

岩盤力学におけるDX活用検討小委員会 写真品質に関する課題

2024年1月11日

岩盤力学におけるDX活用検討小委員会

1. 画像（切羽写真）の品質

- 多くのAIを活用した切羽評価システムでは、切羽写真を入力データとして切羽評価項目や地山区分を判定
- 画像（切羽写真）の色調や解像度等の品質は、切羽照明の種類や照度、撮影距離、カメラ等に大きく依存
- 教師データの品質のばらつき、誤った評価につながる
- 一定の品質が確保できる標準的な撮影条件が求められる

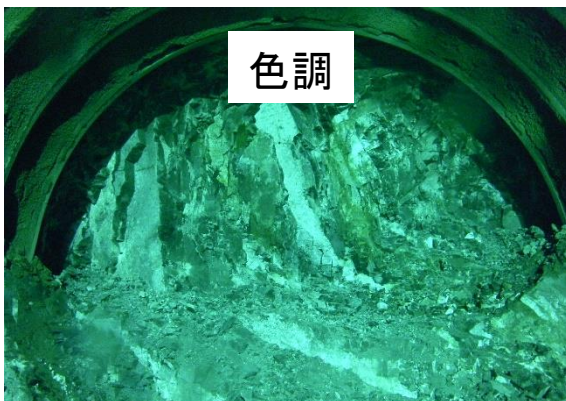
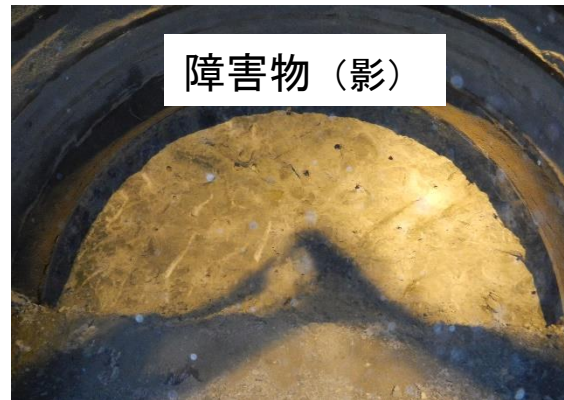


