

# 山岳トンネルAI研究の成果報告

一般財団法人 先端建設技術センター

山本 拓治

- 1 開発の経緯
- 2 AIによる切羽地質評価支援システムの開発
- 3 AIによる肌落ち予測支援システムの開発
- 4 トンネル情報活用研究会の活動
- 5 まとめと今後の予定

# 1 開発の経緯

国土交通省では、建設現場におけるイノベーションの推進、生産性の向上等を図るため、研究開発段階にありながら当該事業において工事品質向上等の効果が高いと期待される技術について、現場での技術提案(新技術導入促進2)型)を求める入札契約方式を平成29年度より実施している。

平成30年度「AI等を活用したトンネル切羽等の地山判定手法」  
令和元年度「ICT等を活用したトンネル掘削時における安全監視の効率化手法」  
AI技術の活用や切羽の安全確保に関する技術開発の促進の必要性が示された。

弊センターでは、上記国土交通省のニーズにこたえるべく、令和元年度と令和2年度に、国土交通省建設技術研究開発助成制度の助成金と自主研究費により、安藤ハザマ、鹿島建設、清水建設、戸田建設、基礎地盤、NSW、想画とAIを活用したトンネル切羽の地質評価と肌落ち予測支援による災害防止に関する研究開発を実施し、研究を継続

令和5年には、開発した成果を活用することを目的として、トンネル情報活用研究会(現在民間企業30社)を設立し研究開発を継続している

テーマ「先端技術(AI等)を活用したトンネル切羽等の地山判定手法について」

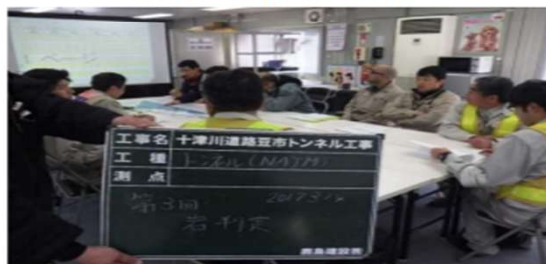
## No.14 トンネル切羽のデータ収集、画像解析による、岩判定支援システムの構築

## ニーズの概要

- トンネルの施工にあたっては、設計時に地質縦断図をもとに支保パターンを設定し、掘削の際、実地山の観察結果をもとに岩判定を行って、実施工の支保パターンを確定。
- 岩判定は、判定者の経験に負うところが大きく、掘削をいったん止めることにもなるため、職員の負担の増加、工程の遅延などの課題がある。



岩判定寒施状況(切羽)



岩判定実施状況(現地事務所)



### 現地との位置関係

様式-2 (3)

切羽評価表〔中硬質岩（層状）〕

**1. 切羽評価項目**

1-1 切羽位置	切羽位置（切羽の中心点）	切羽の走向と傾斜と、地質の傾向と傾斜が異なる場合は、切羽の走向と傾斜の両方を記入する。
1-2 切羽の長さ	切羽の長さ（m）	
1-3 切羽の幅	切羽の幅（m）	切羽の幅が10m以上の場合は、一断面の幅が10m以上の場合は、切羽の幅を記入する。一断面の幅が10m以下の場合は、切羽の幅を記入する。
1-4 切羽の傾斜	切羽の傾斜（度）	
1-5 切羽の地質	切羽の地質	切羽の地質が異なる場合は、切羽の地質を記入する。切羽の地質が異なる場合は、切羽の地質を記入する。
1-6 切羽の地質	切羽の地質	
1-7 切羽の地質	切羽の地質	切羽の地質が異なる場合は、切羽の地質を記入する。切羽の地質が異なる場合は、切羽の地質を記入する。
1-8 切羽の地質	切羽の地質	
1-9 切羽の地質	切羽の地質	切羽の地質が異なる場合は、切羽の地質を記入する。切羽の地質が異なる場合は、切羽の地質を記入する。
1-10 切羽の地質	切羽の地質	

**2. 切羽評価表による危険・ハザードの分類**

切羽評価表による危険・ハザードの分類	切羽の長さ	切羽の幅	切羽の傾斜	切羽の地質
危険	10m以上	10m以上	30度以上	中硬質岩
ハザード	10m以下	10m以下	30度以下	中硬質岩

- 判定者によるばらつきを、なくせないか
- 遠隔地でも、的確な岩判定ができないか



## 現状

トンネル工事においては、地山掘削面からの岩盤の落下(肌落ち)による労働者の災害が後を絶たず、2018年1月には厚生労働省から専任の切羽監視責任者による常時監視が「山岳トンネル工事の切羽における労働災害防止対策に係るガイドライン」に明記された。しかしながら、専任者の常時監視だけで肌落ちによる災害が完全に防止できるとは言いきれないことから、さらなる安全監視手法の併用が望まれるところである

## 効果

求める  
最新技術

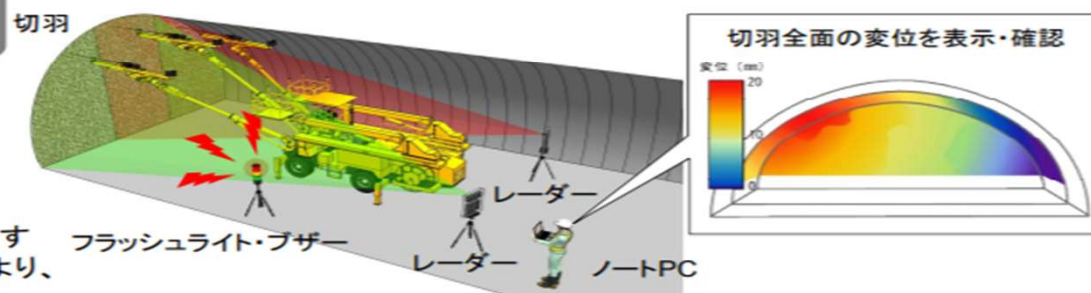
画像処理やレーザー計測、通信などのICT技術を活用した地山掘削面の安全監視手法

画像処理やレーザー計測、通信などのICT技術を用いた技術により、災害発生を防ぐための措置を効率的に実施することで、生産性を向上する。

## 最新技術の導入イメージ

レーダー(あるいはレーザー)を切羽近傍に設置して、切羽全面を計測監視し、落石前の微小な変位を高精度で検知する。

変位が管理基準値(閾値)を超過すると、フラッシュライトやブザーにより、リアルタイムで警報を発令する。



## 2. AIによる切羽地質評価支援システムの開発



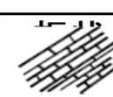
### (1) 開発の目的

トンネルにおける地質観察は、現場土木技術者が行っており、技術者の技量により判断が異なる場合があります、**ばらつきが大きい**。このような、技量の差による定性的な地質判断に対して、AIによる画像解析技術を活用した定量的な切羽地質評価システムの開発が求められている。

- ・**画像の品質が悪い**(暗い、狭い、粉塵がある、撮影時間が短い)
- ・電子納品された画像データは、CALSの**低画質**、**PDF**で解析に使えない
- ・国交省のデータベースが整備されてなく、1社では**教師データが少ない**

ゼネコン数社より国交省の許可を得て全切羽観察記録と**元画像データ**を1万枚以上収集し、画質の悪いデータを削除して機械学習を実施した

## (2) 切羽観察評価項目 (国交省書式)

評価区分(掘削地点の地山の状況と挙動)					評価区分		
					左肩	天端	右肩
切羽の 状態	1. 安定	2. 鏡面から岩塊が抜け落ちる	3. 鏡面の押し出しを生じる	4. 鏡面は自立せず崩れ、あるいは流出	2	2	2
素掘面の 状態	1. 自立(普請不要)	2. 時間がたつと緩み肌落ちする(後普請)	3. 自立困難掘削後早期に支保する(先普請)	4. 掘削に先行して山を受けておく必要が有	2	2	2
圧縮強度	1. $\sigma_c \geq 100 \sigma \text{ MPa}$	2. $100 \text{ MPa} > \sigma_c \geq 20 \text{ MPa}$ ハンマー打撃で砕ける	3. $20 \text{ MPa} > \sigma_c \geq 5 \text{ MPa}$ 軽い打撃で砕ける	4. $5 \text{ MPa} > \sigma_c$ ハンマー刃先食い込む	2	2	2
風化変質	1. なし・健全	2. 岩目に沿って変色強度やや低下	3. 鏡面の押し出しを生じる	4. 鏡面は自立せず崩れ、あるいは流出	2	2	2
割れ目の 頻度	1. 間隔 $d \geq 1 \text{ m}$ 割れ目なし	2. $1 \text{ m} > d \geq 20 \text{ cm}$	3. $20 \text{ cm} > d \geq 5 \text{ cm}$	4. $5 \text{ cm} > d$ 破碎、当初より未固結	2	2	2
割れ目の 状態	1. 密着	2. 部分的に開口	3. 開口	4. 粘土挟む、当初より未固結	3	3	2
割れ目の 形態	1. ランダム方形 	2. 柱状 	3. 層状、片状 	4. 土砂状、細片状、当初より未固結	3	3	3
湧水	1. なし・滲水程度	2. 滴水程度	3. 集中湧水	4. 全面湧水	1	1	1
水による劣化	1. なし	2. 緩みを生ず	3. 軟弱化	4. 崩壊、流出	2	2	2






## ある現場における岩盤等級判定の例

発注者数名

参考としてコンサル数名

参考として施工者数名



(A)	切羽の状態	1.安定	2.鏡面から岩塊が抜け落ちる	3.鏡面の押し出しを生じる	4.鏡面は自立せず崩れ、あるいは流出
(B)	素掘面の状態	1.自立(普請不要)	2.時間がたつと緩み肌落ちする(後普請)	3.自立困難掘削後早期に支保する(先普請)	4.掘削に先行して山を受けておく必要がある
(C)	圧縮強度	1. $\sigma_c \geq 100\text{Mpa}$ ハンマー打撃はね返る	2. $100\text{Mpa} > \sigma \geq 20\text{Mpa}$ ハンマー打撃で砕ける	3. $20\text{Mpa} > \sigma \geq 5\text{Mpa}$ 軽い打撃で砕ける	4. $5\text{Mpa} \geq d$ ハンマー刃先食いこむ
(D)	風化変質	1.なし・健全	2.岩目に沿って変色、強度やや低下	3.全体的に変色、強度相対に低下	4.土砂状、粘土状、破碎、当初より未固結
(E)	割れ目の頻度	1.間隔 $d \geq 1\text{m}$ 割れ目なし	2. $1\text{m} > d \geq 20\text{cm}$	3. $20\text{cm} > d \geq 5\text{cm}$	4. $5\text{cm} \geq d$ 破碎当初より未固結
(F)	割れ目の状態	1.密着	2.部分的に開口	3.開口	4.粘土を挟む、当初より未固結
(G)	割れ目の形態	1.ランダム方形 	2.柱状 	3.層状、片状、板状 	4.土砂状、細片状、当初より未固結
(H)	湧水	1.なし・滲水程度	2.滴水程度	3.集中湧水	4.全面湧水
(I)	水による劣化	1.なし	2.緩みを生ず	3.軟弱化	4.崩壊、流出

