

2020（令和2）年8月31日（月）

令和2年度かながわドローン前提社会ネットワーク災害分科会（オンライン開催）
～ドローンを活用した自然災害対応力の強化について～

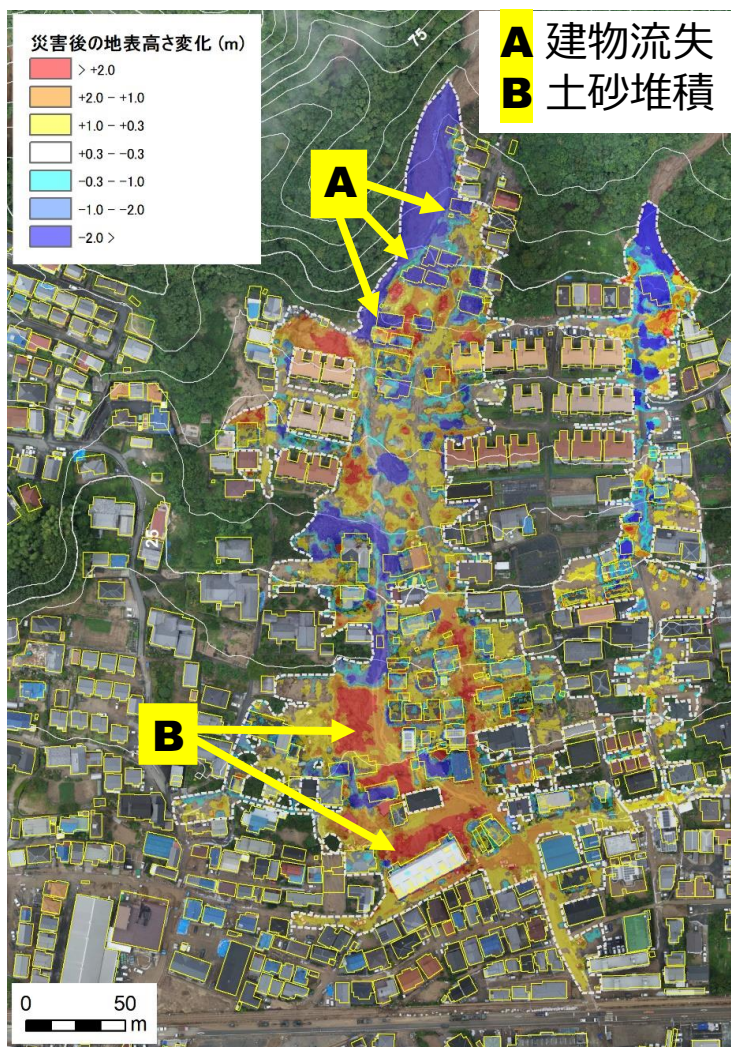
地元の力を活かした 地産地防へのドローンの活用

内山庄一郎

国立研究開発法人 防災科学技術研究所

uchiyoama@bosai.go.jp

【[詳細レポートPDF](#)】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.



搜索支援地図 (特許6467567)
2014.8 広島市土石流災害

ピアノと演奏者

1. 活用の条件と課題

- 活用の進みややすさ
- 3つの課題

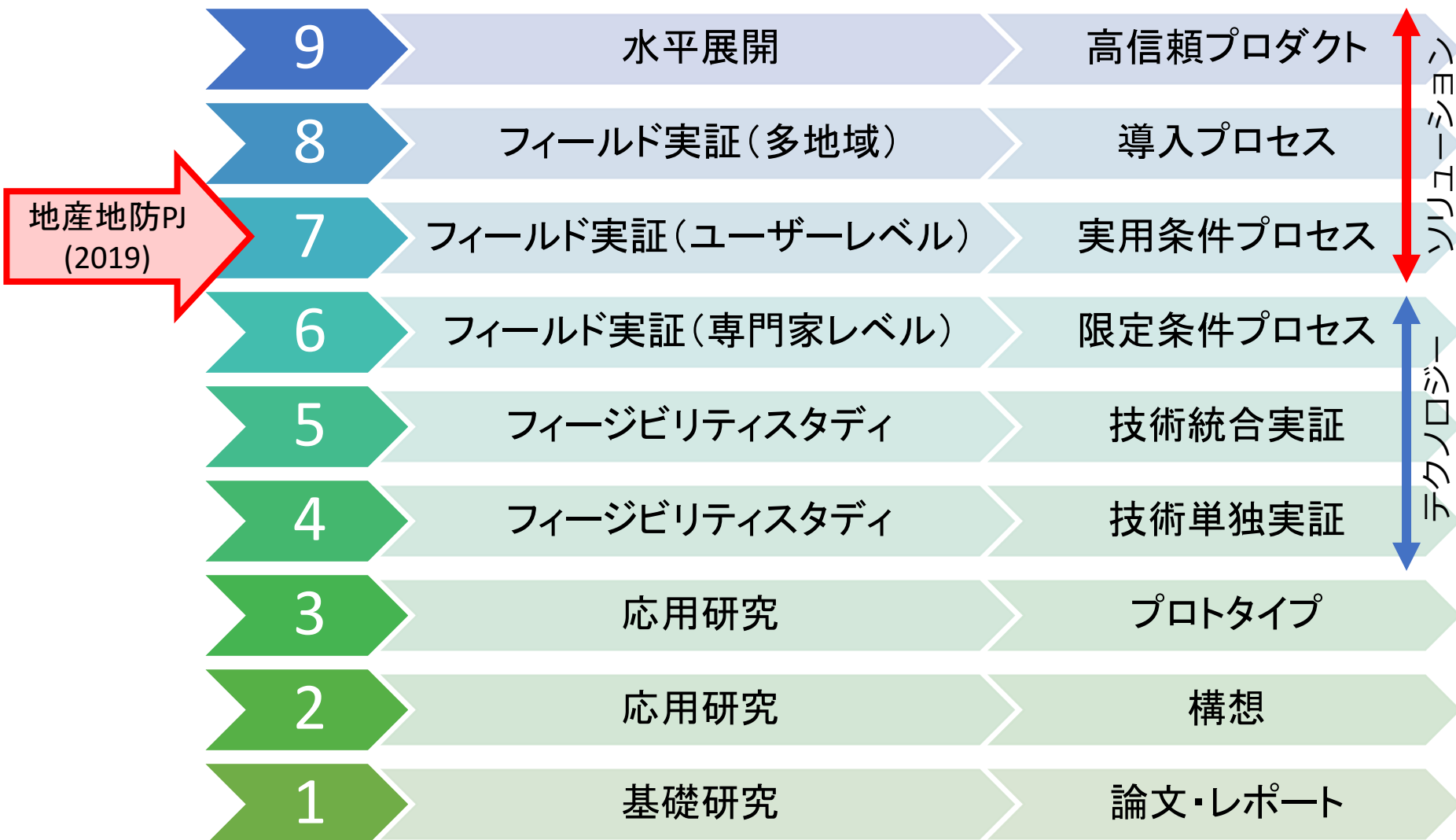
2. 地産地防プロジェクト

- 市井の人による活用体制
- 属人性を排するには？

3. 災害初期対応への活用

- ドローン災害対応システムGEORIS (ジオリス) 構想
- テクノロジーからソリューションへ

TRL: 技術成熟度レベル (例)



