



PicoCopter製作ガイド

©Kohei Ito

はじめに

昨今話題のドローンの一種であるマルチコプタは制御しなければ絶対に浮いてられないため制御する対象としては大変面白く、マルチコプタを用いた制御工学の学びは学習のモチベーションの維持に最適だと思います。

ところが**制御工学学習用に適したマルチコプタ機体**というのは案外無いもので教材選びが難しく選定できたとしても、**長期にわたり入手可能であるかも**特に日本においてはマルチコプタの部品を製造している会社がほぼないことを考えると難しい問題です。

そこで、おそらく入手生や入手可能期間が長いと考えられる**Raspberry Pi Pico**を用いて**ライトコントローラ**を自作してしまうことを考えました。ジャイロの入手生がやや不安ですが同等品は常に存在するだろうと考え、自作に踏み切ってしまいました。同時に機体のデザインやその他の部品も選定しました。

このおかげで中身がブラックボックスのところがほぼない学習教材ができあがりました。**自分で何でもできます**。いや、**自分で全部しないとならない茨の道に踏み込んでしまった**といえるかもしれません。

自分で飛行制御プログラムを組んで飛ばす喜びは何者にも変え難いものがあります。将来の組み込みエンジニアの修行、ロボットプログラムの勉強にRaspberry Pi Picoを使うというは選択肢としてあっていいかなと思います。

ついにはESC（モータドライバ）まで作りたくなるのですがそれは、ちゃんと制御できるようになるまで、そして教材としてテキストや資料などが整ってから、ゆっくりと着手したいと思う次第です。

注意事項・免責事項

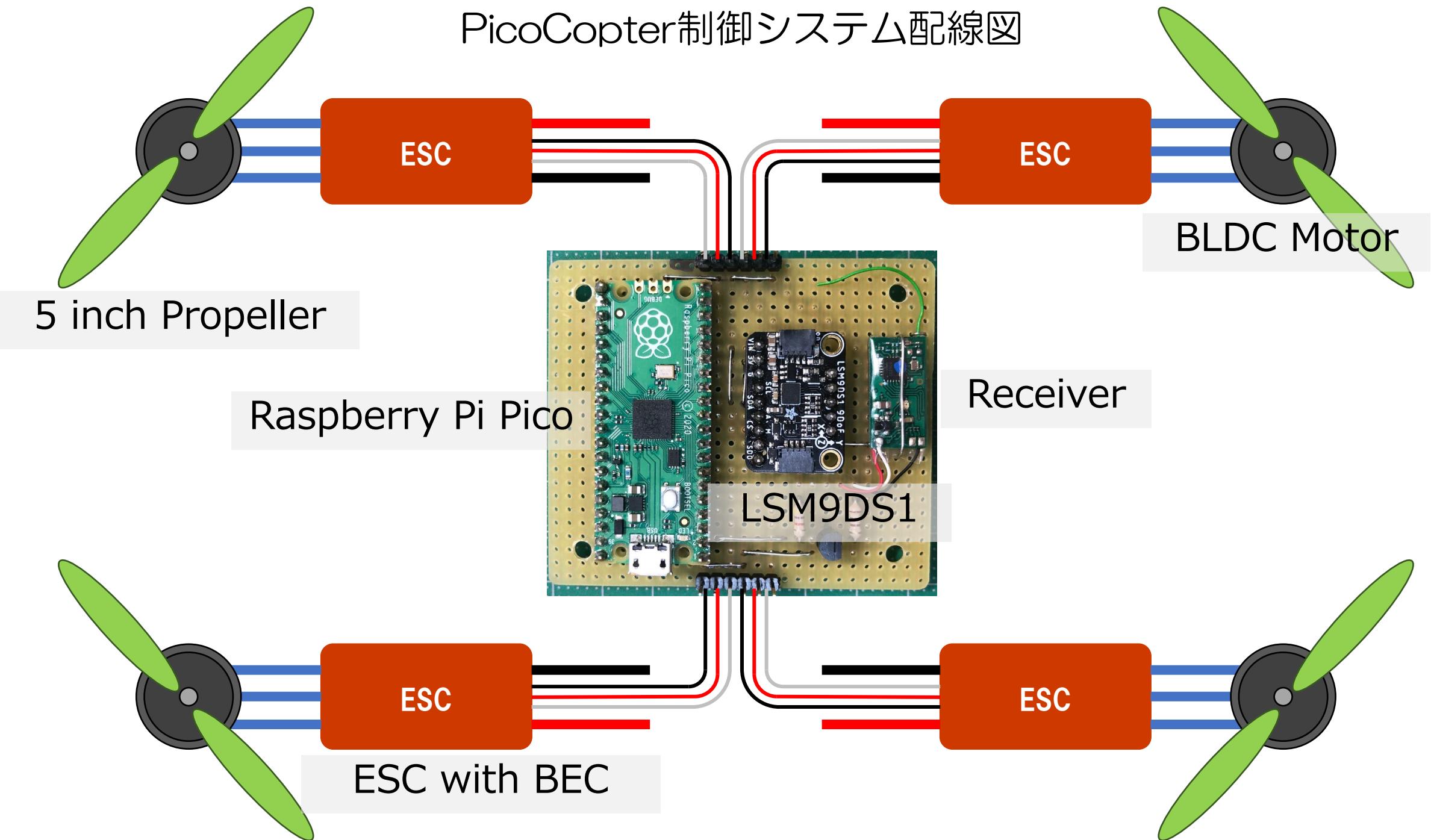
マルチコプタは超高速で回転するプロペラにより飛行します。万一高速回転するプロペラに指等を入れますと最悪の場合は指の切断等の大怪我をすることがあります。また、飛行には高エネルギーを蓄えた電池を使用します。電池の取り扱いによっては火災等を起こす可能性もあり、取り扱いには十分にご注意ください。

