

## 3Dプリンタ機構を用いた自動エアホッケーの開発

システム科学技術学部 機械工学科

1年 今田 知宏

1年 大江 冴都

指導教員 システム科学技術学部 機械工学科

准教授 高橋 武彦

指導補助 システム科学技術専攻科 機械知能システム学専攻

1年 佐藤 玲唯

1年 島山 悠馬

### 1. 目的

昨年度から実施されている3Dプリンタ機構を用いた自動エアホッケーの開発を知り、3Dプリンタの機構要素や、Arduinoを用いたコントロール方法に興味を持った。また、ある程度の形ができていた自動エアホッケーを完成までもっていくことを目的とした。

### 2. 自動エアホッケーの構成

本自主研究では、昨年度に作製されたエアホッケーの台を利用した。そのエアホッケーの台に新しく加えたまたは変更した部品を以下の図1に示す。

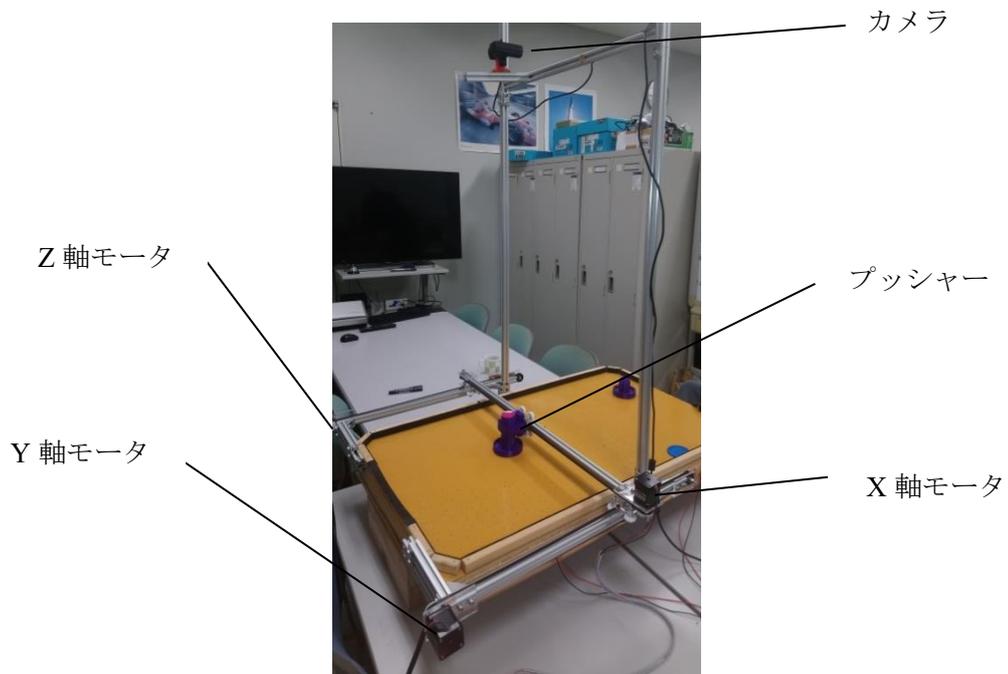


図1 自動エアホッケーの全体および構成部品

自動エアホッケーは、パックを打ち返すためのプッシャーを台の上で横方向に動かすための X 軸モータ、縦方向に動かすために同期駆動させる Y 軸モータ、Z 軸モータ、およびパックの動きを観察するカメラから構成されている。なお、X 軸、Y 軸、Z 軸の各モータにはステッピングモータを用いている。これに加えて、モータをコントロールするための Arduino、カメラからの画像を基にパックの到達点を予測して Arduino に指令を出すパソコンも使用している。

### 3. エアホッケーで使うパーツの設計

自動エアホッケーの動作をさせる前段階として、自動エアホッケーのパーツを作製した。今回、パーツを作製するにあたり、使用した 3D CAD は SOLIDWORKS 2016 x64 Edition である。実際に作製した主要パーツは図 2 に示すホッケーで使う a) プッシャー、そのプッシャーと機構を繋げる b) パーツ、c) カメラを支える台である。

