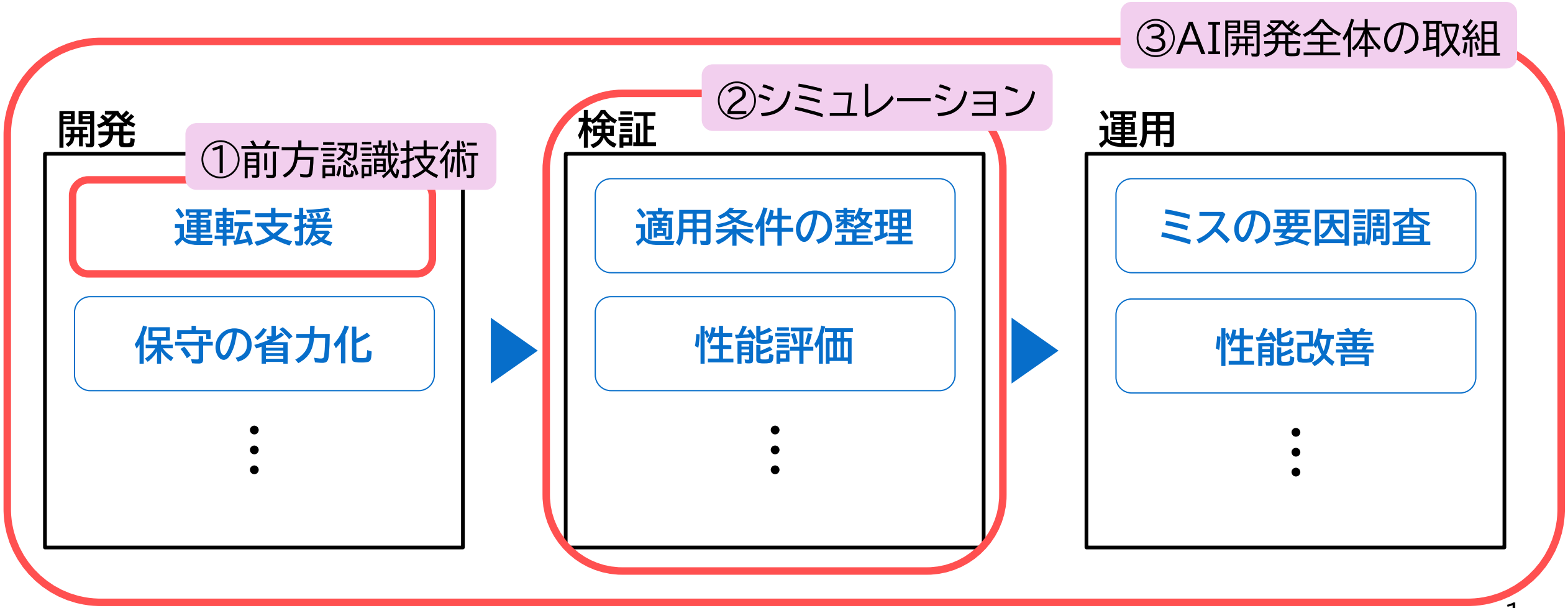
「特別セミナー　鉄道におけるAI活用の発展と課題」
―安全・安定運行への活用に向けて―