写真 不適当と考えられる切羽写真の例

1. 画像（切羽写真）の品質

- 不適当と考えられる切羽写真を評価した場合、特徴量のヒートマップは切羽と無関係な障害物などに強く反応

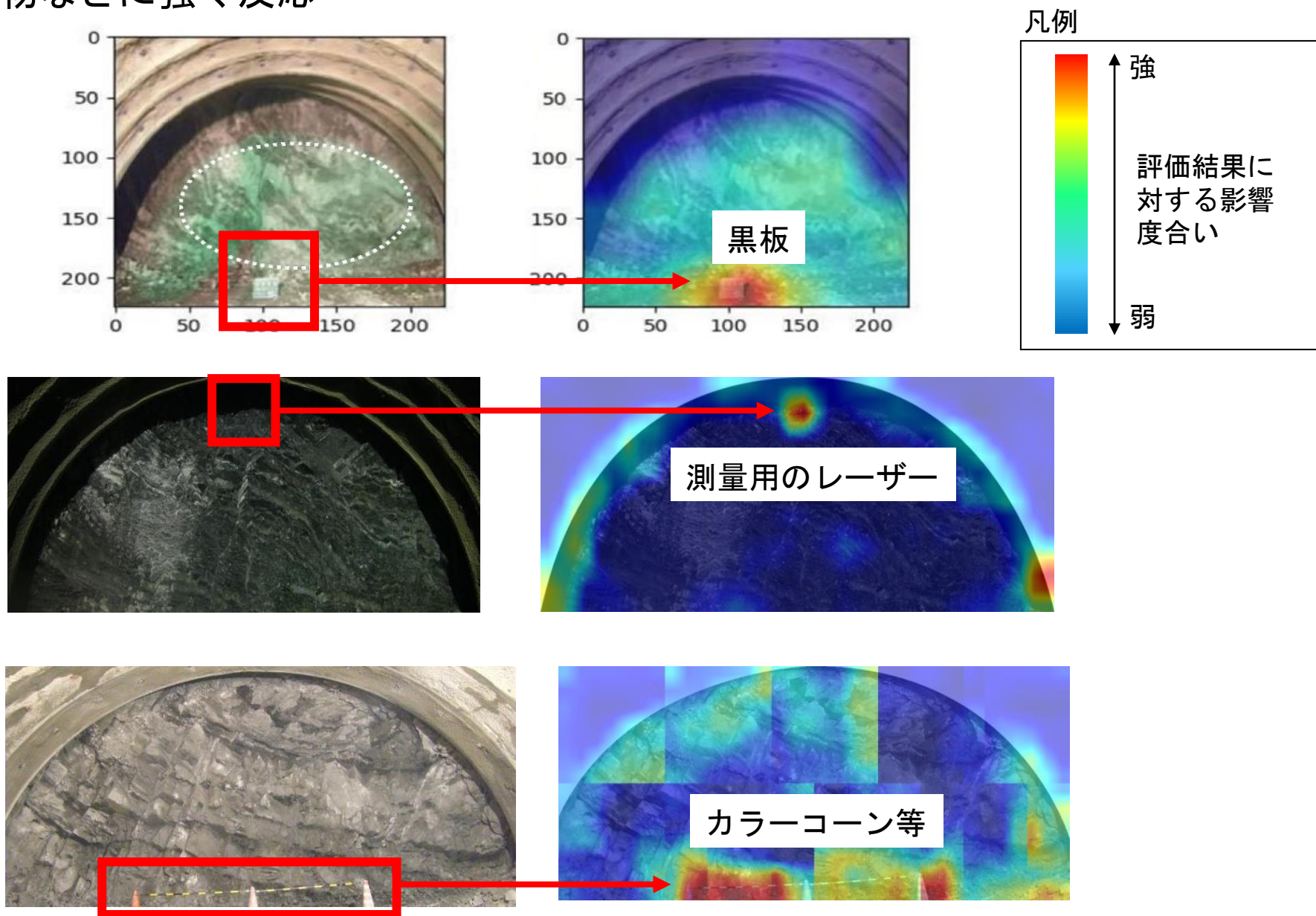


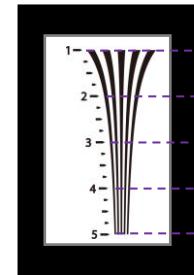
図 ヒートマップの出力例¹⁾

2. 撮影条件に関する検討事例①

- 佐々木ら²⁾、田村ら³⁾は、切羽に解像度チャートおよびグレーチャートを設置し、カメラ設定および撮影条件を組み合わせた約2300枚の切羽写真を分析し、解像度および色調の観点から画像解析に求められる一定の品質を確保した切羽写真を取得できる切羽写真評価式（案）および撮影時の留意点を提案した

○検討概要

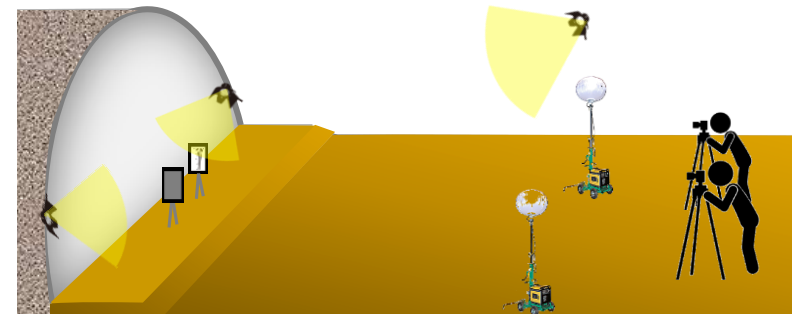
検討項目		条件
カメラ設定	画素数	128万～1800万画素
	撮影モード	オート, マニュアル
	F値	1.8～11
	ISO感度	オート, 100～800
	シャッタースピード	オート, 1/5～1/100
	ホワイトバランス	オート, 蛍光灯
条環境	切羽面の照度	150lx, 250lx
	切羽面からの距離	16m, 7.5m



