

岩盤力学におけるDX活用検討小委員会 技術動向調査

2024年1月11日

岩盤力学におけるDX活用検討小委員会

対象とした文献

文献名	調査数
土木学会全国大会	38
土木学会論文集	4
The34thAnnualConf.AI	4
その他	4
合計	50

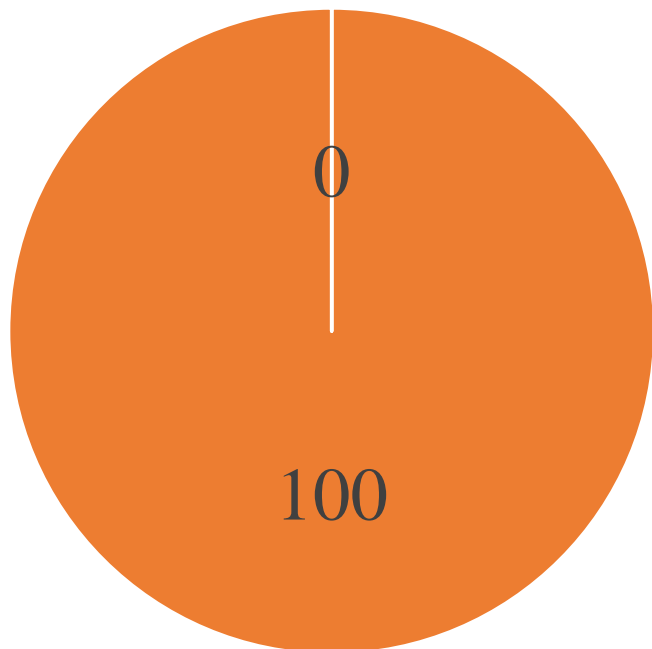
• 着目したポイント

- ① ハードとはUAV（unmanned aerial vehicle 無人航空機（ドローン等））、3DLS（3D Laser Scanner 三次元レーザーキャナー計測）、計測器等を、ソフトは深層学習や機械学習、統計処理等を主として取り上げたものとして、各文献を整理した。
- ② 工程区分、効果区分、現在のフェーズについては、現時点の技術動向の方向性や実用化までの状況を把握するために、各文献を整理した。
- ③ AIの可能性については、経験に基づく暗黙知や直観を含む人間の知能と人工知能の相互補完が重要であるため、**そのまま利用**、**人間が解釈して利用**、**人間に気づきを支援**として、各文献を整理した。

調査表

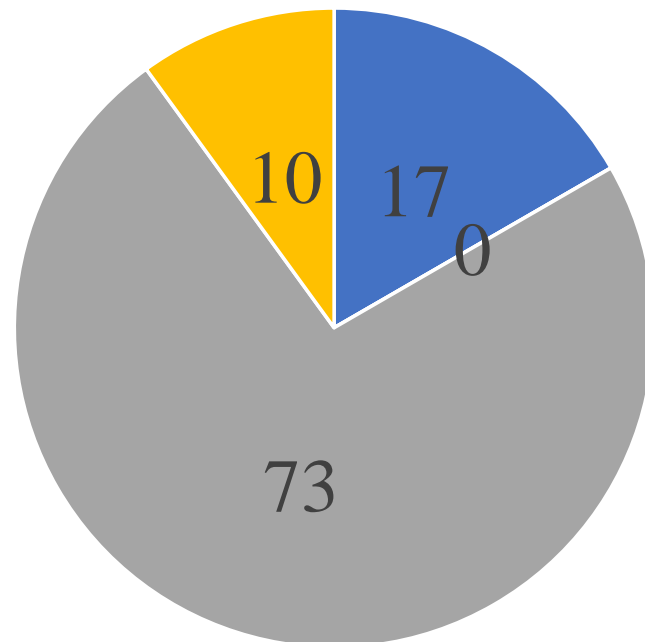
項目	
目的	
ハードorソフト	<input type="checkbox"/> ハード <input type="checkbox"/> ソフト
工程区分	<input type="checkbox"/> 調査 <input type="checkbox"/> 設計 <input type="checkbox"/> 施工 <input type="checkbox"/> 点検・維持管理 <input type="checkbox"/> その他（）
効果区分（複数選択可）	<input type="checkbox"/> 省人・省力化 <input type="checkbox"/> 経済性向上 <input type="checkbox"/> 精度向上 <input type="checkbox"/> 安全性・作業環境向上 <input type="checkbox"/> 品質向上 <input type="checkbox"/> その他（）
現在のフェーズ	<input type="checkbox"/> 構想 <input type="checkbox"/> 企画 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 実用化 <input type="checkbox"/> その他（）
AIモデルの概要	
使用データ説明	
適用岩種区分	どのような岩種区分には適用性が期待されるか等
現時点の課題	
学習データの取得実績	
岩判定活用実績	
AIの可能性	<input type="checkbox"/> そのまま利用 <input type="checkbox"/> 人間が解釈して利用 <input type="checkbox"/> 人間に気づきを支援 <input type="checkbox"/> その他（）
AIが問題を生じさせた時の判断	
AIによる技術伝承のとらえ方	
今後の展望（期待）	
工事適用例，デモンストレーション事例	
キーワード：	

