

# 岩盤力学におけるDX活用検討小委員会 標準データによる検討

2024年1月11日

岩盤力学におけるDX活用検討小委員会

# WG2の取り組み

## 1. 標準データの要件設定

Step 1) 現状のAIモデルが評価に用いているデータ種類の調査

Step 2) 共通化できる項目, 標準化すべき項目の検討

Step 3) 標準データの収集方法, 公開方法についての検討

⇒ 各社横断でなるべく多くの種類の切羽評価事例を収集

## 2. 標準データの有効性・実現性を検討

Step 1) データ収集の実施 (参加各社が持つ学習データの提供)

→ 試行版標準データの策定

Step 2) 試行版標準データに対する各AIモデルの評価結果比較

→ 他社データ評価時の精度確認

Step 3) 試行版標準データを用いた再学習後のAIモデルで評価結果を再比較

→ 精度向上は？

Step 4) 標準データの有効性・実現性の評価

→ 再学習モデルの汎用性, データ数の妥当性は？

⇒ 現状、自社AIモデルを保有者間で相互評価の実施

# WG2：検討項目

## 1. 標準データとして整備すべき仕様を検討（要件設定）

- 切羽画像，削孔データ，赤外線画像などの必要・有効なデータセットの検討
- 切羽撮影方法，エネルギーデータなど，データ採取方法の標準化の検討など

## 2. 標準データの有効性・実現性を検討

（各AIモデル間の相互データ共有による精度比較）

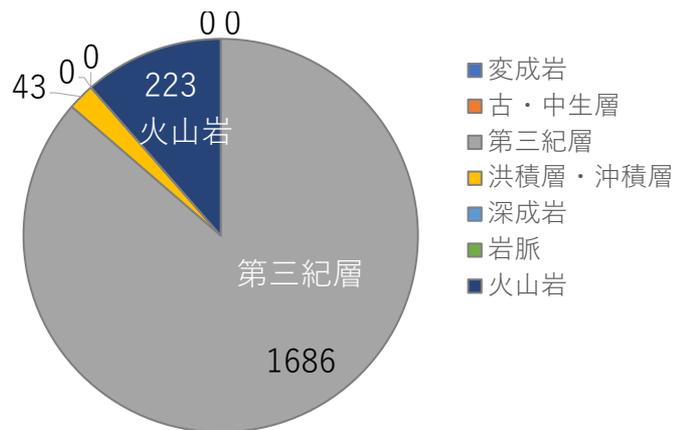
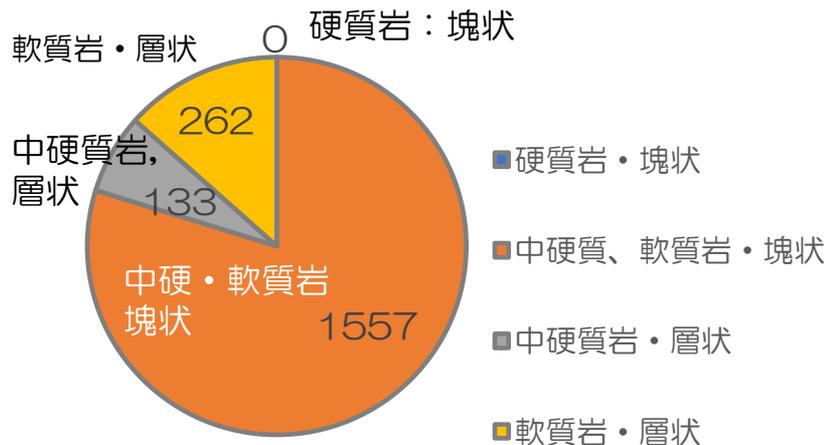
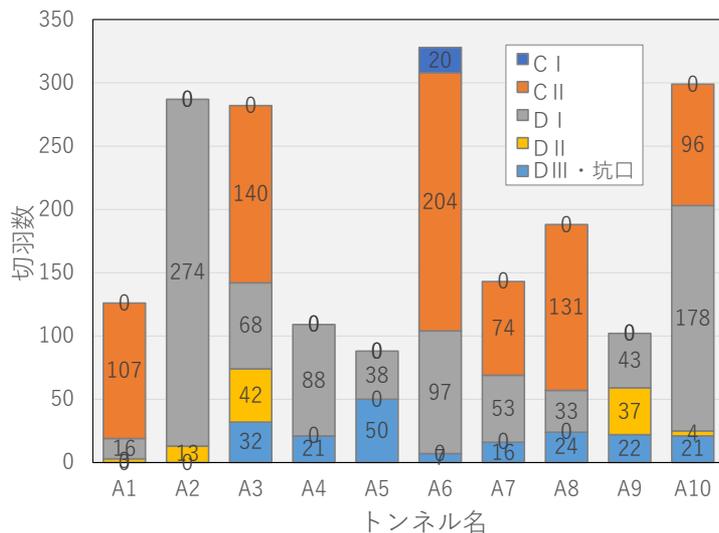
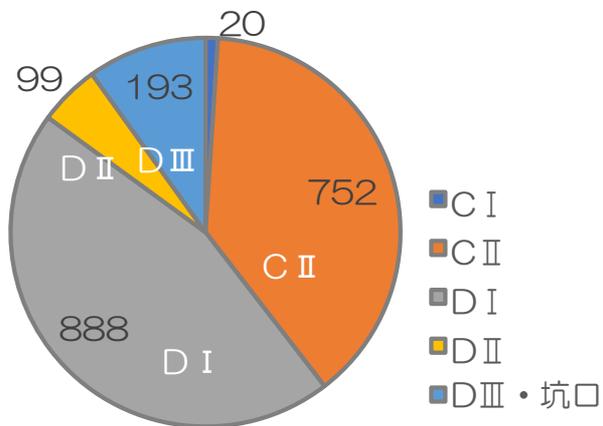
- 各AIモデル間による相互評価・精度の比較
- 教師データの相互提供による再学習AIモデルによる精度向上効果の確認
- 「標準データ」整備により，評価結果の客観性，平準化，性能評価の実現可能性の検討

## 3. 標準データの整備方法の提案

- 「標準データ」の要件設定および有効性・実現性検討結果を踏まえて，データ整備方法を提案

# Step 1) データ収集の実施 (参加各社が持つ学習データの提供)

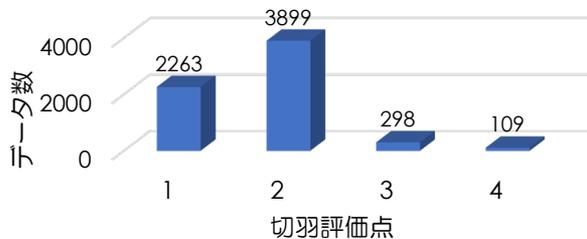
## ◆ 国交省形式切羽評価(N=1,952)



