

高専ロボコン 2022 活動報告

— 全国大会ベスト 8 —

床井 良徳^{*1}、田中 昭雄^{*1}、長尾 和樹^{*1}、SAM ANN RAHOK^{*1}、岡田 晃^{*2}、
伊澤 悟^{*3}、増山 知也^{*2}、今泉 文伸^{*3}、井上 一道^{*1}

Activity Report of KOSEN ROBOCON 2022

— National Tournament Top 8 —

Yoshinori TOKOI, Akio TANAKA, Kazuki NAGAO, SAM ANN RAHOK, Akira OKADA,
Satoru IZAWA, Tomoya MASUYAMA, Fuminobu IMAIZUMI and Kazumichi INOUE

This paper contains a report on the activities of the project at National Institute of Technology, Oyama College in 2022. In the ROBOCON Project, we are training engineers through robot contests such as KOSEN ROBOCON. In the national competition in KOSEN ROBOCON 2022, we won top8 of 26 teams.

KEYWORDS : KOSEN ROBOCON 2022、 ROBOCON Project

1. まえがき

アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト(通称:高専ロボコン)は、1988年に第1回大会が開催され、2022年で35回目を迎えました。¹⁻⁵⁾ 小山高専のロボコンプロジェクトでは、2019年の第32回大会「らん♪ RUN Laundry(らん・ラン・ランドリー)」にて、史上2校目となる同一校2チーム全国出場と「干し鳥夫婦」が、11年ぶりの全国大会での準優勝を勝ち取りました。³⁾ さらに2020年の第33回大会「だれかをハッピーにするロボットを作ってキラリ輝くパフォー

マンスを自慢しちゃおうコンテスト(通称:はぴ☆ロボ自慢)」では、コロナ禍の影響で史上初のオンライン開催となり、全国の高等専門学校54校、58キャンパス、150チームによって競われ、「シンクロシスターズ♪」が、本校初となる全国大会での優勝「超優秀賞」を受賞致しました。⁴⁾ 2021年の第34回大会「超絶機巧(すごロボ)」では、1年ぶりのリアル開催を目指した大会でした。地区大会は、コロナ禍の影響により急遽、オンライン開催に切り替わりましたが、全国大会では、両国国技館での現地開催となり「クアッドアクセラー」のアクセル姉さんが、本校史上初となる2年連続の優勝とロボコン大賞のダブル受賞に輝きました。⁵⁾

*1 電気電子創造工学科(Dept. of Innovative Electrical and Electronic Engineering)、E-mail: tokoi@oyama-ct.ac.jp

*2 一般科(Dept. of General Education)

*3 機械工学科(Dept. of Mechanical Engineering)

本稿では、2022 年のロボコンプロジェクトの活動報告と高専ロボコン 2022 の結果を報告します。

2. ロボコンプロジェクト 2022 活動記録

2. 1 高専ロボコン 2022 競技課題

高専ロボコン 2022(第 35 回)の競技課題は、略称「ミラクル☆フライ〜空へ舞い上がれ!〜」で、自作した紙飛行機(飛行時に揚力を発生させる翼をもつものとする)をロボットが飛ばして、図 1 に示す競技フィールドにおいて 5 か所の円形スポット、2 か所の縦長滑走路、2 種類の筒型ベースの中にランディングさせていく対戦型競技です。

円形スポットでは 1 機までしか得点になりませんが、滑走路と筒型ベース(ベースAは1機につき3点、ベースBは1機につき5点)は得点となる紙飛行機の数に制限がありません。作る紙飛行機の数に制限なし、より多くの紙飛行機を遠くに飛ばせば高得点が狙えます。全てのスポット、滑走路、ベースに 1 機以上の紙飛行機が乗った瞬間に V ゴール、勝利が決まります。しかし、相手が乗せた紙飛行機を自チームの紙飛行機で落とすこともできますので、相手の V ゴールを阻止する戦略も可能です。作るロボットは 1 台、自律型の自動ロボットでも手動ロボットでも構いません。試合時間は 2 分 30 秒。地区大会の予選ラウンドから V ゴールありのガチ勝負です。

