

コマ大戦チャレンジプロジェクト実施報告 2018-2020

小山真二郎*1, 菅原利弥*1, 加藤武信*1, 高橋裕司*1, 櫻井祥平*1, 石川信幸*2

KOMA-TAISEN Challenge Project Implementation Report 2018-2020

Shinjiro KOYAMA, Toshiya SUGAWARA, Takenobu KATO, Yuji TAKAHASHI,
Shouhei SAKURAI and Nobuyuki ISHIKAWA

KOMA-TAISEN is a battle tournament between spinning tops. The tournament is sponsored by a non-profit organization for manufacturing companies and has been held in various cities in Japan since 2012. The tournament attracted the interest of educational institutions with machine shops and small and medium-sized enterprises because the World Championships were held in 2015 and 2020. The battle of tournament competes for the length of time that two spinning tops are spinning in a small circular ring. The player of each team must stand on the ring side and rotate the spinning top with only the fingers of one hand. The spinning top must be manufactured to realize unique ideas under the constraints of specific dimensions. Therefore, each team is required to have advanced processing technology to finish the dimensions and center of gravity of parts with high accuracy. In this project, students who were interested in machining participated in KOMA-TAISEN held in Miyagi prefecture from 2018 to 2020 with the goal of winning the student category. The purpose of this project was to learn advanced machining technology using machine tools such as lathes, and to learn the workflow by PDCA cycle.

KEYWORDS : KOMA-TAISEN, spinning top, mechanical processing, PDCA cycle

1. 概要と目的

全日本製造業コマ大戦（以下 コマ大戦）とは、いわゆる喧嘩ゴマのようなもので、各チームが規定寸法で独自のコマを製作し、土俵の上で片手の指を使って回転させる競技である¹⁾。図1に製作したコマの例と土俵の外観を示す。コマ同士がぶつかり合いながら回転の持続性を競うというシンプルな競技であるが、コマの寸法や重心位置などを高い精度に仕上げるための高度な加工技術が必要であり、コマの側面に突起をつけたり、回転中にコマを変形させたりして相手を弾き飛ばすアイデアや、相手のコマから回転エネルギーを奪う、衝突しないように土俵の隅で回転するアイデアなど、技術者としての感性が問われる。

コマ大戦は2012年から全国各地で開催され、また2015年および2020年には世界大会(世界コマ大戦)が開催されており、機械工場を持つ中小企業や教育機関などを中心に大きな盛り上がりを見せている。

本プロジェクトでは、本校で有志の学生メンバーを集い、宮城県で開催された仙南マシニングクラブ主催

(宮城県教育委員会後援)のコマ大戦しばた産業フェスティバル場所(2020年は「まほろばホール場所」という名称に変更)に出場して、企業チームなども参加する一般部門での上位進出、ならびに高校生や専門学校生のチームが参加する学生部門での優勝を目標とした^{2), 3)}。またコマ製作を通して、旋盤やその他の工作機械を用いた高度な機械加工技術を習得し、またアイデア構想～設計～製作～実験を繰り返すといった、PDCAサイクルによる仕事の流れを身に



図1 製作したコマの例と土俵の外観

*1 教育研究技術支援室 (Technical Support of Education & Research)

*2 総合工学科 (Dept. of General Engineering)

つけることを目的とした。

本報告では、プロジェクトが始まった2018年から2020年までの活動について報告する。

2. コマ大戦のルール

コマ大戦のルール¹⁾の概略を次に示す。直径250mm(凹R700mmの緩いすり鉢状)のケミカルウッド製の土俵上で、片手の指だけを使って自作のコマを回す。2チームが向き合って同時にコマを回し、先に土俵から出るか回転が止まったチームが負けとなる。動力を搭載することはできない(他県の過去の大会では、動力に関する規定が定められていなかったため、モーターを搭載したコマが優勝したことがある)。

コマの寸法は静止状態で、直径20.000mm以下、全長60.000mm以下とされる。あくまでも「静止状態」での寸法なので、回転中に變形して巨大化し、回転が止まると元の形状に戻るコマもある(回転が止まった後に元に戻らなければ失格)。使用できる素材についての制限はないが、コマ大戦しばた産業フェスティバル場所の学生部門では特別ルールとして素材を鉄鋼材S45C(以下S45C)に限定している。

3. プロジェクトの基本方針

本プロジェクトを実施するうえで最も重要視したことは、いかに学生自身に「能動的で自由な活動をさせることができるか」である。いわゆる受動的な「やらされる」活動ではなく、活動したくて仕方がない環境を学生に提供することを念頭に置いてプロジェクトを進めた。