AI活用に向けた課題に関する取組み

情報通信技術研究部　画像・AI研究室
研究室長　長峯 望

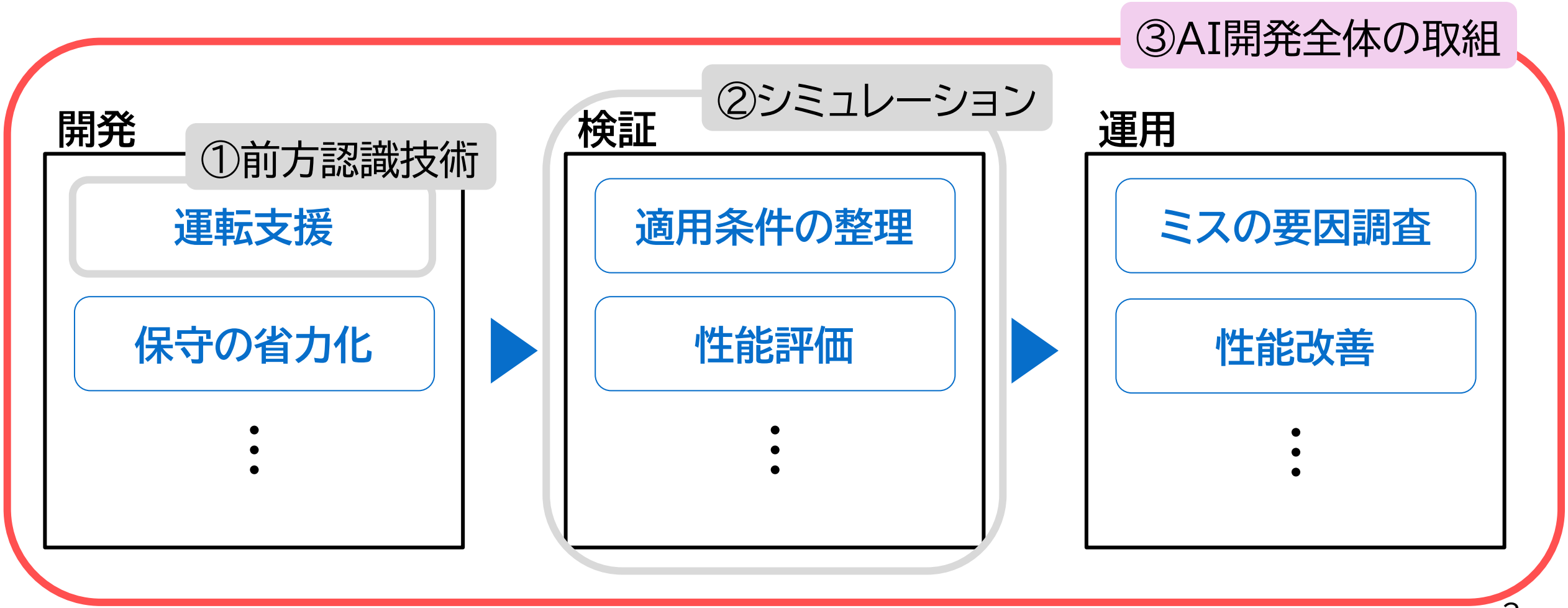
特別セミナーにおける3件の発表

- 研究開発の各ステップおける取組について紹介



特別セミナーにおける3件の発表

- 研究開発の各ステップおける取組について紹介



もくじ

1. はじめに
2. AI開発の課題と4つの取組み
   - ●AI開発段階：画像の共有基盤
   - ●AI開発段階：縮小模型試験線による実環境の再現
   - ●AI導入前：第三者機関による評価
   - ●AI導入後：判断ミスの要因推定
3. まとめ

はじめに

鉄道におけるAI活用への期待と課題

- カメラやセンサで取得したデータをAIで処理し、
  監視、検査、運転支援などに活用する取組みが業界全体で加速
- 人による確認作業を支援または自動化し、
  異常や危険な状態を早期に検知できることが期待

⇩

- 危険事象のデータを大量に集めることが困難
- 天候、明るさ、走行条件などによって見え方も大きく変化
- 安全に関わる性能の根拠や適用範囲を明確にする必要がある