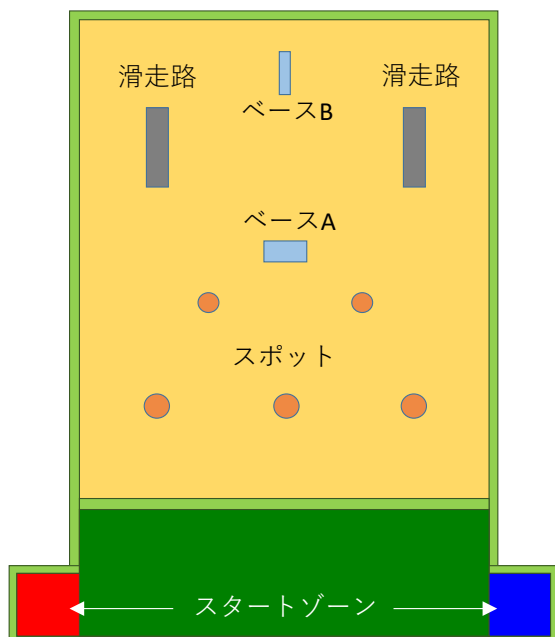


図1 競技フィールド

【出場できるロボット(ルールブックから抜粋)】

- ① ロボットの台数:競技に参加できるロボットは1台とする。
- ② ロボットの装飾:装飾を施す場合は、著作権が絡むキャラクターは使用できない。
- ③ 製作予算:大会に出場するロボットの構成部品のうち、新規調達する部品の購入額は 30 万円(消費税別)を超えてはならない。ただし、ロボットのバッテリー、コントローラー、無線モジュールは含まない。
- ④ 操縦方法:手動・自動は問わない。手動の場合、無線、超音波、光による遠隔操縦に限る。
- ⑤ 重量 ロボットの重量は 30kg 以内とする。エアタンクを使用する場合はエアタンクの重量も含むが、空気を入れた状態でなくてもかまわない。
- ⑥ サイズ:ロボットは下記のサイズ制限を満たさなければならない。スタート時には縦 800mm×横 800mm×高さ 1200mm に収まっていること。スタート後は、縦 1200mm×横 1200mm×高さ 2000mm まで展開可能とするが、このサイズはロボットの可動部を全て展開したときの最大サイズとする。ロボットの分離は不可とする。
- ⑦ 電力以外の動力高圧ガスや爆発物など、危険なエネルギー源を用いてはならない。
- ⑧ 圧縮空気を貯める容器 圧縮空気のタンクは、ロボットから取り外して圧縮空気を充填できるようにすること。ゲージ圧力が常温で 0.75 メガパスカルを超えないようにし、圧力が常に確認できるようにエアメーターをつけること。ペットボトルの使用は不可。 ※エアタンクの重量もロボットの重量に含む。
- ⑨ その他:吸引する機構や吸盤の使用、プロペラによる飛行は禁止する。

【紙飛行機(ルールブックから抜粋)】

競技用品に関して、紙飛行機とは、飛行時に揚力を発生させる翼をもつものとする。アイデアシートとともに紙飛行機の動画を提出してもらい、競技委員会で確認する。試合で使用する紙飛行機は各チームで準備する。数は無制限とするが、会場に無理なく持ち込めるようにすること。次の事に注意する。

- ① 素材: 指定の紙を使用すること。
 - [1] アスクル カラーペーパー A4
 - [2] アスクル カラーペーパー 特厚口 A4
 - [3] 今村紙工 色画用紙 A4

- ② 製作方法:「1枚の紙」で「1機の紙飛行機」を折ること。折り方は自由。紙を切ることは不可。ただし、指定の紙を長方形／正方形の任意のサイズに切り出してから折ることは認められる。のり、テープ、ステープラ(穴あけ式も含む)などの紙の合わせ面を固定するもの、および指定された紙以外の素材を使用することは不可とする。
- ③ サイズ: 紙飛行機は、長さ 150mm 横幅 80mm 高さ 30mm 以上、重量は 30g 以下でなければならない。
- ④ その他:[1]大会では、赤ゾーンのチームはピンク、青ゾーンのチームは水色で競技を行う。[2]紙飛行機に絵を描くことは禁止する。ただし、紙飛行機を識別するため、学校名、識別番号などを 1 か所、30mm×30mm 以内で手書き、または印刷することが出来る。[3]紙飛行機を水分などで湿らせることはできない。[4]紙飛行機の先端が尖っていることは禁止する。先端の幅が 5mm 以上になること。

※揚力について

紙飛行機の先端をやや下に向けて自然落下させたときに「滑空」した場合、揚力が発生したと判断する。

【試合形式(ルールブックから抜粋)】

■地区大会

対戦方式:「予選ラウンド」と「決勝トーナメント」の複合形式とする。[1]予選ラウンド:1 グループ 4 チームまたは 3 チームによる予選を実施し、1 チームが 2 試合を行って勝ち数によって予選突破を決める。[2]決勝トーナメント:予選を勝ち抜いた 4 チームによるトーナメント戦とする。(17 チーム以上の出場地区は 5 チームによるトーナメント戦)

■全国大会

対戦方式:トーナメント方式とする。

2. 2 高専ロボコン 2022 年のスケジュール

表 1 に高専ロボコン 2022 年の主なスケジュール、表 2 に校内アイデア審査に応募されたロボット名と代表学生の所属と学年を示します。校内審査では、全 5 チームの応募がありました。審査は、Microsoft365 の Teams を使ったオンライン形式で行われ、プレゼンテーションによる審査が行われました。審査の結果、「こまいぬツインズ (後のドラム犬マッハ号)」、「ところ天こもり君」の 2 チームが選ばれました。