凡例：天端の評価   は複数意見   は1名の意見

トンネル地山等級判定マニュアル  
近畿地方整備局道路部道路工事課





図12. 17 割れ目間隔: 100cm 以上

幅 約10m

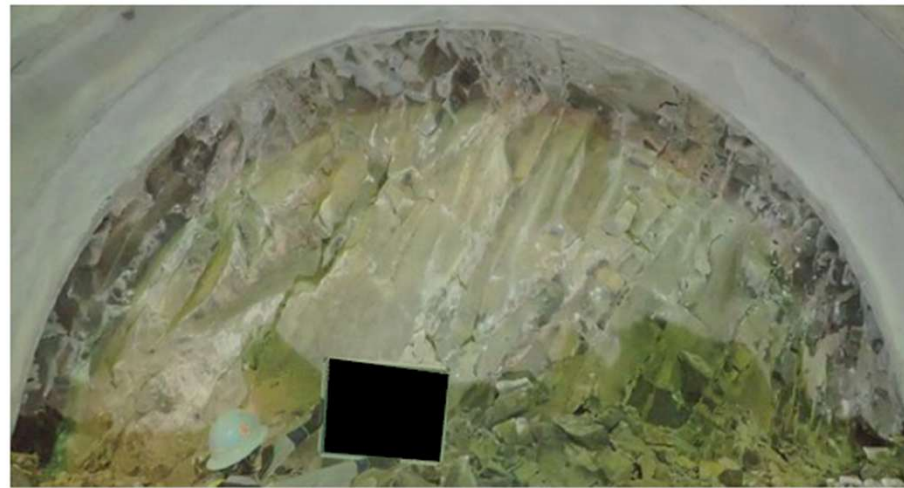


図12. 18 割れ目間隔: 30~100cm

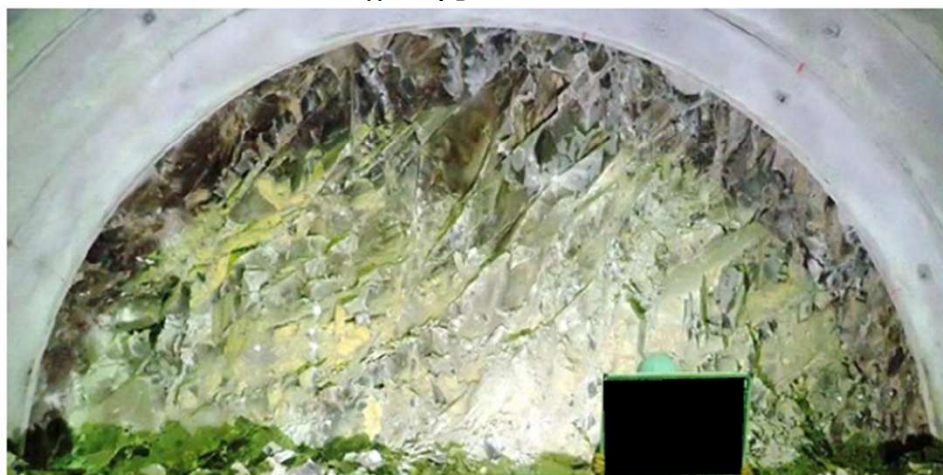


図12. 19 割れ目間隔: 10~30cm



図12. 20 割れ目間隔: 10cm 以下

切羽観察担  
当者のため  
の基礎知識  
日本トンネ  
ル技術協会



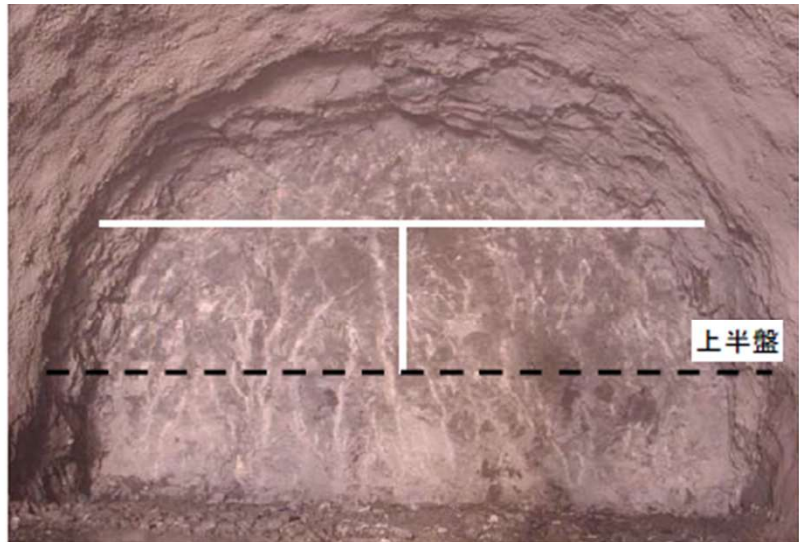


図10. 1 風化の程度「弱」



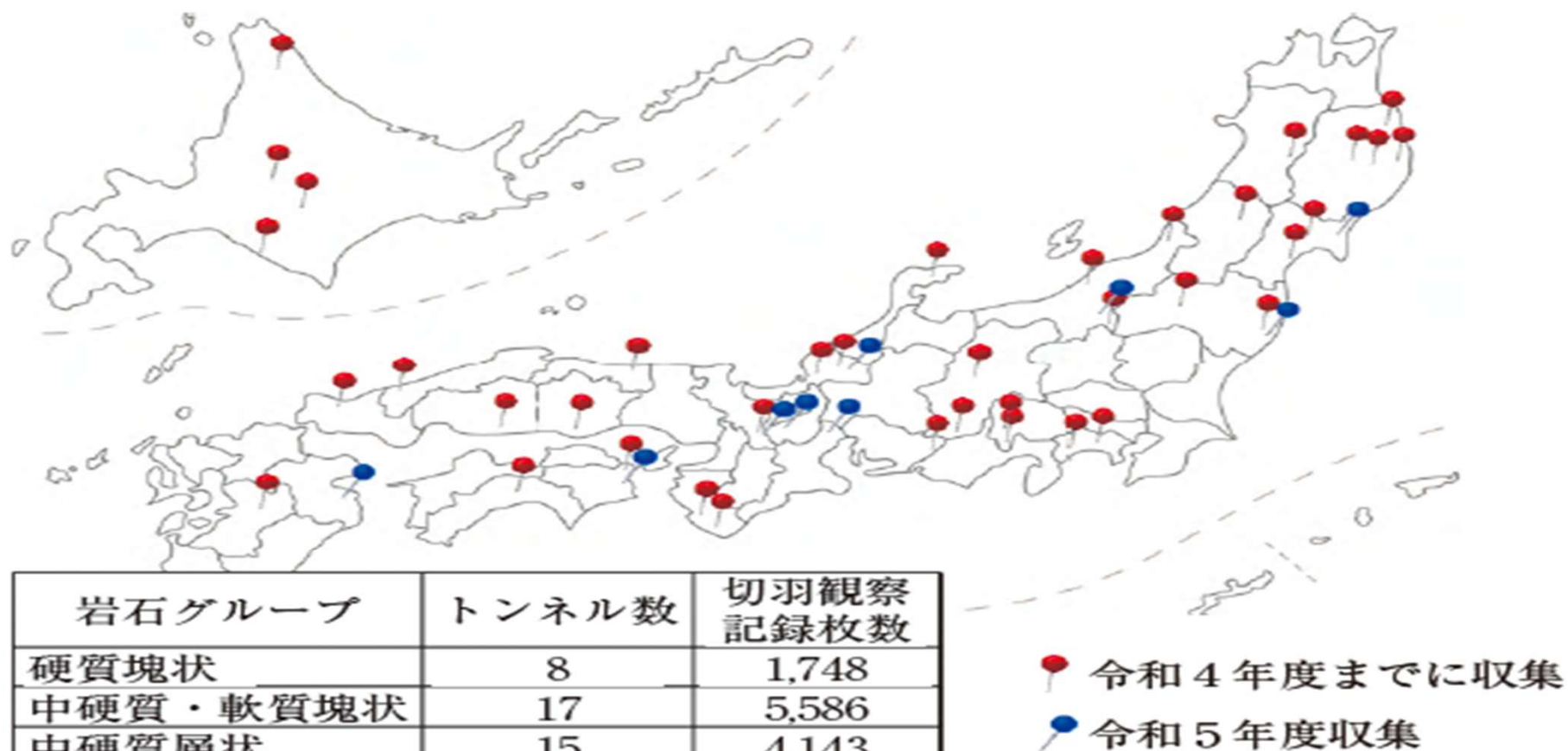
図10. 2 風化の程度「中」



図10. 3 風化の程度「強」

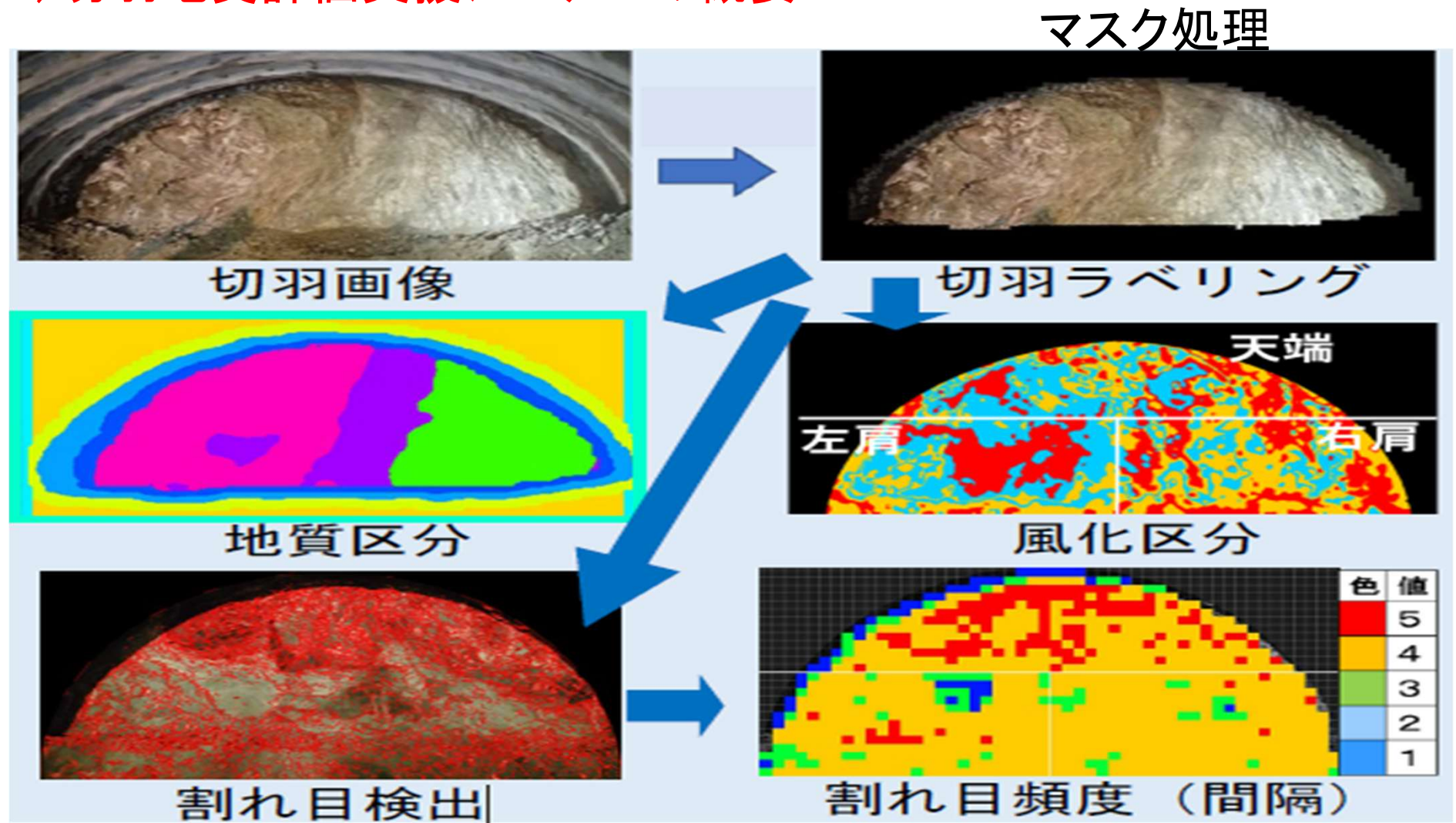
トンネル地山等級判定マ  
ニュアル  
近畿地方整備局道路部道  
路工事課

### (3) 切羽写真・地質観察記録収集 国交省技術調査課の了解を得て収集





## (4) 切羽地質評価支援システムの概要

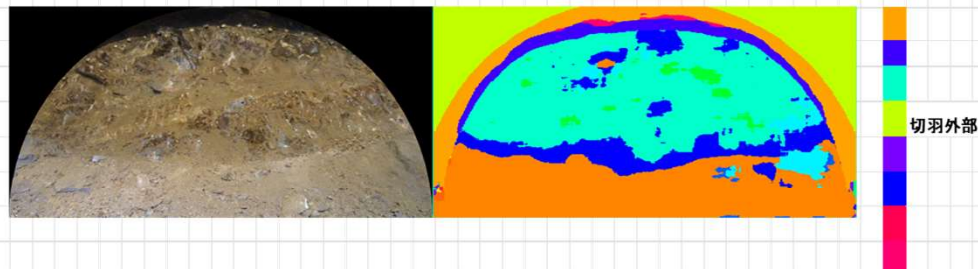






# AIによる地質評価結果

地質区分(切羽全面スケッチ)



切羽の状態:評価点

評価点	左肩	天端	右肩
1	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%
3	7%	8%	11%
4	93%	92%	89%
結果	4	4	4

素堀面の状態:評価点

評価点	左肩	天端	右肩
1	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%
3	79%	8%	96%
4	21%	92%	4%
結果	3	4	3

圧縮強度:評価点

評価点	左肩	天端	右肩
1	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%
3	7%	0%	19%
4	93%	99%	81%
結果	4	4	4

風化変質:評価点

評価点	左肩	天端	右肩
1	0%	0%	0%
2	5%	3%	4%
3	60%	85%	82%
4	34%	12%	13%
結果	3	3	3

割れ目の頻度:評価点

評価点	左肩	天端	右肩
1	0%	0%	0%
2	4%	1%	4%
3	73%	80%	78%
4	23%	19%	18%
結果	3	3	3

割れ目の形態:評価点

評価点	左肩	天端	右肩
1	21%	12%	33%
2	2%	1%	2%
3	36%	16%	28%
4	39%	71%	36%
結果	4	4	4

割れ目の状態:評価点

評価点	左肩	天端	右肩
1	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%
3	18%	24%	40%
4	82%	76%	60%
結果	4	4	4

湧水:評価点

評価点	左肩	天端	右肩
1	1%	1%	3%
2	70%	68%	77%
3	29%	31%	20%
4	0%	0%	0%
結果	2	2	2

水による劣化:評価点

評価点	左肩	天端	右肩
1	1%	2%	2%
2	6%	9%	6%
3	67%	78%	73%
4	24%	9%	17%
結果	3	3	3



## AI画像による切羽観察表

### 2. 切羽観察記録

評価区分(掘削地点の地山の状態と挙動)							評価区分		
							左肩	天端	右肩
(A)	切羽の状態	1.安定	2.鏡面から岩魂が抜け落ちる	3.鏡面の押し出しを生じる	4.鏡面は自立せず崩れ、あるいは流出	5.その他	4	4	4
