

ロボコンプロジェクト 2021 活動報告 *

山田大将*¹・春日貴志*²・百瀬成空*³・花岡大生*⁴
 召田優子*⁵・小林茂樹*⁶・平戸良弘*⁷

Report for Robocon – Project Activities in 2021

YAMADA Hiromasa, KASUGA Takashi, MOMOSE Noritaka, HANAOKA Daiki
 MESUDA Yuko, KOBAYASHI Shigeki, and HIRATO Yoshihiro

キーワード：ロボコン，BAKUSOKU☆DOMINO 2.0，雨のミュージカル

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 2021¹⁾は、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、昨年度²⁾と同様にオンラインにて地区大会が開催されました。一方で、全国大会はコロナ禍前^{3)~1)}と同様に東京の両国国技館にて開催となりました。2年ぶりの対面で、観客も入れたリアル大会の開催は、ロボコンに関わる全ての方々が待ち望んでいたことだと思います。

2021年度は、前年に続きコロナ禍での新学期開始となりました。しかし、課外活動等に制限はあったものの対面授業を基本的に行う事ができるなど、新年度開始後すぐに休校となった2020年度と比べると、大幅に制限は緩和されました。社会的にも、2020年は全国高校野球選手権大会も春夏共に中止になるなど厳しい制限下にありましたが、2021年は様々な大会がコロナ対策をして観客数に制限を設けた上で開催されました。with コロナ時代の大会開催が模索される中で、高専ロボコンもオンライン・リアル共に対応可能なルールで大会開催が発表されました。

2021年度の大会はコロナ禍前までの大会と同様

に、各高専から2チームがエントリーするルールでしたので、長野高専からはAチーム「BAKUSOKU★DOMINO 2.0」とBチーム「雨のミュージカル」の2チームが参加しました。

2020年度と比べてコロナ禍の制限が緩和している状況でのロボット製作にはなりましたが、課外活動への時間制限は厳しく、ロボット製作時間の確保は2021年度も大きな課題となりました。ロボットのサイズが小型で自宅での製作作業が可能であった2020年度とは異なり、2021年度のルールではロボットのサイズはコロナ禍前と同程度に戻りました。そのため、カメラワークの頑張りでも小さいロボットも迫力ある映像に仕上げることができたオンライン開催とは異なり、現地開催を見据えて会場での見栄えを考慮すると、制限範囲ギリギリの大きさのロボットを製作することが求められます。そのため、部品の加工は工場で行う事が必須となり、自宅や寮でのロボット製作はほとんど行う事ができませんでした。工場での部品加工では、準備や片付けの時間を考慮する必要があるため、活動時間制限の厳しい平日放課後には十分に加工を進めることができません。休日にも朝から夕方までの活動はなかなか許されず、夏休み中の活動も感染拡大と重なってしまった為に大きく制限が設けられたため、前年度よりもロボット製作に関しては厳しい状況となりました。これは、コロナ禍による活動制限に加えて、教員の働き方改革による課外活動時間の短縮も大きく影響したと言えます。このことは、アフターコロナにおいても作業時間は大きく増えないことを意味します。したがって、効率的なロボット製作や部品加工時間の確保が引き続き大きな課題となります。2021年度は、ア

* 本活動は、令和3年度運営費、後援会、同窓会、技術振興会などの助成を受け実施された。

*1 工学科 機械ロボティクス系 准教授

*2 工学科 情報エレクトロニクス系 教授

*3 工学科 情報エレクトロニクス系 准教授

*4 工学科 機械ロボティクス系 准教授

*5 工学科 情報エレクトロニクス系 准教授

*6 工学科 リベラルアーツ教育院 教授

*7 工学科 リベラルアーツ教育院 准教授

アイデア出しや打ち合わせ等は前年度から本格的に運用されている Microsoft Teams を使ってオンラインで行い、対面で活動できる時間中は加工や組立等の実作業に集中できるような取り組みを行いました。それでも部品加工は十分に行えず、結果的には OB にも加工作業のサポートを依頼する等して、どうにかロボットの製作を行う事ができました。コロナ禍の中のロボコンも 2022 年度で 3 年目となります。制限があるなかでの作業に関する様々な経験値が蓄積できているため、今後の活動でも活かしていくことを期待したいです。