技術動向調査の結果



■ハード ■ソフト

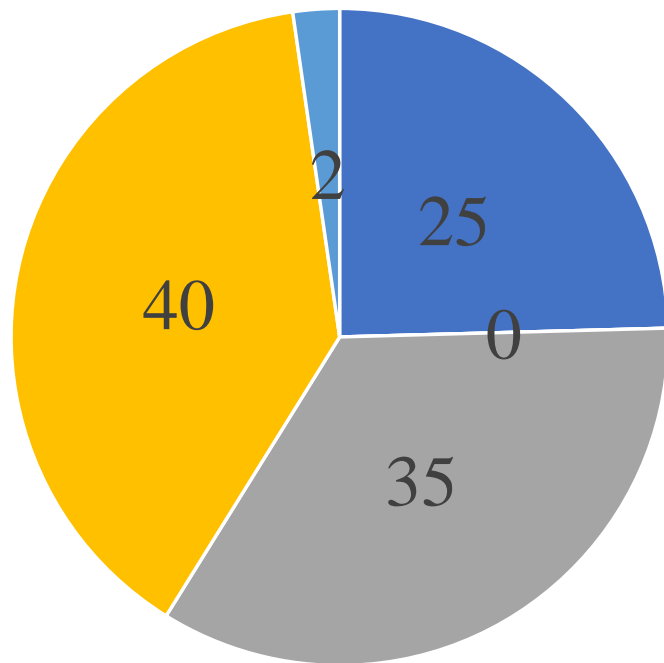
ハード・ソフト



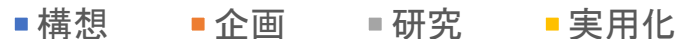
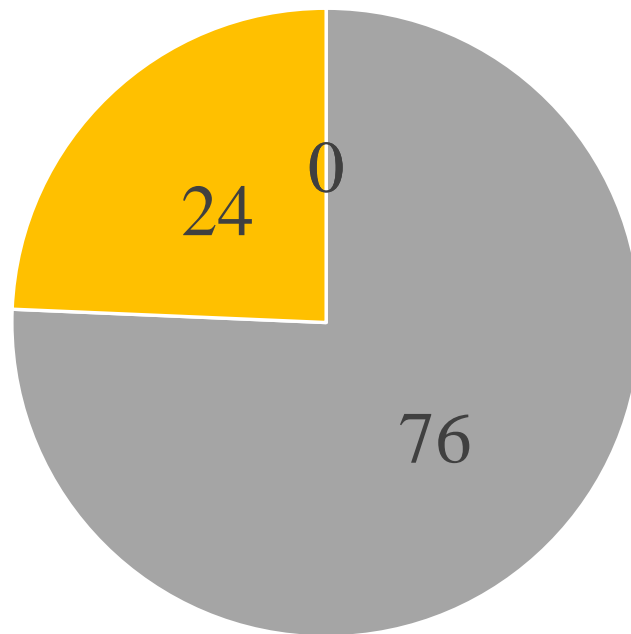
■調査 ■設計 ■施工 ■点検・維持管理