1. 活用の条件と課題

活用の進みやすさ

3つの課題

1. 活用の条件と課題

活用の条件

既存手法の置換が容易な分野から活用が進む

- 点検・計測

対象へのアクセスが高コスト、不安全となる分野

画像計測技術が適用しやすい分野

普及レベル（TRL 9）のドローン技術

1. ペイロード

- カメラ（可視・NIR・IR）：映像・画像の撮影
- LIDAR：レーザー計測

2. 機体

- 障害物検知：安全距離の保持、停止、回避
- 非GNSS飛行：SLAM、障害物検知
- 非磁気コンパス飛行：デュアルRTK

1. 活用の条件と課題

災害初期対応

- 利用者が危険にさらされないというロボットの特性
- ドローン：空飛ぶカメラ（TRL 9）

人間の手の届かない場所から、人間には見えない場所を見る

➤ 既存手法：消防防災ヘリ

➤ 必ずしも活用が進んでいるとはいえない

1. 活用の条件と課題

災害初期対応でのドローン活用：3つの課題

1. 既存手法との単純な置換が困難

消防防災ヘリ（広域・汎用）≠ドローン（局所・専用）

2. アナログ中心のタフな現場環境

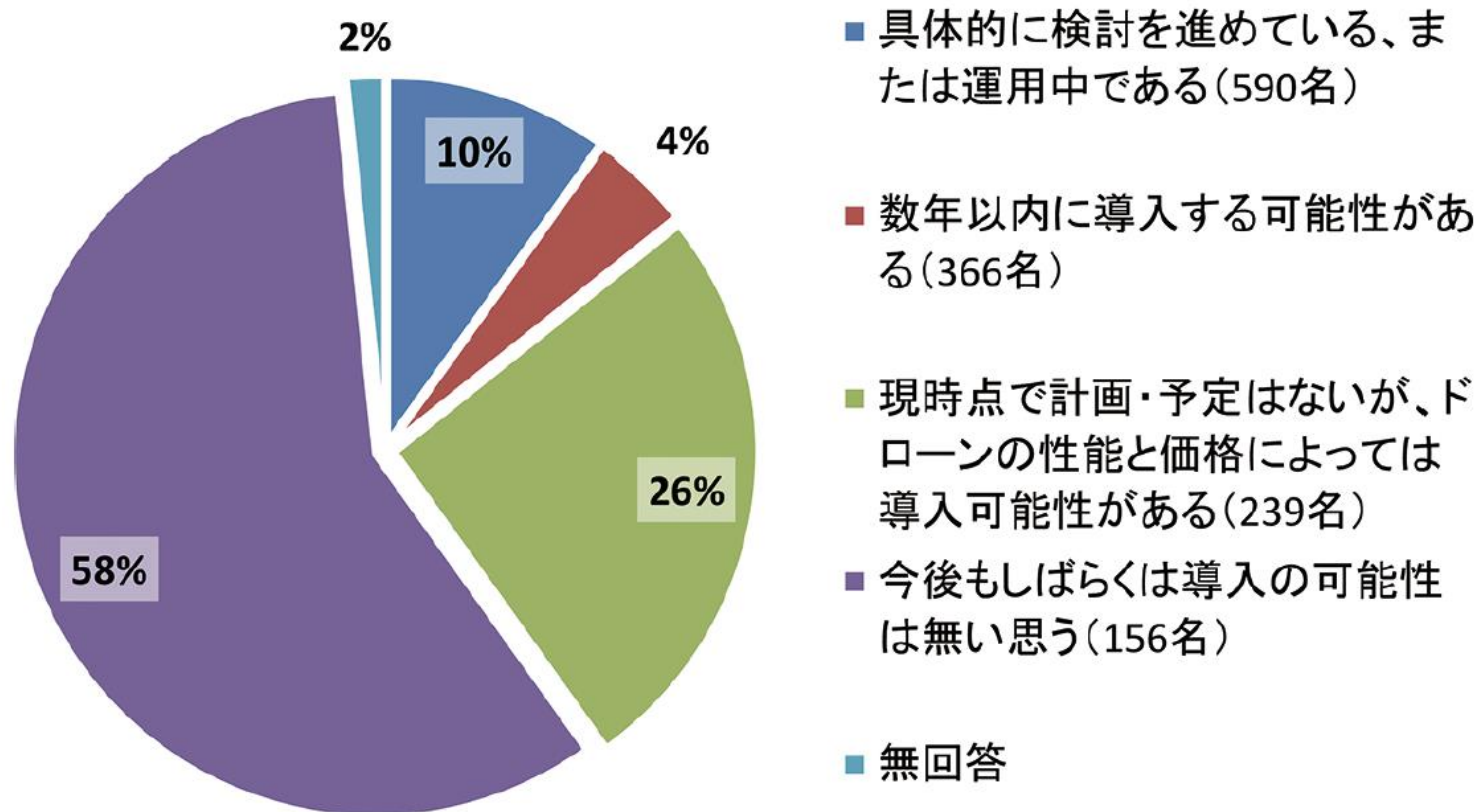
ドローンは、繊細なデジタルな地理空間情報技術

3. 人手不足

労働人口の減少、厳しい経済状況

1. 活用の条件と課題

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



人手不足がドローン導入の障害となっている

1. 活用の条件と課題

災害初期対応における3つの課題

1. 既存手法との単純な置換が困難
2. アナログ中心のタフな現場環境
3. 人手不足

➤ ソリューション（活用戦略）を構築することの難しさ

➤ ドローン技術のメリットを活かすソリューションの構築

- 空飛ぶカメラ：俯瞰的視点
- 地理空間情報：マッピングツール
- デジタル技術：情報共有

2. 地産地防プロジェクト

じんせきこうげんちょう

神石高原町（広島県神石郡）での取り組み

市井の人による活用体制

属人性を排するには？

取り組みの背景

1. ソフト対策の推進

- 戦後のハード対策により作り上げてきた都市の耐災環境
- 防災施設（ハード）の設置・維持の費用負担の増加、防災施設単独での被害抑止効果の限界に対する認識

2. 大規模・広域災害への対応力の向上

- 近年の気象災害の大規模・高頻度化、また、東南海地震、首都直下地震など国難級の自然災害に対する差し迫った懸念
- 災害情報の集約・活用体制（例：ISUT）など、大規模災害に対処できる社会体制・ソフト対策の整備・普及が急務