本年度の地区大会は、本校が担当校であり、現地

開催のため、ロボコンプロジェクト以外の学生の支援活動もありました。全国大会は、コロナ感染対策を施した両国国技館での現地開催となりました。

表 1 高専ロボコン 2022 年のスケジュール

日付	行事
4/14	ロボコンプロジェクト校内説明会
4/22	高専ロボコン 2022 ルール発表
6/13	アイデアシート提出締切 (校内審査)
6/16	校内審査 (オンライン)
6/27	安全チェックシート、アイデアシート、紙飛行機の動画の提出締切
7/28	アイデア確認結果の送付
8/30	エントリーシート、アイデアシート (最終版) 提出〆切
10/4	チーム紹介シート、電源電位申告書、安全対策チェックシート、ロボット製作費申告書の提出締切
10/16	関東甲信越地区大会 (栃木県立県南体育館)
11/1	全国大会出場チーム決定
11/14	チーム紹介シート、安全対策チェックシート、電源電位申告書、紙飛行機の動画の提出
11/24	ロボット搬出
11/26	オリエンテーション、テストラン
11/27	全国大会 (両国国技館)
11/28	ロボット搬入

表 2 校内審査の応募状況

No.	ロボット名	代表学生(所属・学年)
1	こまいぬツインズ	EE3
2	海無坊主	EE2
3	ところ天こもり君	M4
4	あ!テンションブリーズ!	EE4
5	かみショット	EE1

※EE:電気電子創造工学科、M:機械工学科

2. 3 ロボット製作と紙飛行機製作

コロナ禍に伴う活動制限が依然と続く中での製作活動でした。作業台などの消毒や換気に気を使いながら、継続的にプロジェクトを進める事ができました。図 2 にロボコンプロジェクトの活動の様子、図 3 に練習の様子を示します。8 月中旬には、試作機での紙飛行機を飛ばす練習を始めました。紙飛行機を目的の位置に飛ばすことが難しく、数々の試作機を作り練習を繰り返しました。試作機ですが図 4 に示すように数千機以上作製しました。最終的にアイデアシートには、図 5 で示す紙飛行機を登録しました。同時に図 6 に示すようにロボットの方も幾度となく改良を重ねました。



図2 ロボコンプロジェクトの活動の様子



図3 練習の様子



図4 数々の紙飛行機の試作機



図5 アイデアシート提出時の紙飛行機

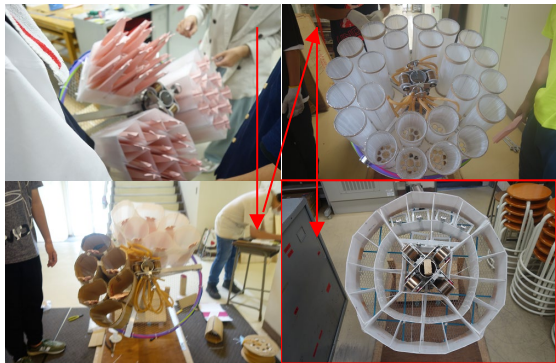


図6 Aチームの射出機構の試作機

本校 A チームと B チームのロボットの説明を下記に示します。

【A チーム(ところ天こもり君)】

図 7 に A チームが試合で使用する飛行機、図 8 に「ところ天こもり君」の概要を示します。大量の紙飛行機を①何度も、②同時に、③広範囲に発射することで、複数のスポットへの着陸を狙います。【工夫 1】発射機構先端の 4 つの定荷重バネを一気に縮めることで、装填されている紙飛行機を安定して大量に発射させます。【工夫 2】飛行機を装填する箱は、空中で飛行機同士が接触しないように、均一かつ広範囲に飛行機を飛ばすため、箱の大きさや形、深さ、

角度を調整しています。箱の場所上下左右で狙うスポットや滑走路を変えています。【工夫 3】さらに、発射機構の角度や高さを自在に変更可能で、飛行機を低く飛ばして近くのスポットを狙ったり、逆に高く飛ばして遠くの滑走路/スポットを狙うことができます。(角度調整機構と高さ調節機構) 飛行機が軽やかに一気に飛び出す様子をところてんの"天突き"に見立てました。愛くるしく、親しみを感じる装飾に仕上げました。【工夫 4】紙飛行機の射出用の箱の形状を工夫。上側の箱は、まっすぐ高く飛行させることが可能で、左右の箱は飛行機が外側に曲がりながら飛行、下側の箱は、距離は出ませんが、ふんわりゆっくりした飛行をさせます。4 個の定荷重バネによって、ぶれがなく安定した力強い射出を実現。安定しているからこそ、1 つの装填機構で複数の軌道コントロールが可能に!! さらにバネの伸縮具合によって飛行機の高さ