(B)	素掘面の状態	1.自立(普請不要)	2.時間がたつと緩み肌落ちする(後普請)	3.自立困難掘削後早期に支保する(先普請)	4.掘削に先行して山を受けておく必要がある		3	4	3
(C)	圧縮強度	1. $\sigma_c \geq 100\text{MPa}$ ハンマー打撃はね返る	2. $100\text{MPa} > \sigma_c \geq 20\text{MPa}$ ハンマー打撃で碎ける	3. $20\text{MPa} > \sigma_c \geq 5\text{MPa}$ 軽い打撃で碎ける	4. $5\text{MPa} \geq \sigma_c$ ハンマー刃先食いこむ		4	4	4
(D)	風化変質	1.なし・健全	2.岩目に沿って変色、強度やや低下	3.全体に変色、強度相当に低下	4.土砂状、粘土状、破碎、当初より未固結		3	3	3
(E)	割れ目の頻度	1.間隔 $d \geq 1\text{m}$ 割れ目なし	2. $1\text{m} > d \geq 20\text{cm}$	3. $20\text{cm} > d \geq 5\text{cm}$	4. $5\text{cm} \geq d$ 破碎当初より未固結		3	3	3
(F)	割れ目の状態	1.密着	2.部分的に開口	3.開口	4.粘土を挟む、当初より未固結		4	4	4
(G)	割れ目の形態	1.ランダム方形	2.柱状 	3.層状、片状、板状	4.土砂状、細片状、当初より未固結		4	4	4
(H)	湧水	1.なし・滲水程度	2.滴水程度	3.集中湧水	4.全面湧水		2	2	2
(I)	水による劣化	1.なし	2.緩みを生ず	3.軟弱化	4.崩壊、流出		3	3	3

評価点 =

2.1

評価点 = (右肩 + 左肩 + 2 × 天端) / 4

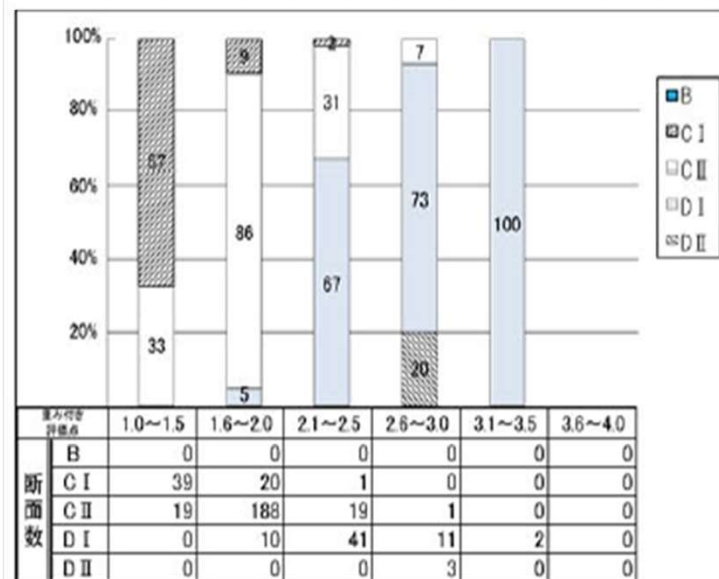
2

2.1

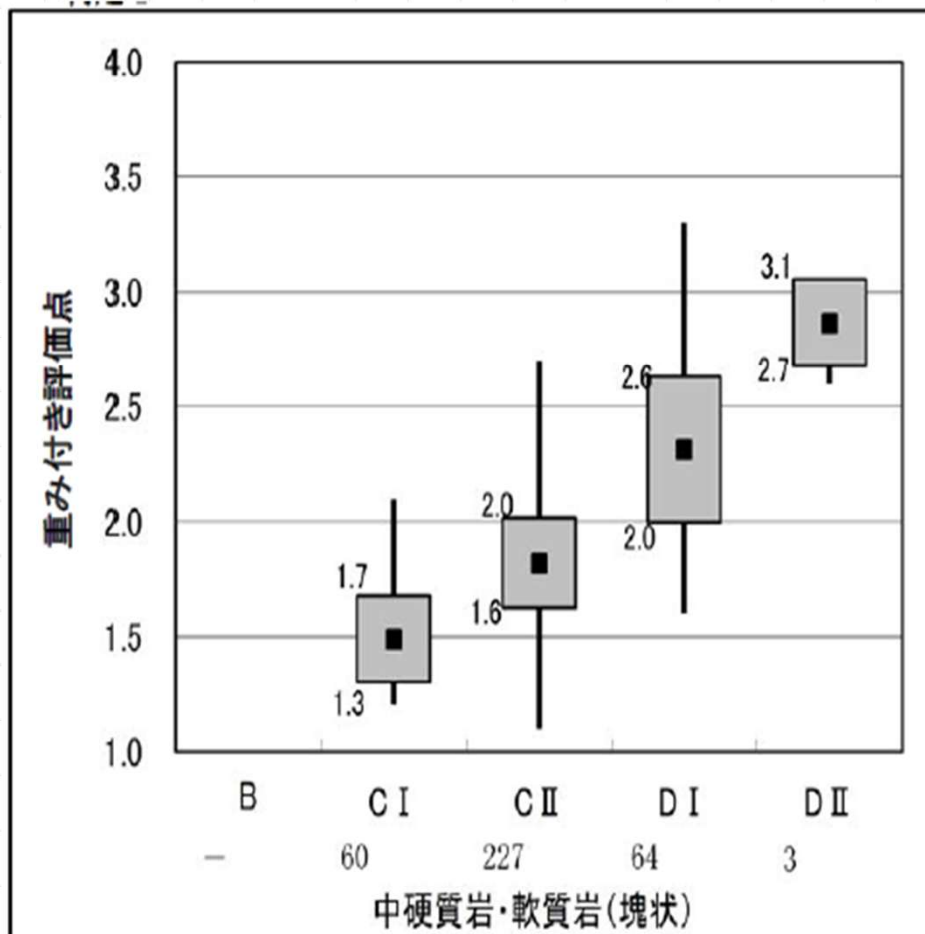
2

## (2) 切羽評価点による地山等級の判定

(分布表: 参考)



判定 I



土研, NEXCO提案式により地山等級を判定

AIIによる推奨  
支保パターン

判定 I

D I

## (5) 教師データの精度向上への取り組み

### 1. 既存切羽画像の品質: 画像AIの精度向上には正しい教師データセットが不可欠

画像の明暗, ピント, 照明の光源による変色, 重機・人物の映り込みの有無

- ・ 目視による品質不良画像のスクリーニングと削除を実施
- ・ 見直し前後の学習データで再学習を行い、予測結果の変化を比較検討

### 2. 切羽観察記録の評価区分のバラツキ, つけ間違え:

トンネルの地質, 施工方法, 主に観察技術者の判断差に起因

- ・ 特定地質技術者による学習データの再評価を行い, 元の記録との差をバラツキと仮定

### 3. 新規画像データは, AI用の撮影要領を作成して高品質の画像を所得





照明による変色, 白とび



スポットライトによる不均質



吹付残部が多い



支保部材映り込み



変色, 切羽両サイド欠如



重機映り込み



重機の影映り込み



重機の影映り込み



暗い, 切羽面のピントぼけ



重機の影映り込み



重機の影映り込み



重機映り込み, 切羽右欠如



変色, 影映り込み



暗い, 切羽面のピントぼけ



粉塵による雪降り, サイド欠如

## (6) 切羽観察支援システムの解析フロー

### 使用アルゴリズム

- 予測システムの推論アルゴリズムはNFNet-L0  
ResNet, EfficientNetより高速な学習, 画像認識性が高い  
センターでNVIDIAのDGXスーパーコンピューターを購入して解析

