

〔技術報告〕

ロボコンプロジェクトの立ち上げと活動に関する報告

青木 秀幸^{*1}

Report of the Launch and Activities of ROBOCON Project

Hideyuki AOKI^{*1}

Abstract

The ROBOCON Project is an activity that focused on the learners of practical engineering by engaging them in robotics technology competitions. This project was launched in 2017 to emphasize on the learning activities using complex mechanisms and electronic control systems apart from metal manufacturing processes, such as machining works and welding which are regularly conducted at Monodukuri Center in Kurume Institute of Technology. Although the result of the first challenge to robot competition was not satisfactory, based on that experience the ROBOCON Project created an exhibition robot aimed at improving the technical capabilities and promoting recruitment of the members.

Keywords : Monozukuti education, Engineering education, Programming education, Robotics competition, Extracurricular activities

1. はじめに

久留米工業大学ものづくりセンター（以下、ものづくりセンター）では、現在まで学生の様々なモノづくり活動を支援してきた。その代表的なものとして、加工プロジェクトをはじめとした学生プロジェクト活動がある。ものづくりセンターにおける学生プロジェクト活動は、「学科の垣根を超えてモノづくりを実践する場を提供する」というコンセプトに基づいており、国家資格の取得や様々なイベントへの参加を通して学生達の工学的な技術力の向上に役立てたいと考えている。

近年の製造現場では自身の専門分野のみならず、他の分野を担当するセクションと連携する能力も求められるようになってきている。そのため、複数学科の学生達がそれぞれの専門分野を活かし1つの目的に向かう経験は、モノづくり教育において非常に重要であると考えられる。しかしながら、ものづくりセンターにはこれまで旋盤やフライス盤等を用いた機械加工や溶接といった主に鉄鋼業に関わる技術を訓練するプロジェクトしか存在しなかったため、参加している学生はほとんどが機械系の学科に偏ってしまっていた。機械系学科のみならず他学科の学生も関心を示す題材を検討した結果、国内外で盛んに開催されている様々なロボット競技に着目した。ロボット競技は複雑な機構や高度な電子制御を学ぶのに最適な教材の一つであり、機械系学科の学生だけでなく情報系学科の学生等にも関心を持ってもらいたいため、先述した複数学科で協力して1つの目標に向かう経験を学生に与えることが可能である。

そこで、ものづくりセンターでは新たな学生プロジェクト活動として、ロボット競技への参加を通して実践的なモノづくりの経験を積むことを目的とした「ロボコンプロジェクト」を2017年4月に立ち上げた。本報告では、ロボコンプロジェクト（以下、本プロジェクト）の立ち上げから現在までの活動に関して報告する。

2. プロジェクトの立ち上げ

本学では毎年、新入生に対して大学への要望等に関するアンケート調査を行なっている。その回答にて、ロボット競技に関する活動を希望している学生が2人いることが判明した。この2人の学生に話を聞いたところ、2人とも過去に

^{*1}ものづくりセンター
平成30年12月6日受理

ロボット競技参加の経験があり、熱意も感じられた。ものづくりセンター内ではロボコンプロジェクトの構想を進めていたため、この2人を中心にプロジェクトの本格的な始動を決意した。さらにプロジェクトメンバーを集めるため2人の学生以外にも様々な学内イベント等で呼びかけを行い、約1ヶ月で6人のメンバーが集まった。各メンバーの所属学科は機械システム工学科が5人、情報ネットワーク工学科が1人であり、偏りはあるものの複数学科の参加を達成したため、この6人で活動を始めることとした。

プロジェクトの当面の目標は、技術的ハードル、大会規模、認知度の全てにおいて国内最高レベルのロボット競技の一つである「NHK 学生ロボコン」^①への出場とした。出場するためにはチームの体制作りとメンバーの技術力向上が課題であったため、本学で10年以上の活動実績を持つフォーミュラプロジェクトにこれらを解決するための助言を求めた。同プロジェクトは、発足当初に既存の他チームを見学し参考にしたという話を聞き、本プロジェクトも他のチームの見学を検討した。見学先の候補として挙げたのは、発足から数年でNHK 学生ロボコン出場を果たした九州職業能力開発大学のロボコンチーム「九 TECH」であった。見学の承諾を得て、学生5人、職員1人で見学を行なった。この際の見学先の選定やアポイントは学生主体で行なっている。得られた情報としては、NHK ロボコンの出場常連チームはほとんどが関東周辺に所在しているため、関東エリアでは情報交換が盛んに行われているが、それと比較して九州エリアの情報交換は不十分な現状であることや、九 TECH では低学年の学生をNHK 学生ロボコン以外の大会に出場させ、技術力の向上や経験の蓄積を図っていること等がある。また、同時期にNHK 学生ロボコンの見学者募集が行われていたため、これに応募し、学生3人、職員1人が見学することができた。実際にNHK 学生ロボコンを見たことで、大会の緊張感を肌で感じることができ、各出場チームのロボットを詳細に観察することができた。