本ガイドに従ってマルチコプタを製作した場合も、飛行には細心の注意を払い、安全手袋や安全メガネを装着した上で飛行実験を行なってください。

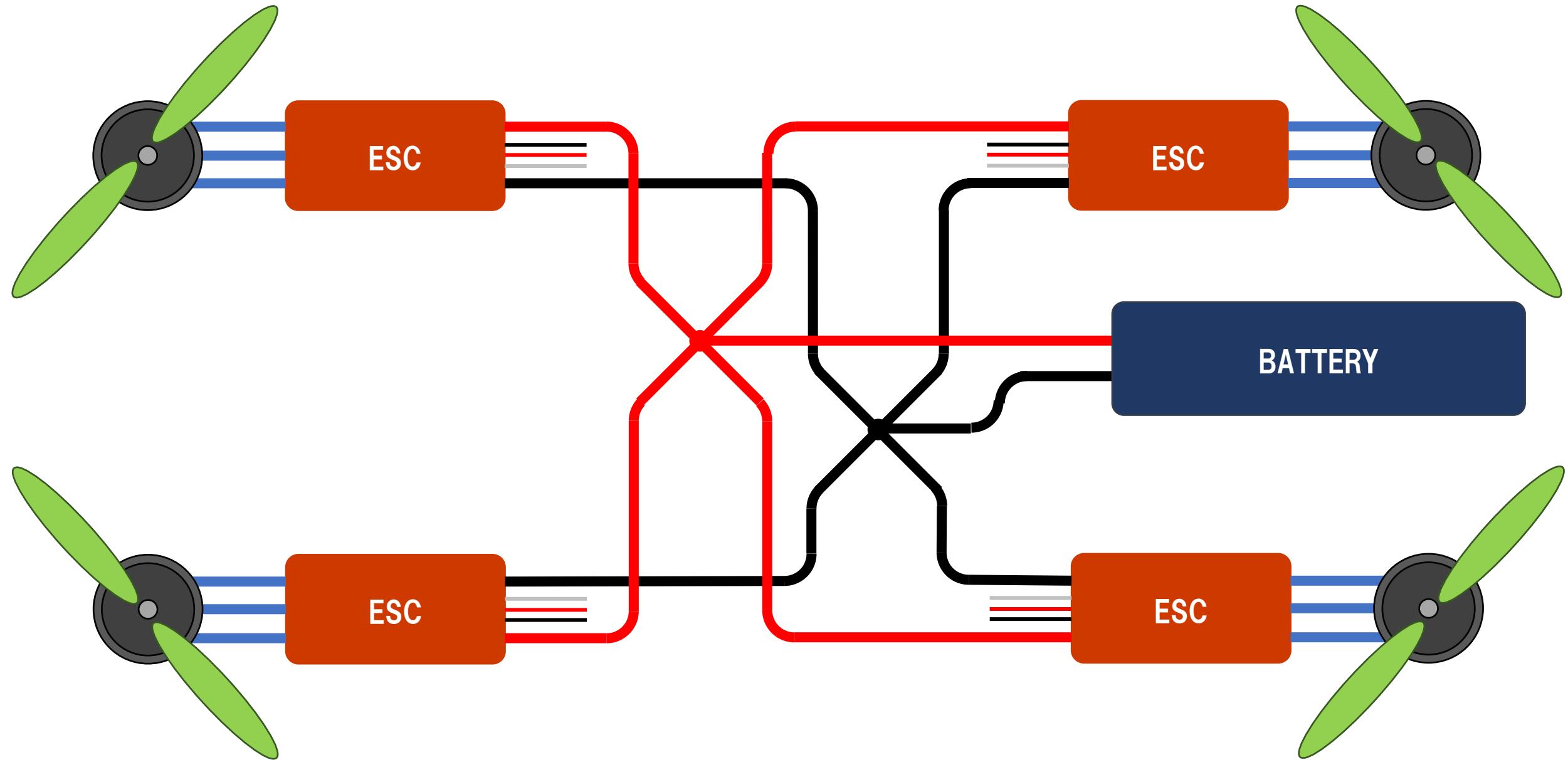
また本ガイドの情報について、できる限り正確な情報を提供するように努めておりますが、正確性や安全性を保証するものではありません。情報が古くなっていることもございます。