まず「能動的な活動」を実現するために、教職員

は学生に対して製作工程の相談にのみ応対し、コマの設計・アイデア構想について一切の助言を与えないようにした。その結果、学生自身が実績のあるチームのコマの特徴を調査し、また学生同士の自発的な話し合いが生まれ、活発な活動ができるようになった。

また学生の作業を監督する教職員の立場から考えれば、活動日を指定して(例えば決まった曜日に)プロジェクトを進めていくほうが楽ではあるが、学生の「自由な活動」を実現するため活動日を指定せず、作業したい日にいつでも作業できる環境を与えた。

4. 年間スケジュール

例年、コマ大戦の日程が6月下旬に決まるため、本プロジェクトのスタートも毎年6月下旬からとなった。ただし2020年はコロナ禍であったため、夏季休業の8月からのスタートとなった。大まかな年間スケジュールを表1に示す。

5. 予算申請

本校の教育改革推進センターでは、毎年「教育関連プロジェクト」として4校時や放課後等の授業の無い時間の有効活用や新しい教育方法の研究などに対して支援を行っており、本プロジェクトも教育関連プロジェクトに申請して、採択されたテーマの一つである。

各年の予算配分額と予算執行の内訳について表2に示す。

表2 プロジェクト予算配分額と内訳

年度	予算配分額 (千円)	内訳 (千円)	
2018	100	材料費	26
		工具類購入費	26
		コマ見本購入費	25
		土俵購入費	23
2019	100	材料費	58
		工具類購入費	19
		土俵購入費	23
2020	54	材料費	35
		工具類購入費	9
		土俵購入費	10

表1 プロジェクトの年間スケジュール

時期	内容
6月下旬	年間スケジュール, 予算申請検討
7月上旬	ポスター掲示, メンバー募集
7月下旬	メンバー決定, 説明会
8月上旬	製作開始, 旋盤初心者講習
8月下旬	企業訪問
8月~10月	設計製作, 試技を繰り返す
10月上旬	学内代表決定戦, チーム決定
10月下旬~ 11月上旬	コマ大戦 本番

材料は、学生部門で使用する S45C 丸棒、一般部門で使用する真鍮丸棒、セラミックス製ボールなどを購入した。2019 年には高密度の銅タングステン丸棒を購入したため、材料費が高額となった。

工具類は、旋削用インサート（軟鋼加工用と難削材加工用）、溝入れ・突切り加工用バイトおよびインサートなどを購入した。

土俵は、コマ大戦協会から販売されている公式土俵および練習用土俵を購入した。公式土俵はケミカルウッド製で、キズや凹みが付きやすい消耗品である。

6. メンバー募集

7 月上旬にコマ大戦プロジェクト紹介ポスターを制作し、機械・エネルギーコース 2 年および 3 年教室の掲示板、総合科学教育棟 3 階（1 年生全体向け）および 2 階（2 年生全体向け）の掲示板、さらに創造教育センターの掲示板に掲示した。ポスターには敢えて詳しい説明を書かずに、コマ大戦世界大会の白熱した様子が見られる YouTube 動画の QR コードを掲示して、できるだけ多くの学生にコマ大戦を知ってもらうことを考えた。

さらに授業中に教職員から学生たちへ声がけし、2018 年は 8 名、2019 年は 11 名、2020 年は 5 名が参加することとなった。なお 2020 年はコロナ禍のため、表立って新規メンバーを募集することはせず、少人数で活動することとした。

7. 旋削加工の指導とコマ製作

コマの製作は、旋盤という工作機械を使用した旋削加工が主となるが、1, 2 年生のメンバーの中には、旋盤を使用していない学生も居るため、夏季休業中に旋盤初心者講習会を実施し、機械の使用手法や基本的な加工手法について指導した。図 2 に講習会の様子を示す。

夏季休業明けからは放課後の時間を利用して、各々のメンバーが創造教育センターでコマの設計・製作を行った。活動日を指定しない代わりに、センターでの作業について予約制として、前日までに予約を取り、教職員が対応できる場合のみ作業を許可した。

製作後には、練習用の土俵を用いて試技を繰り返して、回転持続性やコマ同士の当たり強さなどについてチェックした。

8. 企業訪問

全日本製造業コマ大戦では全国的に有名な企業であり、2015 年の世界大会で 3 位の成績を収めている株式会社 岩沼精工を夏季休業中に訪問し、コマ大戦の基本ルールからコマ回しの技術まで、ご指導いただいた。図 3 に訪問の様子を示す。