チームの体制に関しては、中心となって活動していた2人の学生がそれぞれ機械設計と電子制御を得意としていたため、彼らをリーダーとし、チームを機構班（主にロボット本体の製作を担当）と制御班（主に電子回路の製作とプログラミングを担当）の2つに分けることとした。日々の活動拠点は、ものづくりセンターの作業スペース内にロボコンプロジェクト専用エリアを設けた。メンバーの技術力を向上させる方法としては、ロボット製作に必要な各要素技術の習得とロボット競技の経験値向上という2つの課題への対策を考えることとした。ロボット競技の経験値向上については、NHK 学生ロボコン出場のハードルは高く、強豪校でない限りコンスタントに出場するのは難しいため、経験を積むために比較的容易に出場可能なロボット競技への参加を検討する。様々なロボット競技を検討した中で「ROBO-ONE」^②が候補に挙げた。ROBO-ONE は2足歩行ロボットによる格闘技を行う大会である。競技は出場可能なロボットの重量等で、重量3kg以下のロボットが出場可能な「ROBO-ONE」、自作ロボットは重量1kg以下でなければ出場できないが、大会認定の市販ロボットは無改造であれば重量が1kg以上でも出場可能な「ROBO-ONE Light」、ロボットの重量は5kgまで認められるが、自動制御型（競技中に人が操作する必要がない）ロボットでなければ出場できない「ROBO-ONE auto」という3つの階級に分かれている。この中で「ROBO-ONE Light」は市販されているロボットでそのまま出場できるため、学生はモーションの理解やプログラミングに集中できる。この点において他のロボット競技よりも出場が容易であると考え、ロボット競技の経験を積むために出場を計画した。ロボットのモーション研究とROBO-ONE Light 出場用のロボットとして、図1に示すROBOTIS社製の「DARWIN-MINI」を購入した。また、技術力の向上に向けて、NHK 学生ロボコン等多くの競技ロボットの足回りに使用されているオムニホイールを購入し、その制御方法の習得に励んだ。



図1 2足歩行ロボット「DARWIN-MINI」

3. 1年目のNHK学生ロボコン挑戦

NHK 学生ロボコンは、「ABU アジア・太平洋ロボコン」⁽³⁾の日本代表選考会を兼ねて行われるロボット競技であり、その競技ルールは毎年変更されるため、参加する各チームは原則として前年に製作したロボットの使い回しができない。ルール公開は、毎年9月頃に国際ルールが発表され、約1ヶ月後に国内ルールが発表される。(国際ルールと国内ルールの違いは基本的に記載されている言語の違いのみである。)

2017年9月に翌年6月に開催されるNHK 学生ロボコン2018のルール⁽⁴⁾が公開された。本プロジェクトにとって初のNHK 学生ロボコン挑戦である。大会にエントリーするためにはまず、エントリーシートの作成が必要である。エントリーシートに記載すべき内容は、チームの人数や使用する設備、予算等の開発環境やスケジュール、勝利するための戦略等である。記載する戦略を考えるためには、当然ながらルールブックを読み解き、技術的な課題が何であるかを把握する必要がある。本プロジェクトが考えた戦略を説明するため、NHK 学生ロボコン2018のルールについて触れる。ここでは細かい点は省略し、あくまで技術的な課題にのみ言及する。競技は図2のようなフィールドで行われる。図2中の「スローイングエリア」から「リング」に向けて、図3に示すシャトルコックを投げ入れることで点数が入る。スローイングエリア内に侵入するロボットは、人による操作がなくても自動で動く「自律機」でなければならない。また、シャトルコックを投げる際は図3中のシャトルコック(本体)に触れず、テールと呼ばれるロープの先にあるキーピングポイント(結び目)を掴んで投げなくてはならない。シャトルコックを本体部分に触れずに投げるため、本プロジェクト

