

ドローン地産地防プロジェクト

— 人に着目した災害初期対応ソリューション —

国立研究開発法人 防災科学技術研究所マルチハザードリスク評価研究部門特別技術員 内山 庄一郎

1. はじめに

近年、ドローンの本格的な産業利用に向けて、技術やサービスの開発が積極的に進められている。中でも、点検や計測など、既存手法では対象へ接近することそのものが高コスト・不安全となる分野では、ドローンの導入や置き換えが積極的に進んでいる。では、災害対応の分野ではどうだろうか。利用者が危険にさらされないという無人ロボットの特長により、本格的にドローンの活用が期待されている分野でもある。しかし現実には、現場の人手不足や既存手法との単純な置き換えの難しさ、ICTリテラシーなどの諸課題により、必ずしも活用が進んでいるとはいえない面がある。そこで本稿では、災害初期対応における情報収集ドローンの活用に向けた課題を挙げ、その克服を目指した事例を紹介する。そこから、ドローンを災害対応の一つのソリューションとして位置付けるべく、知識と技術の体系化を試みる。なお、情報収集ドローンとは、パイロットにカメラが取り付けられたマルチコプターを想定している。

2. 災害初期対応現場の課題

ここでは、災害初期対応の現場の課題として、3点を挙げる。

(1) 人手不足によるオペレータ不在

一点目は、人手不足である。消防では災害種類に応じた出場計画が定められており、消火や救助などに直接関わらない人員を増やすことは容易ではない。さらに、現代社会に共通の問題ともいえる労働人口の減少や行政機関の予算・人員の削減により、ドローンに特化した新規の部隊創設も容易ではない。図-1は全国の消防機関に対し、(国研)防災科学技術研究所が行ったドローンの活用状況に関するアンケートの結果の一部である。消防

ドローンの活用を検討(または、運用を実施)していますか？(回答数545件)
カッコ内の人数はその選択肢を選んだ組織の平均職員数を示す

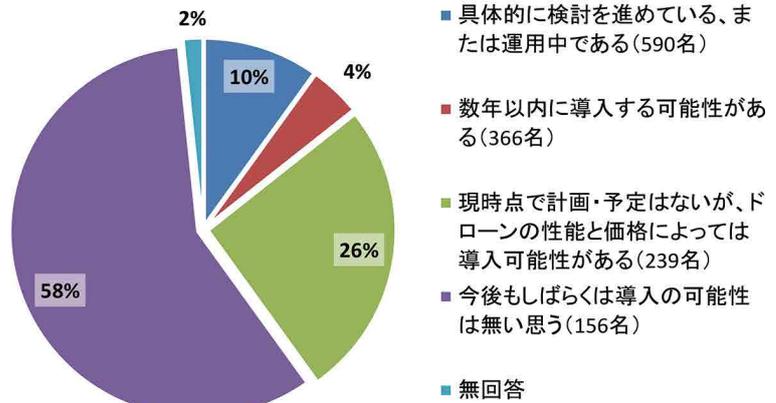


図-1 全国の消防機関におけるドローンの導入・活用の検討状況 (2017年調査)

組織の構成人数が少なくなるほど、ドローンの導入・活用に対しネガティブな傾向が強くなった。ここから、小規模な組織では、ドローンを導入したとしても、それを現場で飛ばすための人員の手配にまで手が回りにくいことが想像される。

(2) 運用プロセス構築の難しさ

二点目の課題は、既存手法との単純な置き換えの難しさである。消防防災ヘリコプターに代表されるように、災害初期対応にも使われる救助や情報収集のための空中ツールは存在する。しかし、有人航空機とドローンとは、その機械的性能により規定される任務の性質、運用コストはまったくの別物であり、有人機のミッションを無人機で代替するような単純な置き換えは、今のところ不可能といってよい¹⁾。つまり、災害初期対応の現場にとって、情報収集ドローンという存在は、使い方も可能性も未知のツールである。テクノロジー(機体)の導入だけで結果が得られるツールではないため、実装においては、ドローンの有効な使い方や新たに考案し、教育方法を検討し、現在の現場活動に適切に組み込むまでの

運用プロセスの構築が求められる。また、ドローンスクールは、いわば自動車教習所の機能を果たす機関であり、災害時の活用方法まで学ぶことはできない。こうした現状により、また前述の人手不足とも相まって、実運用のプロセス開発までを実務機関単独で解決することは、荷が重い課題となっている。