当ガイドの内容によって生じた損害等の一切の責任を負いかねますのでご了承ください。

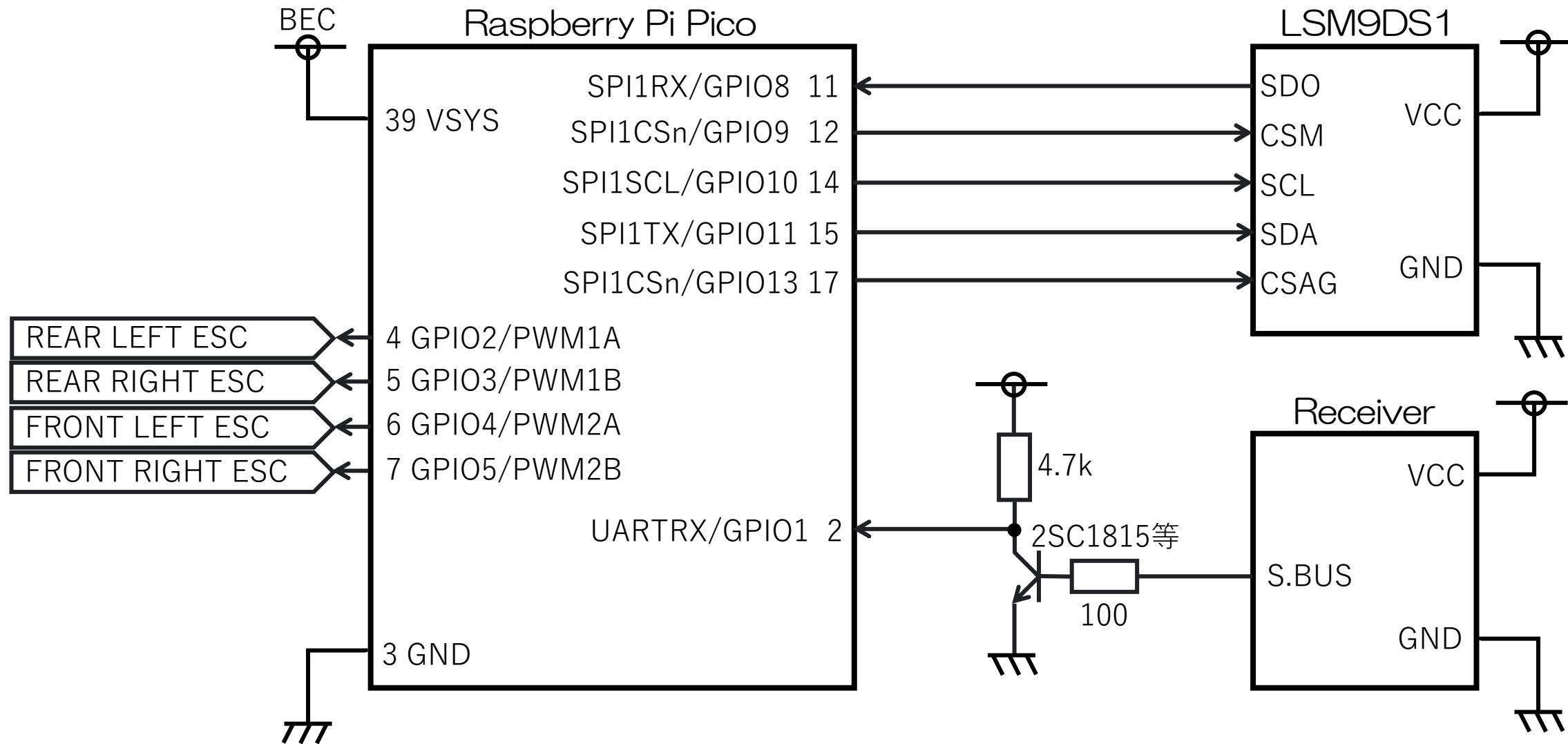
PicoCopter制御システム配線図