災害対応へのドローン活用

1. 災害時の新しい情報収集ツール

- 個々の災害現場の情報を、迅速・効率的かつ、高分解能に取得できるドローン技術への注目
- 単にドローンを飛ばすだけでは、情報の活用が難しい実情

2. ドローン活用効果の実証：TRL 6（専門家による実証）

- ドローン運航、地理空間情報、写真測量、GIS、情報判読などの各種技術に習熟した専門家により、多くの災害対応で有効性が実証済

3. 社会実装への展開の難しさ：TRL 6を超えられない

- 災害対応でのドローン活用に求められる専門知識の幅が広い
- 災害対応の現場従事者に求められる日常業務は多く、ドローンの操縦に加えて、多数の専門技術に習熟するための時間を捻出できない

取り組みの目的

地域の災害対応ソリューションの構築

1. 災害時ドローン運航に関する教育体系の構築

- ・ テーマ1. 町民の担い手育成
- ・ テーマ3. 物資配送

2. 専門技術を統合したアプリケーションの開発

- ・ テーマ2. マップ作成（情報共有）

3. ドローン運航の社会受容性の向上

- ・ 本取り組みを通じ、地域との対話の中で醸成を図る



神石高原町の地形と景観
星居山山頂からの景色

概要

地産地防プロジェクトとは？

神石高原町（じんせきこうげんちょう）
広島県神石郡
人口：8,764人（2020.8）
面積：381.98 km²
山陽新幹線「福山駅」から陸路で33km



出典：神石高原町HP

地産地防プロジェクトの概要

1. 事業（2019年度・単年度）

「過疎地域等集落ネットワーク圏形成支援事業」

令和元年度過疎地域等自立活性化推進交付金（総務省）

（令和元年度採択自治体：全国28市町村）

2. 実施主体

神石高原町ドローンコンソーシアム（8団体）

3. 地産地防プロジェクト「3本の柱」

- ① 担い手育成
- ② マップ作成（情報共有）
- ③ 物資配送



地産地防

ロゴマーク

「地産地防」の意味

大規模災害への対応力の源泉

- 必ず来る国難級災害、豪雨災害の高頻度激甚化
- 広域的な災害発生時、災害対応資源は限られる
- 地域の災害に対して地域で対応する力、つまり「地産地防」の力を高めていく必要がある
- 地産地防の向上なくして、来る大規模災害に立ち向かうことはできない

2019年度 体制図

- 全体アドバイザー（統括）の役割
- ・ プロジェクト概念「地産地防」提唱
 - ・ 三本の柱（テーマ）立案
 - ・ テーマ到達目標の設定
 - ・ 担い手・高校生への講義（一部）
 - ・ 担い手向け「運用ガイド」執筆
 - ・ 公開実証実験シナリオ作成
 - ・ 研究報告の作成

国
総務省事業

広島県・神石郡 じんせきこうげんちょう
神石高原町

事業実施主体 : 油木協働支援センター

全体アドバイザー : 防災科研

運営事務局 : PERSOL



マップ作成（災害初動）



物資配送



担い手育成



担い手：消防団、自治振興会、地元企業、ドローンアカデミー

地産地防プロジェクト2019のテーマ

地産地防プロジェクト「3本の柱（テーマ）」

1 担い手育成

- 運用技術の習得
- マップ作成
- 物資配送

2 マップ作成

- 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

3 物資配送

- 災害時の物資配送
- 山林での目視外および電波途絶環境でのドローン運用

神石高原町ドローンコンソーシアム . . . 3本の柱の推進母体

意義・実施概要

地産地防プロジェクト「3本の柱（テーマ）」

意義：テーマ1. 担い手育成

町の人（担い手）がドローンを運航する3つのメリット

1. 町が自力でドローンを運用する基礎をつくる（地域に根付く）
 - ・ 災害への処し方の高度化（地域防災力の向上）
 - ・ 将来的な、農林業等へのドローン活用の展開
2. ITリテラシーの共通性（教育手法の開発）
 - 消防などのプロの災害対応の現場も、実はまだアナログ
3. 社会受容性の向上
 - 外部の人が、自分の頭上で勝手に飛ばすのは歓迎しない

現状の課題

- ・ 専門家とコストを結集した実証実験→地域に定着しない
- ・ 災害時協力協定事業者→大災害時には間に合わない

テーマ1. 担い手育成

実施概要

担い手（町民）：5名

トレーニング：7回

公開実証実験：1回

自主練習：複数回

公開実証実験：1回（大成功）



トレーニング（座学）の様子

意義：テーマ2. マップ作成（情報共有）

1. 現場でオルソ画像を作成し、その場で役場と情報共有

災害直後の情報収集の難しさを解決

- 被害の全体像を知りたいが、個別の現場の情報が集まらない

2. 情報リテラシーに対応した教育サービスの提供

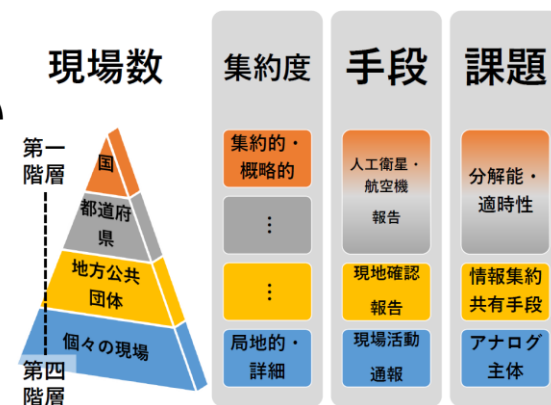
アプリの力でマップ作成と情報共有を実現

- 高度な機能は、専門知識や技術を持った人しか使えない

3. 地元の災害初期対応力の活用

活動力の高い地元力を活用

- 消防力：382 km²の広大な町に、約10名の常備消防のみ



災害情報の三角形

国、都道府県、自治体、個々の現場までの4つを階層として捉え、それぞれの階層における従事者数の規模、必要とされる情報の集約度、情報取得の手段、その課題を表した概念図

