

他高専との共同運営によるものづくりコンテストの実施と評価

宮下大輔*1・小林裕介*2・堀純也*3・記州智美*4・山岸真幸*5

Practice and Evaluation of Manufacturing Contest by Joint Management with the Other Technical College

MIYASHITA Daisuke, KOBAYASHI Yusuke, HORI Junya,
KISHU Tomomi and YAMAGISHI Masaki

キーワード：ものづくり，コンテスト，高専間連携，創造教育，問題解決手法

1. はじめに

近年の高専教育における重要なキーワードとして「創造力」が挙げられ、各高専で様々な課題解決型の教育が実施され、一定の効果が得られている。一方、高等教育機関に対し、社会人基礎力の育成も同時に求められている。具体的にはコミュニケーション能力やプレゼンテーション能力などである。しかし、社会人基礎力の育成において注意を要する点がある。それは一高専（あるいは一学科）内での実施では、しばしば「馴れ合い」による緊張感の欠如が起こってしまい、いざ社会に出た際に柔軟な対応ができないといった問題が起こることである。実際に、長野高専機械工学科においても、プレゼンのある講義・実習等で同様の問題がしばしば起きている。また、グループで課題を取り組もうとしても、グループによってはスケジュール管理や相談、報告をなかなか行えないという問題も顕在化してきている。

そこで、本研究では他高専の学生との交流を通じたものづくり（コンテスト）を実施し、その教育効果について評価を行った。この取組みの特徴としては、コンテストにおける運営（他校との連絡、調整、スケジュール管理、発表、大会の段取り）の大半を学生に行わせている点である。

本コンテストは平成 24 年に石川高専、長野高専による試行を行い、そこで出た様々な課題の解決を考慮しながら、平成 25 年に長岡高専を加えた 3 校で実施した。

2. コンテストの目的と運営方法

本コンテストの目的は、3 高専機械工学科の学生（希望者）を対象に、時間、材料等の制約の中で、学生自ら主体的に考えることから実際に製作物を作り出す一連のプロセスを体験させることで創造的技術者としての能力を育てること、また他高専との交流の中で社会人基礎力の育成を行うことである。

次に運営体制について説明する。高専間連携教育が思うように進まない理由の一つに、情報共有の緩慢さと教員個人の負荷が挙げられる。これらを極力解消するための体制を構築した。

(1) 実行委員会の立ち上げ

学生が自主的に大会の運営が行えるよう、まずは 3 高専の教員からなる実行委員会を立ち上げた。実行委員会では会場の手配、会場までの交通手段の確保、会計など必要最低限の準備を行った。

(2) 情報共有の迅速化

情報共有、作業の迅速化を目的として、各高専ではグループウェア「サイボウズ」が既に導入・利用されている。本コンテストにおいても図 1 に示すようなインターネットと無料のクラウドサービス「サイボウズ Live」を用いた情報伝達・共有システムを構築し、情報共有の迅速化をローコストで実現した。

(3) 意見交換等の円滑化

学生の意見交換、プレゼンテーションを遠隔地間でも円滑に行うため、アップル社の iOS 用テレビ電話アプリ FaceTime 及びマイクロソフト社のインタ

*1 機械工学科准教授

*2 機械工学科講師

*3 石川高専機械工学科准教授

*4 石川高専機械工学科講師

*5 長岡高専機械工学科准教授

原稿受付 2014 年 5 月 20 日

一ネット電話アプリ Skype を採用した。また、ルールや大会要項などの文書共有や、一斉連絡、アンケート実施などには、前述した「サイボウズ Live」を使用し、学生が自由に編集・更新作業ができるようにした。図 2 に使用画面の一例を示す。

3. ものづくりコンテスト概要

ものづくりコンテストの課題は「輪投げ」とし競技形式とした。「輪投げ」を選定した理由は、人が投射した場合、簡単には課題をクリアすることが出来ない、回路等の設計が不要である、ルール設定が比較的容易であること等が挙げられる。

