

令和6年度 地域デジタル基盤活用推進事業 (実証事業)

地域鉄道事業者におけるWi-Fi 6E・AI等を活用した
共同創出型鉄道デジタルイノベーションの実現
成果報告書

2025年3月14日
住友商事株式会社

成果報告書 目次

I.	地域の現状と課題認識	
1.	地域の現状	…P2
2.	地域の抱えている課題	…P3
3.	これまでの取組状況	…P4
II.	目指す姿	
1.	将来的な目指す姿	…P5
2.	目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ	…P6
3.	成果(アウトカム)指標	
a.	ロジックツリー	…P7
b.	成果(アウトカム)指標の設定	…P8
III.	ソリューション	
1.	ソリューションの概要	…P11
2.	ネットワーク・システム構成	
a.	ネットワーク・システム構成図	…P12
b.	設置場所・基地局等	…P13
c.	設備・機器等の概要	…P14
d.	許認可等の状況	…P15
3.	ソリューション等の採用理由	
a.	地域課題への有効性	…P16
b.	ソリューションの先進性・新規性、 実装横展開のしやすさ	…P17
c.	無線通信技術の優位性	…P19
4.	費用対効果	
a.	ソリューションの費用対効果	…P19
b.	導入・運用コスト引き下げの工夫	…P22

IV.	実施計画	
1.	計画概要	…P23
2.	検証項目・方法	
a.	効果検証	…P24
b.	技術検証	…P25
c.	運用検証	…P27
3.	スケジュール	…P28
4.	リスクと対応策	…P30
5.	PDCAの実施方法	…P31
6.	実施体制	…P32
V.	結果・考察(実証結果と実装・横展開に向けた準備)	
1.	スケジュール(実積)	…P35
2.	検証項目ごとの結果	…P37
3.	実装・横展開に向けた準備状況	…P78
4.	実装・横展開に向けた課題および対応策	…P79
5.	(参考)実証視察会	
a.	概要	…P81
b.	質問事項と対応方針	…P82
VI.	実装・横展開の計画	
1.	実装の計画	
a.	実装に向けた具体的な計画	…P85
b.	実装の体制	…P86
c.	ソリューション(変更点)	…P87
2.	横展開の計画	
a.	横展開に向けた具体的な計画	…P91
b.	横展開の体制	…P92
c.	ビジネスモデル	…P94
d.	投資の妥当性	…P95
3.	資金計画	…P96
VII.	指摘事項に対する反映状況	
1.	実証過程での指摘事項に対する反映状況	…P97
2.	書面審査での指摘事項に対する反映状況	…P98

1 地域の現状



地域の現状の詳細

内容

A (伊豆急行線沿線の人口動態)

沿線2市2町（伊東市、下田市、東伊豆町、河津町）の合算人口は、年平均▲1.3%、約1.5千人ずつ減少しており、過疎傾向にある。

※出典：静岡県統計センターしづおか

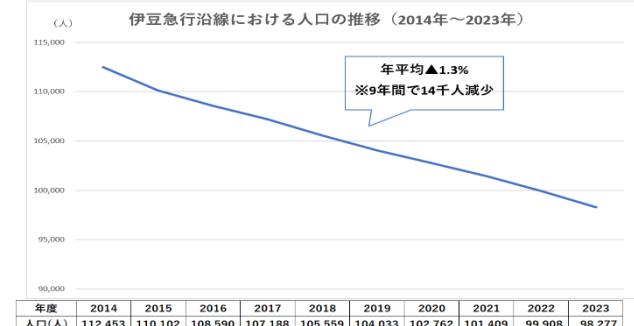
B (年齢3区分による人口推移)

2014年から2023年までに0歳～64歳（年少人口+生産年齢人口）の比率が61.34%→55.01%に減少、65歳以上（老齢人口）は38.66%→44.99%に増加しており、少子高齢化が顕著である。

C (年間輸送人員推移)

2011年の東日本大震災以降、減少している輸送人員を取り戻すべく様々な営業施策に取り組んできた最中、2020年の新型コロナウイルス感染症流行により更に激減。2021年以降は回復基調にあり、2023年の5類移行以降急増しているが、依然厳しい事業状況にある。

地域状況をイメージできるグラフ・図・表



I 地域の現状と課題認識

2 地域の抱えている課題

課題

対象者

内容

a 鉄道事業者

自然災害と構造物老朽化による事故発生リスク

- 自然災害が多く発生している。降雨や強風時における運転規制区間が多数存在し、特に雨量による規制（速度制限、抑止）は毎年10回以上発生している。風雨による倒木・倒竹や落石等も散発している。
- トンネル、橋梁などの構造物は建設から62年以上経過し、経年による老朽化が進行しており、その保守保全に係る費用の増加が鉄道事業者の負担となっている

b 鉄道事業者

必要労働者の確保が困難

- 鉄道事業者への就労希望者の減少により、近年は必要定員を確保できていない（地元高校性の進学志向、都会志向が顕著）
- 特に技術系現業区（車両、保線、電気）の採用が困難で、年齢構成も50歳以上が約40%を占め、今後の急激な技術力低下、技術継承の停滞・中断が懸念される

c 鉄道事業者

社会情勢による鉄道利用の減少

- 伊豆急行線利用旅客比率、定期：定期外 = 3 : 7
- 定期旅客は、少子高齢化による学校の統廃合により学校数および生徒数が減少し、微減傾向
- 定期外旅客 = 観光旅客は、社会情勢や景気の動向に大きく影響を受ける。旅行形態の変化（団体から個人）や2020年以降の新型コロナウイルス感染症のまん延により、現在は回復傾向はあるものの、2023年度はコロナ禍前の2019年度に対し▲16.5%であり、従前の水準まで戻り切っていない

イメージ

自然災害に起因する運転規制等回数（2019年～2023年）

年度	降雨		強風		運転支障		その他
	速度規制	うち運転抑止	速度規制	運転抑止	停止・抑止		
・時間31mm以上			・時間41mm以上		・20m/s以上		・倒木、倒竹
・連続151mm以上			・連続301mm以上		・25m/s以上		・落石
2019	16	8	70	0	44		・地震抑止1回、速度規制4回 ・台風計画運休 2回
2020	15	10	66	3	10		・地震速度規制 4回 ・緊急地震速報一旦抑止 2回
2021	15	6	63	0	6		・地震速度規制 3回
2022	13	5	29	0	4		
2023	11	5	48	3	7		・台風計画運休 1回 ・地震速度規制 1回

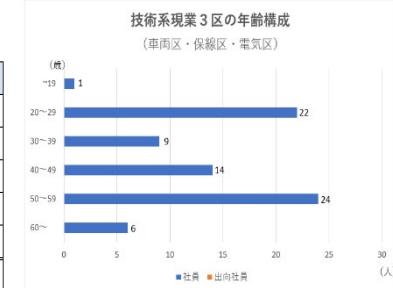
現業区 在籍人員状況

2024年4月1日 現在

現業	定員	在籍人員	不足	充足率	備考
駅	46	52	6	113.0%	出向社員3名含む
運輸区	60	58	▲2	96.7%	
車両区	22	19	▲3	86.4%	清掃係を除く
保線区	32	30	▲2	93.8%	
電気区	30	27	▲3	90.0%	
計	190	186	▲4	97.9%	

技術系現業3区の年齢構成

（車両区・保線区・電気区）



①伊豆急行線 開業からの輸送人員の推移



I 地域の現状と課題認識

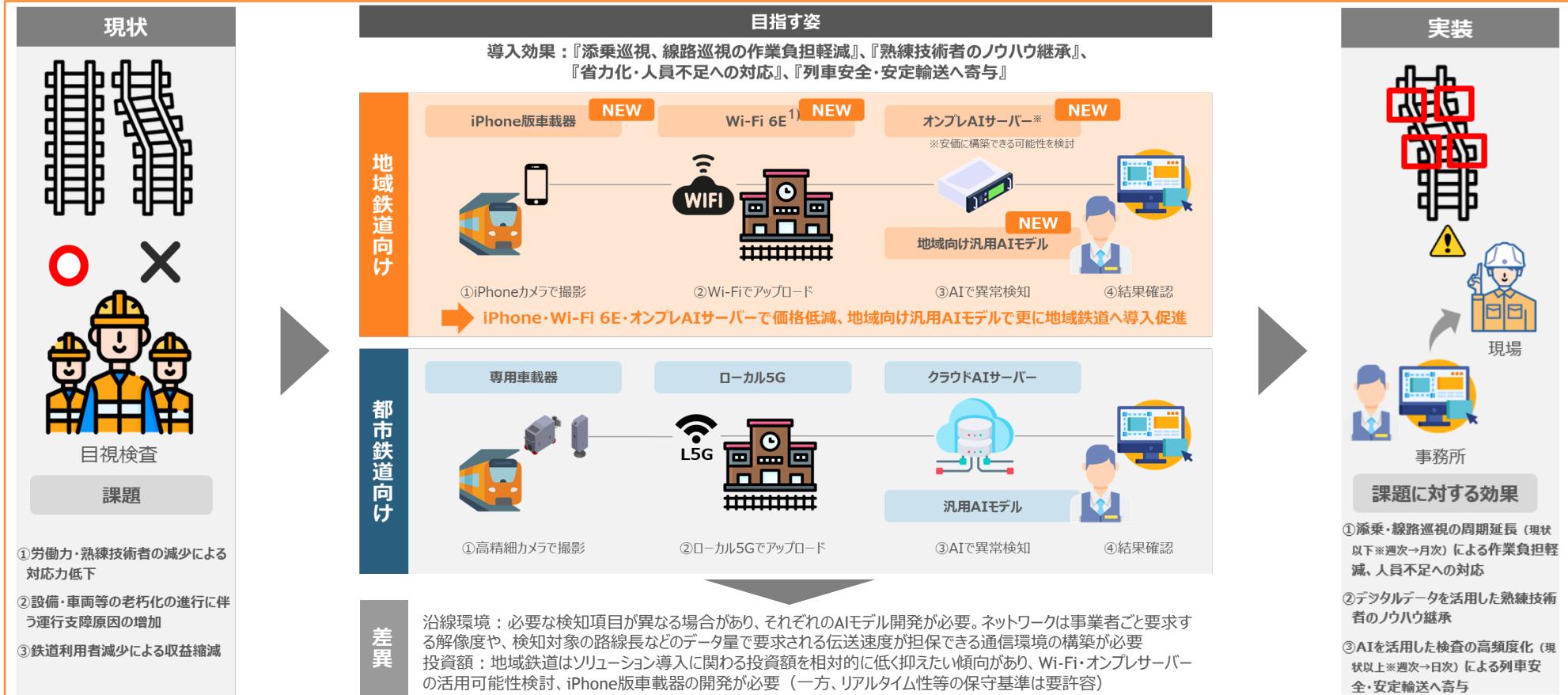
③これまでの取組状況

	2021年度	2022年度	2023年度
取組概要	鉄道業界では労働人口減少に伴う人材難への対応と鉄道設備の維持管理体制の構築が急務。「車載カメラ、ローカル5G、AIを活用した沿線設備異常の自動検知システムの構築」により、従来の保守員による線路内目視検査業務の高度化・省力化を目指す実証を実施	「車載カメラ、ローカル5G、AIを活用した沿線設備異常の自動検知システム」の実用化に向け、実証エリアをFY21:自由が丘駅周辺からFY22:東横線・みなとみらい線全域に拡大し、取組継続。乗り入れ先とのソリューション共用化に向けた事業モデルの検討	FY24の東急電鉄東横線での実装を見据え、6実証フィールド、多岐に渡る環境条件下でのソリューションの共同利用ならびに機能開発及び検証を実施。共同利用による学習データ収集・共有により車載モニタリングシステムのAI精度向上を確認。また、鉄道保守員で行うAIの継続的な精度向上プロセスの構築と運用確認も実施
成果	<ul style="list-style-type: none">・屋外・日中における車載モニタリングシステム構築・列車が駅に到着後約10分で走行区間の設備異常検知可・AI画像解析モデル構築（例：道床白色化検知率90%）・L5Gアップロード速度（Ave87Mbps）・簡素なダッシュボード構築・導入効果試算	<ul style="list-style-type: none">・季節性/環境条件等にAI適応範囲を広げ、実用化見据え機能追加・車載システムのコンパクト化とバッテリー駆動で営業車両にも搭載可能化・東急電鉄と乗り入れ先にてAIモデル共用化実現・東急電鉄と乗り入れ先にて学習データの事業化間共有の仕組み構築・他社土地ローカル5G電波漏洩抑制・L5Gアップロード速度、ソリューション要求仕様達成（Ave231Mbps）	<ul style="list-style-type: none">・地域環境条件等へのAI適応範囲拡大、機能追加・可搬式車載機のプロトタイプ構築。営業線、鉄道保守員での撮像実施・複数鉄道事業者間の学習データ共有でAI精度(再現率)向上・現場職員との連携実施によるソリューションの現場実運用への適用目途確立・Webアプリケーションのユーザビリティ確保、事業者が独自で行えるAI精度評価実施と再学習ツール導入による運用仕組み構築・ローカル5Gアップロード速度、ソリューション要求仕様達成※（※ソリューション処理なし：300Mbps、処理あり：200Mbps）
見えてきた課題	<ul style="list-style-type: none">・故障事例が少ないインフラ領域におけるAI精度向上に向けた教師データの収集手法・AI画像解析モデルの堅牢性（季節変動による陰日向、雨天、夜間時間帯、トンネル等への変化）・鉄道駅の鉄道用地における他社土地へのローカル5G電波漏洩及び所要の通信品質・性能を確保するための電波照射手法	<ul style="list-style-type: none">・実運用に資するAI精度確保（1走行で検知率90%以上、複数走行で異常見落とし無し）・キロ程の表示精度（最大15m程度のズレ）・地域鉄道への横展開に向けた事業モデルの確立	<ul style="list-style-type: none">・可搬式車載システムの簡便性の向上（重量、表示機能の充実、取り回し等）・実運用に資する地域特性を考慮したAI精度確保（1走行で検知率90%以上、複数走行で異常見落とし無し）※一部検知項目：レール傷、トンネル漏水滴下・運用ノウハウ蓄積による現場業務への浸透・屋内空間における自己位置推定の精度（最大100m程度のズレ）・地域鉄道への横展開に向けた事業モデルの確立・運用検証・2023年度見えてきた課題・異常検知手法と画像データのほか動搖・音声データの重要性が確認できたが異常判定するデータ量が不足。データ量の追加を行い、適切な異常検知モデル構築が必要
事業名	課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証（総務省）	課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証（特殊な環境における実証事業）（総務省）	地域デジタル基盤活用推進事業（実証事業）（総務省）

Ⅱ 目指す姿

将来的に目指す姿

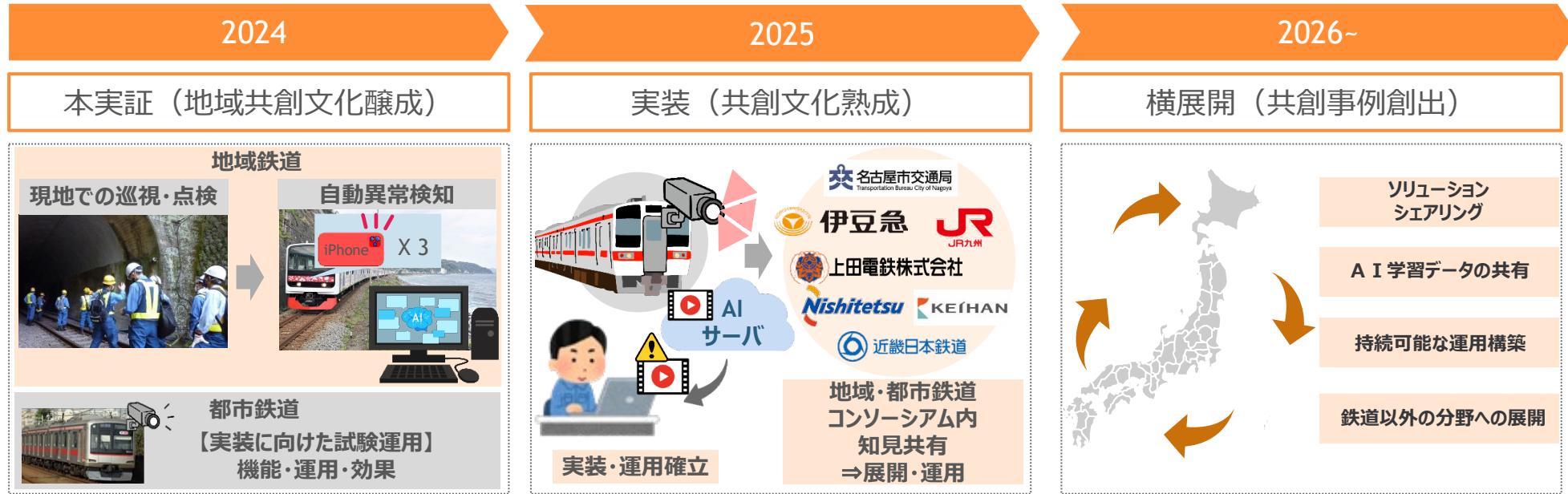
地域鉄道※では、鉄道利用者減少による事業継続リスクの懸念や必要労働者の確保が困難な状況に伴う対応力低下に加え、自然災害の甚大化や構造物老朽化による事故発生リスクという課題が存在。従来、目視で行っていた線路巡視業務を可搬式の車載器と目視と同等レベルのAI精度（F値90%）を目指したモデルを活用して自動化。列車前方に搭載した車載器で撮影した映像を、駅に設置したWi-Fiでオンプレサーバーに伝送、AIで解析して異常を検知することで、徒步巡視の周期延長などの労働力不足への対応と併せて列車の安全・安定輸送の維持に貢献。また撮り溜めたデジタルデータを活用した熟練技術者から若手技術者への技術伝承も見込む。これらの現状及び将来の課題への対応を行うことで地域社会を支え続ける「サステナブルな存在」を目指す。



1. 応募時はWi-Fi6Eを想定していたが、実証段階にて、より上り通信性能が向上したWi-Fi 7を採用する方針に変更

※『国道交通省 鉄軌道事業者一覧』の定義の内、JR・大手民鉄・準大手・公営を都市鉄道、その他を地域鉄道とカウント。
ただし他の都市鉄道事業者と直通運行関係にある事業者（横浜高速鉄道等）は都市鉄道としてカウント

② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ



【車載カメラソリューション】

(伊豆急行およびソリューション共同検証
企業エリアでの実証)

- 多岐にわたる地方環境条件におけるソリューションの共同利用ならびに機能開発および検証
- 安全安定輸送を前提とした運用を踏まえた効果検証

(都市鉄道は実装に向けた運用検証を実施※)

【実装】

(車載カメラソリューションの導入)

