



自動建機制御インターフェースを有する 施工計画・管理システムの研究開発

Construction Planning and Management System With an Information Sharing Interface for Automated Machinery Control.

主たる研究担当者 永谷 圭司(筑波大学)

情報流通インタフェースを開発します We develop an information exchange interface for automated construction.

本研究では、他の研究開発機関と共同で、監督者が建設機械へ伝達する動作指示を共通フォーマットで扱える「情報流通インタフェース (IF)」を設計しました。この共通フォーマットは、複数企業が共通で利用できる「協調領域」として定義されており、異なる企業間の連携を可能にします。さらに、監督者がこの共通フォーマットに基づいて自動建設機械の作業指示を行うことを可能とする「Construction Computer Aided Manufacturing (Construction-CAM)」のプロトタイプも開発しました。これにより、監督者は、三次元CAD上において比較的簡単な手順で、施工計画を情報流通IFに送ることが可能となります。

情報流通インタフェースの社会実装を目指します We aim for the social implementation of the information exchange interface.

本プロジェクトでは、造成工事や道路工事における「掘削→積込→運搬→放土→敷き均し→締め固め」といった一連の土工プロセスを対象とした自動施工システムの実現とその実用化の加速を目指します。特に、筑波大学は、図1に記す通り、情報流通IFに送る建機の動作指示共通フォーマットを生成する「Construction CAM」を担当すると共に、他研究開発機関と共同で、協調領域である情報流通IFの設計を担当しています。これにより、建機制御を行うシステム企業は、どの監督者が作成した施工計画でも自社のシステム上で実行でき、また監督者は、情報流通IFに対応するシステム企業を自由に選択できるようになります。

自動施工技術の統合実証を達成しました We achieved the integrated demonstration of automated construction technology.

これまでに、土工事の体系化（九州大 担当）を元に、全研究開発機関で情報流通IFのプロトタイプを設計し、「Construction CAM（筑波大 担当）」で生成した建設機械への動作指示を、情報流通IFを通じて「複数台建設機械の制御システム（九州大、土木研 担当）」に送信して自動施工を実施するシステムを実現しました。2025年8月には、土木研究所のDXフィールドにて、このシステムを活用し、油圧ショベルと2台のクローラキャリアダンプによる「掘削→積込→運搬→放土」の統合実証（株式会社フジタを中心に全研究開発機関が担当）を実現しました。これにより、情報流通インタフェースの有効性を確認すると共に、実施工現場での適用と社会実装に向けた重要な技術基盤を確立しました。

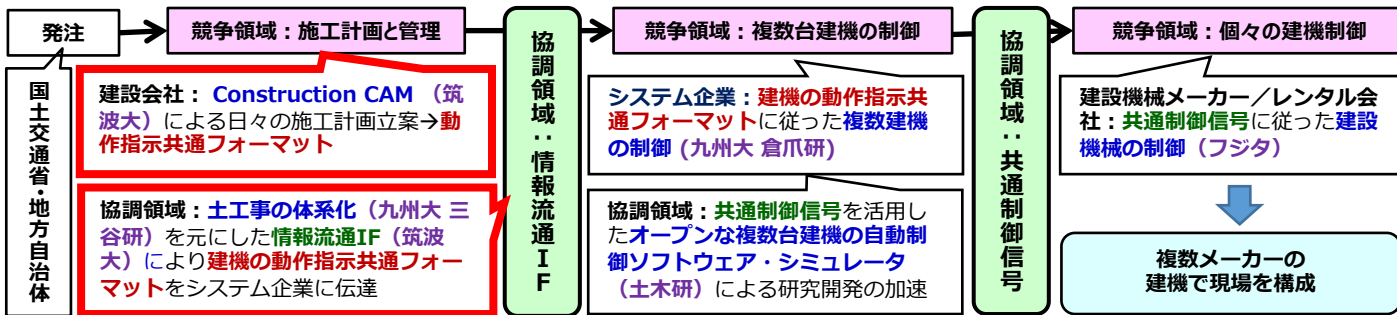


図1 本研究開発の担当領域 (赤で囲われた部分)

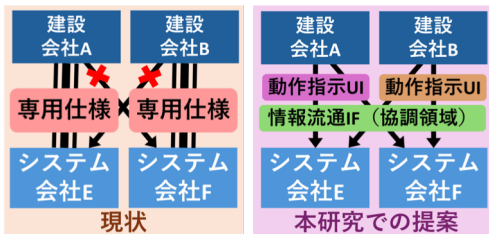


図2 現状の自動施工の研究開発の現状と提案



図3 動作指示UIのプロトタイプ



図4 自動施工技術の統合実証

参画機関	東京大学 (2023年11月～ 2024年9月)、筑波大学 (2024年10月～ 現在)
協力機関	国土交通省大臣官房 技術調査課、国土交通省大臣官房 参事官 (イノベーション) グループ 施工企画室、国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室、一般社団法人日本機械土工協会 技術委員会、地域建設業 新未来研究会、前田建設工業 (株) 土木事業本部 土木技術部、日立建機 (株) 開発・生産総括本部 先行開発センタ、青木あすなる建設 (株) 土木技術本部 メカトロ技術部 ICT技術グループ、パナソニック アドバンステクノロジー (株) 事業開発センター
問い合わせ先	TEL 029-853-8043 Mail nagatani@cs.tsukuba.ac.jp
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/





自動建機に適した建設工事段取りの計画技術と自動施工評価

Systematization and Evaluation of Construction Planning for Automated Construction Machinery.

主たる研究担当者 三谷 泰浩(九州大学)

段取り自動化のための施工体系を開発します We develop a construction framework for automated task planning.

本研究では、ロボット化した自動建機群が協調して動作し一連の建設工事を実施するための建機の組み合わせ、具体的な施工手順といった自動施工に対応した新たな施工体系（「段取り」）を確立することを目指して研究開発を行います。建設工事の現場では、屋外の多様かつ逐次変化する環境的要因や現場状況に対して、技術者の知見や経験に基づく判断・対応が適応的に行われ、施工の「段取り」へ反映されてきました。この適応的な対応を含めて自動建機群による自動施工を実現するためには、建機の性能、周辺環境や現場条件等を含めた「建設工事のフレームワーク」を体系的に整理することが必要であり、体系化された情報を情報流通IFに送ることで自動施工を実現します。

体系化された施工フレームワークの実装を目指します We aim for implementing the construction framework.

本プロジェクトでは、造成工事や道路工事における「掘削→積込→運搬→放土→敷き均し→締め固め」といった一連の土工プロセスを対象とした自動施工システムの実現とその実用化の加速を目指します。九州大学では、自動施工のための現場条件や作業シナリオを考慮した施工体系（段取り案）を整理し、作業手順の時間的・空間的な関係性を分析しました。そして、この体系化した施工計画を基に施工計画・管理I/Fにおける「作業（段取り）」モジュールを設計し、土工のシミュレーションを実施しました。これにより、建機制御を行うシステム企業は、建機の動作の共通フォーマットをもとに具体的な施工計画を実行できるようになります。

自動施工技術の統合実証を達成しました We achieved the integrated demonstration of automated construction technology.

これまでに、土工の体系化（九州大 担当）を元に、全研究開発機関で情報流通IFのプロトタイプを設計し、「動作指示UI（筑波大 担当）」で生成した建設機械への動作指示を、情報流通IFを通じて「複数台建設機械の制御システム（九州大、土木研 担当）」に送信して自動施工を実施するシステムを実現しました。2025年8月には、土木研究所のDXフィールドにて、このシステムを活用し、油圧ショベルと2台のクローラキャリアダンプによる「掘削→積込→運搬→放土」の統合実証（株式会社フジタを中心に全研究開発機関が担当）を実現しました。これにより、情報流通インターフェースの有効性を確認すると共に、実施工現場での適用と社会実装に向けた重要な技術基盤を確立しました。

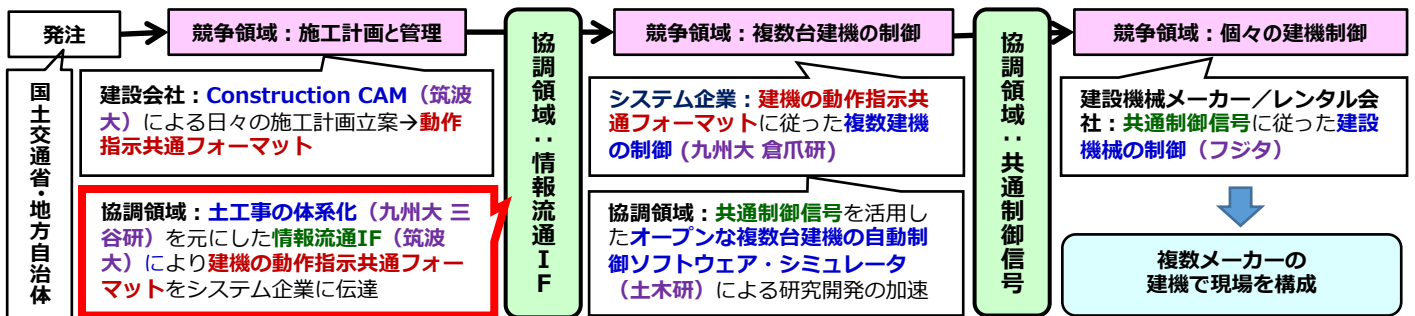


図1 本研究開発の担当領域（赤で囲われた部分）

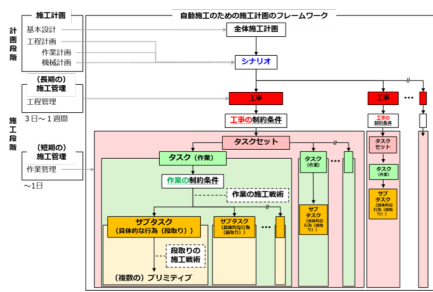


図2 自動施工のための施工計画のフレームワーク



図3 土工のシミュレーション

参画機関	九州大学（三谷教授）
協力機関	国土交通省大臣官房 技術調査課、国土交通省大臣官房 参事官（イノベーション）グループ 施工企画室、国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室、一般社団法人日本機械土工協会 技術委員会、地域建設業 新未来研究会、前田建設工業（株）土木事業本部 土木技術部、日立建機（株）開発・生産総括本部 先行開発センタ、青木あすなる建設（株）土木技術本部 メカトロ技術部 ICT技術グループ、パナソニック アドバンステクノロジー（株）事業開発センター
問い合わせ先	TEL 092-802-3399 Mail mitani@doc.kyushu-u.ac.jp
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/





複数台自動建機の動作管理を行う Cyber-Physical System for RTの構築

Development of a Cyber-Physical System for Managing Cooperative Construction Machinery.

主たる研究担当者 倉爪 亮(九州大学)

複数台自動建機を統合するCPSを開発します We develop a cyber-physical system for coordinated construction machinery.

本研究では、複数台の自動建機が協調して動作するためのCyber-Physical System (CPS) を構築し、建設生産プロセス全体の最適化を実現します。土工現場の環境情報や建機動作を統合的に管理するプラットフォーム「ROS2-TMS for Construction」を開発し、タスク管理・環境シミュレーション・建機制御などを一元化しました。さらに、土木研究所が開発中の自律施工技術基盤OPERAと連携し、バックホウやクローラダンプを遠隔から自動制御する機能を実装しました。これにより、建設現場の省人化・安全性向上・効率化を同時に実現する基盤技術の確立を目指しています。

協調型自動施工の社会実装を目指します We aim for the social implementation of cooperative automated construction.

本プロジェクトでは、造成工事や道路工事における「掘削→積込→運搬→放土→敷き均し→締め固め」といった一連の土工プロセスを対象とした自動施工システムの実現とその実用化の加速を目指します。特に、九州大学(倉爪研)は、図1に記す通り、建機の動作指示共通フォーマットに従った複数建機の協調型自動施工制御システム「ROS2-TMS for Construction」を開発しています。このシステムをオープンソースとして公開し、国内外の研究機関や企業が利用可能な環境を整備しました。これにより、産学連携による技術拡張と社会実装を推進します。

自動施工システムの統合実証を達成しました We achieved the integrated demonstration of the automated construction system.

これまでに、土工事の体系化(九州大 担当)を元に、全研究開発機関で情報流通IFのプロトタイプを設計し、「動作指示UI(筑波大 担当)」で生成した建設機械への動作指示を、情報流通IFを通じて「複数台建設機械の制御システム(九州大、土木研 担当)」に送信して自動施工を実施するシステムを実現しました。2025年8月には、土木研究所のDXフィールドにて、このシステムを活用し、油圧ショベルと2台のクローラキャリアダンプによる「掘削→積込→運搬→放土」の統合実証(株式会社フジタを中心に全研究開発機関が担当)を実現しました。これにより、情報流通インターフェースの有効性を確認すると共に、実施工現場での適用と社会実装に向けた重要な技術基盤を確立しました。

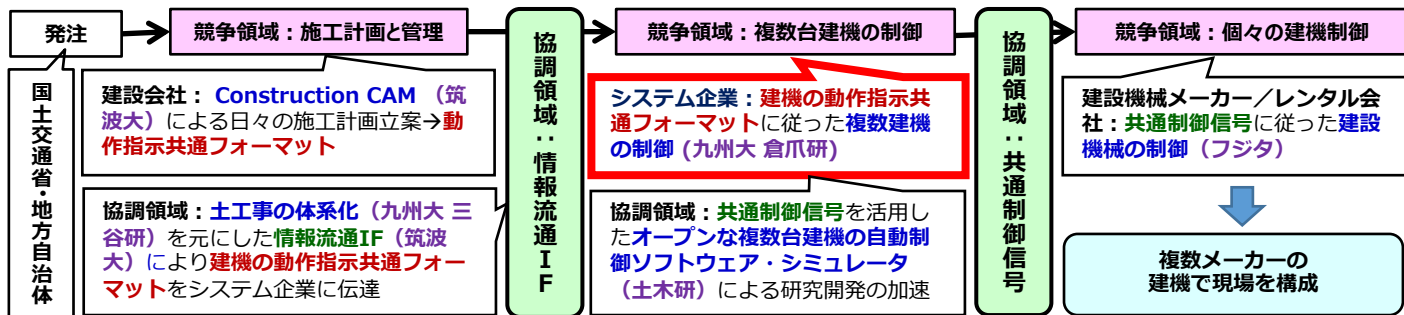


図1 本研究開発の担当領域(赤で囲われた部分)

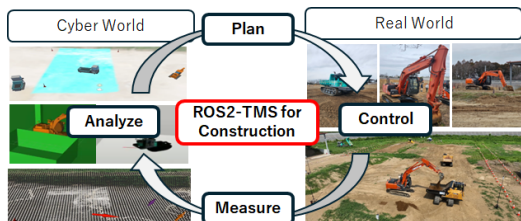


図2 ROS2-TMS for Construction

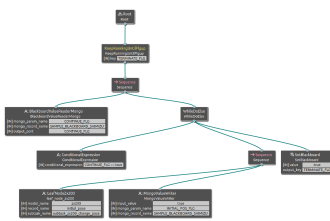


図3 複数台自動建機の協調動作計画



図4 統合実証

参画機関	九州大学(倉爪教授)
協力機関	国土交通省大臣官房 技術調査課、国土交通省大臣官房 参事官(イノベーション)グループ 施工企画室、国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室、一般社団法人日本機械土工協会 技術委員会、地域建設業 新未来研究会、前田建設工業(株) 土木事業本部 土木技術部、日立建機(株) 開発・生産総括本部 先行開発センタ、青木あすなる建設(株) 土木技術本部 メカトロ技術部 ICT技術グループ、パナソニック アドバンステクノロジー(株) 事業開発センター
問い合わせ先	TEL 092-802-3605 Mail kurazume@ait.kyushu-u.ac.jp
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/





自動建機のオープンな研究開発環境の構築

Open Framework for Automated Construction Machinery.