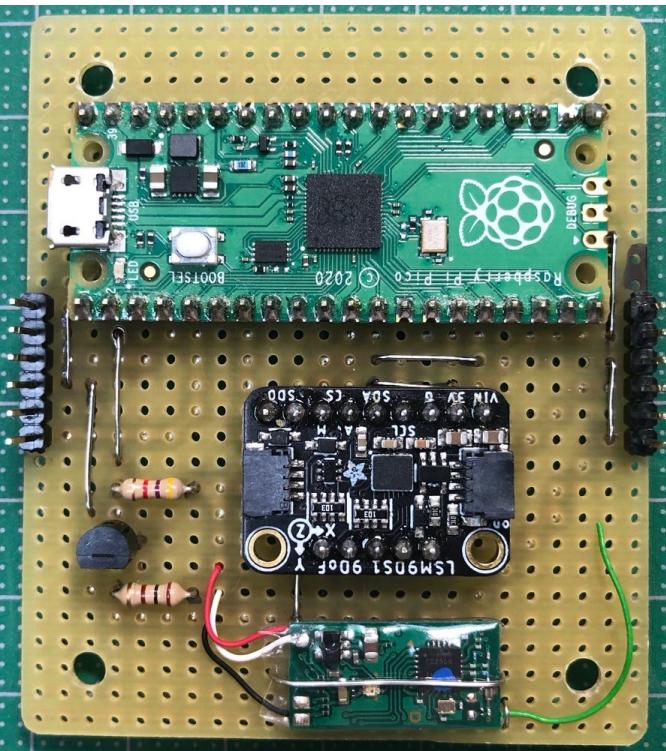
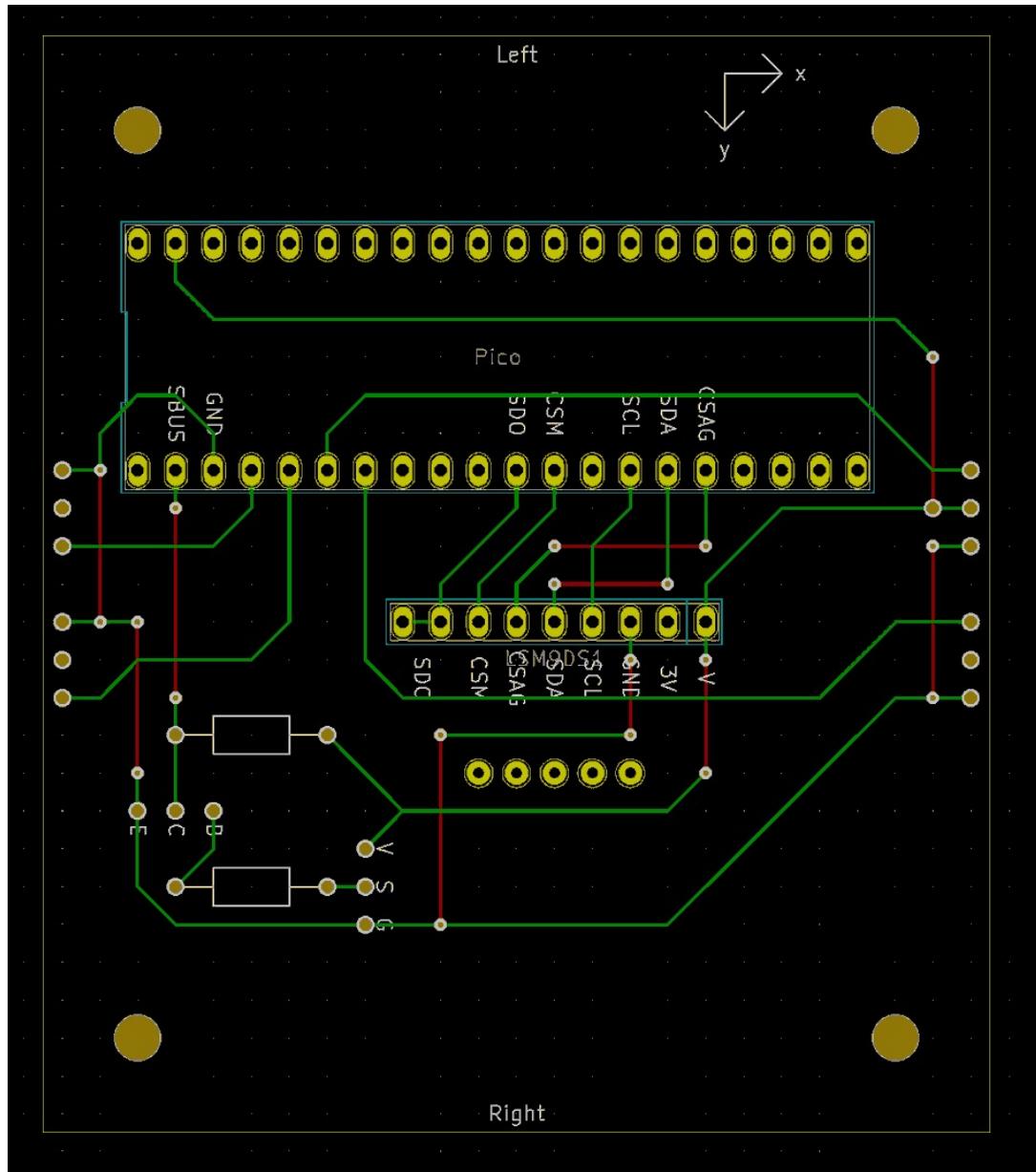
PicoCopter電源系配線図