- 伊豆急行において、本ソリューションを実装し、実績蓄積、運用検証、課題対応を実施
- コンソーシアムメンバーの鉄道事業者への展開・課題抽出、対応実施
(都市鉄道の実装達成に必要な知見を地域の鉄道事業者へ共有)

【横展開】

(車載カメラソリューションの横展開)

- コンソーシアムメンバーを足掛かりとした全国鉄道事業者への横展開の実施
- 鉄道事業者以外への横展開の推進

※ 都市鉄道の運用検証結果の活用が、地域鉄道の実装に必須であるため自主的な取り組みとして実施

Ⅱ 目指す姿

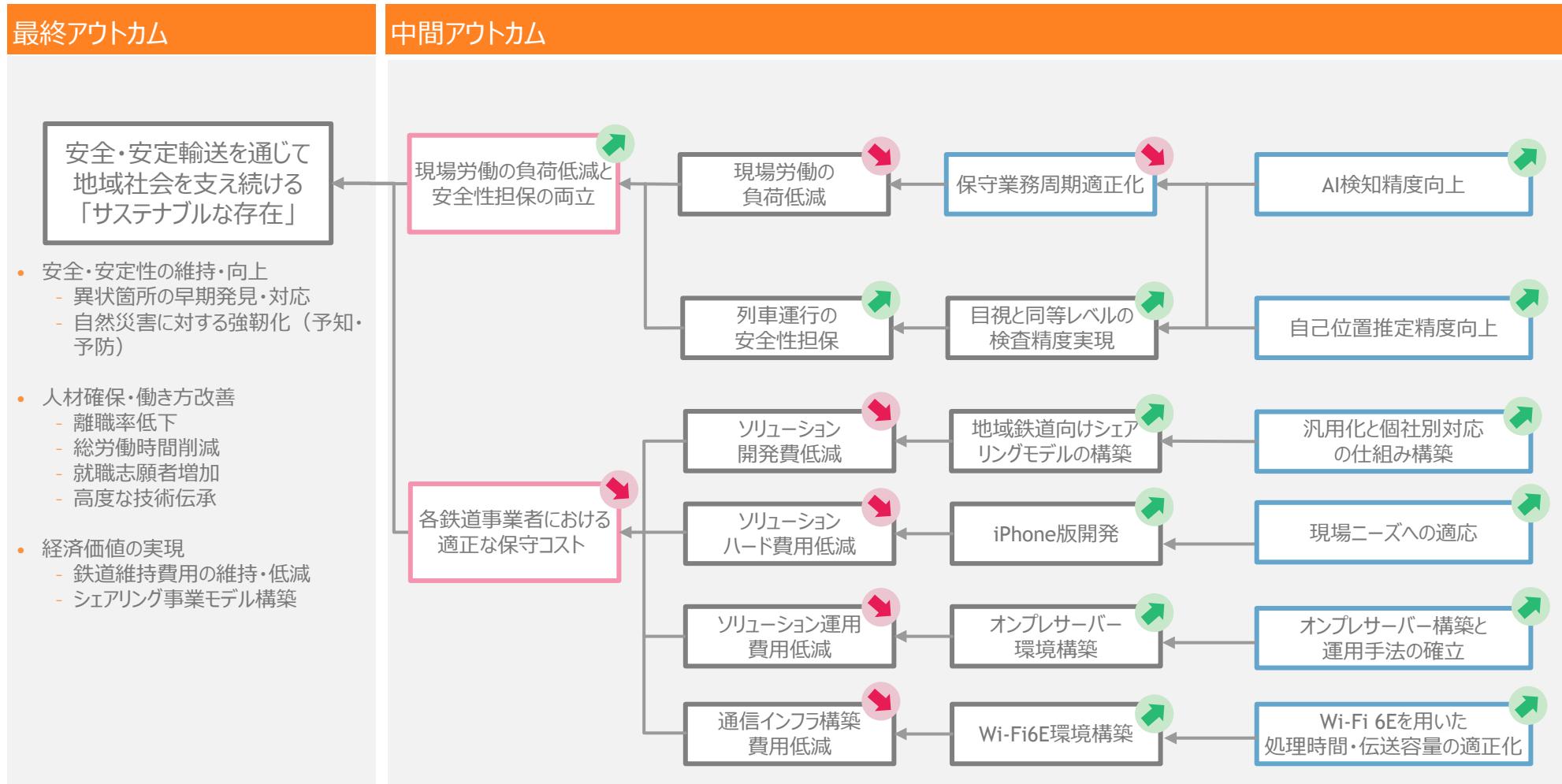
③ 成果(アウトカム) 指標

a. ロジックツリー

: 目標の方向性 (増減)

: 実装・横展開の成果指標

: 実証の成果指標



Ⅱ 目指す姿

③ 成果(アウトカム)指標

b. 成果(アウトカム)指標の設定: 実装・横展開

成果(アウトカム)指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
現場労働の負荷低減と安全性担保の両立	保線:1回(6人)/週 信号:0.25回(2人)/週 電路(徒歩):0.25回(2人)/週 電路(添乗):0.5回(1人)/週 デジタル化による検査品質均一化効果体感 - (無し)	保線:0.5回(3人)/週 信号:0.25回(1人)/週 電路(徒歩):0.125回(1人)/週 電路(添乗):0.25回(0.5人)/週 デジタル化による検査品質均一化効果体感 - 実証後にアンケートを実施、5点満点中3.5	<p>・巡視業務実施頻度は検査対象（保線・信号・通信・電路・土木）により異なるが、最も検査頻度が高く、保守コストにインパクトの大きい保線業務を中心に、それぞれ現状からの改善を目指す。目標値については、地域鉄道事業者から得たフィードバックを基に、巡視業務の頻度と人工を設定</p> <p>・異常の特定や程度が個人によりばらつきが出てしまうことが多い保守業務は、鉄道業界の中でも属人性の強い業務となっている。車載モニタリングソリューションを活用することでアナログ→デジタル化を促進し、個人によるばらつきを低減する。実証後、実際に検証を行った鉄道保守員に対しアンケート調査を実施、異常データをAIで解析、ダッシュボードへ可視化することで異常特定判断の個人のばらつきに対して標準化傾向に向けて実感があるかどうかをアンケートを通じて評価する</p>	運用検証を通じて現状の運用頻度に対し、前方モニタリングソリューションとの併用により実施可能な保守業務頻度を測定 関係者へのアンケートを実施
各鉄道事業者における適正な保守コスト	ソリューション導入料 -年間1,000万円~	ソリューション導入料 -年間500万円以下~	<p>都市鉄道向けローカル5Gインフラを活用した年間コストでは地域鉄道の活用は難しいため、本ソリューション導入によって削減可能な保守コスト低減効果を試算。試算保守コストを下回る水準での価格提供を目指す。地方鉄道における保守コスト低減効果とソリューション導入料は以下の通り</p> <p><保守コスト低減効果> ①保守業務工数単価:20,000円/日 ②保守業務工数:600人日/年 ③ソリューション導入により低減する保守業務工数:300人日/年 (② - ③)ソリューション導入後の保守業務工数:300人日/年 ⇒(①×③)ソリューション導入による保守コスト低減効果:600万円/年</p> <p><a.個社毎にかかるコスト> -インフラ(Wi-Fi)導入料:300万円 -iPhone版車載料:100万円 -オンプレサーバー料:100万円</p> <p><b.按分可能なコスト> -筐体開発費:700万円 -アプリ開発費:5,300万円 -AIモデル開発費:12,100万円</p> <p>5年回収する場合 合計:500/5=50万円 a.年間100万円</p> <p>5年回収、10社で按分する場合 合計:18,100/5/10=362万円 a+b=462万円</p>	運用検証により地域鉄道事業者が実装した際の適正な周期を検証する iPhone版車載器、Wi-Fi 6E、オンプレサーバーを活用したソリューションの実用性を確認、保守コスト低減効果とソリューション導入コストを試算し、費用対効果を測定

Ⅱ 目指す姿

③ 成果(アウトカム)指標

b. 成果(アウトカム)指標の設定: 本実証

成果(アウトカム)指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
AI検知精度・汎用化率向上	一部検知項目 90% (再現率)	90%(F値)	F値の構成要素である再現率(見落とし率)と適合率(正確率)の内、再現率が一定基準に満たない場合、人が全てを再確認する必要が出てきてしまうため、昨年度は再現率に注力。一方、適合率が低いと作業量が増加してしまうため、双方の総合的評価指標であるF値を目標に設定。実際に必要なF値は実運用の中で要検証だが、鉄道事業者・ベンダー等の関係各社と検討の結果、一走行で90%(複数走行で100%)で十分と整理しており、本実証で妥当性を検証する	実証結果を分析し、算出
保守業務周期適正化	保線:1回(6人)/週 信号:0.25回(2人)/週 電路(歩行):0.25回(2人)/週 電路(添乗):0.5回(1人)/週	保線:0.5回(3人)/週 信号:0.25回(1人)/週 電路(歩行):0.125回(1人)/週 電路(添乗):0.25回(0.5人)/週	巡視業務実施頻度は検査対象（保線・信号・通信・電路・土木）により異なるが、最も検査頻度が高く、保守コストにインパクトの大きい保線業務を中心に行なう。それら現状からの改善を目指す。目標値については、地域鉄道事業者から得たフィードバックを基に、巡視業務の頻度と人工を設定	運用検証を通じて現状の運用頻度に対し、車載モニタリングソリューションとの併用により実施可能な保守業務頻度を測定
自己位置推定	平均絶対値誤差 約250m	約100m	車載モニタリングソリューションで沿線上の異常を検知する際、異常個所の特定が必要。屋外ではGPSを利用して列車の位置を特定することができるが、屋内を通過する場合、遮蔽物の影響でGPSで位置を特定することが出来ない。そのため、屋外はGPS、屋内は加速度センサーと画像処理の複合的なモデルを使用して検証する。鉄道保守員は、100m間隔に設置のキロ程という距離指標を利用して位置を確認しているため、平均絶対値誤差が100m以内であれば実用的な制度と整理。計算方法は以下の通り。各測定点で、推定位置と実際の位置の差を計算。その差の絶対値を取得。すべての測定点で計算した絶対値を足し、足し合わせた絶対値の合計を測定点の数で割ることで求める	実証結果を分析し、算出
汎用化と個社別対応の仕組みと構成	都市鉄道向け検知項目の汎用化 個別対応 -通信インフラ環境(ローカル5G、クラウドサーバー)	地域鉄道向け汎用性検知項目の開発 個別対応 -通信インフラ環境(Wi-Fi 6E、オンプレミスサーバー)	本年度、地域鉄道事業者向けのAI開発及び通信インフラの構築にあたり、過年度開発をした都市鉄道向けAI開発をベースに地方鉄道向けAI検知項目の拡充が必要。また都市鉄道のようにタイムリー性の優先度を高く持たずに、沿線の異常検知を実施するためのWi-Fi 6Eの導入や、運用費が高額になるAWSサーバーの代替としてオンプレミスサーバーの導入を検討することで費用面がボトルネックになりづらい仕組みを構築し、各社がソリューションを導入しやすい仕組みを開発	実証事件を通じた開発内容で測定、また関係者へのアンケートを実施

Ⅱ 目指す姿

③ 成果(アウトカム)指標

b. 成果(アウトカム)指標の設定: 本実証

成果(アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
現場ニーズへの対応	都市鉄道事業者車両への設置 見易い、扱いや すい直感的なUI 開発	実証協力事業者 の車両への設置可 能率 100%	地域鉄道事業者にとって使い易いソリューション実現が実装に必須。鉄道運行業務に支障をきたさないよう、可搬性に優れ、設置が容易な筐体開発が必要。また、直感的で簡便なモニター操作やソリューションが正常に動作しているかどうかを容易に判断できる仕組みの構築が求められる。さらに、どの車両にも設置可能で、使用に制限が生じない筐体開発の実現のため、様々な車両での検証を行う。筐体サイズや重量などの簡便性、Wi-Fi接続の状況などソリューション導入後、ユーザーにニーズに応えられているかを実証後のアンケートを通じて測定	車両設置可能数率を測定、関係者へのアンケートを実施
オンプレサーバ構築と 運用手法の確立	-	・クラウド上に構築 したAI推論機能とオ ンプレサーバ上に展 開したAI推論機能 の処理差分ゼロ ・全鉄道事業者に 対して時間差のな いスムーズなAI機能 のリース提供	地域鉄道事業者にとって使い易く、精度の高いAIソリューション実現が実装に必要。クラウド版を利用する鉄道事業者とオンプレサーバを利用する鉄道事業者への機能リリースタイミングの差分、機能の差分、推論精度の差分を極力ゼロを目指すことで、システム全体のアーキテクチャの妥当性や整合性を確保することができると考えている	運用検証を通じてソリュー ションが正常に稼働するかを 確認すると共に、実証中の オンプレサーバの適正稼働の 検証と使用者である伊豆急 行、上田電鉄へのアンケート を実施
Wi-Fi 6Eを用いた 処理時間・伝送容量の適正化	-	・処理時間：10分 (約83分走行の場合) ・スループット：約 236Mbps	・地域鉄道の代表的な条件として、83分の走行データ(13.8GB相当)を、iPhone3台で取得(41.5GB)し、10分の停車時間で伝送することで、現行ダイヤで運行可能。(伊豆急行においては実運用時、伊豆急行下田駅にもWi-Fi 6Eを設置を見込む) ・上記条件で走行データを送りきるために必要なアップリンクのスループットは約236Mbpsとなる。計算式は以下のとおり。 ・データ量→ビット変換： $41.5\text{ GB} = 41.5 \times 1024\text{ MB} = 42,496\text{ MB}$ 、 $42,496\text{ MB} = 42,496 \times 8 \times 10^6\text{ ビット} = 339,968\text{ メガビット}$ ※ $1\text{ MB} = 8 \times 10^6\text{ ビット}$ (8メガビット) ・分一秒変換： $10\text{ 分} = 10 \times 60\text{ 秒} = 600\text{ 秒}$ ・必要なスループット計算：必要なスループット(Mbps)=総データ量(メガビット)/時間(秒) ・必要なスループット = $339,968\text{ メガビット} / 600\text{ 秒} = 566.6\text{ Mbps}$ ・fpsを専用アプリケーションで24fps→10fpsへ変更。 約 $566.6\text{ Mbps} \times 10 / 24 (0.4167) = 23.10$	実証結果を分析し、算出

Ⅲソリューション

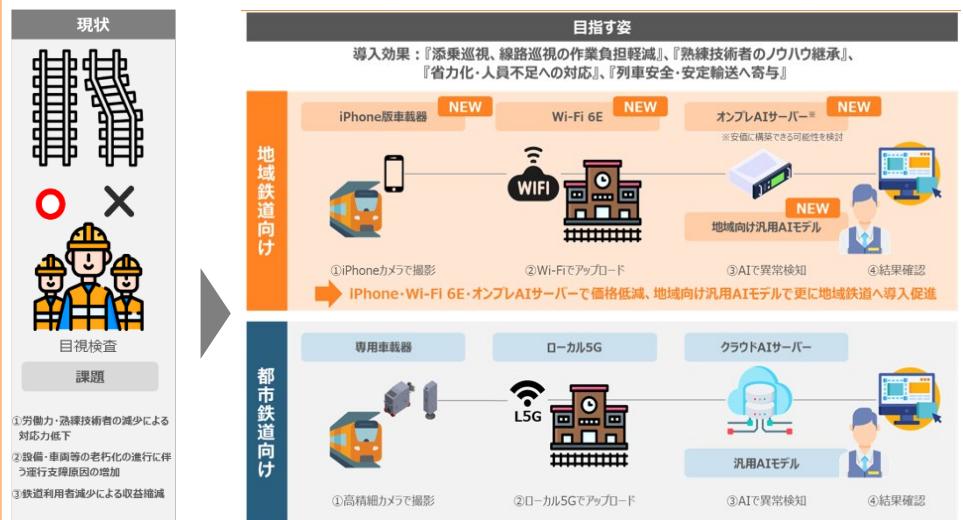
1 ソリューションの概要

ソリューションの概要

・電車の前方に設置したiPhone/車載器で撮影した映像をWi-Fi 6E/ローカル5G¹⁾でオンプレAIサーバ/AI解析用クラウドサーバに伝送し、線路設備等の異常を解析。従来、一日数時間かかる鉄道保守員による巡視業務をAIによる効率的な点検に置き換え、必要な箇所のみを現地確認することで業務を効率化・高精度化

・全国の30社鉄道事業者と汎用的なAIモデルの構築実現に向けて、全国23鉄道事業者の実証フィールドで共同検証を実施

※都市鉄道は運用検証を実施し、実装達成に必要な知見を地域の鉄道事業者へ共有



中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- ・ Wi-Fi 6E¹⁾を用いた処理時間・伝送容量の適正化> 15分(50分走行の場合)
- ・ ソリューション導入後の業務効率性向上> 巡視・検査周期頻度現状以下
- ・ AI検知精度・汎用化率向上> 90% (F値)

定性アウトカム

- ・ 日常業務への浸透
- ・ 地域特性に応じた検知手法の確立
- ・ 地域鉄道向け安価なソリューション開発

中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

- ・ 投資額の大きいローカル5G設備の代替として、Wi-Fi 6 E¹⁾設備を使用し、地域鉄道に適した機能を選択したiPhone版車載モニタリングシステムをシェアリングして提供することで費用を抑制・平準化
- ・ 鉄道事業者間による学習データの共有により、開発期間を短縮することで費用を抑制しながら検出精度を向上
- ・ 昨年度開発した車載カメラの代替としてiPhoneを車載することで、車両改造が不要、また専用車両等の大きな投資、検査スケジュールの大規模な調整なども不要で、ソリューションによる検査の高頻度化
- ・ これらにより、鉄道事業者の大きな課題である労働力の効率化及び現状の保守にかかるコスト最適化と安全性維持の実現に寄与する