以上のように困難な状況ではありましたが、全 2 チームがロボットを完成させて地区大会に臨み、演技を披露することができました。A チーム「BAKUSOKU★DOMINO 2.0」はドミノを立てるロボット、B チーム「雨のミュージカル」は傘を使ったパフォーマンスを行うロボットを製作しました。どちらのロボットも完成度の高いパフォーマンスを行い、19 チーム中 A チームは 4 位、B チームは 5 位タイの高得点を獲得することができました。また、A チームはその技術が高く評価されてロボコン 3 賞の 1 つである技術賞を受賞し、B チームは推薦枠として全国大会出場を決めました。

全国大会は久しぶりのリアル開催ということもあり、多くのチームが思うようにロボットを動かさない中で、長野高専 B チームはノーミスでパフォーマンスを行うことができました。その結果、4 つある採点項目の内「技術の達成度」が満点となり、トータルで 87.7 点（全体で 9 位タイ）の高得点をマークしました。また、特別賞（田中貴金属グループ）を受賞することができました。長野高専が全国大会で賞を受賞するのは 3 年連続となりました。

昨年度に続くコロナ禍という困難な状況下でしたが、高専ロボコンが開催されることに感謝し、大会で最高のパフォーマンスができるように日々精進してまいりました。多くの場面で例年にはない難しさがありましたが、様々な方々からのサポートにより活動を進めることができました。

地区大会は遠隔開催、全国大会は現地開催となりましたが観客数に制限がある状態となったため、コロナ禍前のように大会の様子を直接ご覧いただくことは難しい状況でした。しかし、多くの学生、ロボコン OB・OG、保護者、同窓生、学校教職員、地域の皆様が遠隔でも参加し、熱い声援を送ってくださいました。皆様に深く感謝するとともに、今後の活動におきましてもご支援を頂けますようお願い申し上げます。

2. テーマとルール

2021 年度高専ロボコン大会の競技課題名は「超絶機巧（すごロボ）」です。自分たちがこだわってきた技術、挑戦してみたい新しい技（ワザ）を徹底的に追求し、「すごい！技のロボット」を製作し、「このロボット、いいね！」「このロボット、欲しい！」「このロボット、すごい！」と思ってもらえるパフォーマンスを見せます。昨年度同様に、学生が自らテーマ設定等を行う事が求められ、何を見せるか考える必要があります。また、自分たちのロボットをプレゼンでアピールする「すご技プレゼン」が 30 秒あり、この時間をどのように有効活用するかも鍵となります。以下に大会ルール等の詳細を記述します。

2-1 大会概要

ルール発表があった 4 月末時点では地区大会・全国大会ともに会場に集まって行う「リアル大会」を予定していましたが、地区大会が近づく 8 月～9 月は感染拡大傾向が強くなり、地区大会はオンライン開催となりました。一方で、全国大会は当初の予定通り、リアル大会が実現でき、「高専ロボコンの聖地・国技館」での開催となりました。

パフォーマンスは各チーム 1 回披露できます。各チームには地区大会では縦 6000 mm × 横 6000 mm、全国大会では縦 8000 mm × 横 8000 mm の平らなフィールドが与えられ、ロボットはフィールド内の好きな場所からパフォーマンスを始めます。パフォーマンスには小道具を使うこともでき、パフォーマンス中にプレゼンを行う事も可能です。このパフォーマンスを審査員が点数化します。

2-2 出場ロボット

1 チームのロボットは 3 台までの制限があります。ロボットはそれぞれフィールド内の好きな場所からスタートできますが、一か所に集めた時、縦 1500 mm × 横 1500 mm × 高さ 1200 mm の中に収まる形状でなければなりません。その上で、ロボット 1 台のサイズは縦 1000 mm × 横 1000 mm × 高さ 1200 mm 以内である必要があります。スタート後は上空を含めてフィールドを出てはいけませんが、高さは 2500 mm 以下であれば展開は自由です。ただし、片付けを 1 分以内で終わらせる構造である必要があります。ロボット 1 台の重量 25kg 以下で、すべてのロボットの合計は 50kg 以下の制限があります。