### ステージ 1

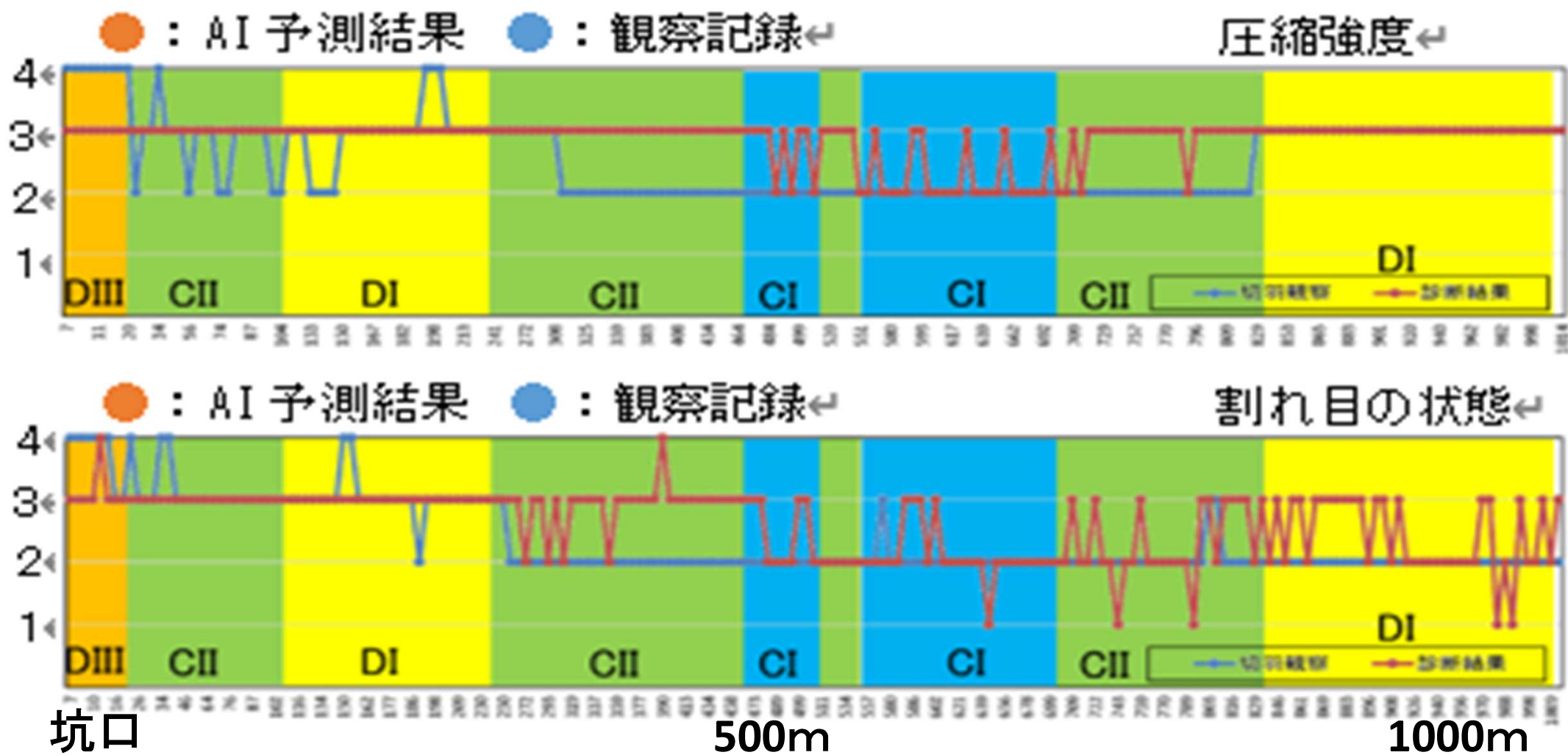


品質の高い画像

現場で評価された切羽評価点

## (7) 適用結果と精度 当初モデル

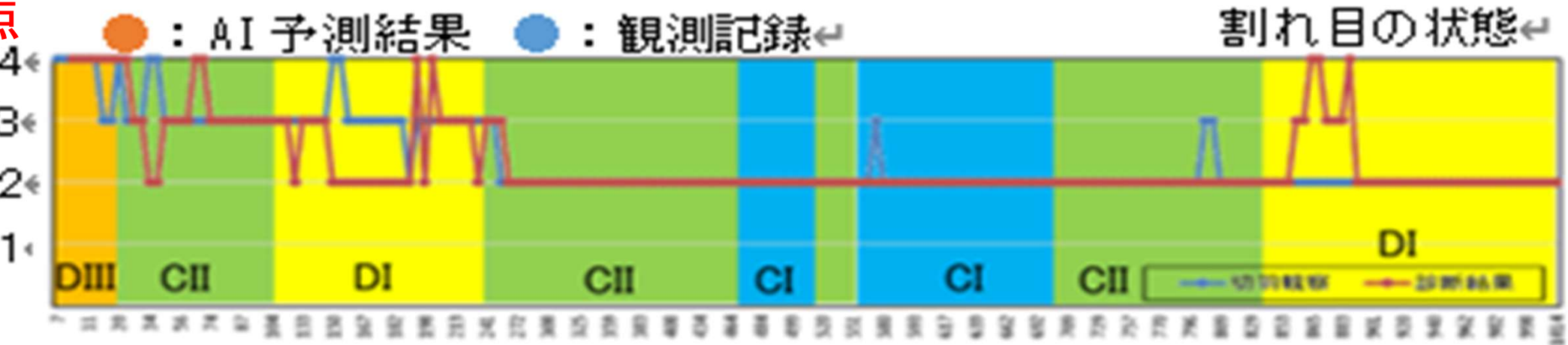
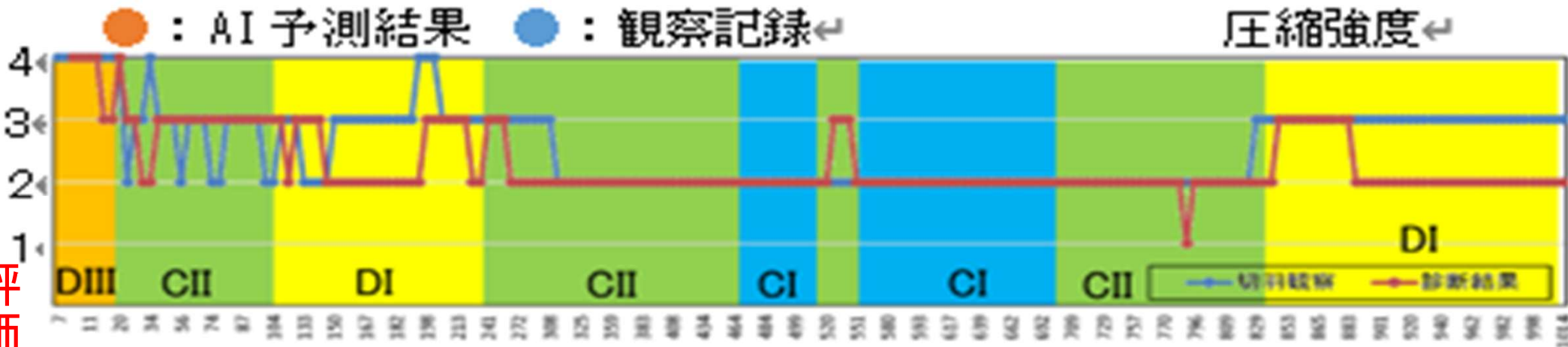
評価点





適用結果と精度 改良モデル

評価点



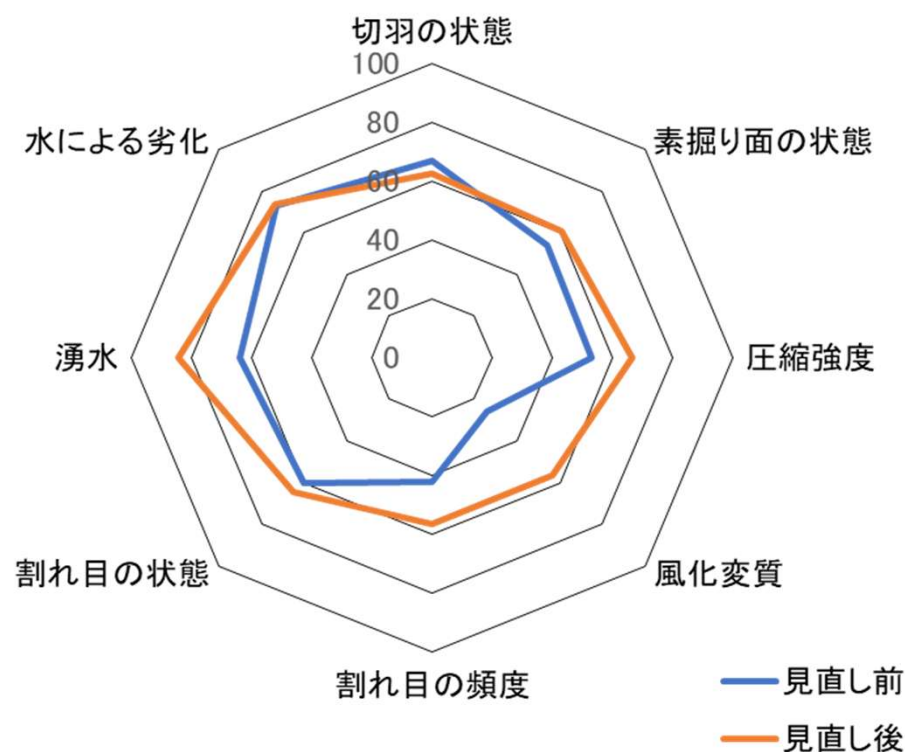
坑口

500m

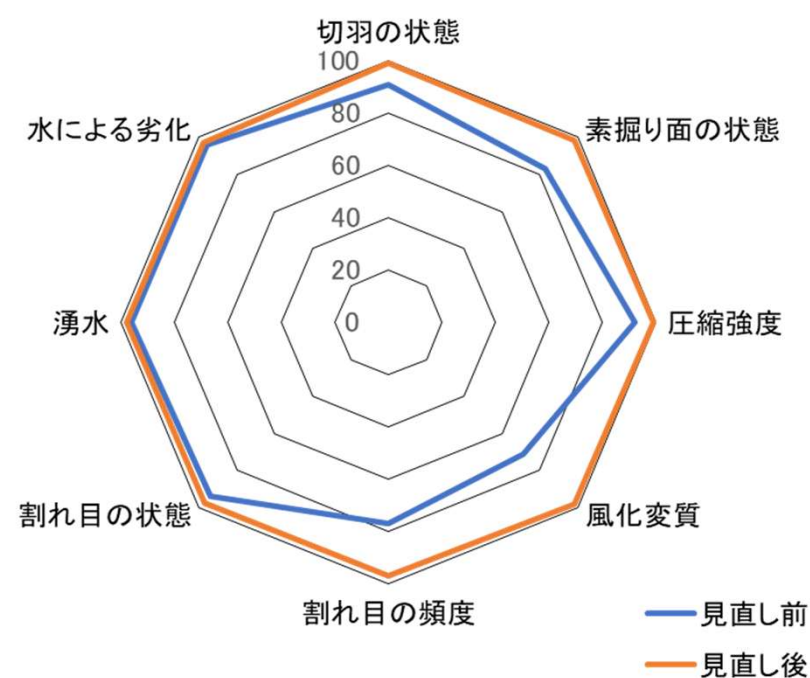
1000m

# データセットの見直しによる全項目の精度比較

- 学習データ数は減少したが、精度は向上
- 1ランクの差を許容した場合、見直し後の一致率は概ね95%以上



予測結果と実観察結果の一致率



予測結果と実観察結果の一致率  
(1ランク差を許容)