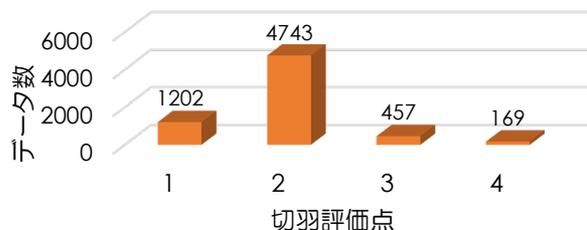
# Step 1) データ収集の実施 (参加各社が持つ学習データの提供)

## ◆ 国交省形式切羽評価(N=1,952)

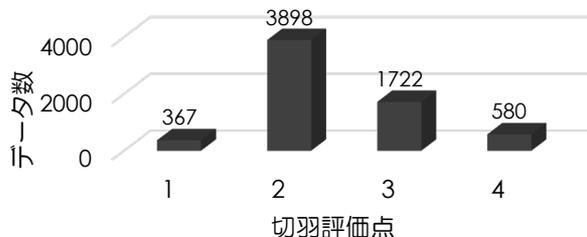
### A. 切羽の状態



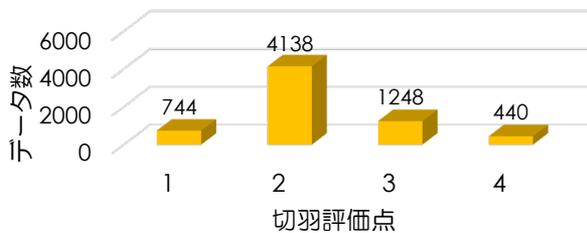
### B. 素堀面の状態



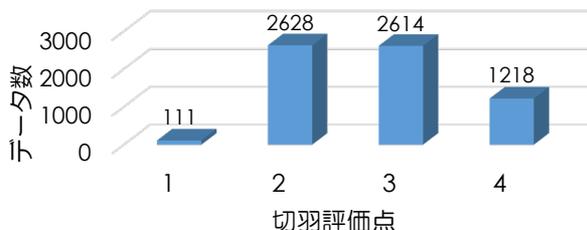
### C. 圧縮強度



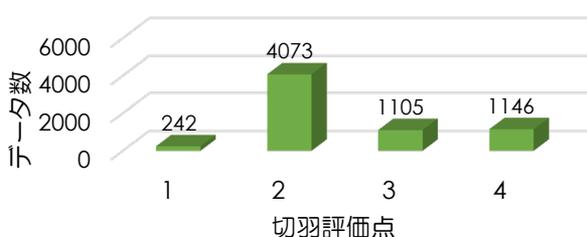
### D. 風化変質



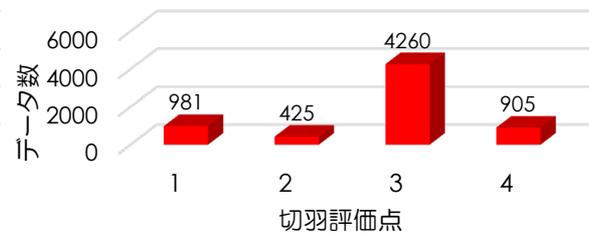
### E. 割目の頻度



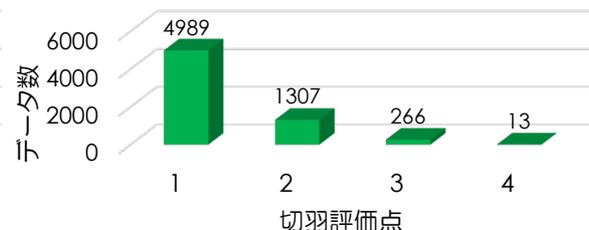
### F. 割目の状態



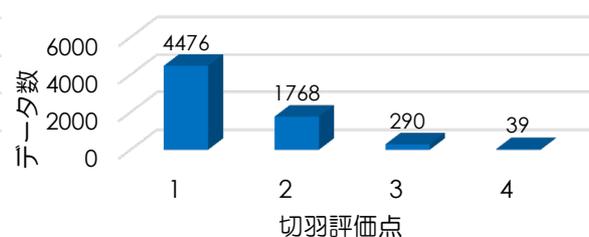
### G. 割目の形態



### H. 湧水

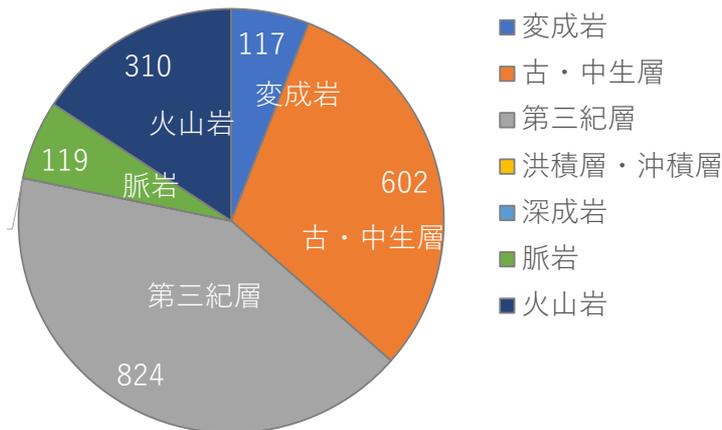
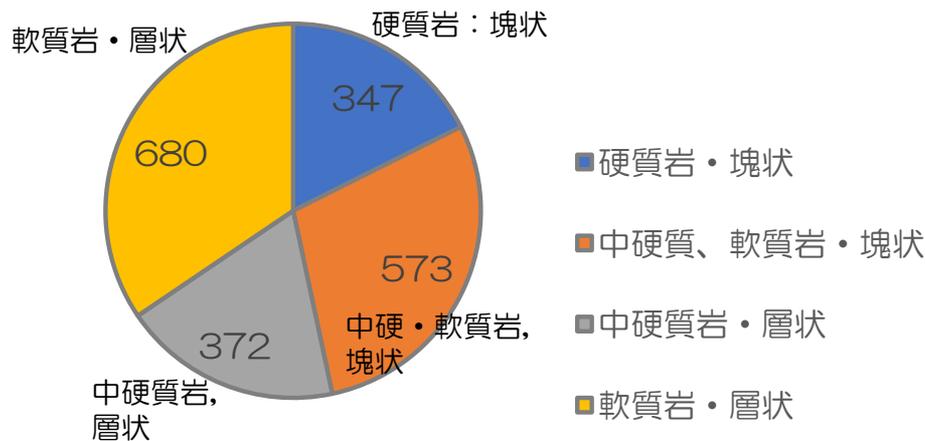
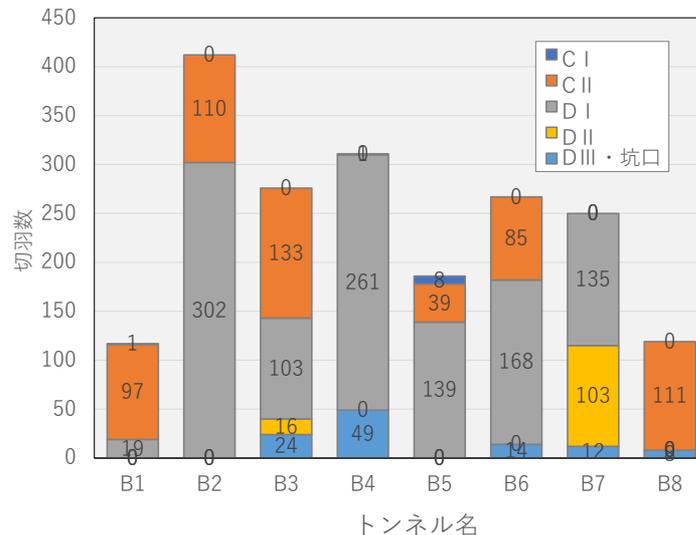
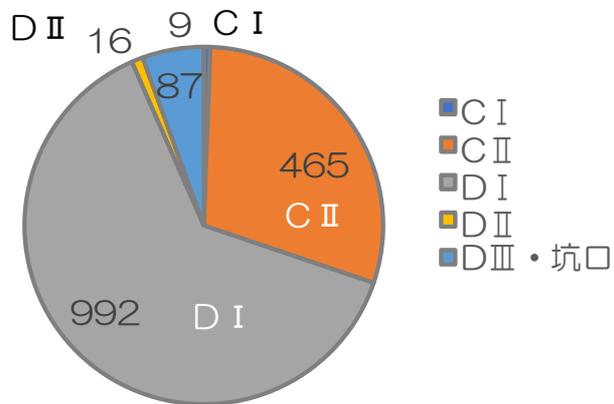


