

2章 通信困難地を含めた山地災害対策を要する箇所を迅速かつ効果的に把握する手法の検討

2.1 実施方針

通信機器のエリア外といった状況下においても、迅速に被害状況の情報収集および応急復旧対策等の検討が実現できることを目標とする。

そのため本業務においては、目標を達成するための業務の流れを検討した上で、その実現に必要な課題および業務プロセスを洗い出し、システム化すべきところを明確にすることとした。

また、山地災害は近年激甚化かつ多発傾向にあることから、検討した手法の導入や運用にあたって技術的・経済的に利用者側に過度な負担を伴うものであることは好ましくない。

ゆえに、利用手順が簡単で、できるだけ他の業務等に影響を及ぼさないような迅速かつ汎用性の高い手法を採用することを基本方針として検討を進めることとした。

なお、本業務は通信困難エリアという特殊な環境下を想定した新たな調査手法を検討するものであることから、実際に業務を実施している、もしくは実施する可能性のあるユーザーに対してプロトタイプを提示し、出てきた課題を都度解決しながら進めていく手法(アジャイル開発)を採用することとした。

この手法は、必要な要素を絞り込みながら開発を行うことが特徴であり、要件定義から機能設計、実装、という従来の手法(ウォーターフォール開発)に比べて、スピーディーな対応が可能となる利点がある。

これにより、必要な機能を確認するプロセス(業務分析)に注力することとし、「業務分析」→「サービスの選択」→「アプリケーションの実装・検証」を繰り返すことで、開発を行う部分の明確化を図った。

また、インストールからアプリケーションによるデータ取得、取得データの取り扱いまでを網羅した手順書を整理し、開発したアプリケーションを誰でもすぐに利用できるようにした。

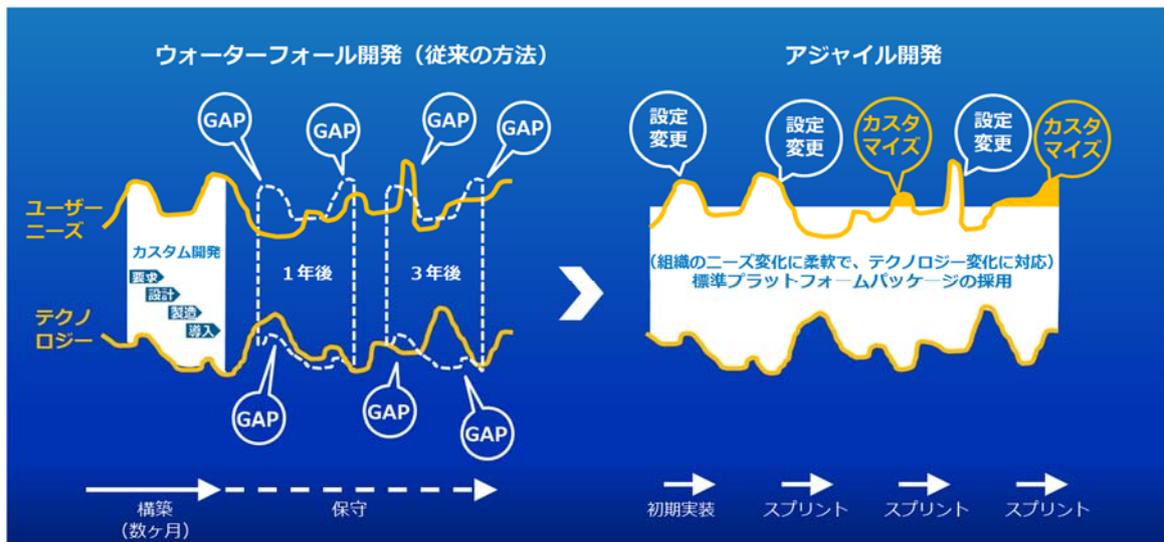


図 3 ウォーターフォール開発とアジャイル開発のイメージ

2.2 業務分析

2.2.1 現在の災害対応フロー

林野庁国有林野部で整理されている災害発生時の業務対応フローの分析を行い、本業務で対象とするプロセスを明確化した。

山地災害が発生した際は、森林管理署等、森林管理局、林野庁(業務課)が連絡を取りながら災害対応を行っていくことになっている。特に、現場に最も近い森林管理署は、被害状況の把握から復旧対策の検討等の現場の実務を担っており、各プロセスにおいて森林管理局や防災関係機関と相互に連絡・調整を行いながら業務を進めることとなっている。