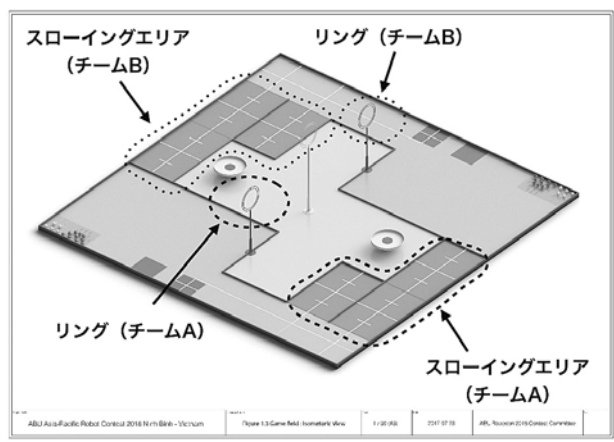


図2 NHK 学生ロボコン2018競技フィールド (ABU アジア・太平洋ロボコンホームページより引用)

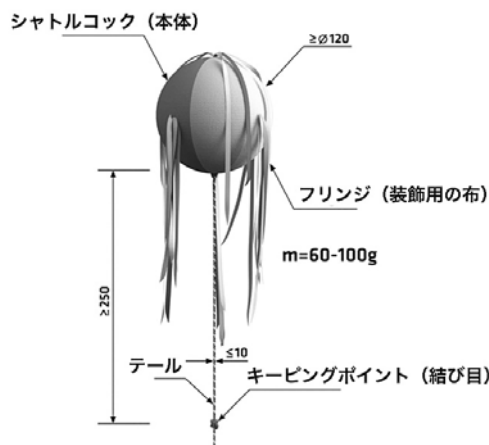


図3 シャトルコック (ABU アジア・太平洋ロボコンホームページより引用)

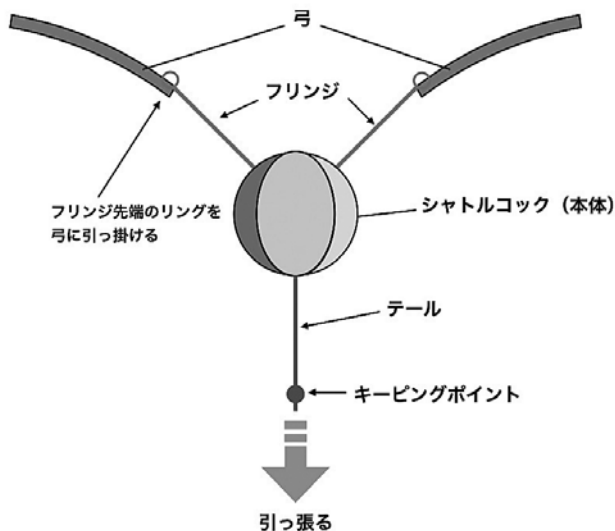


図4 考案した射出機構

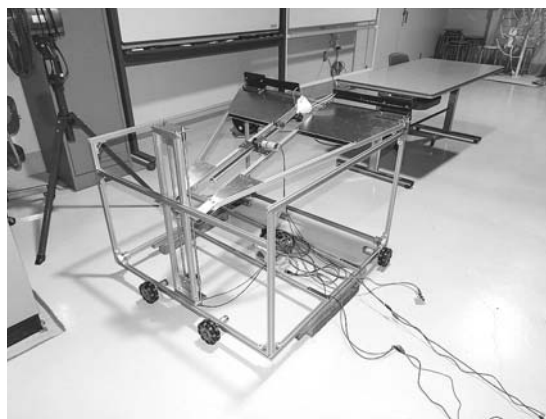


図5 製作途中の自律機

ではキーピングポイントの他に図3中のフリンジ（装飾用の布）を利用してシャトルコック投げる方法を考え出した。これを実現するため、図4のように弾力のある板（弓）の先にフリンジを引っ掛け、キーピングポイントを引っ張ることで発生する弾性力でシャトルコックを飛ばす射出機構を設計した。制御システムの設計に関しては、システムを極力単純化しエラーの原因を減らすことで、確実に動作させることを基本方針とした。単純化と再現性向上のため、シャトルコックを射出する際の仰角と弓を引く強さは製作時にテストを繰り返して決定し、競技中は常に同じ位置へシャトルコックを射出可能な性能を目指した。スローイングエリア内の移動は、競技フィールド上の白線を利用したライトレース制御を行う仕様とした。