9. 学内代表決定戦とチーム編成

10 月上旬には、学生部門のルール（使用できる素材は S45C に限定）に則りメンバー各自がコマを 1 つずつ製作して、総当たりの個人戦を行った。図 4 に学内代表決定戦の様子を示す。

2018 年は一般部門に 1 チームと学生部門に 2 チームが参加登録できたため、個人戦の上位 3 名がチームリーダーとなり、敗者の中からチームメンバーをスカウトして、計 3 つのチームを作った。また話し合いにより、一般部門へ出場する 1 チームと学生部門へ出場する 2 チームを決定した。

2019 年は一般部門に 3 チームと学生部門に 2 チーム



図 2 旋盤初心者講習会の様子



図 3 企業訪問の様子

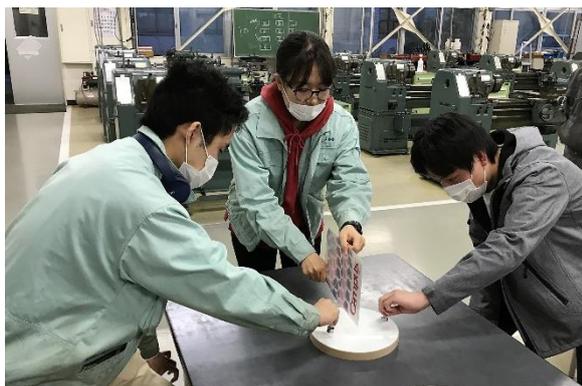


図4 学内での代表決定戦

ムが参加登録できたため、まず話し合いで一般部門に登録する3チームを決め(3,4年生メンバーで3つのチームを結成)、さらに学生部門に登録する2チームを個人戦で決定した(2年生の上位2名がチームリーダー)。

2020年はコロナ禍のため一般部門が開催されず、学生部門の開催のみであった。そのため個人戦での上位2名を選手として、他のメンバーは補欠・サポートとした。

10. コマ大戦 本番

10.1 しばた産業フェスティバル場所 2018

2018年10月21日、宮城県柴田郡柴田町立船岡小学校体育館にて、第2回コマ大戦しばた産業フェスティバル場所が開催された。学生部門には宮城県および福島県から14チーム、一般部門には全国から22チームが出場し、本校からは学生部門に2チーム、一般部門に1チームがエントリーした。

学生部門では、本校Aチームが2回戦で敗退するも、Bチームが接戦を制し優勝を果たした。コマ製作の精度も良かったと思うが、コマ回しの技術・作戦が他チームよりも長けていたことが大きな要因であると思われた。本校チームのコマを図5に、対戦の様子を図6に示す。

一般部門で本校のチームは初戦敗退したが、敗者復活戦で企業チームから勝利を挙げる健闘を見せた。2種類の真鍮でコマ本体を作り、さらに接地部分にセラミック球を圧入するという渾身の作品であったが、敗者復活戦2回戦で敗退してしまった。

10.2 しばた産業フェスティバル場所 2019

2019年11月3日、第3回コマ大戦しばた産業フェスティバル場所が開催された(2018年と同会場)。学生部門には宮城県、福島県および山形県から15チーム、また一般部門には40チームが出場し、本校からは学生部門に2チーム、一般部門に3チームをエントリーした。

学生部門では、本校Aチームが2回戦で敗退するも、Bチームが熱戦を勝ち抜き優勝した。決勝戦では、コマの側面に設けた突起で相手のコマを突き飛ばす作戦の対戦チームに対して、本校チームは『逆さゴマ』(上下逆さにしてコマを回す技法)で応戦し、僅差で競り勝ちした。同大会同部門では昨年に続く優勝となり、2連覇を達成した。学生部門表彰式の様子を図7に示す。

この年の一般部門は、勝ち抜ければ(3位以上)世界大会へ進出できる「東日本ブロック予選」という位置づけであった。本校は2チームが予選リーグを突破したが、決勝トーナメントでともに初戦敗退となった。企業チームの精密なコマ、高度なテクニックを見せつけられたが、優勝と準優勝とともに群馬県の高校生チームであり、衝撃を受けるとともに、高専生でも企業チームに勝ち優勝できる可能性があ