災害の規模や災害の種類等によって対応方法は異なることから、実際には図 4 のとおりとは限らず、状況に応じた臨機応変な対応が取られることが多い。

しかし、本業務は通信機器のエリア外といった状況下で迅速に被害状況の情報収集および応急復旧対策等を行うプロセスを対象としていることから、図 4 に示される災害直後の迅速な調査である「被害状況の把握」を対象に、現場および事務所で業務効率化のために活用可能なアプリケーションの開発を検討することとした。

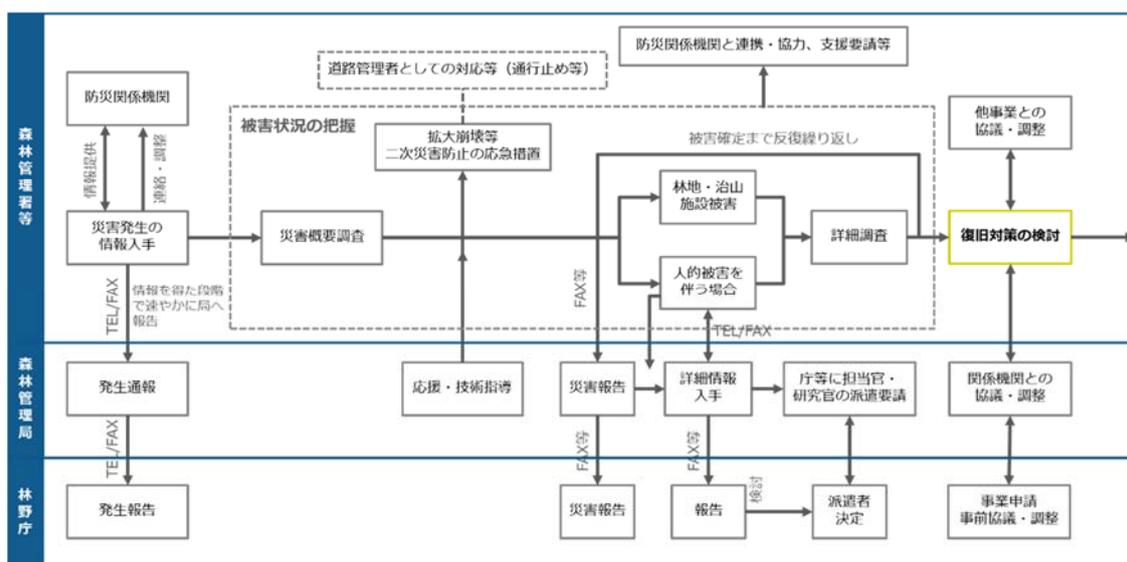


図 4 災害発生時の主要対応フロー

2.2.2 災害対応実施時の課題

アプリケーションの開発を検討するにあたり、業務上のどのような場面でどのような課題があるか、またはどのようなデータをどのような形で取得する必要があるか等を明確にする必要がある。

一方で、図 4 で示されているフローは、組織間の業務分掌や連絡系統を示すものであり、実際の業務で行う内容を詳細に整理したものではない。そのため、実際に山地災害対応を行っている実務者(林野庁国有林野部業務課)より、現在認識している実務上の課題のヒアリングを行った。

その上で、被害状況の把握を調査のフェーズに応じて3つに区分し、実務で生じる課題をそれぞれ整理した。(表 1)