情報共有の共通課題

- ・ 既存の手法（衛星・航空機）は、情報の分解能が低い（個々の現場まで見えない）
- ・ 高分解能な画像情報は、ドローン以外に効率的な収集方法が存在しない
- ・ アナログ情報は、そのままでは共有が難しい（紙は誰かが届けなくては使えない）

テーマ2. マップ作成（情報共有）

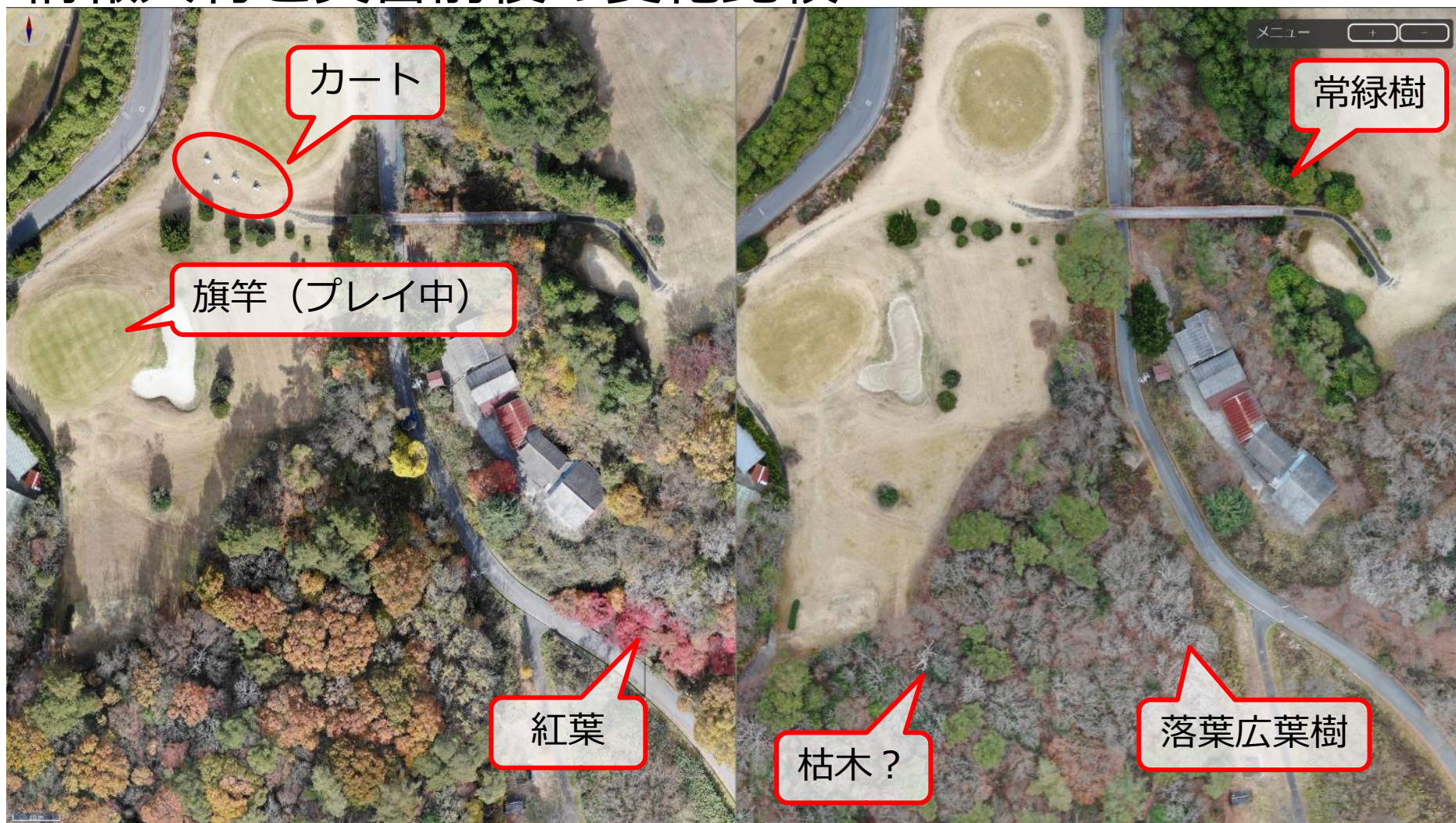
実施概要

1. 「比較アプリ」の開発
2. 自動飛行による撮影
3. オルソ画像（写真地図）作成
4. 災害現場から役場への情報共有



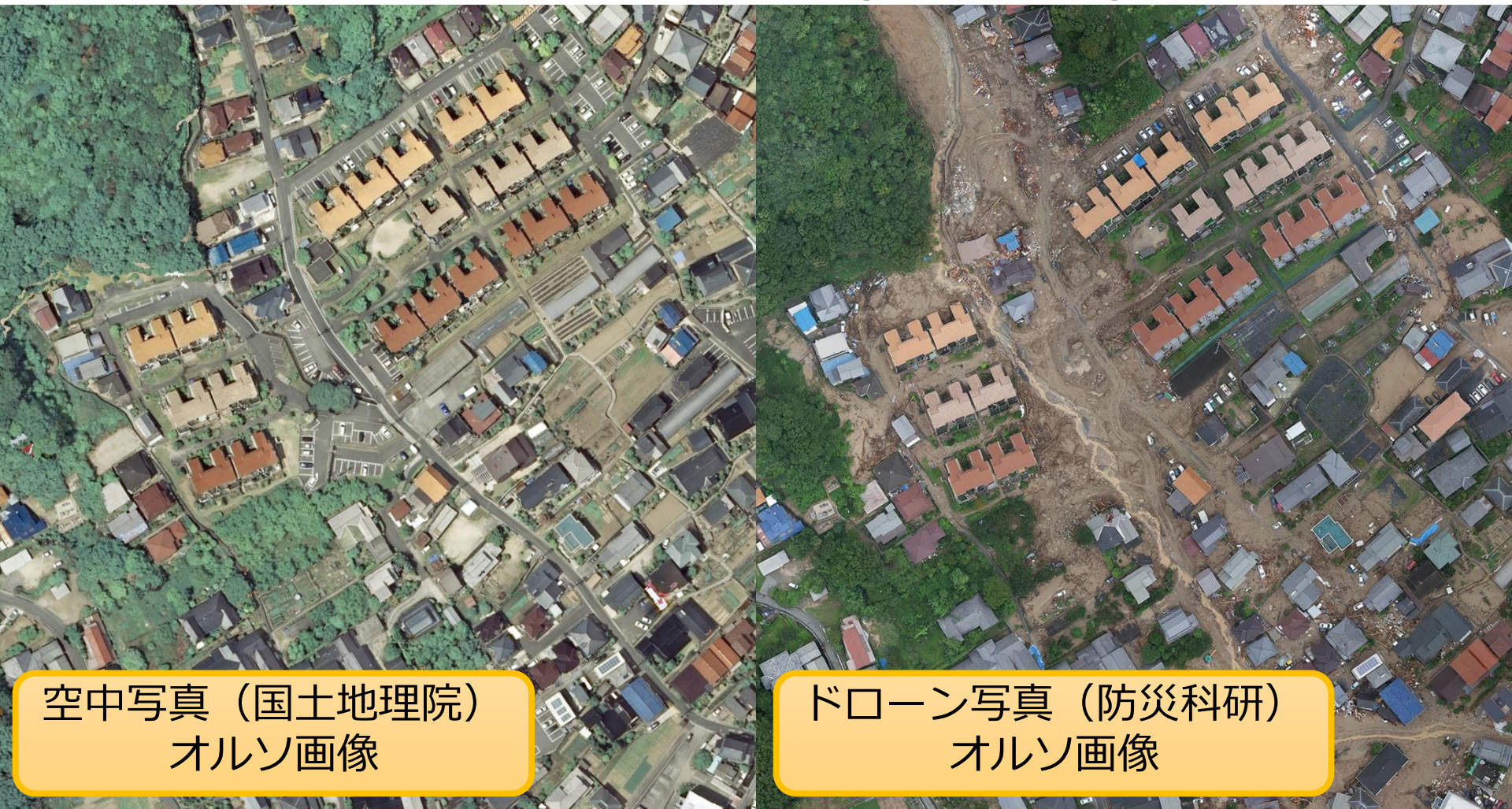
マップ作成のための自動飛行

テーマ2. マップ作成：「比較アプリ」の開発と活用 情報共有と災害前後の変化比較



撮影： (左) 2019/11/21 (右) 2019/12/22

「比較アプリ」の実災害での運用イメージ（例） 災害により変化した場所（被災場所）の特定



空中写真（国土地理院）
オルソ画像

ドローン写真（防災科研）
オルソ画像

2014年広島市の土石流災害：（左）2008.5（右）2014.8

意義：テーマ3. 物資配送

目標：電波途絶環境、機体目視できない運航条件の克服

- 日本の国土の7割は山地：電波も目視も途絶する
- 海に囲まれた島国：補助者は置けない

現状の課題

- 集落間の距離が長く、標高差が大きいため電波が途切れる
- 携帯電話の不感地帯（電波がつかない地帯）が広い
- 法律が対応できない（目視外・電波外の飛行は許可されない）
- ドローン運航のリスク評価がなされていない（運航のリスクと利益を定量的に検討できない）

