

きのくに電鉄プロジェクト

5インチゲージ台車の制作および制御システムの開発

目標

きのくに電鉄プロジェクトではモノづくりと地域活性化を融合した活動を行う事を目標としている。活動を開始するにあたって、イベントで走らせることができる5インチゲージ鉄道という規格のミニ鉄道を製作することになった。

本ミッションではミニ鉄道用の台車と制御系に関わる部分の製作を目標とした。具体的な目標は主に以下の2つである。

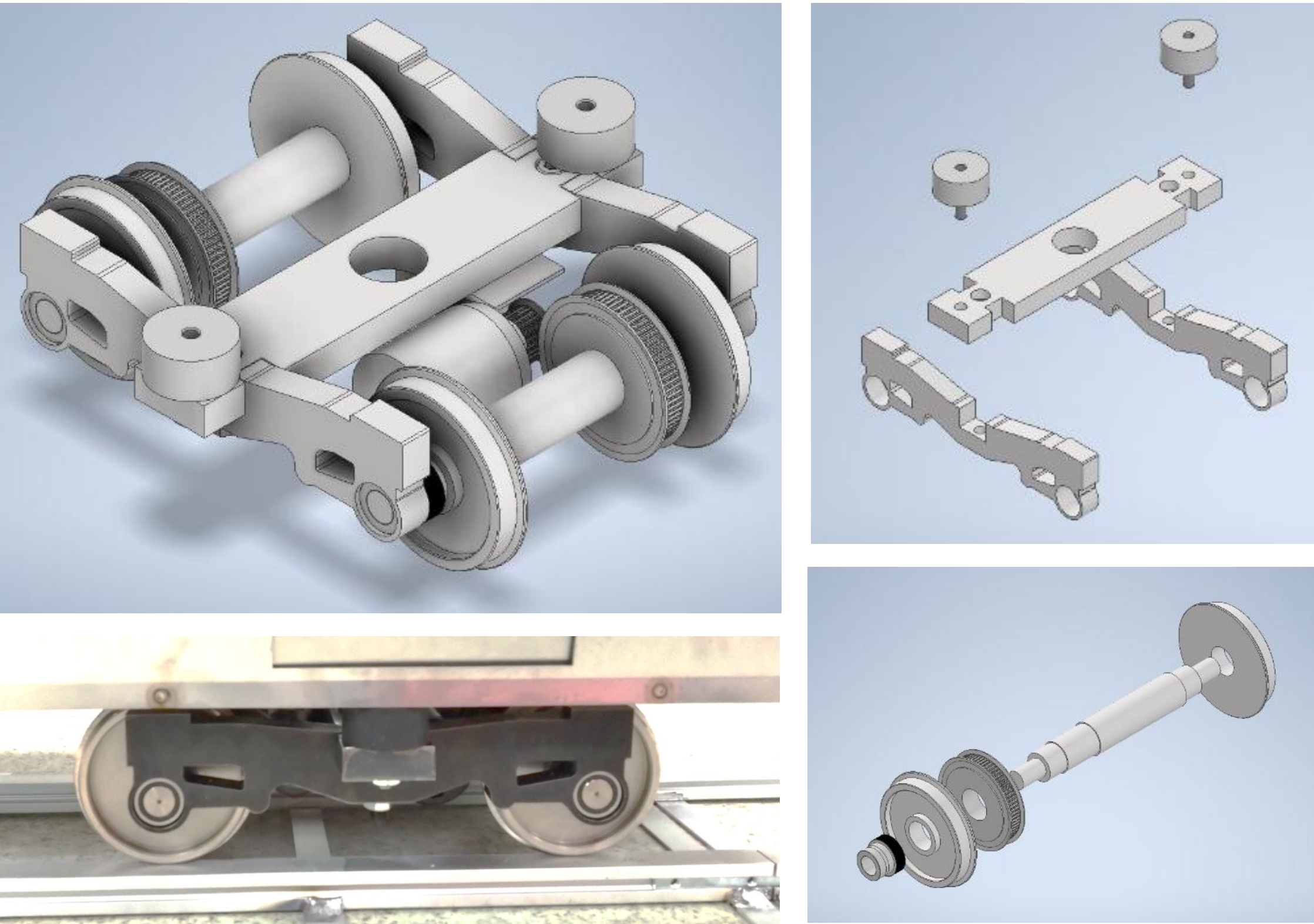
- ① 台車の設計・製作を行うこと
- ② 初心者でも容易かつ安全に運転体験を行えるように、運転者向けのグラフィック表示を行いつつ、運転用コントローラーでの操作に基づいてブラシレスDCモーターによる車両制御を行うこと

