

研究テーマ名 | **ロードヘッダ／掘削機械の自律的動作を実現するAI,IoT技術を用いた制御方式研究**

機関名：株式会社三井三池製作所

プロジェクト概要

【目的】

自由断面掘削機（ロードヘッダ）は、トンネル閉空間等の危険な作業現場において、オペレータの操作により切削ヘッドの回転と油圧シリンダ機構を作動させ岩盤等を掘削する作業等に用いられる。その際、事前の地質調査とは異なる硬い／軟らかい地質断面が都度出現し掘削ズリ（掘削塊）の状態も変化するため、各状況に適した掘削操作が必要となる。

一方、月面での地形等の事前情報が無く遠隔操作によるタイムラグがある環境下において、周辺状況に応じ自律的・継続的に動作が可能な調査掘削機等の制御方式が求められる。

本研究では環境に応じた自律的な動作・制御を行うシステムの検討にあたり、AI・IoT技術を用いたセンシングシステムの試作、実機データによる異常検知・岩盤分類モデル化、ならびに掘削動作の学習モデル化の検討を行い、将来的に各種ICT技術を活用した「AIロードヘッダ」実現に寄与する各種要素技術の有効性の確認を目的とする。

【成果】

- ①トンネル坑内環境認識システム試作・検証：3次元点群による模擬トンネル壁面認識、AI深層学習を用いた坑内の画像認識システム（精度90%）を構築した。
- ②RHデータ収集・可視化・異常検知検証：センサ群、データロガー、クラウドシステムを連携し、掘削データの収集→可視化→分析（二項分類による異常判断）→RH制御へフィードバックを行うシステムを構築。自動走行停止検証の実施、データサンプリング精度等の知見を得た。
- ③重機の自律的動作に必要なAI学習モデル検討：各種センシングの実データと機械学習手法による岩盤硬度分類モデル化、強化学習手法による掘削機械制御のモデル化を実施した。
- ④自律動作重機制御システムの試作・検証：強化学習（Q学習、深層強化学習）によるRH掘削（経路）計画モデルをシミュレーション上で実装・検証、報酬の与え方によるAI学習効率の改善等を確認した。

**ICT連携 AIロードヘッダ概念図**

断面周辺状況 + 自己位置認識、トンネル設計断面情報、掘削効率化AI (画像認識、経路計画)、クラウドサービス (ストレージ、分析)、データ収集、処理実行、IoTデバイス (掘削機、センサー、カメラ、GPS、無線LAN)、現場稼働状況 (社内・社外)、IoTデータ活用 (異常検知/予防保全、メンテナンス効率化)、トンネル掘削工程の自動化 (省人化/無人化施工)

〔付録〕他重機との自動運転/無人化施工連動、〔付録〕他製品/他事業への横展開、データ一元化活用

図1. AIロードヘッダ概念図

図2. 深層学習AIによる映像認識例  
 (左)：赤外線画像（模擬岩盤掘削中）  
 (右)：領域認識  
 (黄：掘削塊、緑：トンネル断面)

図3. 模擬トンネル試験場での実機掘削検証

図4. 強化学習AIシミュレーションモデル検証