しかし、左脚と右脚の動力となる回転運動をフレキシブルジョイントにより同期させることが必要になるなど構造が複雑になる難しさがあった。そこで、2年目から方向転換用の円盤を足裏に設置して回転することにより向きを変えるようにした。また、歩行中におけるモータへの負荷を均一化することを目的にチェビシェフリンクのリンク比について検討を行い、脚の作動部の位置を変えて高回転モータを用いられるようにするなど独自の工夫を加えた。3年目となる今年は、歩幅を大きくして歩行速度を上げるため拡大リンクと組み合わせるとともに乗り物を動かすことを考慮して脚部アルミ材を箱状に組んで高剛化を図った。今年の二足歩行機構を図2に、製

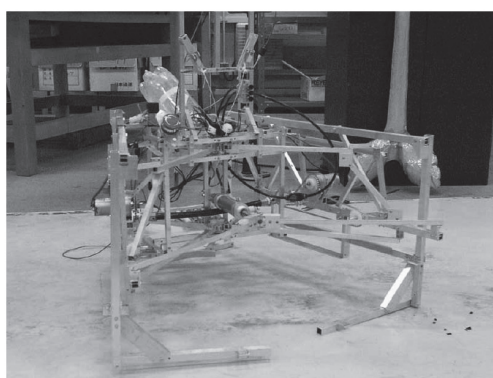


図1 二足歩行開脚機構 (2008年ロボット)

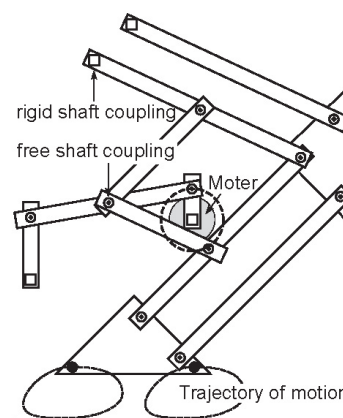


図2 脚部の機構ならびに動作軌跡

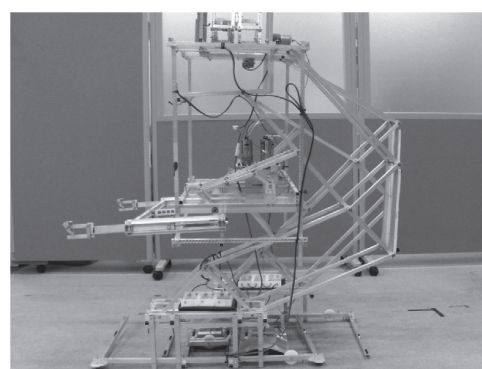


図3 チェビシェフリンクと拡大リンクを有する二足歩行ロボット

作した二足歩行ロボットを図3に示す。しかし、最初は関節部の強度不足などから片足でロボット本体を支えてスムーズに歩行することができなかった。ロボットの荷重がかかるリンク部にガイドを取り付けて倒れないようにし、さらにロボット本体を支える足裏形状を検討して対策を施すなど、最も苦労した部分であった。しかし、大会前に試行錯誤しながら完成度を上げるための十分な時間を確保することができず、スケジュール管理の重要性を痛感した。

スケジュール通りに作業を行えるよう、活動後半からであったがタスクボードを用いた「作業工程の見える化」の取り組みを試行的に導入した。これは、やるべき作業をホワイトボードに書き出して、さらに今週すべき作業、仕掛かり中の作業、そして完了した作業に分け、だれがどの作業をやっている、また予定になっているのかを示していく取り組みである。これにより、問題点を見つけやすくなることや、作業の割り振りにおいて人によるばらつきをなくせるなどの効果が見られた。今後、この作業工程の見える化について習慣づけていきたいと考える。さら

に、これまでチームリーダーであった学生が卒業するため、新しいチーム体制を構築していく予定である。

また、二足歩行に関するアイデア検討などでは、物理シミュレーションソフトや機構シミュレーションソフトの仮想空間上で部品を組み合わせて動きを検討している。さらにCADソフトで実際のロボットに組み込むことができるかを確認しており、各種支援ソフトを用いた作業の迅速化と効率化を図っている。このようにパソコンを用いた支援ソフト活用の重要性が高まってきており、支援ソフトの使用方の講習会などを加工技術の講習会のように学生同士で定期的実施していくことが必要であると考えられる。

