

山岳トンネル施工の安全性向上技術

- ・切羽監視システム
- ・切羽プロジェクションマッピング

大成建設技術センター 地盤研究室 谷 卓也

1. 開発方針

1

◆安全確保への技術面からの対策・支援

①落石を検知し作業員を迅速に退避させる装置



切羽監視システム
(落石検知警報装置)

②地山情報の可視化と情報共有を支援する装置



切羽プロジェクト
マッピング

2. 切羽監視システム

2

- 落石検知警報装置



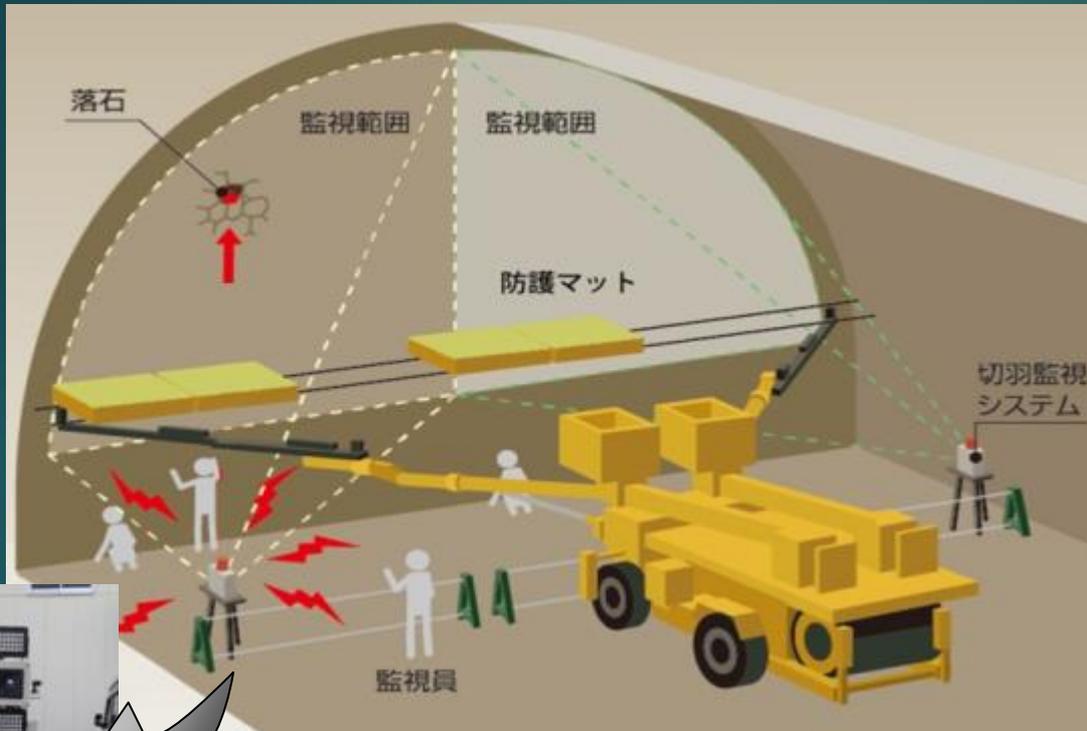
2.1 開発の背景

- 切羽近傍での作業（かつての装薬作業状況）



2.1 開発の背景

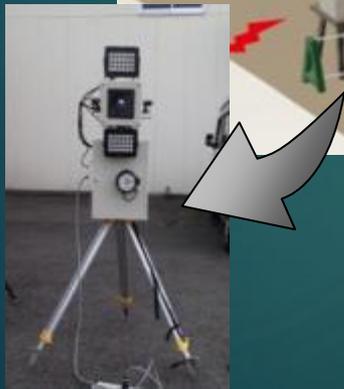
- 切羽近傍での作業（現在の装薬作業状況）



機械の目で落石を検知
警報し切羽監視員を
サポート



危険時に作業員を迅速
かつ確実に退避させる



2.2 技術の紹介