主たる研究担当者 山内 元貴((国研)土木研究所先端技術チーム)

自動建機のオープンな研究開発環境を開発します We develop an open research platform for automated construction machinery.

本研究では、建設機械の種類やメーカーに依存せずに利用できる自動建機のオープンな研究開発環境を構築します。既存の自律施工技術基盤OPERAを拡張し、ブルドーザやクローラダンプなど一般土工に対応する機器仕様と制御システムを開発しました。さらに、経路計画・経路追従を行うソフトウェアを開発し、オープンソースとして公開しています。これにより、研究機関や企業が共通の環境で自動化技術を検証できるようになり、開発成果の再利用性が大幅に向上しました。また、建設ロボット技術を学ぶ教育講座を設計し、実践的な人材育成体制の整備も進めています。

自動施工技術の普及と人材育成を目指します We aim for the dissemination of automated construction technology and human resource development.

本プロジェクトでは、造成工事や道路工事における「掘削→積込→運搬→放土→敷き均し→締め固め」といった一連の土工プロセスを対象とした自動施工システムの実現とその実用化の加速を目指します。特に、土木研究所では、OPERAを基盤としたオープン開発環境の整備を通じて、自動施工技術の普及と次世代技術者の育成を目指しています。遠隔操縦および自動運転に対応したクローラダンプとブルドーザの制御システムを開発し、このシステムをオープンソースとして公開しました。教育面では、建設機械・ロボティクスの基礎知識とともに、オープン開発環境の操作を実習形式で学べる講座を構築しています。これにより、開発と教育を両輪とする持続的な自動施工エコシステムを形成します。

自動施工システムの統合実証を達成しました We achieved the integrated demonstration of the automated construction system.

これまでに、土工の体系化(九州大 担当)を元に、全研究開発機関で情報流通IFのプロトタイプを設計し、「動作指示UI(筑波大 担当)」で生成した建設機械への動作指示を、情報流通IFを通じて「複数台建設機械の制御システム(九州大、土木研 担当)」に送信して自動施工を実施するシステムを実現しました。2025年8月には、土木研究所のDXフィールドにて、このシステムを活用し、油圧ショベルと2台のクローラキャリアダンプによる「掘削→積込→運搬→放土」の統合実証(株式会社フジタを中心に全研究開発機関が担当)を実現しました。これにより、情報流通インタフェースの有効性を確認すると共に、実施工現場での適用と社会実装に向けた重要な技術基盤を確立しました。

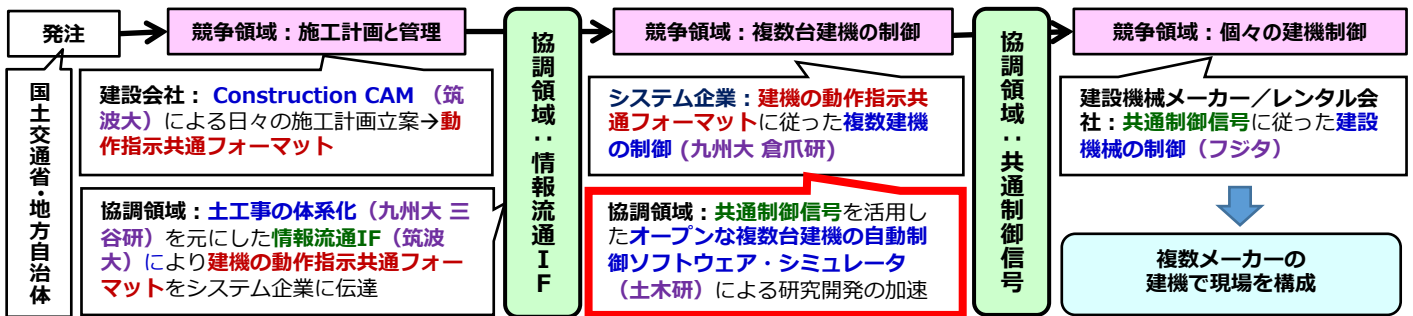


図1 本研究開発の担当領域(赤で囲われた部分)



図2 オープンな研究開発環境概要



図3 遠隔操縦・自動運転対応型11t積み全旋回型クローラキャリアダンプ



図4 機械土工用シミュレータ

参画機関	(国研) 土木研究所先端技術チーム
協力機関	国土交通省大臣官房 技術調査課、国土交通省大臣官房 参事官(イノベーション)グループ 施工企画室、国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室、一般社団法人日本機械土工協会 技術委員会、地域建設業 新未来研究会、前田建設工業(株) 土木事業本部 土木技術部、日立建機(株) 開発・生産総括本部 先行開発センタ、青木あすなる建設(株) 土木技術本部 メカトロ技術部 ICT技術グループ、パナソニック アドバンステクノロジー(株) 事業開発センター
問い合わせ先	TEL 029-879-6757 Mail yamauchi-g573bs@pwri.go.jp
詳細リンク	https://www.pwri.go.jp/team/advanced/index.html





複数台建設機械による自動施工現場での試行

Trial at an Automated Construction Site Using Multiple Construction Machines.

主たる研究担当者 千葉 拓史 ((株)フジタ)

複数台建設機械による自動施工を実現するシステムを開発します We develop a system for automated multi-machine construction.

本研究では、建設現場における省人化と生産性向上を目的として、複数台の建設機械を協調制御する自動施工システムを開発します。2023年度は、全旋回式クローラダンプの自動走行システムを対象に、走行経路計画や動作制御を含むロボット化技術を構築しました。GNSSや3D LiDARなどのセンサ群を搭載した自動化用コントローラを開発し、周囲地形や障害物を自動認識することで、安全かつ効率的な走行を可能としています。さらに、CPS (Cyber-Physical System) からの共通制御信号に対応するシステムを整備し、複数台の自動建機が連携して作業する環境を実現するための基礎を確立しました。

協調型自動施工現場の社会実装を目指します We aim for the social implementation of cooperative automated construction site.

本プロジェクトでは、造成工事や道路工事における「掘削→積込→運搬→放土→敷き均し→締め固め」といった一連の土工プロセスを対象とした自動施工システムの実現とその実用化の加速を目指します。株式会社フジタは、全旋回式クローラダンプの走行経路計画と障害物回避を自動化し、現場試験で安定動作を確認しました。さらに、九州大学や土木研究所のシステムと連携し、共通制御信号OPERA対応の制御環境を整備。これにより複数建機の協調動作基盤を構築しました。今後は試験施工を通じ、Cランカー一般土工現場でも適用可能な技術開発を行い、実用化を目指します。

自動施工技術の統合実証を達成しました We achieved the integrated demonstration of automated construction technology.

これまでに、土工の体系化（九州大 担当）を元に、全研究開発機関で情報流通IFのプロトタイプを設計し、「動作指示UI（筑波大 担当）」で生成した建設機械への動作指示を、情報流通IFを通じて「複数台建設機械の制御システム（九州大、土木研 担当）」に送信して自動施工を実施するシステムを実現しました。2025年8月には、土木研究所のDXフィールドにて、このシステムを活用し、油圧ショベルと2台のクローラキャリアダンプによる「掘削→積込→運搬→放土」の統合実証（株式会社フジタを中心に全研究開発機関が担当）を実現しました。これにより、情報流通インターフェースの有効性を確認すると共に、実施工現場での適用と社会実装に向けた重要な技術基盤を確立しました。

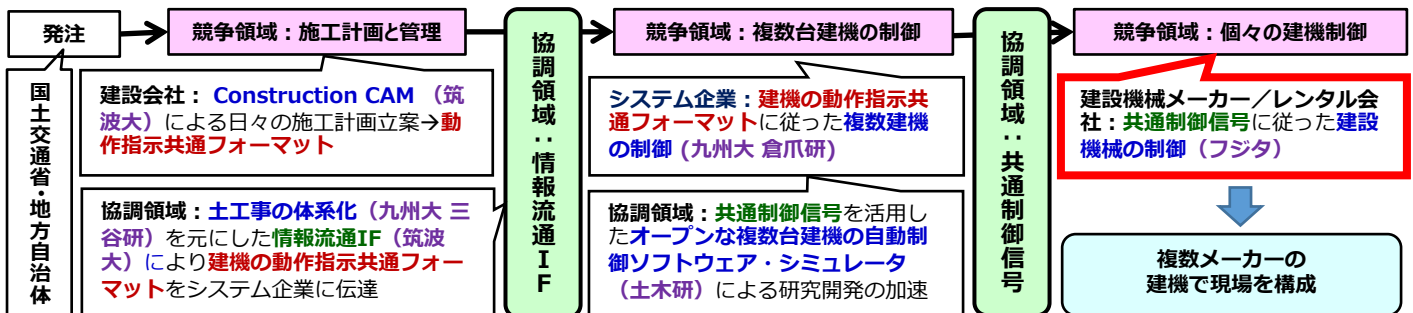


図1 本研究開発の担当領域（赤で囲われた部分）

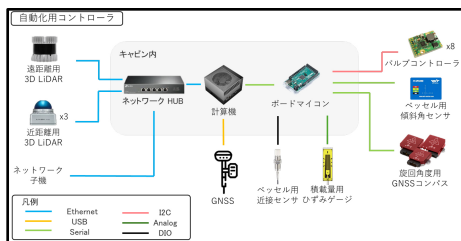


図2 自動化用コントローラ



図3 統合実験計画



図4 統合実験

参画機関	(株)フジタ
協力機関	国土交通省大臣官房 技術調査課、国土交通省大臣官房 参事官 (イノベーション) グループ 施工企画室、国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室、一般社団法人日本機械土工協会 技術委員会、地域建設業 新未来研究会、前田建設工業 (株) 土木事業本部 土木技術部、日立建機 (株) 開発・生産総括本部 先行開発センタ、青木あすなる建設 (株) 土木技術本部 メカトロ技術部 ICT技術グループ、パナソニック アドバンステクノロジー (株) 事業開発センター
問い合わせ先	TEL 03-3402-1911 Mail info@fujita.co.jp
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/





ダム堤体付近の土砂を洪水時に下流に排出する技術

Technology to Discharge Sediment Near the Dam Body Downstream During Floods.

主たる研究担当者 水草 浩一(国研)土木研究所

ダム堆砂を低環境負荷で輸送する新技術を開発します We develop environmentally friendly sediment transport technology for dams.

ダム堆砂を持続的に排出・制御するため、堆砂を下流へ安全に輸送する新技術を開発します。特に既存手法に代わる省力・低コスト輸送技術の確立を目的とし、新たに貨物索道・索道系ベルトコンベヤ・空気カプセル輸送などの複数案を、従来技術であるベルトコンベヤやダンプトラックと比較します。実証ダムを対象に線形計画、設備設計、建設費・維持管理費の試算を行い、技術ごとの最適条件を整理します。

放流設備周辺の安定的な堆砂形状制御技術を開発します We develop stable sediment deposition control technology.

放流設備が埋没するほど堤体近傍まで堆砂が進行すると、ゲートの操作に支障をきたす恐れが高まり、最悪の場合、放流機能を喪失するリスクが想定されるため、放流設備周辺の堆砂は安定的な形状で適切に維持することが重要となります。堆砂形状を管理する方法として放流時の流体力を用いると効率的なところ、流体力を制御するための補助構造物を導入する場合を想定した上で、構造物の最適な形状と設置位置について、水理模型実験と数値解析(CFD)を組み合わせて検討します。

堆砂還元の下流影響評価技術を開発します We develop downstream impact assessment technology for sediment deposition.