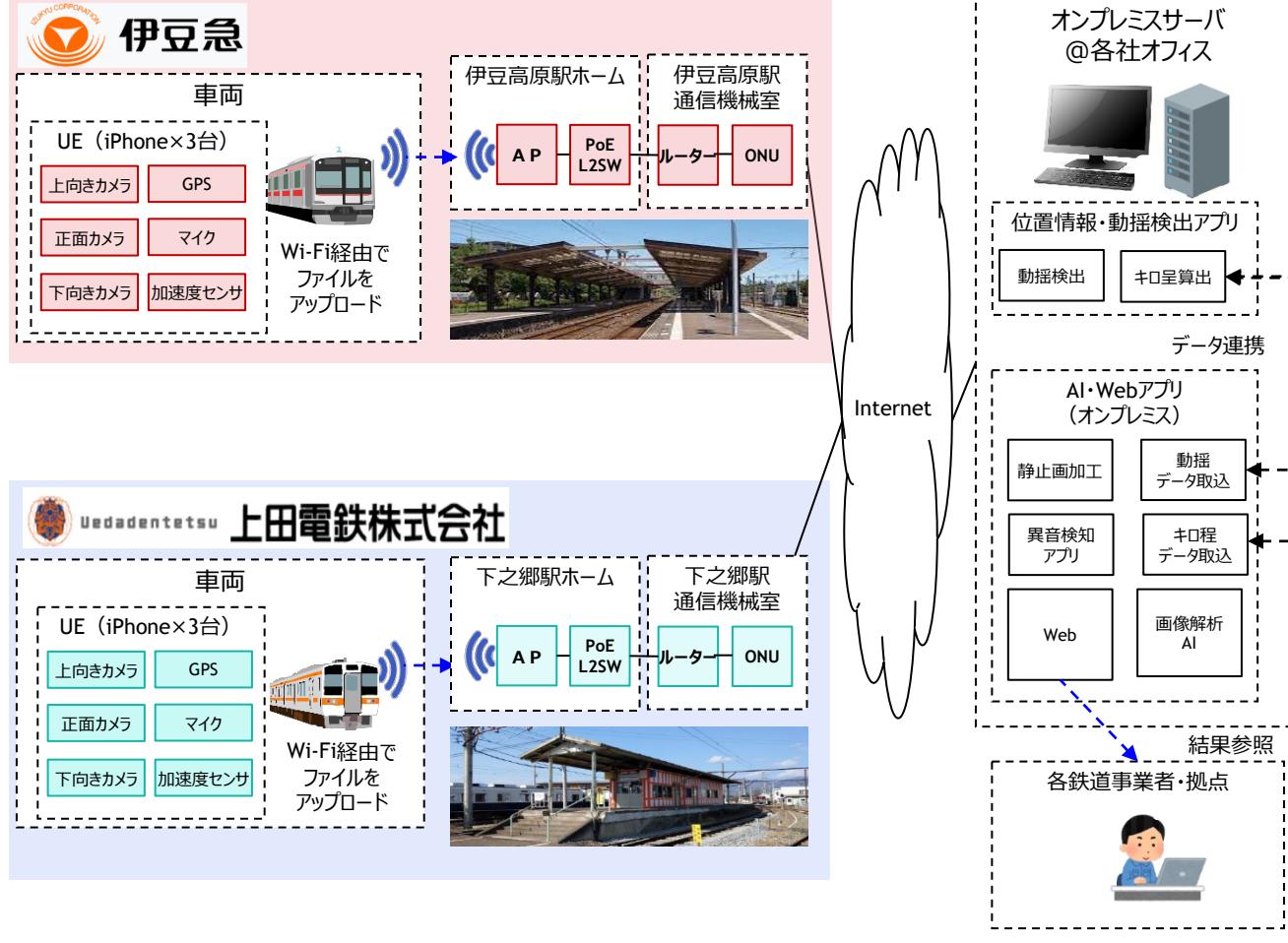
KC1. 応募時はWi-Fi6を想定していたが、実証段階にて、より上り通信性能が向上したWi-Fi 7を採用する方針に変更

Ⅲ シリューション

2 ネットワーク・システム構成

a. ネットワーク・システム構成図

イメージ



説明

- 車両に、3方向（正面、上向、下向）にカメラが向くように3台のiPhoneを搭載。付属のセンサー及びGPSの情報と合わせて走行しながら映像撮影などのデータを収集
- 伊豆急行 伊豆高原駅、上田電鉄 下之郷駅のホームにWi-Fi 6E¹⁾アクセスポイントを設置
- Wi-Fi 6E¹⁾アクセスポイント設置駅での停車時間内にデータをAIサーバへアップロード
- AIで画像解析や差分検知を行い、分析結果をWebアプリケーションで参照可能
- Wi-Fi 6E¹⁾環境構築した駅でのスループット検証は、伊豆急行、上田電鉄で実施。AI精度向上に不可欠な撮影データを利用した検証は、21鉄道事業者の線路環境にて実施

1. 応募時はWi-Fi6を想定していたが、実証に際してWi-Fi7に変更したため、修正版をP94に記載

2 ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

イメージ

伊豆高原駅



構築エリア

- ・伊豆急行 伊豆急行線の停車駅
- ・島式ホーム1面2線と、単式ホーム1面1線の計2面3線を有する地上駅
- ・駅周辺には、駅ビル、車両基地（伊豆高原車両区）が併設されている
- ・設置ホーム：3番線ホーム（1箇所）
- ・通信規格：Wi-Fi 6E¹⁾ VLPモード

至 伊東方面（上り）



至 伊豆急行下田方面（下り）

下之郷駅

- ・上田電鉄 別所線の停車駅
- ・島式ホーム1面2線を有する地上駅
- ・駅周辺には、上田電鉄本社、別所線技術区が併設されている
- ・設置ホーム：下之郷駅ホーム上（2カ所）
- ・通信規格：Wi-Fi 6E¹⁾ VLPモード

至 上田方面（上り）



至 別所温泉方面（下り）

1. 応募時はWi-Fi6Eを想定していたが、実証に際してWi-Fi7に変更したため、修正版をP95に記載

Ⅲ ソリューション

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要

機器リスト

別添資料 調達機器リストを参照

Ⅲ シリューション

2 ネットワーク・システム構成

d. 許認可等の状況

許認可の種類

【Wi-Fi 6Eシステム】

- ・アクセスポイントの技術基準適合証明取得

【ローカル5Gシステム】（ご参考）

- ・開発供給計画認定製品
- ・認定日付：令和4年6月13日
- ・認定番号
2021開1総経第0002号－2

メーカー	種別	型番・型式	主な仕様等（概要）
富士通	特定基地局以外の基地局の無線設備	PW300-CU	・CU
富士通	特定基地局以外の基地局の無線設備	PW300-DU	・DU
富士通	特定基地局以外の基地局の無線設備	PW300-RU-0	・RU ・4.8-4.9 GHz 帯用 ・アンテナ一体型 ・屋外設置用
富士通	特定基地局以外の基地局の無線設備	PW300-RU-1	・RU ・4.8-4.9 GHz 帯用 ・アンテナ分離型 ・屋内設置用
富士通	交換設備	PW300-5GC	・オンプレミス型 ・5G SA 方式
富士通	交換設備	PW300-EMS	・オンプレミス型 ・5G SA 方式
富士通	特定基地局以外の基地局の無線設備、交換設備	PW300-SK	・CU 及び交換設備 ・オンプレミス型 ・5G SA 方式

現在の状況

【Wi-Fi 6Eシステム】

- ・アクセスポイントの技術基準適合認証未取得

今後の計画/スケジュール

【Wi-Fi 6Eシステム】

- ・伊豆急行：伊豆高原駅に導入
- ・上田電鉄：下之郷駅に導入

2024年12月 技術基準適合証明取得予定

【ローカル5Gシステム】（ご参考）

ローカル5G免許取得済

- <①自由が丘駅・横浜駅>
- ・実験試験局免許取得済
・基地局6局、移動局3局

取得済ローカル5G免許

- <②博多駅>
- ・実験試験局免許取得済
・基地局2局、移動局3局

<③伏見駅>

- ・実験試験局免許取得済
・基地局1局、移動局3局

【ローカル5Gシステム】（ご参考）

<関東総合通信局(①自由が丘駅・武蔵小杉駅・横浜駅)>

- ・2024年9月 商用局免許取得予定

<九州総合通信局(②博多駅)>

- ・2024年9月 実験試験局再免許予定

<東海総合通信局(③伏見駅)>

- ・2024年10月 実験試験局免許取得予定

<関東総合通信局(④調布駅)>

- ・2024年10月 実験局免許取得予定

Ⅲソリューション

③ソリューション等の採用理由

a. 地域課題への有効性

		ソリューション	車載モニタリングソリューション
対象の課題	課題解決への有効性	他ソリューションに対する優位性	
課題a:自然災害と構造物老朽化による事故発生リスク	地域鉄道は、都市鉄道ではあまり例のない地域特有の自然災害に日々直面しており、地域の人々の生活を支える重要な社会インフラ構造物となる橋梁なども設置されてから60年～100年と非常に長い時間が経過している。そのような自然災害及び老朽化した構造物による事故発生リスク課題を本ソリューションで早期に検知することが可能となり、更なる安全性と安定性の確保に貢献するソリューションである。過年度開発した車載カメラソリューションを更に利便性を追求し、低予算での使用を可能とするiPhoneカメラでのソリューションを開発する。具体的には、列車の運転席にiPhoneカメラを設置し、撮影した映像をAI解析によって「異常が発生している」と推論させ、異常アラートをアウトプットすることで、これまで保守関係の係員が線路内を徒步または列車に添乗して確認していた設備を、カメラによる確認方法に移行することができる。また、音検知や振動検知も同時にを行うことでより人の感覚に近いかたちで推論を実行する。これにより、定期的な巡回や検査の頻度を低減し、労働力不足問題や業務効率化効果及び人件費削減の課題解決に寄与する	名称 「軌道検測モニタリングシステム」（車両床下搭載型）	比較 【概要】車両床下に設置されたレーザーとカメラによるシステムで、主に①軌道変位モニタリングと②軌道材料モニタリングがある。①は線路のゆがみを測定、②は線路を構成する部材の本来あるべき姿との差異（締結装置のボルトの緩みなど）を画像で診断するもの
課題b:必要労働者の確保が困難			【比較】「軌道検測モニタリング」は、高性能な光学カメラとソフトウェアで画像判定するもので、精密であるが多額のコストが発生するため、その導入は都市部の一部路線に限られること、また検査範囲も線路のみに限られている。一方、iPhone版車載カメラソリューションは、様々な車両の運転台に設置し、日々走行中に撮像したデータをAI分析することで異常状態を自動でフィルタリングすることが可能。また、線路以外の沿線内設備についても高頻度且つ低成本で検査することができるため、地方鉄道の巡回業務負担軽減及び安全運転への実現度の観点で優位
課題c:社会情勢による鉄道利用の減少			

Ⅲソリューション

③ソリューション等の採用理由

b. ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

ソリューション 車載モニタリングソリューション

対象の課題

課題a:自然災害と構造物老朽化による事故発生リスク

課題b:必要労働者の確保が困難

課題c:社会情勢による鉄道利用の減少

先進性・新規性

- ・コスト面に考慮したiPhone版車載モニタリングソリューションの開発
- ・開発したAIを維持しつつ、取得ツールの筐体が変更可能且つ設置方法も選択可能（車載カメラ、iPhoneカメラ、可搬式、固定式）

※一般的にはハード・ソフトを一体で開発することが多い

- ・地域鉄道にニーズに沿った異常検知項目の拡充
- ・レポートWebアプリケーションの機能拡充

本年度は、地域鉄道でも活用できるようiPhoneカメラを活用したモデルを開発する。過年度に開発したAIの精度で新たな検知項目として継目板のボルト脱落と損傷、レール締結装置のボルト脱落、草木の繁茂状況の把握、運転用諸標類の視認性、異音検知を追加。Webアプリケーションにおいても、異音検知の結果表示や、巡視業務の結果をまとめたレポート作成機能も追加する。加えて、昨年度6社で学習データを共有し、AIの精度向上に効果的であることが確認できた。本年度23社の鉄道事業者と学習データを共有し、AI精度向上を目指す点や、都市鉄道と比べて財務体力の低い地域鉄道でも使用できる点に先進性・新規性がある。また、市場には構造物、軌道、電気それぞれ個別に確認するソリューションが存在するなか、分野を跨いで一度に確認できるソリューションである点に先進性・新規性があるといえる

・新しい通信技術（Wi-Fi 6 E）をオンプレミスで活用

ローカル5Gを導入するほどのデータ量及びタイムリー性を必要としない地域鉄道における代替案としてWi-Fi 6 Eを活用。また並行して、運用コスト低減のために、ローカル5G × クラウドを利用せず、Wi-Fi 6 E × オンプレミス運用で検証をする手法は、今後の地域鉄道における新しい通信技術及びソリューション導入の判断基準の確立という点で先進性・新規性があるといえる

実装・横展開のしやすさ

地域鉄道は、キロ長あたりの自然災害を原因とする輸送障害（30分以上の遅延）件数が、都市鉄道と比較して多い傾向にある。鉄道の保守や点検において、徒步巡視のような従来の人間による検査方法は長い間使われ、その信頼性が確立されており、映像（視覚）、振動（感覚）、異音（聴覚）のセンサを五感に置き換えることで、従来の検査方法との連続性を保ち、現場鉄道保守員が使いやすく、既存の検査プロセスと融合することで現場の混乱や抵抗を最小限に抑える。また、コストの適合性を図るため、サービスメニューの選択（検知項目、動搖検知、異音検知の取捨選択）を可能とすることで、地方鉄道が許容できるコスト内で必要/不要な機能を選択できる点や、昨年度開発した可搬型車載器よりも小型なiPhoneのカメラを使用することで、更に導入に対するハードルも低くすることを想定。現状の調べでは6Eに接続可能なスマートフォンが少ない点（ギャラクシーのハイエンド機種は価格がiPhoneより高額）、また全国シェアも高く、UIが鉄道保守員に受け入れてもらいやすい点でiPhoneが優位と考えている。また、本ソリューション導入をすることでメンテナンス業務の運用が見えてきたタイミングや、労働力の問題に直面してしまうタイミングなど、将来的な状況に応じて車載器や固定型に変更することも可能であるため、陳腐化することなく、長期的に使用することが可能。さらにWi-Fiの拡張性を活かした駅舎及び事務所業務の効率性・生産性向上や、都市鉄道に比べて列車の待ち時間の長い地方鉄道利用者へWi-Fi利用許可することで、利用客の待ち時間の有効利用促進など顧客満足度の向上も十分に期待できる。昨今の感染症拡大の影響で鉄道利用者が減少、収益の確保が難しい中、ソリューションを複数の事業者間でシェアリングすることにより、AIモデル利用料を按分できる点も地方鉄道の持続可能性に大きく貢献する。将来的には、鉄道業界と類似の線状エリアというローカル5G・Wi-Fi構築環境、且つ、インフラメンテナンス効率化が急務の類似課題を持つ空港事業者や高速道路事業者へのソリューション横展開を目指す。都市鉄道、地域鉄道のニーズを明確に車載カメラソリューションのベースモデル（鉄道業界）を基に他業界のニーズに沿ったマイナーカスタマイズ、機能共用化によるコスト低減等のフレキシビリティーを持たせることで他分野への展開を推進していく

Ⅲソリューション

③ソリューション等の採用理由

c. 無線通信技術の優位性

通信技術	ソリューション実現の要件を満たす 通信技術の特徴	他無線通信技術との比較
•Wi-Fi 6E	<p>地域鉄道が求める要件 地域鉄道における異常判定では、以下の要素が求められる</p> <ul style="list-style-type: none">・経済性 財務的な制約がある事業者が多く、①経済性に優れた通信技術が必要・一定の通信性能 経済性は重要である一方で、都市鉄道で求められた、②安定性、③セキュリティ、 ④高速・大容量、については鉄道事業者での運用に耐えうる最低限の性能が 必要。コストを抑え、性能を抑えた中で、実運用に耐えうる通信手段が求められる <p>Wi-Fi 6Eが備える要件 上記の必要な要件をWi-Fi 6Eは満たす。各詳細は以下</p> <ul style="list-style-type: none">①経済性 ローカル5Gと比べ機器構成が簡素で、費用も大幅に削減可能 (ローカル5Gは一駅設置で機器代金2000万円、Wi-Fi 6Eは100万円程度)②安定性 6GHz帯の利用が少ないことから、Wi-Fi 6Eでも一定程度の安定性が確保③セキュリティ WPA3を有するため、セキュリティ性を保持④高速・大容量 Wi-Fi 6Eは、広帯域を利用可能であり、大容量データを迅速に伝送可能。 片道一回走行(50分)のデータを1駅の停車中(15分)に伝送する場合に必要な225Mbps以上のアップリンクスループットを満たす	<p>名称</p> <ul style="list-style-type: none">•Wi-Fi4~5•LTE•全国 5G•ローカル 5G <p>比較結果</p> <ul style="list-style-type: none">•一般に広く利用されている周波数帯であり干渉・混信が多発するためトラフィック不安定になり、AI判定結果出力までの時間が固定化できず、最適な業務計画が立てられない•ネットワーク不正侵入により、機微な情報が漏洩する可能性がある•アップロードの速度が遅く、データ伝送が完了しない•トラフィックが混雑する駅において、安定した伝送速度を確保できない•下り通信を優先したリソース配分のため、映像データをAIサーバに伝送する時間がかかりリアルタイムに判定結果が出せない•パブリックNWのため、セキュリティ要件に合わせた構築のハードルが高い•通信容量が膨大となり、多額の通信費用が見込まれる•現時点においては高額な機器代金、ランニングコストに加え、免許取得の難易度が地域鉄道においては高く導入障壁が高い

Ⅲ ソリューション

4 費用対効果

a. 費用対効果 (1/3)

効果	項目	スケジュール			合計
		2024年度	2025年度	2026年度	
定量 (収益)	<ul style="list-style-type: none"> 省人化効果 (都市) 省人化効果 (地域) 	<ul style="list-style-type: none"> 30百万円 0百万円 	<ul style="list-style-type: none"> 140百万円 6百万円 	<ul style="list-style-type: none"> 460百万円 12百万円 	<ul style="list-style-type: none"> 630百万円 18百万円
計 (定量 収益)		30百万円	146百万円	472百万円	648百万円
定量 (収益以外) + 定性	<ul style="list-style-type: none"> 巡視、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 巡視、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 巡視、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 巡視、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 巡視、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献
費用	イニシャル	<ul style="list-style-type: none"> ローカル5G構築費 Wi-Fi構築費 筐体設計費 筐体機器費 アプリケーション開発費 AIモデル開発費 	<ul style="list-style-type: none"> 25百万円（住商負担） 7百万円 7百万円 0百万円 13百万円 41百万円 	<ul style="list-style-type: none"> 76百万円 0百万円 0百万円 4百万円 10百万円 20百万円 	<ul style="list-style-type: none"> 230百万円 7百万円 0百万円 17百万円 10百万円 20百万円
	ランニング	<ul style="list-style-type: none"> 通信関連運用保守費 ソリューション関連運用保守費 AIモデル運用保守費 	<ul style="list-style-type: none"> 1百万円（住商負担） 3百万円 3百万円 	<ul style="list-style-type: none"> 8百万円 14百万円 9百万円 	<ul style="list-style-type: none"> 28百万円 58百万円 36百万円
計		100百万円	141百万円	406百万円	647百万円

※労務費は住商、鉄道事業者各社にて負担

Ⅲ ソリューション

4 費用対効果

a. 費用対効果 (2/3)