表 1 被害状況の把握時における実務上の課題

| 区分 | 課題 |
|------|---|
| 概況把握 | <ul style="list-style-type: none"> ヘリ上からでは山地災害箇所の所有形態を把握できない。 ヘリ上で撮影した写真の中には、撮影位置や撮影方向が入っていない場合があり、被害状況の資料作成に時間を要している。 |
| 現地調査 | <ul style="list-style-type: none"> 危険な箇所や斜面上部等の到達不可能箇所では地上調査が困難。 現地調査において取得した写真整理等に時間を要する。また、コンパス測量等では復旧計画資料の作成等に時間を要する。 通信機器のエリア外では一般的に流通している調査アプリでは対応できない。 |
| 復旧計画 | <ul style="list-style-type: none"> 取得データの整備方法や情報共有手段が統一されていないため、情報共有に遅れが発生する場合がある。 |

2.2.3 災害対応フローの検討結果

2.2.1 および 2.2.2 の結果から、被害状況の把握における具体的な業務対応フロー検討時の観点を整理した。(表 2)

表 2 被害状況の把握における業務対応フロー検討時の観点

| 観点 | 内容 |
|-----------------------|---|
| 被害を把握するまでのフェーズの切り分け | 広域災害の場合、現地調査に入る場所を絞り込んでいく必要があることからスケール毎に調査のフェーズを分ける。 |
| 事務所作業・現場作業の切り分け | データの取得とデータの確認・分析は切り分けた方が効率的に調査が可能。 |
| 現場で把握する事項の細分化 | 山地災害の場合、調査時間が限られるため、現場で本当に取得すべき情報に絞りこむ必要がある。 |
| 現場の状況に応じたデータ取得手段の切り分け | 現場に入ってから踏査出来るか出来ないか判断する場面もあるため、別のデータ取得手段(踏査/UAV)を選択できるようにしておく必要がある。 |

実際の災害発生時には、調査範囲のスケールを広域から狭域へと少しずつ絞り込んでいくことから、概況把握、現地調査、復旧計画の3つのステップに区分した。

また、それぞれのステップにおいて、データの取得、確認、分析までを森林管理署等で完結させる仕組みは、時間・技術的に現場従事者の負担が増加することから、現場と事務所(森林管理署・森林管理局等)で担うべき役割を明確化し、データを関係者間でやり取りできる業務対応フローを検討した。(図 5)

図 5 中①から⑦の順番で実施することで、概況把握から復旧計画までの全てをカバーできるが、業務フェーズ毎に調査を実施することも可能なフローとなるように整理した。

この7つの業務フェーズの内、④災害概況の把握フェーズ、⑥現地データの取得/山地災害カルテの作成フェーズ、⑦空中写真による解析/現地データの解析フェーズの3つが本業務の中でアプリケーションを導入すべき領域と定義し、検討を進めることとした。