と距離を自由自在にコントロールできます!!【工夫 5】狙うスポットや滑走路によって、長さや飛行特性(直進性や滑走距離)の異なる形状の紙飛行機を使い分けます。装填する場所(箱)によっても使い分けることで飛行機同士が接触して落下することを防ぎ、きれいな軌道を描きます。

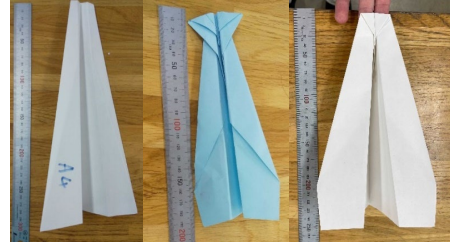


図7 大会で使用する紙飛行機 (A チーム)

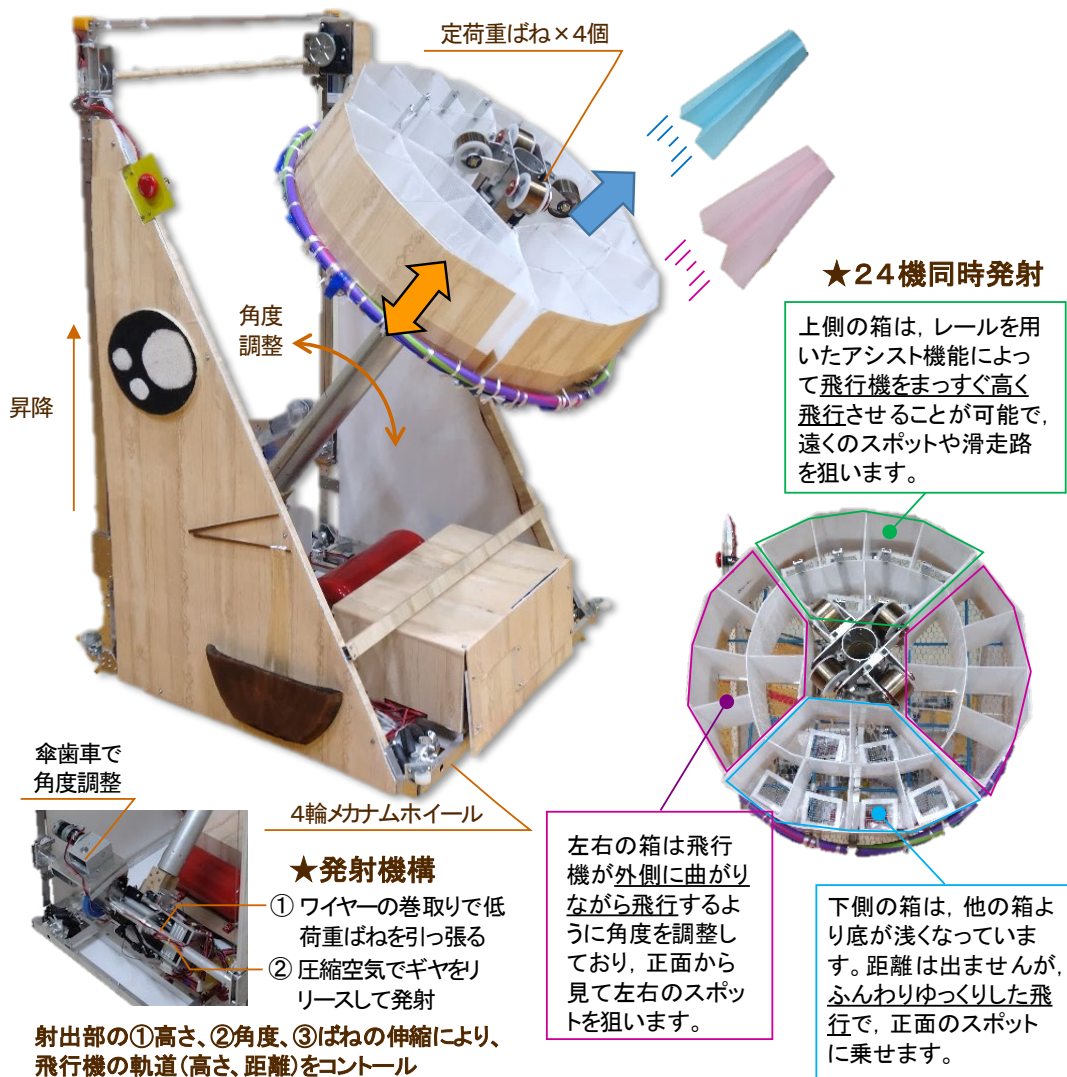


図8 A チーム (ところ天こもり君) ロボットと紙飛行機 (地区大会仕様)