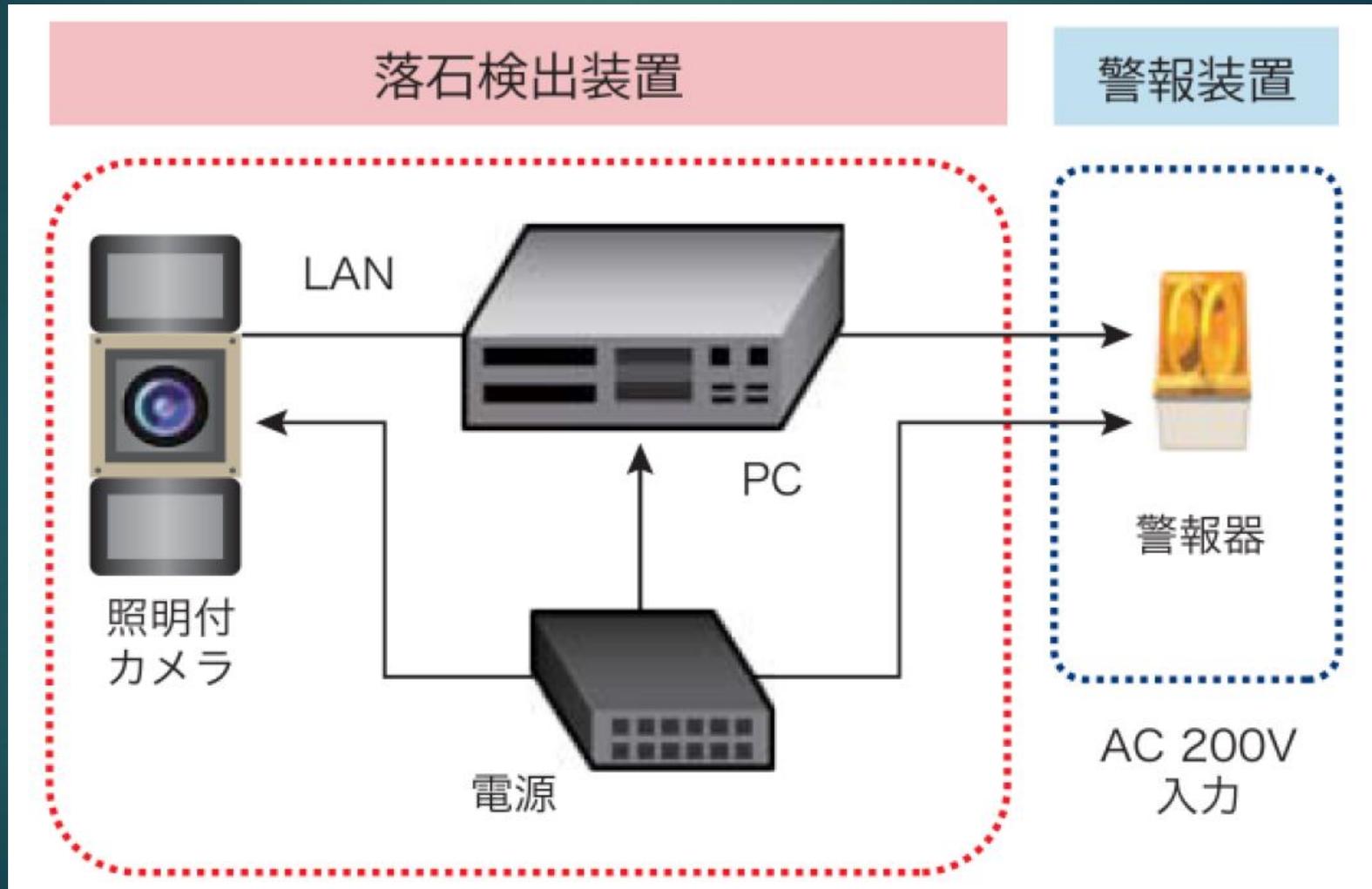
◆要求性能（課題）

- 落石等の切羽上方からの落下物を迅速※・確実に検知
- 落下物以外の動きを誤警報しない

※0.3秒では44cm落下、落下速度は約時速10km.
0.5秒では落下距離1.2m, 落下速度は約時速18km

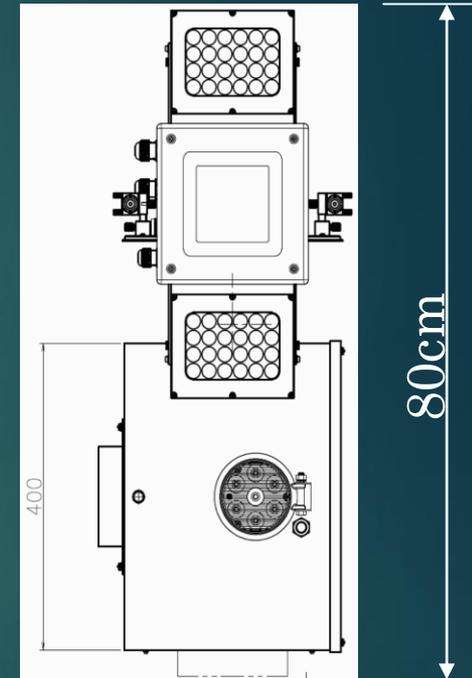
2.2 技術の紹介

◆ 開発機器の構成



2.2 技術の紹介

◆開発機器の動作確認

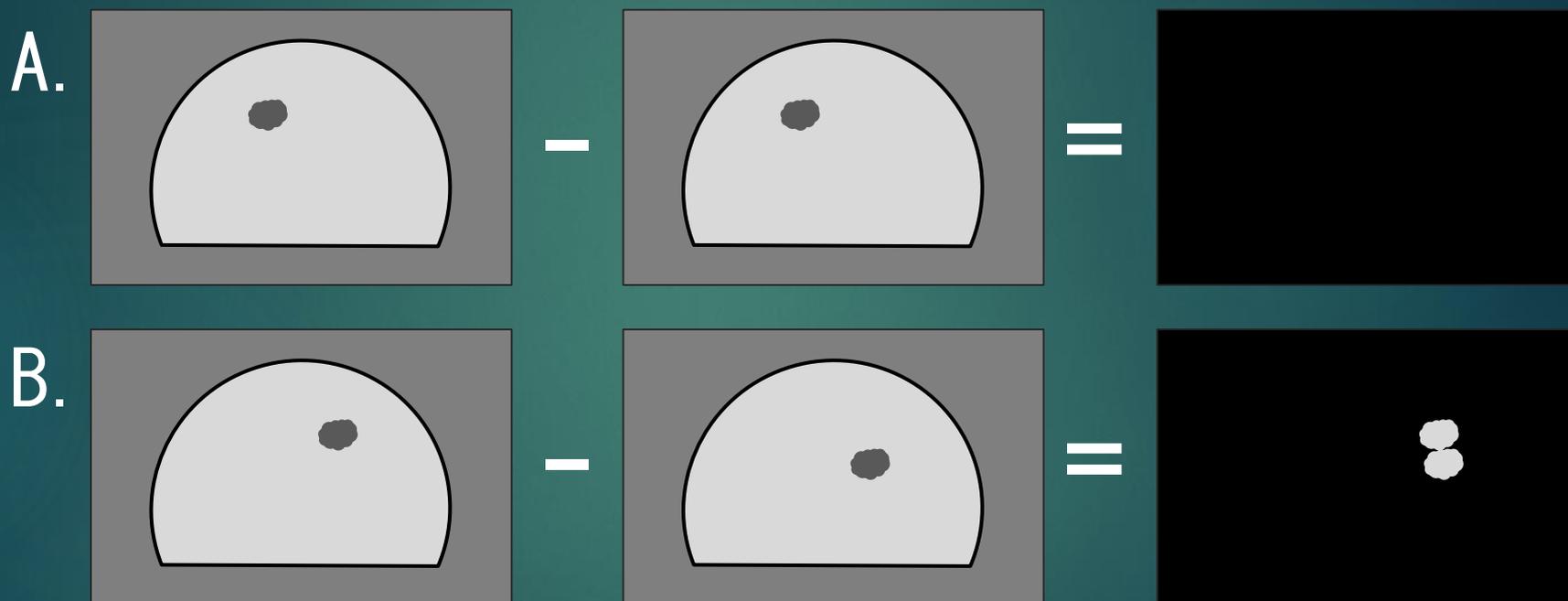


落下物を0.1秒以内に検知し警報

2.2 技術の紹介

◆ 落石検知の方法

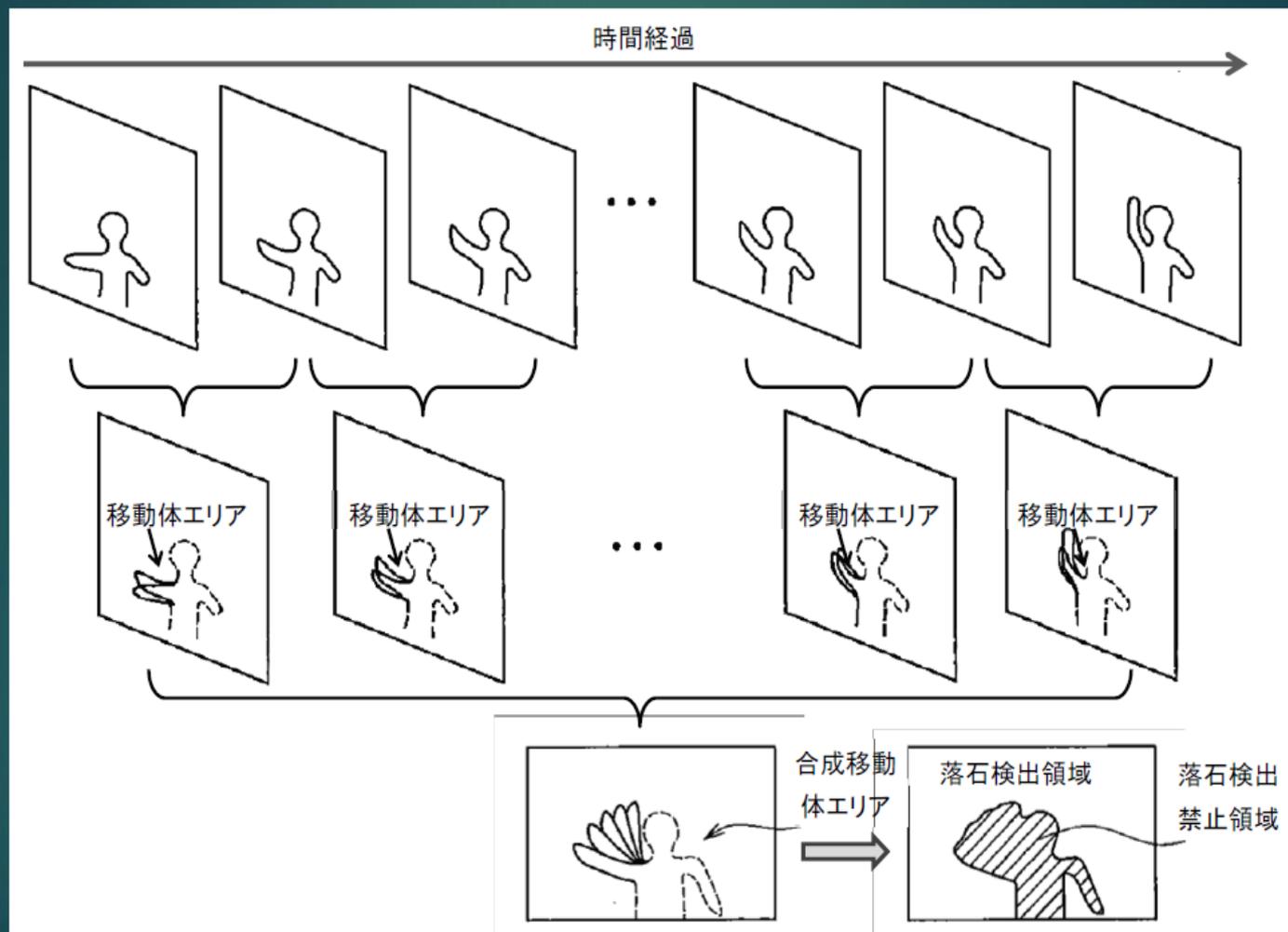
- ・ 差分画像を用いた落下物検知



※ 高速撮影した画像のリアルタイム処理により
落下物を確実に検出

2.2 技術の紹介

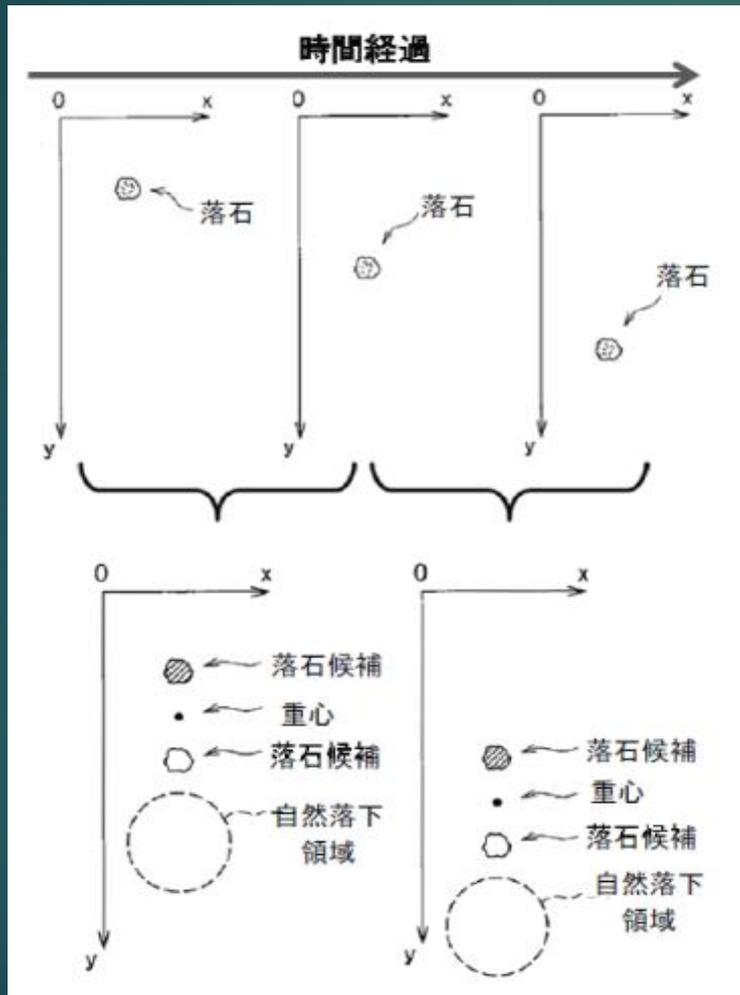
