

# 災害時の救助活動におけるドローンの可能性について

## —岐阜県立岐阜商業高等学校での課題研究授業の報告—

*A possibility of UAV for rescue effort in a disaster*

曾我部 雄樹

Yuki Sogabe

### 要旨

民生用のドローン等の無人航空機が登場して以来、様々な用途で使用されてきた。特にマルチローター式の無人航空機の出場は安価で小型化されたデバイスによって一気に普及し、従来の無人航空機で必要とされた飛行操縦技術への障壁が引き下げられた。それによって産業や研究分野によって様々な用途で活用されてきた。本稿では高大連携による岐阜県立岐阜商業高等学校(以下、県立岐阜商業高等学校)での課題研究授業においてドローンを活用した事例を報告する。

### 1 はじめに

ドローンの登場によりラジコン模型飛行機が一部の人の趣味であった時代が終わった。それまでは軍や一部の企業・研究機関に限られていた無人航空機は、スマートフォンを初めとする各種のセンサーの小型化や低価格化されたデバイスによって普及し、ドローンとして一般人が入手しやすくなった。番組制作の場面においても手軽に上空からの映像を撮影できるようになり、またドローンを用いた競技も開催されるようになった。

その一方で、2015年には多くの事故の発生または事件に使用され、否定的なイメージが定着した。無人航空機は軍用として開発された経緯があるものの、現在の主な用途は平和利用である。特に自立飛行を可能とした多くの安価なドローンは営利や趣味等で用いられている。そこでは使用する人のモラルが問われるが、度重なる報道によって多くの人には好意的に受け取られていない。しかし2016年4月14日に発生した熊本地震においても被害状況の確認にドローンが使われるなど、有益な使用が報道されることで世論は変化してきている。多くの新技術の普及の混迷期において混乱が起きると同様に、現在ドローンの普及と発展には有益な使用・厳格な運用ルール・啓蒙活動が求められている。そこで高大連携を進めている県立岐阜商業高等学校の高校生を対象に、ドローンの基礎の学習、活用方法を探ることを目的として課題研究の授業を指導した。

## 2 無人航空機を取り巻く環境

無人航空機は開発された時代によって様々な活用方法が生み出されており、同時に問題が起きている。多くの軍事技術が民間技術として幅広く活用されてきたが、無人航空機においても現在は様々な分野で活躍している。

### 2.1 歴史

無人航空機は軍事用として、第二次世界大戦中に開発された。その後コンピュータとネットワークの進化と共に無線操縦技術が進歩し、リアルタイムでの操縦や映像の送受信が行えるようになった。現在では対テロ戦等にて使用されている。

無人航空機が自立飛行を行えるようになった背景にはスマートフォンの普及がある。近年スマートフォンが普及したことによりジャイロセンサーや GPS 等の小型で安価なデバイスが使えるようになり、操縦が容易かつ安価であり自立飛行が可能なドローンが登場した。昨年から搭載されたカメラを用いて移動物体を自動追尾できるなど、画像処理技術を搭載したドローンも登場している。また、従来のラジコンとして多く使われていた固定翼機ではなく回転翼機が主流となり、ホバリングが可能となったことも操縦を容易にしている要因である。

### 2.2 実用(活用)例

1980 年頃に農林省の外郭団体である農林水産航空協会とヤマハ発動機は、農薬散布を目的とした無人ヘリコプターを開発した。また、ヤマハ発動機は 1987 年にヒロボー株式会社の協力のもと、農薬散布用無人ヘリコプターを販売した [1]。

2010 年にフランスの Parrot 社により A.R.Drone が発表され、安価で手軽なドローンが一般的となり、様々な分野で使用され始めた。2012 年に DJI から発売された Phantom は撮影を含めたオールインワンのドローンとして普及し、多くのアマチュア愛好家に使用され、高品質な画像・動画が配信されている。

物流分野においては 2013 年 12 月にアメリカ通販大手の Amazon.com がドローンを用いた宅配を検討していると発表して注目を集めた。それにより小売業を含めた多くの企業が参入を発表し、日本においても 2015 年 11 月 5 日に政府による「未来投資に向けた官民対話」が開かれ、自動運転や健康医療などとともドローンの環境整備について議論が行われた[2]。対話ではドローンの配送サービスの開始に向けて、航空法の改正等を含め、環境作りについて話し合われた。