堆砂を下流河道に還元した場合の影響評価検討技術手法を構築します。これにより、還元が流域に与える安全と安心を確認するためのツールとして有効活用されるようになります。この枠組みが実現すると、研究KPIである「堆砂排出技術の統合設計と評価」が達成でき、またダムの持続的運用と環境調和型の堆砂管理技術が確立することから、今まで廃棄物だった堆砂が、地域の資産として流域全体の流砂系の課題解決に貢献するという、堆砂活用の新たな道筋を広げる機会になると期待されます。



- <線形工事>
- (1) 各工区アクセス道→モジュール設置工事 90日
 - (2) 線形基礎-支柱脚付伐採工事 30日/工区 × 4工区 = 120日
 - (3) 支柱基礎工事 (鋼筋15+鉄筋10+型枠10+コン/埋戻し15=60日/基) × 4工区 = 240日
 - (4) 鉄橋補立工事 (下部トラス20+上部10=30日/基) × 4工区 = 120日
 - (5) 舟橋・遊歩工事 30日+30日 = 60日
 - (6) 試運転調整 30日
- 線形工事 Total 660日
- <線形運搬>
- ・作業員 ……モジュール
 - ・基礎材料、コンクリート打設 ……ハジ
 - ・鉄橋材料 ……ハジ
 - ・鉄橋組立(本体) ……合機
 - ・鉄橋組立(脚部) ……ハジ
 - ・ロープ運搬機 ……ウインチ

■各工区 工程計画

年度	2年	3年	4年	5年	6年	7年
線形工事	90日	120日	240日	120日	60日	30日
運搬機	2台	2台	2台	2台	2台	2台
運搬機	2台	2台	2台	2台	2台	2台
運搬機	2台	2台	2台	2台	2台	2台

※工事工程は、アクセス道の整備条件及び積荷条件により大きく左右されます。(積荷期間を無視しています)

図1 実証ダムにおける線計と工程計画成果の例(貨物索道)

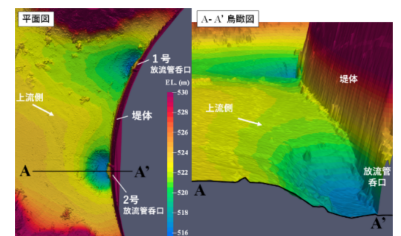


図2 実証ダムの堆砂実測形状

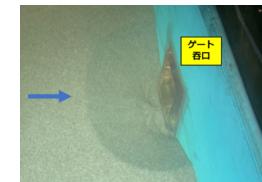
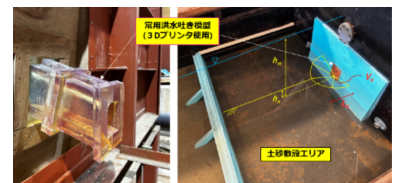


図3 模型および試験通水後堆砂形状

参画機関	(国研) 土木研究所
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 流水企画室、農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究統括官室、国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室、東亜建設工業(株)、カナデピア(株)
問い合わせ先	TEL 029-879-6783 Mail damsuri@pwri.go.jp
詳細リンク	https://www.pwri.go.jp/team/dam_hydraulic/research.html





ダム堆砂対策における 作業用建設機械操縦の遠隔化および自動化

Remote Control and Automation of Construction Machinery for Dam Sediment Countermeasures.

主たる研究担当者 青木 浩章(大成建設(株))

ダム堆砂作業を遠隔化・自動化する技術を開発します We develop remote and automated operation technology for dam sediment work.

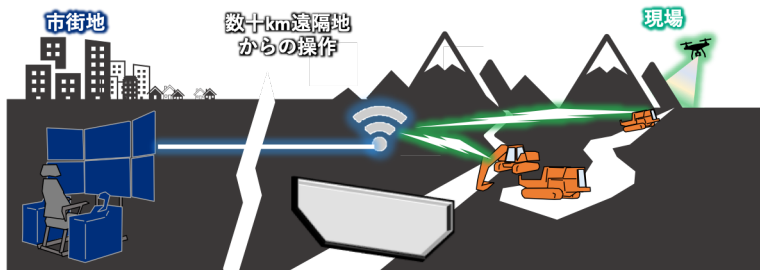
本研究では、ダム堆砂対策で行われる掘削・積込・運搬などの建設機械による作業を対象として、都市間以上の距離を隔てて操作できる新しい施工技術を開発します。人手不足や働き方改革への対応として、山間部の建設機械を都市部の店社などからの遠隔操作により施工し、さらに自動化技術を組み合わせることで複数の建設機械による連携作業を1人のオペレータで操作する、新しい施工スタイルを目指します。オペレータの現場常駐が不要となることで、通勤の負担軽減や、多様な働き方への適応が期待できます。この技術を実現するために、建設機械、通信、遠隔操作卓の各要素について新たな技術を採用し、最適な組合せと運用方法を実験を通して検証しています。

超遠隔操縦技術による次世代施工を目指します We aim for next-generation construction through ultra-remote operation technology.

大成建設では、複数台の遠隔建機を用いた「超遠隔操縦施工」の社会実装を目指しています。2025年度までに、数十km以上離れた建機を安定的に制御するため、携帯電話回線および衛星通信回線を並列接続する「マルチリンク通信」を採用しました。これにより、携帯電話回線の届かない環境でも、Full HD画質・遅延350ms以下の安定動作を実現し、神奈川県横浜市から群馬県神流町の建設機械を遠隔操縦し、土砂の運搬作業に成功しました。マルチリンク通信により通信の途絶や遅延の揺らぎを減らし、良好な操作感覚を実現できます。今後はこの通信基盤を活かし、複数建機協調による自動化施工技術へと発展させます。

新旧さまざまな機種への適用に成功しました We have successfully deployed the technology across multiple machines, including both legacy and new.

2025年度は、SIP第3期で開発されたOPERA対応クローラダンプを対象にマルチリンク通信を適用しました。この建設機械はCAN信号により制御命令や機体情報の授受をおこなう、近年において一般的な方式を採用しています。一方、従来型の遠隔建設機械ではシリアル通信による信号授受をおこなっていますが、マルチリンク通信はこうしたレガシーシステムにも適用可能です。これら新旧の施工機械による連携作業を遠隔操作で施工する実験をおこない、これらを組み合わせて同時に運用できることを確認しました。今後も建設機械施工の自動化・自律化協議会での議論を通じ、社会実装に向けた制度整備をふくめ、取り組みを継続します。



- 遠隔操作卓 : 操作卓選定, 重機の切替, 操作効率向上の確認実験
- 通信 : マルチキャリア無線, 安定化, 光通信, IOWN, セキュリティー
- 現場環境 : UAV測量, MC/MG施工, ロケーション可視化
- 対応建機 : 遠隔対応機, 自動遠隔併用対応機, OPERA対応

図1 本研究のイメージ図



図2 遠隔施工中の重機



図3 遠隔操作室

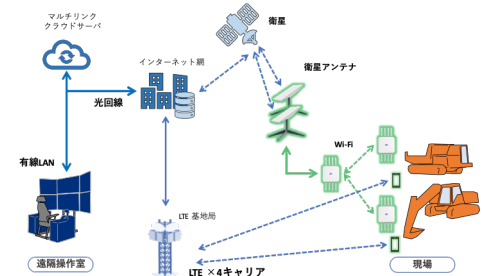


図4 マルチキャリア通信のイメージ



図5 マルチキャリア通信実験

参画機関	大成建設(株)
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 流水企画室、農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究統括官室、国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室、東亜建設工業(株)、カナデピア(株)
問い合わせ先	TEL 045-814-7221(技術センター代表) Mail https://xokb.f.msgs.jp/webapp/form/24723_xokb_49/index.do
詳細リンク	https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2025/250918_10627.html





ダム堆砂対策における水中掘削・浚渫の遠隔化技術

Remote-Controlled Underwater Excavation and Dredging Technology for Dam Sediment Countermeasures.

主たる研究担当者 小野 雅人 ((一財) 水源地環境センター)

水中掘削・浚渫の遠隔化技術を開発します We develop a remote-controlled technology for underwater excavation and dredging.

本研究では、ダム堆砂対策における水中中部での堆砂除去を低コストで効率的に実施するため、解決策の一つとして、陸上から遠隔で操作可能な水中施工機械の開発を目指します。本機のベースマシンとなる水中バックホウは従来、比較的現場条件のよい海洋・港湾工事を中心に使用されてきましたが、ダム貯水池では、地耐力の乏しい湖底面、透明度の低い水質に加え濁質の巻上げに伴う視認性の低下等の厳しい作業環境から、堆砂除去の手段として使用された実績はほとんどありません。そのため、ダム貯水池の堆砂除去に適用するため必要な要素技術を検証し、これらを実装した「遠隔操縦型浚渫機」を開発しました。

安全で持続可能な堆砂除去技術の実装を目指します We aim for implementation of safe and sustainable sediment removal technology.

本プロジェクトは、グラブ船やポンプ船による掘削・浚渫作業が困難な接触リスクを伴う構造物近傍エリアでの堆砂除去を、潜水オペレーターを必要とせず効率的に実施することができる安全かつ持続可能な施工技術の確立を目指しています。開発した遠隔操縦型浚渫機は、ロータリーカッターを備えた専用の浚渫装置で湖底の堆砂を切削・吸引し、サンドポンプで高濃度の土砂を陸上へ送泥する仕組みです。また、現場条件に応じて、バックホウアームのアタッチメントを変更することで様々な作業にも対応可能です。従来の光学カメラが機能しない高濁度の水中環境下でも、音響カメラや測深ソナーを用いて周辺の状態を可視化し、正確な物体認識と水中作業を実現しました。さらに、貯水池堆砂モニタリング技術との連携により、浚渫状況のリアルタイム把握も目指しています。これにより、少人数・低環境負荷での施工を実現し、堆砂管理の新たな標準モデルを構築します。

ダム堆砂除去における遠隔化技術の設計・評価を達成しました We achieved the design and evaluation of remote dredging technology for dam sediment removal.

2023~2025年度は、遠隔操縦型浚渫機のベースマシン設計と必要な要素技術の実験的検証を完了し、技術KPIである「ダム堆砂掘削・浚渫・モニタリングシステムの実証」に向けた準備を整えました。改良型クローラーの設計と耐久性・経済性を両立する浮力体を採用し、機体の接地圧を抑えて軟弱地盤上での走破性を確保したほか、音響カメラと測深ソナーを組み合わせた視認・計測技術を開発しました。また、高滝ダムを実証フィールドに選定し、関係機関から堆砂性状データの提供と協力を得る体制を確立しました。これらの成果により、安全かつ効率的な水中掘削・浚渫の遠隔施工の実現性を確認し、将来的な社会実装および国内ダム現場での実用化に向けた道筋を明確にしました。

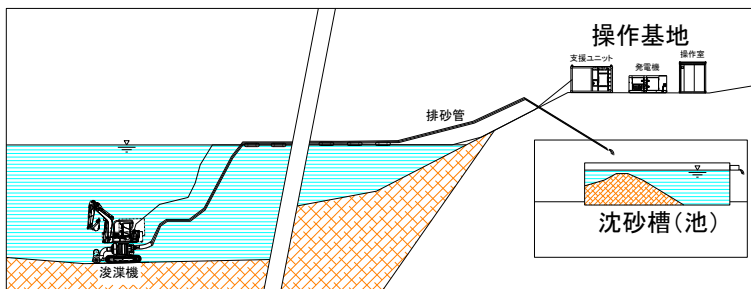


図1 遠隔操縦型浚渫機 の概念図



図2 遠隔操縦型浚渫機

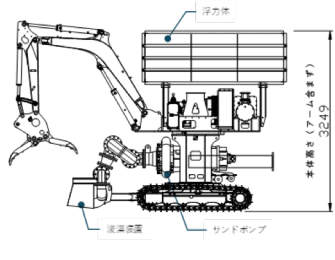
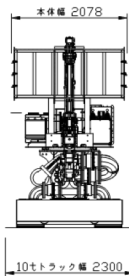


図3 遠隔操縦型浚渫機 概要図



図4 管理システム画面

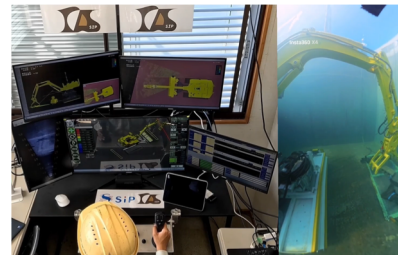


図5 遠隔操縦状況

参画機関	(一財) 水源地環境センター
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 流水企画室、農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究統括官室、国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室、東亜建設工業(株)、カナデピア(株)
問い合わせ先	TEL 03-3263-9978 Mail wechome@wec.or.jp
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/





農業用ダムを対象とした 低コスト堆砂モニタリング・遠隔浚渫技術

Low-Cost Sediment Monitoring and Remote-Controlled Dredging Operations for Agricultural Dams.

主たる研究担当者 向井 章恵 ((国研)農業・食品産業技術総合研究機構)

低コスト堆砂計測技術と遠隔浚渫技術を開発します We develop low-cost sediment measurement and remote dredging technology.

本研究では、農業用ダムなど中小規模ダムを対象に、低コストで持続的に堆砂対策を実施するための堆砂計測技術を開発します。従来の深浅測量は高コストであるため、堆砂計測が十分に行われていないダムが多く、堆砂進行に伴う取水障害が課題でした。2024年度までに、ソナーを搭載した水面ドローンを用いて、水中の堆砂形状を3次元的に高頻度・高精度に計測する技術を整備しました。2005年度は、堆砂計測結果に基づいて施工量を定量評価できる仕組みを整備し、堆砂進行を可視化しました。これにより、堆砂計測の簡易化を図り、地方自治体や土地改良区が独自に実施可能な汎用的な計測技術を確立します。

中小規模ダムにおける省力施工と情報化管理を目指します We aim for labor-saving construction and digital management in small-scale dams.

本研究では、地元事業者や土地改良区が運用できる省力的な施工技術の確立を目指しています。これまでに、既存のバックホウとクローラダンプをレトロフィット化し、低コストで遠隔操作・半自動運転を実現する手法を検討するとともに、千葉県Aダムでの現地調査に基づき、クローラダンプによる運搬作業を遠隔操作化する計画を策定しました。2005年度は、施工データをサイバー空間上に再現するOPERAやUnityなどの3D可視化プラットフォームと連携し、3D地形情報を活用した施工支援・出来形管理機能の開発を進めています。これにより、維持管理レベルでも導入可能な現場省力化と情報連携型施工を実現します。

現場実証と社会実装に向けた体制構築を達成します We have established a field demonstration and implementation framework.