鉄道におけるAIの活用に向けた課題を整理し、
AI開発段階・AI導入前・AI導入後の各段階で必要となる取組みを紹介

鉄道におけるAI開発の課題

AIシステムのライフサイクル

AI開発段階 → AI導入前 → AI導入後

課題1 データ確保

- 鉄道特有の環境条件や希少事象の画像データが**各社に分散**
- **量・バリエーションともに不足**

課題2 開発環境

- カメラ・センサの設置位置や構成の検討が**現地試験に依存**
- 多数の条件の効率的な比較が困難

課題3 導入前の評価

- 評価条件や性能指標が案件ごとに異なる
- AIシステム間の**客観的な比較**や妥当性確認が困難

課題4 導入後の対応

- 見逃しや誤検知の発生時に**原因を特定**することが困難
- 再発防止や性能改善につなげることが困難

AIアルゴリズム単体ではなく、データ・開発環境・評価・改善の仕組みに課題

課題に対応する4つの取組み

AIシステムのライフサイクル

AI開発段階 → AI導入前 → AI導入後

課題1　データ確保	課題2　開発環境	課題3　導入前の評価	課題4　導入後の対応
①画像データ共有基盤	②縮小模型試験線による再現	カメラ・センサシミュレーション	③第三者機関による評価	④判断ミスの要因推定
業界全体で鉄道画像を**共有・蓄積**し、AI開発に必要なデータを拡充	悪天候や支障物を再現し、実距離600m相当の試験を繰り返し実施	**3次元線路空間**を構築し、センサの見え方をCGで再現	共通の評価用データと**リーダーボード**で客観的に比較し、評価試験の妥当性を確認	入力画像→AI構造→学習データの**3段階の検査フロー**で原因を切り分け
サービスと画像データが循環する開発環境	**希少事象の画像データを繰り返し取得**	**センサの選定・配置検討を机上で実現**	**メーカーのAIシステムを第三者として評価**	**ミスの原因を特定し、改善へつなげる**

開発・評価・改善のサイクルを回すことで、鉄道AIの信頼性を継続的に高める

もくじ

1. はじめに
2. AI開発の課題と4つの取組み
   - **●AI開発段階：画像の共有基盤**
   - ●AI開発段階：縮小模型試験線による実環境の再現
   - ●AI導入前：第三者機関による評価
   - ●AI導入後：判断ミスの要因推定
3. まとめ