## (8)切羽観察データ集計システムの構築 重要なデータの保存

(トンネル基本情報・切羽観察項目、変位計測):近畿地方整備局仕様

53トンネル，16428枚の切羽観察DBを作成 切羽観察評価式の再検討も可能

基本情報																								
日 時	測点No	土被り (m)	地表 地形	地質年代	切 羽 湧水量	切羽色	切羽全体 湧 水 量	切 羽 全体色	実施 支保	岩石グ ループ	岩石名	発破 数量	A. 切羽の状態			B. 素掘面の状態			C. 圧縮強度			D. 風化変質		
													左 肩	天 端	右 肩	左 肩	天 端	右 肩	左 肩	天 端	右 肩	左 肩	天 端	右 肩
2018-07-2 30：00：00	409+5.8	113.8	偏圧 地形	新生代第4 紀～更新世	滴水	無色	0	無色	DI	中硬質 岩・乾	安山岩	5	2	2	2	2	2	1	3	2	2	3	2	2
2018-07-24 0：00：00	409+9.8	116.1	偏圧 地形	新生代第4 紀～更新世	滴水	無色	2	無色	DI	中硬質 岩・乾	安山岩	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2018-07-25 0：00：00	409+13.8	120	偏圧 地形	新生代第4 紀～更新世	滴水	無色	0	無色	DI	中硬質 岩・乾	安山岩	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2018-07-26 0：00：00	409+18.8	121.8	偏圧 地形	新生代第4 紀～更新世	滴水	無色	0	無色	DI	中硬質 岩・乾	安山岩	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2018-07-27 0：00：00	410+1.8	124	偏圧 地形	新生代第4 紀～更新世	滴水	無色	0	無色	DI	中硬質 岩・乾	安山岩	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2018-07-30 0：00：00	410+5.8	126.8	偏圧 地形	新生代第4 紀～更新世	滴水	無色	0	無色	DI	中硬質 岩・乾	安山岩	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2018-07-31 0：00：00	410+9.8	129.4	偏圧 地形	新生代第4 紀～更新世	滴水	無色	0	無色	DI	中硬質 岩・乾	安山岩	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

### 3 AIによる肌落ち予測支援システムの開発

#### (1) 開発の目的

掘削後のコソク作業は、切羽作業の安全性確保のため重要であるが、現場作業員により経験的に行われてきた。肌落ち災害防止のためのコソク作業完了確認も、浮石などの切羽地質状況を切羽監視責任者が判断しているため、**技量の差**により肌落ち災害が発生している場合がある。