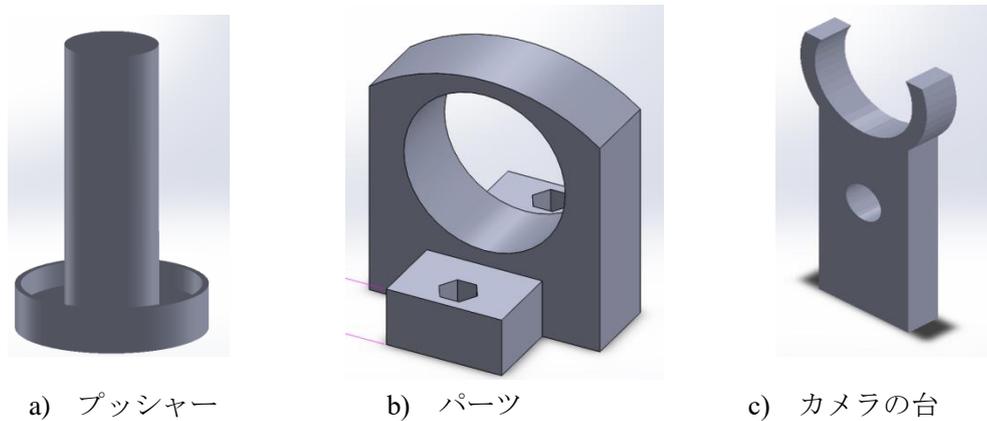


図 2 3D プリンタで作製した主要パーツ

### 4. パソコンと Arduino, カメラの連動

始めに Arduino に各軸を動かすためのステッピングモータの制御コードを書き込み、そのコントロールをパソコンから行わせる様に設定した。次にカメラから画像をパソコンに取り込む設定を行い、ホッケー台、パソコン、Arduino を連動させた。今回使用したカメラのドライバは HSV 方式であり、ホッケー台の上にある物体の色相、彩度、明度で認識するものであった。

当初の計画では、参考としたコードに軽微な変更を加える程度で、自動ホッケーが動作すると思っていたが、実際は自動ホッケーが動作しないという問題が生じた。詳しく原因を調査したところ、以下の五つに問題が生じていることが確認できた。

- 1) ホッケーの台の寸法が設計と違っていた。
- 2) カメラの仕様と PC 側のプログラムの仕様が異なっていた。
- 3) ホッケー台の表面、プッシャー、パックのそれぞれについて、カメラの認識における色相や彩度、明度が似ていて、識別の判定がうまくいかなかった。

- 4) USB のポートが使用しているパソコンと Arduino のコードとで異なっていた.
- 5) ホッケー台についていたモータが1つ故障していた.

これらの原因を踏まえて、以下の対応を行った.

まず、カメラを変更するとともに、プッシャー表面に台表面の色（オレンジ）とは異なる彩度、色相、明度の色の紙を貼り、同じくバックもプッシャーや台と全く異なる色で作り直した. これによりカメラがバック、プッシャー、台を別々に識別できるようにした. 次に、故障しているモータを含む全てのモータを交換した. 新しいステッピングモータは、サイズが大きくなったため取り付けようのジグも新たに作り直した. それから、Arduino とカメラ認識をさせるコードを書き換えた. 書き換えた部分については、以下の図3に示す. これによりパソコンで計算された結果が Arduino に伝達されるようになった. また、モータが正常に動くようにコードの速度を調節した. さらに、コード上で台の寸法を制作した台の大きさに合うように調整した.

<pre>#define MAX_ACCEL_Y 140 #define MAX_SPEED_X 10000 #define MAX_SPEED_Y 10000 // RECOMMENDED VALUES FOR</pre>	変更部分 (x:25000→10000, y:25000→10000)
--	--

a) モータの回転速度を変更した部分

<pre>// This is the center of the #define ROBOT_CENTER_X 390 #define ROBOT_CENTER_Y 410 // Initial robot position is</pre>	変更部分 (x:300→390, y:500→410)
--	--------------------------------

b) 台の中心位置を変更した部分

<pre>// Parameters (with default values) char comPort[20] = "COM6";</pre>	変更部分 (COM19→COM6)
---	----------------------

c) Arduino への伝達先の変更部分

図3 Arduino のコード変更箇所

これらの変更により、カメラで認識したバックの動きに対して、パソコン、Arduino、モータが連動し、プッシャーで打ち返せるようになった. しかし、たまに誤動作が生じるなどして打ち返せない、もしくはオウンゴールしてしまうなどといった場合があった. そのため、バックを100%打ち返す自動エアホッケーまでには至らなかった.

## 5. まとめ

この学生自主研究を通して学んだことは、3D モデルの設計の方法と3D プリンタ機構、Arduino のコード仕組みである.

今後の課題として、色の変更を簡略化すること、カメラ位置を変えて、ホッケーのコート内のみを写せるようにすることが挙げられ、これを行うことでさらに正確な打ち返しが可能になると考えられる.