◆移動体の認識方法



落石検出禁止領域の設定による検出精度・速度の向上

2.2 技術の紹介

◆ 落石認識精度の向上



湧水の誤検知対策にも効果

2.2 技術の紹介

11

◆現場検証（湧水の除外・移動体の認識）



2.2 技術の紹介

12

◆大沼Tn避難坑工事(峠下工区)での運用



2.3 まとめ

・切羽監視システム

▶ まとめ（開発の効果）

- ▶ 切羽監視員の労力軽減
- ▶ 切羽全面の連続監視による安全性向上
→ 安全性の確保, 省力化

▶ 今後の展開

- ▶ 小型機・カメラ分離型機のケーブルレス化（省力化）
- ▶ 崖面監視への展開
- ▶ 画像データ分析による危険予知（AIによる危険性判定）



2.3 まとめと展望

◆今後の展望（崖面監視への適用）

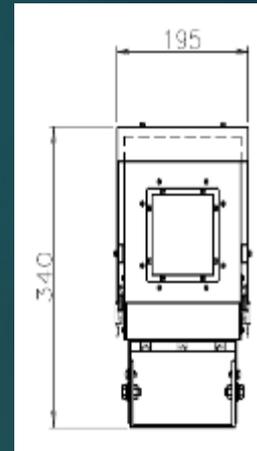
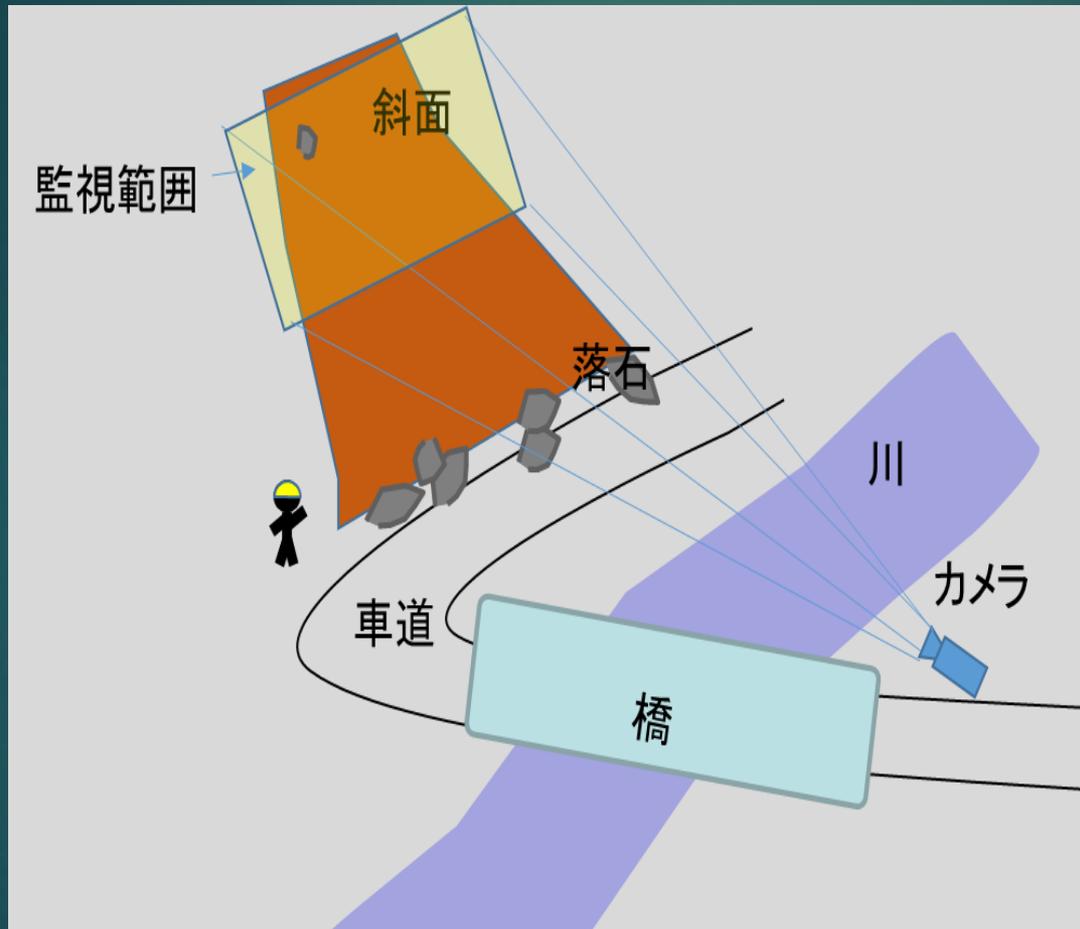