(3) 現場でのICT活用の難しさ

三点目は、現場でのICT活用に関する課題である。活動現場に設置される指揮所では、ホワイトボード、無線機、表札情報の入った大縮尺地図が、現在でも大いに利用されている。これらは電源不要で軽量、安価、かつ汎用性が高いために広く活用されてきたが、一方で、こうしたアナログツールに代わるものとして、現場へのICTの導入や置き換えが進んでいるとはいえない。例えば、国内で23隊しかない特別高度救助隊であっても、その装備品のラインナップはCBRNE災害(化学・生物・放射性物質・核・爆発物による災害)への対応を目的としたものであり、ICTに関する装備は含まれない。現場でのICTの活用には、丈夫なデジタ

ル機器、通信環境の整備に加えて、利用者のリテラシー向上が求められる。ICTの全面的な導入には、将来的に消防活動のあり方をドラスティックに変えるような議論も必要であろう。

3. 地産地防プロジェクト

先に挙げた3つの課題は、いずれもテクノロジーのみで解決できるものではない。ドローンに関わる人員の能力向上や、社会情勢の変化も踏まえた長期的な取り組みが求められよう。これらのうち、特に運用プロセスの構築に対する解決を模索するため、2019年度に地産地防プロジェクトと称する、ドローンを用いた災害初期対応に関する実証実験を行った。地産地防とは、農産物などの地産地消にかけて、地域の災害には地域で対応する能力を高めることの重要性を表現した言葉である²⁾。実施内容の詳細は既報³⁾のため、ここでは情報収集ドローンの活用に関する内容を簡単に紹介する。