### I. 水による劣化



# Step 1) データ収集の実施 (参加各社が持つ学習データの提供)

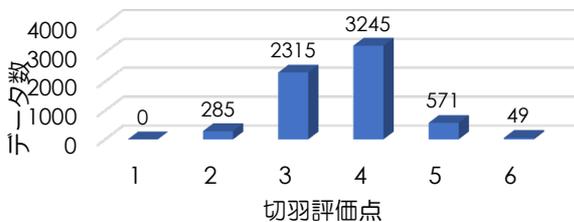
## ◆ NEXCO形式切羽評価(N=1,972)



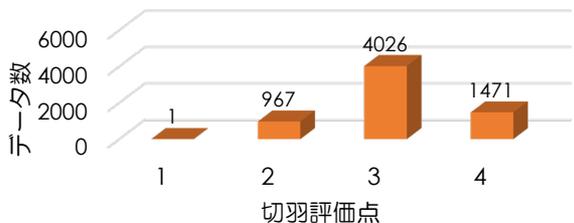
# Step 1) データ収集の実施 (参加各社が持つ学習データの提供)

## ◆ NEXCO形式切羽評価(N=1,972)

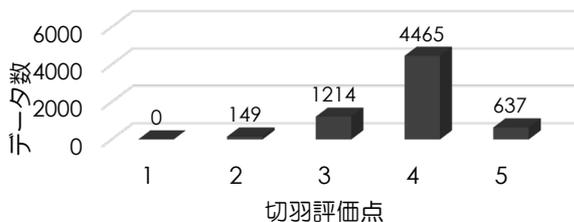
### A. 圧縮強度



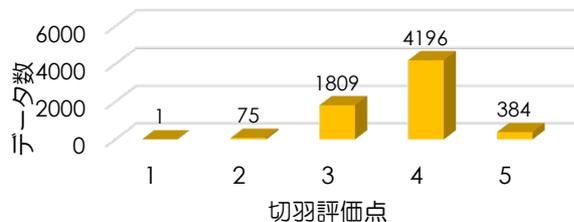
### B. 風化変質



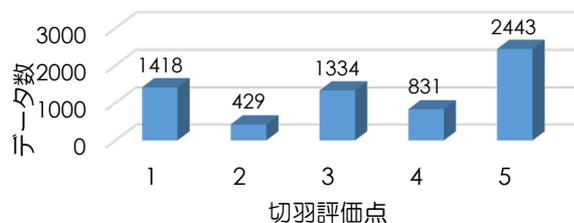
### C. 割目間隔



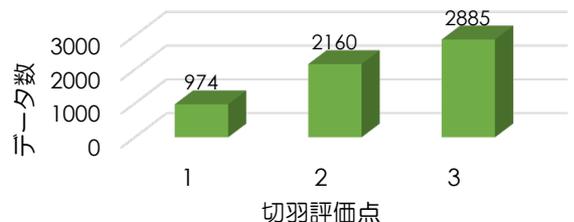
### D. 割目状態



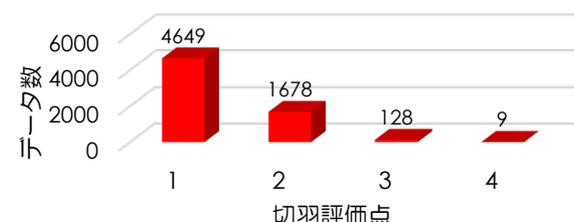