落石検知実験 ↑



2.3 まとめ

◆今後の展望（崖面監視への適用）



2019.3 設置（静岡県）

3. 切羽プロジェクトションマッピング

16



3.1 開発の背景

■ 意思疎通不足の対策

● 地山情報の引き継ぎ



作業班交代時の打合せ（詰所）

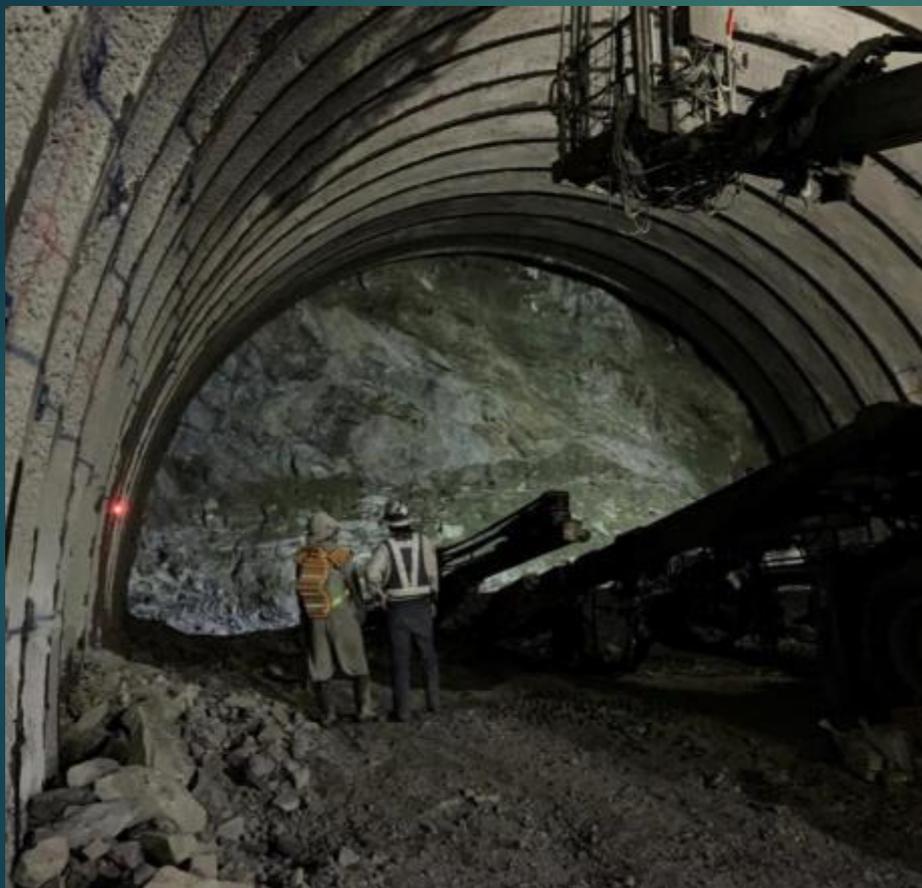
プラス



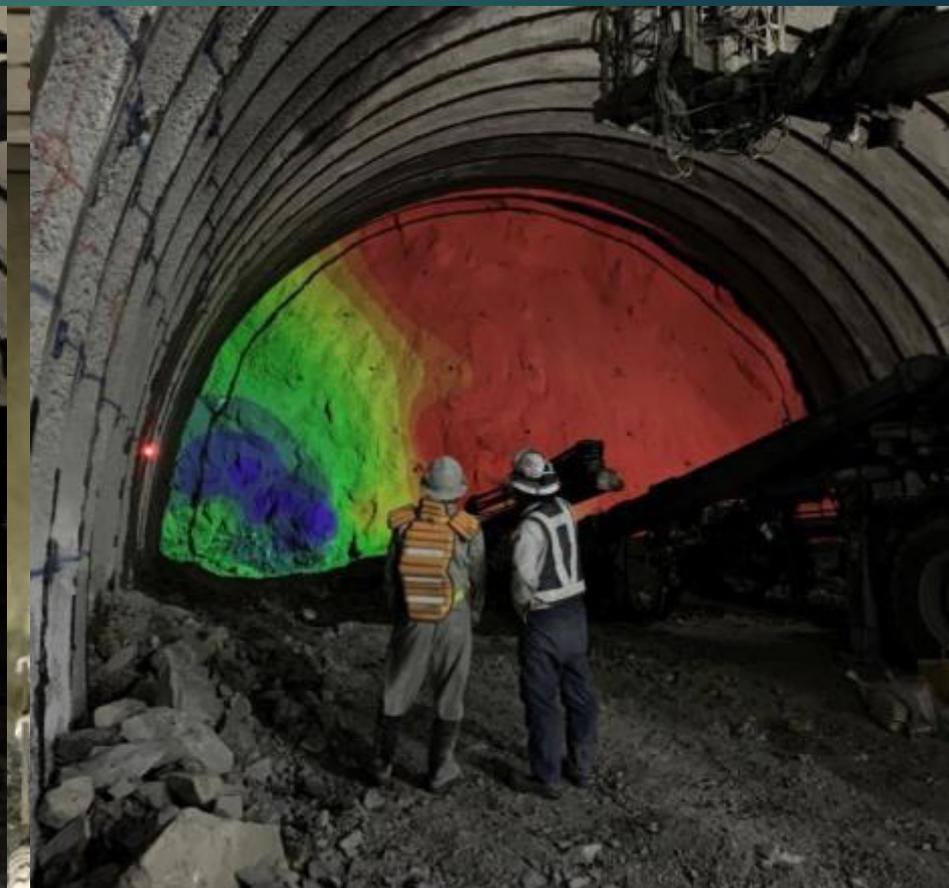
映像を用いた現場での確認

3.2 技術の紹介

◆鏡吹付け



