

図1 無人飛行機の飛行ルール³⁾

4 マルチコプターの部活動における研究

4. 1 マルチコプターの取り組みきっかけについて

マルチコプターの製作に至ったきっかけは、無線技術を利用したラジコンと、電子回路を利用した制御について研究をするにあたり、テレビで話題となっていたドローンを、情報通信科の生徒で自作することができるのではないかと考えたからである。また、水産高校として三河湾でドローンを利用した海洋調査を行い、このドローンを活用した新たな可能性を引き出したいと思ったことが、マルチコプターを研究するに至った経緯である。

4. 2 マルチコプター研究開始初年度の現状

マルチコプターの研究をはじめてから2年目となる。研究を開始した初年度については、マルチコプターが飛ぶ仕組みすら教員も生徒も知らない状態であった。また、情報技術部の主な活動は無線機を使用し、交信する活動であり、ラジコン操作もほとんど経験がない状態であった。マルチコプターの研究をするにあたり、電子回路の知識やはんだ付け作業、モノづくりに関する技能など乏しく、はじめから生徒に教える必要があった。研究を開始するにあたり、手始めにすでに市販されているマルチコプターを購入し、操縦するところからはじめた。しかし、マルチコプターは飛行が容易というイメージがあるが、マルチコプターの操縦は難しく、ホバーリングの操縦練習が必要であることが研究を進めて分かった。

次に、マルチコプターのキットを購入し、研究をした。マルチコプターのキットとなる部品を日本で当時購入するためには、海外の通販などで購入するものがほとんどであり、手元に届くのには2週間ほどかかった。製作するにあたり、かなりの時間を要した。(現在では、いくつか日本でも購入できるサイトが増えた。)手始めに購入したマルチコプターのキットを組み立ててみると、マルチコプターに関する知識が全く無いことから、購入後に部品が不足していたり、不必要な部品を購入したりと、マルチコプターの部品を揃えることだけでもかなり研究する必要があった。また、機体に合わせたバッテリーの重量や容量、セルと呼ばれる電圧などの種類、コネクター等の知識が無いと後から使用できず、買い直すことがしばしばあり、慎重に購入する必要があることが分かった。また、フライトコントローラと呼ばれる飛行を制御するための基板に関する知識も必要であり、様々なフライトコントローラの種類や飛行するための設定方法などがあることが分かった。

マルチコプターを飛行させるための設定方法を学ぶのに多くの時間を要し、初年度のマルチコプターの研究は、思うように進まなかったのが現状であった。

4. 3 マルチコプターの講習会の開催

屋外で安全に飛ばすためには、専門的な知識が必要である。しかし、マルチコプターに関する知識が乏しいため、昨年度、企業の専門家を招きし、マルチコプターの講習会を開催することができた。講習会は4日間開催することができ、講習会の内容は次の通りである。

初日 マルチコプターとはどのようなものか。

マルチコプターの現状と未来や安全に運用するための注意事項について

2日目 マルチコプターの製作の仕方、機体製作のコツと注意点

3日目 マルチコプターの送信機の設定方法について

最終日 バッテリーの取り扱いと充電方法、製作したマルチコプターのテスト飛行

効果的な練習方法について

講習会(写真2)を通して学んだことは、空を飛ぶものは落ちる危険があるということであり、このことをしっかり認識してマルチコプターを飛行させなければならないということである。日々のメンテナンスが必要であることや、少しでも強い風が吹いた場合は中止するなど、リスクを最小限にすることの必要性があることが分かった。



写真2 講習会風景

4. 4 マルチコプターを海洋調査用に研究・開発

今年度より、三河湾の海洋調査も開始している。情報通信科には、現在、練習用マルチコプターと、海洋調査用マルチコプターの2機がある。海洋調査用マルチコプター(写真3)に、赤外線カメラを取り付け、三河湾で海洋調査を行う。



写真3 海洋調査用マルチコプター
現在考えている。

海洋調査をマルチコプターで行うに至ったのは、人工衛星で行っているリモートセンシングを、マルチコプターに置き換えることで、マルチコプターでも可能ではないかと考えたことがきっかけである。海洋調査を目的とした海洋リモートセンシングは、人工衛星を利用して既に実施されているが、衛星では三河湾の詳細なデータを捉えることができない。そこで、マルチコプターを利用し、三河湾における海洋リモートセンシングをしたいと思い、海洋調査を開始した。詳細な海洋データを取得できると