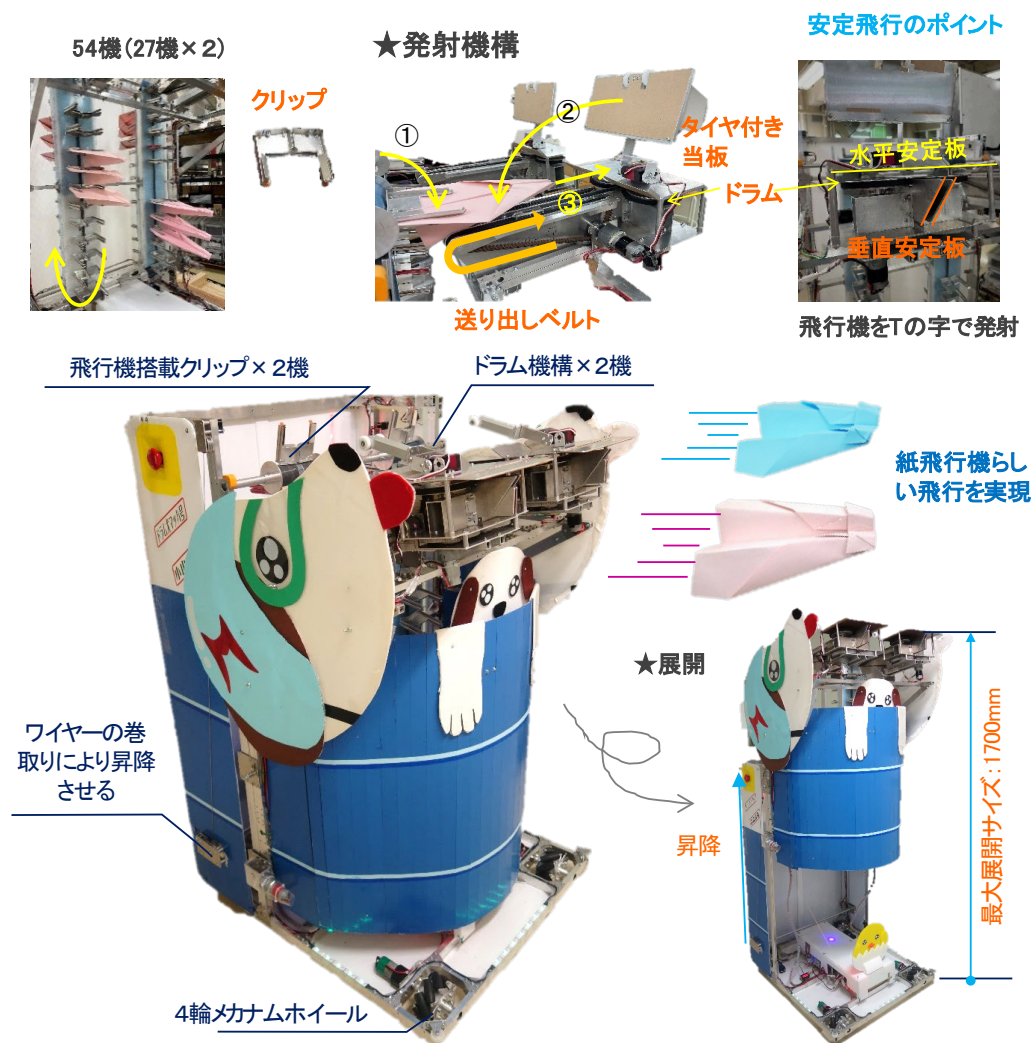


図9 Bチーム（ドラム犬マッパ号）ロボットと紙飛行機（地区大会仕様）

【Bチーム(ドラム犬マッパ号)】

図9に「ドラム犬マッパ号」の概要、図10にBチームが試合で使用する紙飛行機を示します。近未来の飛行機の立体駐機場をイメージしています。飛行機をクリップで1機ずつ搭載し、クリップの回転で送り出しベルトとドラム機構の付いたカタパルトに飛行機をスタンバイさせます。車輪の着いた板を飛行機に押し当てる事でドラムに送られ、飛行機が射出されます。全てのスポットを狙うために、①昇降機構による射出高さの制御、②ドラムの回転数による射出速度の制御、③メカナムホイールによる全方位置動による車体角度の制御を行っています。紙飛行機は、狙ったスポットに紙飛行機を着陸させるために、直線的に飛行できる紙飛行機としました。特に形状として飛行時の水平方向と垂直方向の安定性を高めるために、飛行機後方から見た形がきれいなT字になるように