これまでに、千葉県Aダムで十数回の3次元堆砂計測を実施し、技術KPI「現場または模擬現場での実証」を達成しました。ソナー測量による水底形状の高精度データ取得を行い、水中の堆砂変化を可視化しました。さらに、県および土地改良区と協働し、遠隔化施工技術について試験施工に向けた調整を進めています。農林水産省への技術説明では、維持管理レベルでの普及可能性に一定の評価を得ました。また、ICID国際会議で研究成果を発表し、農業用ダムにおける堆砂管理の取り組みを海外にも情報発信しました。これらの活動を通じて、持続的な堆砂対策の社会実装に向けた体制の基盤を整えつつあります。

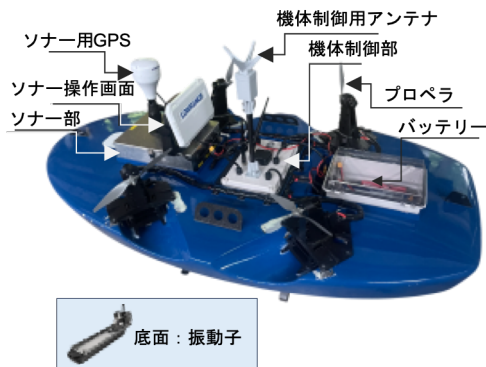


図1 水面ドローンの概要

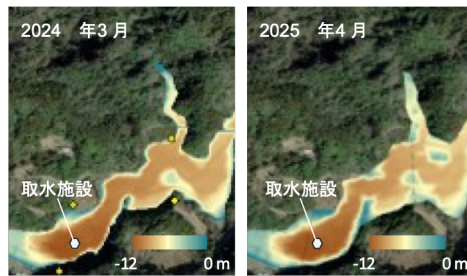


図3 堆砂計測結果

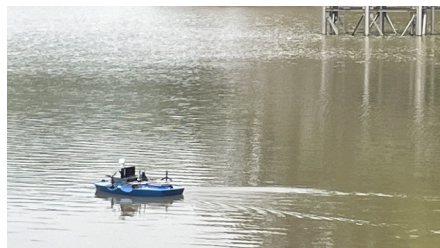
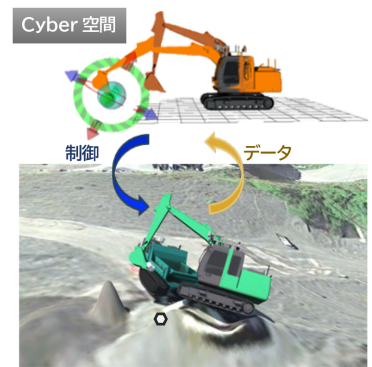


図2 計測時の水面ドローン



図4 Aダムでの取水施設周辺の陸上掘削



図5 サイバー空間 (OPERA) を用いた作業工程の再現

参画機関	(国研)農業・食品産業技術総合研究機構
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 流水企画室、農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究統括官室、国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室、東亜建設工業(株)、カナデピア(株)
問い合わせ先	TEL 029-838-7564 Mail sh-nire-pr@naro.go.jp
詳細リンク	https://www.naro.go.jp/laboratory/nire/index.html





ダムの土砂管理に関するモニタリング技術の高度化

Advancement of Monitoring Technology for Sediment Management in Dams.

主たる研究担当者 小柴 孝太 (京都大学)

ダム堆砂モニタリングの自動化・高度化技術を開発します

We develop advanced automated monitoring technology for dam sediment management.

全国の老朽化ダムで深刻化する堆砂問題に対し、堆砂モニタリングの自動化・効率化を目指した新技術を開発します。従来のシングルビーム測深 (SBES) やマルチビーム測深 (MBES) は高コストで運用に制約があり、長期的な堆砂挙動を把握するには不十分でした。セアプラスとの共同研究では「音響測深機を使用した貯水池堆砂測量において自然現象では起こりえない負の堆砂の計測結果は、貯水池特有の地形および音響測深の原理で説明できる」ことを論文にて提唱しました。また、AI処理によるノイズ除去と自律航行制御を駆使することで、深淺測量の精度と運用性とを両立させる取り組みを行っています。

長期稼働型3LSBシステムの社会実装を目指します

We aim for the social implementation of the long-life 3LSB system.

京都大学では、堆砂進行の監視を目的に、3LSBシステムを実証フィールドである長野県小渋ダムに設置しました。本システムは、ゲート付近の堆砂や沈木の動態をリアルタイムに把握し、洪水時の局所洗掘を連続観測できる仕組みを備えています。複数の周波数と送受波器を組み合わせ、異なる精度帯の測深データを取得することで、従来手法に比べ高い信頼性を確保しました。また、ダム堤体側に固定設置する方式を採用し、メンテナンスを最小限に抑えながら長期観測を可能としています。これにより、国・自治体・電力会社が管理するダム群への展開が進み、国内外での社会実装を視野に入れた技術基盤が整いました。

自動観測型堆砂センサー3LSBの実証を達成しました

We achieved demonstration of the automated sediment monitoring sensor 3LSB.

2023年度は、3LSBの試作・改良を完了し、長野県小渋ダムでの実証準備を進めました。超音波式水深計とGNSSを連動させた測深システムを構築し、室内試験では水深精度1.5cm以内を確認しました。ダム堤体への固定設置に向け、千本電気株式会社と協働で機器設計と法的手続きを完了し、2024年度上期に設置予定です。また、3LSBの規格化に向けた制度整備を国交省と協議中であり、将来的には複数ダムでの同時観測ネットワーク構築を計画しています。これにより、研究KPIである「現地設置による長期観測データの取得」を達成し、ダム堆砂管理の自動監視化とスマート維持管理の基盤技術を確立しました。

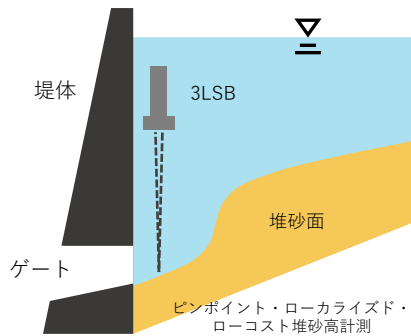


図1 3LSBの概要



図2 小渋ダムゲート付近に設置された3LSBシステム

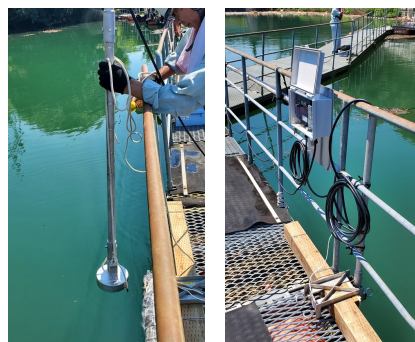


図3 大井ダムに設置された3LSBシステム

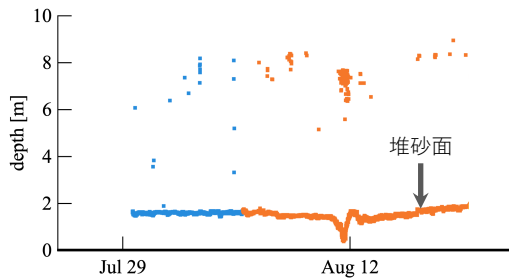


図4 大井ダムに3おけるLSBシステムによる堆砂高計測結果

参画機関	京都大学
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 流水企画室、農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究統括官室、国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室、東亜建設工業(株)、カナデピア(株)
問い合わせ先	TEL 075-611-4395 Mail koshiba.takahiro.4s@kyoto-u.ac.jp
詳細リンク	https://researchmap.jp/takahiro_koshiba





ダムにおける3次元堆砂測量技術の遠隔化・自動化

Remote and Automated 3D Sediment Surveying Technology for Dams.

主たる研究担当者 村上 桂山((株)セア・プラス)

3次元堆砂測量の遠隔化・自動化技術を開発します We develop remote and automated 3D sediment survey technology.

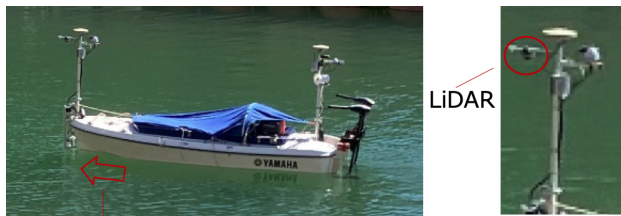
竣工後50年を経過するダムで顕在化する堆砂問題に対し、堆砂モニタリングの自動化・効率化を目指した新技術を開発します。情報量の極めて少ないシングルビーム測深(SB)や高コストとなるマルチビーム測深(MB)は運用に制約がありました。京都大学と株式会社セア・プラスの共同研究により、低廉で堆砂挙動を把握する自動航行測量船や測深方法を開発しています。さらに、三次元データの蓄積により貯水池の堆砂情報を管理し、ダム運用の高度化を支援します。

自動航行測量船による省力化を目指します We aim for labor-saving sediment surveys with autonomous survey.

株式会社セア・プラスでは、測量作業の効率化・省力化を目的として、自動航行型の無人測深船を開発しています。測深機・測量船・GNSS・IMU・wi-fi・プロポによる自動航行に加え、衝突防止に向けてLiDARとソナーを搭載しました。通信は地上・衛星の携帯通信の追加を行い、リアルタイムで測深データや動画を送信可能な機能としました。さらに、複数スラスターによる俊敏な方向転換を実現し、安全性と作業効率を大幅に向上させました。2024年度末に下久保ダムで実証を行い、2025年7月、11月にMBES-lightを用いた三次元堆砂計測の実証を行いました。これにより、従来の代表断面測量から貯水池全体の三次元把握への転換を図り、作業の省力化と自動化を実現します。

負の堆砂量解消とMBES-light技術の実証を達成しました We achieved the demonstration of MBES-Light technology and correction of negative sediment data.

2024年度末に、二年間にわたる京都大学との共同研究で「音響測深機を使用した貯水池堆砂測量において自然現象では起こりえない負の堆砂の計測結果は、貯水池特有の地形および音響測深の原理で説明できる」ことを論文にて提唱しました。また、既存の無人測深機を改良し、障害物回避機能を搭載した自律航行システムを構築しました。これにより、谷底部を中心とした重点観測と、最小限の航行による効率的な三次元測深を実現しました。2025年から2026年にかけて低コスト化を目的とした新たな計測方法「MBES-light」の詳細な仕様を決定し、再来年度には手引き改定と教育体制整備を進めます。これにより、全国のダムで活用可能な標準化技術として社会実装を推進します。



水中ソナー
図1 自動航行測量船(改良後)

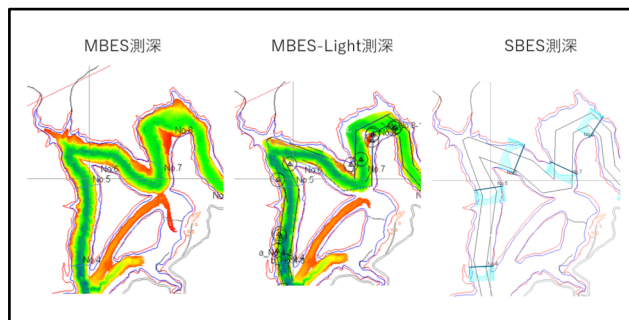


図3 MBES, MBES-Light, SBESの情報量の比較

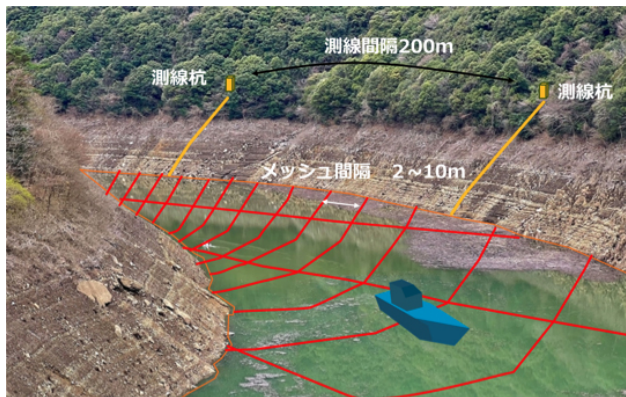


図2 MBES-lightの測深概念図

表1 延長2km谷幅180mでの各計測方法でかかる作業時間及び作業人数

		作業時間	作業人数	作業総時間	基準値との比率	備考
MBES	R7.7	96分	3人	228分	1	2ktで全域計測
MBES-Light	R7.7	40分	3人	120分	0.417	4kt往復計測
SBES	H27.7	71分	6人	427分	1.483	既往実績
SBES	R4.8	53分	6人	322分	1.118	既往実績

参画機関	(株)セア・プラス	
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 流水企画室、農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究統括官室、国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室、東亜建設工業(株)、カナデピア(株)	
問い合わせ先	TEL 045-983-2227 Mail sip-seap@seap.jp	
詳細リンク	http://seap.jp	
発行日	2026.03.01	



ダム貯水池の堆砂性状のモニタリング技術

Non-contact analysis of sedimentation in dam reservoirs.

主たる研究担当者 安藤 昌文 ((独)水資源機構)

ダム堆砂性状を把握する音波モニタリング技術を開発します We develop acoustic monitoring technology for dam sediment characterization.