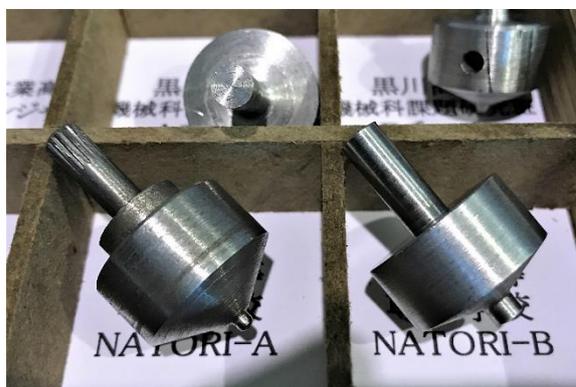


図5 本校チームのコマ (2018年学生部門)



図6 2018年コマ大戦の様子 (右が本校Bチーム)



図7 2019年コマ大戦表彰式の様子

るという希望を与えてくれた。

10. 3 学生大会まほろばホール場所 2020

2020年11月7日、宮城県黒川郡大和町ふれあい文化創造センターにて、コマ大戦 学生大会まほろばホール場所が開催された。なお、コロナ禍のため一般部門の開催は中止となっている。本大会には宮城県、福島県、山形県の高校、高専、専門学校から20チームが参加した。

本校からはA,Bの2チームが出場し、Bチームは早々に敗退するも、Aチームは決勝戦に進出した(図8参照)。Aチームのコマは大きくて重く(出場コマの中で最重量)さらに側面に突起を出した、いわゆる「飛ばし系」と呼ばれるタイプ(図9左)で、1回戦から準決勝まで相手のコマを文字通り弾き飛ばして危なげなく勝ち進めた。決勝戦では、対戦相手のコマがグルグルと逃げ回って持久戦に持ち込まれて僅差で敗退となり、準優勝となった。

11. 広報



図8 2020年コマ大戦の様子(左が本校Aチーム)

コマ大戦の結果について、本校 Web ページ「学生の活動」に記事を掲載した。また2018年の結果については、仙台高専だより第6号(2019年3月発行)にも記事が掲載されている。

2018年11月1日放送のミヤギテレビ「OH!パングス」では、メンバーの一人が“コマ女子”として大きく取り上げられた。校内でのコマ製作の様子や、コマ大戦本番での様子が紹介され、さらに本校チームの学生部門での優勝について放送された(図10参照)。本校のPRに繋がり、また宮城県の理系女子の増加に、多少なりとも影響を及ぼしたのではないかと考えている。

また本校の学園祭(高専祭)では、コマ大戦ブースを設置して本プロジェクトの活動を紹介し、お客様に土俵の上でコマを回していただき、対戦を体験していただいた。

12. アンケートとその評価

12. 1 アンケート結果

各年度の活動が終了したところで、メンバー全員



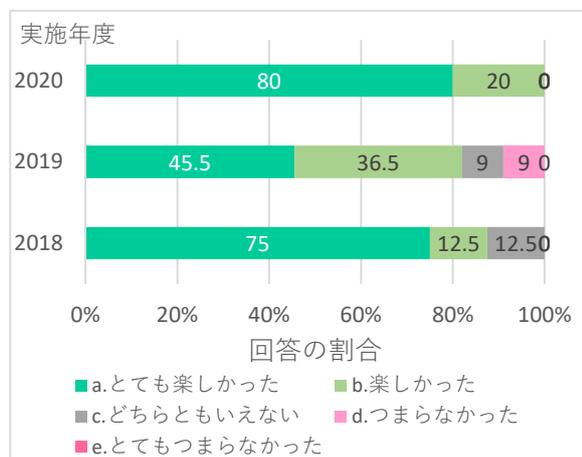
図9 本校チームのコマ(2020年)



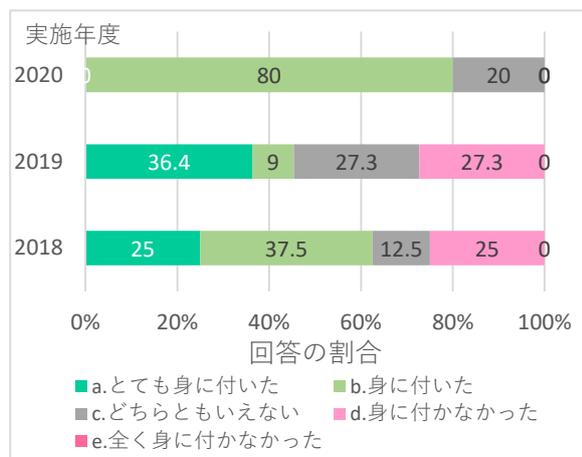
図10 ミヤギテレビでの放送

にアンケート調査を実施した。回答者数は2018年8人、2019年11人、2020年5人である。設問数は8問で回答は5段階で評価させた(設問3, 6, 8を除く)。設問内容と回答結果を以下に示す。