3.2 電気回路の概要

2010年大会では、電気回路は2年生1名と1年生2名にオブザーバーとして4年生1名が担当した。特に実際の回路やプログラム作成に携わった3名の学生は電気回路に初めて触れる初心者で、加えて2チームの電気回路部分を担当することとなった。そこで、電気回路設計やプログラム開発の手間を省くために、以前より使用してきたワンチップマイコンPICからマイコンボード「Arduino」へ変更した。Arduinoはコンピュータの専門的な知識をあまり必要とせず、初心者でも容易に使用できるように設計されたマイコンボードである。そのため、3名の学生も比較的早い段階で、マイコンボードを使いこなせるようになった。

電気回路は無線送受信回路とモータ制御回路の二つに分けられる。無線通信に関しては、2009年度より従来の赤外線や音波、ラジコン無線（27MHz、40MHz）に加えて、2.4GHz帯の通信機器が利用できるようになった。2.4GHz帯の機器には、ZigBee、Bluetooth、無線LANなどがある。秋田高専ではZigBee規格のXBee無線モジュール（ディジインターナショナル（株）社）を採用した。東北地区大会では半数以上のチームが2.4GHz帯の通信方式を用いていた。今大会で作製したロボットのコントローラを図4に示す。ArduinoにはXBeeモジュールを繋ぐための拡張ボードがすでに用意されているため、煩雑な回路設計を行うことなく比較的簡単に製作することができた。問題点としては、無線電波の送信あるいは受信が行われているかの確認が困難であることが挙げられる。これは大会直前のピット作業で、ロボットの誤動作が、回路の不具合によるものか他チームとの混信によるものかの判断がつきにくいという所で現れた。今後、2.4GHz帯の使用が多くなった場合に備えて、混信の心配が少ない

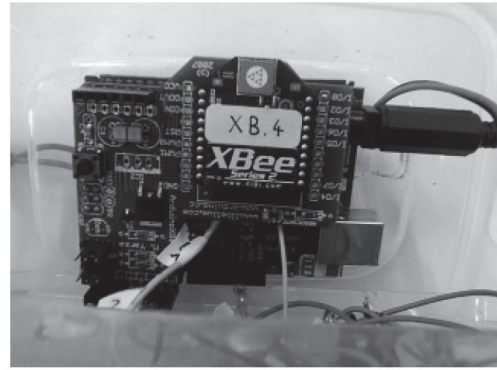


図4 無線操縦コントローラ回路

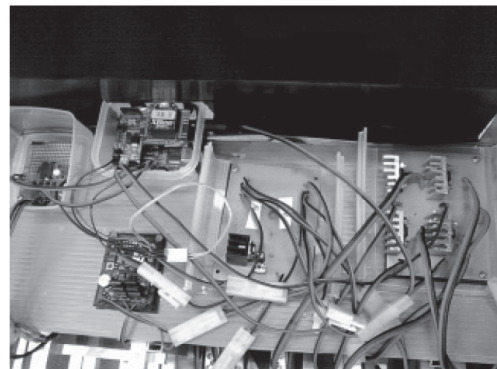


図5 ロボット本体の電気回路

Bluetoothによる無線通信の開発も必要であると考えられる。

ロボット本体側のモータ制御回路を図5に示す。当初、モータ制御はモータドライバICで行う予定であったが、今回のテーマが人を乗せた乗り物をロボットが運ぶことから、ロボットの駆動用モータを大出力のモータへ変更することになり、以前のロボットで使用したHブリッジモータ制御回路を再利用することとなった。今回、このモータ制御回路の故障が相次ぎ、かなりの時間をこの回路の修理とメンテナンスに費やすことを余儀なくされた。ロボットのテーマの傾向として、来年以降も大出力のモータの使用は避けられないと考えられるため、新しいモータ制御回路の設計開発が緊急の課題である。

4. イベントでのロボット実演について

高専ロボコンは、全国大会に出場しなければ大会は年に1度だけであり、運動部における練習試合などに位置づけられる。チームの状態や練習の効果などを把握する機会がなく、長いシーズンにわたって学生にモチベーションをもって取り組ませることが