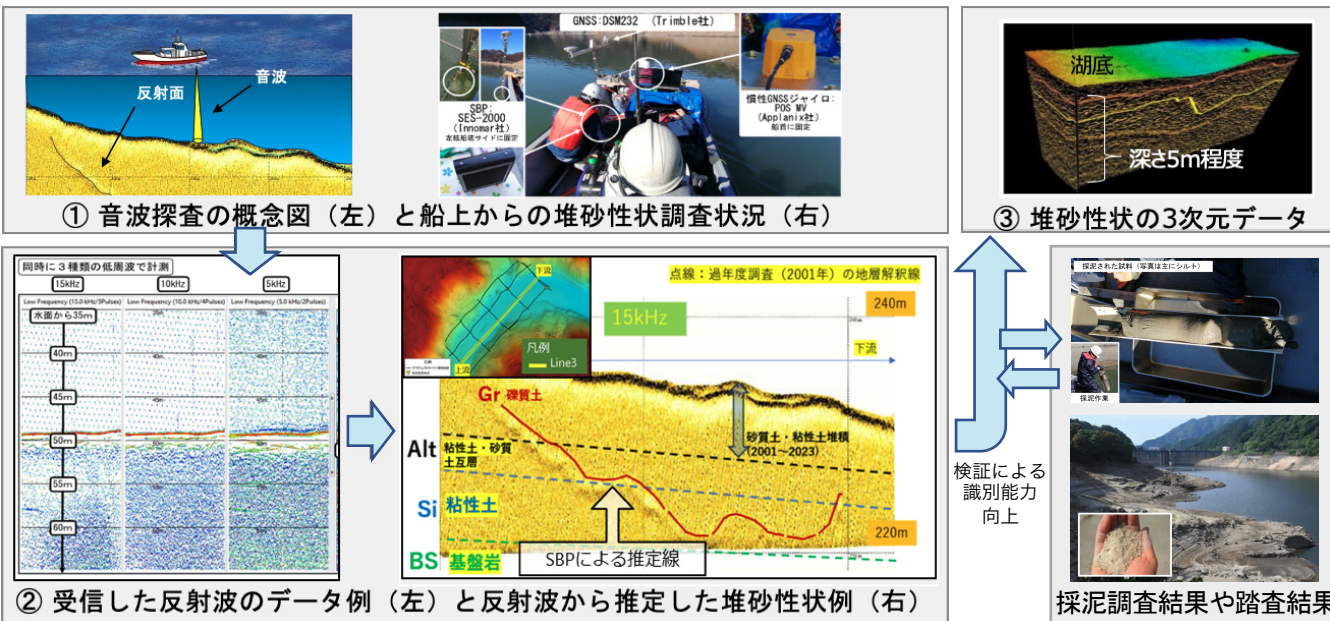
本研究では、ダム貯水池内の堆砂の分布と性状を三次元的に把握するため、海洋調査分野で実績のある音波探査技術（サブボトムプロファイラー：SBP）をダム環境へ応用し、堆砂モニタリング技術の開発を進めます。従来のボーリング調査やサンプリングはコストと時間がかかり、点的な把握にとどまっていたが、SBPを用いることで非接触かつ面的なデータ取得が可能となります。装置は反射波の強度や時間差を解析し、土質性状の異なる堆砂層境界を識別します。これにより、堆砂除去時における施工機械の最適配置や施工範囲の効率化、堆砂の有効活用・適正な処分を支援し、将来的な遠隔・自動施工の基礎データとして活用できる技術を確立します。

音波探査と水中ドローンによる高精度な堆砂分析を目指します We aim for high-precision sediment analysis using acoustic survey and underwater drones.

水資源機構では、堆砂性状の空間的な分布と層構造を明らかにするため、SBPに加えて水中ドローンやサイドスキャンソナーを活用した多面的調査を行いました。下久保ダムでは、水中ドローンにより表層の映像を取得し、堆砂表面の状態とSBPによる音波データの整合性を検証しました。SBPは、比重の異なるシルトや砂礫の境界を明確に識別でき、堆積厚や地層構造の三次元モデルを生成可能であることを確認しました。さらに、採泥調査と比較することで、音波データの信頼性を検証し、堆砂除去工事への適用性を評価しました。これらの成果を基に、施工支援のためのデジタル3D堆砂データを作成し、効率的な施工計画立案に活用します。

音波モニタリングによる堆砂構造解析と社会実装を達成しました We achieved the acoustic sediment structure analysis and social implementation.

2025年度は、SBPを用いた堆砂性状の現地調査を寺内ダム及び宇奈月ダムで実施し、前年度末に現地調査を実施した高山ダムと併せて3ダムの調査結果より堆積層の厚さや構成物を高精度に特定しました。解析結果から、砂礫・シルト・岩盤などの層構造を識別し、三次元データとして可視化しました。また、SBP調査結果を既往ボーリング調査データ等と比較することで精度検証を行い、埋没した流木の範囲や異なる堆砂環境のダムでの調査精度を確認しました。社会的発信としては、水資源機構のウェブサイトや建設技術フェアin中部での展示で研究成果を公開し、堆砂対策技術の重要性を広く周知しました。今後は、得られたデータから効率的な画像解析技術を検討し、調査手法をガイドラインとして整備し、堆砂除去・自動施工・環境保全を一体化した持続的管理技術として社会実装を推進します。



参画機関	(独)水資源機構
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 流水企画室、農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究統括官室、国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室、東亜建設工業(株)、カナデピア(株)
問い合わせ先	TEL 048-853-1785 Mail jwa_sougicenter@water.go.jp
詳細リンク	https://www.water.go.jp/kanto/sougicenter/guide/SIP_DamChosuichiTaisyaMonitoring.htm





ダムにおける流砂量計測技術の高精度化

Advancing the Sediment Discharge Measurement Technology at Dam Bypass Tunnels.

主たる研究担当者 堤 大三 (信州大学農学部)

電気伝導度を用いた流砂量モニタリング技術を開発します We develop sediment discharge monitoring technology using electrical conductivity.

本研究では、排砂バイパストンネル (SBT) を効率的に運用するため、トンネルから排出される土砂量をリアルタイムで定量的に把握する新しいモニタリング手法を開発します。従来のパイプハイドロフォンなどの河床設置型センサーは、砂礫の衝突により破損しやすいという課題がありました。そこで、河岸やトンネル側壁に設置した電極板間に交流電圧を印加し、土砂通過時の電気伝導度低下を利用して濃度を算出する新方式を提案しました。2023年度は、1.8m実験水路を用いて電流・電圧・水深を同時計測し、投入土砂量と計測値の対応を解析しました。その結果、高耐久・非接触型の流砂量推定技術の有効性を確認しました。

排砂バイパスに対応した流砂量モニタリングの実用化を目指します We aim for practical application of sediment monitoring for sediment bypass tunnels.

信州大学では、開発した電気伝導度法の実用化に向けて、水路実験と山地河川での実証を行いました。岐阜県高山市・京都大学防災研究所穂高観測所では、幅5m・長さ16m・勾配1/20の水路に電極板を設置し、降雨イベントに伴う土砂移動データを取得しました。水位変化に連動して電気伝導度が低下し、土砂濃度の増加を検知できることを確認しています。さらに、マニング式から算定した流量と組み合わせ、流砂量の算出が可能であることを実証しました。現在は小渋ダムへの適用準備を進めており、排砂効率向上と維持管理の低コスト化を目指しています。

電極板法による排砂量計測システムの現地適用を達成しました We achieved the on-site application of the electrode plate sediment measurement system.

2023年度には、小渋ダム排砂バイパストンネルへの電極板設置を完了し、現地計測体制を整備しました。トンネル側壁に設置した電極板と電気伝導度計、操作盤、ロガーを組み合わせた構成とし、2024年度から連続計測を開始予定です。これにより、排砂バイパストンネル内の流砂挙動を非接触でモニタリングし、排砂運転の効率化と安全性向上を図ります。また、京都大学やスイスWSL研究所との連携を通じ、国際標準化と技術普及を推進しています。さらに、学生を対象とした現地教育を実施し、次世代の堆砂管理技術人材育成を進めました。

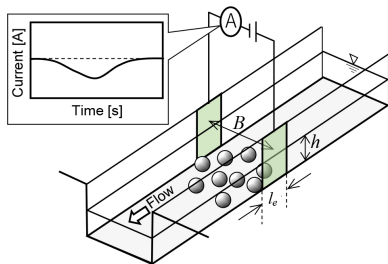


図1 電極板を用いた電気伝導度法による土砂移動計測の原理

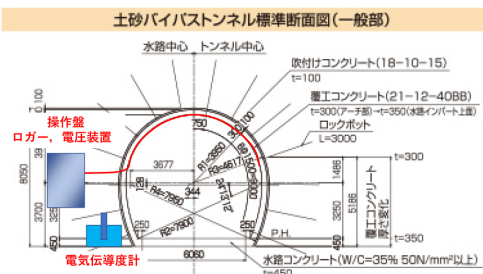


図2 小渋ダム排砂バイパストンネルへの電極板法の機器設置概略図

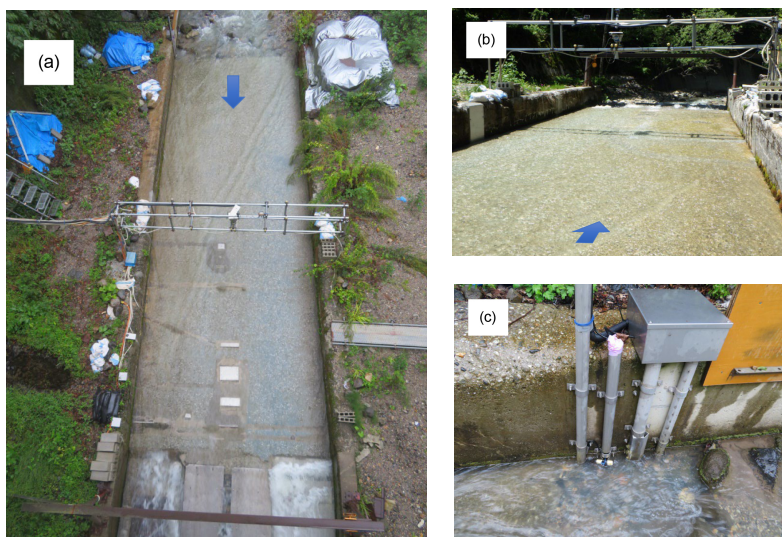


図3 電極板による土砂移動計測手法を適用した現地水路の様子 ((a): 水路全景、(b): 電極板と超音波水位計の設置状況、(c): 電気伝導度計の設置状況)

参画機関	信州大学
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 流水企画室、農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究統括官室、国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室、東亜建設工業(株)、カナデピア(株)
問い合わせ先	TEL 0265-77-1500 Mail t_daizo@shinshu-u.ac.jp
詳細リンク	https://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/agriculture/staff/f-environmental/post-75.php





ドローンを用いた火山噴火時の降灰厚計測機器の実用化

Practical Application of a Drone-Based System for Measuring Volcanic Ash Thickness.

主たる研究担当者 羽田 靖史(工学院大学)

ドローンを活用した火山降灰厚計測システムを開発します We develop a drone-based volcanic ash thickness measurement system.

本研究では、火山噴火時に人が立ち入れない火口近傍での降灰厚を安全かつ自動的に測定するため、ドローン搭載型の降灰厚計測デバイスを開発します。降灰は地表面の浸透能を低下させ、土石流を誘発するため、迅速な降灰厚情報の取得が求められています。開発デバイスは、ドローンから地表に降ろし灰をかき分け、三次元形状センサで除去前後を比較することで降灰厚を測定します。これまでの数度の改良により、軽量化、防水・防塵、信頼性向上、GUI化とマニュアル整備などを行い、専門知識がなくても運用可能な実用的設計としました。

降灰厚計測デバイスの社会実装を目指します We aim for the social implementation of the volcanic ash measurement device.

工学院大学をはじめとした研究グループでは、降灰厚計測デバイスの量産化と、社会実装を進めています。降灰厚計測デバイスは、これまでに浅間山、有珠山、桜島などで実証試験を繰り返し行っています。国土交通省の「緊急調査支援ツール」や防災科学技術研究所の「JVND」とのデータ連携試験も行いました。また、関係省庁・自治体・データ共有機関・関連研究者と連携した公開試験講演、研修なども行い、技術の周知や意見の収集に努めています。2025年7月には国土交通省からの依頼を受け、噴火した新燃岳の緊急調査を行いました。

降灰厚計測技術の実証と防災連携体制の確立を達成しました We achieved the demonstration of ash thickness measurement and the establishment of a disaster coordination framework.

私たちの研究グループでは、火山噴火時の緊急調査への適用準備を整えました。国土交通省との協議を通じ、開発技術を「火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン」に取り込む方針を共有し、社会実装に向けた制度整備を行っています。私たちは、国際航業(株)や複数の地方整備局と連携し、デバイスの運用のために必要な調査計画を進めました。また、国内外学会への研究発表や講演、研修、公開試験を通じて国際的な認知度も高まり、現場対応力を向上させるための人材育成も実施しています。

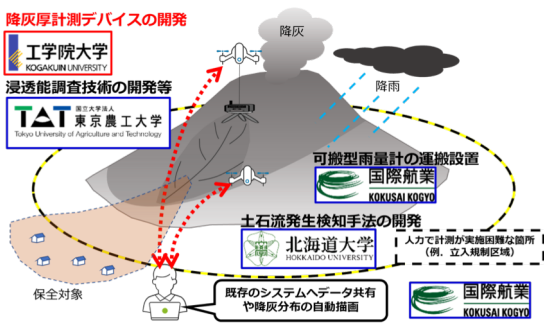


図1 研究開発の概要



図2 公開試験 (浅間山)



図3 降灰厚計測デバイス



図4 動作中の様子 (桜島)

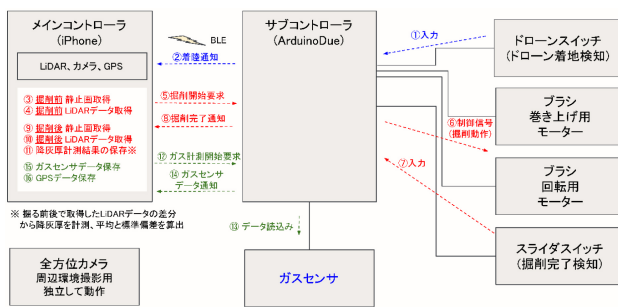


図5 降灰厚計測デバイス構成図

参画機関	工学院大学
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 砂防計画課、国土交通省 関東地方整備局 利根川水系砂防事務所、国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部、国土交通省 九州地方整備局 九州防災・火山技術センター
問い合わせ先	TEL 03-3340-2593 Mail had@cc.kogakuin.ac.jp
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/





ドローンを用いた火山噴火時の降灰情報等に関する情報取得技術

Technology for Acquiring Information on Volcanic Ash Fall During Volcanic Eruptions Using Drones.

主たる研究担当者 島田 徹(国際航業(株))

火山噴火時の降灰情報を無人で取得する技術を開発します We develop unmanned technology for acquiring volcanic ashfall information.

本研究では、火山噴火時の危険区域外から安全に降灰情報を取得するため、ドローンを活用した遠隔計測技術を開発します。ドローンによる空撮やレーザ計測に加え、既存研究で開発された土砂サンプリングデバイスや雨量計測装置などの改良を行い、遠隔での自動計測を可能にしました。浅間山では、長距離飛行が可能な垂直離着陸型ドローンを使用し、火口周辺の降灰マーカ一視認試験を実施しました。その結果、4km圏内で24kmの飛行実績を得るとともに、火山環境下での機材運搬や測定精度の課題を整理しました。これにより、立入困難区域における降灰情報の安全・迅速な取得技術の実用化に向けた基礎を確立しました。

降灰厚・質・雨量情報を統合する自動観測システムの実用化を目指します We aim for practical implementation of an integrated automatic observation system.

