

研究課題	目指せ！ 次世代のドローン操縦士
副題	～ドローン操縦士育成プログラムの 確立に向けた授業改善～
キーワード	ドローン
学校名	神奈川県立麻生総合高等学校
所在地	〒215-0023 神奈川県川崎市麻生区片平 177
ホームページ アドレス	http://www.asaosogo-ih.pen-kanagawa.ed.jp/

1. 研究の背景

本校は、昨年度から財団の助成を受けてドローン操縦士の育成プログラム開発と学校設定科目「ドローン活用講座」の設置に向けた環境整備に取り組んできた。

育成プログラムの開発は、これまでに地元企業が開発した組立型機体 2 機を購入するとともに地元企業 2 社と連携することで、プログラムの柱となる①飛行に必要な知識・技能の習得、②航空法の申請・許可に必要な十分な飛行経験と技量の確保、③ドローンで収集した画像や座標データを活用、などを確立、実施することができた。この結果、2 年次生 2 名（現 3 年次生）が①～③の能力を習得するとともに、操作を教えられるまでに成長した。

一方で、本プログラムを学校設定科目として実施するにあたり実技・実習面で改善すべき問題（充電器の性能不足による長い待機時間、故障・破損時の代替機確保、悪天候時の練習場所調整、初心者にはプログラムが難解）が発生し、本年度に向けて課題が残った。昨年度までのプログラムで育成した操縦士が少人数にとどまった原因は、前述の問題が発生したことにより生徒のモチベーション低下を招き、プログラム進行に支障が出たことと密接に関係していると考えられた。

今年度、開発したプログラムを活用し授業を展開するためには、こうした問題を改善し、授業時間内で確実に成果へつなげる必要がある。

2. 研究の目的

今年度、本校ではドローン操縦士の育成プログラム開発と学校設定科目「ドローン活用講座」の設置を確立することで、操縦士の発掘、育成を本格化し、空撮・農業・測量といった専門的な分野への活用につなげていく計画を立てた。

昨年度、この研究内容を校内外へ PR した際に反響の高さをみて、参加希望者の人数調整が必要になるのではないかと考えた時期もあった。しかし、ふたを開けてみると校内講習会の参加者数のいずれも 10 名以下であり、説明会のアンケート結果と大きな開きがみられた。こうした傾向は今年度も続いていることを考えると、もう少し丁寧なアプローチが必要だと考えた。ドローンの展示や飛行はインパクトがあり派手な印象も受けるが、実際に初心者が受講して活用へと結びつけるには、体験をともなう見学会、安定して訓練ができる練習環境（気象条件や時間、訓練スタッフの有無）、継続的なトレーニングにつなげる訓練プログラム、操作技術を活用する場所、などを体系として考える必要がある。

今年度は、活用講座の開講に合わせてフライトシミュレータ、空撮用機体の導入を行う。海外では初心者向けの講習はフライトシミュレータと実機（トイドローン）を組み合わせた飛行訓練が一般的になりつつあり、訓練プログラムの初期

段階に導入すれば参加希望者の発掘にプラスとなるだけでなく、講座に対する関心・意欲の向上に役立つと考えられる。また、昨年入った農業用機体と合わせて空撮用機体を導入することで基礎訓練を行った先の専門的な活用につなげる。

3. 研究の経過

今年度の講座開講に向けて、昨年度に神奈川県教育委員会へ科目設置の届出をするとともに、ドローン本体を学校備品として登録した。本体は消耗品としての一面もあるため、継続して維持・管理するためには安定した財源がないと授業化に支障が出ると判断したのである。備品化によってバッテリーや充電器などの消耗品、屋外で使用するためのエンジン発電機も追加購入が可能となった。(充電器を増やしたとはいえ散布用大型機を稼働させると台数不足が顕著だった)

開講日程と飛行場所も、校内調整を必要とする案件の一つである。本校には夏季休業中に開講される学校設置科目が複数あり講座開講日を重複しないようにすること、講座後半に遠隔飛行(約 300m)を行うためメイングラウンドの使用調整を行うこと、などが必要であった。今年度の場合、盆休みと重ねることで条件を調整しやすくなった反面、受講希望者の伸び悩み、講師やトラブル時の対応(部品注文・修理)が依頼しにくいなどのマイナス面も発生した。