1		項目	算定の根拠
効果	定量 (収益)	<ul style="list-style-type: none"> 省人化効果（都市） 省人化効果（地域） 	<ul style="list-style-type: none"> 保守工数単価（約33,000円/回）×保守工数（約300回/累計駅数/年）≈約10百万円 保守工数単価（約20,000円/回）×保守工数（約300回/累計駅数/年）≈約6百万円
	定量 (収益以外)	<ul style="list-style-type: none"> 巡視、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 巡視業務置き換えによる負担軽減に関するアンケートを実施し、保守係員の実感ベースで効果を測る 列車の安全運行への寄与効果に関し関係部署へのヒヤリングを実施し、効果を測る
費用	イニシャル	<ul style="list-style-type: none"> ローカル5G構築費 Wi-Fi構築費 筐体設計費 筐体機器費 アプリケーション開発費 AIモデル開発費 	<ul style="list-style-type: none"> L5G償却費（1.5百万円※/累計駅数）+L5G環境構築費（5百万円/単年駅数）※2025年度の数値。年度により変わる Wi-Fi環境構築単価（7百万円/単年駅数） 設計工数単価（1.4百万円/人月）×筐体設計工数（5人月） 筐体償却費（1.1百万円※/累計路線数）※2025年度の数値。年度により変わる 開発工数単価（1.3百万円/人月）×アプリケーション開発工数（7.5人月） 開発工数単価（1.5百万円/人月）×AIモデル開発工数（13人月）
	ランニング	<ul style="list-style-type: none"> 通信関連運用保守費 ソリューション関連運用保守費 AIモデル運用保守費 	<ul style="list-style-type: none"> 通信関連機器価格（120百万円※）×保守費率（平均約7%）※2025年度の数値。年度により変わる 24年度：工数単価（1.5百万円）×オンプレサーバ構築工数（2人月）/25年度以降：クラウド費（3.6百万円/路線数/年） AIモデル運用保守対応費（3百万円/社）

Ⅲ ソリューション

4 費用対効果

a. 費用対効果 (3/3)

効果 計 (定量)	項目	スケジュール		
		2024年度	2025年度	2026年度
省人化効果	<ul style="list-style-type: none"> 30百万円 (1社/3路線) <ul style="list-style-type: none"> 1事業者あたり : 30百万円/社 1路線あたり : 10百万円/路線 	<ul style="list-style-type: none"> 146百万円 (3社/15路線) 	<ul style="list-style-type: none"> 472百万円 (12社/48路線) 	
定性	<ul style="list-style-type: none"> 巡視、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 巡視、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 巡視、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 巡視、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献
費用計	<ul style="list-style-type: none"> 100百万円 (1社/3路線) <ul style="list-style-type: none"> 1事業者あたり : 100百万円/社 1路線あたり : 33百万円/路線 	<ul style="list-style-type: none"> 141百万円 (3社/15路線) 	<ul style="list-style-type: none"> 406百万円 (12社/48路線) 	



合理性・妥当性

- 本ソリューション導入による鉄道インフラ保守業務周期延長に伴う人件費削減額が、ソリューション導入に関わるイニシャル・ランニング費用を上回ることで費用対効果有りと見做すことが可能。尚、2024年度は、地域鉄道向けにAIモデル、Webアプリケーション及びiPhone版車載器等の開発並びにWi-Fi 6E及びオンプレサーバーの実用性検証を行うフェーズであるため、実際に費用対効果が見込めるのは翌年度以降となる計画であるものの、本実証事業の中で定量及び定性面においてポジティブな検証結果が得られる場合には、実装の際には費用対効果が見込めるソリューションと考えられる。2025年度以降、費用対効果が得られはじめ、2026年度に3か年累計でも費用対効果がポジティブとなる見込み。
- 本ソリューションは鉄道インフラ保守業務を完全に無くすものではなく、現場での作業は今後も必要となる。異常時の早期復旧対応や、各種データの管理、現段階のAIでは検知できない場合における対処など「人」が行う業務と、「機械」に置き換えられる業務に分ける形で、現行業務が効率化されることを想定している。
- また本ソリューションを導入することで効率化だけでなく、巡視点検の周期延長、屋内の暗いトンネル環境や屋外足場の悪い環境、及び悪天候時における設備点検の実施や少ない労働力条件下における適切な鉄道保守員数での異常個所確認など、労働力の減少が深刻な地方課題の解決に資する見込み。
- 本実証事業にて開発を行う地域鉄道事業者向けソリューションの導入効果に加え、今年度実装を見込んでいる都市鉄道事業者への導入効果も含む。

Ⅲ ソリューション

④ 費用対効果

b. 導入・運用コスト引き下げの工夫

1					
	項目	引下げの工夫内容	コスト削減効果 (見込み額)	実行タイミング	実行主体/担当者
費用	イニシャル	Wi-Fi構築費	・ベンダーとの戦略的交渉 (原価率低減・機器構成効率化) ・ボリュームディスカウント ・鉄道事業者間機器共有 ・設計ノウハウ蓄積・工数最小化	10%	24年度～ 住友商事/山田、香川 ↳イツコム/三宅、菅
		Webアプリケーション・AIモデル開発費	・鉄道事業者間開発費按分 (汎用化部分の開発共用化)	10%	25年度～ 住友商事/山田、香川 ↳ARI/高林
ランニング		ソリューション関連運用保守費	・オンプレサーバー活用・運用効率化 (安価なハードウェア選定、構築効率化)	10%	25年度～ 住友商事/山田、香川 ↳ARI/高林
		AIモデル運用保守費	・鉄道事業者間運用保守費按分 (監視、トラブル対応の共用化)	10%	24年度～ 住友商事/山田、香川 ↳ARI/高林

1 計画概要

実証実施の前提

目的

- 鉄道業界的にも既に労働力減少に直面している中で地域の現状と抱えている課題にも記載のとおり、就労希望者の減少により、近年必要定員を確保できていない現状に加えて、技術系現業区（車両、保線、電気）の採用がとりわけ困難な状況且つ組織内年齢構成も50歳以上が約42%を占めており、待ったなしの状況
- 地域鉄道の駅舎構内にWi-Fi6Eを設置し、iPhone版車載カメラで撮像した映像のAI解析等により、重大な事故に繋がる可能性のある異常を事前に検知すると共に、徒歩・添乗巡視の頻度を抑制し、鉄道保守の効率向上が可能となるかを様々な地域鉄道のフィールドで横断的に検証する
- Wi-Fi6E x iPhone版車載カメラ x オンプレミスでローカル5G環境より費用面で使いやすい地域鉄道向け事業モデルの構築
- 都市鉄道フィールドに構築したローカル5G環境で長期運用を実施、そこで得られた知見を地域鉄道へフィードバックすることで地域鉄道への実装確度を高める（※本実証事業外として鉄道事業者各社費用負担にて実施）

アウトカム

- Wi-Fi6Eのデータ転送速度・処理時間の検証
- 上記運用で、地域鉄道の業務効率化が図れるかを検証
- ソリューション導入後の業務効率性向上（巡視・検査周期適正化等）
- AI検知精度・汎用率向上
- 地域特性に応じた検知手法の確立（検知項目拡充等）
- 地域鉄道向け安価で現場に浸透するソリューション開発

検証ポイント

効果

- 【定量】巡視業務高度化による周期延長、業務効率向上効果
- 【定性】列車運行の安全性向上効果
- 【定性】保守関係係員の負担軽減効果
- 【定量】地域鉄道向け安価ソリューションによる保守コスト低減効果

技術

- 【定量】Wi-Fi活用時の停車時間中の映像データアップロード時間
- 【定量】Wi-Fi干渉影響確認・スループット測定・安定性検証
- 【定量】Wi-Fi・オンプレサーバ活用時の結果表示迄の処理時間
- 【定量】AI精度（F値）
- 【定性】車載器と異音検知ソリューションとの連携
- 【定性】iPhone版筐体開発、設置手法・データ取得手法確立
- 【定量】iPhone版筐体における加速度/GPS連動、カメラの精度
- 【定性】業務用WebアプリケーションのUI向上・追加機能開発
- 【定性】iPhone版車載器と業務用Webアプリケーションとの連携
- 【定性】オンプレサーバ活用時の環境構築・運用保守の手法確立

運用

- 【定性】iPhone車載器、Wi-Fi、オンプレサーバを使った運用検証
- 【定性】業務用Webアプリケーションの追加機能運用検証
- 【定性】ソリューション横展開方針検証（ソリューション共用等）
- 【定性】地域特性・環境特性に対応した検知手法の確立
- 【定性】ローカル5Gと新規AIモデルを活用した運用検証
(※本実証事業外として鉄道事業者各社費用負担にて実施)

IV 実施計画

2 検証項目・方法

a. 効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
車載カメラソリューション					
I	【定量】巡視業務高度化による周期延長、業務効率向上効果	検査周期1回(3人)/2週	ソリューション運用検証により、保線・信号・通信・電路・土木等を含む総合的な保守業務における低減可能工数を確認し検証	・検査周期1回/2週(保線の場合)	地域鉄道事業者と協力し試算した数値だが、本実証を通じて精緻化が必要
II	【定性】列車運行の安全性向上効果	本ソリューションの活用による保守の高度化が図れること	乗務員や運行オペレーションを担う部門を含め、列車の安全運行への寄与効果に関する関係部署へのヒヤリングを実施・検証	・運用改善後の安全性向上 ・現状非悪化	現場の乗務員・運行オペレーションを担当する部門担当者が本ソリューションは安全性向上に寄与すると判断可能かどうかに加え、現状の保守を悪化させる影響が無ければ導入可能といえる
III	【定性】保守関係係員の負担軽減効果	保守関係係員が本ソリューションを負担軽減に有効と評価（過半数以上のポジティブ評価）	現地での目視検査から本ソリューションの活用による保守事務所での設備状態確認に移行可能かアンケートを実施・検証	・就労環境の改善 ・保守関係係員自身が運用を行っていく改善効果×ソリューション導入率が本ソリューションにより見込める効果の総量	ための抵抗感が低い事・熟練技術者のフォローアップ体制構築
IV	【定量】地域鉄道向け安価ソリューションによる保守コスト低減効果	ソリューション価格/年 600万円以下/年～	運用検証により地域鉄道事業者の導入可能性を確認の上、地域鉄道向けソリューション開発前と開発後における開発費と導入対象鉄道事業者数の比較を実施	・費用対効果の実現	保守コスト削減効果>ソリューション導入費用が成立すれば、コストの観点では鉄道事業者による実装は可能といえる

IV 実施計画

2 検証項目・方法

b. 技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
車載カメラソリューション	I 【定量】Wi-Fi活用時の停車時間中の映像データアップロード時間	データアップロード時間 10分	地域鉄道フィールドにおいて実際に走行中にデータを撮影し停車時間内に伝送可能か検証	・アップリンクスルーブット236Mbps	83分走行で約41.5GB（13.8GB×3台）の映像データを撮影し停車時間約10分間で伝送完了できれば現行ダイヤで運用可能
	II 【定量】Wi-Fi干渉影響確認・スループット測定・安定性検証	アップリンクスルーブット 236Mbpsの安定確保	地域鉄道フィールドにおいてWi-Fi電波発射を行い、干渉影響・スループット・安定性を検証	・安定的なスルーブットの確保	毎回の走行時にデータアップロードが適切に行われない場合、地域鉄道事業者の作業工数が増加し、費用対効果の実現・導入は困難
	III 【定量】Wi-Fi・オンプレサーバ活用時の結果表示迄の処理時間（1つのAIモデル）	処理時間 180分	Wi-Fiアップロード、静止画変換・DB登録、自己位置推定、推論前処理、推論処理、表示準備処理、画像表示等の各処理に必要な時間を計測	・安全性維持が可能な処理時間実現 ・現場保守員の良好な使用感	地域鉄道事業者が、安全性の維持を前提に、巡視・検査頻度を削減できる処理時間（無線通信区間以外の処理時間は都市鉄道向けソリューションから大幅に劣後しない水準）
	IV 【定量】AI精度（F値）	F値 90%	実際に鉄道フィールドで撮影した映像データに対してAIモデルによる推論処理を実施し算出	・再現率及び適合率の総合的な精度 ・現場保守員の良好な使用感	見落としが無いことが本ソリューションの前提となっており再現率が最重要。一方、正確率が低いと業務量が増加するため適合率も必要（本実証で定量目標に対する妥当性につき要検証）
	V 【定性】車載器と異音検知ソリューションとの連携	車載器内蔵マイクにて取得した音声データを活用した異音検知ソリューションの実現	異音検知ソリューションを車載器・AWSと連携させ、実際にWebアプリケーション上に音声データを表示させて検証	・画像・動搖データと組み合わせた適切な表示方法の確立	複数の種類のデータから異常箇所を特定できれば精度は上がる一方、複雑化するリスク有り、現場保守員にとってのユーザビリティ担保が必須

IV 実施計画

2 検証項目・方法

b. 技術検証

ソリューション	検証ポイント	検証方法	実装化の要件
項目	目標		要件 要件の妥当性の根拠
車載カメラソリューション VI	【定性】iPhone版筐体開発、設置手法・データ取得手法確立	地域鉄道事業者が導入可能なiPhone版車載器を活用した安価なソリューション実現	・取得データ品質確保 ・設置安定性担保 地域鉄道事業者の保守業務高度化に資するAI精度実現のため、iPhone活用時における映像品質の担保、事業者によって異なる様々な車両形態に対応可能な設置方法確立が必須
VII	【定量】iPhone版筐体における加速度/GPS連動、カメラの精度	加速度/GPS：自己位置推定精度100m カメラ精度：F値90%が可能な画質の達成	加速度/GPSについては、地上・地下それぞれの環境において、本ソリューションが画像データに紐づけた自己位置情報と、実際の位置を比較し検証。カメラ精度についてはF値の値と、未達の場合は原因検証で確認 ・使い勝手の良いUIの実現 3台のiPhoneで撮影開始、撮影終了及びデータ伝送を行う際、それぞれの処理を可能な限り少ない手順で行えるアプリケーションを開発し、運行業務への影響を最小限にする必要有り
VIII	【定性】業務用WebアプリケーションのUI向上・追加機能開発	地域鉄道事業者の現場係員による良好な使用感、業務への適用可能性のあるアプリケーションの実現	地域鉄道事業者の現場でWebアプリケーションを試験的に運用し、現場課題・フィードバックを基に機能改善を行う ・保守業務における必要機能の具備 ・良好なUIの実現 現行の保守業務に必要な情報（キログラム等）を網羅的且つ高精度で提供可能などに加え、実際の業務への適用可能性の高いUIの実現が必須
IX	【定性】iPhone版車載器と業務用Webアプリケーションとの連携	iPhone版車載器においても専用車載器と同じ品質でWebアプリケーション使用が可能なシステムの実現	iPhone版車載器において撮影したデータを活用して行ったAIモデル解析結果をWebアプリケーション上で確認できるようシステム開発、現場フィードバックを基にUI向上・追加機能開発を実施 ・現行機能の維持 ・追加機能開発 鉄道事業者へのヒアリングを通じ画面設計・操作性が容易で業務適用可能性が高いと確認。運用を通じ必要機能を確認し具備・改善の必要有り
X	【定性】オンプレサーバ活用時の環境構築・運用保守の手法確立	地域鉄道事業者のオンプレサーバ関連コスト・導入ハードル低減	地域鉄道事業者の施設内にオンプレサーバーを設置、現行ソリューションにおいてAWSで実施しているものと同様の環境を構築し、安価導入可能性を確認・検証 ・ソリューション品質 ・導入コスト オンプレサーバ利用時においてもソリューション品質を担保しつつ、コストメリットを出すことで実装時に活用可能

IV 実施計画

2 検証項目・方法

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
車載カメラソリューション	I 【定性】iPhone車載器、Wi-Fi、オンプレサーバを使った運用検証	iPhone版車載器の日常業務への浸透・普及の実現性確認	地域鉄道フィールドにおいてiPhone車載器、Wi-Fi、オンプレサーバを組み合わせて活用して運用検証を行い、日常業務への適用可能性、業務効率化可能性を検証	・iPhone車載器の設置、アプリ操作性 ・Wi-Fi自動接続 ・オンプレサーバ運用手法の確立	地域鉄道事業者にとって使いやすいソリューション実現が実装に必須。乗務員による簡易な車載器の設置・操作・Wi-Fi接続、施設内のオンプレサーバ運用課題把握・対策確立が必須
	II 【定性】業務用Webアプリケーションの追加機能運用検証	新規開発機能を活用した運用方法の確立	Webアプリケーションにて新規に実装する追加機能について地域鉄道事業者にて試験的に活用し業務適用可能性を検証	・既存保守業務との連携、運用手法の確立	鉄道事業者の良好な使用感の達成には既存業務フローへの適用が必須。運用検証の中で、実運用の中での追加機能活用手法を確立することでスムーズに実装に移行可能
	III 【定性】ソリューション横展開方針検証（ソリューション共用等）	共用可能範囲の網羅的な整理及び実運用の手法の確立	複数の鉄道事業者間に、車載器・AIモデル等共用可能性のある要素について実際にシェアリングを行い課題の把握・対策の確立を行う。また本実証内で実際に共用検証ができる範囲については机上検討	・責任分界点の明確化	共用化によってメリットが享受可能な一方、実装を見据えた際には、車載器であれば物理的な受け渡しと責任移転のタイミング、AIモデルであれば所有権の所在等の明確化が必要
	IV 【定性】地域特性・環境特性に対応した検知手法の確立	全国の多種多様な環境を有する鉄道事業者に対して導入可能なソリューションの確立	全国異なる地域に位置する地域鉄道事業者においてソリューションを運用検証し、異なる環境への適用可能性、汎用性を検証	・AIモデル・車載器を含めた環境適用	様々な地域特性に対応し検知精度を向上させるため、山岳・沿岸・川沿い等の環境特性に対応したAIモデル開発と併せ、画像の撮影環境（車載器）も含めた総合的な対応が必須
	V 【定性】ローカル5Gと新規AIモデルを活用した運用検証※ ※本実証事業外として鉄道事業者各社費用負担にて実施	地域鉄道事業者の運用手法確立に資するノウハウの取得・活用	都市鉄道においてローカル5Gを活用した常時運用検証を実施し、運用上の課題やソリューションの要改善事項に対し手当を行う	・常時運用した際の具体的な既存及び新規業務量・リソース配分の明確化	最終的に鉄道事業者において導入判断をする際には具体的な保守員の増減、リソース配分について明確化されている必要有り