工程区分

技術動向調査の結果

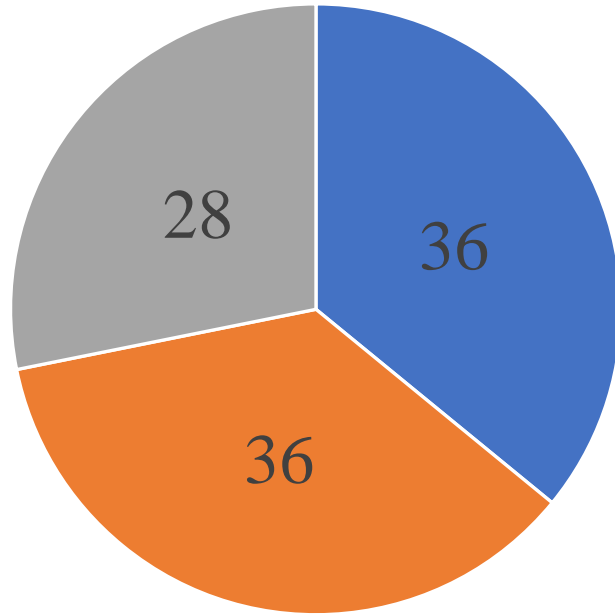


効果区分



現在のフェーズ

技術動向調査の結果



- そのまま利用
- 人間が解釈して利用
- 人間に気づきを支援

AIの可能性

まとめ

本分野では、切羽画像(切羽評価支援・肌落ち予測等)によるAI分析を中心として検討されている。

- ソフト面が中心
 - 施工段階が中心(設計は少)
 - AIによる意思決定は、**完全自動ではなく**「人間が解釈して利用」や「人間に気づきを支援」として期待
 - 実用化に向けた検証が課題
- 切羽画像のデータベースの必要性**

切羽評価にAIを実務展開しているグループ

- 清水建設(株)
- (株)大林組
- (株)奥村組
- 鹿島建設(株)
- 大成建設(株)
- 戸田建設(株)
- 西松建設(株)
- (株)熊谷組
- 飛島建設(株)
- (株)オリエンタルコンサルタント
- 安藤・間 (株)