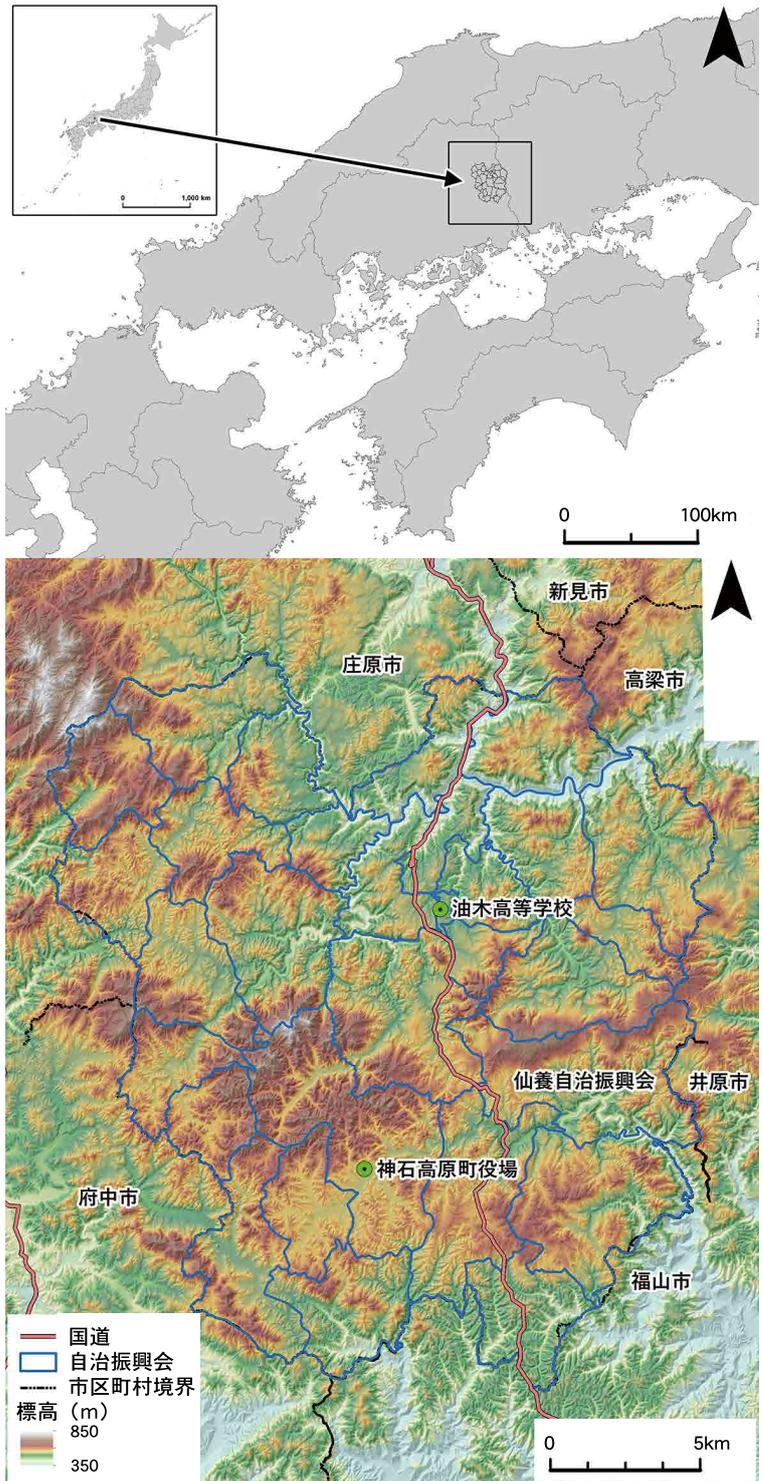
(1) 実施地域の概要

地産地防プロジェクトを実施した神石高原町（広島県神石郡）は、人口8,807人（2020年6月）、面積381.98km²、広島県と岡山県との県境に位置する中山間地の町である（図-2上）。町全域が標高400mから600mの丘陵地形をなしており、谷沿いの道路網は起伏と曲率に富む（図-2下）。急勾配で細い道路が多く、平成30年7月豪雨では谷沿いの主要道路への河川溢水により、孤立した集落も生じた。また、ほかの多くの小規模自治体と同様に、人口減少と高齢化、そして産業構造の変化によって、農林業など産業力の漸減に悩まされている。

広大な町内にある常備消防は1カ所の出張所のみであり、約10名が常駐している。対して、消防団は4つの方面隊で合計7分団、660名の消防団員により構成される。消防団員の人数は、全国平均（人口の0.67%）の約11倍の規模を持つ。自主防災組織の機能は、町内4地域に合計30組織ある自治振興会が担っている。面積が広く、常備消防に限られる防災体制のため、災害時の初動には消防団や自主防災組織の役割の比重は大きい。

(2) 3つのテーマ

地産地防プロジェクトでは、次の図に示した3つのテーマを設定した（図-3）。それぞれの意義について説明する。



資料：両図とも基盤地図情報（国土地理院）を使用して作成

図-2 神石高原町の位置と地勢³⁾（上：広域図、下：詳細図）

① 担い手育成

担い手とは、ドローンを運航する操縦者である。担い手は、在住の町民に引き受けていただいた。町民の担い手を育成する目的は、次の3点である。一つ目は、地産地防プロジェクトを、地域に根ざした活動として残すことである。一般的な、専門家による一回限りの実証実験として終わらせるのではなく、専門家の手を離れた後も自律的な運航ができる体制づく

りを目指した。二つ目は、専門的なICTリテラシーを持たない操縦者に向けた、教育プログラムの実施と、その効果の確認である。三つ目は、ドローンの社会受容性の向上である。外部の者ではなく、町民による町民のための防災活動であれば、地元へ受け入れられる可能性は、より高まるであろう。

② マップ作成

情報収集ドローンによる災害初期対応

では、第一に災害状況の把握が求められる。その時に重要な技術は、被災エリアのマッピングである。これを迅速かつ簡便に実現するために、独自のアプリケーションを開発した。これにより、オルソ画像作成のような写真測量やGISなどの専門知識の学習を不要とし、現場でのマップ作成から自治体との情報共有までをシームレスに行える環境を提供した。そして、前項で述べた教育プログラムでは、このアプリケーションの使い方を軸とした内容で実施した。

ここで簡単に、オルソ画像と情報共有について補足する。オルソ画像とは、地図とぴったり重なる写真地図である。これを災害直後に作成できれば、被害状況を広域、面的に視覚化できる。つまり、地上にいる人間の視界に入る局所的な状況にとらわれず、俯瞰的な視点を得たうえで現場活動を展開できる。そして、災害時の情報共有は、国策としても進められている。防災基本計画（2019年5月一部修正）では、内閣府と（国研）防災科学技術研究所で構成されるISUT（Information support team）の活動により、災害情報の集約と整理、地図化を行い、地方公共団体等の災害対応を支援することが定められた⁴⁾。

③物資配送

国内には、道路網によるアクセスが容易ではない地域が多数存在する。このような地域では、ドローンによる空の道が新しいインフラとして活用されることで、生活の質の向上などが期待される。

(3)結果

本稿では、地産地防プロジェクトの3つのテーマのうち、情報収集ドローンの活用に関わる担い手育成およびマップ作成について、その結果を述べる。物資配送については、文献3)を参照されたい。