また、授業化すると開講日を指定しなければならず、運悪く悪天候(特に強風)に遭遇すると講座進行に支障が出てしまう。本校の場合、昨年度から他のクラブ顧問の協力を得て毎週日曜日午後の時間帯でメイングラウンドを確保し、訓練の時間や期間の延長に対応した。

本講座では、国土交通省への申請と合わせて校外飛行を目標とした。校外飛行を行うためには機材(本体・発電機他)の持出運搬、操縦者の保険、土地管理者への許可・申請などが必要である。昨年度の校外飛行は麻生区の依頼ということもあり大きな問題とはならなかったが、今年度は校外飛行場所の選定、機材の運搬は、調整・解決ができないまま開講を迎えてしまった。

表1 研究経過(ドローン活用講座)

時期	取組内容	実施状況
平成 29 年度	学校設置科目として届出、機体の備品登録	
4 月～6 月	機体・周辺機器の購入、準備	シミュレータ、バッテリー他
6 月～7 月	1・2・3 年に選択科目説明会で説明・勧誘	
7 月 11 日	講座の履修説明会①(12 日も実施)	3 名参加(3 名履修申込)
7 月 18 日	講座の履修説明会②(19 日も実施)	8 名参加(4 名履修申込)
7 月～8 月	シミュレータ訓練「送信機操作・基礎」	放課後・登校日に実施(必須)
8 月 15 日 ～21 日	ドローン活用講座(詳細は表 3) 講習・飛行訓練・活用演習他	8:50～16:10 まで 5～6 名参加(欠席者除く)
8 月 22 日	中学生向け体験授業でシミュレータ体験	中学生 2 名参加(補助 2 名)
8 月 26 日	訓練時間不足者向けの飛行訓練「活用」	12:00～14:30 まで 3 名参加
9 月 2 日	訓練時間不足者向けの飛行訓練「活用」	12:00～14:30 まで 3 名参加
9 月 16 日	訓練時間不足者向けの飛行訓練「活用」	12:00～14:30 まで 2 名参加
10 月～12 月	飛行訓練「空撮・散布の操縦技量習得」	週末 2 時間
11 月 17 日	中学生向け体験授業でシミュレータ体験 飛行演習「空撮の操縦技量習得」	中学生 4 名参加(補助 3 名) 12:00～14:30 まで 3 名参加
12 月 15 日	中学生向け説明会で展示・飛行披露 飛行演習「空撮・散布の操縦技量習得」	4 名参加 12:00～14:30 まで 3 名参加
1 月 12 日	中学生向け説明会で展示・飛行披露	2 名参加

※表中の**飛行演習**と**飛行訓練**の違いは、前者が外部講師の指導・確認をともなう飛行、後者が本校職員の立合いで行う飛行である。

4. 代表的な実践

今年度の目標は、学校設定科目「ドローン活用講座」の開講により操縦士への入口を広げることと、操縦を体験した生徒達が高度な活用方法を実践できるようにサポートしていくことである。ここでは夏季休業中に実施した活用講座の様子や取組内容について紹介する。

(1) ドローン活用講座

本講座は通年科目とせず、講座ごとの履修申請が必要な短期集中講座として開講した。開講にあたり事前説明とフライトシミュレータ体験会を開催し、希望する生徒達が模擬飛行を体験できるようにした。

(右写真)

一般的な体験会では、トイドローン(飛行重量 200 g 以下)を使用した飛行体験、シミュレータでの模擬体験を実施することが多い。双方に長所・短所があり(表 2)、ドローンスクールによっては双方を常備しているところもあるが、本校は初心者への対応や、訓練の応用が効くシミュレータを導入した。



表 2 シミュレータ・トイドローン比較

	長 所	短 所
シミュレータ	・基本操作を繰り返し練習できる ・練習時間、監督者の有無を気にせず練習できる ・機種・環境(フィールド・気象条件)を自由に変更できる ・機体が消耗・破損しない	・導入コストがかかる(専用 PC、ソフトウェア必要) ・機体の遠近感、進行方向がつかみにくい ・練習場所の移動が限定される
トイドローン	・操作と機体の動きが把握しやすい ・屋内・屋外を問わず練習ができる ・導入コストを低減できて複数の機体を準備できる	・1 回の練習時間が短く、練習内容が限定される ・機体・部品・バッテリーの消耗が激しく定期的な交換・更新が必要