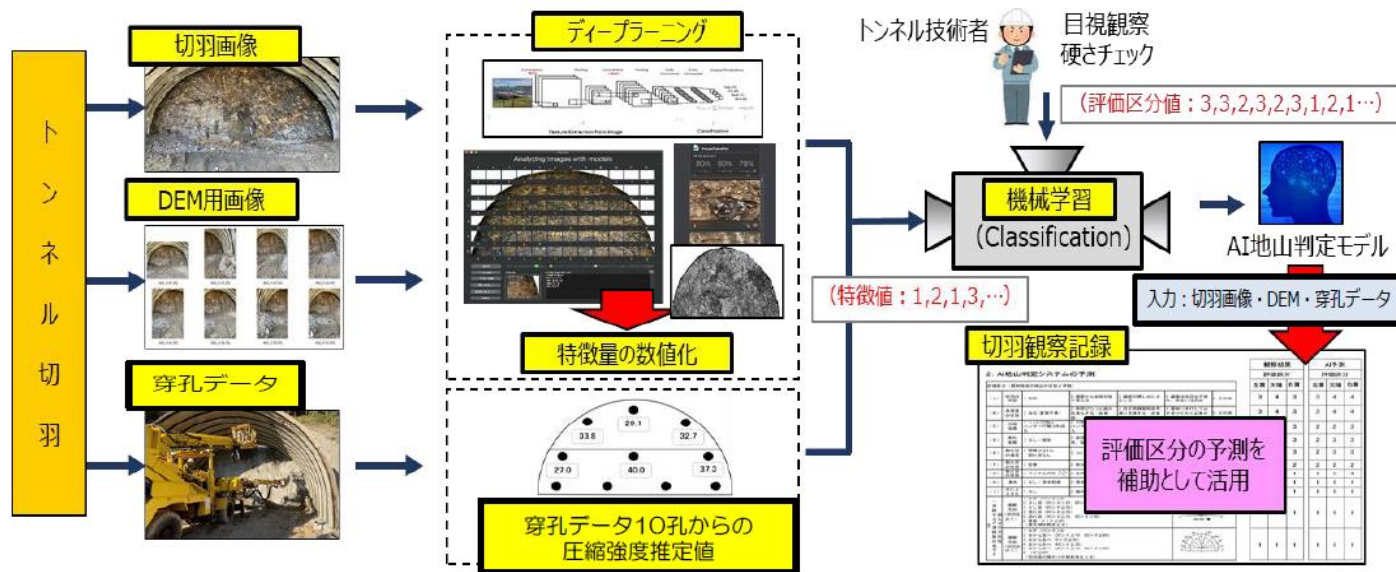
清水建設

使用技術：DL、**ノンコア削孔検層**、**CoreML**（ライブラリー）

入力情報：切羽画像、DEM画像、穿孔エネルギー

出力情報：切羽評価点

現状：二色トンネル（近畿地整）で試行済み



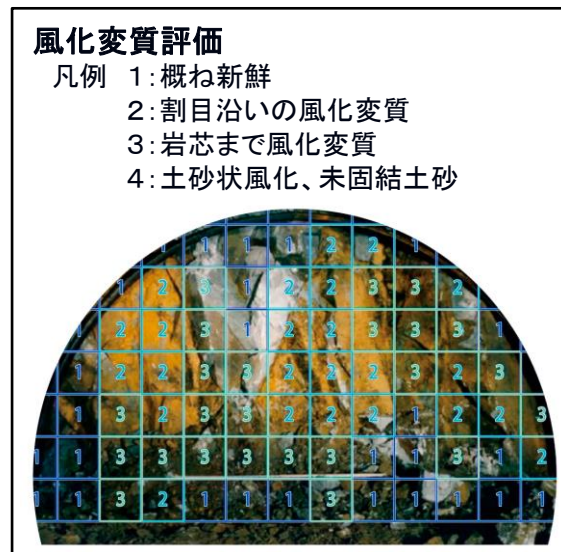
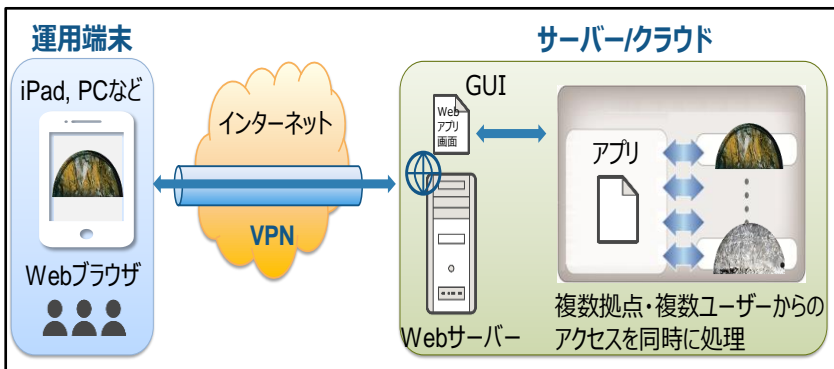
大林組

使用技術 : DNN、AlexNet (Image Net学習済み) 、SVM

入力情報 : 切羽画像 (タブレット端末などからクラウド送信)

出力情報 : 風化変質など7項目切羽評点 (送信装置に返信)