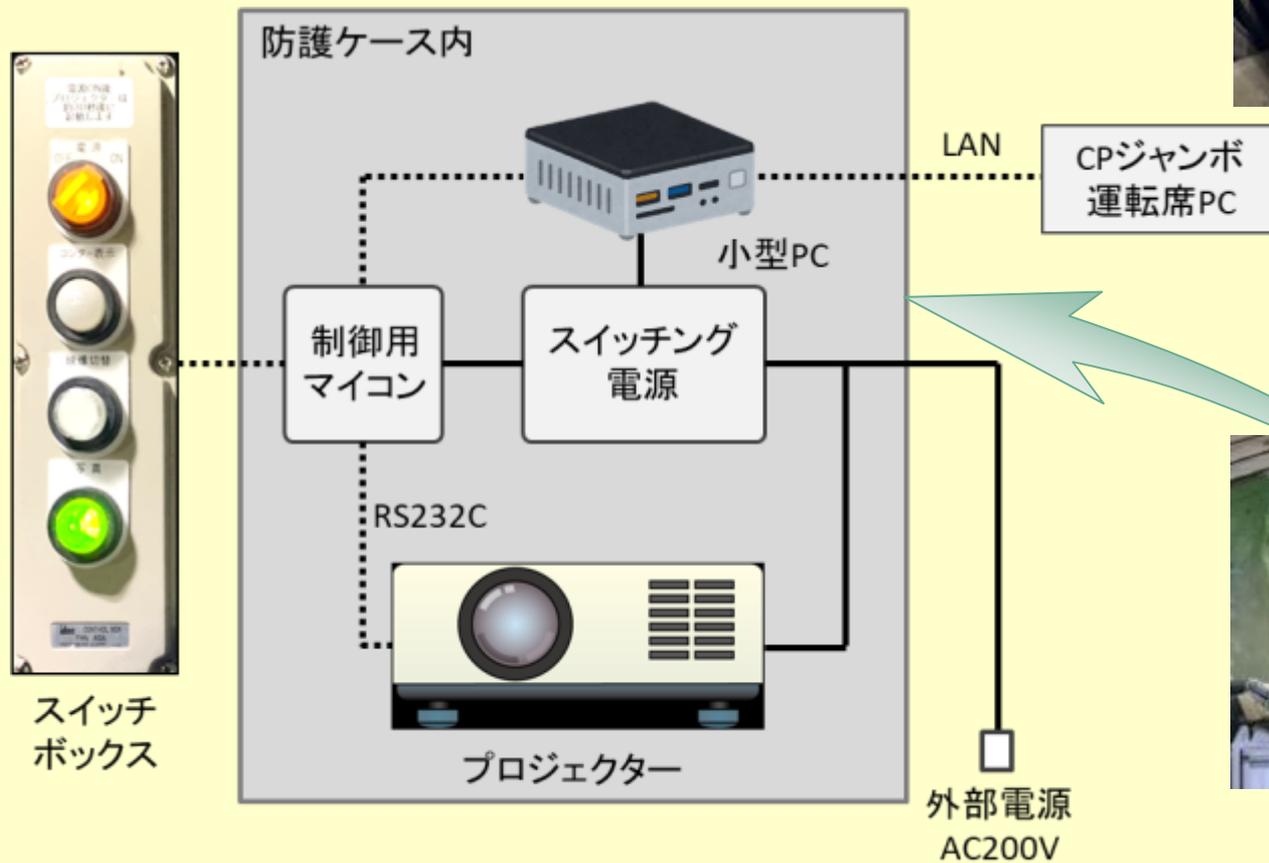
切羽写真



コンター図

3.2 技術の紹介

◆開発機器の構成



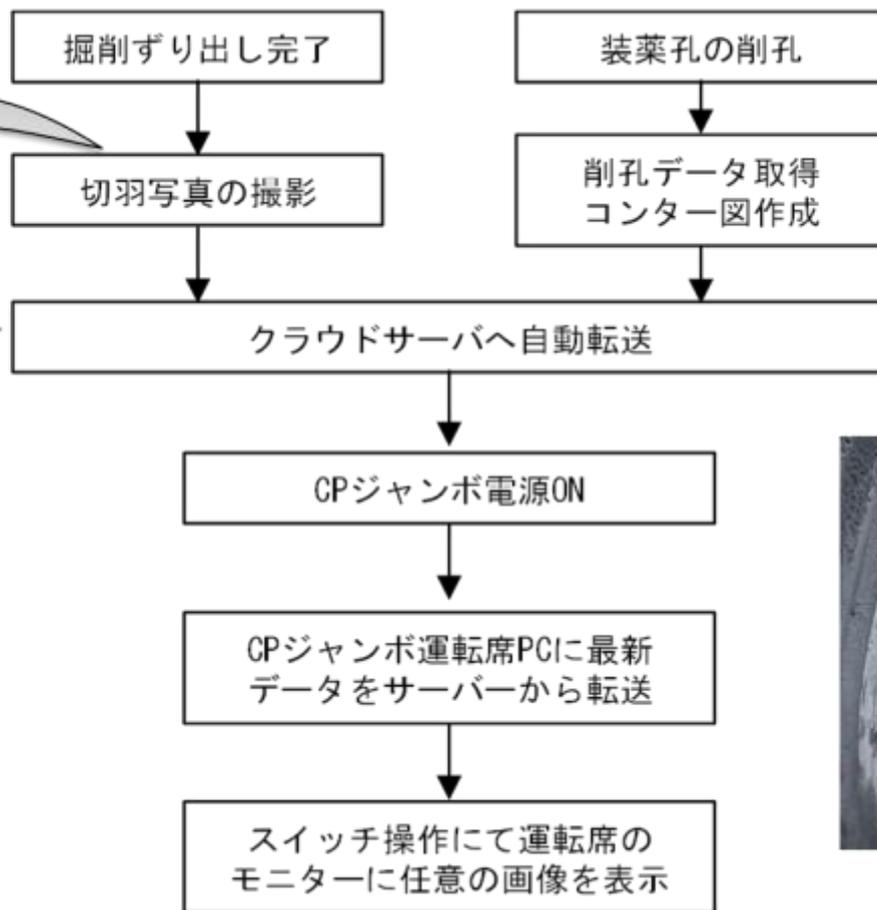
3.2 技術の紹介 切羽プロジェクションマッピング

◆キャビン上のプロジェクタおよび保護ケース



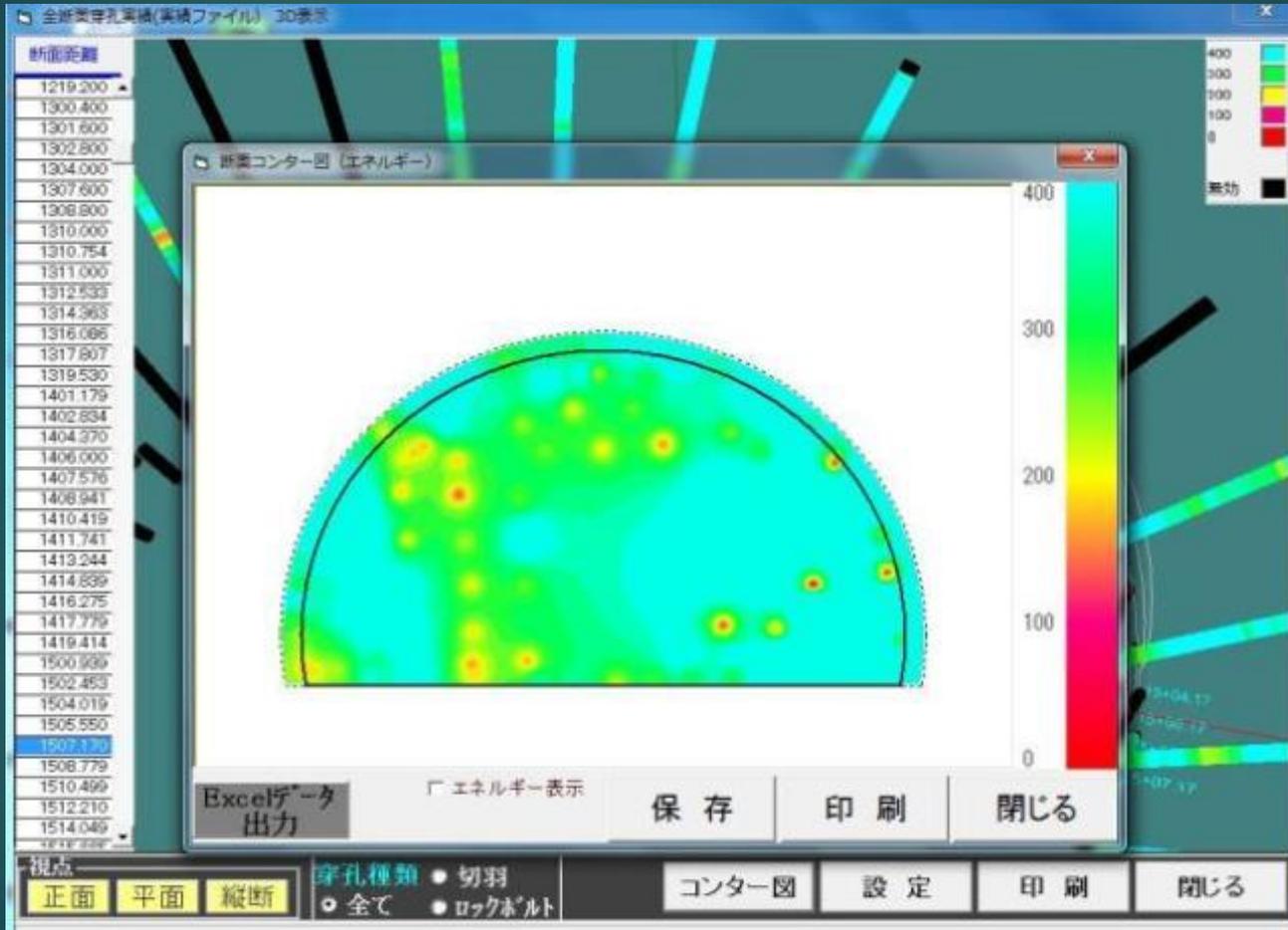
保護ケースの内部

3.2 技術の紹介



3.2 技術の紹介 切羽プロジェクトンマッピング