AI開発段階：画像の共有基盤

鉄道事業者A

撮影



生の画像データ

A社固有の追加学習用の処理のみに削減

A社独自の画像処理



A社固有の処理済データ

A社独自のアノテーション



A社固有の学習データセット

AI活用システムの開発



基礎学習に利用

➢ メリット

✓事業者は自社特有の画像のみ追加学習すればよく、開発コストを軽減

✓各社共通で必要な基本性能を確保

鉄道設備画像ライブラリ

鉄道向けの画像処理モジュール

各社共通で必要なアノテーション

各社共通で必要な性能を得るための学習データセット

鉄道向け認識AI

性能評価に利用

評価用の画像処理

各社共通で性能評価に必要な画像データ

各社に共通して使える処理技術を提供

運営主体

鉄道事業者B

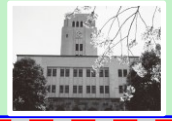
撮影



生の画像データ

B社固有のアルゴリズムに特化

B社独自の画像処理



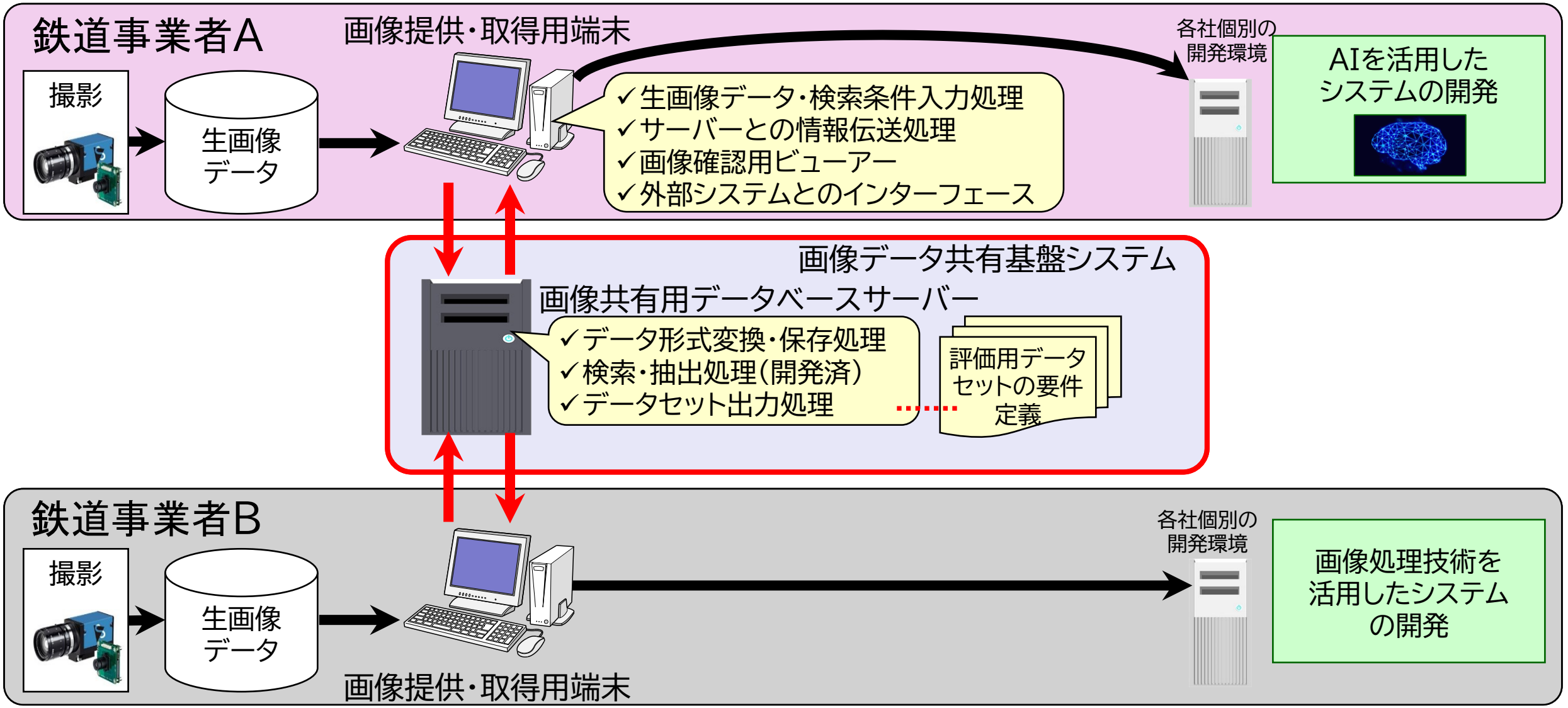
B社固有の処理済データ

アルゴリズム・性能の評価に利用

画像活用システムの開発

本研究は、国土交通省の鉄道技術開発・普及促進制度の委託を受けたものである。

AI開発段階：画像の共有基盤



本研究は、国土交通省の鉄道技術開発・普及促進制度の委託を受けたものである。

もくじ

1. はじめに
2. AI開発の課題と4つの取組み
   - ●AI開発段階：画像の共有基盤
   - **●AI開発段階：縮小模型試験線による実環境の再現**
   - ●AI導入前：第三者機関による評価
   - ●AI導入後：判断ミスの要因推定
3. まとめ