現状 : 冠山峠トンネル (近畿地整) 他、2019.4~当社
全現場にオープン



奥村組

使用技術：sMedio社製の「切羽AI評価システム」

入力情報：切羽画像

出力情報：風化変質、割れ目間隔、割れ目状態、湧水量、劣化

現状：現場展開中

切羽AI評価システムサービスの機能

iPadアプリ機能

- ✓ iPadで撮影が可能
- ✓ 撮影しただけでAIのスコア表示ができる
- ✓ クラウドへのアップロードが可能



切羽Webアプリ機能

- ✓ iPadでアップロードしたデータを遠隔地から編集が可能
- ✓ クラウド管理のため、いつでも写真やスコアを取り出せます。



外部システム連携機能

- ✓ 基本情報と入力したスコアをCSVファイルでダウンロードして外部システムに取り込む事が可能
- ✓ 切羽写真も一緒に連携可能

CSVファイル

外部システム



切羽写真



鹿島建設

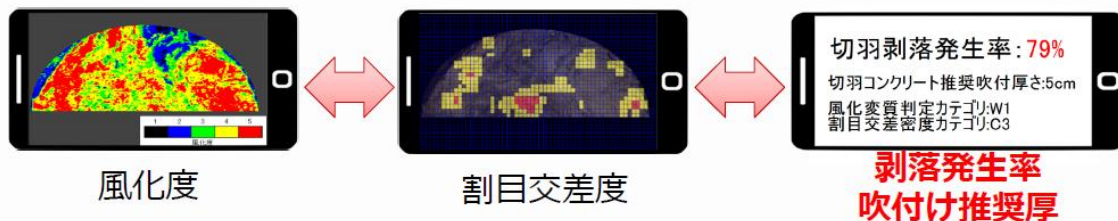
使用技術：**ロジスティック回帰、削孔検層、クリギング、画像処理**

入力情報：切羽画像、穿孔エネルギー

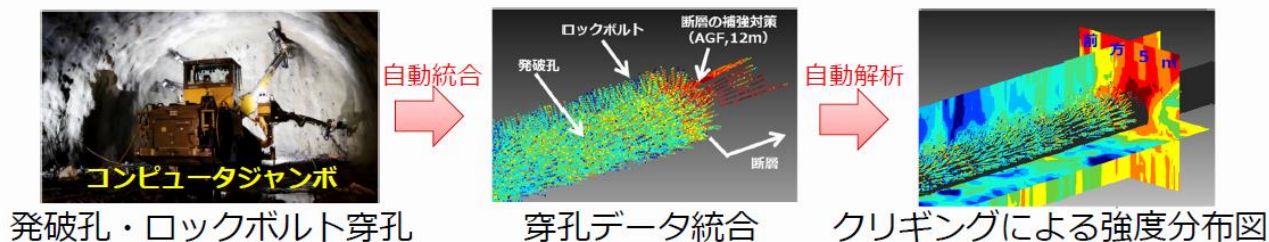
出力情報：剥落発生率

現状：現場展開中

① 画像解析による剥落危険度評価システム（2018年7月現場導入）



② ジャンボ穿孔データによるトンネル周辺の強度評価システム



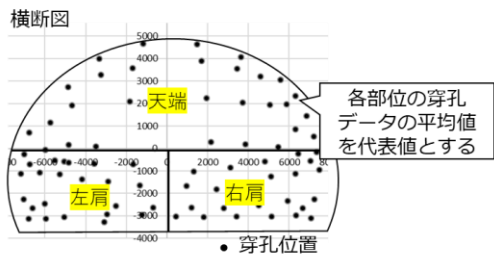
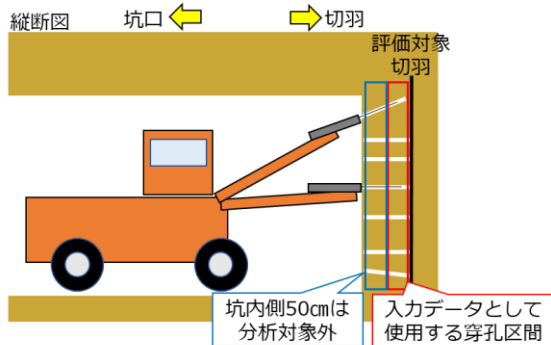
大成建設

使用技術：DL

入力情報：穿孔エネルギー、切羽画像

出力情報：圧縮強度、風化変質、割目間隔・状態、湧水、劣化
 (ソフトマックス関数の検証)