また、人が入れない地域への調査や監視用途でも使用され、送電線や橋梁の保守・監視などにも用いられている。2015 年 9 月に発生した関東・東北豪雨では国土交通省国土地理院によってドローンから撮影された動画が公開され、ドローンの有益な活用方法を示した[3]。また、2016 年 4 月 14 日に発生した熊本地震においても熊本城の被害や断層の亀裂など、災害の状況の把握に用いられている[4]。

無人航空機の普及に伴い、事故に備えた保険も種々登場してきた。当初は愛好家による利用が多かったため、日本ラジコン電波安全協会によるラジコン保険が一般的であったが、現在は産業利用も

増えてきたため、多くの保険会社が無人航空機の事故に対する保険を販売している。

### 2.3 事故・事件

2015 年はドローンを用いた事件・事故が多発し、メディアによる報道によって一躍有名になった。特に首相官邸の屋上でのドローンの発見や文化遺産への落下等の事故により、7 月 14 日にドローンの飛行に関する規制が閣議決定なされ、12 月 10 日から規制が始まった。2015 年 12 月に始まった規制では、無人航空機を飛行させる際に国土交通大臣からの許可が必要になった。この規制は無人航空機産業の成長を阻害させるのではなく、適正な利用を求めるものである。

現在は建築・工事関係者等の多くの企業や団体が飛行許可を取得しており、今まではコスト等の要因で空への参入障壁の高かった業種においても無人航空機を使用したコストカットや新しいビジネスが展開されている。

### 2.4 法整備

2015 年 9 月に航空法が一部改正され 12 月から始まった規制では、(A) 空港等の周辺(侵入表面等)の上空の空域、(B) 150m 以上の高さの空域、(C) 人口集中地区の上空では国土交通大臣の許可が必要になり、それ以外の空域では飛行が可能となった。違反した場合には 50 万円以下の罰金が科されることになる[5]。規制の開始に先立ち、2015 年 11 月 20 日には文部科学省より「無人航空機(ドローン・ラジコン機等)を飛行させる際の飛行ルールについて(周知)」が出された。

## 3 高大連携

本学経営学部では、2009 年度より岐阜市の県立岐阜商業高校の情報処理科より依頼を受け、教員を派遣し「IT分野に関する調査・研究」に関する指導を行っている。これは文部科学省の「学力向上実践研究推進事業」の指定を受けた事業であり、情報処理科の生徒を対象に課題研究の授業を担当している。当初、文部科学省による指定は 3 年であったが、その後も課題研究の指導は継続している。

### 3.1 方針の決定と講習会

2015 年度の課題研究の指導に先立ち先方の教諭との打ち合わせが行われた。学生に対する研究テーマの希望アンケートにより、新技術としてドローンを用いることが決まった。授業は 9 月の 2 学期より開始することになり、それに先立ち 8 月 25 日・26 日の 2 日間で高校生 2 名に対し無人航空機の基礎的な技術や取り巻く状況、法令等を講義し、屋内と屋外での操縦訓練を行った。図 1 にその様子を示す。生徒たちはドローンへの憧れを持ちつつも触れることのできない技術と考えていたため、講習会の内容は参加した生徒と教諭から好評であった。



(a) 3号館院生研究室 No.5 での操縦訓練



(b) 飛行する無人航空機を目視する高校生

図 1 本学での講習会の様子

### 3.2 テーマ選択

具体的な研究テーマについて、学生の意見を反映させるべく、40名の学生から意見を募った。高校生にとってのドローンの活用方法は「災害支援」が最も興味があることが分かった。テーマ決めを行った時期は、関東・東北豪雨による鬼怒川決壊とそれに伴う水害被害の報道がなされたばかりであり、被害状況の確認にドローンが用いられたとの報道がなされていた。水害被害は美濃地区の問題であり、身近な話題といえる。そこで、被害状況確認に、ヘリコプターの代わりドローンを用いることを検討する。よって、テーマは「ドローンを活用した災害支援」となった。

このテーマにもとづき40名の生徒が4つのグループに分け、それぞれの小テーマを設定し、研究を行った。

- 小テーマ1 物資の輸送
- 小テーマ2 情報の収集と提供
- 小テーマ3 搜索と監視
- 小テーマ4 運用(スケジューリング)

#### 小テーマ1:物資の輸送

災害が発生した場合、一般的に人命救助の限界は72時間と言われる。被災者が避難所等集まり、またヘリコプターが離発着できる場所であれば、物資の輸送は可能だと考えられる。しかし、孤立した地域や住宅への物資の輸送は難しくなる。そこでドローンで輸送できないかを検討した。