### E. 走向



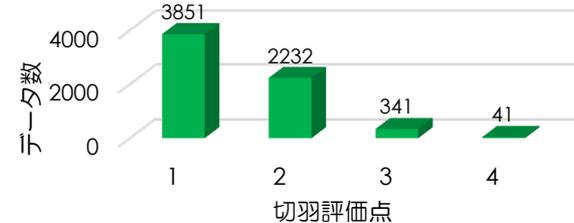
### E. 傾斜



### F. 湧水



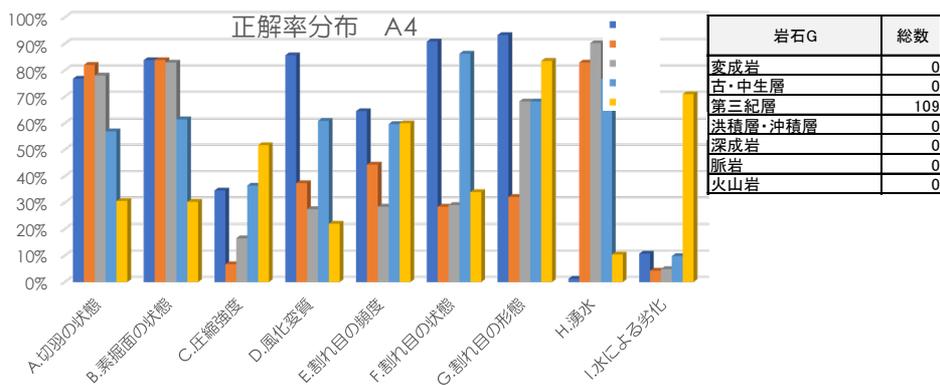
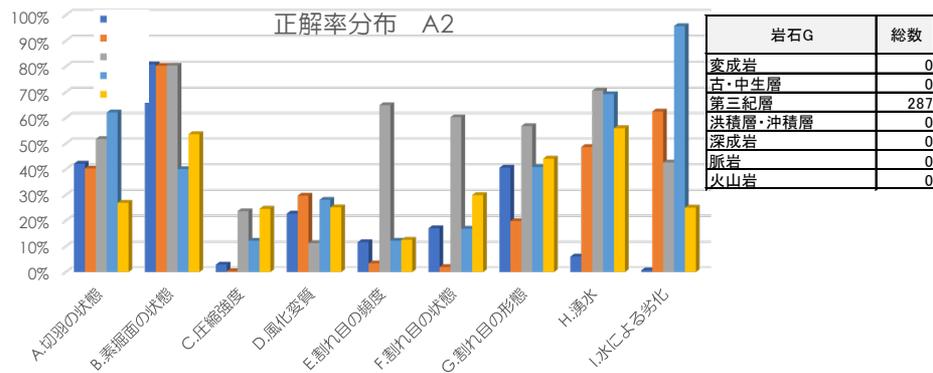
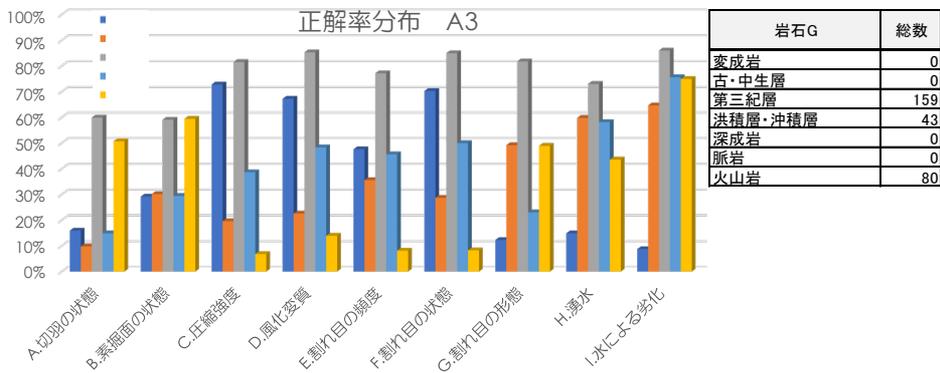
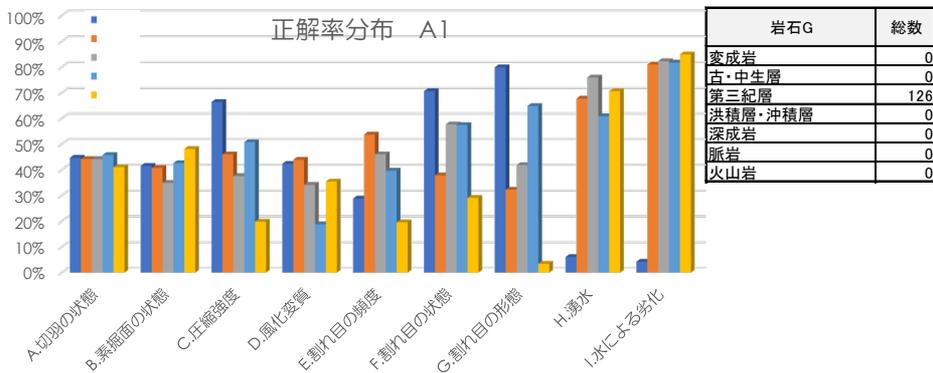
### G. 水劣化



# Step 2) 試行版標準データに対する各AIモデルの評価結果比較

各社AIによる標準データに対する評価実施と評価精度の検証

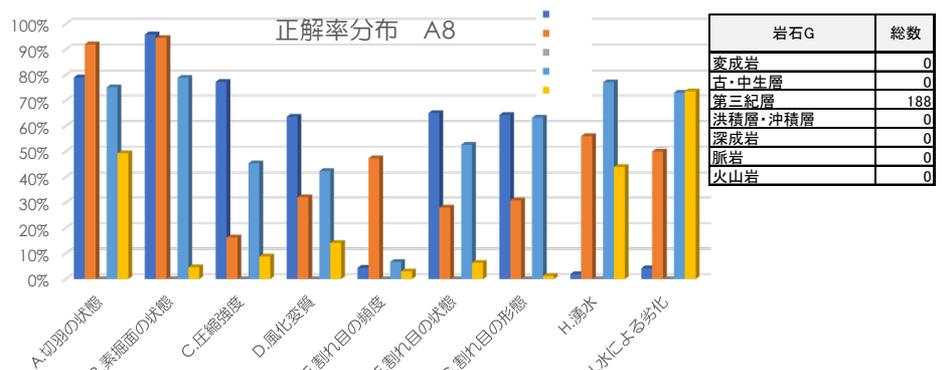
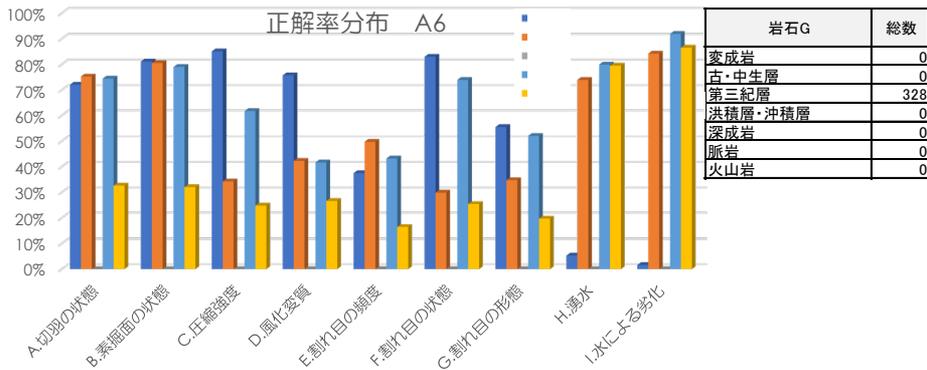
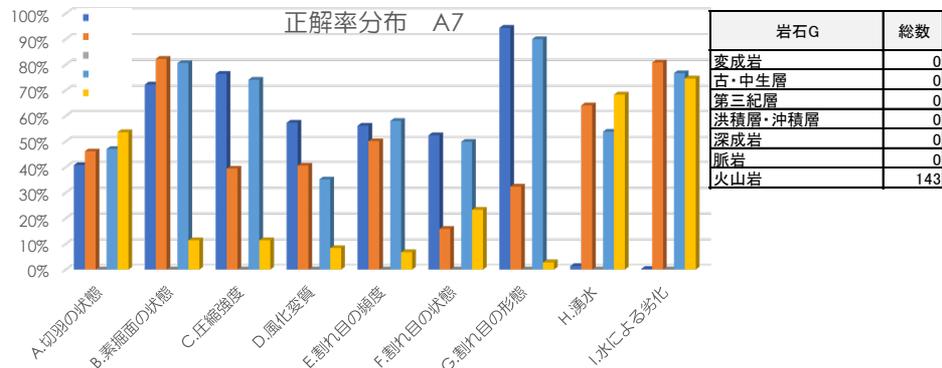
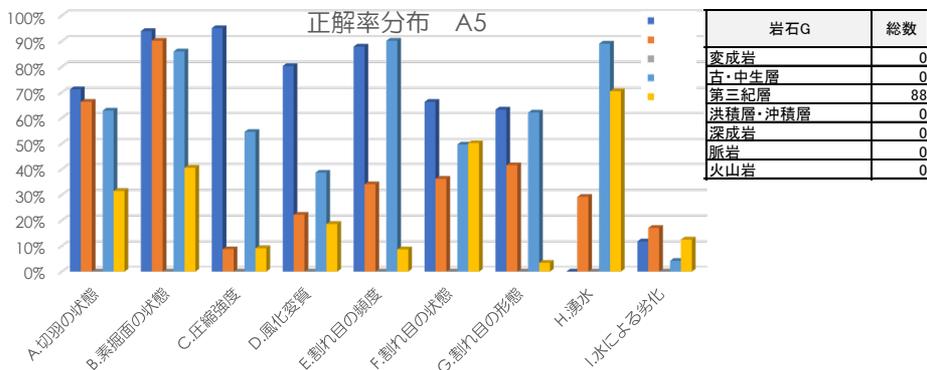
国交省様式 ( AI : 5モデル)