現状：試行中



ANNの正答率

	圧縮強度	風化変質	割目間隔	割目状態	湧水量	水による劣化
全体	73.7% (101/137)	74.5% (102/137)	65.7% (90/137)	35.0% (48/137)	80.3% (110/137)	54.0% (74/137)
CⅡ	56.9% (37/65)	64.6% (42/65)	56.9% (37/65)	30.8% (20/65)	84.6% (55/65)	75.4% (49/65)
DⅠ	88.9% (64/72)	83.3% (60/72)	73.6% (53/72)	38.9% (28/72)	76.4% (55/72)	34.7% (25/72)

() 内はデータの母数に対する正答数

ソフトマックスの出力値

ソフトマックス出力値	圧縮強度	風化変質	割目間隔	割目状態	湧水量	水による劣化
0.9以上	77.8% (91/117)	76.0% (95/125)	68.6% (83/121)	33.3% (42/126)	81.7% (107/131)	53.9% (69/128)
0.7以上 0.9未満	66.7% (6/9)	50.0% (4/8)	66.7% (6/9)	50.0% (3/6)	33.3% (1/3)	66.7% (4/6)
0.7未満	36.4% (4/11)	75.0% (3/4)	14.3% (1/7)	60.0% (3/5)	50.0% (1/2)	33.3% (1/3)