テーマ3. 物資配送

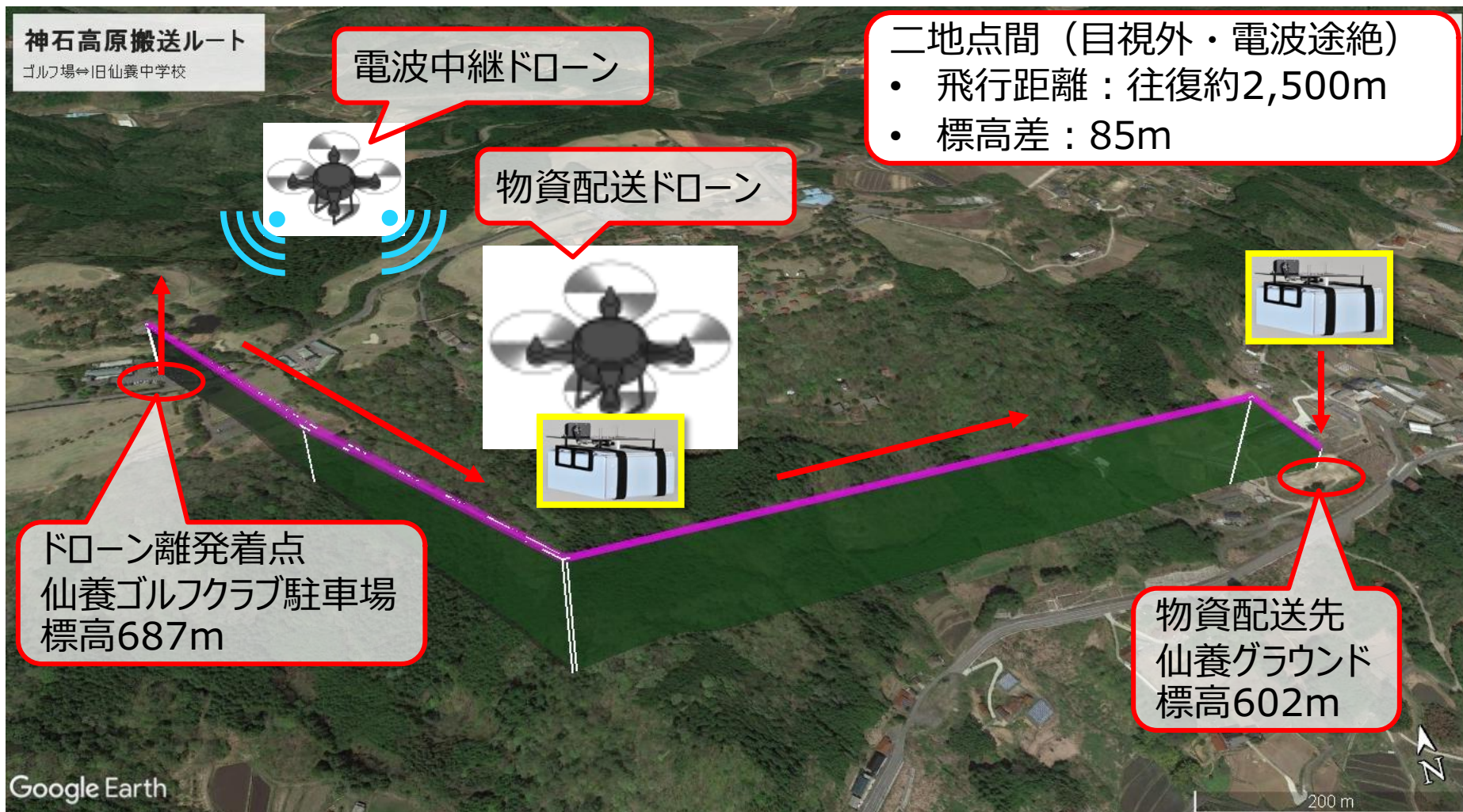
実施概要

- 目視外（機体が見えない条件）での運航
- 電波途絶環境での運航
- 1kgの支援物資の配送
- レンタル機体で実施



物資配送ドローンのトレーニング

テーマ3. 物資配送：急峻な地形による電波途絶への対応



※ 機体の機能としては不要ですが、多重の安全確保のため、実証実験では物資配送先にも操縦者を配置しています。

今後の課題と展望

先端技術を社会と生活に活かすために

課題と展望：テーマ1. 担い手育成

1. ドローンの日常化

- ・ 防災訓練でのドローンによるマップ作成と情報共有
- ・ 町の防災体制への組み込み
- ・ 実際の災害でのドローン運航の実践

2. 町内他地域への横展開（担い手の増員・育成）

- ・ 消防団や他の自治振興会への横展開
- ・ 町内でのドローンの事業化（体験飛行、操縦訓練、観光との連携）

3. 防災分野でのドローンの活用効果の普及・宣伝

- ・ 他分野でのドローン活用に向けた社会受容性の向上を図る

課題と展望：テーマ2. マップ作成（情報共有）

1. システムの一本化（複数機能の接続・シームレス化）
 - ・ドローンの撮影から情報共有までに必要な機能を、使いやすい一つのシステムで完結させる：GEORIS構想（後述）
2. 作成したマップの災害初動での活用
 - ・実際の災害時にマップを作成し、現場活動を展開する
3. 多機関（県や国）との情報共有
 - ・迅速な情報共有は、適切な意思決定・災害対応の源泉
 - ・情報共有は、チームプレイのパス回し

