

2025 年 6 月 16 日

報道関係者各位

国立大学法人筑波大学

国立大学法人九州大学

自然災害対応ロボットシステムの公開実証実験のご案内

内閣府・科学技術振興機構が推進するムーンショット型研究開発事業・目標 3「自ら学習・行動し人と共生する AI ロボット」プロジェクトの一環として、筑波大学 システム情報系 永谷圭司教授がプロジェクトマネージャーを務める「多様な環境に適応しインフラ構築を革新する協働 AI ロボット（Collaborative AI Field robot Everywhere、CAFE プロジェクト）」は、以下の通り、河道閉塞対応ロボットシステムの公開実証実験を行います。

河道閉塞とは、大雨や地震の後に崖崩れが発生し、川の流れがせき止められてしまう現象で、この閉塞が決壊すると、重大な災害につながるおそれがあります。今回、紹介する自然災害対応ロボットシステムは、このような自然災害環境において、これまで二次災害の危険を伴う過酷な現場で人力に頼ってきた災害対応を、ドローンや小型建設ロボット群によって実現しようとするものです。これにより、応急復旧作業が、従来より迅速かつ安全に進められると期待されます。また、他の自然災害対応へも応用可能で、国内外の防災・減災活動に大きく貢献するものと考えられます。

公開実証実験の概要

本プロジェクトで開発した自然災害対応ロボットシステムのご紹介ならびに、河道閉塞環境における実機による応急復旧動作をご覧ください。（内容は、別紙の概要ならびに参考資料をご参照ください。）

【日時】 2025年7月10日（水）13:00～16:00（12時30分受付開始）

【場所】 九州大学伊都キャンパス内 実験フィールド（九州大学 伊都キャンパス）

<https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/campus/ito/>

<https://goo.gl/maps/k1V8kdMpT49GojBb6>

【参加申込み方法】

参加をご希望の方は、参加にあたっての注意事項を必ずご確認の上、申込みフォーム（<https://forms.gle/NqFsLWXbJvEn7CJy5>）または右のQRコードからお申込みください。



【申込み締切】 2025年7月8日（火） 12:00（日本時間正午）必着

※本申請情報については、取材に関するご連絡・調整・管理およびセキュリティ登録の目的以外に使用することはありません。

【本実証実験および参加申し込みに関するお問合せ】

E-mail : ms-cafe-staff@moonshot-cafe-project.org

TEL : 029-853-8043

【当日のスケジュール（予定）】

- 12:30～13:00 受付
- 13:00～13:15 全体背景説明（永谷／三谷）
- 13:15～13:30 河道閉塞緊急調査の概要（Cesium※のデータ集約／崩壊斜面の評価）（国際航業）
- 13:30～13:45 ドローンを用いた地盤調査（東北大）
- 13:45～14:00 障害物の排除（成蹊大）
- 14:00～14:15 建機作業用センサポッド（九州大）
- 14:15～15:00 軟弱地盤上に作業路の設置／排水ポンプ・排水装置設置（熊谷組）
- 15:00～16:00 機材の見学、質疑応答

※3D 地図プラットフォーム（詳細は参考資料に記載）

【出席者】

- 永谷 圭司（筑波大学 システム情報系 教授、プロジェクトマネージャー）
- 三谷 泰浩（九州大学大学院 工学研究院 附属アジア防災研究センター教授）
- 島田 徹（国際航業株式会社 事業統括本部 事業企画担当部長）
- 竹囲 年延（成蹊大学 理工学部 准教授）
- 北原 成郎（株式会社熊谷組 土木事業本部土木技術統括部土木 DX 推進部 部長）
- 高橋 弘（東北大学大学院環境科学研究科 特任教授）
- 倉爪 亮（九州大学大学院システム情報科学研究院 教授）