AI開発段階：縮小模型試験線による実環境の再現

実環境では困難な試験を1/8.4の縮小模型で再現

従来の試験環境の課題

営業線

- 支障物を線路上に配置できない
- 走行試験は原則数回に限られる
- 悪天候を意図的に再現できない

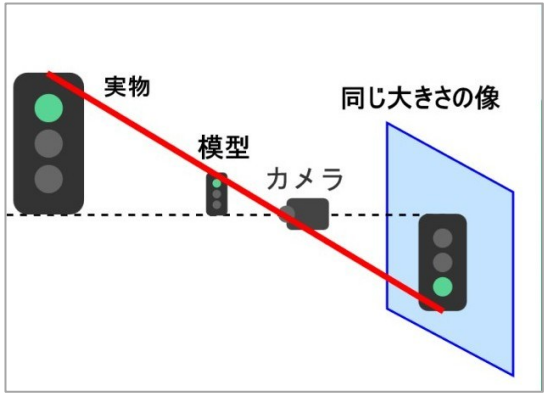
所内試験線

- 直線区間が約200mで、600m先まで見通せない
- 昼間に限定され、長期の占有も困難

定量的な性能評価が困難

縮小模型試験線（1/8.4スケール）

- **全長約90m**（実距離約756m相当）
- レール・バラスト・信号機を約1/8.4で再現
- カメラ・LiDARを搭載した車両で前方映像・3次元データを取得



相似則の原理



600m相当の距離で、支障物や環境条件を自由に設定した繰り返し試験が可能

AI開発段階：縮小模型試験線による悪天候の再現

降雨・霧・降雪を人工的に再現し、繰り返し試験を実施

降雨（スプリンクラー）



- 「強い雨」相当の降雨を再現
- **実スケール約28.6mm/h**相当

霧（フォグマシン）



- 濃淡2段階、ファンで方向を調整
- **濃霧注意報相当**の視程を再現

降雪（スノーマシン）



- 泡で雪を模擬し視界不良を再現
- **実スケール約16.8cm/h**相当

課題1 データ確保：悪天候・夜間・**希少事象**の画像を安全に繰り返し取得

課題2 開発環境：カメラ・LiDARの**配置や構成**を現地試験に頼らず比較検討

実線路では再現が難しい条件でのデータ取得とセンサ構成の検討に活用

もくじ

1. はじめに
2. AI開発の課題と4つの取組み
   - ●AI開発段階：画像の共有基盤
   - ●AI開発段階：縮小模型試験線による実環境の再現
   - **●AI導入前：第三者機関による評価**
   - ●AI導入後：判断ミスの要因推定
3. まとめ

AI導入前：第三者機関による評価

なぜ第三者評価が必要か？

AIシステムの性能は、評価データ、環境条件、判定条件などで大きく変化
各社の評価結果だけでは、**性能の妥当性**や適用範囲を**客観的に判断**することが困難

- **評価試験の妥当性確認**
  評価条件、性能指標、対象範囲が目的に対して妥当かを確認する
- **共通評価データセットによる評価**
  同一条件でAIシステムの性能を確認し、比較可能性を高める
- **リーダーボードによる性能の可視化**
  評価結果を分かりやすく示し、品質向上と健全な競争を促す

→ 画像データ
共有基盤で実施

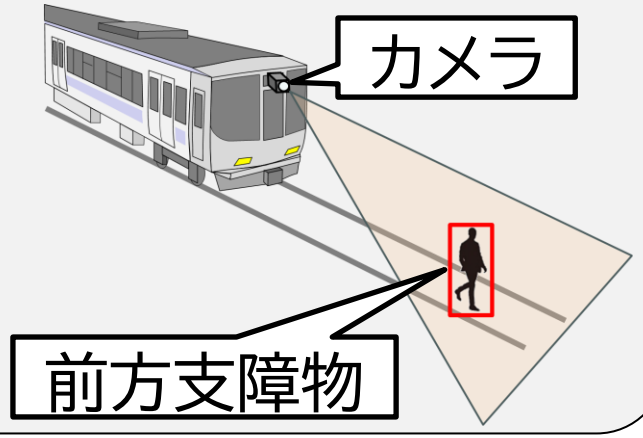
AIシステムの優劣を単純に判定するものではなく、
性能の前提条件と適用範囲を明らかにすることが重要