# Step 2) 試行版標準データに対する各AIモデルの評価結果比較

各社AIによる標準データに対する評価実施と評価精度の検証

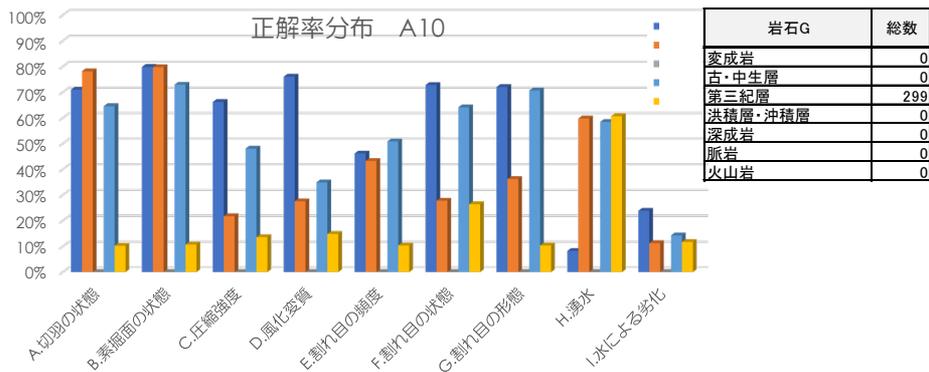
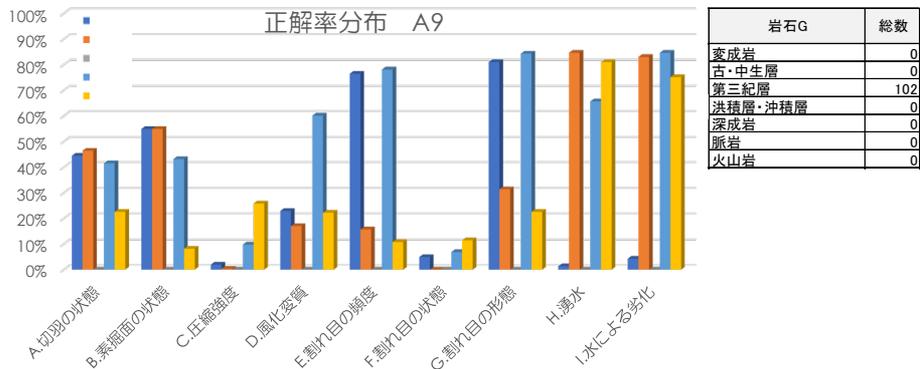
国交省様式 ( AI : 5モデル)



# Step 2) 試行版標準データに対する各AIモデルの評価結果比較

各社AIによる標準データに対する評価実施と評価精度の検証

国交省様式 (AI : 5モデル)

