

令和6年3月25日

## 令和5年度 学生自主研究成果報告書

教 育 本 部 長 様

学生自主研究グループ名	コマ回転研究会	
研究課題名	コマを止めるな!	
研究代表者 (学生)	学籍番号	B25M017
	氏 名	加藤 聖大
指導教員	学 科	機械工学科
	氏 名	鈴木 庸久

学生自主研究の報告書を別紙のとおり提出します。

## コマを止めるな!

システム科学技術学部 機械工学科

2年 三ッ木 優, 小倉 志道

1年 加藤 聖大, 藤原 碩人, 室伏 翔羅, 杉村 佳和, 市村 勇大

指導教員 システム科学技術学部 機械工学科

教授 鈴木 庸久, 准教授 野村 光由, 助教 藤井 達也

### 1. 緒言

令和4年度学生自主研究「3・2・1Goシュート～回れ技術の限りを込めて～」において製作した装置では、全日本製造業コマ大戦の公式土俵の上でコマを十分に回すことができなかった。したがって、本研究では、以下のことを目標として課題に取り組んだ。

1. 3000rpm程度の回転数でコマを回転させる。
2. 土俵でコマを回転させる。
3. 人間が手で回す形に近い状態で、コマをリリースする。

これを実現するために、3DCADを用いた設計、モータの仕様決定、部品・治具の設計・製作、組み立てを行い、コマ回転装置を開発した。その結果、目的を満たすコマ回転装置を開発することができた。また、研究の過程の中で、自分の構想を3DCADを用いて形にして図面に起こすことやさまざまな部品等の名称や使用方法を学ぶことができた。また、別途コマを作製し、全日本製造業コマ大戦特別あきた場所に出場した。

### 2. 研究内容

- ・全日本製造業コマ大戦のコマ並びに土俵について

測定するコマの特徴は、静止状態で回転軸に対し $\phi 20.000\text{mm}$ 以下、全長 $60.000\text{mm}$ 以下となっている。なお、昨年度的全日本製造業コマ大戦(特別)あきた場所で存在した、S45C・アルミニウム・真鍮のいずれか、もしくは各素材の組み合わせとする項目に関しては本年度の大会より撤廃されている。

コマ大戦の公式土俵は、 $\phi 250\text{mm}$ 、凹 $R700\text{mm}$ 、ケミカルウッド製である。

- ・コマの設計方針

図1に今年度の自主研究で作製したコマの回転装置を示す(円形の金色の物体はコマ)。コマを回転させる原理自体は昨年度のものを変えておらず、3つの円形状のもの(アイドラー)でコマの最も大きい部分を挟み、そのうちの2つにモーターの動力を、ベルトを用いて伝達し、回転させるものである。また、コマの大小にあわせ、小さいアイドラーが支持梁と同方向に移動できるようになっている。

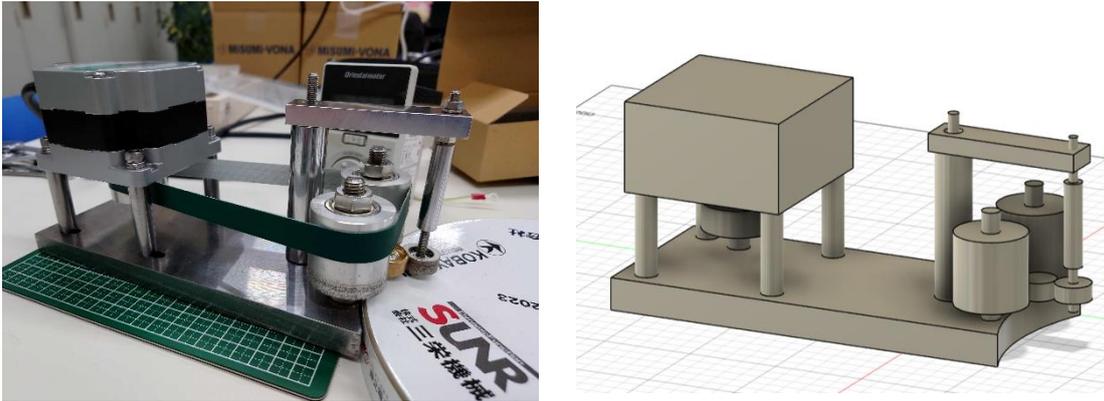


図1 本年度作製したコマ回転装置

コマを保持させた状態を解除する際は、モーターと大きいアイドラーの間にある支柱を中心とし、上部梁ごと円弧を描くように動かすことでコマの保持状態から解除を行うことで、指で回す形状に近いと考え製作した(図2参照).