【参加にあたっての注意事項】

1. 申込みについて
 - 締切を過ぎてからの取材者の追加、変更はできませんので予めご了承ください。
2. 撮影について
 - 撮影場所は、職員の指示に従っていただき、指定場所以外での撮影はご遠慮ください。
 - カメラ機材の誤動作、損傷、紛失等について、主催者は一切の責任を負いません。
 - 電源の貸出はできません。撮影に必要なバッテリー等、各社でご準備をお願いいたします。
3. 実験フィールドならびに当日の服装について
 - 実験フィールドは、屋外環境のため、お足元の悪い箇所がございます。移動の際はご注意ください。
 - また、お履物が汚れることもありますので、ご承知おきください。
 - ヘルメットをフィールド入り口で配布致します。安全管理上、フィールドでは必ずご着用ください。
 - ロボットの動作時、コーン・虎ロープの中は「進入禁止」です。また、安全管理係の指示に従ってください。
4. 無線機器について
 - スマホやモバイルルータの Wi-Fi を OFF にしてください。ロボットがさまざまな無線電波を用いているため、Wi-Fi のテザリング等が干渉すると大変危険です。カメラ撮影等でスマホをご使用になる場合も、必ず Wi-Fi 設定を OFF にしてください。設定変更の方法が分からない場合は、電源をお切りください。
5. 実験中止の場合のご連絡について
 - 小雨の場合は、公開実験を実施します。大雨の予報で公開実験が実施困難と予想される場合、前日に E-mail にて中止のご連絡を差し上げます。

本公開実証実験でご紹介する災害対応ロボットシステムの動作概要

本公開実証実験でご紹介するロボットシステムの動作

以下に、本公開実証実験でご紹介するロボットシステムの動作概要について紹介します。参考資料には、少し詳しく、背景と技術内容を記載しましたので、そちらもご参照ください。

1. 私たちの研究プロジェクトは、「協働 AI ロボットシステムによる多様な環境に適応したインフラ構築」の実現を目指しています。その中でも特に、河道閉塞と呼ばれる自然災害の現場で活用できるロボットシステムの研究開発を、主な目標としています。このシステムの有用性を検証するため、九州大学伊都キャンパス内実験フィールドに、模擬河道閉塞環境を造成しました。



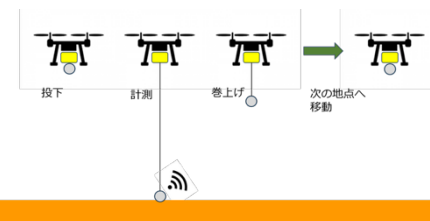
2. 河道閉塞の初期対応においては、対象とする災害現場の情報収集が不可欠です。しかしながら、災害現場は山間部にあり、人が観測のために進入することは危険です。そこで、ドローンによる運搬設置が可能な、小型軽量・長距離通信が可能なセンサデバイスを開発しました。本公開実験においては、これらの実機システムと実験の様子を、ビデオを用いて紹介します。



3. センサデバイスによって得られた災害現場の情報は、ドローンの空撮結果と共に、3D 情報共有プラットフォームに集約します。さらに、このプラットフォームには、本プロジェクトで開発した「空撮写真から斜面崩壊の危険性を診断」する AI 機能も搭載しています。これにより、災害対応担当者が、効率よく応急復旧計画を立案することが可能となります。本公開実験においては、この情報共有プラットフォームの実演を行います。



4. 対象とする現場において、建設ロボットが活動できるかどうかを判断するため、投下型の地盤強度計測デバイスを開発しました。これは、ドローンを用いて高さ約 5~10m の上空からテザー（紐）のついた計測デバイス（鉄球）を地盤上に落下させ、球体が地盤と衝突する際の衝撃加速度を計測することで、地盤強度を推定するものです。本公開実験においては、ドローンに搭載したこのデバイスによる地盤強度調査の実演を行います。



5. 応急復旧を現場で行う際、河道閉塞現場は、地面の凹凸や障害物が存在する可能性が高いため、環境を整地し、他の建設ロボットが作業しやすい環境にすることをを行います。本公開実験では、遠隔操縦可能なスキッドステアローダーと呼ばれる 3t 未満の小型建設ロボットを利用し、バケットを用いた障害物除去や、チラー（ほぐし装置）を用いた地面の整地の実演を行います。



6. 建設ロボットを用いて遠隔から応急復旧作業を行う場合、対象とする環境の状況把握を継続的に行うことは重要です。そこで、災害環境において、容易かつ無人で設置することが可能な、杭型データ収集センサ（センサポッド）を開発しました。本公開実験では、杭型センサが収集した環境情報を、遠隔地のオペレータに提示する様子をご覧ください。
7. 本プロジェクトで活用する小型重機は 3t 未満なので、分解せずにヘリコプターでの運搬が可能です。これにより、山間部における災害対応において、迅速な対応を可能としますが、排水ポンプの水中投入作業においては、水際において、アームの長さが足りなくなる可能性があります。そこで、本プロジェクトでは、軽量フレームを用いた水中ポンプの投入システムを開発しました。本公開実験では、小型建設ロボット 3 台を用いた、水中ポンプフレームの遠隔組み立てから投入までの、一連の流れをご覧ください。