肌落ちデータは、事故が発生した場合だけしか記録されておらず、**教師データの不足**のために、これまで、AI技術を活用できなかった。





## トンネルにおける 切羽作業

火薬装薬



支保工設置

ロックボルト挿入

国土交通省，山岳トンネルの  
自動化施工等活用促進に向け  
た有識者会議資料HP

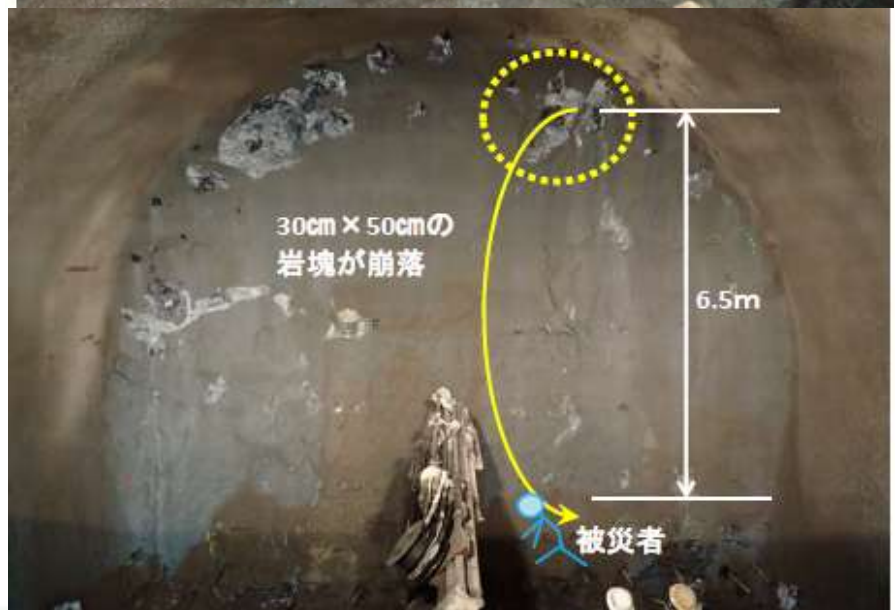




## 肌落ち(岩石が剥がれ落ちる現象) 事故事例



共研ゼネコン提供







## 切羽小崩 落事例

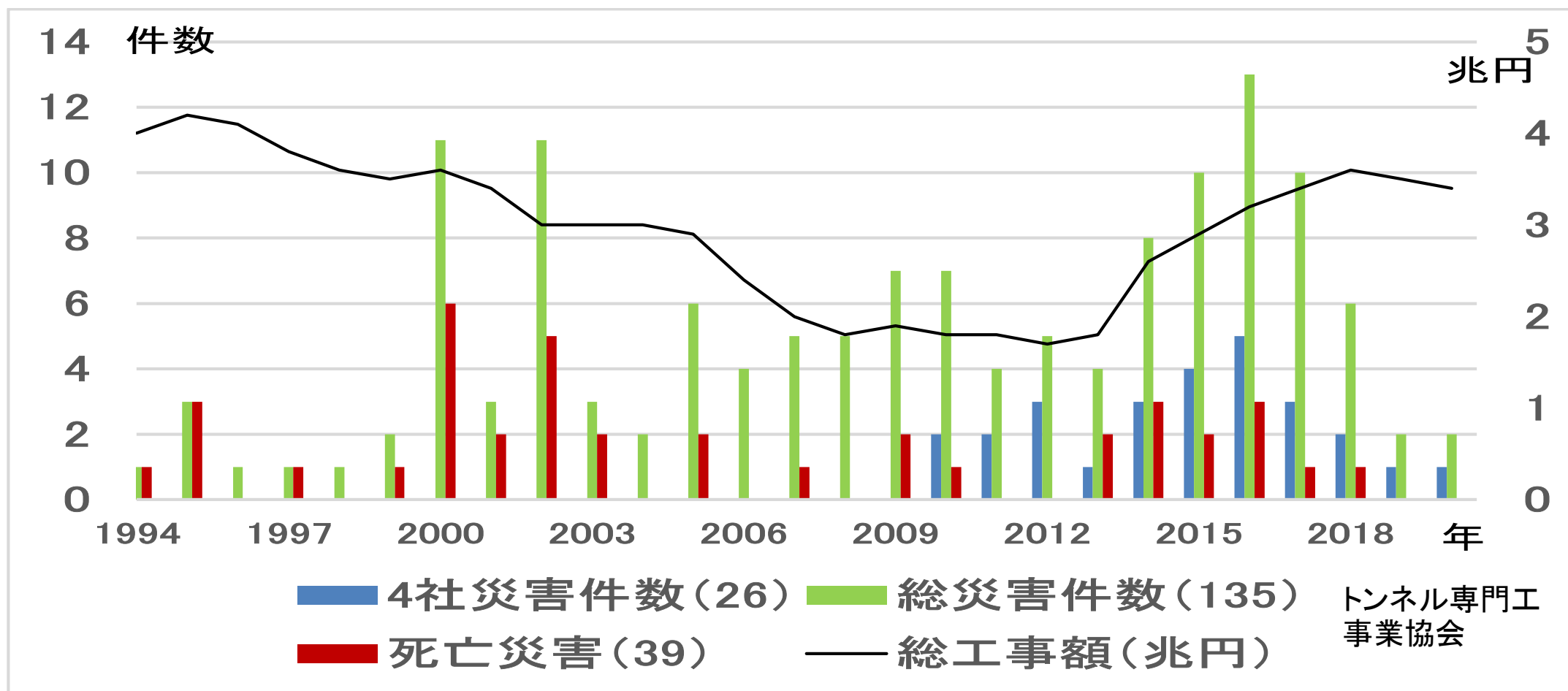


共研ゼネコン提供

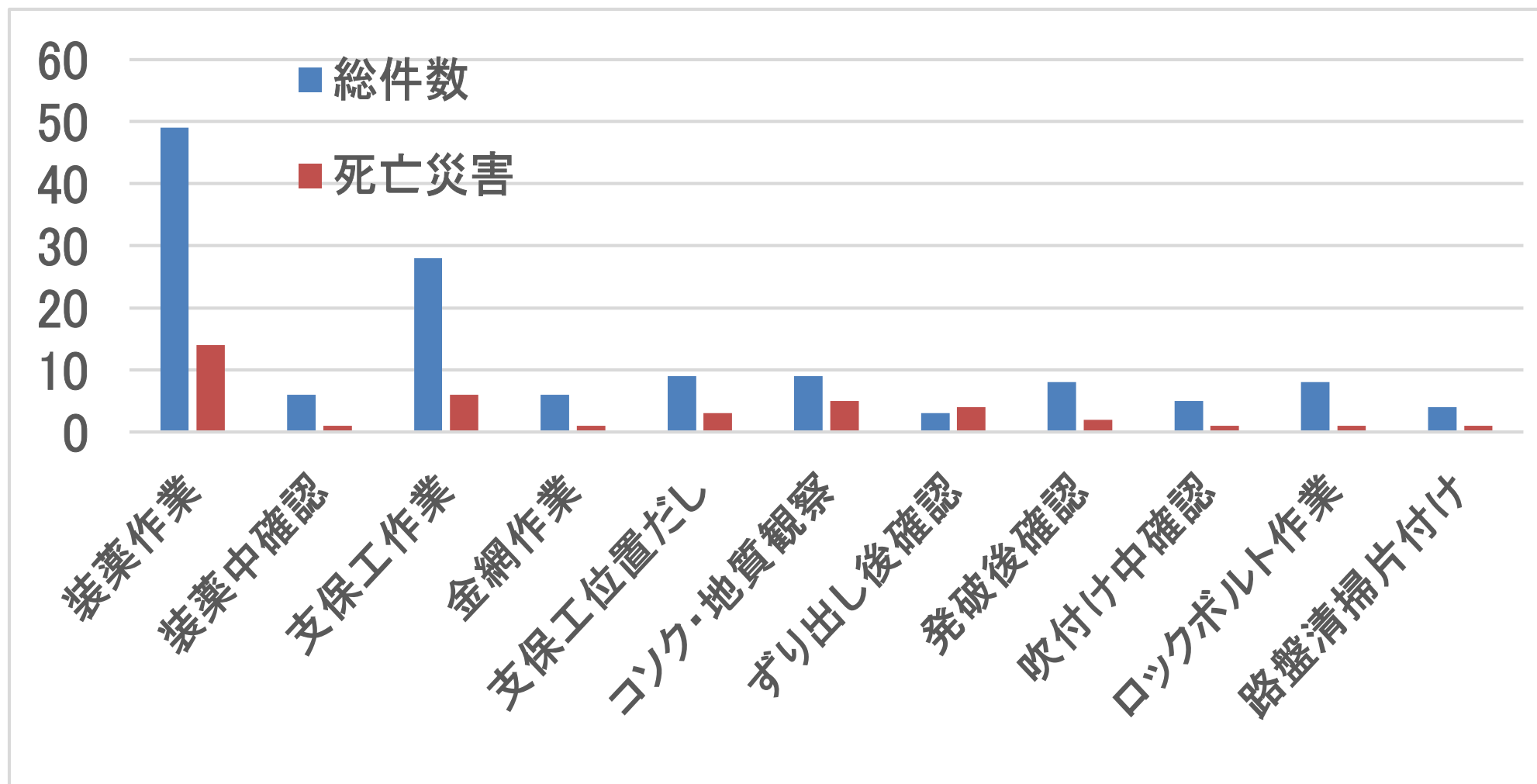




## (2) 肌落ち災害の分析 事故件数の推移



2016年、2018年に厚生労働省より肌落ち防止ガイドラインが通達され、対策が強化されたためそれ以降は減少

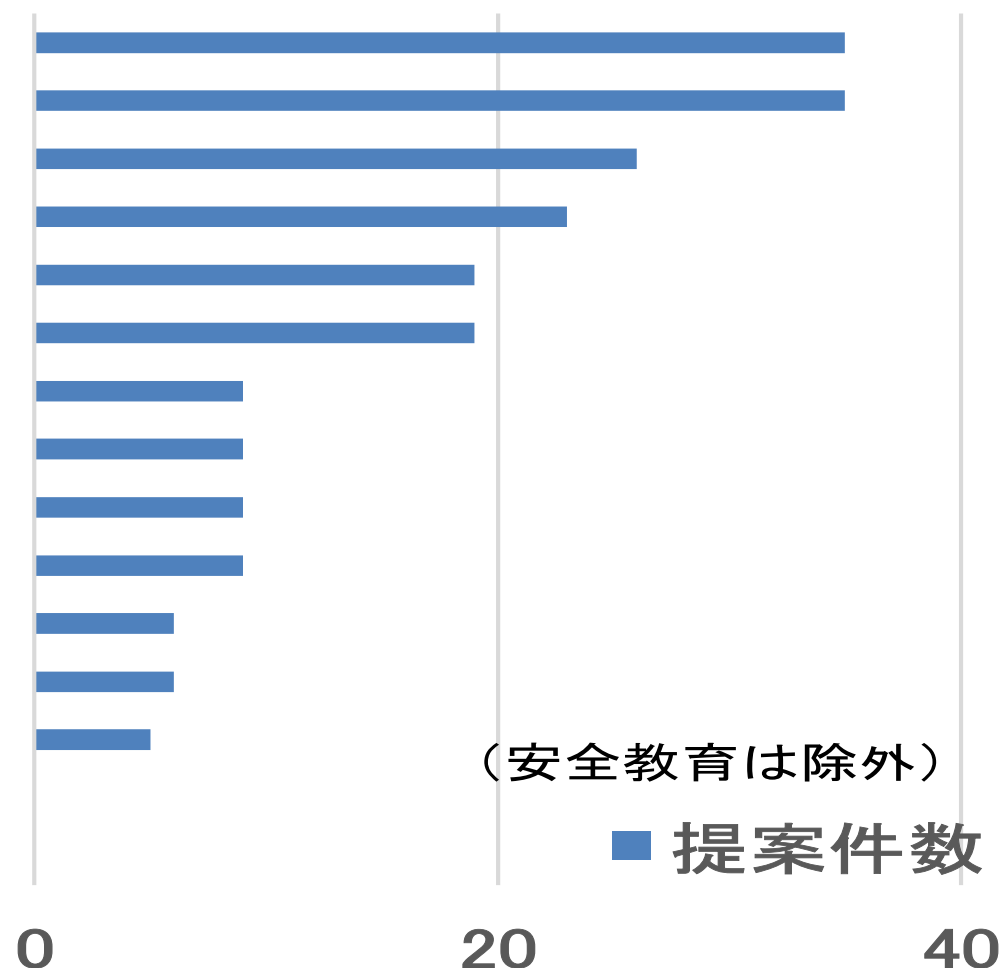


## 切羽作業別災害件数

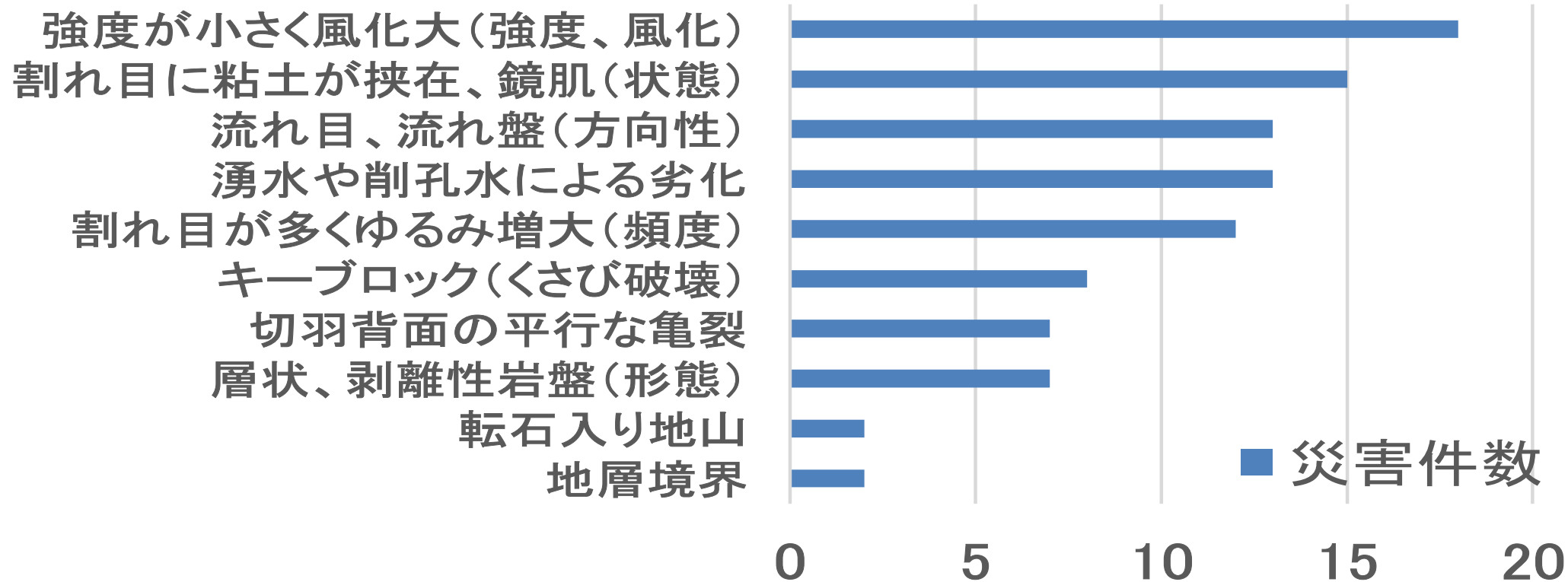
# 対策工の実態分析

## 再発防止案の提案件数

鏡吹付の実施・強化  
吹付の品質向上、厚さの確認  
コソクの徹底、浮石の確認  
水抜き、鏡ボルト等  
切羽監視員の増員  
ヘッドガード、防護ネット  
照度アップ  
地質情報の共有化  
切羽面の凹凸をなくす  
ひび割れ監視、切羽変位計測  
路盤清掃(避難路盤)  
穿孔後に再度浮石除去  
立ち入り禁止ロープ







## 地質的な要因別災害件数

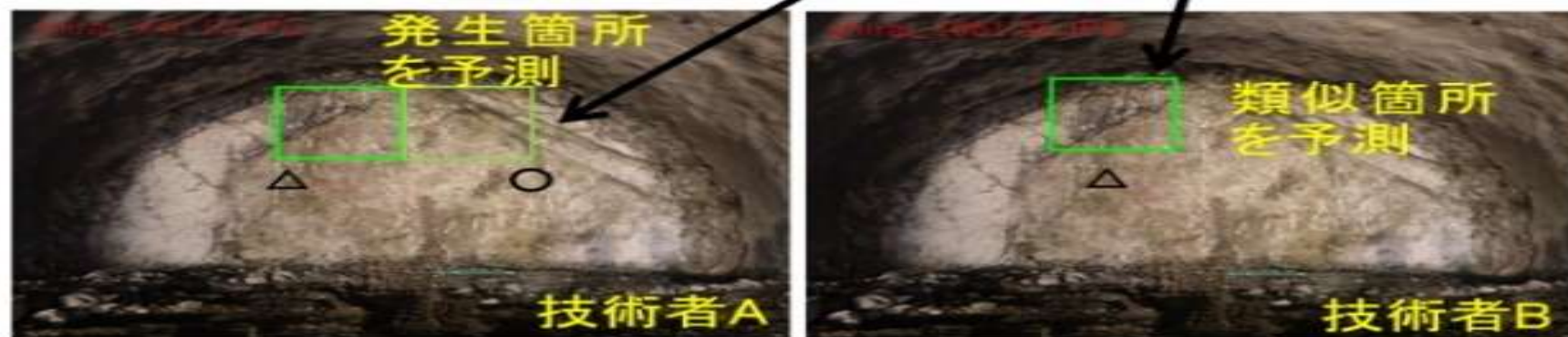
### (3) 教師データの作成 実際の肌落ち箇所と予測箇所の比較例

収集した事故事例だけでは、教師データを作成できないため、地質技術者が事故事例に基づき肌落ちしそうな不安定箇所を抽出して教師データを作成することとした。その第一歩として写真は剥落箇所を知らせずに一致度を調べた結果の例

#### ● 吹付剥落箇所の把握



#### ● 教師データとの比較



ブラインドテストの結果、地質技術者の予測した個所と実際の肌落ち個所の一致度が高かったため、地質技術者が追加教師データを作成可能

## 肌落ち教師データの例(安定切羽)



軟質塊状岩(砂岩)DI



軟質塊状岩(凝灰角礫岩)CII



硬質塊状岩(花崗閃緑岩)CI

## 事故事例に基づく不安定切羽の箇所

パターン
トンネル外周部
岩塊の抜け落ち跡
割れ目に沿って切羽凸凹
割れ目細かく入る
割れ目に粘土・介在物
周囲より風化・変色, 風化・変色著しい
破碎帯, 破碎状, 土砂化
滲水, 湧水あり
その他



軟質層状岩(泥岩頁岩)DI



軟質層状岩(凝灰岩・礫岩)CII



硬質塊状岩(トータル岩)CI



# 肌落ち危険箇所・安定箇所教師データの例

(花崗閃緑岩)