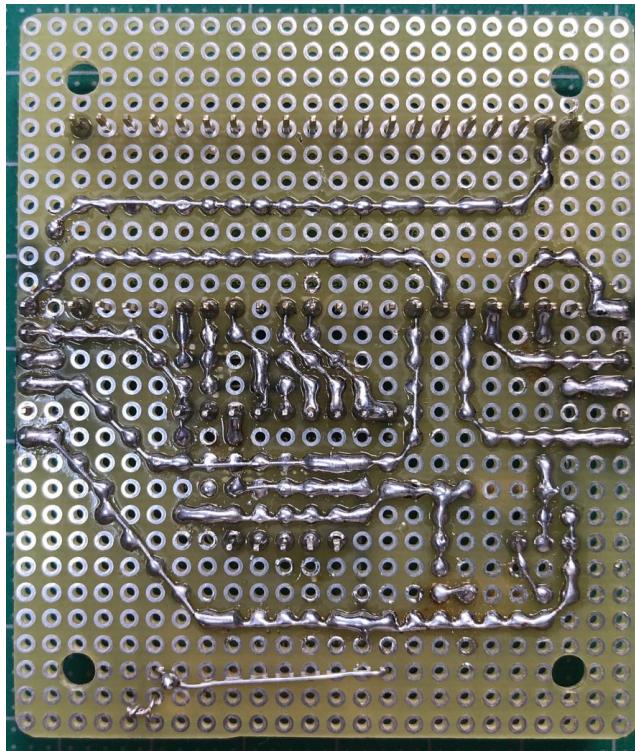
PicoCopter Flight Controller 回路図



PicoCopter Flight Controller 基板配線図



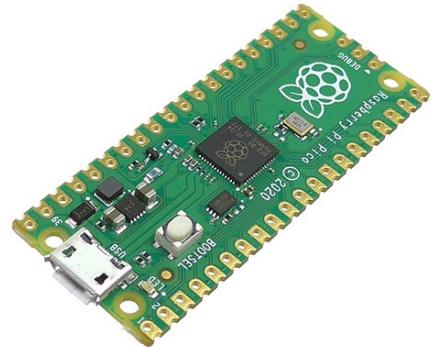
実物表面



実物裏面

部品ガイド

Raspberry Pi Pico



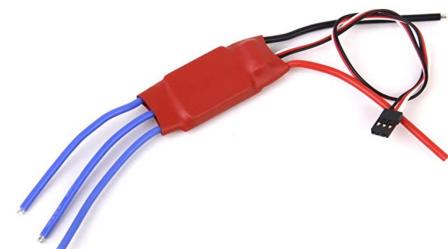
必要個数 1
販売価格 600円前後／個

<https://akizukidensi.com/catalog/g/gM-16132/>

<https://www.switch-science.com/catalog/6900/>

https://www.sengoku.co.jp/mod/sgk_cart/detail.php?code=EEHD-5S4T

ESC

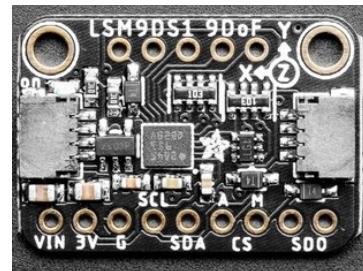


必要個数 4
販売価格 1000円前後／個

アマゾン等で取り扱い
<https://amzn.to/3zyKgdA>

ブランド不明で赤いESCと言われています。色々なところで見かけます。Simonkと呼ばれるファームウェアで動いています。

ジャイロ・加速度計 地磁気センサ



必要個数 1
販売価格 2100円前後／個

<https://www.switch-science.com/catalog/6451/>

ブラシレスモータ

ブラシレスモータは更新が目まぐるしく日本で手に入るものは限られる、海外の通販が使えるのならばそれが一番良い入手方法となる。2306モータ、や2203モータで画像検索すると良い。使用実績のあるモータ(現在は入手困難)



必要個数 4
販売価格 3000円前後／個



<https://www.hobbywingdirect.com/products/x-rotor-2306-motor>

<https://store.tmotor.com/category.php?u=23077&id=82>

<https://amzn.to/3ffDvo1>

部品ガイド

プロペラ

5インチでピッチが4.8のプロペラは5048という表記がされている。
PicoCopterの大きさだた5インチで3枚バネが主流と考えられる。少し
前はAmazonでもいろいろ選べて安かったような気がするが今は探すの
に苦労しますね。