ただし、各業務フェーズは相互に関連していることから、取得・整備した情報が分断せずに運用可能となるシステムとなるよう留意した。

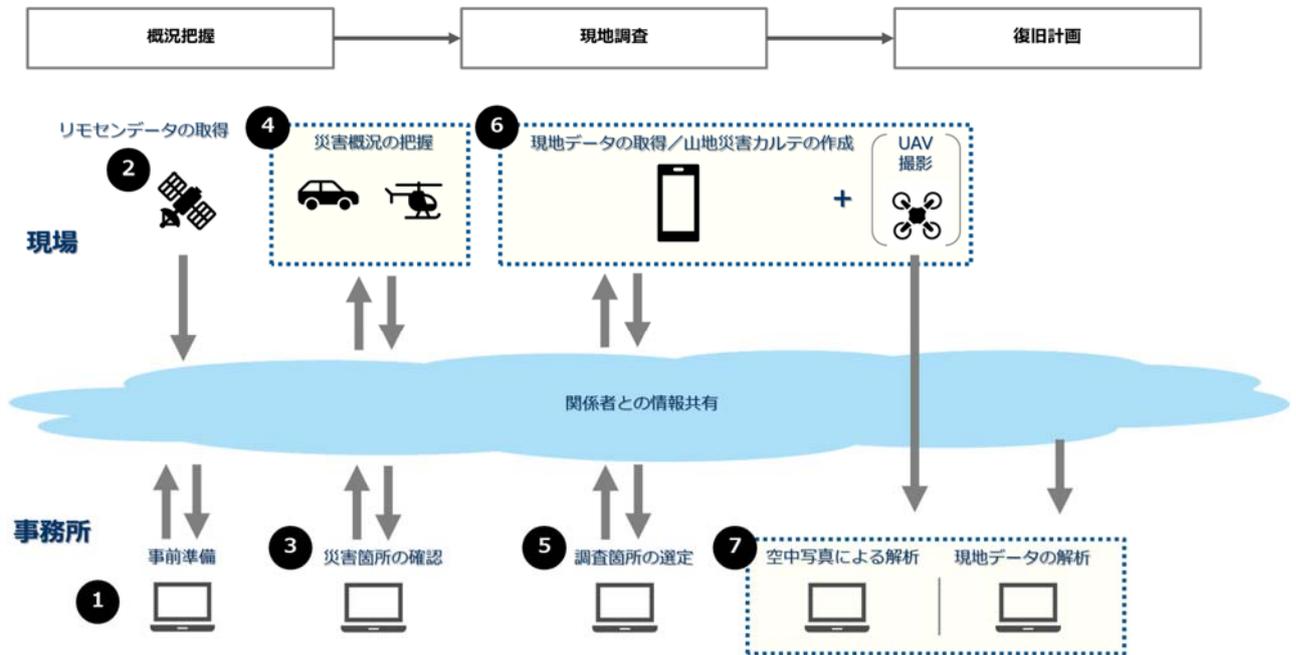


図 5 災害発生時の業務対応フロー(案)

表 3 災害発生時の業務対応フロー(案)の概要

| ステップ | 業務フェーズ | | 対応事項 |
|------|--------|------------|--|
| 概況把握 | ① | 事前準備 | 災害対策に必要となるデータ等の準備を行う。 |
| | ② | リモセンデータの取得 | JAXA や国土地理院による被災地域の緊急撮影 ¹ によるオルソ画像等を入手する。 |
| | ③ | 災害箇所の確認 | ②で入手したデータ等を元に、どこでどんな災害がどの程度の規模で発生しているかの目安をつける。 |
| | ④ | 災害概況の把握 | ③で確認した箇所をヘリや車等で巡視し、写真撮影等のデータを取得する。 |
| 現地調査 | ⑤ | 調査箇所の選定 | ④のデータ等を元に、現地でより詳細な調査を行う現場を選定する。 |
| | ⑥-1 | 現地データの取得 | ⑤で選定した現場を踏査し、現場写真や崩壊地の変化点、周囲測量、UAV による空中写真等を取得する。 |

¹ 空中写真などの被災状況をあらわす情報について（国土地理院）
<https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa41007.html>

| ステップ | 業務フェーズ | | 対応事項 |
|------|--------|------------|---|
| | ⑥-2 | 山地災害カルテの作成 | ⑤で選定した現場を踏査し、被害状況に関する定性データ等を取得する。 |
| 復旧計画 | ⑦-1 | 空中写真による解析 | ⑥-1 で取得したデータを元に、画像から復旧計画（平面図・断面図等）を立案する。 |
| | ⑦-2 | 現地データの解析 | ⑥-1 で取得したデータを元に、ポイント情報等から復旧計画（平面図・断面図等）を立案する。 |

2.3 手法選択

2.3.1 採用する手法(プラットフォーム)の要件

図 5 を実現するためには、アプリケーションを構築する基盤となる手法(プラットフォーム)が必要となる。山地災害対応時に求められる状況から、必要となる手法の要件を整理した。(表 4)

表 4 手法(プラットフォーム)選択の要件

| 要件 | 理由 |
|-------------------------------|---|
| オフライン対応可能なアプリケーションであること | ヘリ等の上空で行う調査や、国有林野等のオフライン環境下でも利用できる必要がある。 |
| マルチプラットフォームに対応していること | 現場と事務所の間でデータのやりとりがスムーズにできることが重要であることから、システム間のやりとりが複雑でないことや、機種に依存せずに利用できる必要がある。 |
| データ更新や機能変更にも柔軟に対応できる開発環境であること | 災害対応の方法や調査項目等は災害の種類や調査目的によって変化する可能性があるため、発災後のデータ更新作業やアプリケーションへの機能追加・改良が容易にでき、OS のアップデート等にも左右されずに継続して利用できる必要がある。 |
| 多様なファイルフォーマットに対応していること | 災害対策は、他省庁や都道府県等といった様々な主体が整備したデータを活用しながら行うことから、多様なファイルフォーマットに対応している必要がある。 |