◆ドリルNAVIの機能の利用



3.2 技術の紹介 切羽プロジェクションマッピング

23

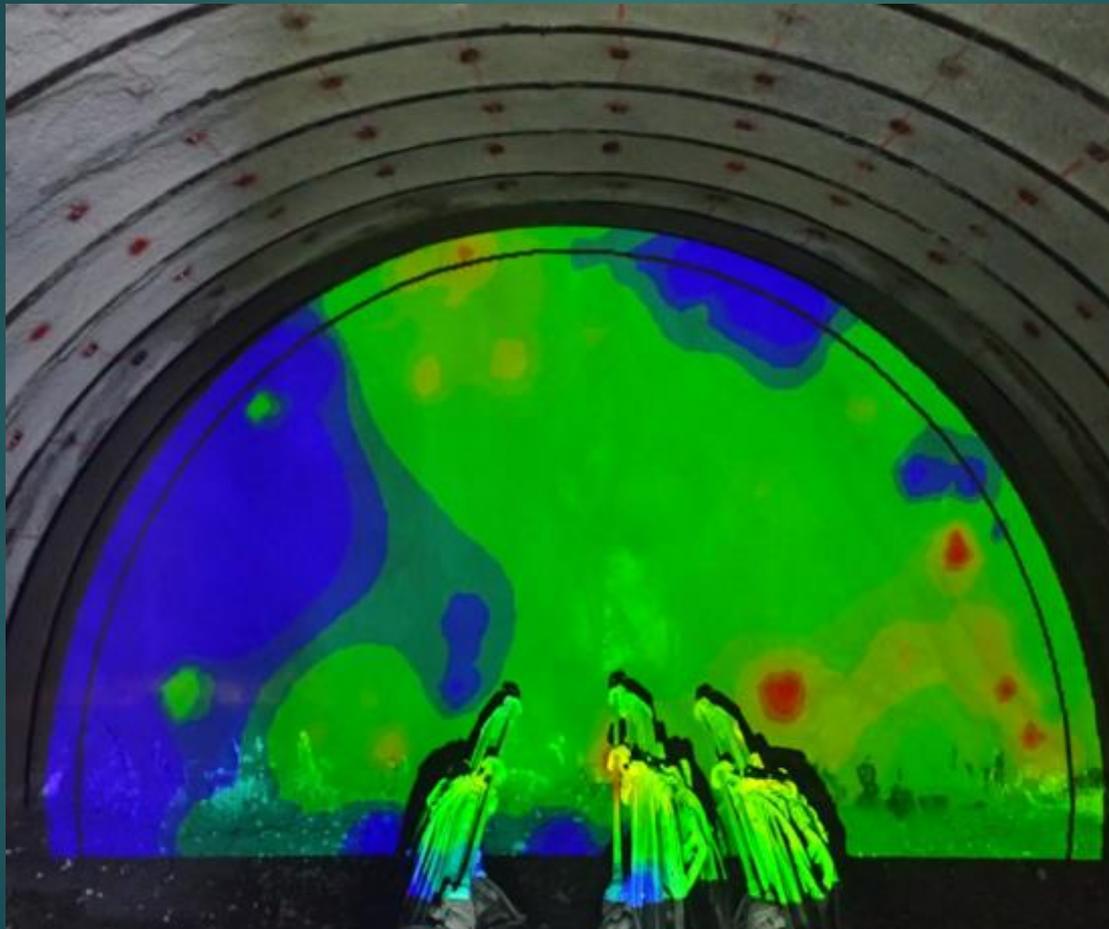
◆画像ファイルの CPジャンボ上での表示例



このモニターに表示される画像を切羽に投影し情報共有

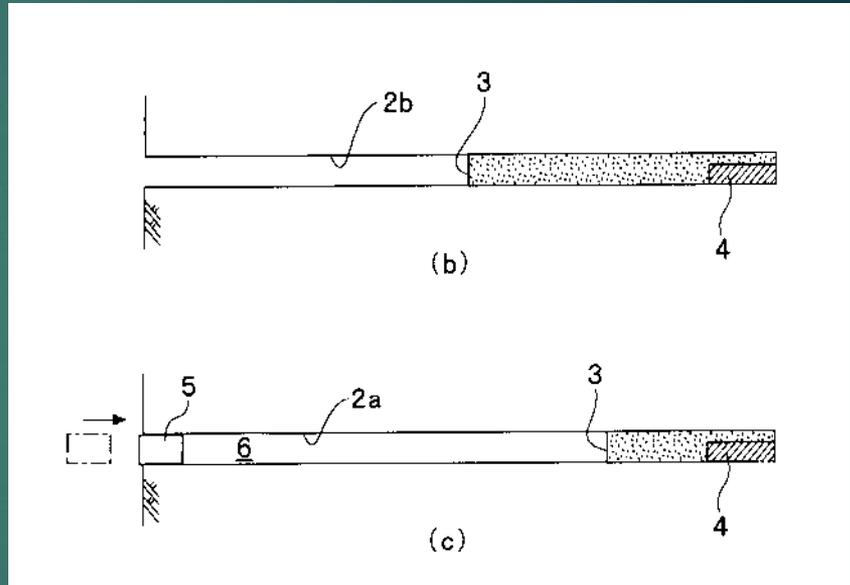
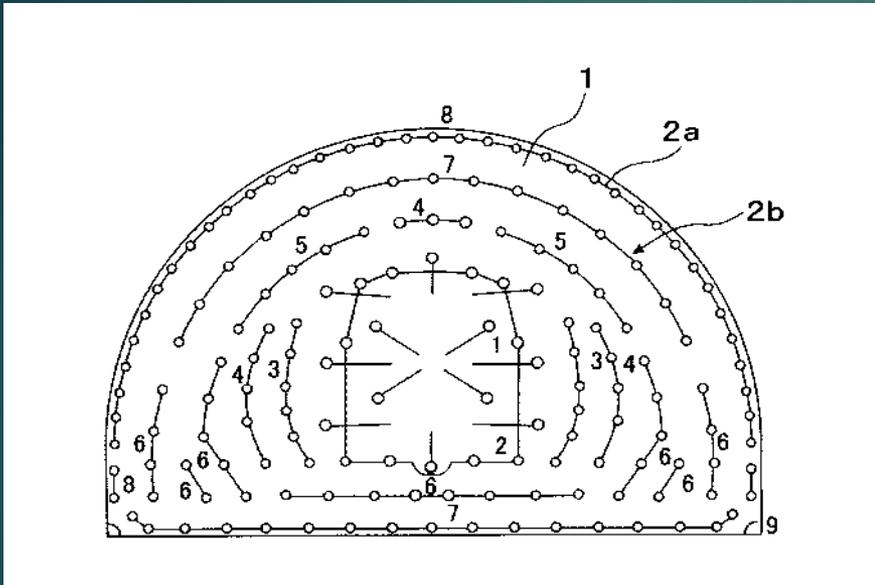
3.2 技術の紹介 切羽プロジェクトンマッピング