必要個数 CW : 2 CCW : 2
販売価格 1000円前後／セット

<https://amzn.to/3qShUY5>

<https://amzn.to/3q3lQWC>

リチウムポリマー電池



必要個数 1以上
販売価格 3000円前後／個

<https://amzn.to/3qP5Sy0>

最近購入した2個セットのものです。今のところ問題なく調子良く使っています。

充電器

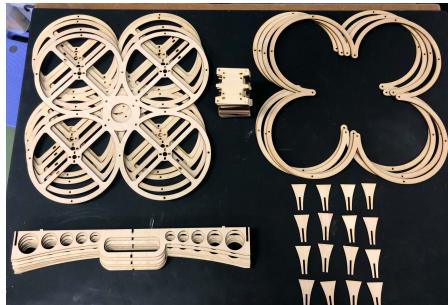


必要個数 1
販売価格 4000~16000円前後

<https://amzn.to/3HMVuL>

こちらはいろいろあります。
お値段が安く、評判の良さそうなものを選んでみました。

フレーム



材料規格 3×600×400mm板 2枚
販売価格

- ・シナベニヤ 3000円前後
- ・ABS樹脂 4500円前後



市販品があるのでAmazon等で検索してみて
気に入ったものを使うと良いです。
当ガイドでは私がデザインしたものをGithub
にあげておりますので、そちらのデータから
レーザ加工可能であればお勧めしています。

https://github.com/kouhei1970/multicopter_frame

部品ガイド

スペーサー

送信機



とりあえず安いものにします。
欲を言えば10Jぐらいがいいです。

定価 16500円

<https://www.rc.futaba.co.jp/products/detail/I00000008>



フレームの組み立てやライトコントローラの取り付けに必要です。
主に3mmと2mmのネジがついたものを使っています。

- ・ M3両雌ネジタイプ45mm推奨
<https://hirosugi.co.jp/products/PO-M/AR.html>
- ・ M2オスメス 10mm&20mm推奨
<https://hirosugi.co.jp/products/PO-M/BMR-E.html>

受信機

S.BUS規格の超小型！

定価 4400円

<https://www.rc.futaba.co.jp/products/detail/I00000019>



ケーブルタイ



ESCや配線を縛るのに便利な必需品。3タイプぐらいあると便利です。

- ・ 全長 78mm
<https://www.monotaro.com/p/2739/9313/>
- ・ 全長 150mm
<https://www.monotaro.com/p/2739/9338/>
- ・ 全長 288mm
<https://www.monotaro.com/p/2739/9365/>