まず物資を積載した状態での飛行時間の変化を調べた。何も積載していない状態で13分28秒飛行できたが、300gの積載で10分20秒、500gの積載で9分20秒であった(図2)。無積載状態と比較し、300gで23.3%減、500gで30.7%減である。仮に500gの積載をした場合、無風などの負荷のない状態で飛行距離は9kmである。往復を考えると4.5km以内に物資を輸送できる。物資や資材を積載する場合は飛行時間への影響があることを考慮しなければならないことを再確認した。物資の輸送に際して Phantom 3 Professional[6]を使用すると仮定した場合、重量制限・飛行距離等を考慮し、輸送できる物

資は防寒・防暑対策のためのアルミブランケット、水、軽量の栄養食品が主となると考えられた。



(a) 曳航した状態で操縦する生徒

(b) ペットボトルに水を入れ、重量を調整した

図 2 重量物を曳航した際の飛行時間の測定

### 小テーマ2: 捜索と監視

被災状況の把握と被災者の捜索は災害発生後早急に行う必要がある。特に人では確認できない場所や危険区域ではドローンを用いた捜索・監視が有効であり、結果として行方不明者や負傷者を少しでも減らすことができると考えられる。

実験では上空から負傷者を発見するにあたり、120m(図 3)、80m(図 4)、50m(図 5)から 5 つの姿勢を撮影し、人だと判断できるかを調査した。負傷した人が取りえる姿勢を 5 つ選び、撮影した画像を見て人だと判断できるかが、負傷者発見の基準となった。判断は捜索・監視を担当した生徒 6 名である。Phantom 3 Professional に搭載されたカメラの性能に左右されるところが大きいですが、撮影された画像を拡大した際に、人だと確実に判断できるのは 50m であった。

飛行高度を下げることで発見率は高くなると考えられるが、そのためにはドローンの総飛行距離が長くなり、捜索には時間がかかることになる。また、マンションなどの高層の建造物と接触する可能性も出てくるため、高度を上げる必要が出てくる。しかし高度を上げるとカメラの性能が求められるのと同時に、天候や煙による影響も受けやすくなる。また、撮影されたデータから負傷者を探し出す技術も必要になり、今後の研究が必要となることを確認した。



(a) 撮影した画像



(b) 拡大した負傷者

図 3 上空 120m から撮影



(a) 撮影した画像



(b) 拡大した負傷者

図 4 上空 80m から撮影



(a) 撮影した画像



(b) 拡大した負傷者

図 5 上空 50m から撮影

### 小テーマ3:情報の収集と提供

災害発生時に緊急車両が通行できる道などを見つけるとともに、避難所などの情報を提供する必要

がある。無線 LAN アクセスポイント等の機器を積載することも考えられるが、子供やお年寄りへの情報提供も必要となることから、拡声器を積載することを検討した。しかしドローン自体の飛行に伴う騒音などから結論が出なかった。また、情報収集をするためには平常時と災害発生時の写真を比較して通行できない道を判断するなど、画像処理技術が必要となる。

#### 小テーマ4:運用(スケジューリング)

県立岐阜商業高等学校は災害時の避難所に指定されており、災害発生時には避難者の受け入れ等、活動の拠点になる。そのため、多くの情報の収集・発信が必要となる。県立岐阜商業高等学校の近くには長良川が流れており、特に忠節橋付近では過去の災害においても水位が上がるなど危険な状態になったことがある。一般的に河川の屈曲部では破堤する可能性が高い。また、長良川を渡る長良橋、金華橋、忠節橋は岐阜市の中心部へと結ぶ重要な橋であるため、地震等に起因する倒壊や事故等による交通網への影響は迅速に把握する必要がある。そこで、生徒たちはドローンを用いて県立岐阜商業高等学校から監視することで必要な情報を容易に収集できると考えた。上記のポイントは県立岐阜商業高等学校から半径 2.5km 以内にあり(図 6)、16m/s で移動可能な Phantom 3 Professional では 3 分以内で到着できる。