作製しています。B1は、射出速度が上がると上方向に飛び上がる傾向があります。

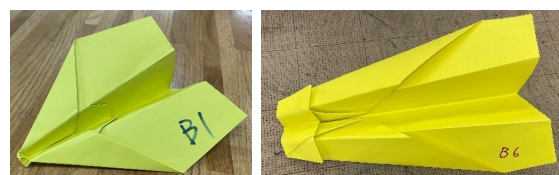


図10 大会で使用する紙飛行機（Bチーム）

2. 4 地区大会に向けての準備

地区大会に向け、大量の紙飛行機の作製と飛行試験を行いました。図11に大会で使用するために作製した紙飛行機の写真を示します。その他、他高専との交流を兼ねて、図12に示すチームロゴやPR資料、立て看板の作製を行いました。



図 1 1 大会で使用するために作製した紙飛行機



図 1 2 ロボット以外の作製物

2. 5 関東甲信越地区大会

表 3 に関東甲信越地区大会に参加したチームの構成員、表 4 に関東甲信越地区大会スケジュールを示します。関東甲信越地区大会では、9 校 10 キャンパスから 20 チームが出場しました。本校、A と B チームの戦略とアピールポイントは以下の通りです。

【A: ところ天こもり君 (チーム紹介シート抜粋)】

「変幻自在な射出機構によって、大量の紙飛行機

を① 何度も②同時に、③広範囲に発射することで、確実にスポットに着陸させます。【見所 1】安定して大量の飛行機を発射します。同時に 24 機の飛行機を飛ばします！【見所 2】飛行機の装填の状態に依らず、均一にかつ広範囲に飛行機が滑走します。【見所 3】広範囲にかつ自由自在に近くのスポット/遠くのスポットに狙いを定めます。【見所 4】24 機の飛行機による、ブルーインパルスのような“美しい”編隊飛行。繊細かつ豪快に大量の紙飛行機が発射され、スポットや滑走路が紙飛行機でてんこもりになる様子をご覧ください！」

【B: ドラム犬マッハ号 (チーム紹介シート抜粋)】

「コミカルなロボットで、紙飛行機を安定した直線的な飛行で全てのスポットを狙い V ゴールを目指します。①飛行機の射出速度、高さ、方向を調整する事で、紙飛行機を 2m~22m の範囲で飛ばす事ができ、スタートゾーン付近から全てのスポットを狙う事ができます。②ドラム機構を 2 機搭載しており、各 27 機、合計 54 機の紙飛行機を連続的に飛ばす事ができます。③確率論ではなく、スポットを着実に狙って行きます。④紙飛行機の安定した飛行と滞空時間が長い為、射出から飛行、着地まで、目視する事ができ、目が離せないドキドキワクワクの時間の演出、会場を沸かせたいです！！」

関東甲信越地区大会の様子を図 13、結果を表 5 に示します。A チーム「ところ天こもり君」は、第 2 試合にて、バルブの開け忘れによって大幅なタイムロスをして 1-1 と同点となり、審査員判定 0-4 で敗退しました。続く第 3 試合では、2-0 で勝利しましたが、予選敗退となりました。一方、B チームは、予選ラウンド第 1 試合にて 6-0 で勝利、続く第 4 試合で 3-3 と同点になりましたが、紙飛行機が載ったスポットの違いにより敗退し、決勝トーナメントには進出できず、予選ラウンド敗退となりました。しかしながら、技術力が認められ、「技術賞」を受賞し、審査員推薦チームとして、全国大会に駒を進めることができました。

表 3 関東甲信越地区大会チーム構成員

チーム	A	B
メンバー	8 名	8 名
4 年	1	2
3 年	2	2
2 年	1	2
1 年	3	2
チームリーダー	M4	EE3

EE: 電気電子創造工学科、M: 機械工学科

表 4 関東甲信越地区大会スケジュール

10月3日(月)	
17:30	抽選会
10月15日(土)	
9:00	集合
12:30	リハーサル
15:30	デストラン
18:00	指導教員会議
19:00	出場チーム下校
10月16日(日)	
9:00	会場集合
12:00	開演
13:00	予選ラウンド開始
17:30	表彰式
18:00	閉演、後片付け
18:30	全国大会出場チーム説明会
19:00	下校



図 1 3 地区大会の様子

表 5 関東甲信越地区大会競技結果

予選A グループ	第1試合	第2試合	第3試合	第4試合
	第1試合	第2試合	第3試合	第4試合
1 群馬B	1			1
2 産技品川B	0		0	
3 長岡A		1判定(3)		0
4 小山A		1判定(0)	2	
予選C グループ	第1試合	第2試合	第3試合	第4試合
	第1試合	第2試合	第3試合	第4試合
1 小山B	6			3(スポット2)
2 長野A	1		3	
3 茨城B		1	0	
4 群馬A		6		3(スポット3)

2. 6 全国大会に向けての準備

全国大会に出場する B チームは、図 14 に示すように、PR 資料の作成や積載量を増やすための枠台車の改造を行いました。ロボットの改造は、さらに高得点が得れるように、紙飛行機の射出機構と飛行機の搭載数アップ、直進性が高い紙飛行機の作製など、試行錯誤しながら改良を行いました。図 15 に、全国大会で使用した紙飛行機を示します。練習も相当行いましたが、紙飛行機の個体差が大きく、ロボットの調整が非常に難しい状況でした。