※本校で使用しているシミュレータはコンピュータと PC モニタをテレビスタンド(ハヤミ工業株式会社 TF-420S)へ装着することで移動可能な状態にして短所を補っている。(下写真)

シミュレータを導入するときの注意点として、ソフトウェアの最低システム要件を確認する必要がある。新しいソフトウェアになるほど実機に近い映像と動作、詳細な環境設定ができる反面、要求される要件が高くなり、2018 年 10 月に公開された DJI 社フライトシミュレータ(無料トライアル版)になると学校にある一般的なコンピュータでは動作しないと考えた方がよい。

本校のシミュレータはコンピュータを ASUS 社 M80CJ、ソフトウェアは双葉電子工業株式会社のリアルフライト 7.5(販売終了品)で構成した。ソフトウェアに付属されている送信機を使うと、繊細な操作(対物接近)をともなう飛行や、難しい気象



条件下(強風)での飛行を実機同様に訓練可能となり、より厳しい環境での反復練習ができた。

本講座は通常授業時間(50分)の7時間で計画した。途中に休日をはさんでいるとはいえ猛暑の影響、生徒達や講師陣の集中力を考慮して、もう少し余裕のある時程にしたほうが良かった。

表3 講座時程表

	15日(水)	16日(木)	17日(金)	20日(月)	21日(火)
8:50 ~9:40	講習① 構造・電池	講習② 法規・緊急対応	講習③ 送受信機・制御	飛行訓練⑭ 対面(8字・サークル)	飛行訓練⑱ 空撮の基礎(動き)
9:50 ~10:40	シミュレータ① 操作方法	シミュレータ⑤ 操作方法	飛行訓練⑧ 対面(ホバリング他)	飛行訓練⑮ 対面(8字・サークル)	飛行訓練⑲ 空撮の基礎(動き)
10:50 ~11:40	シミュレータ② 操作方法	飛行訓練③ 離着陸・ホバリング	飛行訓練⑨ 対面(ホバリング他)	飛行訓練⑯ 対面(8字・サークル)	飛行訓練⑳ 空撮の基礎(動き)
11:50 ~12:40	シミュレータ③ リターンホーム	飛行訓練④ 前後・左右・展開	飛行訓練⑩ 対面(スクエア・X字)	飛行訓練⑰ 対面(8字・サークル)	飛行訓練㉑ 空撮の基礎(動き)
昼 休 憩					
13:30 ~14:20	シミュレータ④ リターンホーム	飛行訓練⑤ 前後・左右・展開	飛行訓練⑪ 対面(スクエア・X字)	講習④ 操縦者責任他	講習⑤ 飛行記録・申請
14:30 ~15:20	飛行訓練① 離着陸	飛行訓練⑥ スクエア・X字	飛行訓練⑫ 対面(ボックス)	飛行演習① 空撮の基礎(動き)	飛行演習③ 空撮(画像編集)
15:30 ~16:20	飛行訓練② ホバリング	飛行訓練⑦ スクエア・X字	飛行訓練⑬ 対面(ボックス)	飛行演習② 空撮の基礎(動き)	飛行演習④ 空撮(画像編集)

※講座開始前のバッテリー充電、終了後の放電(電圧調整)は職員対応。(2時間程度かかる)

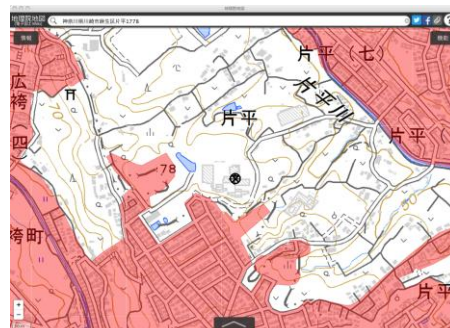
講師は、前半の講習と飛行訓練を本校職員3名と昨年度の育成プログラムを経験した3年次生2名で担当した。後半の専門的な講習と飛行演習(空撮他)とドローンの構造・修復指導は、地元企業の株式会社日本サーキットと株式会社三矢研究所の二社に講師を依頼した。