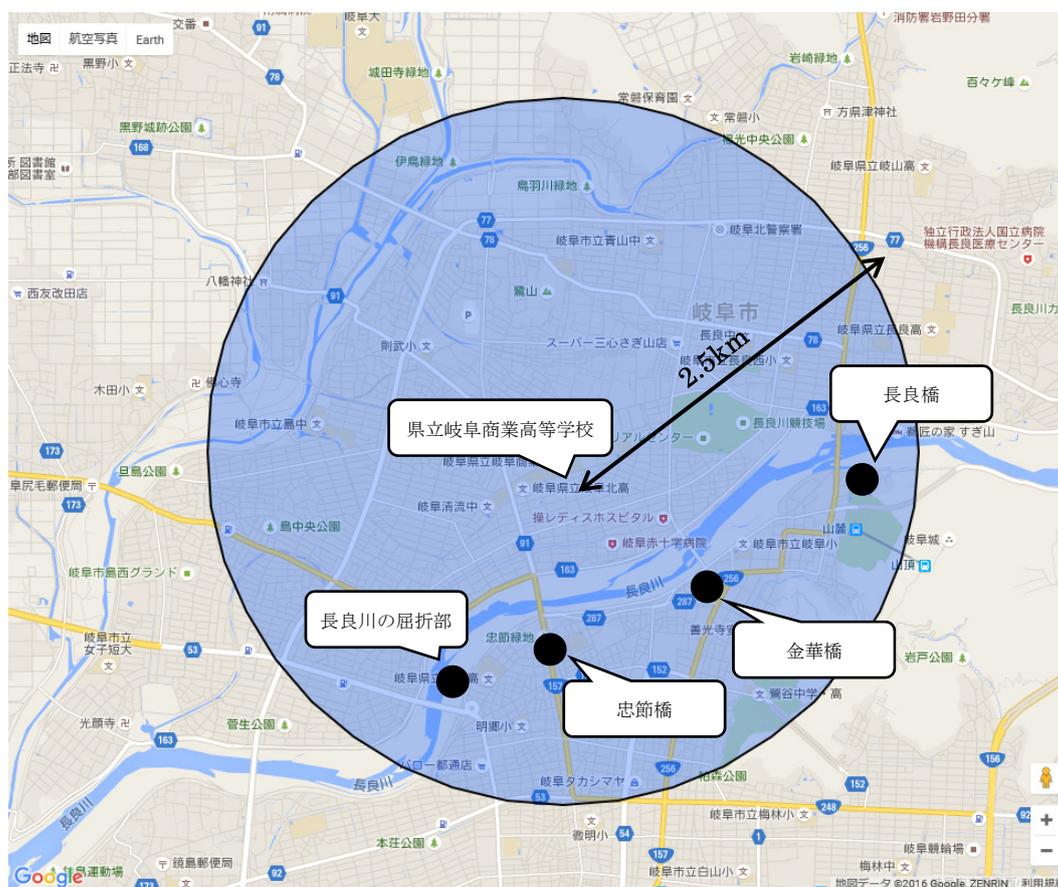


図 6 生徒たちの考える県立岐阜商業高等学校から半径 2.5km のエリアでの重要地点

飛行時間の短いドローンを複数台用いて継続的な監視を行うことを想定し、監視ポイントを2~4か所で必要な機数とバッテリーの個数を調査した。県立岐阜商業高等学校にてドローンを運用することを想定し、下記を前提条件とした。

- 監視範囲は県立岐阜商業高等学校を中心として 2.5km 以内
- 飛行時間は最大 20 分
- 移動時間は 3 分
- バッテリー等の交換に 1 分
- バッテリーの充電時間は 1 時間

監視に必要な機数とバッテリーの個数は生徒が Excel を用いて計算した。監視ポイントが 2 か所の場合、ドローンは 3 機必要となる(表 1)。監視ポイントが 3 か所の場合、ドローンは 5 機必要となる(表 2)。しかし、監視ポイントが 3 か所の場合は 3 か所目から帰還したのちに 8 分のメンテナンス時間が取れる。4 か所以降は 2 か所と 3 か所の組み合わせでおおよそ必要な機数を見積もれることとした。

バッテリーの充電には 1 時間かかるため、3 か所を監視している間に充電が終わる。3 本充電中に 1 本使用するため、ドローン 1 機あたり 4 本のバッテリーが必要となる。そのため、監視ポイントが 2 か所の場合に必要なドローン 3 機に対して必要なバッテリーは 12 本となる。監視ポイントが 3 か所の場合、バッテリーは 20 本が必要となる。

表 1 監視ポイント 2 か所の場合のドローンの運用

	飛行時間(分)																																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
ドローン No.1	移動	監視ポイント1																移動	メンテナス	移動	監視ポイント2																移動	メンテナス	移動	監視ポイント1														
ドローン No.2	監視ポイント2																移動	メンテナス	移動	監視ポイント1																移動	メンテナス	移動	監視ポイント2															
ドローン No.3	監視ポイント1	移動	メンテナス	移動	監視ポイント2																移動	メンテナス	移動	監視ポイント1																移動														