プロジェクト関連機関リンク

ムーンショット型研究開発事業・目標 3 : <https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal3/index.html>
CAFE プロジェクト : <https://moonshot-cafe-project.org/>
CAFE プロジェクト YouTube : <https://www.youtube.com/@MS-CAFE/featured>

本プロジェクトに関する問合せ先

【研究に関すること】

永谷 圭司（ながたに けいじ）
筑波大学 システム情報系 教授
TEL : 029-853-8043

E-mail : nagatani@cs.tsukuba.ac.jp

URL : <https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000004997>

【報道に関すること】

CAFE プロジェクト窓口

E-mail : ms-cafe-staff@moonshot-cafe-project.org

筑波大学広報局

E-mail : kohositu@un.tsukuba.ac.jp

九州大学広報課

E-mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

河道閉塞対応システムの研究開発について

背景：河道閉塞とは？

私たちの研究プロジェクトは、「協働 AI ロボットシステムによる多様な環境に適応したインフラ構築」の実現を目指しています。その中でも今回は、自然災害の現場で活用できるロボットシステム、特に「河道閉塞（かどうへいそく）」への対応を主な目標としています。

河道閉塞とは、山間部で地震や大雨によって地すべりや崖崩れが起こり、大量の土砂が川をせき止める現象です。この現象は「天然ダム」とも呼ばれ、たとえば 2024 年の能登半島地震でも複数発生しました。下図（左）にイメージを示します。

河道閉塞が引き起こす被害

河道閉塞が発生すると、せき止められた川の上流側では水がたまり、周囲の道路や住宅が浸水する恐れがあります。さらに、水位が上がって土砂のダムを越えると、その勢いでダムが一気に崩れ、大規模な土石流が下流に発生し、大きな被害を引き起こす可能性があります。そのため、河道閉塞が確認され、危険と判断された場合には、一般的に、ポンプを使って上流の水を下流へ排水する緊急対策や、水路を掘って水の流れを確保する工事が行われます。下図（右）は、平成 16 年の中越の河道閉塞対応におけるポンプ設置の対応時の写真です。

(<https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0616pdf/ks061612.pdf> 119 ページ。)



現場対応の課題と研究の意義

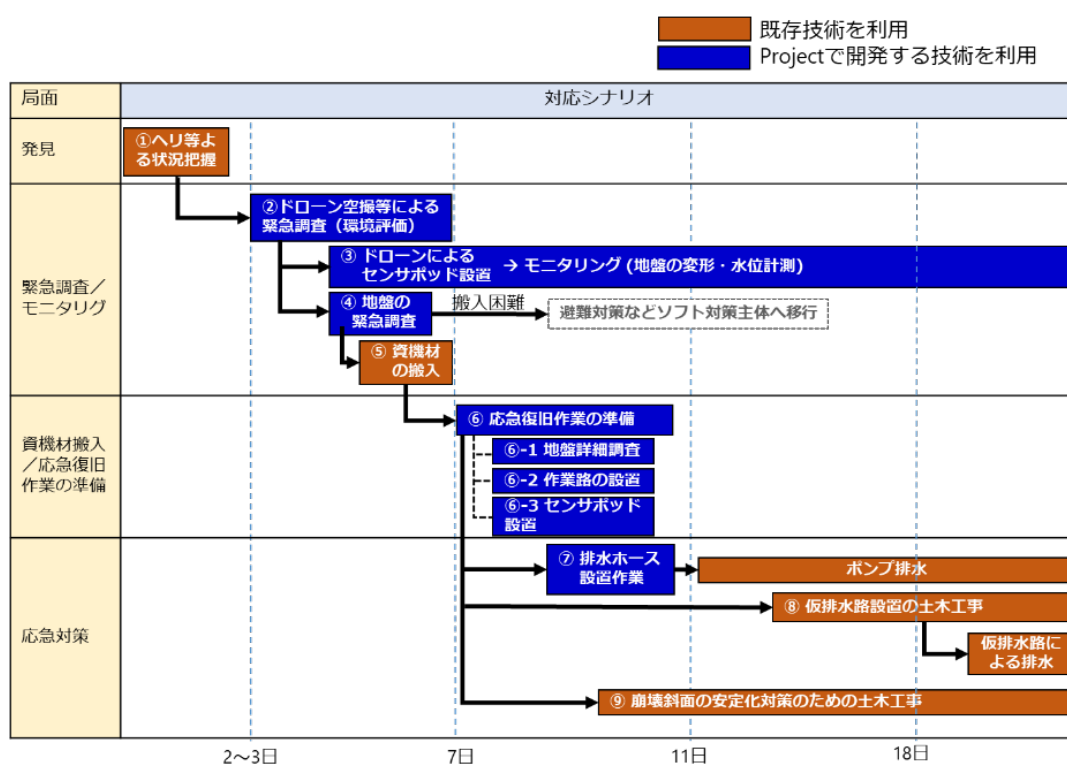
ただし、こうした現場は多くが山間部にあり、災害現場の情報を迅速かつ正確に集めることや、現場に重機を運び込むことが非常に困難です。さらに、作業が始まった後も地盤が緩んで堤体が崩れる危険や、斜面が再び崩れるリスクもあるため、人が現場で作業を行うことは非常に危険です。しかし、現状ではこれらの調査や対応は人の手で行われています。こうした背景から、私たちはこれらの調査や緊急対応をより安全に行うため、ヘリコプターで運搬可能な軽量の建設ロボットで構成される災害対応システム技術の開発に取り組んでいます。