2.3.2 採用する手法(プラットフォーム)の候補

採用する手法(プラットフォーム)を選定するため、森林・林業での調査・情報管理に利用されている主な手法を 2.3.1 で検討した要件毎に検討した。(表 5)

その結果、ArcGIS 製品を本業務の目的を最も満たしている手法の候補とした。

表 5 検討した要件に基づく手法の比較

| 名称 | 1 オフライン対応 | 2 マルチプラットフォーム | 3 開発環境 | 4 ファイルフォーマット |
|------------------|-------------------------------------|---|--------------------------|------------------------------------|
| スーパー地形 (カシミール3D) | 予め用意されている地図やスキャンした地図等の取り込みが可能 | Windows (カシミール3D) iOS, Android (スーパー地形) | サービスに依存 開発環境は提供されていない | GPS系のみ (GDB, GPX, CSV, KML等) |
| ArcGIS | 複数の現地調査用アプリ 林小班等のオリジナルデータの取り込み可能 | Linux, Mac OSX, Windows, iOS, Android | 各種開発ツールを提供 APIサポート | あらゆるファイルフォーマットに対応 |
| Avenza Maps | PDF等の画像を地図として取り込み可能 | iOS, Android | サービスに依存 開発環境は提供されていない | Geospatial PDF, GeoPDF, GeoTIFF |
| QGIS | タブレット等でGPSと連携して利用可能 | Linux, Unix, Mac OSX, Windows, Android iOS未対応 | オープンソース | あらゆるファイルフォーマットに対応 |

2.3.3 採用したサービス(ソフトウェア)

ArcGIS は、デスクトップ製品、モバイル製品、Web 製品、クラウドサービス、サーバー製品、開発者向け製品、データ製品等から構成され、システム形態や用途に応じて自由に組み合わせて導入できるプラットフォーム型の GIS である。そのため、災害対策のフェーズに応じて利用する製品が異なっても、取得したデータは製品間でシームレスに利用することが可能である。

ArcGIS は目的に応じた多様な製品を提供しているため、製品の構成をカスタマイズすることで業務にある程度適合させて利用することが可能である。また、開発環境も提供されているため、ユーザーのニーズに合わせて高度なアプリケーション開発を行うこともできる。

本業務においては、表 3 で示された各フェーズに対応可能なソフトウェアをベースに、現場検証や実務者へのヒアリングを通して構成をカスタマイズしたアプリの開発を進めることとした。(表 6)

表 6 アプリケーション構成・開発のベースとする ArcGIS 製品(ソフトウェア)

| 利用場所 | ベースとするソフトウェア | ロゴ | 主な特徴 |
|------|----------------------|---|---|
| 屋内業務 | ArcGIS Online |  | 取得した情報の蓄積や管理・情報共有の基盤として利用できるクラウド型のGIS。サーバーのメンテナンスやアクセスに応じた拡張は不要。 |
| | ArcGIS Pro |  | 高度なデータの作成・編集や解析 (2D/3D) 等を行えるデスクトップ環境で利用する高機能GIS。解析や分析手順のモデル化が可能。 |
| | ArcGIS Earth |  | ドローン画像やGISデータの取り込みや3D表現や3D計測、KMZへのファイル出力が可能。デスクトップ/モバイルで利用可能。 |
| | Drone2Map for ArcGIS |  | 複雑な設定無しで空中写真のオルソ化やDSM、DTM、3Dモデル等の作成が可能。デスクトップで利用。GISデータとの連携が容易。 |
| 屋外業務 | Collector for ArcGIS |  | マップベースの現地調査ソフトウェア。オフライン環境下や、iOS, Android, Windows端末で利用可能。レイヤの切り替え等も可能 |
| | Survey123 for ArcGIS |  | 帳票ベースの現地調査ソフトウェア。オフライン環境下や、iOS, Android, Windows端末で利用可能。エクセルでの高度なカスタマイズが可能。 |
| | ArcGIS QuickCapture |  | ボタン一つでデータを記録できる現地調査ソフトウェア。オフライン環境下や、iOS, Android, Windows端末で利用可能。 |