講座のプログラムは、座学中心の講習、シミュレータや実機を使った基礎飛行訓練、複雑な操作をともなう活用飛行演習に分類した。講習は、ドローンの飛行・運用に必要な項目を4時間分、最終日に飛行記録を集計し国土交通省への申請書作成の時間を設定した。

講習で生徒へ配付する資料は、昨年度の育成プログラムを一部簡略化し、飛行時のルール・マナーを生徒達が実感できるように作り直した。例えば飛行空域や飛行許可の区別は、理解や解釈が不十分だとトラブルの元になるため、生徒自身が国土地理院の電子国土Webで飛行可能空域を確認する時間を設けた。(右写真)

また、講習の4日目にはドローンを取り巻く環境(法規・活用)や過去の事故事例(祭会場での墜落事件)を題材に使用上の問題点や対応策を考える時間を設けて、操縦者の責任や飛行のルール・マナーを自覚させるとともに、ドローン運用上の注意点については念入りに説明を行った。

飛行訓練はシミュレータで指定課題をパスした生徒から実機訓練へ移行した。この課題は①障害物・気象変化の回避操作、②GPS制御無効での帰還の二つを設定し、両方を5回連続で成功させることを達成の目安とした。安全装置が充実した最新機種では①や②の操作が要求される場面は少ないものの安全装置の機能が喪失した時に備え、生徒ができるまで時間をかけて練習させた。(早い生徒で2時間程度、遅い生徒では4時間以



上のシミュレータ訓練が必要だった)

こうした講習や訓練を経て実機での飛行訓練に移行したこともあり、生徒達は初めての操作にも落ち着いた様子で取り組むことができた。一方、訓練が進むにしたがって講師と生徒に思い込み(教えたはず・分かったつもり)や慣れが生じ、接触や墜落が発生してしまった。(表 4)

表 4 事故発生状況(機体は 9 月に修復完了)

発生日	発生状況	事故結果
16 日(AM)	基礎飛行 2 回目、機体の向きが対面(操作と機体の動きが不一致)となっていることに気づかずパニックとなり、木に接触。	プロペラガード破損
16 日(AM)	基礎飛行 1 回目、飛行を終了し着陸するための操作(モータースイッチ切替)を間違えてプロペラが停止せず、地表で横転。	プロペラ・モーター全損
16 日(PM)	高度 15m で基礎飛行中、横風が吹いている中で急激な方向転換をしたため上空で機体が転覆し、制御不能となり墜落。	墜落大破
17 日(AM)	飛行前確認を怠り、メインバッテリーを固定するベルトを締め忘れたため、電源コードがプロペラに接触してしまい断線。	バッテリー使用不能
20 日(AM)	活用飛行中、強い横風が吹いているにもかかわらず離陸・急上昇したため機体が傾き、緊急停止の操作も誤り、地表で横転。	プロペラ・モーター損傷

事故を予防し、発生させないことを目指してきたが、結果として事故により練習用機体が使用できなくなったため、申請に必要な不足分を追加期間で継続することになった。(表 1)

(2) 高度な活用方法の実践

高度な活用方法は、空撮と散布の二つを計画した。空撮は、講師を株式会社日本サーキットに依頼し、散布はドローン製造元の株式会社マゼックスから資料(自動航行)を郵送してもらい本校職員が対応した。

空撮演習では、新規購入した DJI 社製ドローンの送信機に外部モニタを接続し、撮影画像をリアルタイムで表示・閲覧することが可能になった。(右写真) PC モニタと接続するメリットとして、操縦者以外の人間が撮影時のアドバイスをしやすい、撮影した映像の確認作業が現場でできる、などが挙げられる。通常空撮は飛行操作と撮影を操縦者が行うこともあり、自在に撮影するには相当練習をしなければ難しい作業である。例えば被写体を画面中心に固定したまま、機体を後退させながら上昇する撮影(ドローニー)では、自分達の感覚で上手く撮れたと思っても、自動空撮モードで撮影した映像と比較すると動きのぎこちなさ、被写体のブレが一目瞭然であった。生徒達は送信機のお操作画面(DJI GO 4)の情報量に戸惑いつつも、自動空撮モードの完成度に驚いていた。