◆画像の表示例（切羽写真&コンター図）



3.2 技術の紹介

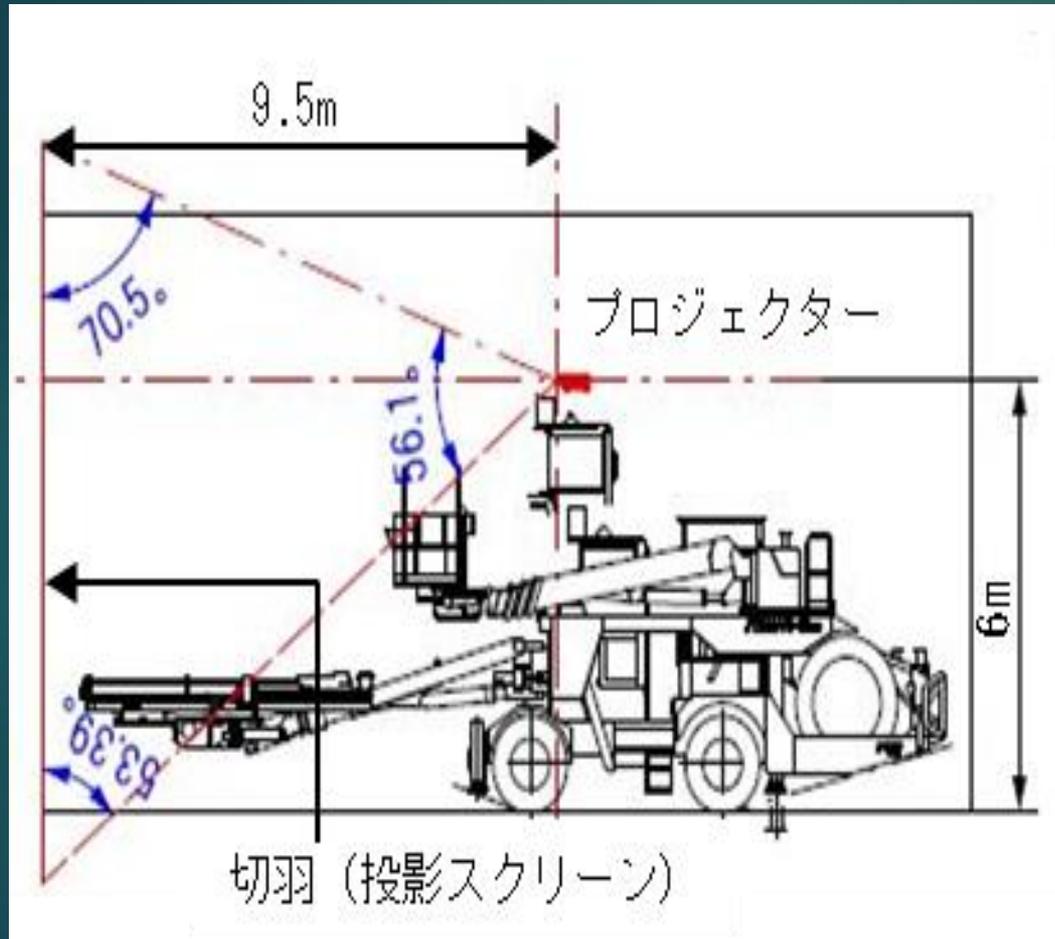
◆発破パターンの例



3.2 技術の紹介

26

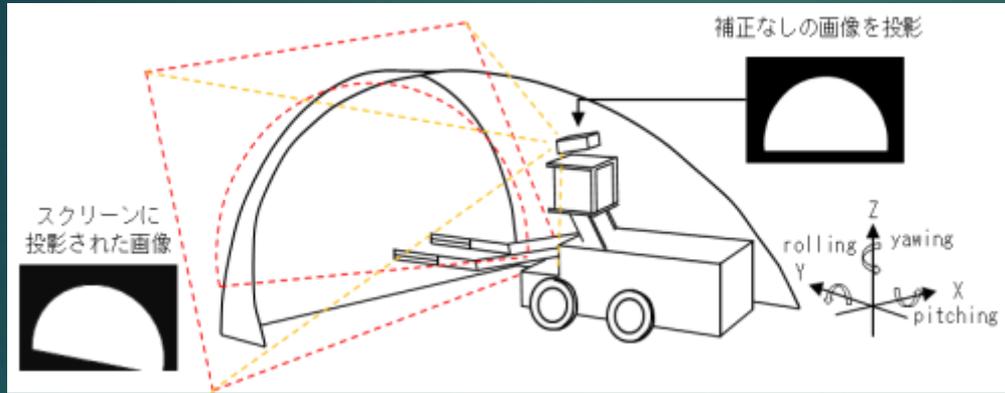
◆下川井トンネル工事での運用



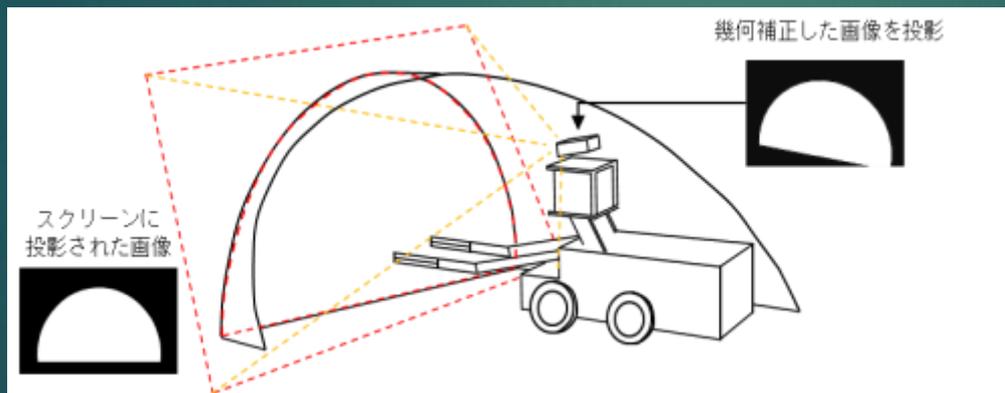
光源	レーザー
解像度	WUXGA
方式	3LCD方式
有効光束	12000lm
本体サイズ (W×D×H)	568×492×185 (mm)
質量	21.8kg

3.2 技術の紹介