河道閉塞対策シナリオ

河道閉塞対応においては、以下の4つが重要なキーテクノロジーとなります。

- ・ 環境情報を発災直後に早急に取得すること
- ・ 環境情報を遠隔から継続的に取得すること
- ・ 遠隔地まで運搬可能な作業機械であること
- ・ 軟弱な地盤に対応できること
- ・ 水の流れをコントロールすること（＝転流）

本プロジェクトでは、これらを踏まえて以下のような河道閉塞対応シナリオを策定しました。この中でも特に、②、③、④、⑥、⑦の項目に重点を置いて研究開発を進めています。上記の河道閉塞対応シナリオのバーチャートを下図に記します。



現在、このシナリオを実現するため、各研究開発機関が連携しながら、システムの開発を進めています。

河道閉塞緊急調査のシステムインテグレーション

一つ目の分野である「河道閉塞緊急調査」では、現場の状況を迅速に把握することが何より重要です。特に、河道閉塞の現場では、画像情報だけでなく、水位や地形の形状、地盤の強度といったさまざまな情報が必要となります。しかし、こうした現場は多くが山間部にあり、人が現地に入って調査することは簡単ではありません。そこで本プロジェクトでは、ドローンを中心とした各種データの遠隔収集技術を開発するとともに、それらのデータを集約・統合するシステムの構築を目指しています。河道閉塞環境における緊急調査技術と、そのデータ集約システムの概略を下図に示します。