2.4 アプリケーション構築

2.4.1 アプリケーションの構築手順

2.3.3 を元に、表 3 で整理した事項を満たすアプリケーションを構築した。

構築に当たっては、まず採用したベースとするソフトウェアに、各フェーズで必要とされるデータを登載したものをプロトタイプとした上で、検討委員や林野庁の実務担当者による現地検証等からのフィードバック(3章)を元に、機能やユーザーインターフェースの修正・追加や、利用するソフトウェアの変更を行った。(図 6)

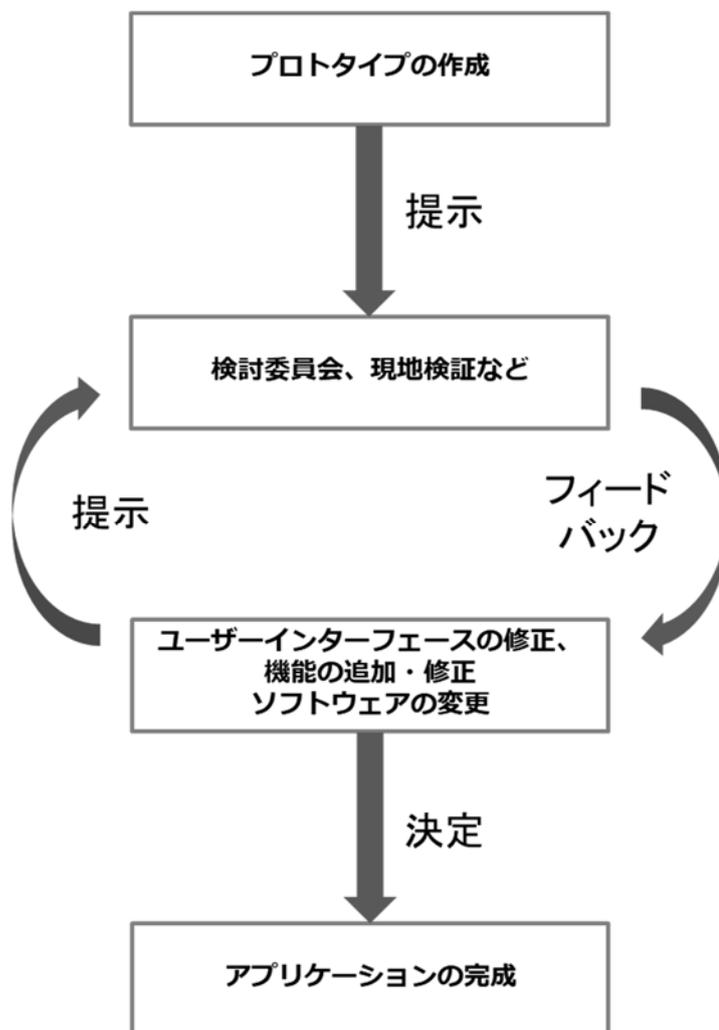


図 6 アプリケーションの構築手順

2.4.2 構築したアプリケーションの概要

対象の業務フェーズ毎に、実施者や利用場所、取得する情報といった要件に最も適したベースとするソフトウェアを組み合わせ、構成のカスタマイズや開発を行った。(表 7)(図 7)