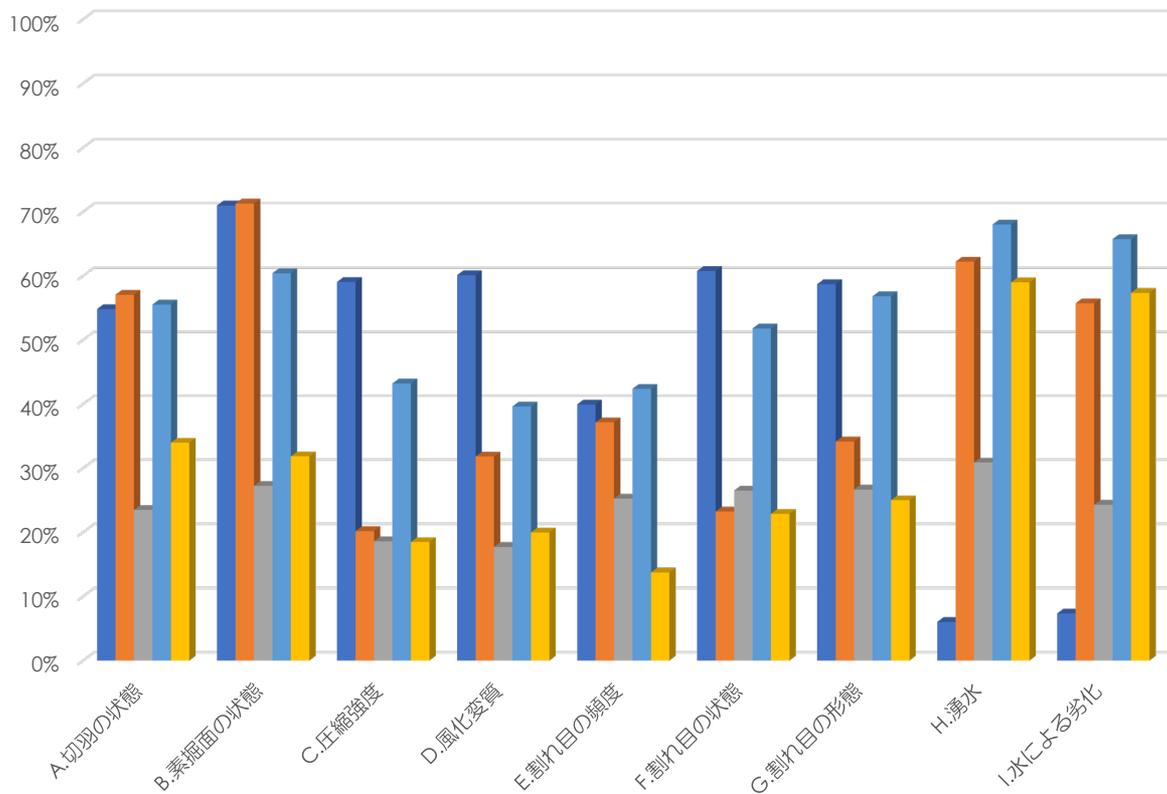


# Step 2) 試行版標準データに対する各AIモデルの評価結果比較

各社AIによる標準データに対する評価実施と評価精度の検証

国交省形式A1～10全トンネルにおける正解率分布 (AI : 5モデル)

正解率分布 全トンネル

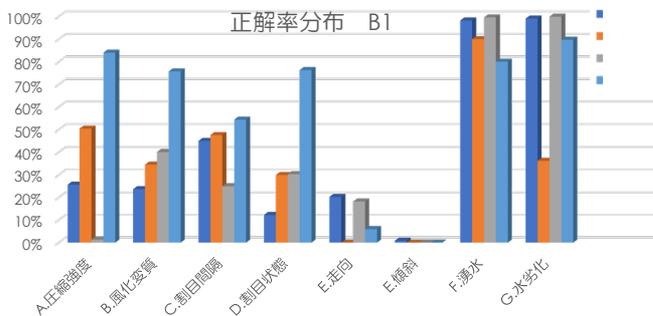


項目		総数
総合		1952
岩石G	硬質岩・塊状	0
	中硬質、軟質岩・塊状	1557
	中硬質岩・層状	133
	軟質岩・層状	262
岩石区分	変成岩	0
	古・中生層	0
	第三紀層	1686
	洪積層・沖積層	43
	深成岩	0
	岩脈	0
	火山岩	223

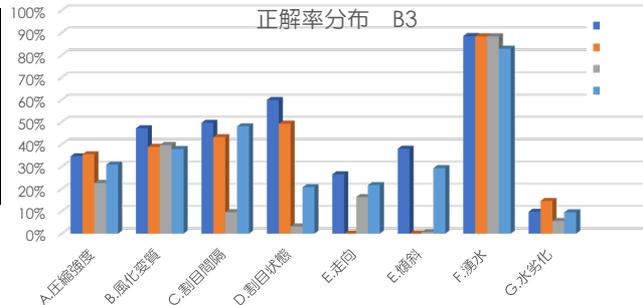
# Step 2) 試行版標準データに対する各AIモデルの評価結果比較

各社AIによる標準データに対する評価実施と評価精度の検証

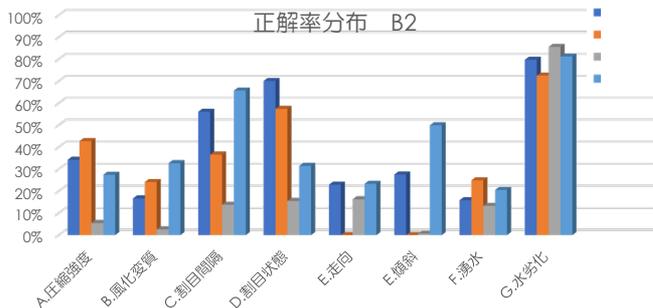
NEXCO様式 (AI : 4モデル)



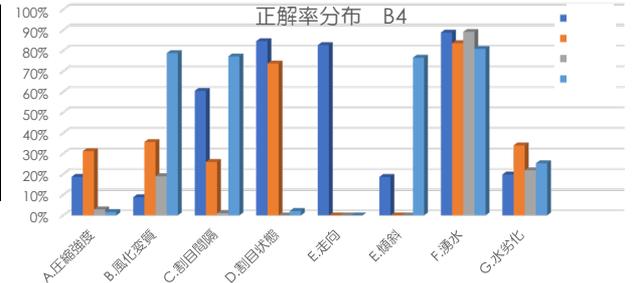
硬質岩・塊状	0
中硬質、軟質岩・塊状	0
中硬質岩・層状	0
軟質岩・層状	117
礫成岩	117
古・中生層	0
第三紀層	0
洪積層・沖積層	0
深成岩	0
脈岩	0
火山岩	0



硬質岩・塊状	0
中硬質、軟質岩・塊状	274
中硬質岩・層状	0
軟質岩・層状	2
礫成岩	0
古・中生層	2
第三紀層	148
洪積層・沖積層	0
深成岩	0
脈岩	0
火山岩	126



硬質岩・塊状	152
中硬質、軟質岩・塊状	0
中硬質岩・層状	260
軟質岩・層状	0
礫成岩	0
古・中生層	412
第三紀層	0
洪積層・沖積層	0
深成岩	0
脈岩	0
火山岩	0

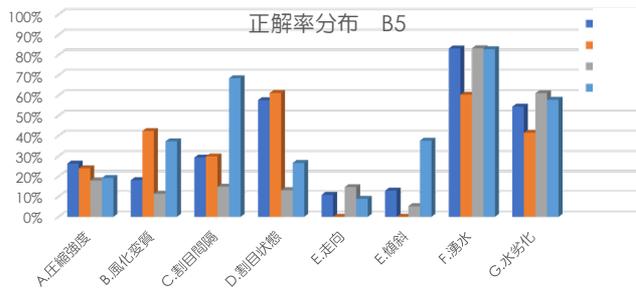


硬質岩・塊状	0
中硬質、軟質岩・塊状	0
中硬質岩・層状	0
軟質岩・層状	311
礫成岩	0
古・中生層	0
第三紀層	311
洪積層・沖積層	0
深成岩	0
脈岩	0
火山岩	0