AIの性能確認試験の妥当性評価

カメラ等のセンサやAI技術の発展により鉄道分野でも様々な用途で導入が検討

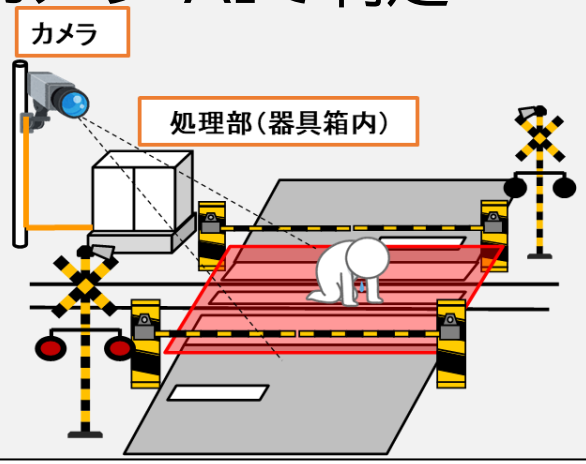
列車前方の支障物監視

線路上の支障物をカメラ･AIで自動的に検知



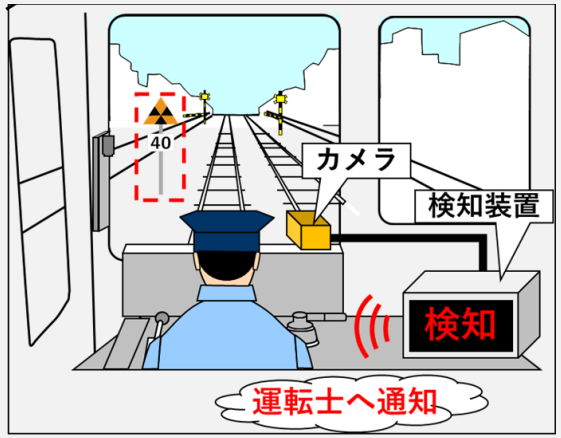
駅･踏切の状態監視

駅のホームや踏切上の安全をカメラ･AIで判定



運転支援

カメラ･AIで信号機の現示を運転士へ通知して判断を補助



装置の故障を起点とした評価 ＋ 正常動作（環境条件変化等含む）している場合の評価

対象システムの役割や責任範囲を明確化して装置として保証する前提条件や適用条件などの範囲の定義が必要

事例研究

運転支援装置（特殊信号発光機の明滅検知装置）を対象にした事例研究

評価対象とするシステム境界内に対して

検知性能や挙動に影響を与え得る要因として外部条件を整理

条件	項目例
照明・光学	周辺照度、逆光（太陽位置）、人工光
気象	降雨、霧、降雪、粉塵
走行・車両	列車速度、加速・減速、振動
設備	特殊信号発光機の明滅周期、汚れ
設置・保守	ピントずれ、カメラの取り付けずれ

具体的に項目が与える検知性能への影響例

例1：特殊信号発光機以外の点滅光源 ▶ 同一周期で誤検知、近接明滅による見逃し/遅延

例2：降雨による視認性の低下 ▶ 光源の反射による誤検知/見逃し/遅延

事例研究に対する考察

整理結果と安全性等評価に関する考察

外部条件が複合的に組み合わさり、**単一の性能指標では性能を十分に表現できない**

条件	検知率
晴れ	90%

条件			性能指標	
条件1	条件2	条件3	検知率	誤検知率
晴れ／雨天	夜間	80km/h	90%	1%

※1乗務に1回程度
人工光に対しても評価

要件定義段階での条件明確化

想定される外部条件とその変動範囲を要件定義の段階で明確にする

条件範囲内での性能水準設定

外部条件の範囲内で達成すべき性能水準を設定して評価の前提とする

実施した性能評価試験の条件や試験方法を評価

もくじ

1. はじめに
2. AI開発の課題と4つの取組み
   - ●AI開発段階：画像の共有基盤
   - ●AI開発段階：縮小模型試験線による実環境の再現
   - ●AI導入前：第三者機関による評価
   - **●AI導入後：判断ミスの要因推定**
3. まとめ