すべてのロボットは自発的な動力を持つ必要があります。ばねやゴムなども認められます。圧縮空気の使用も可能ですが、これまでのようにペットボトルを使用することは禁止で、タンクを使う必要がありま

表 1 電力を使用する場合の仕様.

電圧	駆動系: ≤ 24 V 回路系: ≤ 24 V
電流	30 A 以下のヒューズを入れること
種類	一次電池ならびに二次電池

す. ゲージ圧力は常温で 0.75 Mpa を超えてはいけません. 駆動系動力として電力を使用の場合は, 表 1 に従う必要があります.

2-3 小道具

パフォーマンスでは, 小道具を使用することができ, ロボットがスタート時から保持していることも可能です. しかし, 危険物やフィールドを汚す可能性があるもの, 液体の使用は禁止されています. また, LED を光らせる, 音を出すなどに使用する電力は認められますが, 「何らかの動作をするための動力」を搭載することは認められません.

2-4 コンテストの評価

審査のポイントとして, 下記の A、B、C、D をそれぞれ 25% ずつの割合で点数化します.

- ① チームがこだわった技術の難易度とその達成度
 - A: 技術の難易度と独創性
→ 技術の難易度とその独創性などが評価されます.
 - B: 技術の達成度
→ 挑戦した技術がパフォーマンスの中でどのくらい達成されているかが評価されます.
- ② ロボットのアイデアとパフォーマンスのすばらしさ
 - C: ロボット全体の完成度
→ 機能的なデザインや, 魅力的な装飾, 素材や安全性へのこだわり, などロボット全体の完成度が評価されます.
 - D: パフォーマンスにおける表現力
→ 見ている人が「すごい!」と思うようなパフォーマンスを披露できたか, そのアイデア・コンセプト・演出などが評価されます.

3. 指導教員体制

表 2 に, 2021 年度ロボコンプロジェクトの担当教員の一覧を示します. 専門学科教員が 5 名, 一般科教員が 2 名の計 7 名の教員による体制で 2021 年度の活動をサポートしました.

4. 製作したロボット

4-1 A チーム「BAKUSOKU★DOMINO 2.0」

A チームは, 1 年生 2 名, 2 年生 6 名, 3 年生 3 名, 4 年生 3 名, 合計 15 名のチームです. 2020 年大会で同じようにドミノに挑戦して失敗してしまっ

表 2 教員の構成と役割分担 (敬称略).

氏名	所属学科	分担
山田大将	電子制御	総括
		休日対応管理 予算管理 技術アドバイス チーム指導教員
春日貴志	電気電子	科学イベント統括 技術指導 休日対応
		予算管理
百瀬成空	電気電子	技術アドバイス 休日対応
		技術指導 休日対応
花岡大生	電子制御	チーム指導教員 予算管理
		技術アドバイス 休日対応
召田優子	電子制御	学生指導 休日対応
		学生指導 休日対応
小林茂樹	一般	学生指導 休日対応
		学生指導 休日対応
平戸良弘	一般	学生指導 休日対応
		学生指導 休日対応



図 1. A チーム ロボットの写真.

た長野高専 A チームのメンバーが中心となって, 再集結したチームです. チーム名にもあるようにドミノを立てるパフォーマンスを行います.

図 1 に示すロボットがドミノを立てます. 大きさはスタート前後で変わらず, 縦 768 mm × 横 864 mm, 高さ 550 mm, 重量 12.2 kg です.