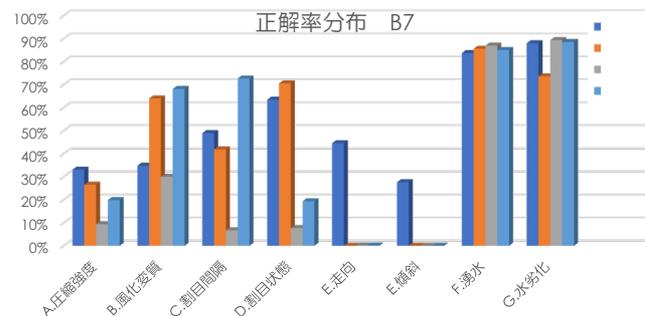
# Step 2) 試行版標準データに対する各AIモデルの評価結果比較

各社AIによる標準データに対する評価実施と評価精度の検証

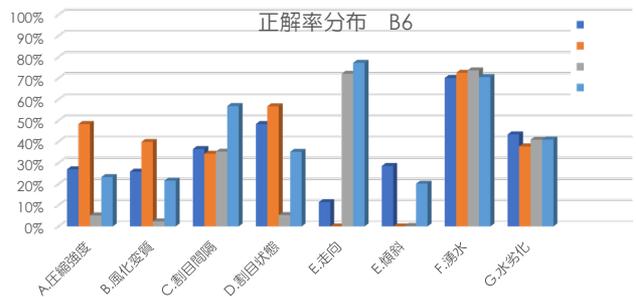
NEXCO様式 (AI : 4モデル)



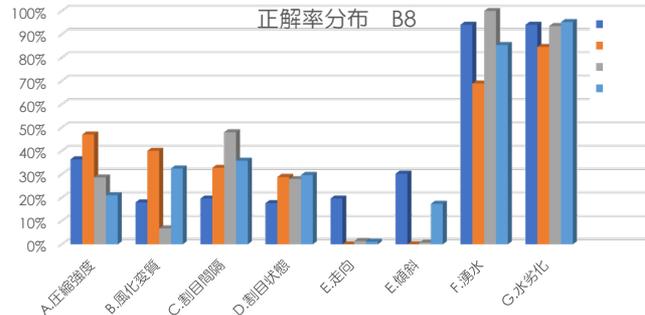
硬質岩・塊状	76
中硬質・軟質岩・塊状	0
中硬質岩・層状	112
軟質岩・層状	0
変成岩	0
古・中生層	188
第三紀層	0
洪積層・沖積層	0
深成岩	0
礫岩	0
火山岩	0



硬質岩・塊状	0
中硬質・軟質岩・塊状	0
中硬質岩・層状	0
軟質岩・層状	250
変成岩	0
古・中生層	0
第三紀層	250
洪積層・沖積層	0
深成岩	0
礫岩	0
火山岩	0



硬質岩・塊状	0
中硬質・軟質岩・塊状	299
中硬質岩・層状	0
軟質岩・層状	0
変成岩	0
古・中生層	0
第三紀層	115
洪積層・沖積層	0
深成岩	0
礫岩	0
火山岩	184



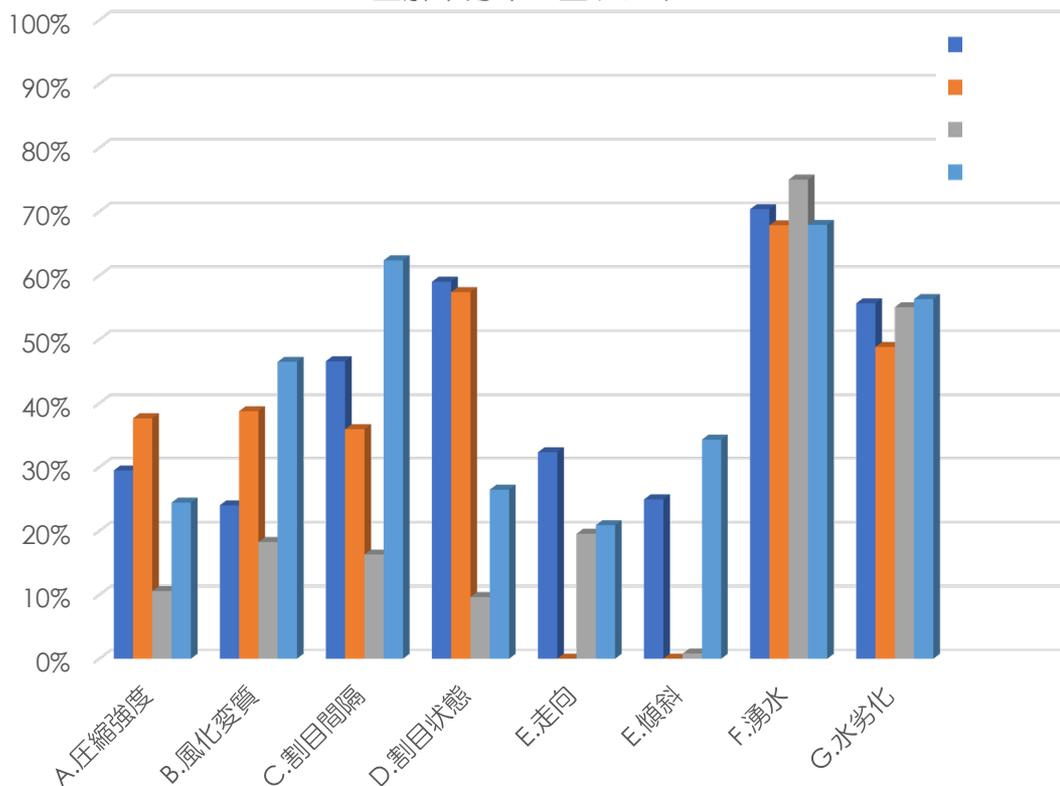
硬質岩・塊状	119
中硬質・軟質岩・塊状	0
中硬質岩・層状	0
軟質岩・層状	0
変成岩	0
古・中生層	0
第三紀層	0
洪積層・沖積層	0
深成岩	0
礫岩	119
火山岩	0

# Step 2) 試行版標準データに対する各AIモデルの評価結果比較

各社AIによる標準データに対する評価実施と評価精度の検証

NEXCO形式B1～8全トンネルにおける正解率分布 (AI : 4モデル)

正解率分布 全トンネル



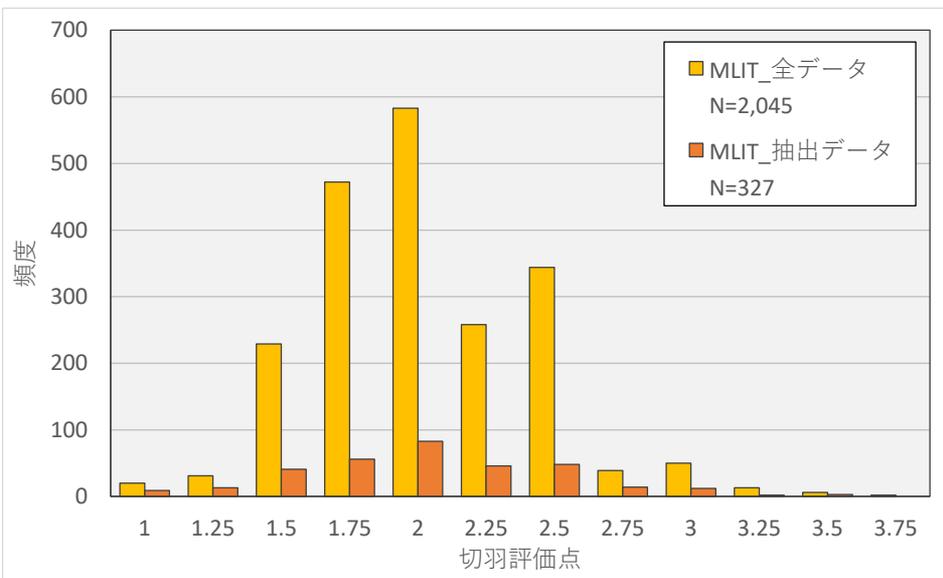
項目		総数
総合		1972
岩石G	硬質岩・塊状	347
	中硬質、軟質岩・塊状	573
	中硬質岩・層状	372
	軟質岩・層状	680
岩石区分	変成岩	117
	古・中生層	602
	第三紀層	824
	洪積層・沖積層	0
	深成岩	0
	脈岩	119
	火山岩	310