与えられた材料と、既定の加工設備を使用して、輪投げをするマシン（装置）を各チームで設計製作し、対戦形式で勝敗を競う。輪を飛ばす動力は、投射前に貯蔵しておくこととし、トリガ操作により貯蔵したエネルギーを解放することで輪を投射する。重量や高さの制限はないが、投射ゾーンからはみ出てはならない。

競技フィールドを図 3 に示す。フィールドは会議等に利用される一般的な長机（1800mm×600mm）の上に設置する。投射ゾーンにはすべり止めシート（ハウディ HS-075）を敷く。輪は NOK 製 O リング CO0225A を使用し、ポールは NIC オートテック製アルファフレーム AFS-2020-4 を用いて製作した。

次に加工・材料制限について説明する。「創造性」の涵養に重きを置くため、学生間の加工技能の差や学校間の加工設備による差を小さくしたいと考えた。そこで、材料の加工は主として指定の小型 NC フライス（オリジナルマインド社 mini-CNC BLACKII 1520 あるいは同社 KitMill BT200、図 4 参照）のみを使用することとした。なお、軸材の加工時のみ汎用旋盤の利用を可とした。

材料については、どこでも入手可能なものを利用し、高専間によるハンデがないよう考慮した。以下に使用する部材について列記する。

- ・板材：ポリアセタール(500×600, t=5) 1 枚
- ・軸材：アルミ丸棒 φ8 300mm 1 本
- ・ばね：アキュレイト ウルトラ C セット
- ・両面テープ：ニチバンニスタック NW-UP15
- ・その他：ボルト，ナットなど

最後に、競技方法について簡単に示す。

●競技進行

1 試合 2 セット、先攻後攻を交代して総当たり戦を行う。各チーム 9 つの輪を交互に発射し、持ち時間は 1 セットにつき各チーム 5 分以内とする。



図 1 情報共有・伝達システム



図 2 サイボウズ Live 画面（抜粋）

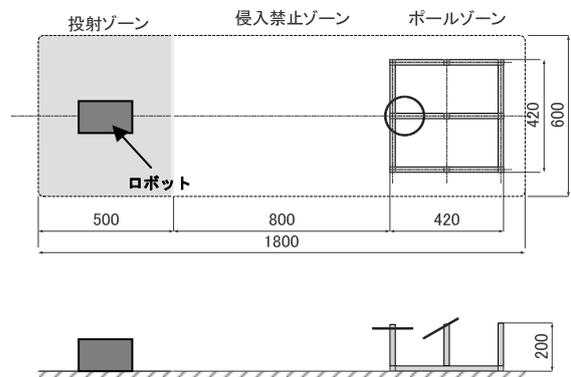


図 3 競技フィールド



図 4 小型 NC フライス

●発射準備

順番が来たら、発射ゾーンにマシンを移動し、発射準備を行う。準備が完了したら、マシンから手を離し、審判に発射宣言を行う。

●得点と勝敗

試合終了時に、積み重なった最も上の輪を有効とする。有効であるボールの番号の合計が、そのチームの得点となる。縦、横、斜めのいずれかのラインが揃うと総得点が2倍になる。勝ちチームに2点、引き分けの場合両チームに1点、負け0点とする。

4. 実施スケジュール及び実施報告

大会までのスケジュールを以下の様に設定した。

(1)参加チームの募集

4月中に参加チームの募集・グループウェアへの登録、ルールへの周知を行った。

(2)中間発表会の開催

平成25年6月24日に、進捗状況及びルールの確認のため、中間発表会を開催した。チーム紹介、マシンアイデア説明、ルール概略説明、試合の流れ説明等をテレビ会議にて実施した。テレビ会議の様子を図5に示す。なお、口頭での説明では難しい所もあるため、各チームには事前にロボットのレジメをサイボウズの所定のページにアップするように依頼した。また、中間発表で各チームのマシンに違反が無いかを相互チェックした。マシンチェックの結果(抜粋)を図6に示す。