部品ガイド

瞬間接着剤

組み立てや、壊れた時の補修に超便利。なくてはなりません。



<https://www.monotaro.com/p/3953/4887/>

瞬間接着剤硬化促進剤

瞬間接着剤の相棒としてこちらもなくてはならないものとなりました。

<https://www.monotaro.com/p/6093/0125/>



ソフトウェアについて

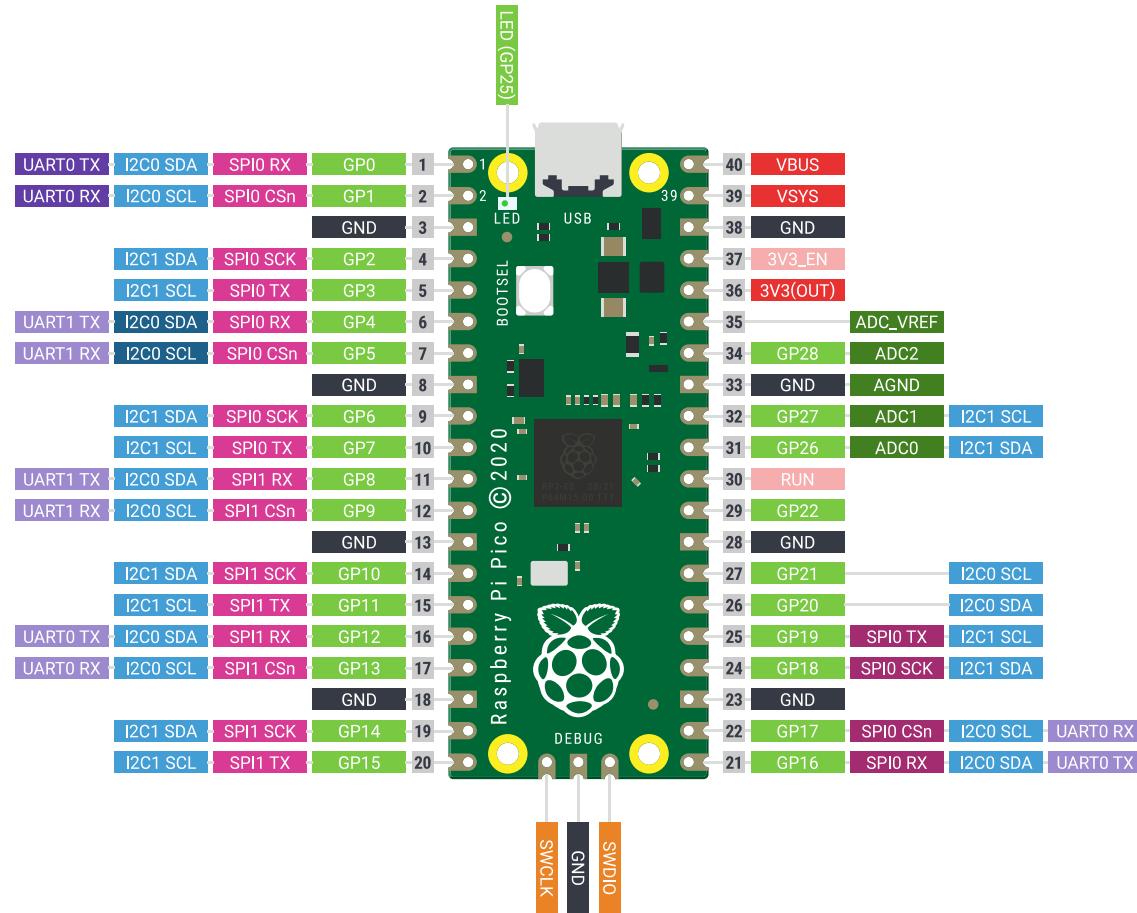
フライトコントローラはRaspberry Pi Picoを使用しています。
Raspberry Pi Picoの取り扱いについては財団のHPが資料も充実しています。

ラズベリーパイ財団のホームページ
<https://www.raspberrypi.org/>

PicoCopter用のプログラムについては開発中ですがGithubにサンプルを載せておりますので参考になさってください。

Githubレポジトリ
https://github.com/kouhei1970/pico_copter

Raspberry Pi Pico Pinout



Raspberry Pi

(参考資料) Raspberry Pi Pico ピン配置

(参考) PicoCopterの製作と制御 講座スケジュール

前期後期	回	授業項目	授業内容
前期	1	ドローンとは何か	マルチコプタの概要と飛行原理
	2	航空工学の基本	航空工学概論
	3		空気力学の基本
	4	プロペラの力学	推力取得試験
	5		トルク取得試験
	6		ベクトルの微分
	7		剛体の並進の運動方程式
	8	剛体の運動	剛体の回転の運動方程式
	9		座標変換とオイラー角
	10		座標変換とクォータニオン
	11		CADの使い方
	12	フレームの製作	レーザー加工機でのフレームの切り出し
	13		フレームの組み立て
	14		フライトコントローラの概要
	15		回路図の見方
後期	16	フライトコントローラーの製作	実態配線図の書き方
	17		基板の製作
	18		基板の製作
	19		基板の製作
	20	制御工学入門	フィードバック制御について
	21		PID制御について
	22	マルチコプタ制御入門	センサ出力の取得
	23		ESCとモータ制御
	24		送信機・受信機でのデータの送受信
	25		姿勢推定の概要
	26		PID制御の実装
	27		PID制御パラメータの調整
	28		飛行練習
	29		飛行練習
	30	まとめ	