この緊急調査システムは、次の要素で構成されています。

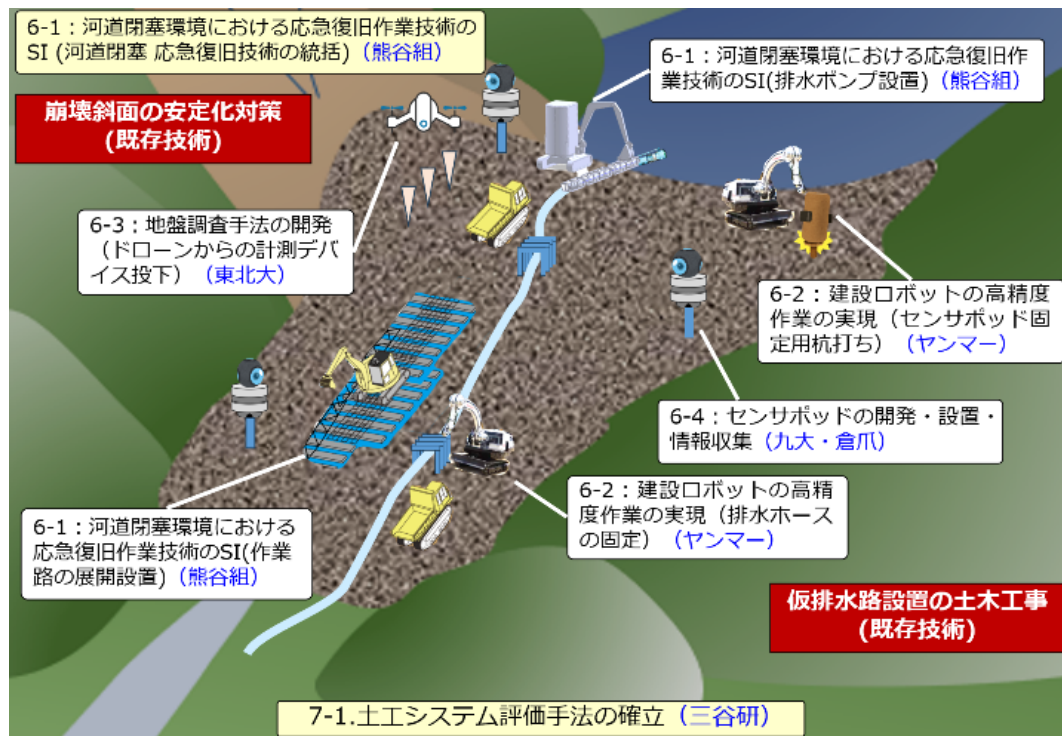
- ・ ドローン空撮による画像・三次元地形情報の収集技術（国際航業株式会社が担当）
- ・ ドローンを使った遠隔設置による湛水部の水位・水深調査技術（東京大学が担当）
- ・ ドローンを使った遠隔設置による地形変位調査技術（千葉工業大学が担当）
- ・ 河道閉塞の崩壊リスク評価技術（東京大学／理化学研究所が担当）
- ・ 情報共有プラットフォームを用いた情報集約技術（国際航業株式会社が担当）

この無人システムにより、河道閉塞対応シナリオにおける「緊急調査・モニタリング」が実現し、画像情報だけでなく多様な災害環境の情報を、安全かつ迅速に収集できるようになりました。

河道閉塞応急復旧のシステムインテグレーション

二つ目の分野である「河道閉塞応急復旧システム」では、現地において、重機等を用いた作業を行います。河道閉塞においては、斜面崩壊によって堆積した閉塞領域（天然ダム）が河川の越流によって崩壊することで大きな土石流が発生する可能性があるため、上流に蓄積した水を、安全に下流に流す必要があります。そこで、恒久的には排水路の設置工事を行うことが求められますが、工事が完了するまでの間、越流を防止するため、排水ポンプを設置するという緊急対応を行うことがあります。（例：平成 16 年 中越地震における山古志村での河道閉塞対応。）本プロジェクトでは、この排

水ポンプ設置作業を中心とする河道閉塞応急復旧システムの構築を進めてきました。なお、対象とする環境は、二次災害の危険が伴う過酷な環境下であるため、この応急復旧システムは、遠隔操縦を主とした無人建設ロボットで構成されます。このシステムの概要について下図に示します。