このロボットは足回り機構, ドミノ装填機構, ドミノを立てる機構で構成されており, ドミノはカートリッジを取り付けて装填します. また, ドミノは市販のものではなく, サイズや重心を適切に調節した自作のドミノを使用します. 足回り機構にはウォームギアを使用し, 正確な位置精度を実現しています. 装填機構はスライダクランク機構を用いており, 10 列同時にドミノを装填することが可能です. ドミノを立てる機構の説明図を図 2 に示します. リンク機構と噛む機構を用いて次の様な流れで正確に立てることが可能です. ① リンク A がドミノを上から

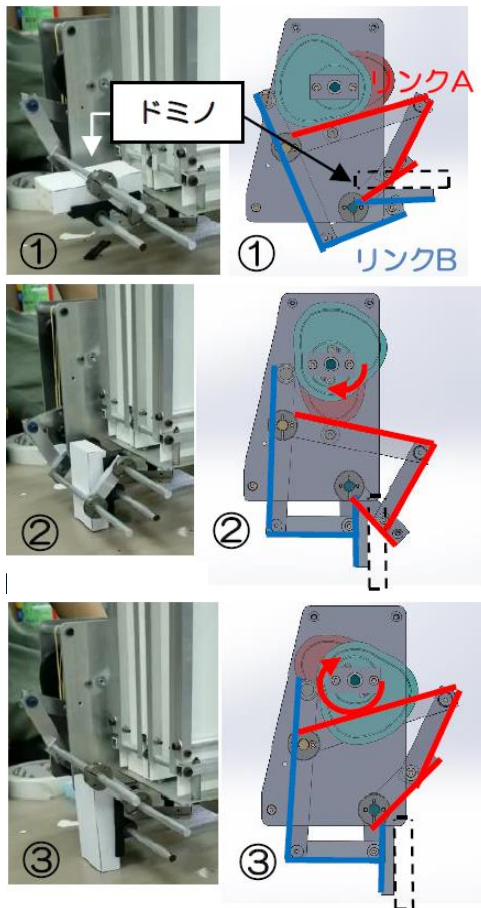


図 2. A チーム ドミノを立てる機構.

挟み込みます。② リンク A とリンク B が同時に 90° 下に回転し、ドミノを立たせます。③ リンク A が上に上がり、ドミノを離します。その後、ロボットが前進し、リンク B も①の位置に戻ります。なお、リンク機構と装填機構は 1 つの同じモーターで駆動させることで同期しています。地区大会で実際に立て、その後倒したドミノの様子を図 3 に示します。2021 年の高専ロボコンでは、長野高専以外にもドミノロボットは複数のチームが取り組んでいましたが、一つも倒さずに予定通り全てのドミノ 220 個を立てたロボットは長野高専 A チームのみでした。

全国大会に行くことは出来ませんでした。前年に失敗した「ドミノ立て」を大会という大舞台で実現することができ、「技術賞」を受賞した点は、素晴らしい結果であったと感じます。

4-2 B チーム「雨のミュージカル」

B チームは 1 年生 9 名、2 年生 4 名、3 年生 4 名 4 年生 1 名の合計 18 名のチームです。

図 3 に示すように、カエルをモチーフにしたロボット「ぴちゃん」がチームメンバーと一緒に踊るパフォーマンスを行います。ロボットのサイズは、ス



図 3. A チーム 地区大会で立てたドミノ。



図 4. B チーム ロボットの写真。

タート前が縦 1000 mm × 横 770 mm、高さ 1180 mm、スタート後に縦 1350 mm × 横 1210 mm × 高さ 1620 mm に展開します。重量 24.3 kg です。

このロボットは 4 輪オムニの足回り、傘動作機構、投射機構で構成され、小道具の傘を保持しています。傘動作機構は、傘を 2 軸方向に回転させたり、傘の開閉を行ったりする事ができ、空間を立体的に使って傘を動かします。足回り機構や傘動作機構は地区大会と全国大会では基本的には同じ構造を用いました。一方で、投射機構は地区大会と全国大会とでは大きく変更がありました。地区大会の時はエアシリンダを用いた機構、全国大会では定荷重バネを用いた機構となっています。図 5 にそれぞれの機構を用いた際の傘の投射状況を示します。投射した傘は、地区大会では～1500 mm でしたが、全国大会では約 2 倍の～3000 mm まで投射することができました。その他に、全国大会では手を振る機構や画像認識でロボットの顔が動く機構等が追加されました。