PR 資料

木枠台車



図 1 4 地区大会の様子



図 1 5 B チームが全国大会で使用した紙飛行機

図 16 に全国大会仕様の B チーム「ドラム犬マッハ号」を示します。「近未来の飛行機の立体駐機場をイメージしています。飛行機をクリップで1機づつ搭載し、クリップの回転で送り出しベルトとドラム機構の付いたカタパルトに飛行機をスタンバイさせます。車輪の着いた板を飛行機に押し当てる事でドラムに送られ、飛行機が射出されます。全てのスポットを狙うために、①昇降機構による射出高さの制御、②ドラムの回転数による射出速度の制御、③メカナムホイールによる全方位移動による車体角度の制御を行っています。戦略とアピールポイントとして、私たちは、「量より質! 紙飛行機を狙ったスポットに一直線、同一軌道で飛行させ確実に得点を獲得」この事を本競技課題の解と考え、4つの課題を設定し、紙飛行機を主体にロボットの開発を行いました。【課題①】長く直線的に飛ぶ飛行機の開発→1000 機以上の

試作機を作製。究極の紙飛行機を選定【課題②】形状を保つ搭載方法→専用クリップにより1機ずつ搭載（最大54機）【課題③】同一速度で発射機構に搬送する方法→送り出しベルトにより、一定速度で搬送【課題④】安定した飛行機の発射→発射時の紙飛行機の形状変化を抑制するためのT字形の安定板を設置。【課題解決を行った結果】折った紙飛行機の性能を100%活かし、再現性のある安定飛行を実現。」

2. 7 全国大会

表6にチーム構成員、表7に全国大会のスケジュール、図17に全国大会の様子を示します。チームメンバーは地区大会から、人員を入れ替えました。全国大会は、1年ぶりに両国国技館で開催されました。全国大会には、各地区大会の代表チーム25チームと競技委員会推薦チームの1チームを含めた計26

チームにて競い合いました。表8に全国大会の結果を示します。結果として、第一試合の大島商船高専、第二試合の国際高専に勝ち、準々決勝に駒を進め、本大会優勝校の奈良高専と対戦し、Vゴールで敗れ、ベスト8という結果になりました。苦戦を強いられた理由の一つに、電波状況が悪く、ロボットが思い通りに動かない場面があったとの事で、今後、コントローラー等を検討する必要があるという知見を得ました。