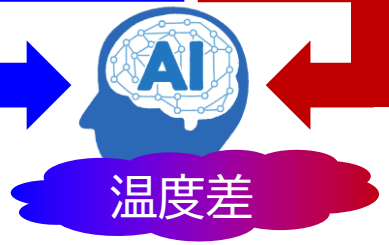
AI導入後:判断ミスの要因推定

従来技術

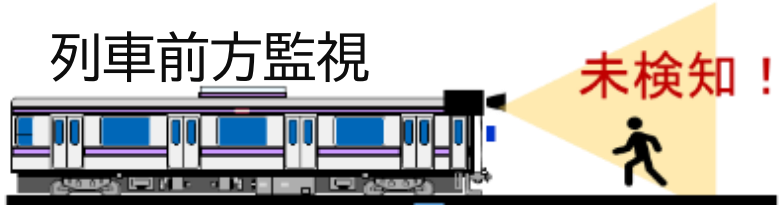
■ AIの不透明性に関する実情

大学・大手IT企業
説明可能なAIを研究
⇒**実用上の説明に課題**

産業界
早急にAIを活用
⇒**不透明でも実装**



不透明なAIに説明性 ⇒ 判断ミスのトレース



不透明なAIに対して透明性を一定程度確保する実用的手法が必要

開発技術

3段階の検査フローによりAIの判断ミスの要因を推定

入力画像の検査

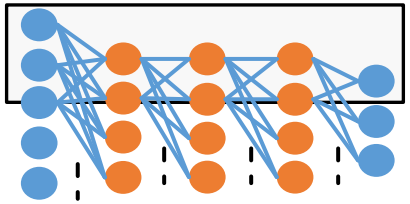
【要因】明るさ不足、ピンボケ、ズーム不足など
【対策】カメラ設定の変更(労力:小)



AI構造の検査

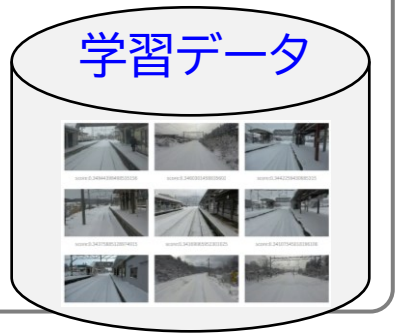
【要因】細かい特徴量まで抽出できていないなど
【対策】AI構造の変更(労力:中)

AI構造



学習データの検査

【要因】学習データに特定の条件が無いなど
【対策】学習データの変更(労力:大)