国際航業では、ドローンを用いた多様なセンサによる自動観測を行い、降灰厚・降灰の質・雨量を統合的に計測するシステムの構築を進めています。2025年度は、浅間山・桜島でドローンを用いたデバイス運搬・計測実験を実施し、片道3kmの運搬実績を得たほか、6月に噴火した新燃岳にて立入規制区域内の降灰情報を取得し国交省などへ共有しました。また、雨量計測デバイスの長期通信試験を行い、安定したデータ取得が可能であることを確認しました。さらに、得られた降灰厚情報から土石流発生の危険性が高まっている溪流を抽出するために、客観的に降灰分布図を作成する既存手法の比較検証を行い、火山学的な知見を踏まえた手法を一般的なOSで稼働できるプログラムを作成し、データ取得から解析までの一連の流れの自動化を図っています。

降灰厚情報の統合共有と防災システム連携を達成しました We achieved integration and disaster system linkage of volcanic ash information.

2025年度は、国土交通省の「緊急調査支援ツール」や防災科研の「JVND」とのデータ連携を検討し、降灰厚情報を共通フォーマットで共有する仕組みを整備し、実際に各システムへ試験的にデータ登録を行いました。これにより、ドローンおよび各種デバイスを活用した自動観測で得られた降灰厚・雨量データを既存の防災システムに統合し、技術KPIである「観測情報の共有基盤整備」を達成しました。また、学会発表や国際会議で成果を発信しています。

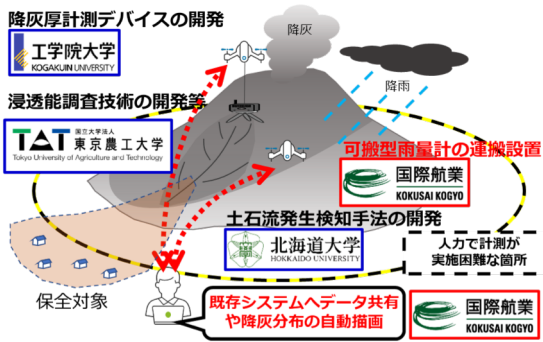


図1 研究開発の概要

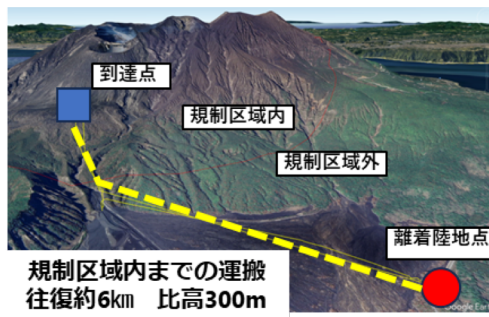


図3 桜島でのデバイス運搬実績

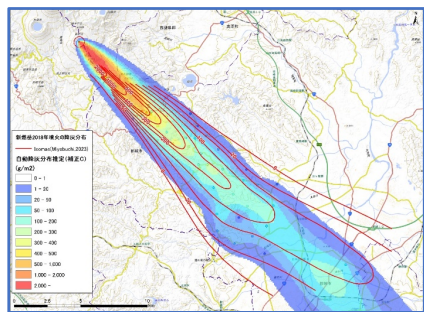


図2 降灰分布図作成プログラムの試行

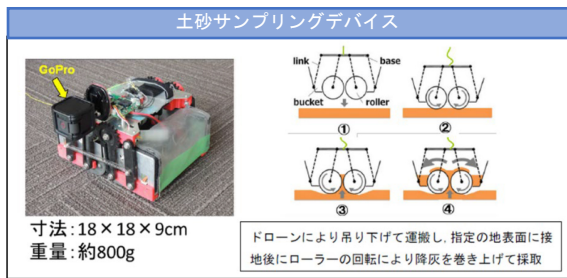
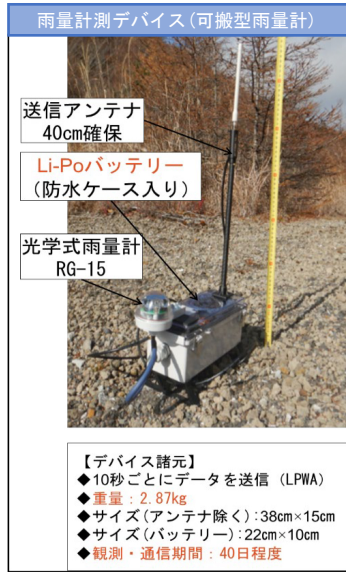


図4 各デバイスの概要



参画機関	国際航業(株)
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 砂防計画課、国土交通省 関東地方整備局 利根川水系砂防事務所、国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部、国土交通省 九州地方整備局 九州防災・火山技術センター
問い合わせ先	TEL 042-307-7460 Mail toru.shimada@kk-grp.jp
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/





火山噴火時の土石流発生検知手法の開発および現地検証

Development and Field Verification of a Method for Detecting Debris Flows During Volcanic Eruptions.

主たる研究担当者 厚井 高志(北海道大学)

火山噴火時の土石流検知システムを開発します We develop a debris flow detection system for volcanic eruptions.

本研究では、火山噴火直後から発生する土石流を安全かつ高精度に予測検知するため、UAVにより遠隔で取得したデータ解析結果を活用した土石流検知システムを開発します。噴火に伴う降灰は地表の浸透能を低下させ、少雨時にも土石流発生を誘発しますが、その発生機構は複雑で十分に解明されていません。北海道大学では、有珠山周辺に雨量計・水位計・Webカメラを設置し、UAV観測を組み合わせた観測ネットワークを構築しました。これにより、発生時雨量、土砂移動形態をリアルタイムに把握するとともに、土石流発生時の地形変化や土壌水分状態を関連付けて、危険区域外から安全に土石流挙動を観測できる体制を確立しました。

土石流発生リスクを評価する統合観測技術を目指します We aim for integrated observation technology to evaluate debris flow risk.

北海道大学では、火山降灰後の地表特性変化と土砂移動の関係を評価する統合観測技術の確立を目指しています。UAVにより所得したマルチスペクトル画像を解析することにより地表の水分状態を遠隔かつ広域で把握しました。これらと現地の水文観測や表層土壌の物性との関連性を検証し、土石流発生につながる表面流発生条件を抽出します。また、SfM解析により地表面標高モデル(DSM)を生成し、ガリー形成や土砂堆積の変化を追跡しました。これらの情報をGIS上で統合することで、噴火後の斜面の土石流発生リスクを面的に評価可能としました。今後は、発生予測モデルの精度向上を図り、噴火時の実証研究を行います。

有珠山における土石流観測と危険区域評価を達成しました We achieved debris flow observation and hazard zone evaluation in Mt. Usu.

2025年度には、過年度に構築した土石流検知システムをさらに高度化し、夜間も含めた複数回の土石流イベントを観測し、土石流形態や発生条件を整理しました。観測データから、春先の土砂堆積を受けて、年初めに発生する土石流の降雨規模は小さいものの、その後、土石流発生の雨量閾値が段階的に大きくなるのが分かりました。さらに、土石流が発生する流域と発生しない流域間で土壌の浸透能や地表の水分条件の違いを整理し、土石流が発生しやすい斜面の特徴を明らかにしました。これにより、噴火時にも現地に立ち入ることなく、遠隔で土石流の発生/非発生を予測検知するシステムの監視・警戒の実運用に向けた技術的基盤を確立しました。

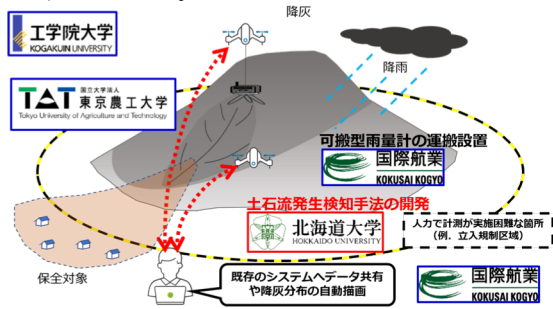


図1 本研究開発の概要



図2 土石流検知システムの概要

表1 土石流発生直前雨量の整理結果

ID	Occurrence Date		Rainfall immediately prior to debris flow			
	Year	Date	10-minute (mm)	1-hour (mm)	Cumulative (mm)	Duration (hour)
1	2024	29th July	3.0	4.5	25.0	7
2			2.5	9.5	31.0	7.5
3		22nd August	2.5	9.0	30.0	7
4			3.5	14.5	36.5	7.5
6		23rd October	3.5	6.0	45.5	19
9	2025	30th June	1.0	3.0	11.0	4
10		17th August	7.0	17.0	17.0	1
11		19th August	4.0	9.5	15.5	2.5
12		23rd August	2.5	4.5	16.5	6.5
13		1st September	9.0	15.5	16.5	1.5
14			2.0	20.0	23.5	1.9
15			7.5	25.0	29.5	2
16		13th September	5.5	8.5	53.5	10
17			5.5	28.0	74.5	10.5

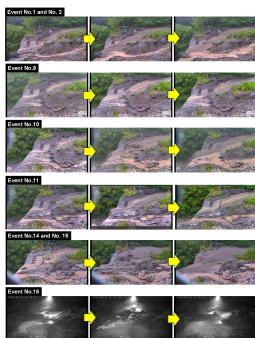


図3 土石流発生状況の事例

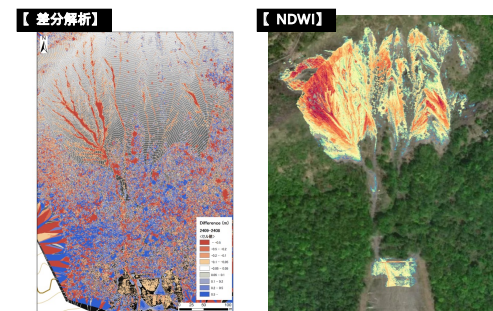


図4 地形差分解析結果(左)と土壌水分状態(右)の例

参画機関	北海道大学
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 砂防計画課、国土交通省 関東地方整備局 利根川水系砂防事務所、国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部、国土交通省 九州地方整備局 九州防災・火山技術センター
問い合わせ先	TEL 011-706-3882 Mail koi@agr.hokudai.ac.jp
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/





火山噴火時の降灰の質調査手法の開発および現地検証

Development and Field Verification of Methods for Investigating the Characteristics of Ash Fallout During Volcanic Eruptions.

主たる研究担当者 白木 克繁(東京農工大学)

火山降灰の浸透能と保水性を評価する技術を開発します We develop technology to evaluate permeability and water retention of volcanic ash.

本研究では、火山降灰の浸透能・保水性・変質過程を定量的に把握するため、現地観測と室内試験を組み合わせた評価技術を開発します。火山降灰は微粒で多孔質な性質を持ち、降雨時に浸透能が急減して土石流を誘発する要因となります。東京農工大学では、UAVに搭載可能な地表面透水能測定装置を設計し、火山地形に適応したモニタリング手法を検討しました。また、標準砂と火山灰を用いた長期浸透実験を実施し、時間経過に伴う浸透能低下と保水性の違いを比較しました。その結果、火山灰ではクラスト(表面硬化層)が形成されやすく、同粒径の標準砂よりも保水性が高いことを確認しました。

UAV搭載型透水能モニタリング装置の実用化を目指します We aim for the practical application of UAV-mounted permeability monitoring devices.

東京農工大学では、火山降灰層の浸透能を現地で自動測定するため、UAV搭載型透水能モニタリング装置の開発を進めています。2025年度は、飽和冠水型および不飽和浸潤型の2種類の測定原理を比較し、初期試作機を設計しました。装置は、ドローンから地表面に接触・圧着し、短時間で浸透特性を測定する構造で、防水・軽量化・自動電源制御を備えています。これにより、火山斜面など人の立ち入りが困難な区域でも安全に測定が可能とすることを目指します。さらに、降灰後の時間経過に伴う地表浸透能の低下を追跡できるよう、連続モニタリングのアルゴリズムを実装中であり、次年度の火山現場での検証を予定しています。

火山灰の浸透特性評価とクラスト形成過程の解明を達成しました We achieved the evaluation of permeability and crust formation process of volcanic ash.

2024~2025年度は、火山灰の変質過程と水理特性を長期的に観測し、降灰後の地表変化を再現する実験を実施しました。標準砂と火山灰を比較した結果、火山灰では降雨を繰り返すことで表面にクラストが形成され、透水能が急速に低下することが確認されました。これは、細粒成分が雨水で再配置され、表面を緻密化することが要因と考えられます。また、火山灰は標準砂よりも高い保水性を示し、乾燥後も水分を保持する傾向が強いことを実証しました。これにより、火山降灰地における降雨時の表面流発生や土石流発生リスクを定量評価できる基礎データを取得しました。今後は、この知見を堆砂対策モデルへ反映させる予定です。

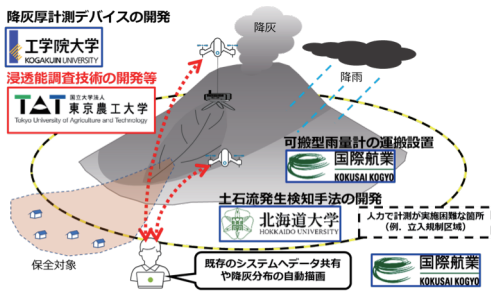


図1 研究開発の概要



図3 野外実験装置のくみ上げの様子



図5 浸透実験用の円筒試験機の試作

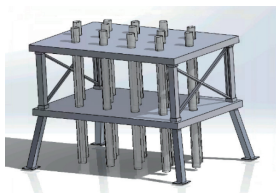


図2 UAV搭載可能な表面浸透能把握装置開発(飽和冠水型を初期型として改良を進める)



図4 野外装置の外観

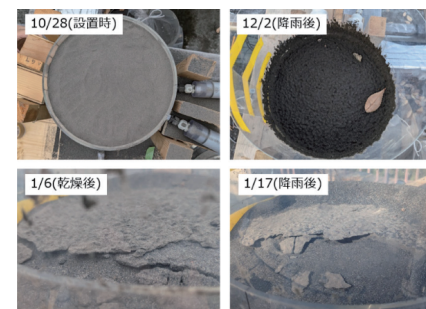


図6 浸透実験状況

参画機関	東京農工大学
協力機関	国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 砂防計画課、国土交通省 関東地方整備局 利根川水系砂防事務所、国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部、国土交通省 九州地方整備局 九州防災・火山技術センター
問い合わせ先	TEL 042-367-5750 Mail shirakik@cc.tuat.ac.jp
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/





無線電子雷管システムの 無線環境把握・解析信頼性向上・通信方式の研究開発

Research and Development of Wireless Environment Understanding, Analysis, Reliability Improvement and Communication Methods for Wireless Electronic Detonator Systems.