難しかった。そのため、数年前から地域のイベント等でロボットの実演依頼があると積極的に参加し、ロボコン大会を意識させた取り組みを行ってきている^{1,2)}。今年度は、「ロボット展（5月2日、たざわこ芸術村）」、「第10回あきたエコ&リサイクルフェスティバル（9月4,5日、秋田駅ぽぽろード）」、「第4回農・工・商・水ハイスクールの祭典（11月23日、秋田ふるさと村）」、「放課後ひろばプロジェクトロボット実演（1月30日（予定）、秋田拠点センターアルヴェ）」と4件の依頼があり、ロボットの展示と実演を行っている（カッコ内は開催日と開催場所）。とくに、それぞれ開催時期が異なっていることから、ロボコン大会までの日数などを考え、それぞれのイベントに対して目的意識を持たせて取り組ませている。

例えば、9月に開催されたイベントでは、開催時期が大会1ヶ月前でロボット本体の完成予定となっていることから、ロボコン大会を想定した実演を行うこととした。そのため、学生はロボットの細部の製作にこだわるよりも、スタートからゴールまでの全体の動きを見せられるようロボットを完成させなければならず、イベントを目標に頑張らせることができた。実際の実演では、人間がサポートしながら歩かせる二足歩行ロボットしか見せることができなかったが、イベントで何回となく動かすことで、構造的に弱い部分や不具合などの発見につながり、得られた貴重な情報はそれ以後のロボット製作に活かされた。また、11月にふるさと村で開催されたイベントでは、ロボコン大会後であることから、会場では充分に見せることができなかった部分を改良して実演するようにした。ロボコン大会後も実演する機会を設けることにより、以前は大会が終わるとすぐにロボットを解体していたのがロボットを継続的に改良して作りこませることができるようになった。それ以外に、実演の段取りや製作したロボットについて来場者に分かりやすく説明する方法などを学生自身に考えさせるようにしている。とくに、ふるさと村でのロボット実演では、普段気軽に高専ロボコンを見ることができない県南での開催であったためか、高専OBの方や中学生など多数の来場者があった。学生自身が操作や機構などについて説明を行うことでより理解を深め、さらに自信にもつながったようである。また、ロボコンをはじめ学校生活について熱心に聞いてくる親子などに対しても学生は丁寧に対応しており、学校の広報活動としても機能していたように感じる。

5. アンケート調査

2009年3月に国立高等専門学校機構教育研究調査室から「ロボコン、プロコン、デザコン、プレコンの教育効果」としてアンケート調査結果の資料³⁾が公表されている。この資料は高専の各イベントの教育効果を把握するための基礎資料として、イベントに参加した高専生を対象に2007年に実施したアンケート調査をまとめたものである。この高専機構で行われたアンケート調査資料を基に、2010年の東北地区大会終了後、ロボット製作に携わった学生を対象にアンケート調査を実施した。回答数は、オブザーバーの学生を含む19人分となった。調査結果を以下に述べる。

参加学生の学年は、1学年5名、2学年4名、3学年7名、4学年および5学年、専攻科生が各1名であった。また、所属学科は、機械工学科15名（83%）、電気情報工学科3名（17%）であった。高専機構のアンケート結果では、電気系が52%と最も多く、次いで機械系34%、情報系10%の割合であり、機械工学科の学生が多いことが特徴といえる。表1および表2にロボコンに参加した最初の時期（学年）および参加期間を示す。多くの学生が1学年からロボコンに携わっていることがわかる。しかしながら、今年のチームは半数の学生が初めてのロボコン大会であり、2年以上の経験を積んだチームの核となる人員が非常に少なかった。このことは、上級学年からの専門的な知識や技術の伝承、メンバーの学年間の連携の弱さに表れたように感じられた。表3にロボコンに参加するようになったきっかけを示す。約2/3の学生が自分から率先して参加しており、それ以外の学生も友人からの勧誘であった。これより、自主的にロボコンの活動に取り組んでいることがわかる。