◆ 投影画像の生成 (レンダリング)



画像補正無し



画像補正後

※3DCGソフトウェアにより保護ケース内の小型PCで画像を生成

3.2 まとめ

・切羽プロジェクトマッピング

- ▶ 切羽写真による地山復元と色を介した地山硬軟の定量的な伝達
- ▶ 装薬量を適正化（過装薬，弱装薬の防止）→ 安全性の確保，施工品質向上，施工の効率化

<今後の展開>

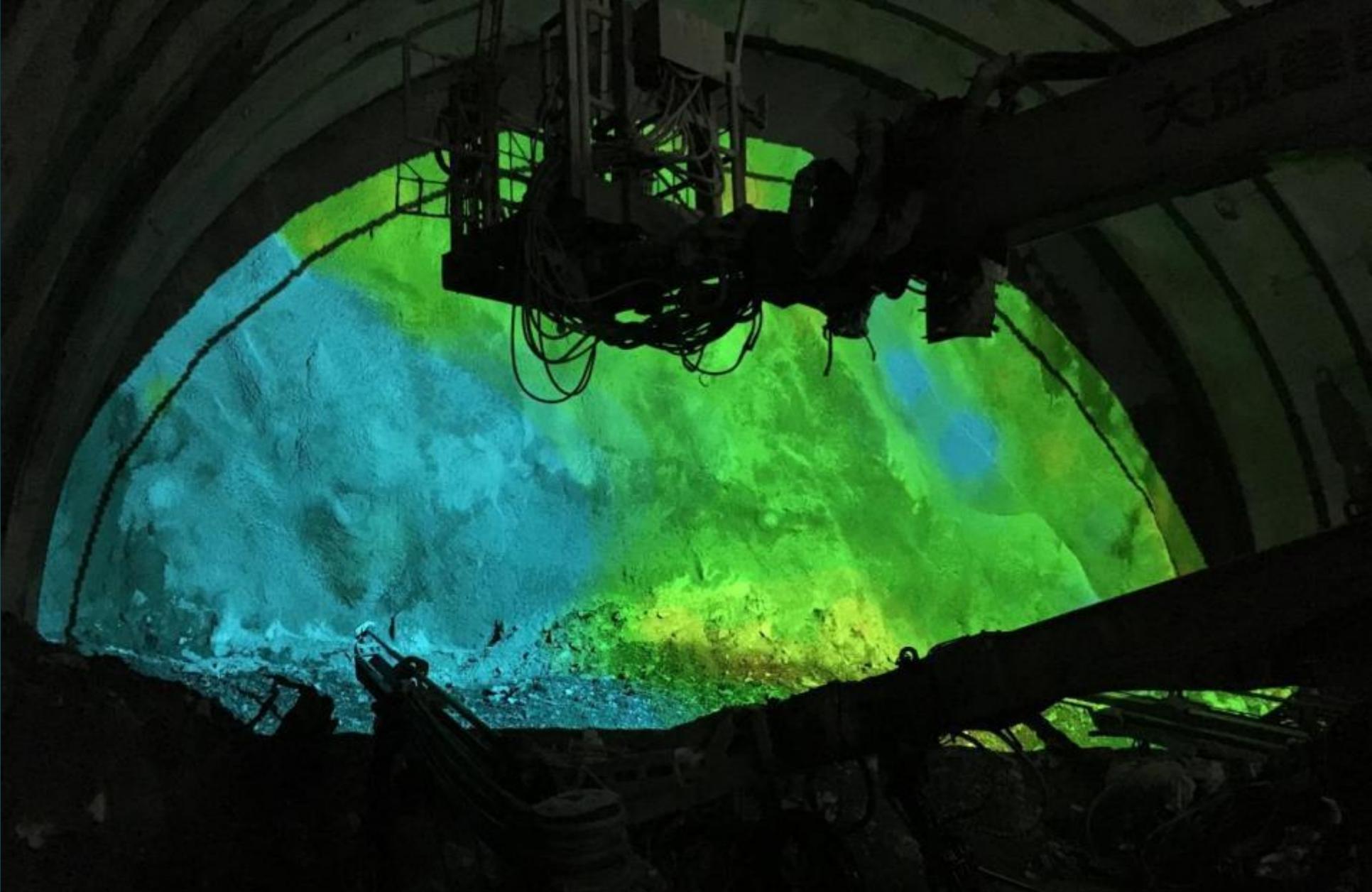
切羽マーキングへの活用

（安全確保と省力化），

一般ジャンボへの適用・展開



◆下川井トンネル工事での運用



ご清聴ありがとうございました