主たる研究担当者 藤井 威生(電気通信大学)

トンネル発破の無人化を支える無線電子雷管技術を開発します

We develop wireless electronic detonator technology for unmanned tunnel blasting.

本研究では、トンネル発破における爆薬装薬後の結線作業を不要とする無線電子雷管システムを開発します。従来の有線雷管方式は、切羽近傍での人力作業が不可欠で、安全確保と効率化が課題でした。電気通信大学では、トンネル内の電波伝搬特性を解析し、LF帯(255kHz)およびUHF帯(920MHz)の通信方式を用いた無線電子雷管の信頼性向上を目指しました。開発したプロトタイプシステムを用いて、国内6ヶ所のトンネル工事現場でLF帯地中通信実測試験を実施しました。その結果、LF帯での通信においては地中の違い、電波伝搬媒質の違いによる違いは顕著ではないことを確認しました。これにより、トンネル内での安全な遠隔発破の実現に向けた基礎技術を確立しました。

無線環境を考慮した安全・信頼性の高い発破通信を目指します

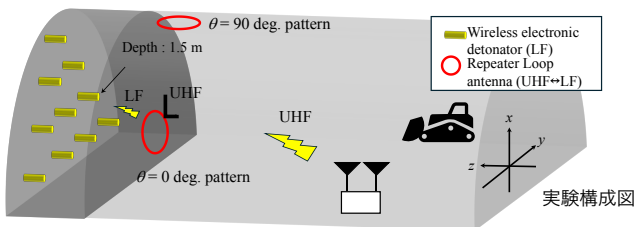
We aim for safe and reliable wireless communication for tunnel blasting.

本プロジェクトでは、トンネル坑内の複雑な電波環境に対応できる通信方式の最適化を目指し、無線電子雷管システムの信頼性向上に取り組んでいます。2025年度において、LF帯周波数を用いた円形ループアンテナと無線電子雷管で構成されるトンネル工事用通信システムでは、ループアンテナの配置角度や位置に応じて優勢な偏波が変化し、それに伴ってヌル方向も変化することが明らかになっています。このヌル方向の変化を視覚化する手法として、受信電力の距離特性データに対して主成分分析PCAを適用するとともに、PCA後の主成分空間におけるデータ分布に対してk-means法によるクラスタリングを実施し、アンテナ配置角度や位置に基づくラベリングと比較しました。その結果、主成分空間上では距離は角度の2倍の影響を持つことが観察されました。これらの成果により、トンネル内での最適な通信条件設計が可能となり、安全性と確実性を両立するシステム構築の方向性を示しました。

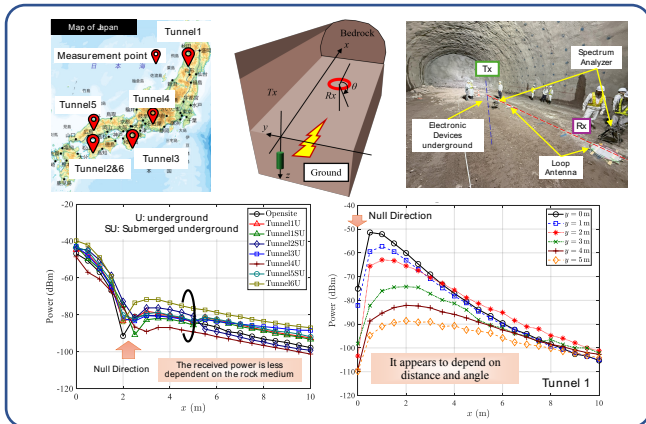
無線電子雷管システムの通信信頼性評価と実証を行っています

We achieved communication reliability evaluation and demonstration of the wireless detonator system.

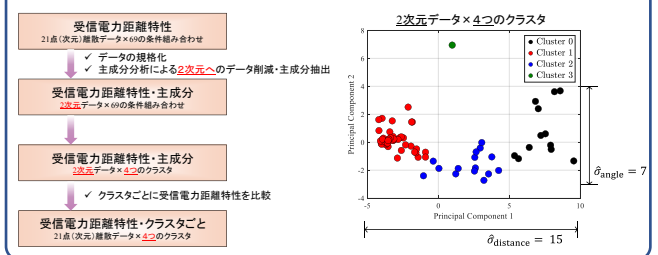
本研究では、LF帯電波伝搬実験および電磁界解析およびUHF帯の電波環境把握手法の検討を行い、トンネル内通信の安定性を検証しています。2025年度にはトンネル内の無線環境を把握するデータベースの実装を行い、920MHz帯を始めとするUHF帯トンネル内無線通信システムの利用環境について接続安定性を事前検証可能とする取り組みを行っています。この装置を用いることで、無線電子雷管システムの通信信頼性向上のためのアンテナ配置などの設計や、データパケット伝送の時間変化の状況を確認できるようになりました。



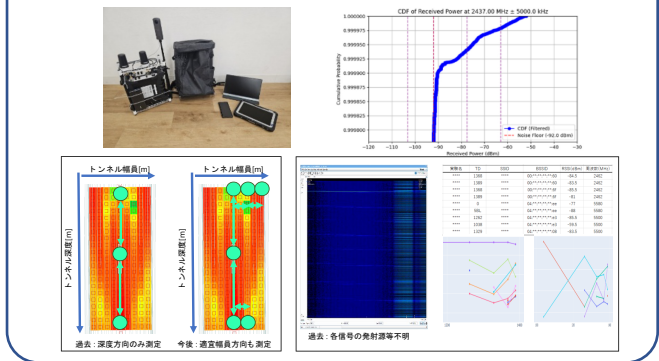
LF地中通信試験



主成分分析PCAの解析方法と結果



UHF帯測定データベースの開発



参画機関 国立大学法人 電気通信大学

協力機関 国土交通省 道路局 国道・技術課、産業技術総合研究所 爆発利用・産業保安研究グループ、古河ロックドリル(株)

問い合わせ先 TEL 042-443-5872 Mail fujii@awcc.uec.ac.jp

詳細リンク <https://sip-icas-project.org/>





無線電子雷管システムの開発、雷管の安全性検証

Development of Wireless Electronic Detonator Systems and Safety Validation.

主たる研究担当者 小倉 俊幸(日油(株))

無線電子雷管の安全性と信頼性を確立する技術を開発します

We develop technology to ensure safety and reliability of wireless electronic detonators.

本研究では、トンネル施工における無線電子雷管の導入を目指し、安全性と通信信頼性の検証を進めました。従来の有線雷管では結線作業時の人的リスクが課題でしたが、無線化により作業員が切羽に立ち入らず安全に発破作業を行えます。これまでに、通信距離10mを達成可能な電子回路1200個を製作してLF帯・UHF帯の通信性能を検証し、実績を積み重ねています。さらに、落下・静電気・漏洩電流・振動などの外的刺激に対する安全性試験を実施し、暴発リスクが極めて低いことを確認しました。これらの成果により、無線電子雷管の実用化に必要な安全・信頼性データを整備し、現場導入の基礎技術を確立しました。

無線電子雷管システムの社会実装と制度整備を目指します

We aim for social implementation and regulatory development of wireless detonator systems.

日油株式会社では、無線電子雷管システムの実現に向け、技術面と制度面の両立を目指しています。これまでに、計4箇所のトンネル現場で模擬発破試験を行い、LF帯通信の成功率99.7%、UHF帯通信99.7%を達成しています。加えて、火薬類取締法に基づく運用方法を調査し、火薬類取扱所での機能確認（充電・導通チェック）が制度上許容可能かを経産省と協議しました。また、施工会社との共同研究により、装填機搭載型充電ユニットとの動作連携を実証しました。これらの取組みは、無線電子雷管の安全運用と制度的受容性の両立を図り、社会実装に向けた道筋を明確化する成果となりました。

無線電子雷管システムの現場実証と国際発信を達成しました

We achieved field demonstration and international dissemination of the wireless detonator system.

2023年度から2024年度は、無線電子雷管システムを用いた模擬発破および坑内通信試験を実施し、通信距離10mでの安定動作を確認し、2025年度には発破試験に成功しました。また、装填試験では施工会社が開発した爆薬装填装置を用い、無線電子雷管との連携動作に問題がないことを確認しました。さらに、電波法上でのLF帯通信の微弱無線局運用を確認し、国内規制下での安全運用体制を確立しました。国際的には、海外火薬メーカーへの技術説明を実施し、双方向通信型無線雷管としての優位性を発信しました。火薬学会技術賞を受賞し、2024年度には講演発表を行いました。これにより、研究KPI「安全・信頼性・制度対応を備えた実証技術の確立」を達成しました。

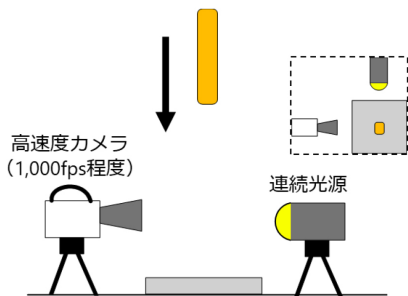


図1 落下試験の装置構成

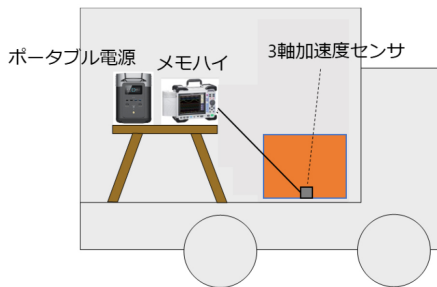


図3 振動計測試験のセットアップ



図5 模擬発破試験状況

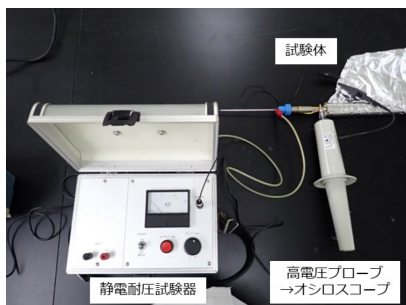


図2 静電気試験状況

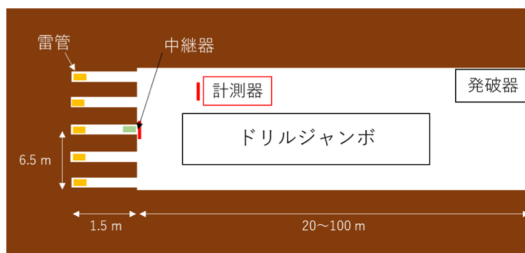


図4 模擬発破試験のセットアップ（鳥瞰図）



図6 発破試験状況

参画機関	日油(株)	
協力機関	国土交通省 道路局 国道・技術課、産業技術総合研究所 爆発利用・産業保安研究グループ、古河ロックドリル(株)	
問い合わせ先	TEL 0569-72-0921 Mail toshiyuki_ogura@nof.co.jp	
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/	
発行	2026.03.01	



無線電子雷管の模擬トンネルでの 実験検証ならびに社会実装の手法検討

Experimental Validation of Wireless Electronic Detonators in a Simulated Tunnel and Study of Methods for Practical Implementation.

主たる研究担当者 寺戸 秀和 ((一社)日本建設機械施工協会)

無線電子雷管のトンネル試験と社会実装手法を開発します

We develop experimental and implementation methods for wireless electronic detonators.

本研究では、山岳トンネルにおける装薬作業を完全機械化するため、無線電子雷管システムの実用化に必要な安全性・信頼性の検証を模擬トンネルおよび実トンネルで行うとともに、制度面や積算面などの検討を行い、国交省を含めたユーザーとの対話を進め、社会実装を実現する活動を進めています。模擬トンネルでは、無線電子雷管の通信試験を実施し、通信が不安定となる無線電子雷管とループアンテナの位置関係を定量的に把握しました。また、地質、坑内設備等の条件が異なる実トンネル（新内海トンネル、熊野第二トンネル等）では、無線電子雷管の通信試験を実施し、岩種に応じた各種物理特性に応じた通信可能距離、通信距離に伴う減衰特性等を検証しました。

無線電子雷管システムの国際比較と社会実装を目指します

We aim for international comparison and social implementation of wireless detonator systems.

日本建設機械施工協会では、海外の無線発破技術を調査し、国内導入に向けた制度的・技術的課題の整理を行いました。オーストラリアOrica社製「Webgen200」を中心に、無線電子雷管の構成や使用条件を分析し、国内の山岳トンネル工事では孔径や施工環境の違いから改良が必要であることを確認しました。また、国際展示会での出展者へのヒアリング調査等を通じて、海外における最新の動向を確認し、電子雷管の改良を検討するための基礎情報を把握しました。加えて、国内施工現場のアンケート分析により、従来の装薬・結線での作業人員・時間の実態を把握し、無線電子雷管導入による省人化・安全性向上効果の可能性を確認しました。

無線電子雷管技術の評価体系確立と社会的受容性を検証しました

We achieved establishment of evaluation framework and social acceptance verification for wireless detonator technology.