表 7 構築したアプリケーション一覧

| アプリケーション | ベースとするソフトウェア | 対象の業務フェーズ | 主な実施者 | 主な行動場所 | 取得情報等 |
|---------------------|---|------------|------------------|--------------|-----------------------------------|
| 被害状況の早期把握支援アプリ | QuickCapture Collector | 災害概況の把握 | 林野庁(本庁/局) | ヘリ(上空) 車等 | 災害発生箇所的位置、範囲、概観写真 |
| 現地データの取得支援アプリ | QuickCapture | 現地データの取得 | 林野庁(局/署) 都道府県 | 災害発生箇所 | 崩壊箇所の変化点等(緯度・経度・高さ)、範囲、状況写真(撮影方向) |
| 山地災害カルテの作成支援アプリ | Survey123 | 山地災害カルテの作成 | 林野庁(局/署) 都道府県 | 災害発生箇所 | 災害範囲、被災状況、緊急度等 |
| 被害状況把握支援アプリ(UAV) | Drone2Map ArcGIS Earth (ArcGIS Pro) | 空中写真の解析 | 林野庁(局/署) 都道府県 | 災害発生箇所 | 崩壊箇所の空中写真 |
| 復旧計画の作成支援アプリ(現地データ) | ArcGIS Pro | 現地データの解析 | 林野庁(局/署) 都道府県 | 事務所 | 崩壊箇所の断面図、崩壊範囲の平面図 |
| 関係者との情報共有支援アプリ | ArcGIS Online | 関係者との情報共有 | 全関係者 | 現場・事務所 | 災害発生箇所的位置、範囲、写真 |

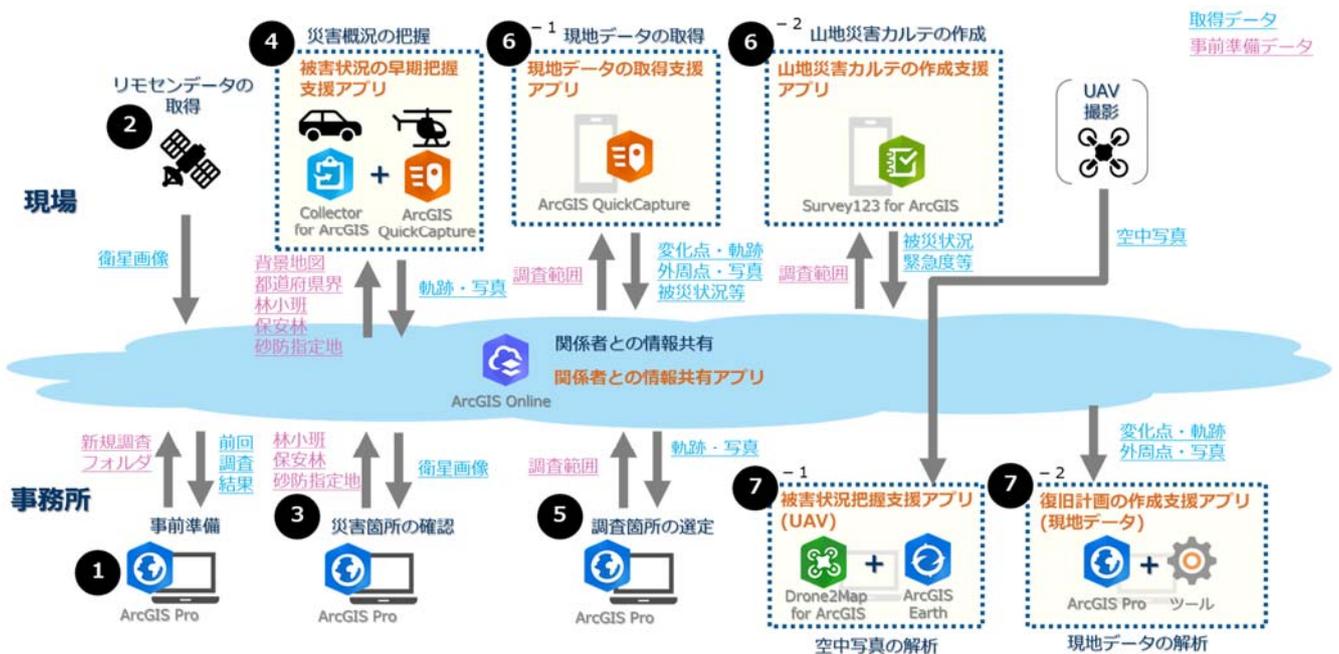


図 7 災害対応フローと構築したアプリケーションの位置付け