(3)大会準備

各高専から実行委員(学生)を2名ずつ選出し、実行委員を中心に当日のスケジュール等についてグループウェア上で調整を行った。

(4)大会当日

本大会を8月31日及び9月1日に妙高青少年自然の家にて実施した。到着後自己紹介及び簡単なアイスブレイク、そしてロボットのプレゼンテーションを行った。その後、それぞれが各チームのブースを回り、ロボットの詳細について実物を見ながら意見交換を行った。意見交換の様子を図7に示す。一高専内での大会とは異なり、当日初めて見るマシンもあるため、学生にとっては新鮮で活発に議論がなされていたのが印象的であった。また、夕食後には高専の学生同士で交流を行い親睦を深めることができた。

1日目は9時から会場設営を行い、その後「ものづくりコンテスト」を実施した。点数の集計等の雑務を教員が行い、審判、計時等は学生中心に行った。大会の様子を図8に、製作したロボットの一例を図



図5 テレビ会議システムによる中間発表会の様子

No.	チーム名	ハードウェアに対する質問	コメント
1	石川高専①	リング部の軸にねじを使っている タイヤ?もねじを軸に使っている 動画ではマシンを縦指1本で押えているように見えます 変形機構のため、強度が落ちませんか? 発射時に押えているが リング部の軸にねじを使っている 動画では手で押えています。手を離すと後ろに下がってしまうのでしょうか? 土台近のネジは固定用として使われていますか? 投輪時を押えているが、ねじをばね支柱に使うのはNG 発射後、本体が跳ねますが、その勢いで進入禁止ゾーンに入りませんか? ドリガ未完成	斬新ですね。 案におもしろい。 発射時、手で押えています。 説明がよからぬ、棒って? マシンを押えている 動画の角度が検証用ではない、面白い発射ですね。 安全性が考慮されていない感じがします。 動画では動作の様子が見づいです 発射時、手で押えています。 ばねの固定が一部ねじです。 マシンを押えている
2	石川高専②	リング部の軸にねじを使っている 動画では手で押えています。手を離すと後ろに下がってしまうのでしょうか? 土台近のネジは固定用として使われていますか? 投輪時を押えているが、ねじをばね支柱に使うのはNG 発射後、本体が跳ねますが、その勢いで進入禁止ゾーンに入りませんか? ドリガ未完成	斬新ですね。 案におもしろい。 発射時、手で押えています。 説明がよからぬ、棒って? マシンを押えている 動画の角度が検証用ではない、面白い発射ですね。 安全性が考慮されていない感じがします。 動画では動作の様子が見づいです 発射時、手で押えています。 ばねの固定が一部ねじです。 マシンを押えている
3	石川高専③	リング部の軸にねじを使っている タイヤ?もねじを軸に使っている 動画ではマシンを縦指1本で押えているように見えます 変形機構のため、強度が落ちませんか? 発射時に押えているが リング部の軸にねじを使っている 動画では手で押えています。手を離すと後ろに下がってしまうのでしょうか? 土台近のネジは固定用として使われていますか? 投輪時を押えているが、ねじをばね支柱に使うのはNG 発射後、本体が跳ねますが、その勢いで進入禁止ゾーンに入りませんか? ドリガ未完成	斬新ですね。 案におもしろい。 発射時、手で押えています。 説明がよからぬ、棒って? マシンを押えている 動画の角度が検証用ではない、面白い発射ですね。 安全性が考慮されていない感じがします。 動画では動作の様子が見づいです 発射時、手で押えています。 ばねの固定が一部ねじです。 マシンを押えている

図6 マシンチェック結果(項目抜粋)



図7 プレゼンテーションの様子



図8 大会の様子

9, 図10, 図11に示す。競技の様子及び結果より, 多くのチームがほぼ狙った所に入るようなロボットを製作することができた。

5. 大会後の活動と評価

大会後, 製作した輪投げ装置について, 飛距離に関する理論式の構築と実測値との比較, ばね要素の変化に伴う飛距離変化の調査など, 理論と実態のすりあわせを行わせた。これにより, ものを作っただけで終わらず, その構造や理論を理解させると共に, 研究活動の一連の流れ, PDCA サイクルを学ばせることができた。また, 出前授業(キッズサイエンス in トイゴ)での出展を通して本活動の成果を公開すると共に, 「誰が操作しても狙った所に入る」という点についても確認を行い, 達成できていることが確認できた。出前授業の様子を図12に示す。