危険箇所



安定箇所



(花崗閃緑岩)

危険箇所



安定箇所



(マイロナイト)

危険箇所



10,000の危険箇所と3,000の安定箇所の教師データを地質技術者が作成

## (4) 解析モデル

### 従来のCNN (ResNet)

高解像度の情報が失われやすい。姿勢推定や細かい位置認識には不利

画像認識タスクで高い性能を示す深層学習モデルHRNet (High-Resolution Net)

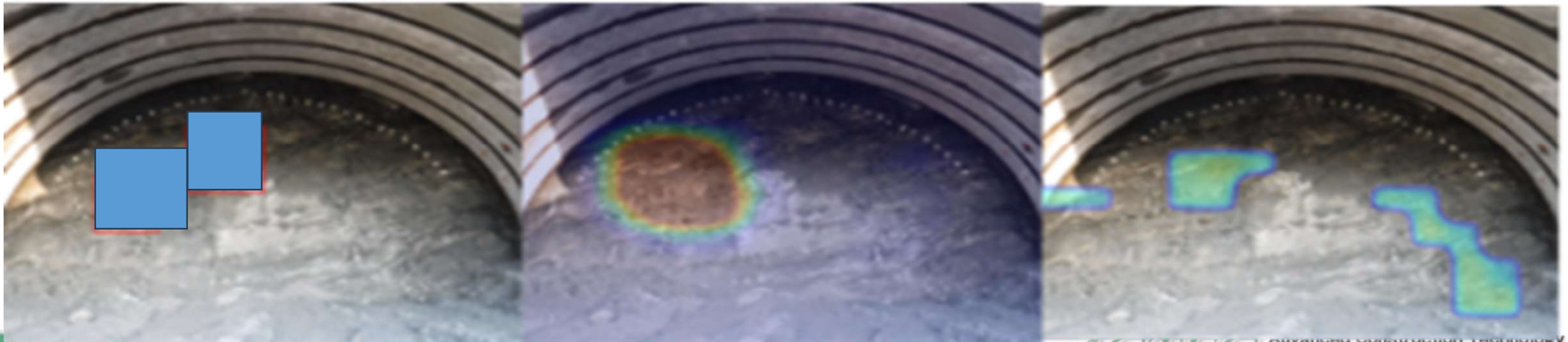
自動運転における周囲環境の正確な認識、人や動物の体から、関節や目鼻などのキーポイント (重要な点) の位置を正確に検出

ラベルの中心で重みを大きく

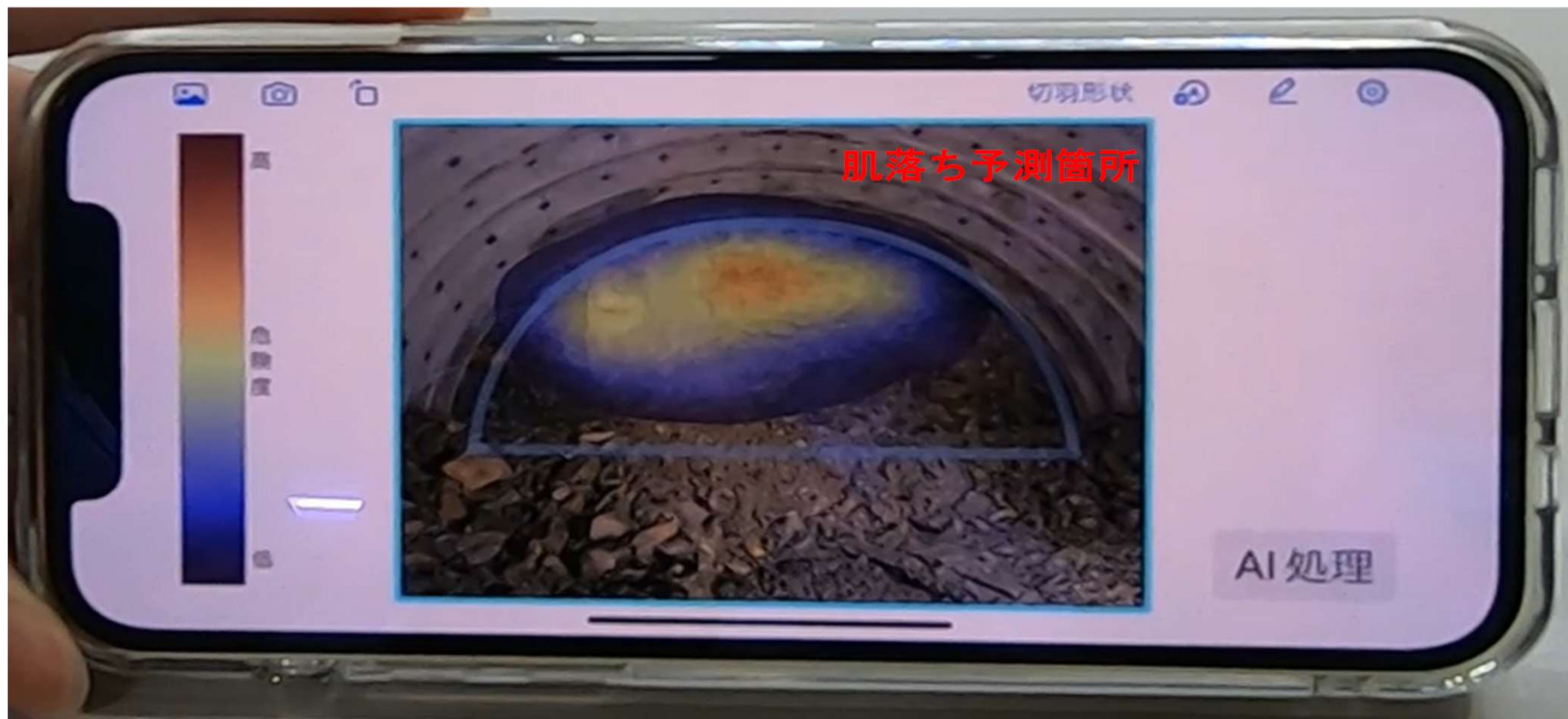
正解位置表示画像

HR-net予測 (新モデル)

Resnet50 予測 (旧モデル)



## (5) 肌落ち予測支援システムの概要



現場により、安全性の閾値を変更可能、通常は安全側の閾値





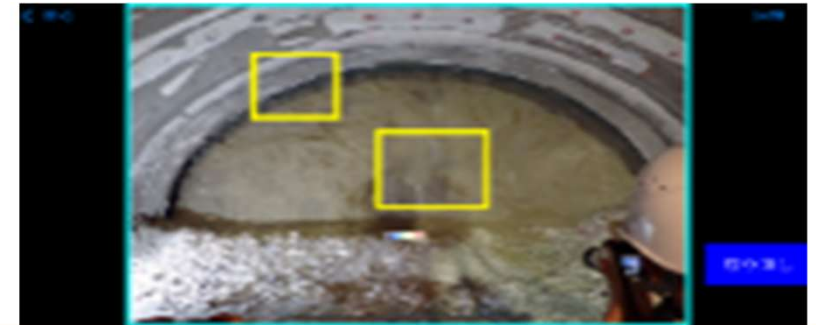
新規データを毎回、地質技術者が教師データを作成するのは不合理  
クラウドを利用して現場から教師データを収集し、繰り返し機械学習を実施  
さらなる精度向上



肌落ちアプリ  
アップデート



肌落ち  
教師データ



A diagram illustrating the interaction with the application interface. It shows a hand tapping on the screen to create a yellow rectangle. The text 'タップ 拡大、縮小' (Tap, Zoom In, Zoom Out) is written below the rectangle. To the right, a list of features is provided:

- ・画面上のタップ位置に矩形を描画
- ・矩形は移動、拡大、縮小が可能

Below the list, another image shows a hand moving a yellow rectangle, with the text '移動' (Move) written below it.