課題と展望：テーマ3. 物資配送

1. 運航コストと利益のバランス改善

- 機体などの価格・運航チームの運営コストが非常に大きい
- 高コストでも配送する価値のある医薬品等で実用化を目指す

2. 完全自動化による運航コストの低減

- 24時間無休で運航できるロボットとしてのメリット活用
- 現状では、関連法規（航空法など）の難しさがある

3. 農林業などへの展開

- 運航コスト、関連法規がクリアできれば生活に応用できる

地産地防の小まとめ

地産地防

- ・地域の防災力を高め、国難災害に備える

1. 担い手

- ・町の人が、自分たちのために運航する先に活用の未来がある

2. マップ作成（情報共有）

- ・どこで、どんな被害があったのかを迅速に収集・共有する
- ・広く使われれば、大規模災害時の情報収集インフラとなる

3. 物資配送

- ・産業としての夢と期待は大きい。コストと法律に注目する

3. 災害初期対応への活用

ドローン災害対応システムGEORIS（ジオリス）構想
テクノロジーからソリューションへ

3. 災害初期対応への活用

ドローンエコシステムの活用

ドローンを中心とした関連技術の統合的な活用

- 専門技術を意識させないシステム
- 運航目的に特化した教育・訓練プログラム

✓ 五段階の活用レベル（内山、2018 ; 2020）

ドローンの活用に求められる技能、装備、ソフトウェアを
5つのレベル（難易度）に整理

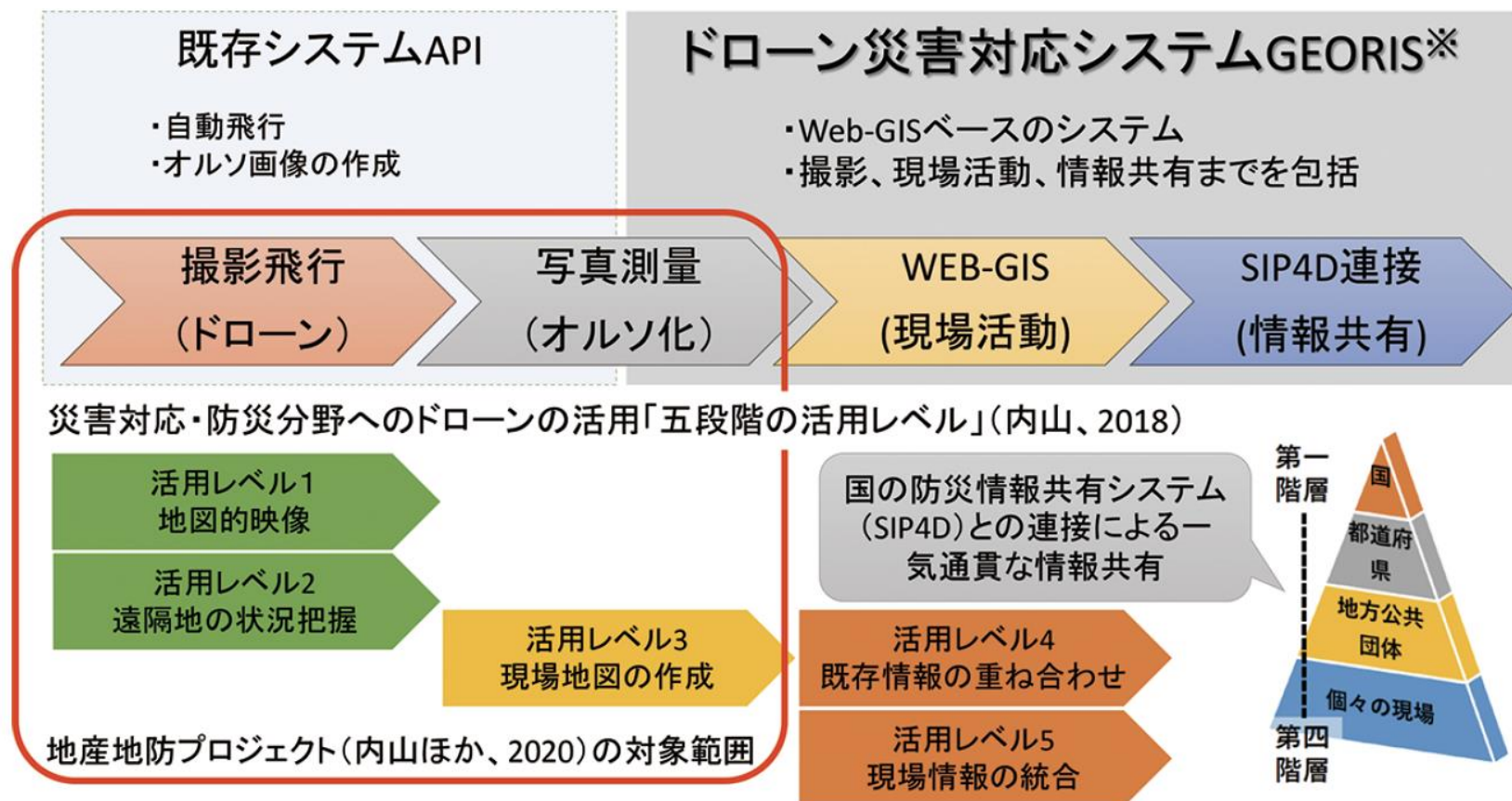
内山庄一郎（2018）災害におけるドローンの活用．月刊消防，Vol. 40，No. 11，pp. 1-7.