①担い手育成

町内在住の5名の担い手が、半年間で合計7回のトレーニングを受講した。担い手の職業は農商工業、公務員であり、高度なITスキルを日常的に活用する業務環境にはない。トレーニングの内訳は、マップ作成に関わるものが2回、物資配送が4回、これらの総合が1回となった。トレーニングは一回あたり3時間半とし、その中に座学と実技を盛り込んだ。また、全トレーニングの修了後に総合演習を行った。総合演習は、専門家の助力なしで担い手単独で実施し、マップ作成と物

地産地防プロジェクト

1 担い手育成	2 マップ作成	3 物資配送
<ul style="list-style-type: none"> 運用技術の習得 マップ作成 物資配送 	<ul style="list-style-type: none"> オルソ画像の作成 自治体との情報共有 比較アプリによる災害前後の被害把握 	<ul style="list-style-type: none"> 災害時の物資配送 目視外および電波途絶環境でのドローン運用

図-3 地産地防プロジェクトで実施した3テーマ³⁾



資料：文献5) から引用

写真-1 比較アプリを用いた災害前後のオルソ画像の比較イメージ
(災害前後の状況変化を示すため、2014年8月広島土石流災害の災害前(左)および災害後(右)のオルソ画像を示した)

資配送を、一続きの災害初動イベントとして通して行った。

②マップ作成

マップ作成には、DJI Mavic 2 Enterprise、オルソ画像作成にはクラウドサービスのDroneDeployをそれぞれ用いた。クラウド上で作成されたオルソ画像は、本プロジェクトで独自に開発した「比較アプリ」(固有名称は付していない)にアップロードすることで、災害前後のオルソ画像の比較による被害状況把握や、現場から自治体への迅速な情報共有を実現した(写真-1)。

4. ドローン災害対応システムの構築

地産地防プロジェクトの取り組みによって、現場活動で使いやすいシンプルなシステムと、その教育プログラムの提供があれば、運用プロセスの構築を容易たらしめることが示唆された。そして、前項で紹介した国が運用する災害情報システム (ISUT) の取り組みのように、こ

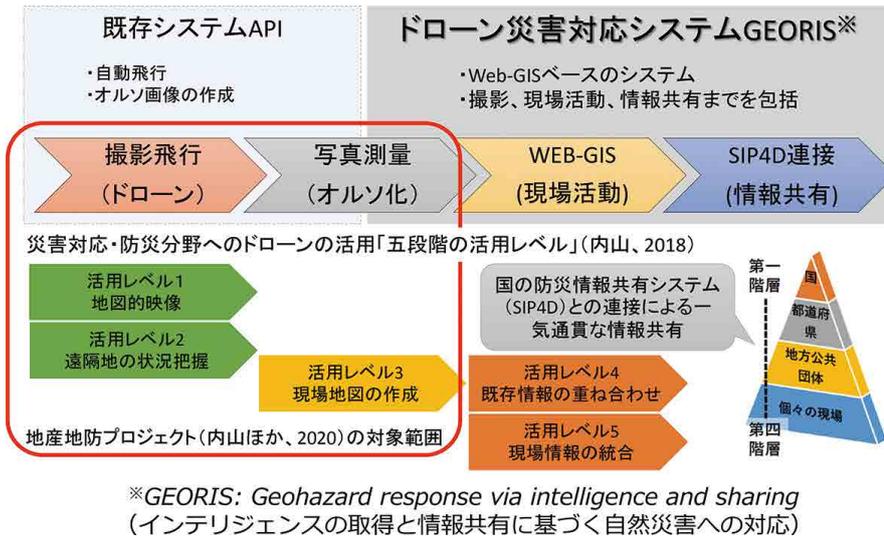
れからの防災、特に大規模災害への対応には、他機関とのスムーズな情報共有が求められる。こうした情報共有の基盤にはWeb-GISの活用が前提となり、こうした情報基盤に参加することは、必然的に現場活動のデジタル化に向けた流れに乗ることにもなる。そして、ドローンは本来、位置情報を持ったデータ取得に最適なツールであり、ICTとの親和性が高い。つまり、情報収集ドローンとWeb-GISベースの災害対応システムの開発、その教育プログラムを組み合わせた運用プロセスが普及されれば、個別の災害から広域・大規模災害への組織的対応まで活用可能なドローン活用ソリューションを提供できるのではないかと。

図-4は、情報収集ドローンの活用に必要な機能をパッケージにした、ドローン災害対応システムGEORIS(ジオリス)の設計概念である。オルソ画像の作成や、建物情報の重ね合わせなど、情報収集ドローンによるマッピングには、空間情報技術の併用が必須であることが指摘され