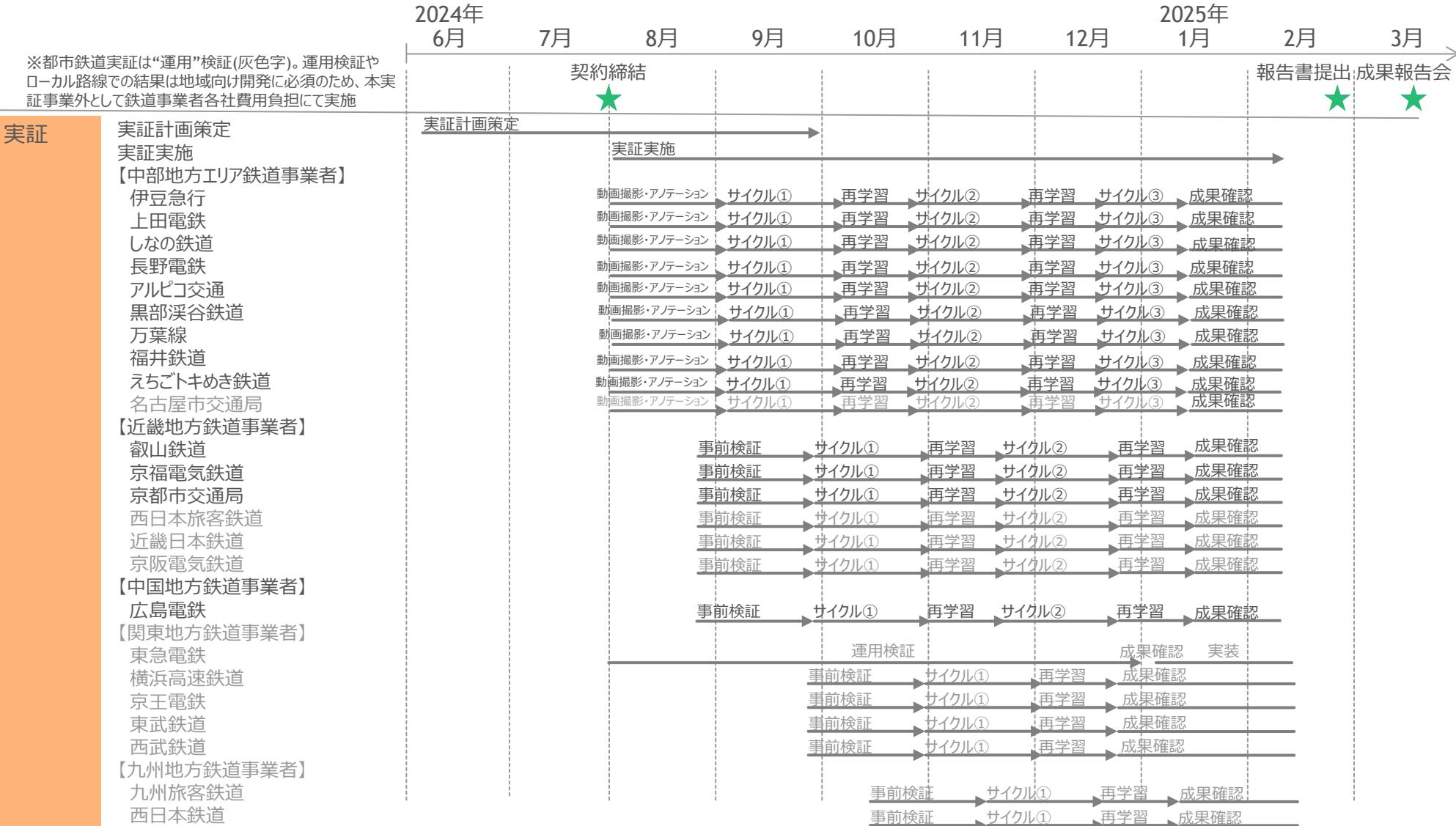
IV 実施計画

③ スケジュール



IV 実施計画

③ スケジュール



④リスクと対応策

リスク		対応策	
	項目	概要	
事前準備	契約締結遅延による実証期間の短縮	計画されていた実証実験の期間が短縮されることにより、十分なデータ収集や検証が困難になるリスクがある。その場合、実証の結果に基づく評価や改善が不十分となり、最終成果物の品質に影響を及ぼすリスクが高まる	契約手続きの迅速化や事前準備の徹底を図ることはもちろん、前広にB C Gへ相談することで遅延リスクを軽減する。また、万が一遅延が発生した場合でも、柔軟に計画を変更し、実証期間を最大限有効に活用する方法を検討する
実証	実証時の気象条件	車両での実証実施時に、想定と異なる気象条件となることで、最適な結果が得られないリスクがある	対象地域の気象予報を事前に確認すると共に、万が一に備え複数の予備日も併せてスケジューリングを実施。実証当日の天候以外に実証がうまくいかない等の不足な事態に対応できるよう関係者含め予備日の確保、前日のブリーフィングを実施することで準備
	AI精度が目標値まで向上しない	学習データの収集以外の要因で向上しない	ハードウェア（カメラ）選定、撮像方向、画角の調整、撮影パラメーターの最適化などAIアルゴリズムだけではなく、ハードウェア、ソフトウェア（生成AIを活用など）の両輪でソリューション全体として精度を上げられるよう検討する
	実証中の乗客及び駅利用者の個人情報流出/肖像権侵害	実証中に乗客や駅利用者の映像が映り込む場合、クレームが発生する可能性がある。またまた誤って個人情報を外部に公開してしまうなどの人為的なミスのリスクも生じる	個人情報の取り扱いに関する明確な方針の打ち出しと対策を検討実施する。また、個人情報保護法や肖像権に関する法律を遵守し、必要な許可や同意を事前に取得、もしくは実証中は乗客や駅利用者に対して適切な説明を行い同意を得ながら、マスキング処理等を徹底する
成果のとりまとめ	各実証フィールドでの成果取得	ステイクホルダーが多岐に渡る大規模な共同実証のため、各種調整・課題対応に追われる等の検証リソース分散により各フィールドによる成果にばらつきが出てしまう可能性がある	各地域毎の検証項目を明確化、類似した実証環境毎に組成したチームごとでPDCAサイクルを回しながら進捗を管理、加えて必要に応じて関係各社とリソースアロケーションの調整をしながら進めることで各フィールドでの実証成果の最大化を実施。また、住友商事/伊豆急行、上田電鉄を中心に各フィールド毎の成果を取りまとめ、鉄道業界全体に広く展開、実装を見据えた都市鉄道における実証、試験運用の知見を共有する

5 PDCAの実施方法

通常時

課題把握を実施する体制

①コンソーシアム全体連絡（週次）

- 方法：メール送信
- 体制：From住商 Toコンソーシアム企業全社
- アジェンダイメージ
 - 全体的な情報共有、各種準備・進捗の状況の共有

②チーム内開発定例（週次）

- 方法：Web会議
- 体制：住友商事、各チーム内の鉄道事業者、ARI
- アジェンダ
 - 実証計画擦り合わせ
 - AI開発進捗共有・課題議論
 - 他チームからの知見等共有

④事業化検討会（週次、月次、四半期毎）

- 方法：対面会議 or Web会議
- 体制：住商、東急電鉄、東急(株)
- 頻度：通常検討会は週次、マネジメントを含む月次、トップマネジメントを含む四半期

⑥アプリケーション（ARI）定例（週次）

- 方法：Web会議
- 体制：住友商事、ARI
- アジェンダ
 - iPhone版車載モニタリングの開発
 - 検知項目追加機能開発
 - AI精度向上 等

対策を立案・実行する体制

③チームリーダー定例（隔週）

- 方法：Web会議
- 体制：住商、東急電鉄、東急(株)、チームリーダー
- アジェンダ
 - チーム内の知見・意見を他チームに共有

⑤実装・普及横展開に向けた意見交換会（月次）

- 方法：Web会議
- 体制：住友商事、HFR
 - アジェンダ
 - 登録点検
 - Wi-Fi6E環境構築 等

対策立案会議

- 実施条件：進捗遅延並びにイシュー発生時
- 方法：Web or 対面会議
- 体制：住商主催、関連コンソ企業を招集
- 頻度：都度

⑦インフラ（HFR、イッツコム）定例（都度開催）

- 方法：Web会議
- 体制：住友商事、HFR
- アジェンダ
 - 登録点検
 - Wi-Fi6E環境構築 等

緊急時

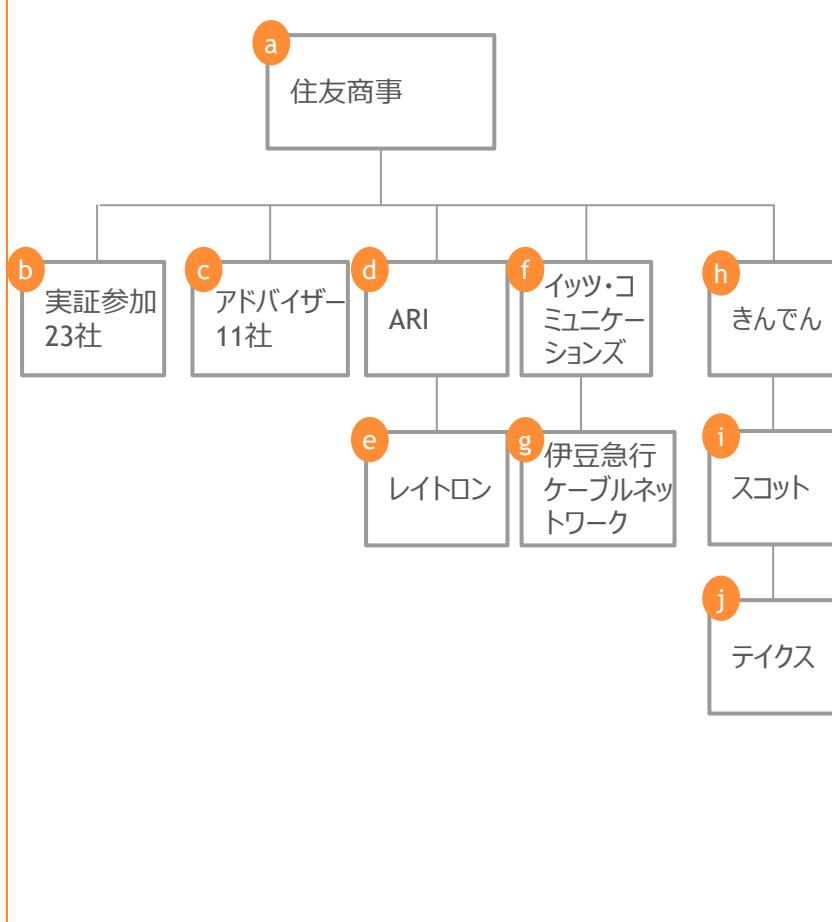
緊急即日会議

課題発生時の情報共有（コンソ内即一報を徹底、必要に応じてBCG様/総務省様へご相談）

- 実施条件：全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合
- 方法：メール、必要に応じてweb会議開催
- 体制：住商、東急電鉄 + 当該コンソ企業

6 実施体制

実施体制図



団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a 住友商事	プロジェクト全体管理、実装展開検討	6名 x 540時間	5G SBU/ 山田、香川、常俊、 小澤、日野原、浜岡
b 実証参加 23社		別紙①-1, 2	
c アドバイザー 11社		別紙①-2	
d ARI	システム開発マネジメント	4名 x 490時間	クラウドネイティブデザインエンジニア/ 高林、鈴木、青木、坂本
e レイトロン	システム開発・提供	2名 x 200時間	技術開発部/ 角野、稻塚
f イツ・コミュニケ ーションズ	Wi-Fi光回線手配、 実装に向けた意見だし	2名 x 120時間	アライアンス営業部/ 三宅、菅
f 伊豆急行ケーブ ルネットワーク	光回線手配	2名 x 10時間	ケーブルライフ事業部 飯田、辻井
h きんでん	Wi-Fi機器設置工事	4名 x 70時間	営業部 太田、吳、 谷川、加藤
i スコット	Wi-Fi機器設置工事	4名 x 50時間	エンジニアリング部香取、 鈴木、千葉、長谷川
j テイクス	Wi-Fi機器設置工事	3名 x 50時間	高畠、中村、井伊

実証の実施体制 別紙①-1 (実証参加)

実証参加

記号	団体名	役割	リソース	担当部局/ 担当者
b-1	伊豆急行	都市・地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 160時間	運輸部/ 山田、竹内
b-2	上田電鉄	地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 160時間	運輸部 技術区/ 市村、一ノ瀬、挿
b-3	京福電気鉄道	地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 160時間	鉄道部/ 魚住、小田
b-4	叡山電鉄	地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 160時間	鉄道部/ 倉留、吉田
b-5	福井鉄道	地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 160時間	鉄道事業本部/ 澤崎、酒井
b-6	万葉線	地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 160時間	運輸部 技術課/ 黒谷、竹田
b-7	アルピコ交通	地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	1名 × 80時間	鉄道事業部/ 隠居
b-8	しなの鉄道	地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 160時間	工務課/ 柳沼、宮下
b-9	長野電鉄	地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 160時間	技術課/ 竹腰、小林、水内
b-10	黒部峡谷鉄道	地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	3名 × 160時間	設備管理/ 坂井、本波、小林

記号	団体名	役割	リソース	担当部局/ 担当者
b-11	えちごトキめき鉄道	地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	1名 × 80時間	施設課/ 藤田
b-12	広島電鉄	地域鉄道、特に路面電車事業者への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 160時間	電車技術部/ 平本、片山
b-13	東武鉄道	相互乗入れ路線間での共同利用に関する検証	2名 × 220時間	施設部/ 町島、中村
b-14	西武鉄道	相互乗入れ路線間での共同利用に関する検証	2名 × 220時間	計画管理部/ 廣田、柿沼
b-15	京都市交通局	地下鉄事業者への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 220時間	高速鉄道部/ 山田、松村
b-16	名古屋市交通局	地下鉄事業者への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 220時間	技術本部/ 石橋、浅野
b-17	西日本旅客鉄道	都市・地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 220時間	施設部/ 庄野、正木
b-18	近畿日本鉄道	都市・地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 × 220時間	総合企画本部総合 研究所/ 松永、岡田
b-19	東急電鉄	ソリューション全体マネジメント、都市・地域鉄道への実装展開検討	6名 × 540時間	技術戦略部/佐々 木、白田、福島 工務部/堀江、龜山、 井上
b-20	横浜高速鉄道	相互乗入れ路線間での共同利用に関する検証	2名 × 80時間	運輸部/ 千葉、三堀

実証の実施体制 別紙①-2（実証参加・アドバイザー）

実証参加

記号	団体名	役割	リソース	担当部局/ 担当者
b-21	京阪電気鉄道	都市・地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 x 220時間	経営企画部/ 後藤、定藤
b-22	九州旅客鉄道	都市・地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 x 220時間	工務部/ 竹之下、松本
b-23	西日本鉄道	都市・地域鉄道への実装展開検討、実証場所提供	2名 x 220時間	施設部/ 橘高、重松

アドバイザー

記号	団体名	役割	リソース	担当部局/ 担当者
c-1	東京地下鉄	鉄道事業者としての横展開に関する意見出し	2名 x 40時間	工務部/ 金川、河野
c-2	首都圏新都市鉄道	鉄道事業者としての横展開に関する意見出し	2名 x 40時間	技術部/ 丹羽、石閑
c-3	東京臨海高速鉄道	鉄道事業者としての横展開に関する意見出し	2名 x 40時間	運輸部/ 菊池、西根
c-4	相模鉄道	鉄道事業者としての横展開に関する意見出し	2名 x 40時間	工務課/神庭 建設課/飯田 施設計画課/水野
c-5	大阪市高速電気軌道	鉄道事業者としての横展開に関する意見出し	2名 x 40時間	技術戦略部/ 前田、足立
c-6	南海電気鉄道	鉄道事業者としての横展開に関する意見出し	2名 x 40時間	統括部/ 谷本、有馬
c-7	弘南鉄道	鉄道事業者としての横展開に関する意見出し	1名 x 40時間	業務部/ 工藤
c-8	東急	事業モデル構築に向けた意見出し	2名 x 40時間	社会インフラ事業部/ 八巻、朝倉
c-9	Sharing Design	全国5G・L5G共用機提供など、低コスト化に向けた意見出し	2名 x 40時間	パートナー営業部/ 加藤、渡邊
c-10	グレープ・ワン	ローカル5Gシステム提供の低コスト化に向けた意見出し	2名 x 40時間	営業技術部/ MIAO
c-11	Insight Edge	システム開発・実装に関する意見出し	2名 x 40時間	技術部/ 須賀、猪子

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

1 スケジュール(実績)

赤字: 当初の計画から変更になった箇所

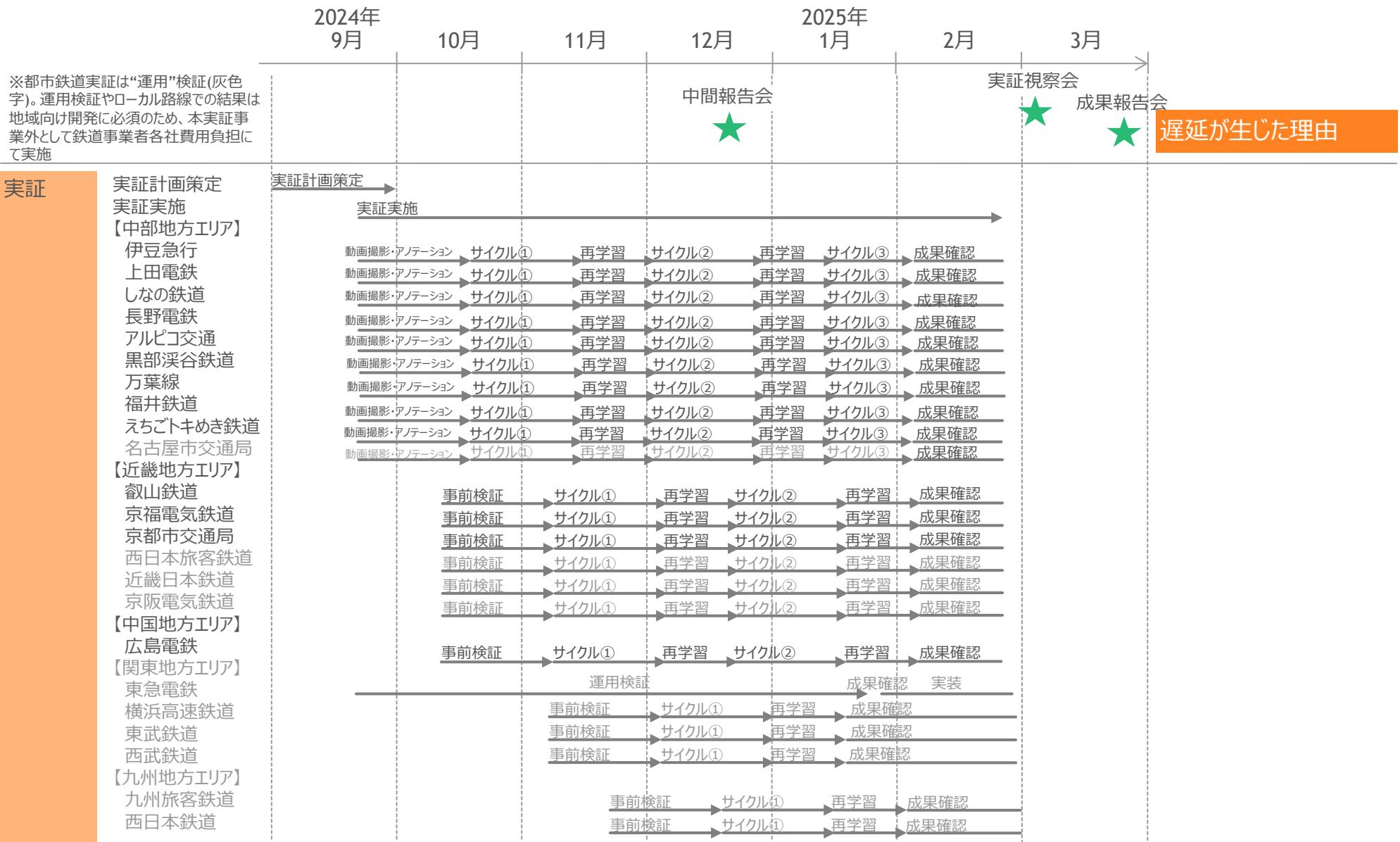
		2024年 9月	10月	11月	12月	2025年 1月	2月	3月	
事前準備・開発・実証	Wi-Fi	技術基準適合証明 → 機器調達 (Wi-Fi7 ¹⁾)			中間報告会 ★			実証視察会 ★	成果報告会 ★
	既存AIモデル※ ※詳細次項	モデル検証 → 実証①	モデル改善① → 実証②	モデル改善② → 実証③	モデル改善③ →				
	新規AIモデル※ ※詳細次項	動画撮影・アノテーション → 要件確認・計画立案 → 新規モデル開発 → 実証①		モデル改良① → 実証②	モデル改良② → 実証③				
	Webアプリケーション	データ取り込み機能 → 結果レポート作成機能 →	モデル生成・リリース機能 →	画像・音・振動表示 →		動作確認・改修 →			
	iPhone版車載器	iPhone版車載器設計・調達 → オンプレサーバー選定・調達 → iPhone版アプリ開発 →	実証① → 改修①	実証② → 改修②					
実装計画の具体化	導入候補先との連携			導入先候補の選定 →	導入先候補と実装計画策定 →				
成果のとりまとめ	最終成果報告書				最終成果報告書作成 →				