長野高専 B チームはロボットと人のコラボレーションや傘を投げ上げる機構が評価されて全国大会に

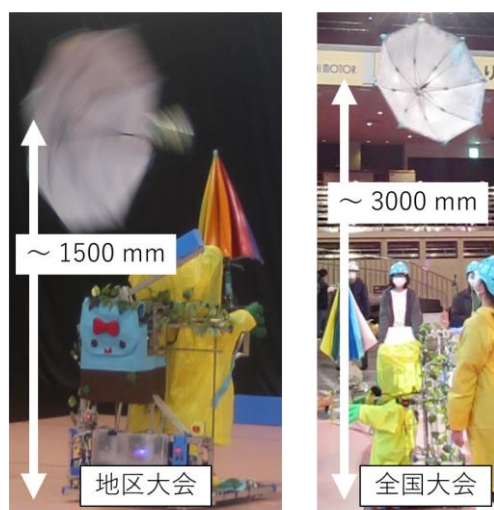


図 5. B チーム 傘の投射。

進むことができました。

5. 地区大会結果

高専ロボコン 2021 関東甲信越地区大会は、令和 3 年 10 月 31 日（日）にオンラインで開催されました。大会の様子は YouTube¹²⁾からご覧いただけます。

関東甲信越地区大会には、10 校 19 チームが参加しました。大会の結果は優勝が東京高専 A チーム、準優勝が小山高専 B チームでした（表 3）。全国大会には、優勝の東京高専 A チームと推薦を受けた小山高専 B チーム、長野高専 B チーム、群馬高専 A チームの計 4 チームの出場が決まりました。

長野高専 A チームは、19 チーム中 4 位、B チームは 19 チーム 5 位タイの高得点（表 4）をあげることができました。長野高専 A チームは「ドミノを正確に立てる」という技術力が評価されて、地区大会ではロボコン 3 賞の一つである技術賞を受賞しました。長野高専 B チームは、人とロボットのコラボレーションや傘の投射が評価され、推薦枠で全国大会へと進むことができました。

6. 全国大会結果

高専ロボコン 2021 全国大会は令和 3 年 11 月 28 日（日）に東京都両国国技館で開催されました。地区大会と同様に YouTube¹³⁾で大会の様子をご覧いただけます。

全国大会には、各地区大会で最優秀賞となったチームと審査員推薦枠に選ばれたチームが出場できます。2021 年の大会では、全国大会前に競技委員会推薦で選ばれた 1 チームも加えた合計 26 チームが出場しました。大会の結果はロボコン大賞と優勝が小

表 3 関東甲信越地区大会表彰校。

賞	チーム名
優勝	東京 A
準優勝	小山 B
アイデア賞	東京 B
技術賞	長野 A
デザイン賞	小山 A
特別賞	長岡 A
特別賞	産技品川 A
特別賞	産技荒川 A
特別賞	サレジオ A
特別賞	群馬 B
特別賞	木更津 A
特別賞	群馬 A

表 4 長野高専 A, B チームの地区大会結果。

チーム	点数	順位
長野 A	34.0	4
長野 B	33.0	5

表 5 全国大会表彰校。

賞	チーム名
ロボコン大賞	小山
優勝	小山
準優勝	呉
アイデア賞	香川（宅間）
技術賞	香川（高松）
デザイン賞	大分
アイデア倒れ賞	石川
特別賞	鈴鹿
特別賞	熊本（八代 A）
特別賞	沖縄
特別賞	熊本（熊本）
特別賞	長野
特別賞	熊本（八代 B）
特別賞	苫小牧