4. 5 海洋調査システムの研究について

三河湾の干潟は、人工的に造成されたものが多く、生態系が安定していない。生態系の安定のための改善策を模索している。調査方法は、次の通りである。それは、海水中に含まれるクロロフィルによる酸素濃度の測定である。この測定により、植物プランクトンの定量化を目指すなど三河湾の生態系を調査でき、三河湾の生態系を安定させるための模索ができるのではないかと考えている。調査は赤外線カメラをマルチコプターに搭載し、上空から三河湾の広範囲のクロロフィルの測定をマルチコプターで行う事を考えている。また、クロロフィルを測定するために、シートルース(海域データ測定)とよばれる、観測機器などを用いて水質の測定と、マルチコプターによるカメラによる海面も同時に撮影する。撮影したデータは、コンピュータで画像解析を行う。現在、情報通信科には赤外線カメラがあり、このカメラを利用することで、海水中の植物性プランクトンが持っているクロロフィルを計測することが可能である。今後はクロロフィルの計測により、植生の活性度(NDVI値)が求まるので、この植生の活性度(NDVI値)から海洋調査の糸口としていきたい。今後も情報技術部の部活動や課題研究で海洋調査を継続する。

4. 6 全日本学生室内飛行ロボットコンテストの参加

本校情報通信科の生徒は、昨年度より全日本学生室内飛行ロボットコンテストに参加している。このコンテストは昨年度よりマルチコプター部門が新しく新設され、空撮、救援物資の投下などあらかじめ決められた課題をこなす必要がある。また、マルチコプターを飛行させるまでにさまざまな技術習得が求められる。昨年度このコンテストで使用したフライトコントローラなどの制御基板

等は次のとおりである。

フライトコントローラは Multiwii (写真4) と呼ばれるものを使用した。Multiwii は開発環境として Arduino を使用しており、姿勢制御などのプログラムはネット上などにオープンソースとしてもあり、機体に合わせてプログラムを変更していくことが必要となる。コンテストでは、カメラで空撮し、映像を wifi で飛ばし、パソコンで確認する必要がある。初年度はラズベリーパイと呼ばれる小型のコンピュータを搭載し、空撮を行ったが、wifi の出力が弱く、映像が途切れ記録を取ることに苦労した。



写真4 Multiwii

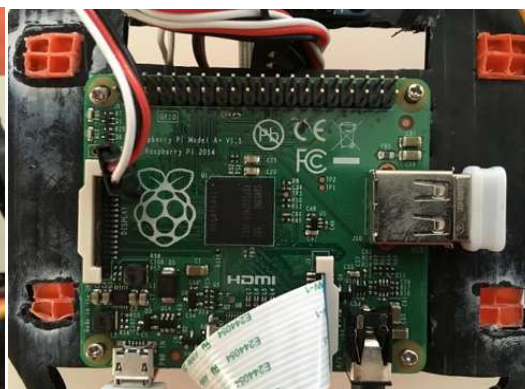


写真5 Raspberry Pi

Raspberry Pi(ラズベリーパイ) (写真5) は手のひらサイズの Linux コンピュータであり、HDMI に液晶画面を、USB にキーボードとマウスをつなげばパソコンと同じように使うことができる。Windows のかわりに Linux という OS が入っている。昨年度はこの Raspberry Pi に純正のカメラモジュールを接続し、WiFi 経由で映像を転送するリアルタイム 無線カメラとして利用した。先述した通り、Raspberry Pi の WiFi 出力が弱く映像が途切れやすかったため、今年度は Ai-Ball と呼ばれる wifi 付きの小型カメラに変更をした。

昨年度は予選7チーム中6位で予選敗退となった。予選6位となったが、このコンテストは書類審査や出場前期限内に飛行動画を提出できないとコンテストに予選に出場できないため、予選に出場するまでが大変なコンテストであることが参加して分かった。このコンテストのマルチコプター部門に参加してみた感想として、期日内にマルチコプターを製作し、飛行させるまでのハードルがあり、以下のものがあげられる。

①マルチコプターの知識を理解する。②機体重量を規定内におさめる。③機体を飛行できるようにする。④期日内に機体審査用紙と飛行動画を提出する。⑤飛行練習に時間をかける。⑥空撮練習をする。⑦大会で指示されたミッションをできるようにする。