表6 全国大会チーム構成員

チーム	Bチーム
メンバー	8名
4年	3(M:1名, EE:2名)
3年	3(M:1名, EE:2名)
2年	2(M:2名)
チームリーダー	EE3

EE：電気電子創造工学科、M：機械工学科

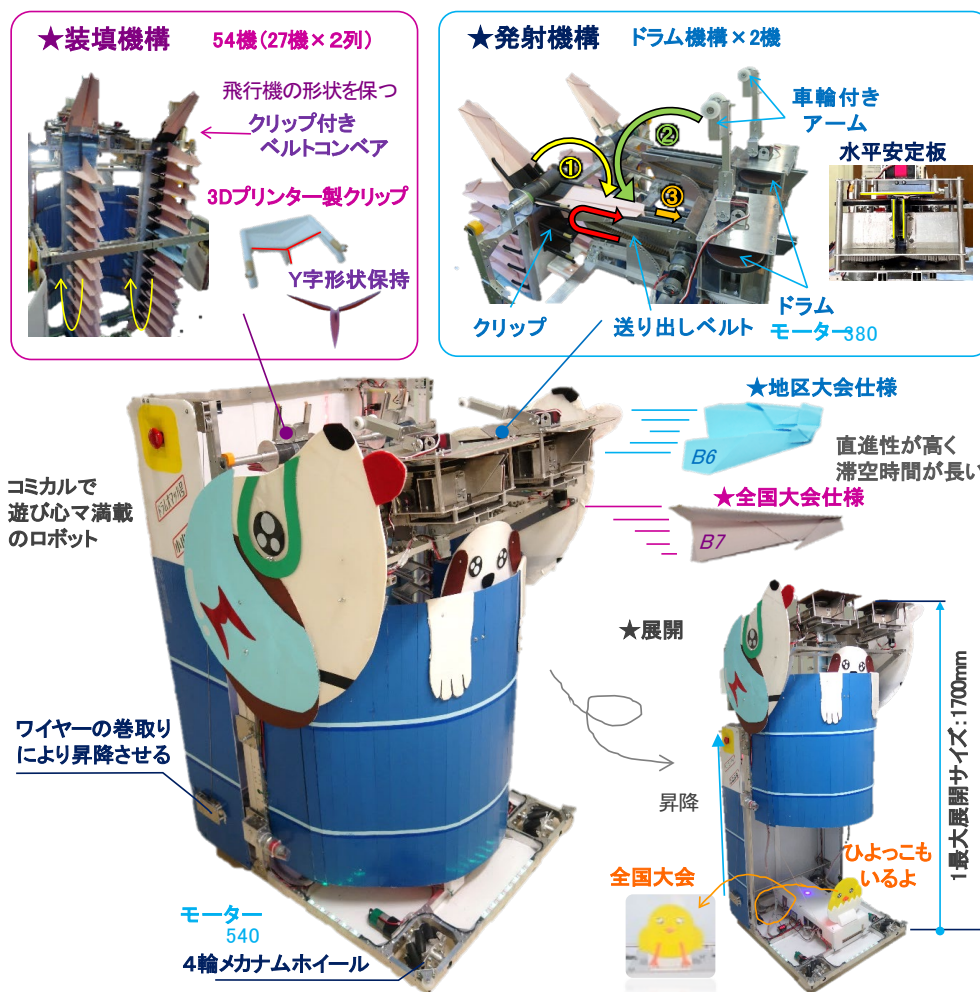


図16 Bチーム「ドラム犬マッハ号」全国大会仕様

表7 全国大会スケジュール

11月24日(木)	
17:00	ロボット搬出
11月26日(土)	
7:00	小山駅・集合
10:45 - 12:00	受付
12:30 - 13:00	オリエンテーション
13:00 - 13:30	安全管理委員会
13:00 - 18:45	計量・計測
13:15 - 18:00	試走場
13:30 - 18:45	テストラン
19:00 - 19:30	指導教員会議
20:00	出場チーム下校
11月27日(日)	
8:15 - 8:50	会場集合
9:30 - 10:30	カメラリハーサル
10:00 - 11:30	計量・計測
11:00 - 11:30	安全管理委員会
12:15	開演スタンバイ
12:30 - 17:15	大会本番
17:50	表彰式
19:00	退館
21:00	小山駅・解散



図17 全国大会の様子

表8 全国大会結果

	対戦校	結果(得点)
第1試合	大島商船高専	0-0 (判定4)
第2試合	国際高専	4-3
第3試合	奈良高専	0-V(0:30)

※第3試合：準々決勝（敗れてベスト8）

3. あとがき

高専ロボコン 2022 ロボコンプロジェクトは、コロナ禍の影響を受け、活動時間などで制約を受けながらの活動でした。関東甲信越地区大会では、本校が担当校であり、普段から気合を入れて練習を行いました。しかしながら、紙飛行機を目的の場所に着陸させるのが非常に難しく、大会ギリギリまで調整を行いました。その結果虚しく、A チームと B チームともに予選ラウンドで敗退してしまいましたが、B チームの「ドラム大マッハ号」が、技術賞を受賞し、全国大会に駒を進めました。全国大会では、2 勝し準々決勝まで進み、本大会優勝校の奈良高専との試合に敗れ、ベスト8 という結果となりました。今年度は、ロボットと紙飛行機ともに良いモノ、あるいは飛ばす機構との相性が重要であり、ロボコンプロジェクトとしては、士気が上がらず、調整が間に合わず、納得のいく形で大会を迎える事が出来なかった事が最大の敗因であり、時間管理の大切さを学んだ年でした。

参考文献

- 1) 萱原正嗣：闘え！高専ロボコン ロボットにかける青春、KK ベストセラーズ、pp.242-258 (2017)
- 2) 床井良徳、井山徹郎、池田富士雄、宮田真理：史上初、高専ロボコン全国大会 2 チーム出場～18 年ぶりの地区大会優勝、8 年ぶりの全国大会へ、長岡工業高等専門学校研究紀要、54 巻、pp.49-61 (2018)
- 3) 床井良徳、田中昭雄、SAM ANN RAHOK、岡田晃、伊澤悟、増山知也、今泉文伸、井上一道：史上2校目、高専ロボコン全国大会2チーム出場—高専ロボコン2019地区大会：同校決勝戦、全国大会：準優勝—、小山工業高等専門学校研究紀要、第53号、pp.10-19 (2020)
- 4) 床井良徳、田中昭雄、SAM ANN RAHOK、岡田晃、伊澤悟、増山知也、今泉文伸、井上一道：高専ロボコン2020でのロボコンプロジェクトの活動報告—高専ロボコン初優勝の軌跡—、小山工業高等専門学校研究紀要、第54号、pp.20-29 (2021)
- 5) 床井良徳、田中昭雄、SAM ANN RAHOK、岡田晃、伊澤悟、増山知也、今泉文伸、井上一道：高専ロボコン2021完全制覇—2年連続の優勝&ロボコン大賞—、小山工業高等専門学校研究紀要、第55号、pp.16-25 (2022)

[受理年月日 2023年9月15日]