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.



2020年度の展開を含む全体像

ドローン災害対応システムGEORIS※構想



※GEORIS (ジオリス) : *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)

GEORIS シナリオ1：被害全体像の把握

1. 被災個所の**地上・上空**から**位置情報付き写真・動画**を撮影し、GEORISにアップロード
 2. GEORIS上で、アップロードした地点に「**被害種類**」情報を付与
 3. 位置情報付き写真・動画の撮影位置が地図上に表示される
- ✓ 「**被害概況図**」の完成



選択した「被害種類」に応じて、撮影位置のアイコンが変化

土石流
2020/3/20 13:14

アイコンをクリックするとサムネイルと情報を表示

住宅被害
2020/3/20 13:14

位置情報が付いていれば、地上写真・空中写真・動画も可

災害直後の被害概況把握訓練

出場後、現地の情報をスマートフォン・ドローンで撮影し、**現場からGEORISにアップロード(投稿)**。

航空隊・地上隊・ドローン隊が撮影した画像・映像を、GEORISに集約し、本部では**災害の全体像を把握**。優先地域や情報不足地域を絞り込み、リソース配置の意思決定を行う。

活用レベル3
活用レベル4

GEORIS シナリオ3：被害状況の判読

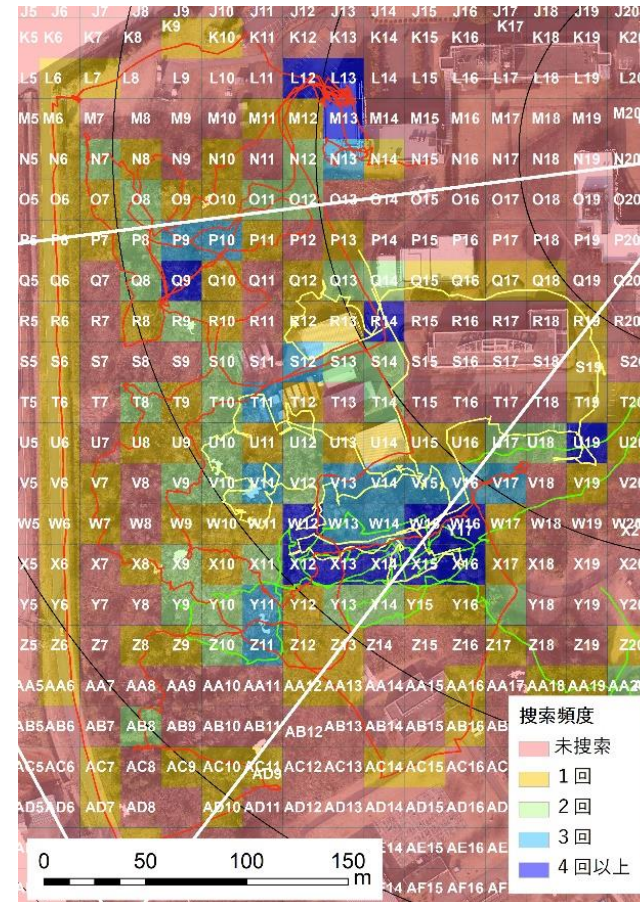
1. 現場のオルソ画像（活用レベル3）、既存GIS情報を重ね合わせ（活用レベル4）
 2. オルソ画像から家屋の被害状況を判読し、現場情報と合わせて被害を推定・確定する
 3. 既存の建物GISデータのフィーチャをクリックし、GEORISで家屋の被害状況を入力する
- ✓ 「**搜索支援地図**」の完成