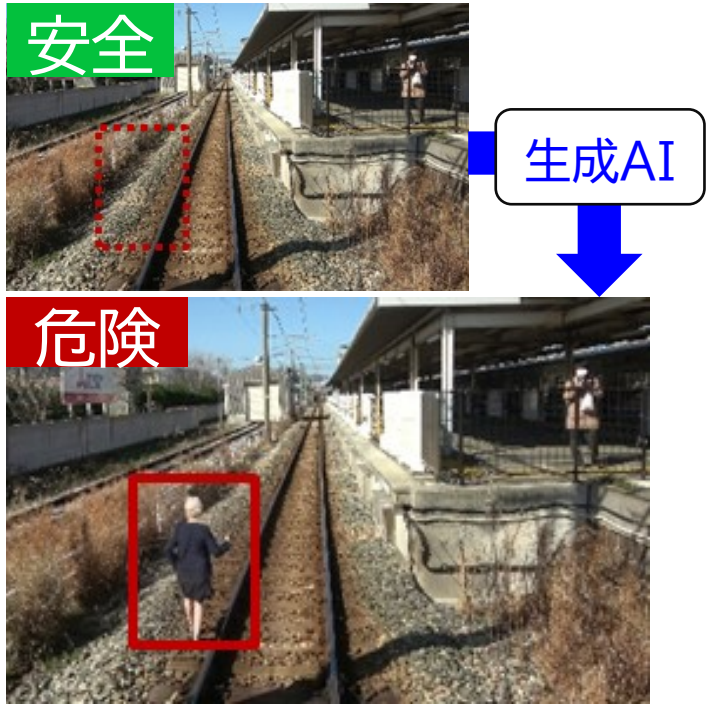
要因推定

AIの判断ミスの要因推定の検証結果

生成AIで危険画像を生成して、提案した要因推定手法の有効性を検証

危険な状況の評価用データ作成

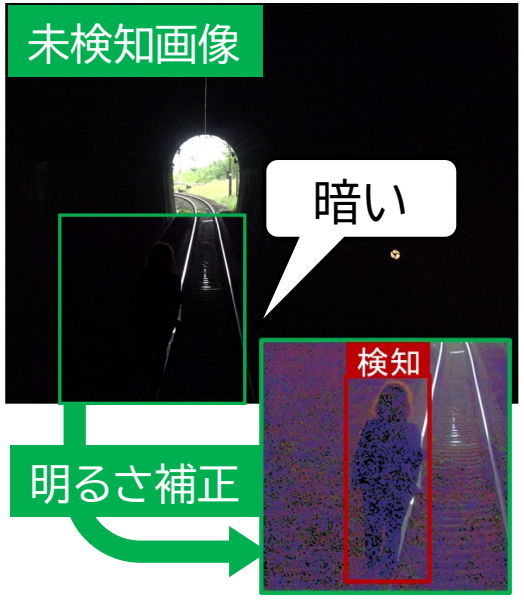
危険画像生成手法



営業線の多様な条件の75,000枚の危険画像を網羅的に生成

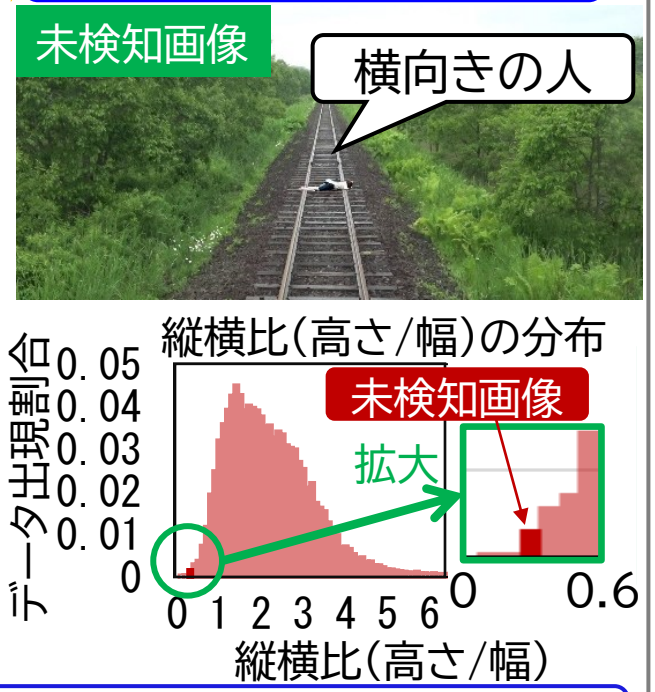
要因推定手法の実証（見逃し画像2,668枚）

入力画像の検査 → AI構造の検査 → 学習データの検査





画像の狭い範囲で認識するAI →未検知
画像の広い範囲で認識するAI →検知成功



推定要因

入力画像の明るさ　AI構造の認識方法　学習データの偏り

・見逃し画像2,668枚に要因推定手法を適用⇒全画像で要因推定に成功

要因推定や事後対策に活用

まとめ

鉄道におけるAIの社会実装には、開発から導入後までを支える仕組みが必要

- 画像の共有基盤により、鉄道特有のデータを蓄積・共有
- カメラ・センサのシミュレーションにより、システム設計を事前に検証
- 第三者機関による評価により、性能と適用範囲を客観的に確認
- 判断ミスの要因推定により、導入後の不具合を原因分析し、改善

開発・導入前評価・導入後改善を循環させ、
鉄道AIを安全・安定運行に貢献する実用技術へ

ご清聴ありがとうございました。