## (6) 適用結果と精度



検証方法



技術者の予測（左）とアプリの予測（右）



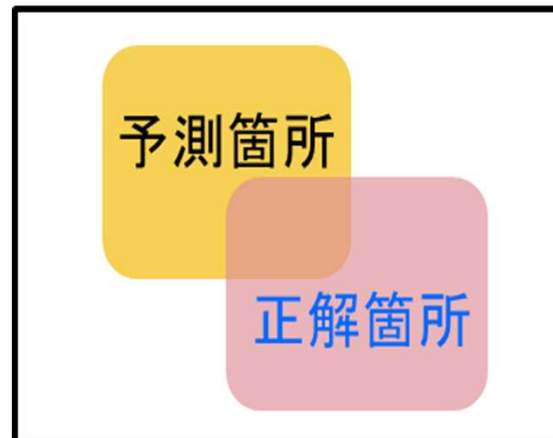
IoU

予測箇所と正解箇所が重なった部分のピクセル  
予測箇所と正解箇所のピクセルの合計

$IoU = 0$



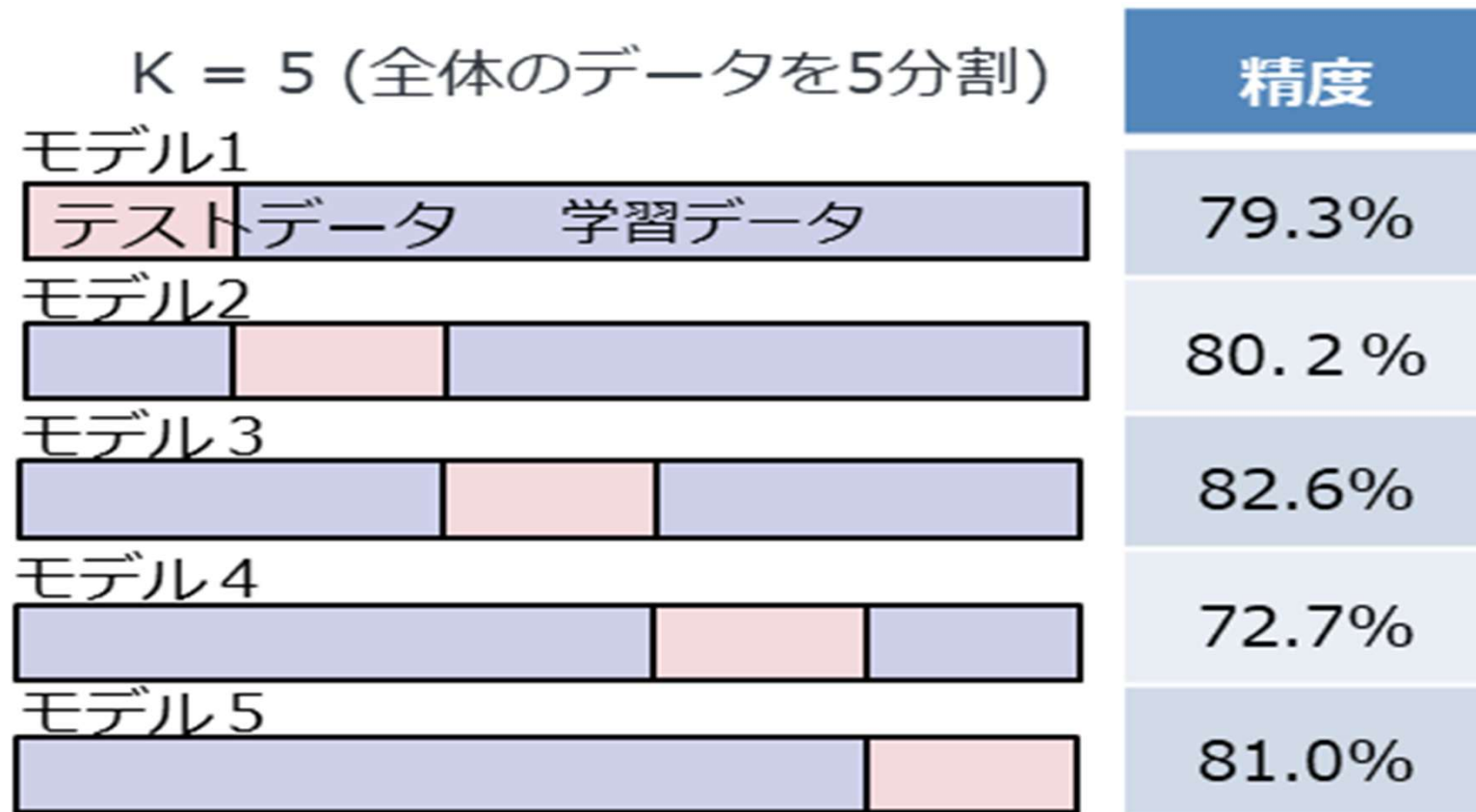
$IoU = 1/7$



$IoU = 1$

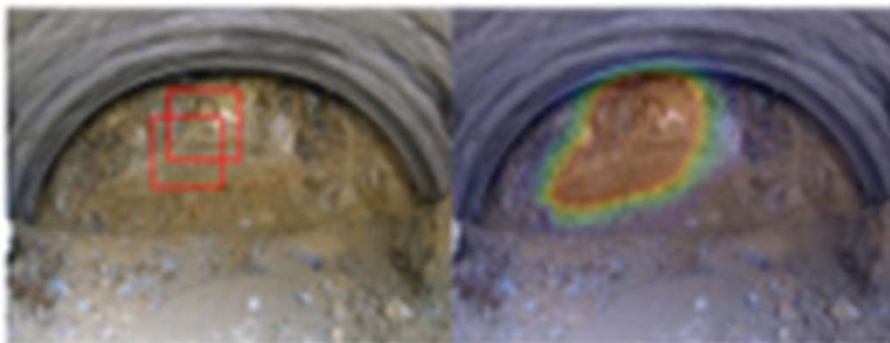


精度検証方法

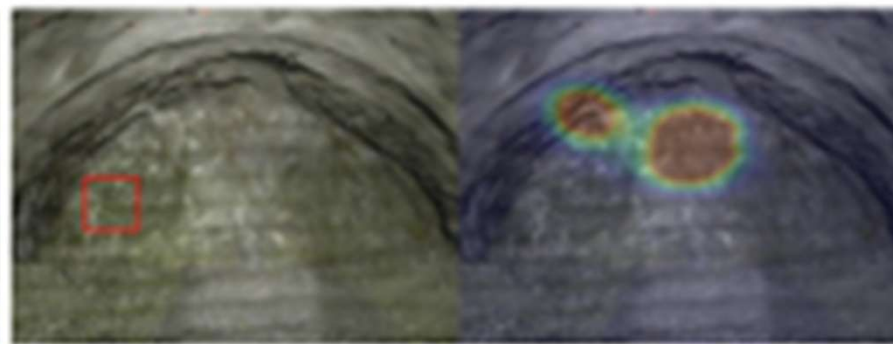
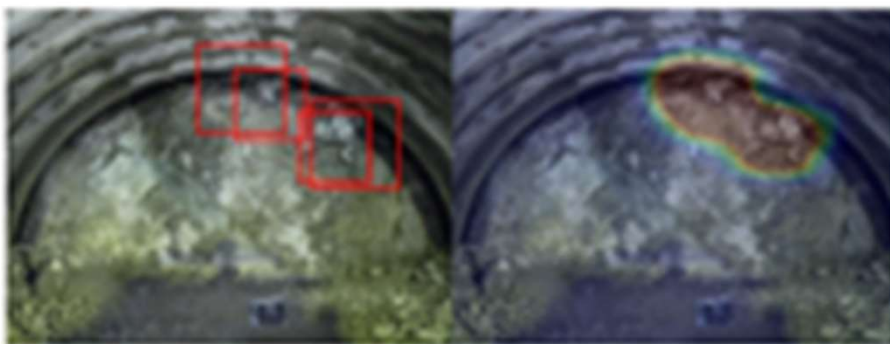
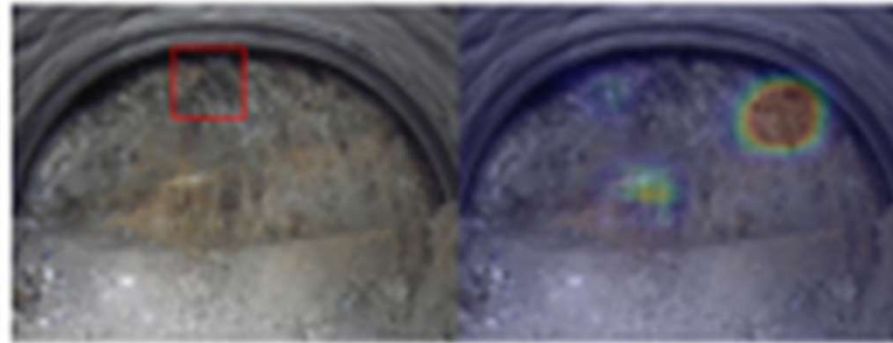


## 交差検証の結果

● ○の例



● ×の例



専門家の予測

AIによる予測

専門家の予測

AIによる予測

## 定性的評価の例



## 肌落ち予測結果の比較

岩石グループ	地質の専門家の評価と AI による肌落ち アプリの予測の一致と不一致の切羽数			正答率 (%) (○+△)/全数
	○ほぼ一致	△一部一致	不一致	
硬質塊状	141	30	16	91
中硬質塊状	198	38	26	90
中硬質層状	30	6	0	100
軟質塊状	29	1	10	75
軟質層状	193	70	98	73

## 4 トンネル情報活用研究会の活動（R5年4月設立時事業内容）

### ①切羽画像、切羽観察のデータ等の共有に向けた関係機関等への働きかけ

2024年1月 国土交通省技術調査課より許可を得て会員から追加データを収集

### ②画像AI活用のための切羽撮影要領の制定と普及に向けた関係機関等への働きかけ

撮影要領案を作成し、学会で発表

### ③「iPhoneによる肌落ち予測アプリ」の活用

開発したアプリを会員に無償配布し、フィードバック情報により精度向上

### ④「AIを活用した切羽評価支援システム」の活用

開発したアプリを会員に無償配布し、フィードバック情報により精度向上

### ⑤「切羽観察データベース」の構築

貴重なデータの保存と活用

### ⑥会員相互の意見交換を行いトンネル分野における他の協調領域の研究テーマを模索

# トンネル情報活用研究会構成 会員

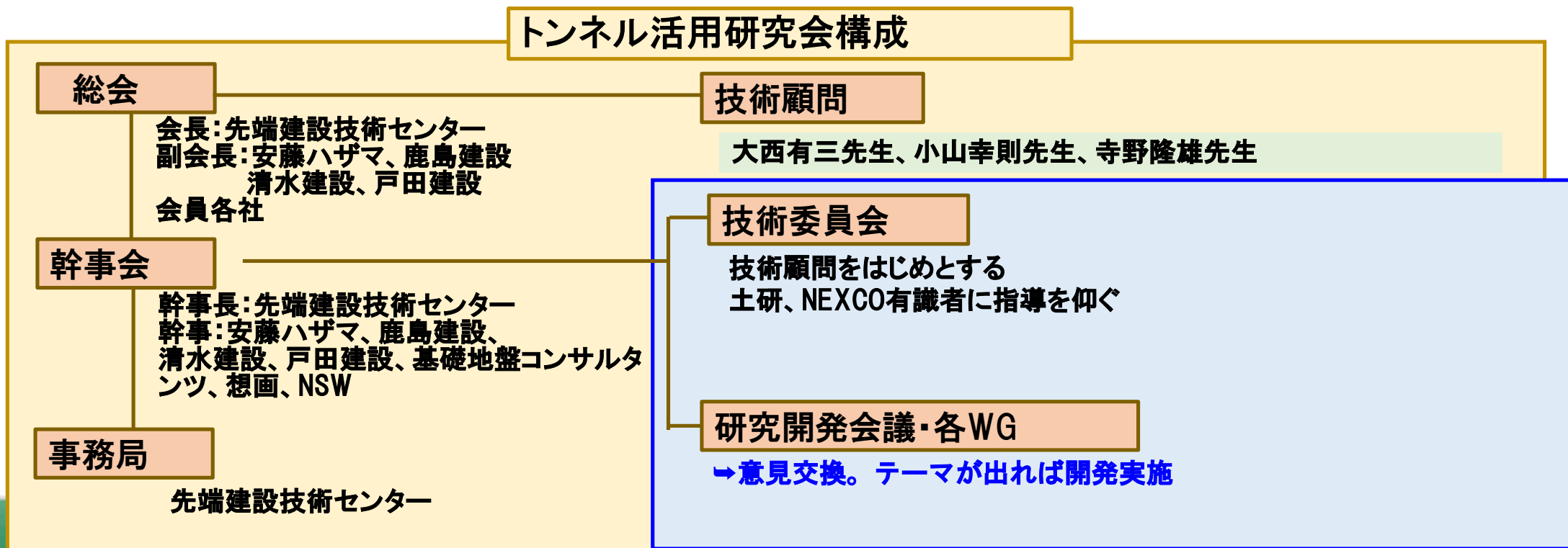
2023年4月28日設立26社 2025年現在30社

## 「建設会社」 25社

安藤・間、大林組、奥村組、鹿島建設、熊谷組、鴻池組、五洋建設、佐藤工業、清水建設、大成建設、竹中土木、鉄建建設、東急建設、東洋建設、戸田建設、飛島建設、西松建設、日本国土開発、フジタ、前田建設工業、三井住友建設、福田組、大日本土木、青木あすなろ建設、不動テトラ

## 「専門業者」 5社

NSW、応用地質、川崎地質、基礎地盤コンサルタンツ、想画





## 5 まとめと今後の予定

開発したシステムは、あくまでも支援ツールであり、**最終判断は人**が行うのが原則

**肌落ち予測システム**は、安全側の評価としており実用上は問題ない

**切羽地質評価システム**は、経験の少ない技術者の支援ツールとして有効

**切羽観察DB**は、貴重なデータの保存と評価方法の見直しに活用

### 新しいニーズ

- ・更なる安全確保のため、切羽に人が入らない**自動化施工技術**の開発を推進
- ・動画を利用した**遠隔臨場**による切羽地質評価技術を推進
- ・ドローンやロボット(静止画+動画、点群データ)による地質評価技術の開発も行われている
- ・CDEや**クラウド**を活用することが一般的になりつつある
- ・AI技術、特に**生成AI技術**の進歩は著しい

新しいニーズに対応するため、開発した技術を改良しつつ、新たなテーマを模索して発注者と受注者の橋渡しとしての**センター**の役割を果たしていきたい

データ収集を許可いただいた本省技術調査課，データを提供していただいた各地方整備局の工事事務所，ゼネコン各社の皆様に感謝いたします。