山高専、準優勝が呉高専でした（表 5）。

関東甲信越地区の推薦チームとして全国大会に駒を進めた長野高専 B チームは、87.7 点という全体で 9 位タイの得点を獲得しました。久しぶりのリアル開催ということもあり、多くのチームが思うようにロボットを動かせない中で、長野高専 B チームはノーマスでパフォーマンスを行うことができました。その結果、前述の 4 つある採点項目の内「技術の達成度」が満点となりました。また、特別賞（田中貴金属グループ）を受賞することができました。

7. 令和 3 年度広報活動

R3 年度も前年度に引き続き、コロナ禍のため多くの出前授業やイベントが中止となり、コロナ禍前のような活動をすることは出来ませんでした。しか

し、長野市少年科学センターでの展示や実演は例年通り行う事ができました。長野市少年科学センターは令和4年3月末をもって閉館となる事が決まっていたため、同館で展示・実演を行う事はこれが最後となりました。長野市少年科学センターでは、これまで毎年のように、多くの子供達の前で実演を行う事ができ、「高専ロボコン」や「長野高専」に関する情報発信を行う事ができました。この場を借りて御礼申し上げます。

8. 総括

2年連続でコロナ禍のロボコンとなり、年度当初はロボコンへの熱意が冷めてしまった学生もいる様子でしたが、徐々に熱も高まり、前年の経験も活かした活動を行う事ができました。結果として、7年連続で全国大会に出場することができました。2022年もまだまだ新型コロナウイルスは猛威を奮っている状況です。with コロナの経験を積み重ねてきてはいますが、いろいろな制限が未だ多く残っています。このような状況下であってもロボコンに向き合えることに感謝し、活動を進めて参ります。関係する皆様におかれましては、引き続きご助言、ご支援のほどよろしくお願いいたします。

9. 謝辞

ロボコンプロジェクトの活動実施にあたり、学校、後援会、同窓会、技術振興会の皆様から多額の資金援助を賜りました。また、活動を進めるにあたり、多くの教職員の皆様には様々な場面でご支援賜りました。加えて、本稿執筆にあたり、本プロジェクトの学生には資料提供等のご支援賜りました。皆様方にはこの場をお借りして深く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 高専ロボコンオフィシャルサイト,
<https://official-robocon.com/kosen/>
- 2) 山田他：ロボコンプロジェクト 2020 活動報告,
長野工業高等専門学校紀要, 第 55 号 (2021.6) ,2-3
- 3) 森山他：ロボコンプロジェクト 2011 活動報告,
長野工業高等専門学校紀要, 第 46 号 (2012.6) ,2-5
- 4) 森山他：ロボコンプロジェクト 2012 活動報告,
長野工業高等専門学校紀要, 第 47 号 (2013.6) ,2-5
- 5) 宮下他：ロボコンプロジェクト 2013 活動報告,
長野工業高等専門学校紀要, 第 48 号 (2014.6) ,2-4
- 6) 宮下他：ロボコンプロジェクト 2014 活動報告,
長野工業高等専門学校紀要, 第 49 号 (2015.6) ,2-2
- 7) 宮下他：ロボコンプロジェクト 2015 活動報告,

- 長野工業高等専門学校紀要, 第 50 号 (2016.6) ,2-1
- 8) 宮下他：ロボコンプロジェクト 2016 活動報告,
長野工業高等専門学校紀要, 第 51 号 (2017.6) ,2-1
- 9) 宮下他：ロボコンプロジェクト 2017 活動報告,
長野工業高等専門学校紀要, 第 52 号 (2018.6) ,2-1
- 10) 宮下他：ロボコンプロジェクト 2018 活動報告,
長野工業高等専門学校紀要, 第 53 号 (2019.6) ,2-1
- 11) 宮下他：ロボコンプロジェクト 2019 活動報告,
長野工業高等専門学校紀要, 第 54 号 (2020.6) ,2-1
- 12) YouTube ロボコン公式 【高専ロボコン 2021】
関東甲信越地区大会
<https://www.youtube.com/watch?v=S-8Iz0e02Xk>
- 13) YouTube ロボコン公式 【高専ロボコン 2021】
全国大会
<https://www.youtube.com/watch?v=jYfVcULn21g>