20mm×9本
10mm×9
6.7mm×9本
5mm×9本
4mm×9本

グレーチャート

解像度チャート



○写真評価式（案）

$$\text{評価点①} = \frac{F\text{値}}{S\text{値} \times \text{ISO感度}}$$

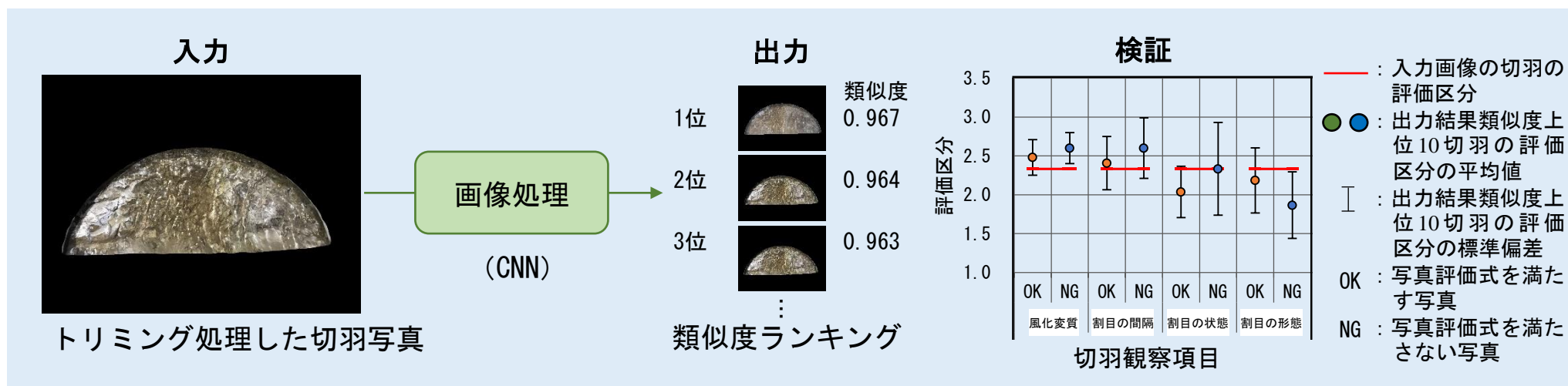
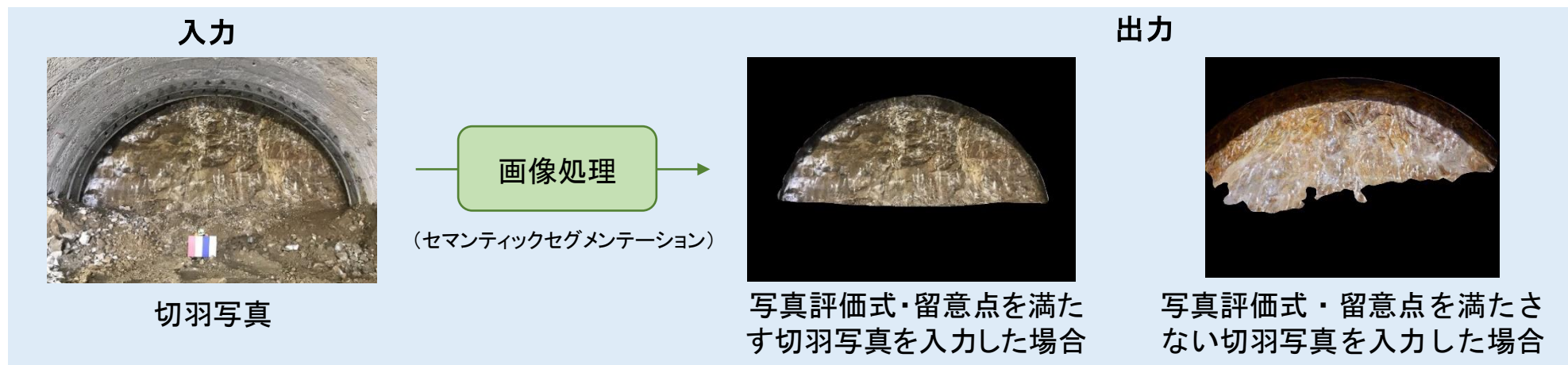
- 評価点①が0.1～0.5に収まる範囲に設定する
- F値の設定値は8以下とする
- 画素数は300万画素以上とする

○撮影時の留意点

- 切羽面全体が映る画角で撮影すること
- 切羽面部分に黒板やチャート、人物などの障害物が映りこまないようにすること
- 三脚等を用い手ブレがないよう撮影すること
- 切羽面にピンとを合わせて撮影すること