1. 応募時はWi-Fi6を想定していたが、今回構築した通信システムは、車庫ソリューションなど他のソリューションにも転用を検討していることを加味し、上り通信性能が向上したWi-Fi 7を採用

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

①スケジュール(実績)

赤字: 当初の計画から変更になった箇所



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

a. 効果検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション	【定量】巡回業務高度化による周期延長、業務効率向上効果	検査周期1回(3人)/2週	本ソリューションの導入により、保線の検査周期が1回/週から1回/2週、電路業務が1回/月から1回/2月へと延長可能であることを確認した。また、土木工事の作業日数についても、15日/年(3人)から12日/年(3人)へと削減が見込まれることを確認。さらに、事業者によっては、5名体制で行っている徒步巡回(7日/月)や動搖検査(1日/月)を本ソリューションに置き換えることが確認され、業務負荷の軽減につながることが示唆された。運用検証の結果、タブレットを活用した遠隔確認が可能である点については事業者から評価を得たものの、サイズ調整の自動化が実現できれば、さらなる利便性向上につながるとの意見があった	巡回業務の周期延長により、業務負担が軽減され、効率的な運用が実現することで、保守コストの削減が期待される。特に、保線や電路分野における人件費削減の効果が確認された。さらに、電気設備や構造物など他の業務にも同様のアプローチを適用することで、組織全体の効率化が進む可能性が示唆された。この業務効率化は、作業員の高齢化や採用難(2年間応募者が0の事業者も存在)による人手不足に悩む地域鉄道の持続可能な運営に貢献することが期待される
【定性】列車運行の安全性向上効果	本ソリューションの活用による保守の高度化が図れること	全31社のコンソーシアム参加企業のうち、24社での現場へのヒアリングを通し、保守業務の高度化が図られ、列車運行の安全性が向上することを確認。(残り7社はアドバイザー参加の企業となり、現場への確認ではないが同様のコメントあり)予防保守が強化され、異常の早期発見と迅速な対応が可能となり、運行支障リスクを低減できた。特に、異常検出システムの精度向上により、事故や故障の予防につながり、安全性の向上が確認された	本ソリューションにより、列車運行におけるリスクが低減し、安全性向上と保守の高度化が実現した。今後、さらなる安全性向上のためには、異常検知精度の向上と解析時間の短縮をすることにより迅速な対応が可能となるよう改善を進める必要がある	
【定性】保守関係係員の負担軽減効果	保守関係係員が本ソリューションを負担軽減に有効と評価(過半数以上のポジティブ評価)	全31社のコンソーシアム参加企業のうち、24社での現場へのヒアリングを通し、保守関係係員の負担が軽減されたことが確認された。(残り7社はアドバイザー参加の企業となり、現場への確認ではないが同様のコメントあり)ソリューションが提供する操作性の高いタッチパネルやレポート出力機能による業務効率化や自動化機能により、保守関連作業の負担が大幅に減少し、作業時間や労力の削減が実現した。結果として、(区長クラスからの回答を含む)過半数以上の保守関係係員がポジティブな評価を下し、本ソリューションが負担軽減に有効であることが証明された	業務の自動化と効率化により、保守作業にかかる時間と労力を削減し、保守関係係員の負担を大幅に軽減した。これにより、保守作業の質や業務の安定性・信頼性が向上した。今後は機能拡張により、さらなる業務負担の軽減が期待される	
【定量】地域鉄道向け安価ソリューションによる保守コスト低減効果	ソリューション価格/年 600万円以下/年~	本ソリューションの導入により、地域鉄道向けの保守コスト削減が実現可能であることを確認した。ソリューション提供価格を600万円以下に抑えるため、廉価版のオンプレミスサーバー・Wi-Fi 7・iPhoneを使用した車載機を開発し、従来の高額な機器や通信インフラを最適化することで、大幅なコスト削減を実現した。検証の結果、最低でも年間600万円以上の保守コスト削減が可能であることを確認。この削減効果は、保線、信号、電路、土木の各分野における巡回業務の効率化による人員削減と業務回数の最適化によって達成された。 その結果、業務の効率化と人員削減が進み、地域鉄道事業者にとって大幅なコスト削減が期待できることが示された。これにより、本ソリューションの導入が十分に有効であることが明確となった	過年度に開発したローカル5Gと専用車載器を活用したソリューションを、本年度開発したWi-Fi 7とiPhone版車載器に代替しても、地域鉄道事業者の保守基準内で巡回・検査周期の延長が可能であることを確認した。また、業務の高度化と効率化により、コスト削減の可能性が示された。これにより、長期的な視点での巡回・検査運用が現実的となり、コストを抑えつつ安全性と品質を維持できることが示唆される。さらに、リソースの適切な配分や作業計画の最適化が促進されることで、より効率的な業務運営が可能となることが見込まれる	

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

ソリューション	検証ポイント	検証結果	考察	
項目	目標			
車載カメラソリューション	【定量】Wi-Fi活用時の停車時間中の映像データアップロード時間 10分	上田電鉄下之郷駅・上田駅、伊豆急行伊豆高原駅での実証実験にて、Wi-Fi 7で目標を達成できることを確認	停車時間内に全データのアップロードが可能であることが確認され、実運用に適した高速通信環境の構築が可能であることが示された。さらに、得られたノウハウを活用することで、他の拠点でも同様の環境を構築できると考えられる。加えて、スループットには追加の処理能力が確保がされており、今後、他の業務にも適用可能であると期待される	
	【定量】Wi-Fi干渉影響確認・スループット測定・安定性検証	アップリンクスループット 236Mbpsの安定確保	目標のスループットを安定的に確保できることを確認した。これにより、実運用時においても今回の実証と同等のスループットおよびアップロード品質が維持される可能性が高いと考えられる。さらに、今後端末のMLO対応を進めることで更なる速度向上が期待される	
	【定量】Wi-Fi・オンプレサーバ活用時の結果表示迄の処理時間 (1つのAIモデル)	処理時間 180分	5 実運用を考慮すると、解析結果の表示には伊豆急行（伊東～伊豆行下田、60GB）で6時間、上田電鉄（上田～別所温泉、48GB）で5時間が必要と見積もられる。しかし、実際の解析時間は伊豆急行で約11時間、上田電鉄で約8時間を要していた。処理全体の中で特に時間を使っていたのは、動画からの画像抽出・変換処理（約10時間）と自己位置推定（約3時間）であった。その原因を調査した結果、当初使用を想定していたGPUが利用されていなかったことが、GPUの使用状況から確認された。 8	5 現在使用されていないGPUを活用することにより、AIの処理時間を大幅に短縮でき、鉄道事業者の希望処理時間達成できる見込み
	【定量】AI精度 (F値)	F値 90%	8/12個のAIテーマについては、F値が90%以上を達成できた。特に、レール傷一部、樹木近接、灯器類視認性、遮断桿ズレ検知、余盛、ボルト脱落、草木繁茂についてアルゴリズムの変更を行ったことで検証データに対してF値90%以上を達成した。4/12個のAIテーマは未達 1 12のAIテーマのうち8個でF値90%を達成し、事業者の業務量削減に貢献できるソリューションを構築した。 F値未達の4個のテーマについても課題が明確化されており、①カメラ性能や設定の調整（特に暗所環境への適応）、②学習不足（時間制約もあり学習が足りていない状態。来年度中に追加学習により達成見込み。事業者によるチューニングが有効）を実施することで、F値90%の達成が見込まれる	
	【定性】車載器と異音検知ソリューションとの連携	車載器内蔵マイクにて取得した音声データを活用した異音検知ソリューションの実現	7 専用車載器およびiPhone版車載器の両方において、取得した音声データを活用し、異音検知ソリューションを実現した。単発音を対象に解析を行い、継ぎ目落ちの発生している継ぎ目音をすべて検出可能であることを確認とともに、適切な周波数帯と音圧閾値を特定した。また、ソリューションと専用車載器の連携のために、マイコンボードへ検知ロジックを実装。さらに、iPhone版車載器においても走行動画と音声を連携させ、継ぎ目落ちが検知可能であることを検証し、有効性を確認した 現在の実装では、正常なレール継ぎ目音を多数誤検知する課題がある。精度向上のためには、レール異常時に発生する車両の異常な揺れを示す揺動データを組み合わせた解析が有効と考えられる。この手法により、誤検知を抑えつつ、より高精度な異常検知が可能となる見込みである	

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等)

ソリューション	検証ポイント	検証結果	考察
項目	目標		
車載カメラソリューション	<p>【定性】iPhone版筐体開発、設置手法・データ取得手法確立</p> <p>【定量】iPhone版筐体における加速度/GPS連動、カメラの精度</p> <p>【定性】業務用WebアプリケーションのUI向上・追加機能開発</p> <p>【定性】オンプレーバー活用時の環境構築・運用保守の手法確立</p> <p>【定性】iPhone版車載器と業務用アプリ（ダッシュボード）との連携</p>	<p>地域鉄道事業者が導入可能なiPhone版車載器を活用した安価なソリューション実現</p> <p>加速度/GPS：自己位置推定精度100m カメラ精度：F値90%が可能な画質の達成</p> <p>地域鉄道事業者の現場係員による良好な使用感、業務への適用可能性のあるアプリケーションの実現</p> <p>iPhone版車載器において専用車載器と同品質でWebアプリケーションを使用できることを確認した。車載機の差分は、iPhone版車載器では動画の上下が端末の回転に追従すること（専用車載機は固定）、アスペクト比が専用車載器と異なるため検知個所を表示する赤枠がずれる等の問題を発見し、iPhoneの追従機能オフ、及びアスペクト比統一のため不要部分削除で対応した。</p> <p>また、オンプレーバーの保守運用について、設置位置/温度/湿度等方法を確立した。</p> <p>地域鉄道事業者のオペレーションに基づく解析ニーズ（処理時間や保存期間）に柔軟に対応可能な解析システムを、低コストで構築した。これにより、事業者ごとの異なる要件にも適応できるシステム基盤が整えられつつある。また、コストを抑えつつ運用可能な点は、今後の導入拡大に向けた重要な要素となる。今後は、さらなる運用効率化や拡張性の向上を図ることで、より多くの鉄道事業者への適用が期待される。</p>	<p>iPhoneを3台をBluetoothで連携させ、上向き・前向き・下向きの動画撮影が可能なアプリを開発。動画データ・位置情報データの取得・アップロード・推論結果の確認を実施し、問題なく動作することを確認した。また、鉄道事業者にとっても操作が簡単なアプリであることを検証・確認した。さらにiPhoneを3台を連結設置するための専用筐体を開発し、20パターン以上の全車両において問題なく取り付け可能であることを確認した。</p> <p>加速度/GPSについては、完全に地下区間で構成される地下鉄を含む屋内・屋外環境において、高精度な位置情報の推定が可能となり、事業者の求める十分な水準に到達した。これにより、地下鉄を含む広範な環境での適用が現実的であることが示された。</p> <p>9 F値90%を未達であった4個のAIテーマについても課題が明確化されており、①カメラ性能や設定の調整（特に暗所環境への適応）、②学習不足（時間制約もあり学習が足りていない状態。来年度中に追加学習により達成見込み、事業者によるチューニングが有効）を実施することで、F値90%の達成が見込まれる。</p> <p>地域鉄道から業務用WebアプリケーションのUIについて良好な評価を得るとともに、開発ニーズのあった機能も好感触であることを確認した。これにより、実用化に向けた基盤は整いつつあると考えられる。一方で、本年度確認した実用化の要件を踏まえ、来年度の開発ではさらなる運用効率の向上を図る必要がある。</p> <p>9 iPhone版車載器において、専用車載機と同品質で、Webアプリケーションが十分に使用できることを確認した。</p> <p>また、オンプレーバーの安定的な運用を可能にする設置方法を確立。 6 将来的に専用車載器同様の運用を行うためには、長期にわたる継続的な運用検証を行って、問題点の洗い出しを実施する必要がある。AIについては、誤り・見逃しを減らすことが課題。</p>

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

ソリューション	検証ポイント	検証結果（伊豆急行 伊豆高原駅）	考察
項目	目標		
車載カメラソリューション	【定量】Wi-Fi活用時の停車時間中の映像データアップロード時間	データアップロード時間 10分	上田電鉄下之郷駅・上田駅、伊豆急行伊豆高原駅での実証実験にて、Wi-Fi 7で目標を達成できることを確認
	【定量】Wi-Fi干渉影響確認・スループット測定・安定性検証	アップリンクスループット 236Mbpsの安定確保	想定している上り進行中の停車にて目標スループットを超える500Mbps以上の速度を確保できることを確認した。 また、上り2番線停車時はAPと車両の間に別車両が停車し遮蔽となる環境であるが、目標スループット以上の速度が確保できている。

伊豆急行 伊豆高原駅

検証結果詳細（1/23 - 1/24）

1/23

停車回数 (予定停車時間)	停車ホーム	停車時間	データアップロード時間	スループット (Mbps)	総アップロードサイズ
1回目(30秒)	下り2番線	34秒	12秒	0.066Mbps	99.1KB
2回目(11分)	上り3番線	10分42秒	676秒	728Mbps	60.17GB
3回目(1分)	下り2番線	55秒	1秒	0.8184Mbps	102.3KB
4回目(11分)	上り2番線	アップロード完了と共に降車したため計測せず	536秒	898Mbps	58.738 GB

1/24

下り2番線はAPから遠いホーム反対側に停車する

停車回数 (予定停車時間)	停車ホーム	停車時間	データアップロード時間	スループット (Mbps)	総アップロード サイズ
1回目(30秒)	下り2番線	46秒	8秒	3Mbps	3.28MB
2回目(11分)	上り3番線	11分	677秒	757Mbps	62.588GB
3回目(11分) 伊豆高原→下田→伊豆高原	上り2番線	アップロード完了と共に降車したため計測せず	622秒	528Mbps	40.098GB

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

ソリューション	検証ポイント	検証結果 (上田電鉄 下之郷駅/上田駅)	考察
項目	目標		
車載カメラソリューション	【定量】Wi-Fi活用時の停車時間中の映像データアップロード時間	データアップロード時間 10分	停車時間内に全データのアップロードが可能であることが確認され、実運用に適した高速通信環境の構築が可能であることが示された。さらに、得られたノウハウを活用することで、他の拠点でも同様の環境を構築できると考えられる。加えて、スループットには追加の処理能力が確保がされており、今後、他の業務にも適用可能であると期待される
	【定量】Wi-Fi干渉影響確認・スループット測定・安定性検証	アップリンクスループット 236Mbpsの安定確保	下之郷ではAP4台想定で目標スループットに到達したが、上田駅ではAP1台であっても十分なスループットであり測定時のスループットも安定しているため、実運用時の負担やコスト面からも上田駅が安定していると考えられる。

停車時間が長いため一度に複数検証を行った

上田電鉄 下之郷駅 検証結果詳細 (11/28)

停車回数 (予定停車時間)	AP設置位置	停車時間	スループット (Mbps)	総アップロードサ イズ
1回目(1分50秒)	下り別所温泉側	1分50秒(接続)	516Mbps	7.1 GB
2回目(20秒)	上り上田駅側	38秒(接続)	----Mbps	----KB
3回目(20秒)	下り上田駅側	1分20秒(接続)	940Mbps	9.4GB
4回目(20秒)	上り上田駅側	1分3秒(停車)	1250Mbps	9.9KB
5回目(20秒)	下り別所温泉側	38秒(停車)	273Mbps	1.3 GB
6回目(1分40秒)	上り上田駅側	2分35秒(停車)	309Mbps	6.0GB
7回目(20秒)	下り上田駅側	45秒(停車)	746Mbps	4.2GB
8回目(30秒)	上り別所温泉側	アップロード完了まで通信を行つたため計測せず	1050Mbps	14.8KB

上田電鉄 上田駅 検証結果詳細 (11/29)

車載器設置位置	AP設置位置	データアップロード時間	スループット (Mbps)	総アップロードサ イズ
上田駅改札側運転席	上田駅改札側	2分48秒	1152Mbps	24.2GB
別所温泉駅側運転席	別所温泉駅側	3分3秒	1057Mbps	24.2GB
上田駅改札側運転席	別所温泉駅側	5分34秒	529Mbps	22.1GB
別所温泉駅側運転席	上田駅改札側	7分42秒	382Mbps	22.1GB

※灰色背景部は、測定時にトラブルが発生

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等)

ソリューション

検証ポイント

項目

車載カメラソリューション

【定量】Wi-Fi・オンプレ
サーバ活用時の結果
表示迄の処理時間
(1つのAIモデル)