2025年度には、トンネル試験を通じて通信距離10m以上での安定通信を確認し、KPI「試験環境において離隔10mにて無線電子雷管の発破漏れ1%を達成」を実現可能な技術基盤を構築しました。また、施工会社と連携し、無線電子雷管の装填装置との連動性および運用手順を検証しました。さらに、制度面では厚労省のトンネル切羽安全技術に準拠し、国交省の新技術導入促進技術制度への登録が可能となるシステムの検討を進めました。コスト面では、施工会社と共同でトンネル工事に無線電子雷管を使用した場合の工事費を試算し、現時点におけるコストインパクトについて検証しました。



図1 模擬トンネル（施工総研）での通信試験状況



図3 新内海トンネルでの通信試験状況



図2 新及位トンネルでの通信試験状況

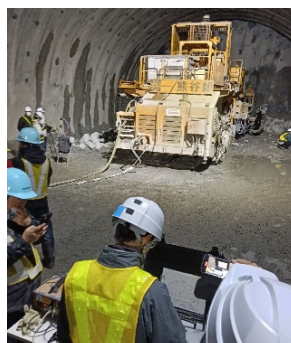
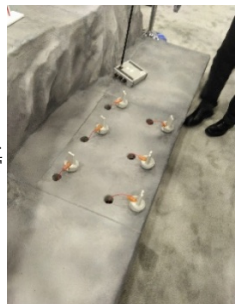


図4 熊野第二トンネルでの通信試験状況



無線電子雷管
(Webgen200)



セミワイヤレス
雷管

自動装填技術



図5 国際展示会 出展技術調査

参画機関	(一社)日本建設機械施工協会
協力機関	国土交通省 道路局 国道・技術課、産業技術総合研究所 爆発利用・産業保安研究グループ、古河ロックドリル(株)
問い合わせ先	TEL 0545-35-0212 Mail terato@cmi.or.jp
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/





爆薬機械装填システムに用いる無線電子雷管の開発

Development of Wireless Electronic Detonators for Mechanized Explosive Charging Systems.

主たる研究担当者 杉本 憲一(株)熊谷組

爆薬機械装填システムに対応した無線電子雷管を開発します

We develop wireless electronic detonators compatible with automated explosive loading systems.

本研究では、山岳トンネル工事での装薬作業を完全機械化するため、無線電子雷管システムの開発を進めています。従来の雷管は切羽直下での人力結線作業が必要であり、安全性と生産性の両立が課題でした。そこで、爆薬遠隔装填システムと連携可能な無線電子雷管の仕様を検討し、坑内ノイズ測定や通信試験を通じて信頼性を評価しました。国交省発注の奥瀬2号トンネルおよび和深西トンネルでの実験では、LF帯通信が安定しており、電磁ノイズや反射波の影響を受けにくいことを確認しました。これにより、切羽内無人化と遠隔操作による安全な発破作業の実現に向けた基礎技術を確認しました。

機械装填システムとの連携による安全・自動化施工を目指します

We aim for safe and automated blasting through integration with mechanical loading systems.

熊谷組では、自社の爆薬遠隔装填システムを用いて、無線電子雷管の適用性と機械装填条件を検証しました。2023年度は、坑内ノイズ特性や通信減衰を測定し、255kHz帯での通信が集中配電盤の影響を受けにくいことを確認しました。また、装薬孔に挿入する際の抵抗測定や遠隔装填時の衝撃試験を実施し、無線電子雷管が装填圧送(約30MPa)に耐える性能を有することを確認しました。さらに、作業員の切羽からの離隔距離を分析した結果、現行機械装填作業では1.0~2.2m確保されており、安全性が向上していることを示しました。これらの成果は、無線電子雷管の機械化施工への適用性を裏付ける重要なデータとなりました。

無線電子雷管システムの耐衝撃性能と社会実装体制を達成しました

We achieved shock resistance verification and implementation framework for wireless detonator systems.

2023年度は、無線電子雷管が爆薬遠隔装填システムに適用可能であることを確認し、KPI「離隔10mで発破漏れ1%以下」に向けた実験を進めました。室内衝撃試験では、親ダイ・増しダイ間で36回の衝撃試験を実施し、変形・圧力波形を解析した結果、実施工条件下でも雷管電子回路の損傷は認められませんでした。また、無線電子雷管付親ダイの機械装填機構を有する爆薬遠隔装填システムを開発し、実現場での適用試験を実施しました。社会実装に向けては、日油・施工総研・施工会社と連携し、安全性・制度整備・施工適用に関する調整を開始しました。これにより、無線電子雷管システムの現場導入に必要な技術的・制度的基盤を確立しました。

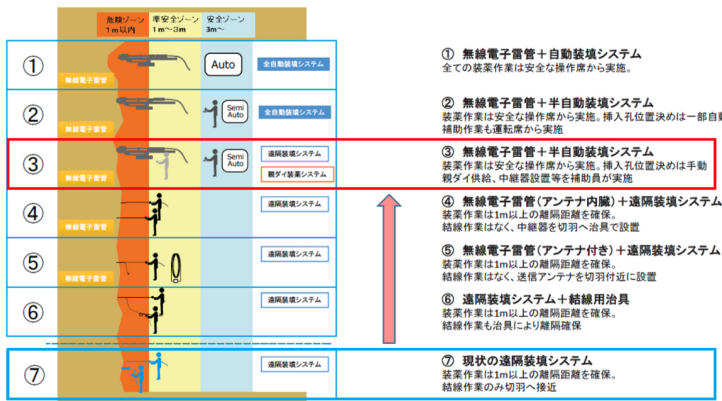


図1 全体計画イメージ



図2 親ダイの機械装填試験



図3 坑内ノイズ測定調査状況

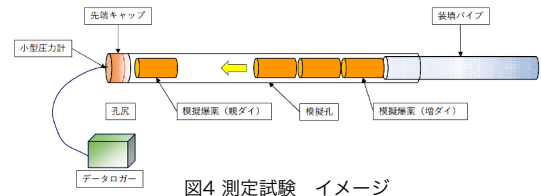


図4 測定試験 イメージ



図5 衝撃試験状況

参画機関	(株)熊谷組
協力機関	国土交通省 道路局 国道・技術課、産業技術総合研究所 爆発利用・産業保安研究グループ、古河ロックドリル(株)
問い合わせ先	TEL 080-5933-6617 Mail kesugumi@ku.kumagaigumi.co.jp
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/



無線電子雷管システムを現場で使用する上での 性能規定と装填装置の開発

Performance Specifications and Development of Explosive Charging Equipment for On-Site Use of Wireless Electronic Detonator Systems.

主たる研究担当者 宮本 真吾 (大成建設(株))

無線電子雷管による最適発破システムを開発します We develop an optimized blasting system using wireless electronic detonators.

本研究では、山岳トンネル工事の発破において、装薬後の結線作業を不要とする無線電子雷管システムを開発し、安全性と効率性を両立する施工技術を確立します。現場では地質や湧水条件によって通信伝搬特性に影響を及ぼすと想定され、各種トンネルの施工条件を整理し、通信安定化に向けた実地調査を行いました。さらに、防爆扉越しなど見通しの取れない条件下での発破を想定し、リピーター配置方式の検討も実施しました。一定の条件下での通信信頼性が確認できたことから、2025年5月に実際のトンネルの側壁を用いて試験発破を実施し、全30孔での無線発破に成功しました(図1.参照)。

装薬装填装置との連携による自動化発破を目指します We aim for automated blasting through integration with explosive loading devices.

大成建設では、開発中の爆薬装填装置と無線電子雷管システムを統合し、装薬作業の完全自動化を目指しています。親ダイと装填装置間の相互通信を独立制御方式で設計し、双方が同期して動作できる通信シーケンスを構築しました(図2.参照)。これにより、装填装置の種類に依存しない共通の制御体系での運用を可能としました。また、装填装置の動作を確認するために、2025年8月に実際のトンネルの下半分の断面を用いて試験発破を実施し、全30孔へのトンネル作業員による機械装填作業および無線発破に成功しました(図3.参照)。今後は、複数の実トンネルでの通信実証、および試験発破を継続し、装填装置の適用条件と無線通信性能を最適化します。

無線電子雷管の安全性検証と現場適用体制の確立を達成しました We Achieved Safety Verification and Field Application Framework for Wireless Electronic Detonators.

2023年度以降、神岡鉱山および実山岳トンネルで通信実験を実施し、離隔距離10mでの発破通信成功率100%を達成しました。実験では、地質条件ごとの減衰特性を把握するために、異なる地質において通信試験を継続しています(図4.参照)。また、火薬類取締法施行規則(令和4年改正)を調査し、現行制度下での現場使用が可能であることを明らかにしました。さらに、日油株式会社および施工会社3社との共同研究体制を構築し、安全性・制度整備・社会実装に向けた調整を開始しました。これにより、研究KPI「離隔10mで発破漏れ1%以下」を実現可能とし、現場適用に向けた基盤を確立しました。



図1 トンネル側壁での試験発破 (左: 取扱指導、右: 発破後の側壁)



図3 トンネル下半での試験発破 (左: 装填装置配置、右: 発破後の下半)

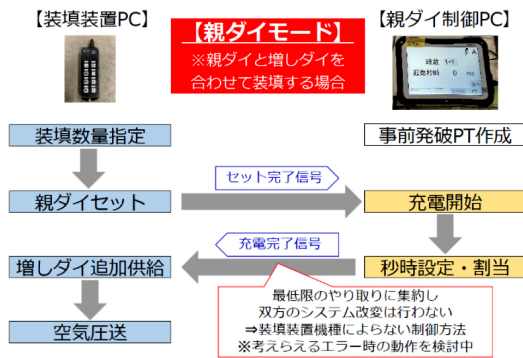


図2 充電装置と装填装置の相互通信方式



図4 地質ごとの通信性能試験状況

参画機関	大成建設(株)
協力機関	国土交通省 道路局 国道・技術課、産業技術総合研究所 爆発利用・産業保安研究グループ、古河ロックドリル(株)
問い合わせ先	TEL 03-3348-1111 Mail mymsng00@pub.taiesi.co.jp
詳細リンク	https://www.taiesi.co.jp/about_us/wn/2025/250818_10601.html





装薬の自動化を見据えた無線電子雷管仕様および取扱方法の確立

Establishment of Specifications and Handling Procedures for Wireless Electronic Detonators Toward Automated Explosive Charging.

主たる研究担当者 今井 崇満(前田建設工業(株))

装薬自動化に対応する無線電子雷管仕様を開発します Specifications for wireless electronic detonators supporting automated charging.

本研究では、山岳トンネル工事における装薬作業を自動化するため、無線電子雷管システムの仕様と取扱基準の確立を進めています。無線電子雷管は、結線作業を不要にすることで切羽近傍への立入りを削減し、安全性と生産性を向上させる技術です。前田建設工業では、共同研究機関と協力し、現場環境・装薬手順・通信干渉リスクを詳細に調査しました。また、地山を構成する岩種（主に泥岩を主体とする地山）によって電波への影響が懸念されていたため、いくつかのトンネル現場にてLF帯、UHF帯の通信試験を行い、岩種の違いによる通信への影響を整理しました。今後は、自社の自動装薬システムに適用するための設計検討を進め、現場適用に向けた基礎データを整備します。

無線電子雷管の安全運用と社会実装に向けた制度整備を目指します We aim for safe operation and institutional implementation of wireless electronic detonators.

前田建設工業では、無線電子雷管の社会実装を見据え、制度面・積算基準・安全教育の整備を進めています。現行の火薬類取締法や積算体系では、無線電子雷管を前提とした施工基準が存在しないため、施工技術総合研究所や経産省との連携を通じて制度的枠組みの整備を検討しました。また、施工現場における装薬作業の時間分析やアンケート調査を実施し、社会実装に向けた無線電子雷管技術の基準の整理を実施しています。また、無線電子雷管および機械装填技術の導入によって、安全性の向上と省人化の両立を実証し、社会的受容性の高い導入モデルを提示しました。

無線電子雷管の現場検証と作業効率化効果を達成しました We achieved field verification and work efficiency improvement of wireless detonators.

2025年度は、実トンネル現場2箇所無線電子雷管適用に向けた事前調査を実施し、通信安定性と施工条件を把握しました。各現場では、最新の掘削機械・風管・通信装置などが稼働しており、無線通信環境が多様化していることを確認しました。また、施工技術総合研究所と共同で作業時間・人員配置・安全リスクを比較分析した結果、無線電子雷管による結線作業の省略及び機械装填の効果が作業時間による生産性向上だけでなく、切羽に近接しないことによる安全性の向上にも寄与することが確認できました。これにより、KPI「装薬作業の省人化・安全性向上」を達成し、トンネル施工の新たな標準化に貢献しました。

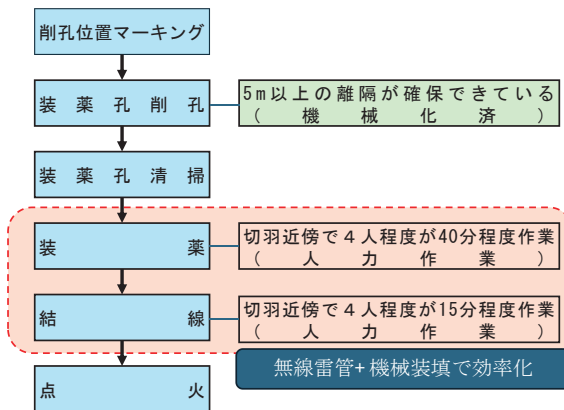


図1 装薬の作業フロー

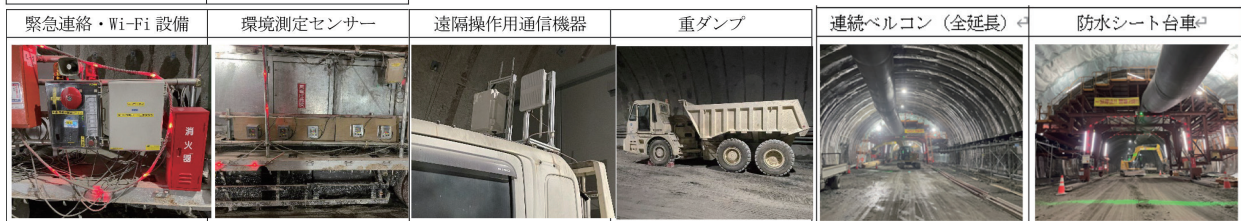


図2 現場の主な設備状況

参画機関	前田建設工業(株)	
協力機関	国土交通省 道路局 国道・技術課、産業技術総合研究所 爆発利用・産業保安研究グループ、古河ロックドリル(株)	
問い合わせ先	TEL 080-1724-5312 Mail imai.tak@jcity.maeda.co.jp	
詳細リンク	https://sip-icas-project.org/	