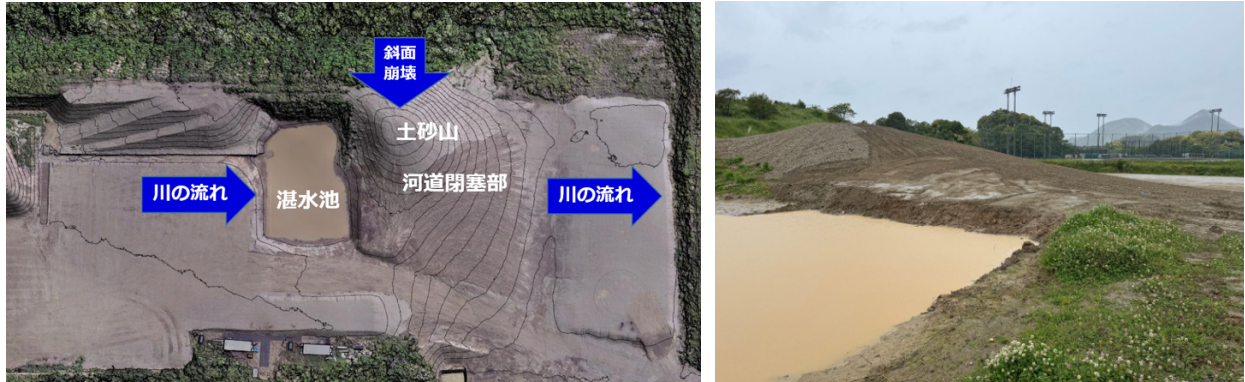
この応急復旧システムは、次の要素で構成されています。

- ・ 建設ロボットの安全な投入を目指した地盤強度の調査技術 (東北大学)
- ・ 小型建設ロボットによる災害環境の整地技術 (成蹊大学)
- ・ 簡易な杭型センサによる環境情報取得技術 (九州大学)
- ・ 複数小型建設ロボットの協働作業による排水ポンプ設置技術 (熊谷組)

この無人建設ロボットシステムにより、数名の監督者 (作業員 0 人) による応急復旧作業が可能となります。

公開実験内容とシステムの特徴

本公開実験では、河道閉塞緊急調査のシステムのご紹介ならびに、河道閉塞応急復旧システムの実機による応急復旧動作を、九州大学伊都キャンパス内 実験フィールドにて、ご覧いただきます。このフィールドには、下図のように、模擬河道閉塞環境を造成しました。



本公開実験では、上記でご紹介させていただいた技術のうち、

- ・ 国際航業：ドローンによる河道閉塞環境の情報収集技術（ビデオで紹介）
- ・ 国際航業：情報共有プラットフォームによる情報集約技術（プラットフォームの実演紹介）
- ・ 東北大学：河道閉塞環境の地盤強度の調査技術（ドローンのデモ）
- ・ 成蹊大学：作業環境を確保する技術（小型建設ロボットを用いたデモ）
- ・ 九州大学：簡易な杭型センサによる環境情報取得技術（センサの紹介と画像情報取得デモ）
- ・ 熊谷組：複数小型建設ロボットの協働作業による排水ポンプ設置技術（小型建設ロボットを用いたデモ）

について、ご紹介／実演をいたします。

ドローンによる河道閉塞環境の情報収集技術

河道閉塞の初期対応では、現場の画像情報だけでなく、例えば、1時間毎の水位や地形形状の継続的な変状を、1週間継続して観測したい、といった要求があります。しかしながら、災害現場は山間部にあり、人が観測のために進入することが危険である場合も多く、さらに活用可能な通信網も整備されていない場合が多いです。そこで、ドローンによる運搬設置技術を活用した小型軽量・長距離通信が可能かつ、1週間継続した観測が可能な、小型軽量の水位センサならびに地形情報取得センサを開発しました。なお、この情報収集システムについては、過去に河道閉塞災害が発生した中越の芋川にて、ドローン空撮試験、ドローンによるセンサデバイスの配備試験ならびに、データ取得の実験を実施しました。本公開実験においては、これらの実機システムと実験時のビデオを紹介します。