表 2 監視ポイントが 3 か所の場合のドローンの運用

	飛行時間(分)																																																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48									
ドローン No.1	移動	監視ポイント1																移動	メンテナス	移動	監視ポイント2																移動	メンテナス	移動	監視ポイント3																	
ドローン No.2	監視ポイント3																移動	メンテナス	移動	監視ポイント1																移動	メンテナス	移動	監視ポイント2																移動	メンテナス	移動
ドローン No.3	移動	メンテナス	移動	監視ポイント3																移動	メンテナス	移動	監視ポイント1																移動	メンテナス	移動	監視ポイント2															
ドローン No.4	監視ポイント2																移動	メンテナス	移動	監視ポイント3																移動	メンテナス	移動	監視ポイント1																		
ドローン No.5	監視ポイント1	移動	メンテナス	移動	監視ポイント2																移動	メンテナス	移動	監視ポイント3																移動	メンテナス	移動	監視ポ														

### 3.3 課題研究での結論

課題研究ではドローンを実際に飛行させ、高校生なりのアイデアで実験と検討を行った。結論は以

下のとおりである。

- ドローンを飛行させながら地上を監視するためには低空を飛行して高解像度の情報を取得する必要があるが、そのために飛行距離が増える。またバッテリーの限界から飛行時間に限りがあるために、現在の状況では搜索監視を実現させるのは難しい。
- 災害時に活躍させるためには悪天候でも飛行できるよう防水加工が施されている必要があり、また飛行時間を延ばすためにバッテリー容量の増加が求められる。
- 1回の飛行で運搬できる物資の量を増やすため、機体を大型化する必要がある。

以上により、将来性はあるものの、現時点で被害状況の確認以上の用途に使用するのは難しいというのが県立岐阜商業高等学校のクラスの結論である。

#### 4 まとめ

高校生を指導することは普段大学で学生を指導する以上に気を使う機会が多く、また学ぶことが多い。今回高校生を指導するにあたり、事故等が無いように細心の注意を払うとともに、県立岐阜商業高等学校側と密な連携をとる必要があった。幸い事故等はなく無事に終了できた。課題研究授業での成果は2月の課題研究発表会にて生徒たちが発表を行ったが、自分たちで考えたアイデアや実施した実験については自信をもって発表していた。

2015年度はドローンを用いた事件・事故が多発し、教育へのドローンの活用においては規制を中心とした要因に影響を受けることが多かった。ドローン規制は今後段階的に厳しくなる予定であり、情報収集を継続する必要がある。県立岐阜商業高等学校から求められる内容も年々変化しており、高校生の興味の移り変わりは早い。そのため、毎年新たな発見があるとともに、大学での学生への指導の良い刺激になっている。

#### 謝辞

高校生への指導方法や校舎内での飛行に関し、多大なるご支援をいただいた県立岐阜商業高等学校情報処理科の澤田教諭・奥村教諭・小森教諭に深謝する。また、高校生にドローンの指導や飛行の補助をしてくれた本学経営学部経営情報学科の古堅智仁君とビジネス企画学科の小島一輝君に感謝する。

本研究は経営学部からの学部助成金、経営学部ビジネス企画学科からの研究助成金によって進められた。

#### 参考文献

[1]ヤマハ発動機, 無人ヘリの軌跡, <http://www.yamaha-motor.co.jp/sky/history/>, 2016年5月15

日参照.

- [2] 首相官邸, 未来投資に向けた官民対話, 2015 年 11 月 5 日,  
[http://www.kantei.go.jp/jp/97\\_abe/actions/201511/05kanmin\\_taiwa.html](http://www.kantei.go.jp/jp/97_abe/actions/201511/05kanmin_taiwa.html), 2016 年 5 月 15 日参照.
- [3] 国土交通省国土地理院, 平成 27 年 9 月 関東・東北豪雨の情報, 2015 年 9 月 30 日,  
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27.taihuu18gou.html>, 2016 年 5 月 15 日参照.
- [4] 国土交通省国土地理院, 平成 28 年 熊本地震に関する情報, 2016 年 5 月 19 日,  
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27.taihuu18gou.html>, 2016 年 5 月 15 日参照.
- [5] 無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール, 国土交通省,  
[http://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk10\\_000003.html](http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html), 2016 年 5 月 15 日参照.
- [6] DJI, PHANTOM 3 PROFESSIONAL, <http://www.dji.com/jp/product/phantom-3-pro>, 2016 年 5 月 15 日参照.

曾我部 雄樹 (経営学部ビジネス企画学科講師)