# Step 3) 試行版標準データを用いた再学習後の評価結果を再比較

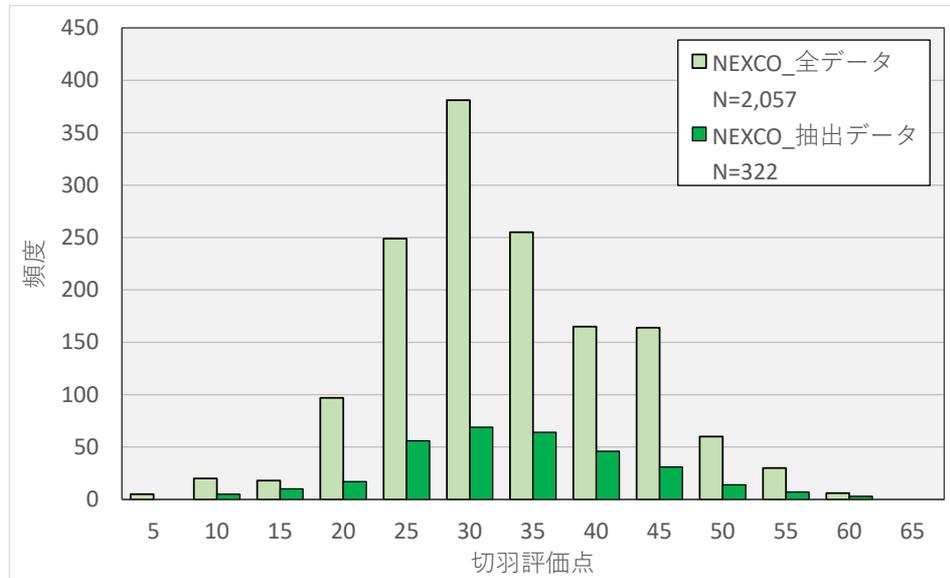
## 1) 試行版標準データから教師データを抽出

- ✓ 収集された約2,000枚ずつの切羽データから、教師データとして使用するデータを抽出（約16%）
- ✓ 抽出は収集された切羽評価点分布形態から大きく外れないように均等に抽出
- ✓ 写真の解像度が比較的良好なものを抽出

### ★国交省形式 A1～A10トンネルから抽出（N=327）



### ★NEXCO形式 B1～B8トンネルから抽出（N=322）



# Step 3) 試行版標準データを用いた再学習後の評価結果を再比較

## 2) 抽出教師データを用いた再学習の実施

- ✓ SCモデルでは、切羽写真を72分割し、1段階AI（ディープラーニング）として独自のグレード評価を実施
- ✓ 現在、国交省形式、NEXCO形式からの抽出データに対して、1段階AIの予備解析まで完了
- ✓ 今後、2段階AIとして1段階AIのグレード評価と実際の切羽評価の関係の機械学習モデルを作成予定

### ★国交省形式 A1～A10トンネルから抽出 (N=327)

MLIT (Model A: Fuka)				
class		1	2	3
Train	Number of samples	5000	5000	5000
	Precision %	100	91	91
	Recall %	99	90	92
Validation →NEXCO	Number of samples	5000	5000	5000
	Precision %	99	75	87
	Recall %	91	87	79

MLIT (Model B: Crack)				
class		1	2	3
Train	Number of samples	5000	5000	5000
	Precision %	100	85	85
	Recall %	100	84	85
Validation →NEXCO	Number of samples	5000	5000	5000
	Precision %	97	87	86
	Recall %	98	83	89

### ★NEXCO形式 B1～B8トンネルから抽出 (N=322)

NEXCO (Model A: Fuka)				
class		1	2	3
Train	Number of samples	5000	5000	5000
	Precision %	98	90	90
	Recall %	98	88	91
Validation →MLIT	Number of samples	5000	5000	5000
	Precision %	98	82	88
	Recall %	100	87	81

NEXCO (Model B: Crack)				
class		1	2	3
Train	Number of samples	5000	5000	5000
	Precision %	99	91	91
	Recall %	99	90	93
Validation →MLIT	Number of samples	5000	5000	5000
	Precision %	99	67	90
	Recall %	100	92	55

## Step 3) 試行版標準データを用いた再学習後の評価結果を再比較

### 3) 再学習モデルを用いた切羽評価の精度の再評価 (今後の予定)

- ✓ 試行版標準データ内から抽出した教師データによるモデル構築で、どの程度正解率が上がるか確認
- ✓ 教師データ抽出方法の違いが、正解率の向上にどの程度影響するかも検証したい
- ✓ 次のフェーズ【Step 4：標準データの有効性・実現性の評価】に移行

#### • スケジュール (案)

- 2022/5 一次データの登録完了
- 2022/8 Step 1：評価データの作成
- 2023/1 Step 2：評価データに対する各社AIによる評価実施
- 2023/10 Step 2：各社AIの評価結果の比較・分析
- 2024/1 Step 3：標準データを用いた再学習モデル構築
- 2024/3 Step 3：再学習モデルによる標準データの再評価
- 2024/9 Step 4：教師データの抽出方法の正解率への影響
- 2024/12 Step 4：標準データの有効性、教師データ選定方法に関する抽出方法の正解率への影響

# 留意点

- 「標準データ」= オープンデータの提供方法は？
  - 標準データの所有・提供は各事業者（WGからの提供ではない）
- 各社の評価技術のランク付けが目的とならないように
  - 「標準データ」の整備効果の検討，整備方法の提案が目的
- WGでの検討用のデータをどこまで共有できるか？
  - 「標準データ」整備効果の議論に必要なデータを収集できるか？
  - 事業者承諾の必要性、成果の打出し方
- 岩盤力学的なアプローチ（地山の評価・分類）に限定できるか？
  - 事業者の判断項目（= 支保設計のあり方など）に立ち入らない
  - 切羽評価（観察項目的な分類）の標準的な指標を提示