設問1 プロジェクトの活動は楽しかったですか？



設問2 目的の一つである「高度な加工技術」は身に付きましたか？

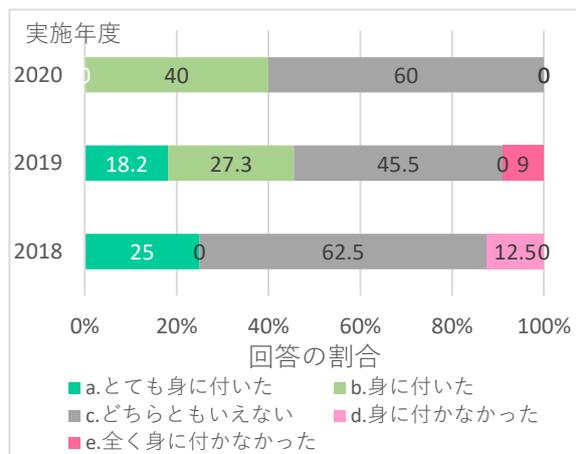


設問3 どのような加工技術が身に付きましたか？

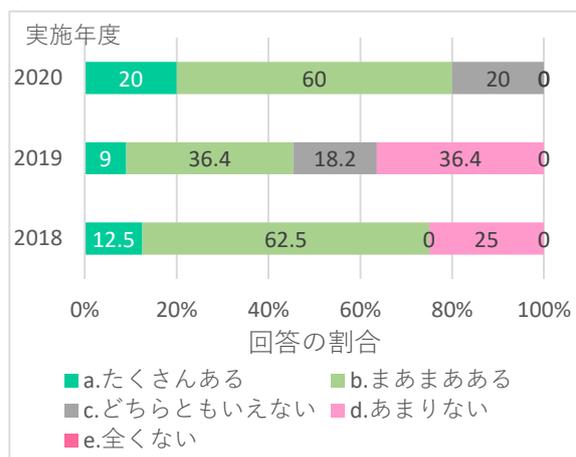
<回答>

- ・切削油の効果的な使い方
- ・精密な加工
- ・ローレット加工
- ・高硬度材料の加工
- ・はめあいの精度を出す技術
- ・手送りでの曲面の加工
- ・テーパ加工 (円錐状にする加工)
- ・先端を針のように加工する技術
- ・高速な加工速度での切削

設問4 もう一つの目的である「PDCA サイクルによる仕事の進め方」は身に付きましたか？



設問5 今後の人生に役立つことはありますか？

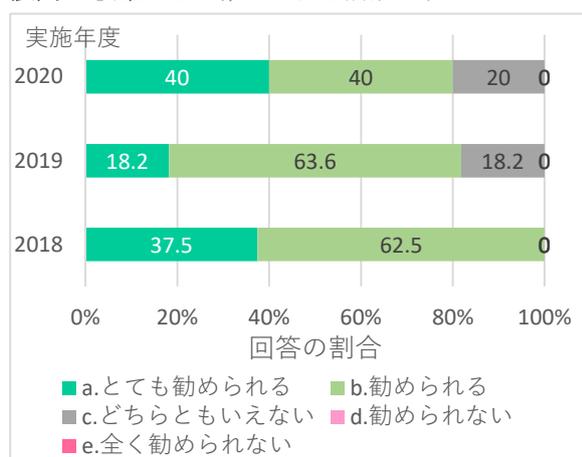


設問6 どのようなことが役立つと思いますか？

<回答>

- ・PDCA サイクルを用いた仕事
- ・PDCA サイクルを用いた商品開発
- ・物事を客観的にみること
- ・理想通りにいかなかった時のリカバリー方法
- ・工夫して改善すること
- ・決められたルールの中での工夫の仕方
- ・目標に向けて努力すること
- ・部品を造る際の流れ
- ・設計図の重要さ
- ・アイデアを実際に形にすること
- ・スケジュールのたて方
- ・製造業に就いたときにコマ大戦を広められる
- ・大学に編入した時にコマ大戦を広められる