左から水位センサとドローン／ドローンによる遠隔配置／地形形状センサ／取得した地形データ

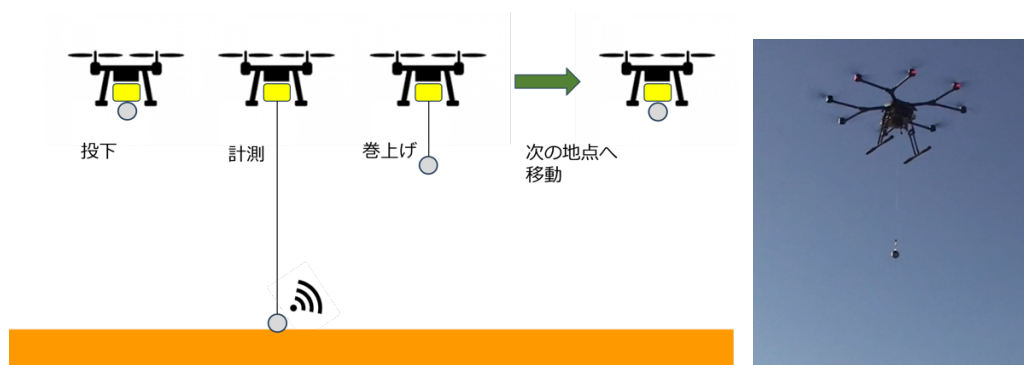
情報共有プラットフォームによる情報集約技術

情報収集システムによって得られた災害現場の情報は、ドローンの空撮結果と共に、3D 地図プラットフォーム「Cesium」(Cesium GS、 Inc. が提供、国土交通省の都市デジタルツインプロジェクト「PLATEAU」にも採用)を用いた情報共有プラットフォームに集約します。また、このプラットフォームには、本プロジェクトで開発した、空撮写真から斜面崩壊の危険性を診断する AI 機能も備えております。これにより、災害対応担当者(国土交通省または地方自治体の担当者)が、効率よく応急復旧計画を立案することが可能となります。プラットフォームの画面例は、下図に掲載しました。本公開実験においては、フィールドに設置したディスプレイを用いて、このプラットフォームの実演を行います。



河道閉塞環境の地盤強度の調査技術

対象とする現場において、建設ロボットが活動できるかどうかは、地形情報だけでなく、地盤強度情報の獲得も必須です。軟弱地盤と知らずに進入した場合、建設ロボットは沈んでしまい、動作が不可能になるという危険があります。しかしながら、二次災害の恐れもあるため、地盤強度の調査のために人が進入することは避けたいのが現状です。そこで、本プロジェクトでは、投下型の地盤強度計測デバイスを開発しました。これは、ドローンを用いて高さ約 5~10m の上空から、テザー(紐)のついた計測デバイス(鉄球)を地盤上に落下させ、球体が地盤と衝突する際の衝撃加速度を計測することで、地盤強度を推定するものです。地盤が軟弱の場合、衝撃加速度が小さくなるため、これを計測することで、軟弱地盤かどうかを判断することができます。なお、面的な調査を実現するには、この動作を繰り返し行う必要があるため、鉄球は投下後、ウインチで引き上げる機構を有しています。本公開実験においては、このデバイスによる地盤強度調査の実演を行います。



作業環境を確保する技術

対象とする河道閉塞は、山岳地帯で発生することが多いですが、応急復旧を行うための重機を運搬するヘリコプターには、重量制限（通常は最大 3t）があります。そこで、これまでの災害対応においてヘリコプターでの運搬が必要な場合、分解型の重機を分割して運搬し、現地で組み立てるという工夫がされてきました。しかしながら、現場での重機の組立作業には時間がかかるという問題があります。そこで、本プロジェクトでは、システムを構成する全ての建設ロボットについて、ヘリコプターで運搬可能な 3t 未満のもので構成するものとししました。

河道閉塞現場は、地面の凹凸や障害物が存在する可能性が高いため、まずは、これらを平滑化して、他の建設ロボットが作業しやすい環境にすることを目指します。本公開実験では、遠隔操縦可能なスキッドステアローダーと呼ばれる小型建設ロボットを利用し、バケットを用いた障害物除去や、チラー（ほぐし装置）を用いた地面の整地の実演を行います。



チラー



地面のほぐし



バケットによる土砂回収

簡易な杭型センサによる環境情報取得技術

建設ロボットを用いて遠隔から応急復旧作業を行う場合にも、対象とする環境の状況把握を継続的に行うことは重要です。そこで、本プロジェクトでは、災害環境において、容易かつ無人で設置することが可能な、杭型データ収集センサ（センサポッド）を開発しました。このセンサポッドは、遠隔操縦建機を用いて、環境内に設置することが可能です。本公開実験では、杭型センサが収集した環境情報を、遠隔地のオペレータに提示する様子をご覧ください。

複数小型建設ロボットの協働作業による排水ポンプ設置技術

排水ポンプを設置するシステムについて紹介します。小型の重機は、分解せずに運搬が可能であるため、迅速な対応を可能としますが、排水ポンプの水中投入作業においては、水際において、アームの長さが足りなくなる可能性があります。そこで、本プロジェクトでは、軽量フレームを用いた水中ポンプの投入システムを開発しました。ここでは、水中ポンプを搭載したフレームに 2 段の延長フレームを継ぎ足し、左側のフレームを押すことで、右側のポンプを水中に投入するツールの動作概要を示します。これらのツールを運搬するためのクローラキャリアダンプの走行には、一部、自動走行機能を活用しています。



ポンプの配置



フレーム接続



フレーム押出しによるポンプ投入



ポンプ排水