2. 撮影条件に関する検討事例①

- さらに、(1)セマンティックセグメンテーションを活用した切羽面のトリミングシステム、(2)CNNを活用した類似切羽の検索するシステムを開発
- これらのシステムを用いることで、切羽評価式（案）を満たす切羽写真においては風化変質、割れ目の間隔、割れ目の状態、割れ目の形態といった視覚的要素が大きい項目で比較的精度の良い結果が得られることを確認した



2. 撮影条件に関する検討事例②

- 木山ら⁴⁾は施工時の切羽写真約3700枚から、切羽写真を機械学習に使用する際の5つの課題とそれらの発生原因を抽出した
- 抽出した課題に対し、実現場における撮影実験や色補正を行い、機械学習に使用できる撮影仕様を検討し、山岳トンネル切羽写真撮影要領（案）を取りまとめている

【切羽写真を機械学習に使用する際の課題】

- 1) 写真のコントラストや色調の変化
- 2) 切羽鏡面に焦点が合っていない
- 3) 手振れにより切羽が鮮明な画像になっていない
- 4) 写真の画素数が小さい
- 5) 影・黒板等の人工物が映り込んでいる

【課題の発生原因】

- 1) 照明設備や撮影時の照明仕様が一定でなく、カメラのホワイトバランスを調整して撮影した
- 2) 黒板等他の場所に焦点を合わせ撮影した
- 3) シャッタースピードが遅くなった
- 4) 電子納品の基準にあわせてCALSモードで撮影した
- 5) 人工物がある状態で撮影した



撮影実験

山岳トンネル切羽写真撮影要領(案)

1. 撮影準備

- ①撮影は最低でも1200万画素以上の画素数で撮影する。
- ②三脚を利用して手振れを防ぐ。
- ③撮影はAUTOモードに設定することとする。
- ④データ形式はJPEGとする。
- ⑤色見本を切羽から5m程度離して設置する。

2. 撮影時の留意点

- ①切羽正面および左右の支保工付近から切羽の全体が入るように撮影する。
- ②切羽の天端、左右の肩を撮影する。
- ③ズームは原則使用しない。
ただし、ズーム撮影した場合でも1200万画素を確保できる場合を除く。
- ④投光器等により切羽を照らす。撮影時の照度は70～150Lxとする。
- ⑤フラッシュは使用しないものとする。
- ⑥切羽鏡面に焦点をあわせる。

3. 切羽写真の品質確保

- 既往の検討事例等を活用することで、AIを活用した切羽評価システムに求められる一定の品質を確保した切羽写真が取得可能であると期待される
- 一方で、実務作業者の負担増加や施工サイクルへの潜在的な影響等への留意が求められると同時に、限られた事例を対象とした検討であることから最新の研究動向やAI技術や撮影機材等の技術動向等を踏まえた対応が重要であると考えられる

カメラ設定の目安

$$\text{評価点} = \frac{F\text{値}}{S\text{値} \times \text{ISO感度}}$$

- 評価点①が0.1～0.5に収まる範囲に設定する
- F値の設定値は8以下とする
- 画素数は300万画素以上とする

撮影時の留意点

- 切羽に正対し撮影し、切羽面全体が映る画角で撮影すること
- 切羽評価の対象範囲に黒板や人物等の障害物が映りこまないようにすること
- 三脚等を利用し手振れがないよう撮影すること
- 切羽面にピント、焦点を合わせて撮影すること

参考文献

- 1) 菊地浩貴・日下敦・小出孝明・巽義知・長谷川慶彦, AIを用いた山岳トンネルの切羽評価に関する一考察, 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会, VI-736, 2019.
- 2) 佐々木亨・長谷川慶彦・日下敦・巽義知・菊地浩貴, 切羽観察への画像解析技術活用に向けた切羽写真撮影条件に関する基礎的検討, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会, VI-676, 2020.
- 3) 田村賢人・佐々木亨・菊地浩貴・日下敦, 画像解析技術活用に向けた切羽写真撮影条件に関する一考察, 第49回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, pp330-335, 2023.
- 4) 木山智裕・鈴木雅行・吉川正・山本拓治・橋立健司・小島英郷・曾根真理・高橋浩, 山岳トンネルにおける機械学習用切羽写真について—現状の写真と撮影環境および撮影方法の提案—, 土木学会全国大会第75回年次学術講演会, CS15-22, 2020.