以上の内容があげられるが、コンテストの予選に出場するためには、①～④は絶対条件である。④のマルチコプターの飛行動画を撮影するまでにかなりの時間を必要とし、⑤～⑦については、④までの内容を早目にクリアしておかなければコンテストまでに時間が無くなってしまうことになることが初めて参加してみたとき思った感想である。

昨年度は機体製作については試行錯誤することで時間を費やしてしまった。モータやバッテリー回路基板などの必要部品以外をすべて除くと機体重量が30g程度しか許されないことが分かり、かなり材料選びは苦労した。はじめに木材(写真6)による製作をした。強度を保つことができたが、かなり重量があることが分かり、機体の材料として除くことにした。次に選んだのは軽量できるという点から発泡スチロールを機体材料として採用した(写真7)。

しかし、発泡スチロールは当然衝撃に弱いことや、振動やたわみが起きることから最終段階まで採用したが、振動によりモータがどうしても停止してしまうことから断念をした。途中発砲材を紙で挟んだものを採用(写真8)していたが、振動がとれないことから最終的に採用したのはプラスチ

ック段ボール（写真9）であった。意外と強度もあり、軽量できることから採用に踏み切り、昨年度プラスチック段ボールによる機体で出場した。しかし、予想のほか機体が軽すぎ、操縦が難しく、モータのプロペラの推力により機体に変形し、出力を上げることができないことがコンテスト直前で分かった。

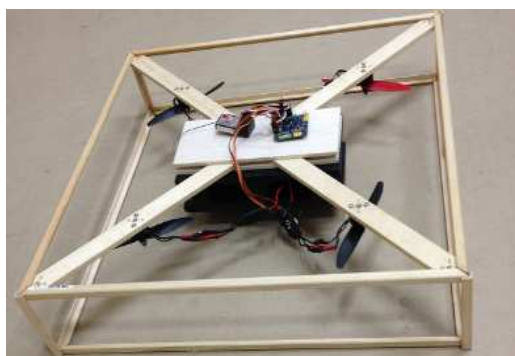


写真6 木材による機体製作

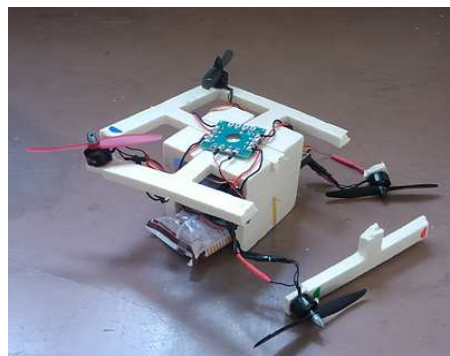


写真7 発砲スチロールによる機体製作

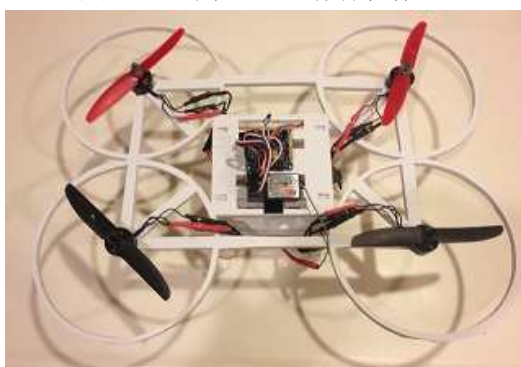


写真8 発砲材による機体製作

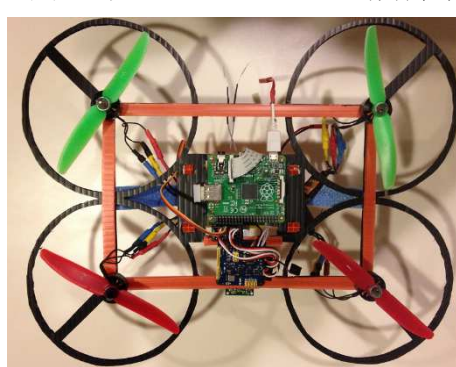


写真9 プラスチック段ボールによる機体製作

4. 7 今年度の室内用マルチコプターの製作について

昨年度のコンテストの反省を活かし、今年度はマルチコプターの機体の設計・製作を今年の1月より、取り掛かることとした。また、室内用マルチコプターの製作するため、①3DCAD（写真10）、②3Dプリンター（写真11）で行うことをあらかじめ決め、生徒には3DCADを覚えさせた。3DCADは予算の関係から無料の123Designと呼ばれるものを使用した。操作については、テキストを購入し、覚えさせた。機体形状は、昨年度コンテストに出場し、①機体の剛性の必要性②プロペラガードの形状③重心を下にすること④機体の足をできる限り外側に配置する、以上ことのみを伝え、あとの形状については、生徒に自由設計させ、考えさせた。