エントリーシートによる書類選考は無事突破することができた。次のステップは1次ビデオ審査であり、1月下旬の審査日までに競技ロボットの重要な機構を完成させ、動作する様子を動画にして提出する必要がある。本来であれば、書類選考の結果が発表される前に設計を終わらせ、製作に取り掛かるべきであったが、設計に想定以上の時間をかけてしまい、製作に取り掛かるのが遅れてしまった。さらに設計完了が年末年始の期間と重なったため部品の納期にも影響が出てしまった。これらの原因により、1次ビデオ審査までに対象となる機構の完成には至らず、図5に示す自律機の一部を製作するにとどまった。本プロジェクト初のNHK学生ロボコン挑戦は、多くの課題を残しながら1次ビデオ審査落選という結果に終わった。また、経験を積むため出場を予定していたROBO-ONE Lightもロボット調整が予定よりも長引き、NHK学生ロボコン用ロボットの製作と並行してロボットの調整を行うことになったこと等が原因で、エントリーが間に合わず見学のみを行うこととなった。

4. 1年目の反省と再挑戦に向けたチームの強化

1年目の最大の反省点は、NHK学生ロボコン、ROBO-ONE Light共にロボットの準備が間に合わなかったことである。原因の一つは全体的な動き出しの遅さが挙げられる。しかしながら動き出しは意識の問題が大きく、心構え次第である程度改善されると思われる。他の原因としては、経験と技術力の不足があるが、それ以外に人員不足も痛感した。技術力不足と人員不足の両面を解決するための方法として、NHK学生ロボコンに向けて製作していた機体を利用して展示用ロボットを製作することで、メンバー勧誘時のPR力を向上させる計画を立てた。しかしながら、新入生オリエンテーションの時期までに完成させることができなかつたため、NHK学生ロボコンやROBO-ONEの大会中に撮影した映像を用いてPR動画を作成した。この動画を用いて部活動紹介やオリエンテーションの際、新入生に向けたプレゼンを行った。結果、新入生4人が新たにメンバーに加入した。4人の所属学科はそれぞれ機械システム工学科2人、情報ネットワーク工学科2人であった。

新メンバーが加わった状態で改めて展示できるロボットを製作することとし、同年のオープンキャンパスで展示することを目標とした。展示用のロボットには、操作者の腕の動きに追従して同じ動きをするトレースロボットを製作することが決定した。このトレースロボットに関しては、次章で詳しく述べる。

5. トレースロボット

前章で述べたように、オープンキャンパスで展示するためのトレースロボットを製作した。完成したトレースロボットの写真を図6に示す。操作者は図のように右腕にウェアラブルコントローラを取り付け、その状態で右腕を動かすとトレースロボットの右腕に相当するトレースアームが操作者の動きに追従して同じ動きをするようになっている。コントローラとロボット本体の通信は有線で行なっている。トレースアームが追従できる関節は肩（前後）、肩（左右）、肘の3つであり、それぞれをサーボモータで駆動する。ウェアラブルコントローラの動作検出原理は、装着者が関節を動かすと、その回転がコントローラ内の歯車やプーリーを通してロータリーエンコーダに伝えられ、そのロータリーエンコーダによって回転角を検出する仕様としている。トレースロボットの脚部は、オムニホイールの4輪駆動となっており、前後左右斜め方向に自在に動き回ることができるが、その操作に関してはウェアラブルコントローラにその機能を持たせる時間的余裕がなかつたため、プッシュスイッチを用いた簡易コントローラを別途作成した。なお、各パーツの作成にはプロジェクトメンバーのCADを用いた製図スキル向上を兼ねて、3Dプリンタやレーザーカッターを積極的に活用している。制御システムは図7に示すように、ウェアラブルコントローラ内のロータリーエンコーダからの信号を腕部制御用のマイコン（PIC16F1827）で読み取り、その値に応じてトレースアームの各サーボモータへパルスを送るようにしている。脚部の制御は先述した時間的な理由から仕様変更をしたため、急遽腕部制御とは独立した脚部制御システムを構築した。このシステムは前進・後退・右旋回・左旋回の4つの動作をそれぞれ割り当てたボタンスイッチの信号