また, 本課題の内容を用いた学習教材を高等専門学校理科技術教材開発コンテスト実行委員会主催の第2回全国高等専門学校小中学生向理科技術教材開発コンテストに応募したところ, 敢闘賞を受賞することができた。この他にも第3回サイエンス・インカレでの学生発表, 教材に関する特許出願などを行った。また本課題を通して研究の流れや自主的な活動を学ばせることができ, 本校機械工学科では7名の学生が学会発表を行うことができた。

6. おわりに

本研究では長野, 石川及び長岡の3高専において, ものづくりコンテストを実施した。参加したチームそれぞれが輪投げマシンのアイデアを考え, 限られた時間, 材料, 加工機のもと, 設計, 製作までを行い, 輪投げロボットを製作することができた。

「輪投げ」をテーマとしたものづくりコンテストは, 人的, 予算的コストに対しての教育効果がかなり高かったため, 今後もこれらの成果について広く公開していきたい。

参考文献

- 1)宮下他:ものづくりコンテストによる高専間連携教育の提案と評価,平成25年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発表会,PO-A10,(2013.8)
- 2)宮下他:輪投げロボット教材及び輪投げロボット学習方法,特許出願2014-050844,(2014.3)
- 3)記州他:ものづくりコンテスト」によるエンジニアリングデザイン教育,論文集「高専教育」第37号,pp.243-248,(2014.3)

- 4)小林他:「ものづくりコンテスト」による実践型エンジニアリングデザイン教育,公益財団法人長岡技術科学大学技術開発教育研究振興会平成25年度研究助成研究実績報告書,(2014.4)

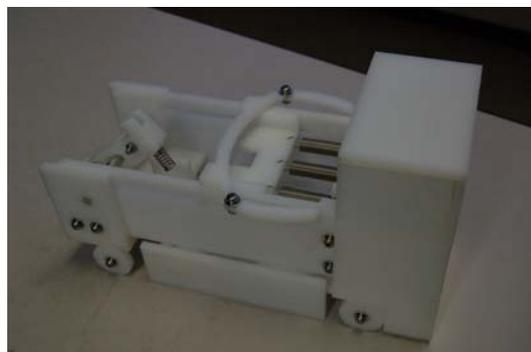


図9 石川高専のロボット

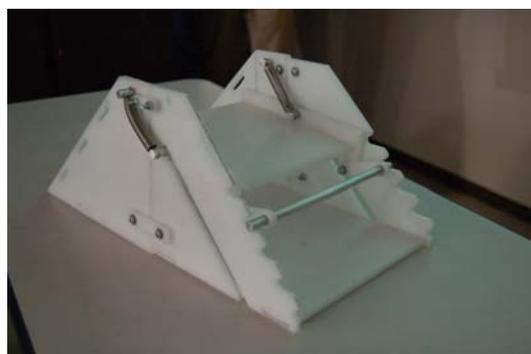


図10 長岡高専のロボット

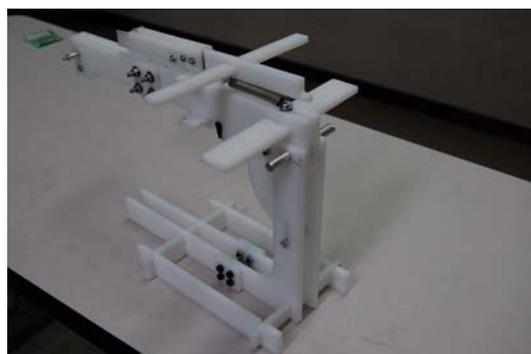


図11 長野高専のロボット



図12 出前授業の様子(キッズサイエンス in トイゴ)