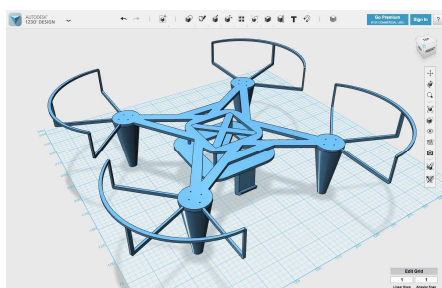


写真10 3DCADで設計した機体



写真11 3Dプリンターで製作した機体

5 コンテストと言語活動について

全日本学生室内飛行ロボットコンテストでは、2日目にポスターセッション（写真12）が行われる。英語で機体の説明をしたポスター（写真13）を大会当日までに用意する必要がある。ポスターには機体のコンセプト、設計方法、製作方法、安全性に配慮したか（自作部品の使用、衝突に対して）に関する説明を含める必要がある。発表方法は国際シンポジウム等で行われるポスターセッションと同じ形式である。決められた場所にポスターを掲示し、審査員が審査する。審査はポスター内容および質疑応答に対し審査が行われる。ポスターセッションでは審査員だけではなく、大学生や専門学校生などがポスターや機体などを見て選手に質問をすることができる。本校の生徒は、審査員だけでなく、大学生や専門学校生に対し、負けず劣らず質問に対して答えることができた。

全日本学生室内飛行ロボットコンテストは、主催は日本航空宇宙学会であり、学術性の高いコンテストである。参加規程の中に、「チームの代表は日本航空宇宙学会の学生会員であること」や「顧問は日本航空宇宙学会正会員であることがのぞましい」などが含まれているが、高校生については日本航空宇宙学会の会員でなくても参加可能であることが事務局に問い合わせをして分かり、昨年度よりこのコンテストに参加をしている。

このコンテストのマルチコプター部門は、飛行に関する知識・技術も当然必要であるが、操縦者、パソコンを見て指示する者、記録者の3人が必要であり、チームワークを必要とする。またタイムレースでもあるので、練習が必要不可欠である。今年度、本校の生徒は大会前の夏休みを利用し、この練習に時間をかけた。飛行練習だけではなく、どうすれば操縦者に上手く伝わるのか、生徒に考えさせた。顧問によるアドバイスも多少はあったが、効率のよい操縦者への伝達方法を生徒同士納得のいくまで考えさせることができた。情報伝達はコミュニケーションをしっかりと図ることが必要不可欠である。操縦者の操縦が上手くても、パソコンを見て指示する者が、マルチコプターの空撮による数字をいかに早く操縦者に上手く伝達できなければ、かなりのタイムロスが生じることが、練習をしていて分かった。コミュニケーションを図り、情報をいかに素早く、正確に相手に伝達することが大切であることがこのコンテストを通じて感じる事ができた。

ポスターセッションについては、審査員、大学生、専門学校生など、本校の生徒よりも年上の人ばかりである。はじめは質問に受け答えができなかったが、最後には自信を持って質問に答えることができた。このコンテストは年上の人との言語活動を図ることのできるコンテストである。

6 おわりに

コンテスト後は、生徒が自ら積極的に活動するようになった。要因は専門学校生や大学生などと混じり交流活動できたことや、優勝できたという成功体験により、自信が持てたことがあげられる。生徒が高度な技術に触れ、大学生や専門学校生と交流することにより、知識欲求や向上心に繋がり、生徒の人材育成となっているとこのコンテストを通じて感じた。今後は、コンテストの参加やマルチコプター部門の連覇を部活動として目指すとともに、マルチコプターを利用した教材研究をさらに充実させ、課題研究等に活用したい。

参考文献

- 1) <http://diamond.jp/articles/-/72424> DIAMONDONLINE より
- 2) 日刊水産経済新聞 2015年5月27日より
- 3) 国土交通省ホームページより



写真12 ポスターセッション風景



写真13 ポスター