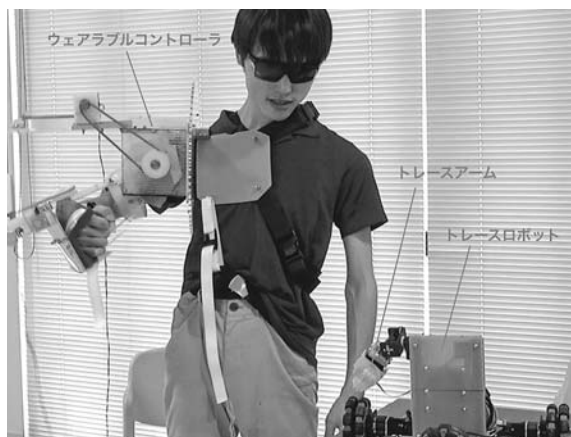


図6 トレースロボット

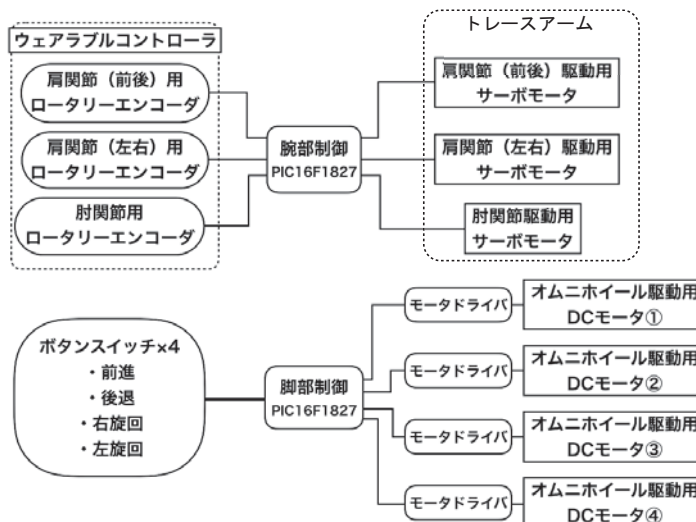


図7 トレースロボットの制御システム概要図

を PIC16F1827 で読み取り、それぞれの動作に対応する信号をモータドライバを介してそれぞれのモータへ送る仕様としている。完成した本作品は2018年8月のオープンキャンパスにて展示を行なうことができた。

6. まとめ

本プロジェクトの始動から1年以上が経過した。2年目となる2018年12月（本稿執筆時点）までに、NHK 学生ロボコンの書類審査を通過し、1年目よりも早く各機構の設計を完了することができている。材料の調達もルールの公開前から汎用的な部材を購入するなどの工夫をした他、メンバーの増加によって前年度よりも早いペースで作業が進んでいる。また、見学のみで終わっていた ROBO-ONE Light に関しても、2018年10月に行われた「ROBO-ONE 九州認定大会」に出場した。結果は1勝のみにとどまったものの、出場していた他大学と交流することができ、十分な収穫があったと言える。今後さらに出場する大会数を増やし、チームの経験値を上げるとともに、新たな技術の習得や情報交換のため他大学との交流にも力を入れていきたいと考えている。

7. 謝 辞

本プロジェクトの活動に際して、九州職業能力開発大学校教授中山祐介先生をはじめとするロボコンチーム「九 TECH」の方々にはチーム見学のお願いを快諾していただいた。また、本学交通機械工学科助教の池田秀先生をはじめとするフォーミュラプロジェクトの方々にはプロジェクト創設時に様々な助言をいただき、情報ネットワーク工学科教授の千田陽介先生、機械システム工学科教授の澁谷秀雄先生、ものづくりセンター技術専門職員の野口聡仁氏には学生指導の面で協力いただいた。ここにそれぞれ感謝の意を表す。

なお、本プロジェクトは平成29年度「学長裁量経費による教育研究費および旅費の支援制度」の助成を受けたものである。

文 献

- (1) NHK 学生ロボコン 公式サイト, <http://www.official-robocon.com/gakusei/>
- (2) ROBO-ONE オフィシャル WEB サイト, <http://www.robo-one.com>
- (3) ABU ROBOCON2018, <http://aburobocon2018.vtv.vn/>
- (4) NHK 学生ロボコン2018 ～ABU アジア・太平洋ロボコン代表選考会～ ルールブック, <http://www.official-robocon.com/gakusei/about/history/>