() 内はデータの母数に対する正答数

戸田建設

使用技術：CNN、VGG16

入力情報：切羽画像

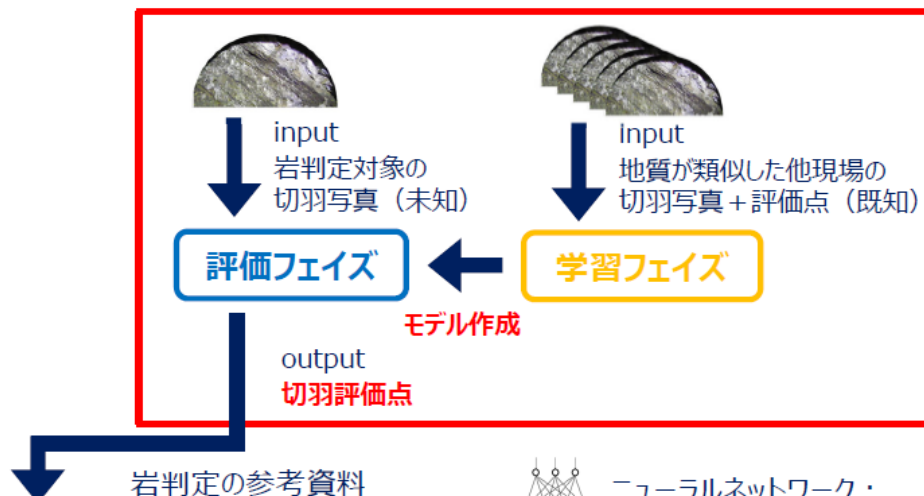
出力情報：風化変質などの3項目切羽評価点

現状：宇治田原トンネル（西日本高速）で試行運用中

従来の切羽評価法



AIを用いた切羽評価法



ニューラルネットワーク：
VGG16（オックスフォード大学）

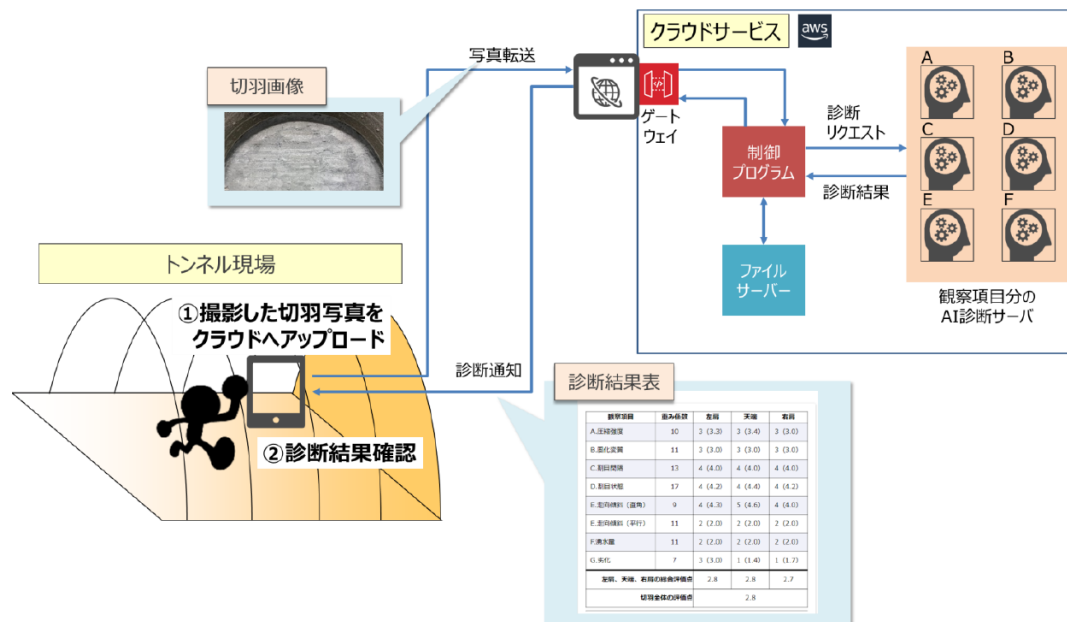
熊谷組

使用技術：CNN、ResNET

入力情報：切羽画像（複数のタブレット端末利用）

出力情報：風化変質などの9項目切羽評価点

現状：試行中



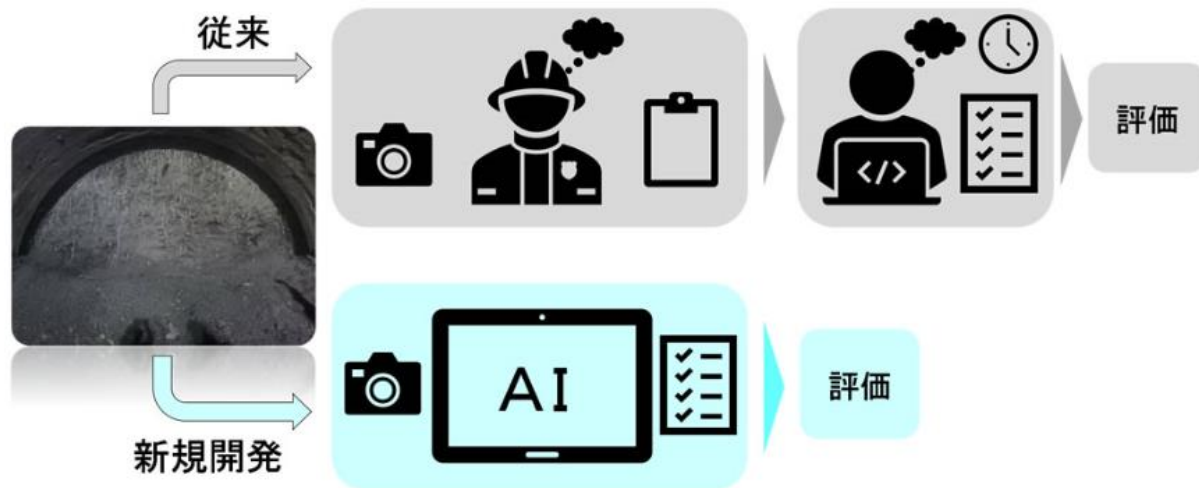
飛島建設

使用技術：CNN、**ノンコア削孔検層**、**切羽押出し変位**

入力情報：切羽画像、穿孔エネルギー、変位

出力情報：風化変質などの5項目切羽評価点

現状：名護東道路4号トンネル（内閣府）で試行済み



安藤・間

使用技術：CNN、ResNET

入力情報：切羽画像、穿孔エネルギー、スペクトルデータ、ステレオ画像

出力情報：圧縮強度、風化度、割れ目間隔

現状：山清路防災1号トンネルで試行済み

