不確実性が高い環境における革新的インフラ構築の実現に向けた取組みの紹介と砂防 DX への活用

東京大学大学院 工学系研究科　○金崎 裕之，永谷 圭司
国際航業株式会社　島田 徹

1. はじめに

近年、災害の頻発化や被害の激甚化に伴い、想定被害を最小限に抑えるために、迅速な応急復旧作業が求められている。しかしながら、無人化施工技術等を用いることで、工事従事者の安全対策も同時に考慮しなければならない。また、宇宙開発分野に目を向けると、国際協力の下、米国を中心とした「アルテミス計画」等の月面開発が進められている。これらの環境は、「人間の立ち入りが困難、かつ不確実性が高いため、現地情報に基づくインフラ構築」が必要とされているという共通点がある。

そこで、筆者らは、「ムーンショット型研究開発制度」の下で、「不確実性が高い環境に対して臨機応変に対応し、インフラ構築可能な協働 AI ロボット群”」、通称『CAFE』(Collaborative AI Field robot Everywhere)を開発し、無人化されたロボットによる、災害現場の応急復旧対応の高度化や月面インフラ構築の実現等を目指すこととした。特に災害現場のうち、「河道閉塞」は、閉塞部の決壊により下流の広範囲まで二次的な被害が拡大する危険性があり、迅速な対応が求められるため、『CAFE』を適用する事例として適切であると考え、研究開発の対象としている(図 1)。この目標の実現に向けて、本プロジェクトには、フィールドロボット、土木、AI が専門の研究者をはじめ、民間企業(ゼネコン、建設コンサル、建機メーカー)、国立研究開発法人等、19 の機関から 200 名以上のメンバー(R4.12 月時点)が参画している。

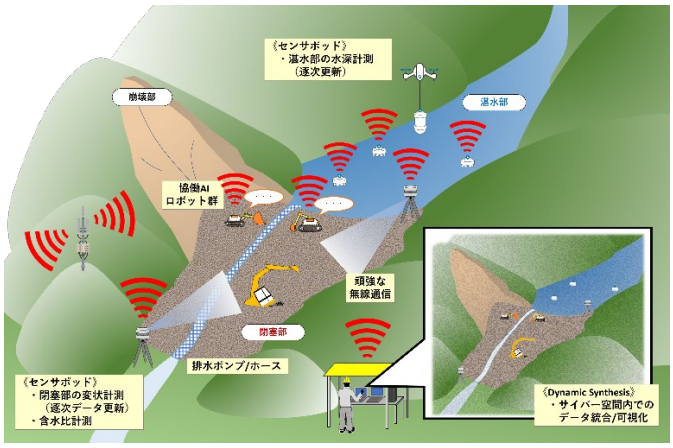

図 1:協働 AI ロボット群などによる応急復旧対応イメージ

なお、「ムーンショット型研究開発制度」とは、日本発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発(“ムーンショット”)を推進する大型研究プログラムのことである。この研究開発制度では、9 つの具体的な目標(「ムーンショット目標」)が設定されており、それぞれ 2050 年までに実現することを目指している。〔参考 WEB〕

2. 研究開発の概要

本プロジェクトでは、協働 AI ロボットシステムによるインフラ構築の実現に向け、「身体」、「行動」、「判断」に大別される 3 つの要素技術の研究開発を進めている。

2.1. 革新的な土工ロボットハードウェア(身体)

土工ロボットハードウェアの開発目標は、土工作業機構と移動機構に分類される。これらを個別に開発した後、協働 AI ロボットのプラットフォームに統合する予定である。

令和 3 年度には、河道閉塞現場における長大なホース敷設時に生じる摩擦抵抗を低減するため、ホース自体の柔らかさと先頭車両による誘導によって迅速なホース敷設を可能とする土工作業ロボット(図 2)を考案するとともに、小型試作機を開発した。

図 2:河道閉塞現場を想定した新型土工作業ロボット

2.2. 動的協働 Physical AI 技術(行動)

災害現場や月面等の環境における土工作業ロボットのス

タックや突発的な故障等へ対応する一つの方策として、複数台の無人ロボットが環境やその状況に応じて自律分散的に構造化(チームの再編成)することが有用であると考えられる(図 3)。そこで、本プロジェクトでは、ロボット自己診断機能やロボット同士での交渉機能などから構成される「動的協働 Physical AI」の開発を目指している。