活動のソリューションとして、情報収集ドローンをより有効にできると考えている。

【参考文献】

- 1) 内山庄一郎 (2020) 必携 ドローン活用ガイド-災害対応実践編-, 東京法令出版, 280pp.
- 2) 内山庄一郎 (2019a) 災害対応へのドローンの活用, ドローン活用プレスト会議, 広島県神石郡神石高原町, 36pp.
- 3) 内山庄一郎ほか (2020) ドローンを用いた災害初動体制の確立 -神石高原町における地産地防プロジェクトの取り組み-, 防災科学技術研究所研究報告, No. 84, pp. 1-14.
- 4) 中央防災会議 (2019) 防災基本計画 (2019年5月一部修正).
- 5) 内山庄一郎ほか (2014) 平成26年8月豪雨による広島土流災害における空撮写真を用いた捜索支援地図の作成, CSIS DAYS 2014, 16p.
- 6) 内山庄一郎 (2018) 災害におけるドローンの活用, 月刊消防, Vol. 40, No. 11, pp. 1-7.
- 7) 内山庄一郎 (2019b) 災害対応の初期フェーズにおける無人航空機の活用-平成30年7月豪雨における広島県での捜索支援地図の作成事例-, 防災科学技術研究所主要災害調査報告, No. 53, pp. 175-189.
- 8) 佐野利器 (1926) 耐震構造上の諸説 (抄), 建築雑誌, 日本建築学会.



※GEORIS: Geohazard response via intelligence and sharing (インテリジェンスの取得と情報共有に基づく自然災害への対応)

上部が GEORIS の主要機能の連携を示し、下部は、ドローンの活用を難易度ごとに整理した五段階の活用レベル^{1, 6)}と GEORIS の主要機能との対比を示す。五段階の活用レベルには情報共有は含まれないため、GEORIS の機能に対応する概念として、右に災害情報の三角形⁷⁾を示した。赤枠は地産地防プロジェクトで実施した範囲

図-4 ドローン災害対応システムGEORIS (ジオリス) の全体像

ている。その際に必要な技能やソフトウェアは、五段階の活用レベルとして具体的に整理されている^{1, 6)}。また、五段階の活用レベルには情報共有は含まれないため、GEORIS の情報共有機能に対応する概念として、国、都道府県、自治体、個々の現場までを一気通貫する情報流通の概念モデル、災害情報の三角形⁷⁾を示した。情報共有には、国が整備する災害情報の流通システムである SIP4D (基盤的防災情報流通ネットワーク) との接続が想定される。なお GEORIS とは、Geohazard response via intelligence and sharing (インテリジェンスの取得と情報共有に基づく自然災害への対応) の略語である。現在、ドローン災害対応システム GEORIS の実装に向けて、研究活動を展開している。

5. おわりに

情報収集ドローンを災害初期対応ソリューションとして活用する際の課題を整理し、その解決を目指した実証事例として地産地防プロジェクトを紹介した。そこから、ドローン災害対応システム GEORIS の提案を行った。本稿では、全体を通して「人」に着目し、技術のみならず人ありきのソリューションの確立を目指した。ドローンとその利用者は、例えばピアノと演奏者の関係である。すなわち、どれほど素晴らしいピアノを開発したところで、演奏者の技能がなければ、

よい音楽 (ソリューション) が生まれることはない。最先端テクノロジーの代名詞でもあるドローンは、ややもすれば技術開発に偏重するふしがある。また、ドローンの利用者においても、ドローンに対し機能向上やテクノロジーに頼った直接的な課題解決を求めることがある。しかし、特に情報収集ドローンの場合、使う人間の技能向上がある程度実現できれば、現時点でも非常に有効な情報ツールとなる。自然災害は、明日にでも起こりうるものであり、したがって災害対応の現場では、「河の清きを待つ余裕を有しない」⁸⁾ はずである。つまり、何かの課題に対して、テクノロジーによる完全解決を待つのではなく、今ある技術で目の前の課題を解決する方策を編み出していくことも大切である。そして、ソリューション (課題解決) とは常に、技術 (テクノロジー) と人間の技能のペアリングによって達成されることを忘れてはならないだろう。

一方で、人手不足に悩む現場では、技能の習得コストはできる限り低く抑えたい。これに対し、現場活動に最適なシステムが、習得が必要な技能の閾値を下げることを示した。さらに、システム (技術) と教育 (技能) を同時に提供することで、基本的な運用プロセスが構築されることを示した。GEORIS とその教育サービスを社会に広く提供できれば、利用者は自分の災害対応行動に応じた現場