設問7 後輩たちに勧められる活動ですか？



<コメント>

- ・授業では学べないことが多いので是非勧めたい
- ・実習授業で旋盤作業するときには楽に分かる

設問8 このプロジェクトについて、今後どのような点を改善した方がよいと思いますか？

<回答>

- ・出場校同士の繋がりを作ることが大切だと思う (技術的に成長するだけでなく、コミュニケーション能力の成長にも繋がる)
- ・企業と学生が繋がれる良い場でもあると思うので、もっと企業の方と関わると良い
- ・活動の一貫として企業研修を行った方が良い
- ・マッピング法など案出しの方法など学べるとよい
- ・もっと先生が手厚く指導してくれればよいと思う
- ・基本的なコマの作り方はマニュアルを用意した方がよい

12.2 アンケートの評価

設問1では、毎年80%以上のメンバーが、本プロジェクトは楽しい活動であったと回答した。後述する設問7の結果とあわせて、参加者の満足度は十分に高かったと言えよう。来年以降コロナ禍が落ち着いたら、さらにメンバー数を増やしてより活発な活動にしていきたいと思う。

設問2および設問3は、本プロジェクトの目的の一つである「高度な加工技術の習得」についての質問であるが、およそ50~80%のメンバーが高度な加工技術を身に付けることができたと感じている。コマの先端(接地部)を鋭く尖らせたり緩く丸みをつ

けたりする加工、はめあいを行うための高い精度が要求される加工、また高硬度材料の加工など、日ごろの実習授業では習わない加工方法を習得したようである。

設問4は、もう一つの目的である「PDCAサイクルによる仕事の流れの習得」についての質問である。習得できたと答えたメンバーは50%未満であり、これは活動の当初に一度しかPDCAサイクルの手法を説明しなかったためと思われる。今後は継続的に意識づけしていくことが必要であろう。しかしながら、日ごろの活動では多くのメンバーが自然にPDCAサイクルのような流れで作業を進めている様子が見受けられた。

設問5および設問6は「高度な加工技術」や「PDCAサイクルによる仕事の流れ」のほかに、どのようなことが習得できたかを知るための質問である。物事を客観的にみること、失敗したときのリカバリー、決められたルールの中での工夫など、技術者として必要な素養の幾つかを身につけることができたのではないと思われる。

設問7は「推奨意向度」を調査したものであり、これまで企業等が顧客ロイヤルティを測るために用いていた「顧客満足度」に代わるものとして注目されている新しい指標である。この結果から、毎年80%以上のメンバーが本プロジェクトを高く評価していると言える。2020年に参加したメンバーからは、後輩たちを増やしてもっと多くのメンバーで活動したいとの声が聞かれた。

設問8の回答から、メンバーには企業や他校チームの選手たちと多くの繋がりを持ちたいという希望があること知った。これまで企業を訪問してアドバイスをいただくことは実施していたが、一日だけで終わってしまっていた。来年以降は、継続的に企業へ訪問することや、企業の技術者を本校に招いて一緒にコマを作ること、また他校チームとの情報交換や練習試合などを企画していきたい。

13. 今後の展開

この3年間で、学生部門では優勝2回、準優勝1回の好成績を収めることができ、高専生の能力の高さを知ることができた。一方で、一般部門では本校チームは全くと言っていいほど企業チームに歯が立たない結果であったが、2020年の世界コマ大戦では高校生チームが3位に入賞するなど、年齢や経験の少なさが敗退の言い訳にはならないことを知った。

今後は一般部門での戦いに重きを置き、一般部門での優勝を目標にして、よりハイレベルなコマの設計・製作に挑んでいきたい。また数年後に開催されるであろう世界コマ大戦への進出を目指したい。

さらに、現在は学生部門での全国大会は開催されていないので、近い将来「コマ大戦・全国高専大会」が開催できたら素晴らしいと考えている。

謝辞

本プロジェクトは本校の教育関連プロジェクトに採択された活動であり、教育改革推進センターから大きなご支援を頂戴した。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 全日本製造業コマ大戦ホームページ
<https://www.komataisen.com/>
- 2) 小山真二郎, 全日本製造業コマ大戦チャレンジプロジェクト～めざせ!! 2020 世界大会～活動報告(2018), 第21回 東北地区国立高等専門学校 技術職員研修 技術課題発表概要集, pp.35-36, (2019)
- 3) 小山真二郎, 菅原利弥, 加藤武信, 高橋裕司, 櫻井祥平, 石川信幸, 全日本製造業コマ大戦チャレンジプロジェクト活動報告 2019, 実験・実習技術研究会 2020 鹿児島大学 報告集, p.131, (2020)