台車について

車両の走行に必要な台車についても設計・製作を行った。5インチゲージは線路幅が127mm(5inch)であるため、この幅に合わせて台車も製作する必要がある。そのため車輪間のわずかな空間に駆動に必要な部品を搭載する。台車は主に輪軸と台枠の2つからなり、輪軸は車輪や車軸などの回転駆動する部品から構成される部分である。また、台枠はベアリングを介して2つの輪軸を固定し、さらに防振ゴムを介して車体に接続する部分である。モーターを搭載する台車には台枠にモーター取付用の金具が装着できるようになっており、搭載したモーター側のプーリーから輪軸に取り付けたプーリーに動力を伝達することで車輪が回転し、線路上を走行することができる。また、モーターは1台車あたりに2台搭載可能な構造とした。

モーターの選定にあたっては車軸に設置したプーリーや車輪、線路との干渉を考慮する必要がある。そのため幅・長さ・高さともに60mm程度と小型で、重量のある車体を動かすことができる高出力のモーターを選定しなければならない。そこで電動スケートボード用のブラシレスDCモーターであるH5055モーターを選定した。このモーターは1台で最大1380Wの出力があり、車両単体での走行はもちろんのこと、電動スケートボード用のため、将来の人を乗せての走行にも対応できるモーターである。

製作にあたって必要な部品を設計し、材料を調達して穴あけなどの加工を行った。また、クリエの設備で加工が困難な物については、外部へ発注を行った。製作した部品をそれぞれ組み立てる際、輪軸については圧入による組み立てを行った。



今後の課題

台車については、動力伝達に用いたベルトが緩む問題があり、モーターからの振動の軽減や固定方法の改善などが課題である。また、現時点では直線のための走行のため、今後カーブでの安定した走行性能などを検証していく必要がある。

制御系については、現在用いているモーターによる電気ブレーキでは、バッテリーの充電状態などによって制動力が制限される可能性があるため、エアブレーキなどの機械ブレーキを実装することが今後の課題である。

制御系について

制御系について、主に以下の3つの活動を行った。

- ① 各配線の接続
 - ② 運転者側で動作するプログラムの製作
 - ③ 車両制御に関するプログラムの製作
- また、各部品間の接続を本章の最後の図に示した。

① 図に示すように電源用ケーブル、モーター用の配線、ホールセンサー用ケーブルを接続した。また、バッテリー、ブレーカー、モーターコントローラー、モーターの間の各配線は、より線の導線に丸形圧着端子を取り付け、ねじやボルトによって固定した。ホールセンサー用ケーブルはコネクタによって接続した。また、機器間の通信にはUSBケーブルとWi-Fi通信を用いた。

② 運転者向けのグラフィック表示と運転用コントローラーの情報取得はHTMLおよびJavaScriptを用いて本章の写真のように行った。また、車両に搭載した小型コンピュータをサーバーとして、Wi-Fi通信を介して運転者側のPCがアクセスすることで動作する仕様とした。

運転者用の画面には車両の前面展望や速度、運転用コントローラーの操作状況などを表示した。また、コントローラーから加減速や進行方向の指示と警笛やアナウンスの再生の指示を取得した。

③ 車両制御は車両に搭載した小型コンピュータ上でPythonのライブラリーを用いて行った。ブラシレスDCモーターは「pyvesc」を用いてモーターコントローラーに電流値や回転数を指示することで制御した。音声の再生は「pygame」を用いて行った。

車両や台車が完成するまでは、PCから直接モーターコントローラーに指示を出す形で動作確認や回転数指示のプログラムを製作した。そして車両の骨格と台車の完成後、図の通りに配線を接続し、運転者の操作に合わせて車両の加減速と音声の再生を行うプログラムを製作した。

今後の改良や機能追加のために、適度に関数化を行うことや可読性を高めることを意識してプログラムを書いた。また、リアルタイムに運転を行うため、通信の回数や手順を変更することで運転用コントローラーの操作からモーター駆動までの遅延の低減に努めた。

結果として11月に出展したおもしろ科学まつりにおいて、モーターのトラブルのため2日目のみではあったが、製作したプログラムを使用して運転体験を実施できた。