散布訓練は、履修者全員が講座期間内に規定の飛行時間に到達せず機体の飛行訓練のみとなり、後日、習得者のみで水道水での散布飛行を行った(液体散布は物質投下に該当)。テレビや雑誌などで大々的に取り上げられている散布飛行だが、飛行・運用は国土交通省、農業とその散布は農林水産省が管轄するという複雑な制度の影響で、作業効率の向上と安全性の確保をめぐって農業現場では理解や導入が進んでいないことを説明した。本校の機体は散布用としては小型ながら最大離陸重量 12.6kg に達し、散布ポンプ稼働時は飛行時間が短くなる、薬液の飛散・重複散布を防ぐ操作が必要、など繊細な操作が要求される。テレビや雑誌などで大々的に取り上げられている散布飛行も、生徒達は自動航行のサポートなしの状態では正確な散布が難しいと実感していた。

5. 研究の成果・今後の展望

本研究で取り組んできた育成プログラム開発と活用講座の設置は、開講に必要な条件や事情を考慮すればほぼ完成した。また、操縦士の発掘と育成については、育成プログラム(講座)に参加した生徒数の伸び悩みは解消できず、活用講座を履修した生徒7名のうち1年次生1名と3年次生2名が本講座を利用して校外飛行に必要な知識・技量を習得できたにとどまった。前述のように講座の早い段階で必要な飛行時間(10時間)が確保できないことが確定し、最終日の集計で飛行時間が7時間台→2名、8時間台→3名、9時間台2名にとどまったことを考えると、この講座をきっかけにより高度な活用方法につなげる取り組みも物足りない結果となった。

昨年度の課題であった基礎飛行訓練の充実、一人当たりの訓練時間確保などの項目を改善し、今年度は講座期間内に規定時間を習得可能な状態にまでプログラムを仕上げたはずであった。しかし、飛行中は文字通り一瞬の判断ミスや躊躇が接触・墜落につながるため、講師が持っている知識や経験を的確なタイミングで受講者へ伝えることの難しさを痛感した。一般的な事故でも、操縦者が操作に慣れてくると操縦者・監督双方に雑な操作や状況判断の甘さが発生し、事故につながる例は多い。今回発生した失敗を教訓として、講師全体がその兆候を共有し操縦者に注意を促すだけでなく、育成プログラムの中にさらなる予防策を加えていく必要がある。

例えば、本講座では安全確保と円滑な訓練を実施するため一つの機体を操縦者、補助者①(空中・天候の監視)、補助者②(地上周囲の監視と機材準備)の3名が担当している。事故後にお互いの役割と実際の動きを確認する時間を設けたところ、3名の中に遠慮(初対面、他年次だと言にくい)、無関心(指導・助言は講師がやること)があったとの意見が出た。講座には様々な生徒が集まり訓練することもあり、高校生という年代を考えるとプログラムの序盤に相互理解を深める時間や、事故後に検証と防止策を話し合える仕組みを作るべきであったと反省している。

6. おわりに

本研究には3年次生2名が参加し、積極的な指導を行ってくれた。先日の卒業式の際、彼らが「自分がドローン訓練に参加してから一年後、ゼロから学んだことを、他人に教えることになるとは考えもしなかった。」と語っていた。その姿を見て、技術だけではない操縦士としての成長を実感することができた。一方、在校生に目を向けると、講座終了後にも断続的に活動に訪れる生徒がいるとはいえ、来年度も活動を継続する予定の生徒は1年次生の1名のみである。操縦士の発掘や育成については小さな一歩を踏み出せたと自負しているが、専門的な分野への活用にとどまらず、真の意味での操縦士を育成し続けるためにはプログラムや講座の改善が必要だろう。

本研究は「将来必要となる技術を、いま身につける」を目標に取り組んできた。2年間という短期間に、公立の高校でドローンスクール並みのプログラムや機器が整備できたのも、貴財団をはじめ、地元企業(三矢研究所、日本サーキット)や地元自治会(片平町内会)の理解と協力のおかげである。最後に、試案段階で実現困難とも指摘されてきた本研究に理解を給わり、研究の道筋を作っていただいた貴財団へ心より感謝を申しあげたい。