図2 コマ解放前後の様子

モーターには最大 3600rpm まで速度制御することができるオリエンタルモーター社のブラシレスモーター「BMU シリーズ」を使用することとした。これにより、モーターの回転速度を 80～3600rpm の範囲で可変させることが可能となった。モーターの回転速度に関しては、コマ回転委員会のほうで判明した値を参考に選定を行った。

コマの解放先に関しては、回転装置の土台上に落とす方式から、公式土俵にコマを保持・落下させる形状に変更し、より大会に近い条件で測定できるように設計を行った。

### 3.結果

コマ側面が平らな形状や、中心側にくぼんでいる状態のコマであればおおむね連続的に回すこと、装置から解放後に土俵上で回転させることができ、昨年度の装置からの改良に成功した。

具体的には、2022 年開催のコマ大戦に出場したコマでは、14 個のうち回せたものが 10 個であり、成功率は 74%であった。2023 年開催のコマ大戦に出場したコマでは 22 個のうち 21 個で確認を行い、回せたものが 12 個、成功率は 57%であった。

#### 4.考察

今回、回転させることのできたコマのうち、コマの持ち手部分がコマを射出する際に装置の駆動用ベルトに干渉するものがあり、実験前は装置で回転させることはできても射出することは不可能であると考えていた。しかし、実際に実験を行うと回転・射出することができた。また、干渉するコマの一つである akikoba にて、この様子を撮影し、コマ送りにしてコマの傾きについて確認を行った。この画像を図 3 に示す。



図 3 コマ射出時(左)と安定後(右)の様子

この現象は、ベルトと干渉した際にコマが一時的に傾くものの、その後はコマの傾きを正そうとする性質によりベルトに干渉したとしても射出ができたものと推定される。

モーターの回転を制御する装置で REV 側にするると駆動用ベルトが上昇し、FWD 側にするるとベルトが下降し外れるという事象が発生した。これは、取り付けたプーリーにベルトがずれないようにするため、プーリー中心を最高点とするラウンドを設けることで改善する可能性があると考えられる。

装置を使用している際に、ある一定程度回転させると小さいアイドラーを保持するナットが下降し外れる事象が発生した。これは、保持中にアイドラーが回転した際にナットまで回ってしまっ外れるものと推定され、アイドラーを保持する機構に止めねじを設けるなどの改良を施すことで解決するものとする。

コマをより強く保持させるために図 4 のように本体駆動側のアイドラー下部にエチレンプロピレンゴム製熱収縮チューブを巻き付けたところ回転させると同時に動力伝達用のベルトが蛇行した際、熱収縮性チューブを巻き込み動力伝達用ベルトごと下がる事象が発生した。これは、巻き付けた熱収縮性チューブが事実上、動力伝達用ベルトのフラン

ジの役割を果たすこととなり、回転中に乗り上げる事象が発生したと考えられる。

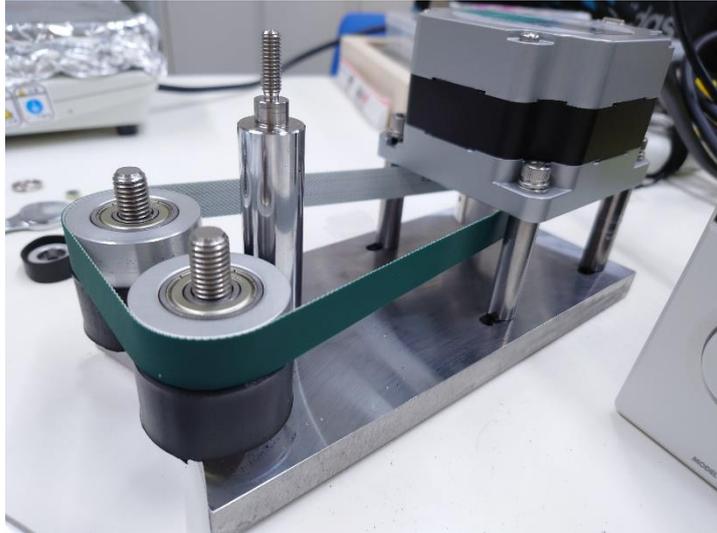


図4 本体駆動側アイドラー下部に熱収縮性チューブをまいた様子

この装置は、アイドラーとコマの金属同士が接触することで同部分に傷が生じてしまうデメリットがある。コマの側面全体に突起がついているものや、止まり系コマと呼ばれる円盤状の形状をし、土俵端でとどまるコマ、回転し始めるとコマの側面が花びらのように展開する開き系コマなど、対応できないコマが存在するため、これらを考慮した設計にするべく、さらに改良をしていく必要があると考える。

## 5.結言

### 1. 3000rpm程度の回転数でコマを回転させる。

コマ観戦研究会の研究結果から、全日本製造業コマ大戦に出場したコマの回転数は概ね3000rpm以上であったことから、この数値を目標値とし、回転機構の設計とモータの仕様を決定することができた。

### 2. 土俵でコマを回転させる。

公式土俵上で、コマをリリースできるように、固定方法、回転方法、リリース方法を検討した。その結果、土俵上で、3000rpm以上で回転させることができることを確認した。

### 3. 人間が手で回す形に近い状態で、コマをリリースする。

左まわし、右回しでリリースすることが可能で、連続的にコマを発射できることを確認。改善すべき点を残しつつも、コマを連続的に回転する装置が開発することができた。

また、副産物として各部品要素の名称や使用方法、3DCADを用いて自分の構想を形にし、図面に起こすことや、支柱にはスパナ溝を設けた方がいいといったより実践的な設計面での知識などを学ぶことができた。