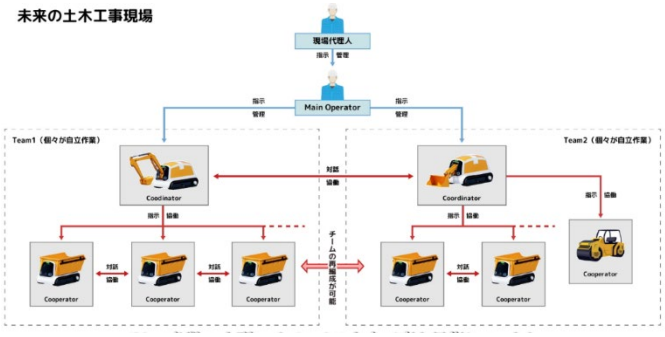

図 3:動的協働 AI ロボット群による工事現場の将来像

2.3. センサポッド/環境評価 AI 技術(判断)

災害現場は刻々と環境が変化することから、実環境で取得したデータのうち、地形等の基盤情報や重要な環境情報を抽出して、サイバー空間に動的に仮想環境を構築することで、環境評価や予測を逐次行うことが有用であると考えられる(図 4)。そこで、本プロジェクトでは、ドローン等で遠隔配備可能な「センサポッド」や、取得したデータの統合・可視化が可能なデータプラットフォーム、その中で運用する「環境評価 AI 技術」の開発を目指している。

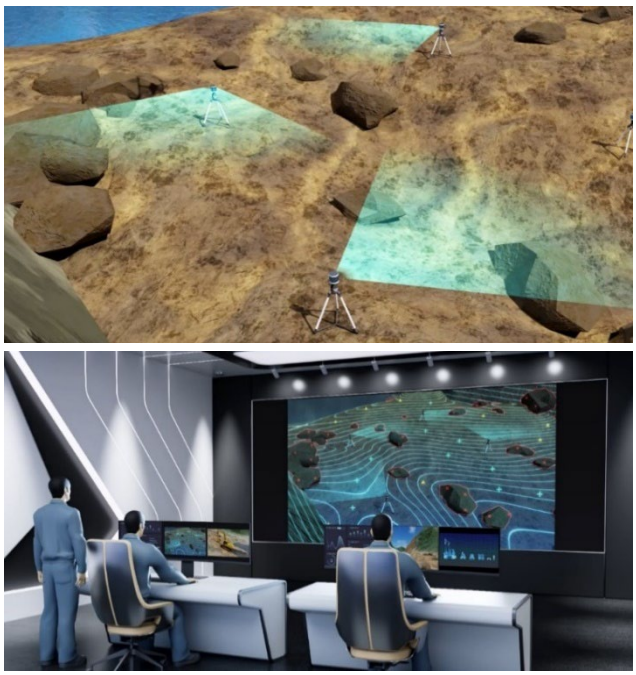

図 4:センサポッド群による環境情報取得/評価のイメージ

3. 砂防分野における DX への活用に向けて

3.1. 『砂防 DX』に活用可能な要素技術

砂防分野の技術的な進歩を促進するためには、センサー機器や山間地との通信技術、取得データの統合・可視化・分析による未来予測技術等の開発が必要である。しかし、それらの要素技術と取得データから「専門家」が総合的に判断する状態では、本格的な「DX(データやデジタル化による社会変革)」の実現には至らない。

よって、筆者らは、要素技術の開発と同時に、建設業等の他分野との密接な連携が重要ではないかと考えている。特に、本プロジェクトで開発中の要素技術のうち、ドローン運搬可能な「センサポッド」、「データプラットフォーム」、「環境評価 AI 技術」等は、平常時から緊急時まで活用できると考えられるため、調査、計画、設計、施工という一連のプロセスの技術的な革新に貢献できると考えている。

3.2. おわりに

平常時から他分野との連携を図るためには、データ形式の標準化や、連携先の技術・知識を持った人材の確保等の課題がある。さらに、過去の災害実績や専門的な知見に基づき、災害の種類ごとに重要な環境情報やその把握手法を選定しておく必要があるが、データの取得精度、頻度、期間等、開発要件が定義しきれていない場合があり、工学分野の研究者や開発者とのコミュニケーション不全が生じ、手戻りが多くなることも課題となっている。

こうした課題の解決に向けて、砂防分野における研究開発で得られた知見の統合や体系化が必要だと考えられる。また、そのためには、さまざまな立場の人々が意見を出し合う場を設けることが重要である。そうした取り組みを進めることで、より効果的な技術の開発や利用が実現し、砂防分野のさらなる発展が期待できるのではないだろうか。

謝辞

本研究は、JST【ムーンショット型研究開発事業】グラント番号【JPMJMS2032】の支援を受けたものである。

参考文献(Web HP)

・ムーンショット型研究開発制度(内閣府)
https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/index.html

・ムーンショット目標 3 CAFE プロジェクト
https://moonshot-cafe-project.org/