目標

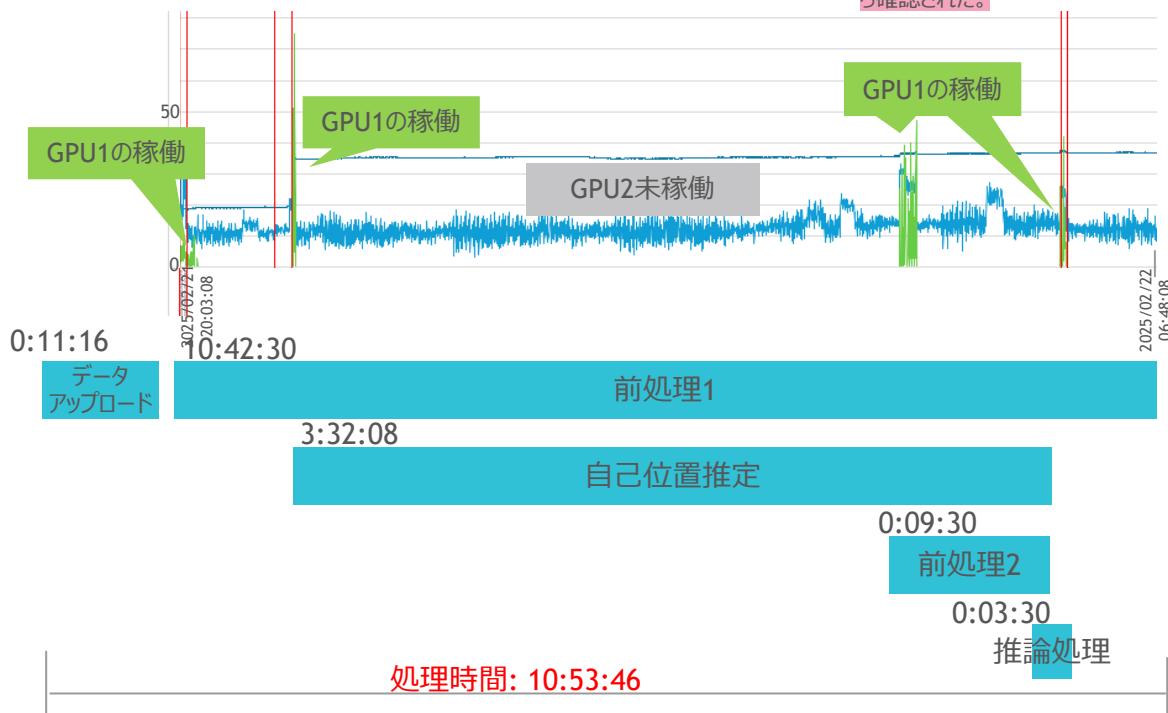
処理時間
180分

検証結果

考察

実運用を考慮すると、解析結果の表示には伊豆急行（伊東～伊豆急行下田、60GB）で6時間、上田電鉄（上田～別所温泉、48GB）で5時間が必要と見積もられる。しかし、実際の解析時間は伊豆急行で約11時間、上田電鉄で約8時間を要していた。処理全体の中で特に時間を要していたのは、動画からの画像抽出・変換処理（約10時間）と自己位置推定（約3時間）であった。その原因を調査した結果、当初使用を想定していたGPUが利用されていなかったことが、GPUの使用状況から確認された。

現在使用されていないGPUを活用することにより、AIの処理時間を大幅に短縮でき、鉄道事業者の希望処理時間を達成できる見込み。



サービスごとの処理時間

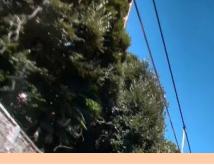
	処理時間	
データアップロード	0:11:16	
前処理 1	10:42:29.604	
イメージ変換	10:42:15.840	
前処理登録	0:00:47.216	
GPS登録	0:00:54.590	
加速度登録	0:00:03.060	
音声登録	3:32:07.932	
自己位置推定	GPS更新対象送信 GPS更新 加速度センサー更新対象送信 加速度センサー更新 静止画更新対象送信 位置情報登録(静止画) 位置情報登録(動画) 音声ファイル更新対象送信 音声ファイル更新	0:00:02.708 0:04:29.720 0:00:02.762 0:04:29.712 0:00:04.462 0:09:29.936 0:00:00.129 0:00:04.116 0:00:00.050 0:00:01.650
前処理 2	漏水滴下検出(道床側)	0:03:30.125
推論 (1つのAIモデル)		

オンプレサーバの運用形態(夜間は電源を落とす運用パターンあり)を鑑みると、処理時間に10時間以上かかるのは運用上重大な障害となるため、目標値達成のための施策を実施する必要がある。オンプレサーバのリソース利用状況を調査した結果、搭載されている2枚のGPUのうち、GPU1の稼働率が低く、GPU2は未使用であることを確認した。上図の緑線はGPU1の利用状況を示しており、GPU2については使用されていないため、図には表現されていない。GPU2が未使用であった要因として、現行のシステム設定ではGPU処理が1枚のGPUに集中する仕様となっていたことが挙げられる。この課題に対応するため、ワーカロードの分散設定を見直し、GPU2を活用できる環境を整えることで、並列処理の最適化を図る。これにより、目標である処理時間180分の達成が見込まれるとともに、全体的な処理効率の向上とリソースの最適活用が可能となる。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (検出対象の一覧と概要説明)

検出対象	検出内容	検出対象	検出内容		
①レール傷		レール頭部の4種の傷「ゲージコーナー剥離」「普通継目頭部剥離」「シェーリング傷」「波状摩耗」を検出	⑦余盛陥没		道床（レールが敷いてある車両の下部）の碎石及び余盛（レール脇に積まれている碎石）の範囲において碎石の陥没している状態を検出
②碎石白色化 (あおり)		道床（レールが敷いてある車両の下部）に巻かれている碎石（低石）が白色化している状態を検出 ※車両の揺れの状態とあわせて確認	⑧遮断かんずれ		踏切の遮断かん（2本の箇所）が水平でなく、先頭がずれている状態を検出
③架線樹木近接		架線に樹木が近接している状態を検出	⑨レール締結装置 ボルト脱落		走行車線上のレール締結装置でボルトが脱落している状態を検出
④灯器類視認性 (特殊信号発行機：五角形、どうもろこし型)		特殊信号発行機本体部に樹木が近接して視認性が低下している状態、または支柱部にツル状の植物が巻き付いている状態を検出	⑩継ぎ目板 折損・ボルト脱落		走行車線上のレール継ぎ目板でボルト脱落、折損（亀裂が入っている）している状態を検出
⑤トンネル 漏水滴下 (天井側、 道床側)		トンネル天井のひびなどから水が染み出し、路面に垂れてレールなどが濡れている状態 ※「トンネル天井の水染み」と「レール付近の水濡れ」の両方検出された箇所を検出	⑪草木繁茂状況		走行車線上の建築限界の領域内に侵入する恐れのある状態の草木を検出
⑥差分検知		道床（レールが敷いてある車両の下部）及び余盛（レール脇に積まれている碎石）の範囲において碎石や枕木、レール以外の物体が存在していることを検出	⑫諸標類視認性		沿線上の灯器、標識に対して汚れ付着や草木の被りがある状態を検出

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (①レール傷)」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション I 【定量】AI精度 (F値) F値90%以上			<p>シェーリング傷と継ぎ目頭部剥離についてF値90%以上で目標を達成。</p> <p>ゲージコーナー剥離はF値76%を達成しており、波状摩耗は見逃しが多く、十分なF値を得られなかった。</p> <p>その他、レール表面に反射した架線を誤検知する事例を確認。</p>	<p>シェーリング傷と継ぎ目頭部剥離について目標を達成しており、部分的に実用段階のモデルであると考える。波状摩耗については精度改善が必要である。</p> <p>波状摩耗は濃淡の幅にバラつきがあり、またレール表面の色味が異なることもあるため学習データの不足によってF値が低いと考える。</p> <p>ヒルシエーディング加工でレール表面のテクスチャを可視化することやレール表面を領域に分割して傷の箇所を見つけるなど、アルゴリズムの見直しを行うことでF値の向上を見込んでいる。</p>

<概要>

- レール頭頂部の異常状態「剥離（ゲージコーナー剥離／継ぎ目頭部剥離）」「シェーリング傷」「波状摩耗」を検出する
- 下向きカメラでの撮影映像により検出する
- 走行中の撮影でもできるだけくっきりした画像となるよう、シャッタースピードを高く設定する

<サンプル画像>



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証：「I. AI検知精度（①レール傷）」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
シェーリング傷	90%	100%	1	1	28	0	28
ゲージコーナー剥離	90%	76%	1	0.62	8	0	5
継ぎ目頭部剥離	90%	96%	1	0.92	12	0	1
波状摩耗	90%	32%	1	0.19	7	0	31

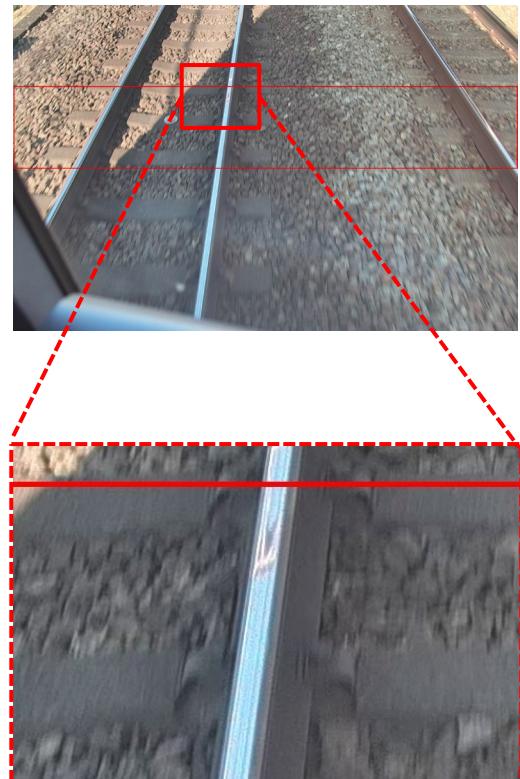
<精度向上対策例>

- 複数鉄道会社の撮影データを使用
- カメラを下向き画角とし、シャッタースピードを高速にする
ことで走行時の鮮明さ向上
- 画像増幅
- 画像範囲切り出し
- 除外ラベル追加
- 学習データ精査
- 検証データ比率調整

<評価と今後に向けた施策案>

- ✓ 検出確度のしきい値が高く波状摩耗が検出できていない
→検出確度のしきい値をカテゴリごとに調整することで検出しづらい傷の精度向上を目指す
- ✓ 光の反射の除外ラベルを追加
- ✓ 地下・屋内はレール傷がさらに見づらく検出できなかった
→地下・屋内はカメラを専用で調整することや画像に明度調整の前処理を入れることで改善

誤り例：光の反射を傷と誤検知



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

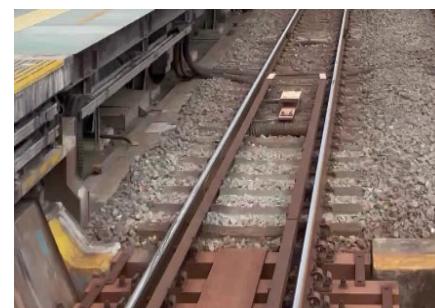
b. 技術検証 : 「I . AI検知精度 (②道床白色化) 」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション I 【定量】AI精度 (F値) F値90%以上			評価データにおいてF値は90%と目標を達成。 伊豆急行における検証はF値が69%を達成。	F値の目標を達成しており、本アルゴリズムは運用可能なモデルとして利用できると考 える。 白色領域は画角内での大きさ、色味共 に特徴が他のAIテーマと比較してF値が良 い傾向がある。 横展開に向けてのさらなる精度向上とし て、白色領域の大きさを定量的に評価す ることや動揺データが振動した結果と組み 合わせて道床の入れ替え後の白色領域 と誤検知させないことでF値の向上を見込 んでいる。

<概要>

- あおりなどにより、道床碎石が白色化している部分をAIで検出する
- 正面カメラでの撮影映像により道床白色化箇所を検出する
- 典型的な誤検出パターンは除外ラベルとして学習／検出し、検出後に除外している
- アプリ画面上で該当箇所から動画再生を行うことができ、その際に振動グラフをあわせて確認することで実際のあおりかどうかを評価する

<サンプル画像>



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (②道床白色化)」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
白色箇所	90%	90%	0.90	0.89	1196	135	148

<精度向上対策例>

- 学習データ追加(画像增幅含む)
- 学習データの精査
- 画像範囲切り出し
- 検証データ比率調整 ※ AIモデル学習時に使用する「学習データ」と「検証データ」の比率を調整し、
学習データの増加と検証効果の最適化を図る

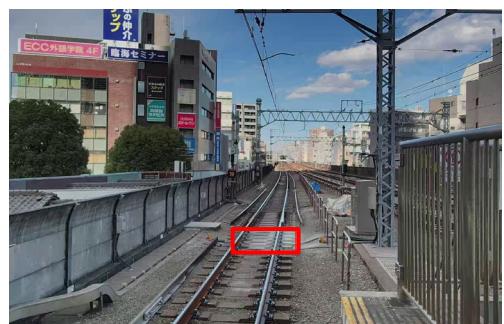
誤り例：碎石入替により全体が白色



<評価と今後に向けた施策案>

- ✓ 碎石入れ替えやコンクリ、枕木部分など走行車線上の白色部分を頻繁に誤検知
→除外ラベル追加 ※ 典型的な誤検出パターンを「除外ラベル」として学習させ、検出後除外を行う
- ✓ 画面手前にブラーがかかり検出精度が落ちることを考慮し、画角中央から下にから25%以上の範囲を推論対象とするアプローチに効果がある可能性あり

誤り例：碎石が無く枕木が白い部分を誤検知



<実証計測における精度>

○伊豆急行における精度（複数回計測での評価）

計測回	路線	画像枚数	正解率	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
1回目	伊豆急行線 (伊豆高原駅～伊東駅)	11,992枚	0.99	55%	0.51	0.59	22	21	15
2回目	伊豆急行線 (伊東駅～下田駅)	31,500枚	0.99	69%	0.56	0.89	17	13	2

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (③架線樹木近接)」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション I 【定量】AI精度 (F値) F値90%以上			伊豆急行における検証はF値90%で目標を達成。 樹木と架線の領域を平均してF値90%で検知できている。 ただし、架線が木の暗い部分と重なって判別が難しい場合に見逃しが発生する事象を一部確認。	精度の結果から本アルゴリズムは運用可能なモデルとして利用できると考える。 さらなる精度向上に向けては画像加工によって架線部分の増強を実施することでF値の向上を見込んでいる。

<概要>

- ・架線に樹木が繁茂して近接している状態をAIで検出する
- ・正面向きカメラによる撮影では架線の背景に近接していない樹木が映り込む場合が多いため、できるだけ実際に近接している樹木が撮影できるようカメラを上向きにして撮影する
※不要部分を除外した切り出し画像にて、架線と樹木の重なりを判定する

<サンプル画像>

正面向きカメラ



上向きカメラ



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (③架線樹木近接)」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
樹木	90%	100%	1	1	84	0	0
架線	90%	84%	0.93	0.76	92	7	29

見逃し例：樹木の影と架線が同化



<精度向上対策例>

- 学習データの精査
- 画像に前処理として明度・彩度・明瞭度の加工を入れて調整

<評価と今後に向けた施策案>

- ✓ 画像の前処理としての明度・彩度・明瞭度の加工の見直し
- ✓ 画像内に太陽が映る時間帯に撮影すると、架線や樹木が白飛びしてしまい、精度が下がってしまう。
→複数回走行で、他の時間帯に検出することを期待

<実証計測における精度>

○伊豆急行における精度（複数回計測での評価）

計測回	路線	画像枚数	正解率	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
1回目	伊豆急行線 (伊豆高原駅～伊東駅)	11,992枚	0.99	76%	0.68	0.85	68	32	12
2回目	伊豆急行線 (伊東駅～下田駅)	31,500枚	0.99	90%	0.86	0.92	137	23	11

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (④灯器類視認性低下) 」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション I 【定量】AI精度 (F値) F値90%以上			<p>撮影したデータには該当箇所がないためあらかじめ撮影した過去データや走行映像から加工した画像を使って評価し、F値90%以上で目標を達成。</p> <p>東急電鉄で採用の五角形型と、JR九州で採用のとうもろこし型それぞれの特殊信号発行機に対応したAIモデルを開発。</p>	<p>限られた学習データの中で、高品質なモデルを開発して良好な結果を得られており、運用として利用可能なモデルであると考える。</p> <p>検知対象とする灯器類が増えた際には本アプローチと同様の手法で対応可能な見込みである。</p> <p>誤検知に対して検知対象とする画角内の領域を絞り込むことでF値の向上を見込んでいる。</p>

<概要>

- 標識や灯器類が、繁茂した樹木・ツル状植物等により視認性が悪化している状態をAIで検出する
- 特殊信号発行機本体部に樹木が近接して視認性が低下している状態、または支柱部にツル状の植物が巻き付いている状態を検出する
- 特殊信号発行機（とうもろこし型）は、ツル状植物の巻き付きを検出するため、支柱部を含めて検出する

<サンプル画像>

特殊信号発行機（五角形）



※視認性に支障あり



特殊信号発行機（とうもろこし型）



※視認性に懸念あり



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (④灯器類視認性低下) 」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
五角形型 (植物巻き付き)	90%	100%	1	1	60	0	0
トウモロコシ型 (植物巻き付き)	90%	100%	1	1	19	0	0
五角形型	90%	98%	1	0.96	49	0	2
トウモロコシ型	90%	78%	0.89	0.70	26	3	11

誤り例：支柱の誤検知



<精度向上対策例>

- 学習データ追加(画像增幅、画像生成AI※)
※実際にはなかなか起きえない（予防的に手入れされる）ため、画像編集や生成AIを活用して学習データを作成
- 除外ラベル追加
- 学習データ精査

<評価と今後に向けた施策案>

- ✓ 実証時には該当箇所がなかったため、過去撮影データで評価を実施
- ✓ 異常データを集めることが難しいため、鉄道事業者と認識を合わせて走行映像から画像を加工して実際に起こり得る状況に近い状態を想定した異常データを作成して学習データさせるというアプローチも効果がある可能性あり
- ✓ 見逃しの改善については正常データの数の増加や設置されている環境の差異を考慮した学習データを追加するというアプローチが効果がある可能性あり
- ✓ 形状の異なる灯器類へ対応する際にはカテゴリの追加によって同様に対応を進める