表1 ロボコンに参加した最初の時期

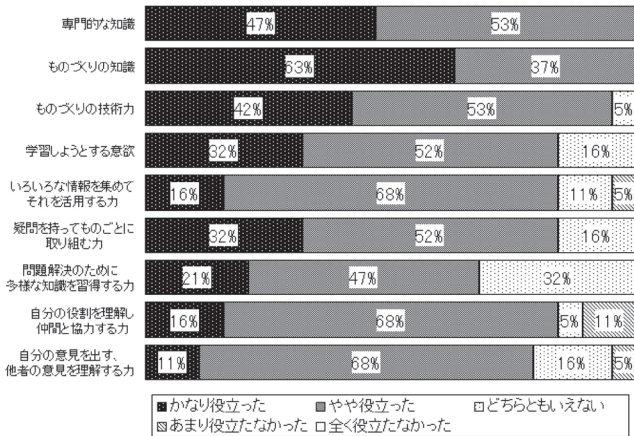
学年	1年	2年	3年	4年	5年
人数	14	1	4	0	0

表2 ロボコンの参加期間

期間	1年間	2年間	3年間	4年以上
人数	9	5	2	3

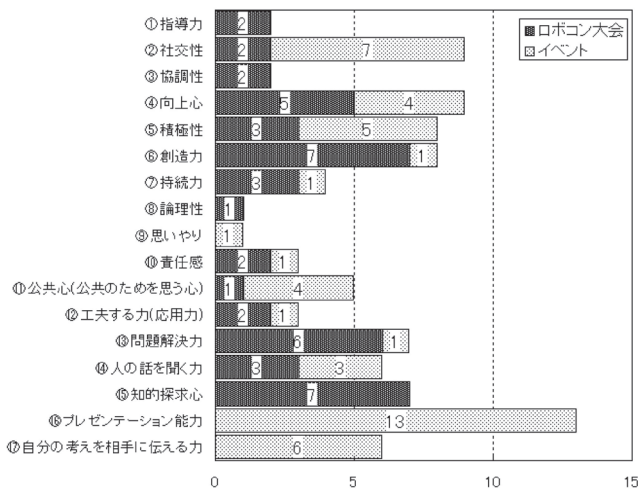
表3 ロボコンに参加するようになったきっかけ

選択肢	自分で	友人からの勧誘	先生からの勧誘	その他
人数	12	7	0	0



問 ロボコン大会を通して自分の能力向上に役立ったものについて教えてください

図6 アンケート結果1



問 ロボコン大会／イベントで自分が得た能力のうち上位3項目を挙げてください

図7 アンケート結果2

図6に学生がロボコンの参加によって得られた効果についての調査結果を示す。グラフは各回答を割合で示した。「専門的な知識」、「ものづくりの知識」、「ものづくりの技術力」の3項目に関しては、ほとんどが、かなり役立った、やや役立ったと回答しており、概ね効果があったという結果であった。しかしながら、次の「学習しようとする意欲」以降の項目では、どちらともいえない、あるいは、あまり役立たなかったと回答する学生が少なからず現れている。この傾向は、高専機構でのアンケート結果でも現れており、学生の側からは専門的な知識や技術の習得の意識が高いと思われる。

図7にロボコン大会および各イベントに参加して、自分が得た能力についてのアンケート結果を示す。アンケートは、ロボコン大会およびイベントで、

それぞれ上位3項目を選んでもらった。ロボコン大会では、最も多かった結果が⑥創造力と⑮知的探求心で、次いで⑬問題解決力、④向上心と続いている。高専機構による調査結果では、上位3項目は⑥創造力、⑫工夫する力(応用力)、⑩責任感となっており、創造力以外の項目で差が現れている。特に、工夫する力と責任感は個人のみならず、チーム全体の力として不足しているように感じられる部分である。また、各イベントでは大会と異なり、⑯プレゼンテーション能力、②社交性、⑰自分の考えを相手に伝える力を挙げた学生が多く、大会とは別の能力を習得する場としてイベントが有効であることを表していると考えられる。

これらの結果より、本校のロボコン学生は、ものづくりの知識や技術力を応用していく能力ならびに他の学生と協力しチームとして問題解決にあたる能力が弱いことが明らかになった。今後、これらの能力を伸ばしつつ、ロボコン大会でのより良い結果につなげていきたいと考える。

6. まとめ

本稿では、高専ロボコンに出場した二足歩行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。また、ロボコン活動が学生に与える教育効果を調査したところ、学生はロボコン大会を通して創造力や知的探求心、イベントを通してプレゼンテーション能力について成長できたと考えていることが分かった。

謝辞

ロボット製作において様々な助言を頂いた山崎博之先生に心からお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 西野智路, 小林義和, 松田英昭: ロボットコンテストを通じたものづくり教育, 工学教育, 56[6], pp.90-95, (2008)
- 2) 小林義和, 松田英昭, 藤田昂志: ロボットコンテストを通じた地域貢献, 秋田工業高等専門学校研究紀要, 43, pp.44-49, (2008)
- 3) 国立高等専門学校機構教育研究調査室: ロボコン, プロコン, デザコン, プレコンの教育効果, (2009)