活用レベル5

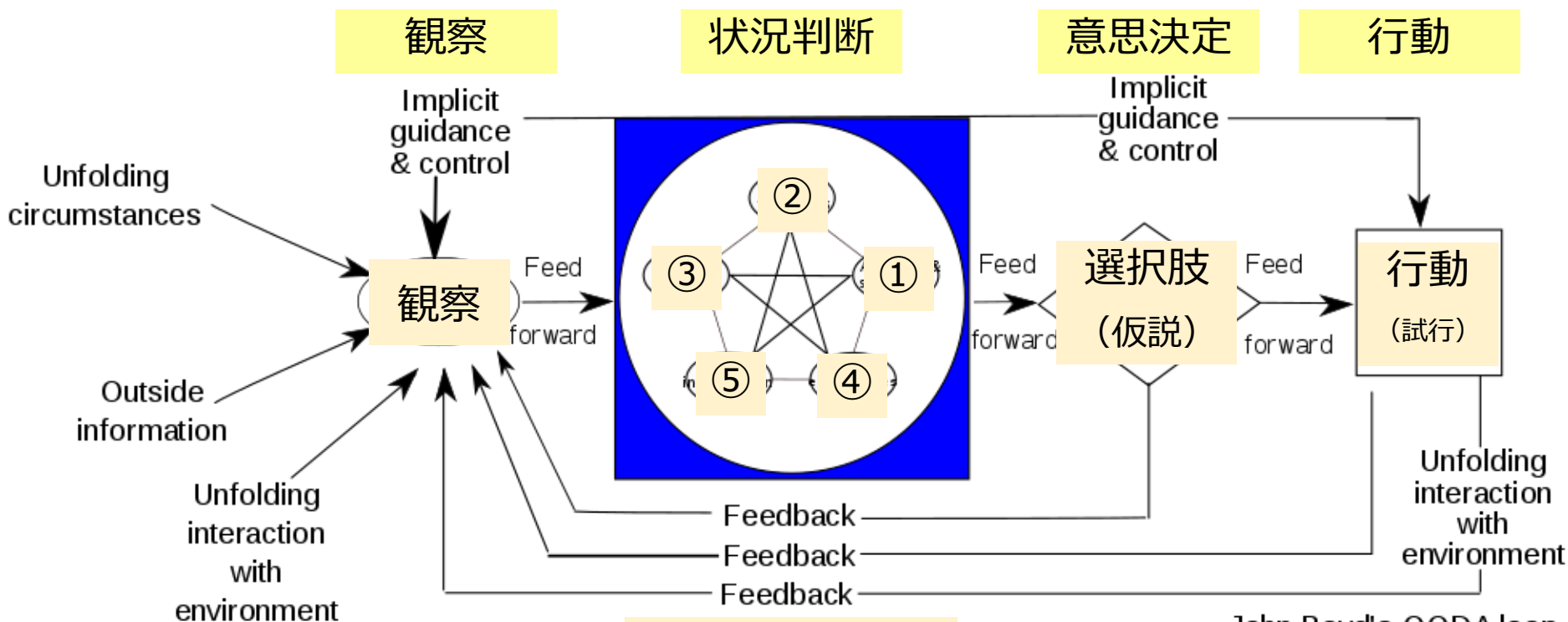
GEORIS シナリオ4： 搜索実績の管理

1. 現場のオルソ画像（活用レベル3）、既存GIS情報を重ね合わせ（活用レベル4）
 2. 搜索経路のトラックログをGEORISにアップロードする（左図）
 3. 搜索実績を分析する（右図）
- ✓ 「COP（共通状況図）」の完成



OODAループ

意思決定の過程（思考）



- ① 分析と統合
- ② 文化的伝統
- ③ 遺伝的な資質
- ④ 過去の経験
- ⑤ 新たな情報

John Boyd's OODA loop

出典:
[Patrick Edwin Moran](#)
19 April 2008
CC 表示 3.0

3. 災害初期対応への活用

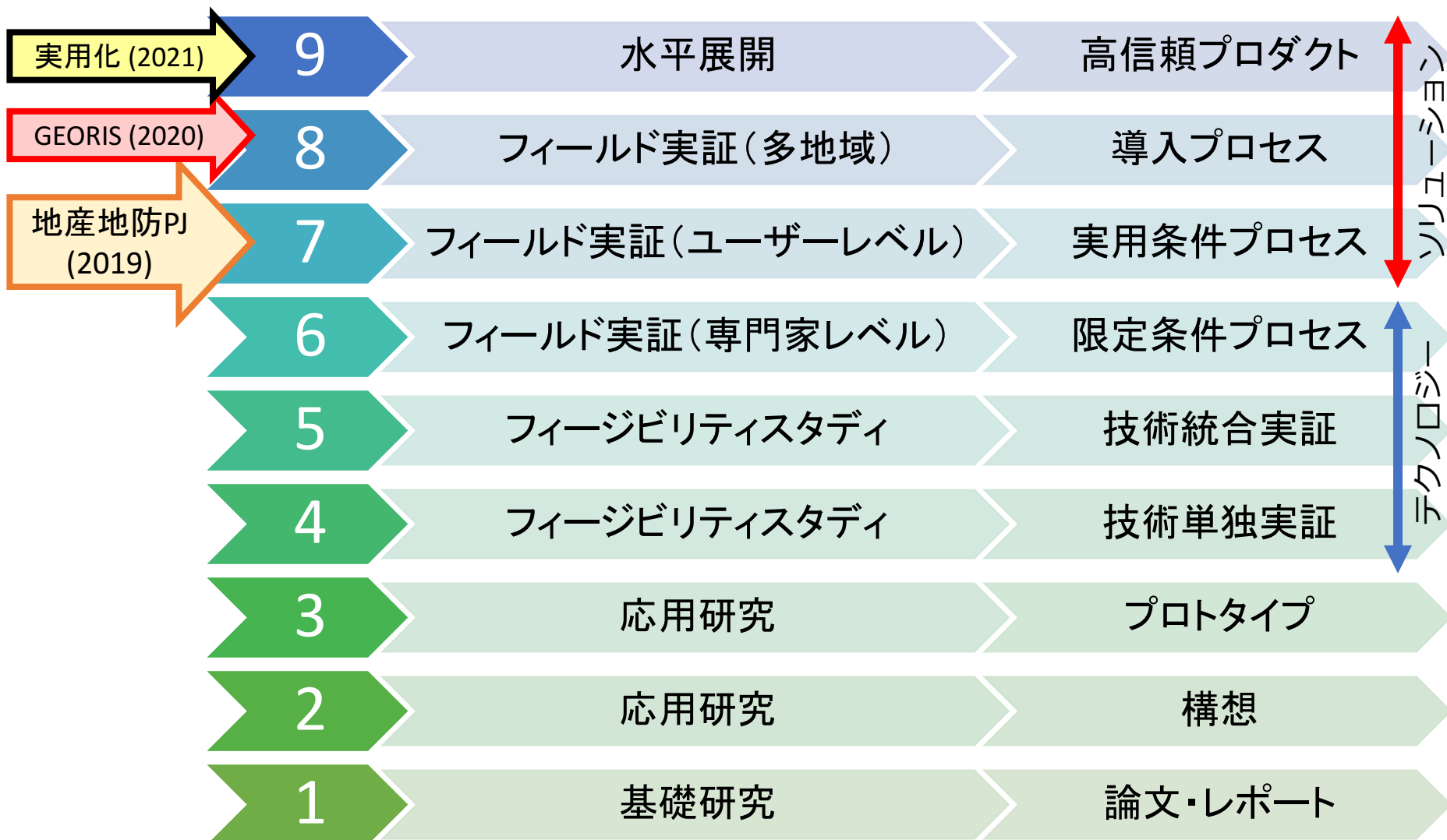
テクノロジーからソリューションへ

- ドローン災害対応システムGEORIS（ジオリス）※
 - 写真測量、地理空間情報などの関連技術を統合したシステム
- 実践的訓練シナリオによる教育プログラム
 - 実践的かつ応用可能性が高いシナリオベースのトレーニング
 - 被害全体像の把握、被害状況の判読、搜索実績の管理、など

➤ 「システム」と「教育・訓練」の確立がカギ

※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)

TRL: 技術成熟度レベル (例)



まとめ：ピアノと演奏者

1. 活用の条件と課題

- 既存技術の置換がしやすい分野から活用が進む
- 災害初期対応における3つの課題

2. 地産地防プロジェクト

- 市井の人による活用体制：人に着目したソリューション
- 「システム」と「教育・訓練」がカギ

3. 災害初期対応への活用

- ドローン災害対応システムGEORIS（ジオリス）構想
- テクノロジーからソリューションへ

ドローンエコシステム

地元の力を活かした地産地防へのドローンの活用

2020（令和2）年8月31日（月）

令和2年度かながわドローン前提社会ネットワーク災害分科会

～ドローンを活用した自然災害対応力の強化について～

（オンライン開催）

地産地防に関する詳細レポート（[PDF](#)）

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.