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I . AI検知精度 (⑤トンネル漏水滴下) 」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション I 【定量】AI精度 (F値) F値90%以上			<p>天井水染みのF値は81%を達成し、レール付近の水染みのF値は71%を達成。</p> <p>目標数値に達しなかったものの、走行映像に対してトンネル外でも検知される事象を確認し、トンネル内外の判定アルゴリズムを追加することで誤検知を改善し、F値が81%を達成した。</p>	<p>F値の精度よりある程度利用可能なモデルであると考える。</p> <p>水染み箇所が小さく写る場合や補修跡、天井の梁に対する誤検知を確認しており、推論対象領域の見直しや学習データの精査及び追加を行うことでF値の向上を見込んでいる。</p>

<概要>

- 「トンネル天井の水染み箇所」及び「レール付近の水濡れ箇所」をそれぞれAIで検出し、両方検出された箇所を、トンネル漏水滴下箇所として検出対象とする（天井・レール付近の検出画像を並べて確認できるようにする）
- 「天井の水染み検出」は、前方上向きカメラを使用して撮影する
- 「レール付近の水濡れ検出」は、前方正面向きのカメラを使用して撮影する

<サンプル画像>

コンクリート道床のレール付近水濡れ



トンネル上部の水濡れ



碎石道床のレール付近水濡れ



トンネル上部の水濡れ



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証：「I. AI検知精度 (⑤-1トンネル漏水滴下【天井の水染み】)」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
水染み	90%	81%	0.87	0.75	81	12	26

検出例



<精度向上対策例>

- トンネル形状の違いや、水染みのパターンが多く、見逃しが多い結果となった。各社のパターンに応じた学習データの追加
- 画像範囲切り出し（無関係箇所除外、対抗路線除外）
- 明るさ補正、平準化
- 除外ラベル追加
- 学習データ精査
- 検証データ比率調整

<評価と今後に向けた施策案>

- ✓ 天井のはりの部分、水染み補修跡である白色部分を頻繁に誤検知
→除外ラベル追加 ※ 典型的な誤検出パターンを「除外ラベル」として学習させ、検出後除外を行う
- ✓ 既存の学習データにノイズの激しい画像、ブラーが大きい画像が混在
→データを削除し、新たに学習データを追加

誤り例：天井水染み補修跡



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

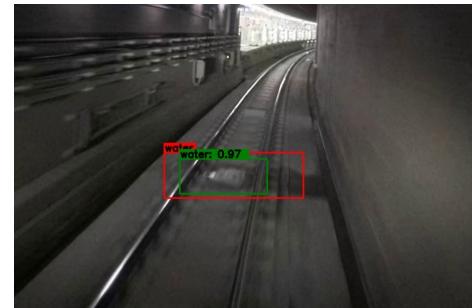
② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I . AI検知精度 (⑤-2トンネル漏水滴下【レール付近の水濡れ検出】) 」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
水濡れ箇所	90%	71%	0.82	0.63	53	12	31

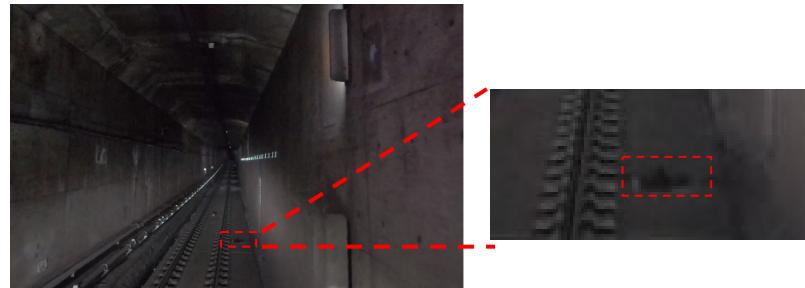
検出例



<精度向上対策例>

- 複数鉄道会社の撮影データを使用
- 画像增幅
- 画像範囲切り出し（無関係箇所除外）
- 除外ラベル追加
- 高解像度画像
- 学習データ精査
- 検証データ比率調整

見逃し例：小さな水濡れ



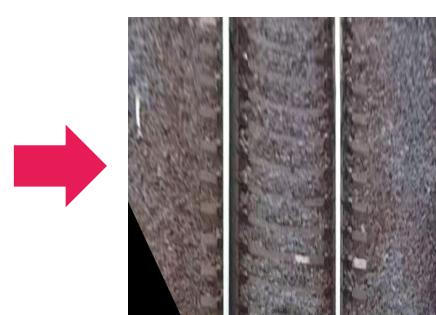
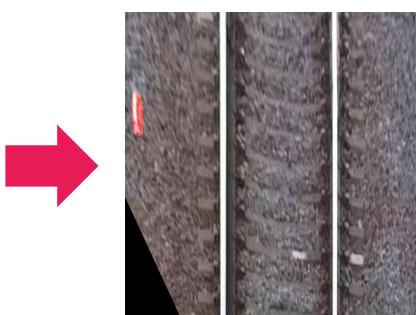
<評価と今後に向けた施策案>

- ✓ 適合率は高いが見逃しが多い状況である
- ✓ 既存の学習データにノイズの激しい画像、ブラーが大きい画像が混在
 - データを削除し、新たに学習データを追加
- ✓ 水濡れの形状は一定ではないため学習データの追加と偏りをなくすというアプローチが効果がある可能性あり
- ✓ 水濡れ箇所は周りの碎石や枕木とは色味が異なる領域となるため、領域検出のアプローチも効果がある可能性あり

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (⑥差分検知) 」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション I 【定量】AI精度 (F値) F値90%以上			<p>23年度とは異なり、スコープを絞り込むことで余盛範囲までのレール付近に異物がないかを評価する方式とし、F値は79%を達成。</p> <p>レールを検知して、レール幅から余盛領域までの幅を推定することで余盛領域の特定を実現。</p> <p>また、特定した余盛領域に対して異物箇所の領域特定を実現。</p> <p>数十cmレベルの金属物体やテニスボールサイズの球体などを異物として検知できることを確認</p>	<p>精度の結果から本アルゴリズムは運用可能なモデルとして利用できると考える。</p> <p>鉄道事業者ごとのレール等の差分がある場合に抽出精度が低い事象を確認。</p> <p>さらなる精度向上に向けて学習データの追加や画像加工（テクスチャを平滑化するなど）によって鉄道事業者ごとの差分の影響を減らすことでF値の向上を見込んでいる。</p> <p>また、線路脇の変状に対しての拡張を目指す。</p>
<概要>				
<ul style="list-style-type: none"> 沿線周辺の環境について差分（異物）を検知する。 正面カメラから取られた画像の下から25%部分をクロップし、近距離の領域を検出する。 上記画像に対して射影変換を実施し、余盛と思われる領域を推定した後にレール、ガードレール、余盛（碎石）、枕木（レール軌道内/外）をセグメンテーションで検出して領域の欠けが含まれるかで異物の有無を検知する。 セグメンテーションで欠けた部分を抜き出しに材質判定処理を施し、異物であるかを判定する。 				
<サンプル画像>				
   				

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証：「I. AI検知精度 (⑥差分検知)」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
異物	90%	79%	0.88	0.72	38	5	15

正解例：みかんを検知



<精度向上対策例>

- 学習データ追加(画像増幅含む)
- 学習データの精査
- 画像範囲切り出し
- 検証データ比率調整

<評価と今後に向けた施策案>

- ✓ F値は79%と出ており、異物を検出できる
- ✓ 見逃しの傾向として余盛と色味が近いものについて余盛領域として検知される事象を確認
- ✓ 異物は多岐に亘るため学習データに含まれないものの見逃しが確認されており、学習データの追加や領域検出とVLMを組み合わせて対象物を特定するというアプローチが効果がある可能性あり



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I . AI検知精度 (⑦余盛陥没) 」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション I 【定量】AI精度 (F値)	【定量】AI精度 (F値)	F値90%以上	F値100%で目標を達成。 車両上で実際に撮影した映像から加工画像を作成することでAIモデルを生成。余盛が陥没した状態が走行映像に含まれないため走行映像から加工した画像データと実際の道床陥没画像に対して結果を確認。	精度の結果から本アルゴリズムは運用可能なモデルとして利用できると考える。鉄道事業者様より共有いただいた実際の陥没画像についても検知が行えており、穴が開いているように見える黒色領域は検知できている。 道床上に車両等の影が落ちている場合に黒色領域となるため誤検知される事象を確認。 推論対象の範囲を絞り込むことや学習データの追加によりF値の向上を見込んでいる。

<概要>

- 道床(バラスト)はレールや枕木を支え、クッションの役割を果たす。
- 長期間の使用や天候の影響や地盤変動によって、路線が沈んだり位置がずれたりする。
- 余盛りをすることによって、線路のバラストを定期的に増やすことで線路の位置を調整する。
- 余盛が陥没している箇所を直接分類で検知する。
- 正面向きカメラを使用（学習データには下向きカメラの撮影画像も一部使用）。

<サンプル画像>

余盛の陥没



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (⑦余盛陥没)」

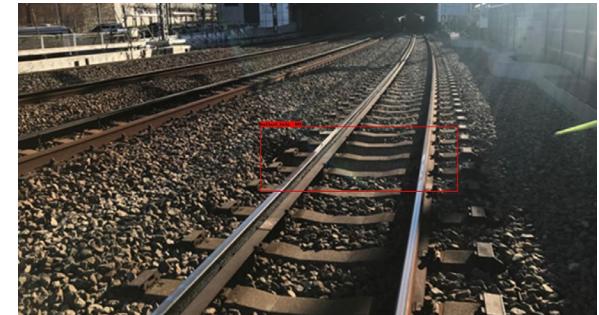
<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
余盛の陥没	90%	100%	1	1	7	0	0

<精度向上対策例>

- 学習データ追加(画像増幅含む)
- 学習データの精査
- 画像範囲切り出し
- 検証データ比率調整
- 除外ラベル追加

正解例



<評価と今後に向けた施策案>

- ✓ 実際の走行映像に対して余盛の陥没の要件に該当する箇所が見当たらず検知は0件である
- ✓ 検証データに対してF値は100%を達成しており、実際の余盛陥没の画像に対しても検出ができる
- ✓ 実際の走行映像にかけたところ影の部分を誤検知
- ✓ 画面手前にブラーがかかり検出精度が落ちることを考慮し、画角中央から下にから25%以上の範囲を推論対象とするアプローチに効果がある可能性あり

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

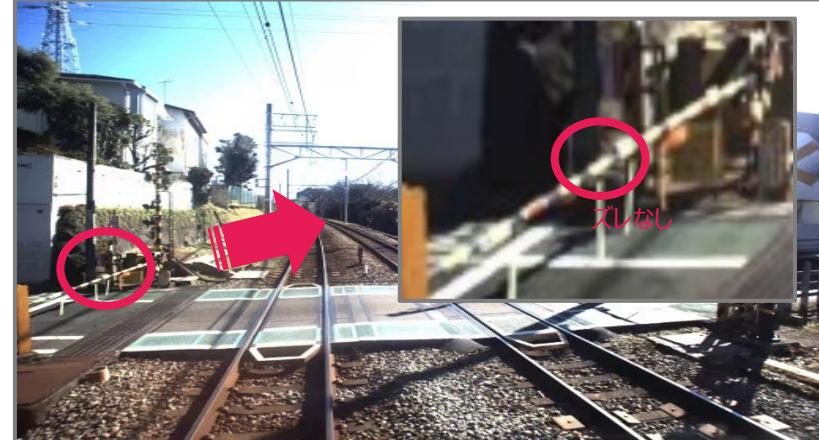
b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (⑧踏切遮断かんずれ)」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション I 【定量】AI精度 (F値) F値90%以上			評価データにおけるF値は100%と目標を達成。 伊豆急行における検証はF値が75%を達成。 遮断かんの先端がしなって垂れ下がっているものについてズレがない場合はズレなしと検知することを確認。	精度の結果から本アルゴリズムは運用可能なモデルとして利用できると考える。 さらなる精度向上として、遮断かん領域を検出して多項式近似することでより具合や直線度合いを評価指標として取り込むことでF値の向上を見込んでいる。

<概要>

- 前方カメラで撮像された映像を使用。
- 保存された動画はフレーム単位に分割されて、各フレーム(画像)に対して差分検知の推論処理が行われる。
- 踏切の遮断桿の保守に活用する。
- 撮影画像から遮断桿（「ズレなし遮断桿」、「ズレあり遮断桿」）を直接分類し検知する。
- 「ズレなし遮断桿」は除外ラベルとし、遮断桿が1本のみの遮断機は「ズレなし遮断桿」として検知する。
- 遮断桿ズレを検知して保守対象にする。

<サンプル画像>



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (⑧踏切遮断かんずれ)」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
ズレあり遮断桿	90%	100%	1	1	17	0	0

<精度向上対策例>

- 学習データ追加(画像増幅含む)
- 検証データ比率調整
- 学習データの精査
- 除外ラベル追加
- 画像範囲切り出し
- 画角上遠くに移っているものを見逃す
→走行時に接近するフレームで検知可能

誤り例：見切れているものをずれありとして誤検知



<評価と今後に向けた施策案>

- ✓ 検証データに対してはF値は100%と出ており遮断桿ずれは検出はできている
- ✓ 実際の走行映像にかけたところずれありをずれなし、逆にずれなしをずれありと複数誤検知
→学習データの見直しや追加を行うことで改善される可能性あり
- ✓ 画角上遮断桿が見切れている（手前に障害物がある）ものを誤検知
→見切れているものを除外ラベルとして学習し改善される可能性あり

<実証計測における精度>

○伊豆急行における精度 (複数回計測での評価)

計測回	路線	画像枚数	正解率	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
1回目	伊豆急行線 (伊豆高原駅～伊東駅)	11,992枚	0.99	75%	0.6	1	3	2	0
2回目	伊豆急行線 (伊東駅～下田駅)	31,500枚	-	-	-	-	-	-	-

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I . AI検知精度 (⑨レール締結装置ボルト脱落) 」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション I 【定量】AI精度 (F値) F値90%以上			<p>F値35%となっているが、評価データの内訳を再確認して学習データの中でも見逃しの傾向があるデータの割合が高いためF値が想定よりも低く出ていると考える。</p> <p>複数鉄道事業者から集めたボルト脱落状態の参考資料画像をもととして、走行映像から画像加工して作成した学習データでAIモデルを生成。</p> <p>車両走行での撮影時にレール締結装置のボルトが脱落している状況がなく、実際の精度は計測できていない。</p>	<p>ボルトの有無をそれぞれ学習データとして用意することで、一定程度検知することができる見込みを確認できたが、精度の改善が必要である。</p> <p>レール締結装置は形状に複数種類あり、検証用データには学習データに含まれないものがあったためF値が低い傾向にある。現時点では他の検知項目と比べて精度はやや低いものの、高画質な撮影とブラーなどの影響が少ない領域に対して推論を行うことで見逃しや誤りの減少を図って改善を進める。</p>

<概要>

- レールと枕木を固定する締結装置のボルト脱落箇所を検出する
- 下向きカメラでの撮影映像により検出する
- 走行中の撮影でもできるだけくっきりした画像となるよう、シャッタースピードを高く設定する

<サンプル画像>

レール締結装置（ボルト脱落イメージ）



ボルト脱落の学習データ（イメージ）



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証：「I. AI検知精度（⑨レール締結装置ボルト脱落）」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
ボルト脱落	90%	35%	0.27	0.5	3	3	11

<精度向上対策例>

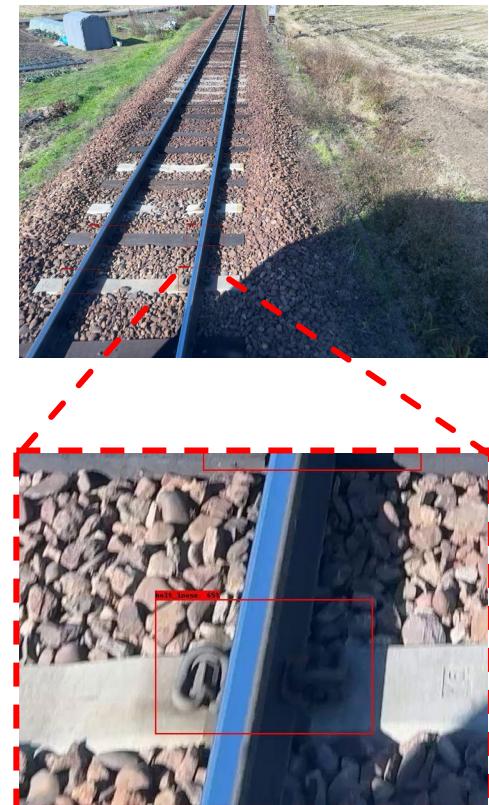
- 複数鉄道会社の撮影データを使用
- 推論対象とする画像範囲の絞り込み
- カメラを下向き画角とし、シャッタースピードを高速にすることで走行時の鮮明さ向上
- ボルト脱落の有無のラベルを設定
- 複数鉄道会社からレール締結装置の種類と参考画像の一覧情報を受領
- 学習データ精査
- 複数鉄道会社からボルト脱落状態の参考画像を受領
- 検証データ比率調整
- 画像增幅
- 推論検出しきい値調整

<評価と今後に向けた施策案>

- レール締結装置は複数種類の形状があるため、締結装置の種類でラベルを分けるというアプローチに効果がある可能性あり
- 推論対象として下向きカメラ映像の下端から枕木4本分程度（高さ方向に25%の範囲）と設定しているが、ブラーによる撮像のブレや車両の影が落ちてレール締結装置箇所が暗く写ってしまう事象により精度に影響する場合を確認。
- 上記の影響を抑えるために画角中央から下に25%の範囲を推論対象とするアプローチに効果がある可能性あり

誤り例：

学習データとは異なるレール締結装置の形状



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

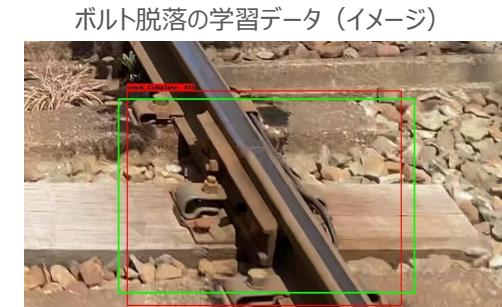
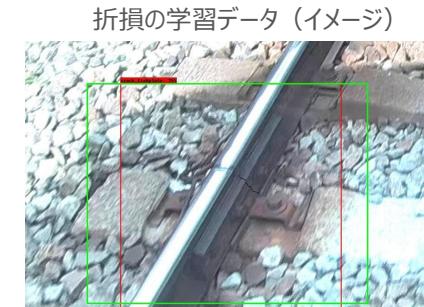
b. 技術検証：「I. AI検知精度（⑩継ぎ目板折損・ボルト脱落）」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション I 【定量】AI精度（F値） F値90%以上			<p>ボルト脱落及び折損についてF値の平均は90%と目標を達成。 複数鉄道事業者から集めた継ぎ目板の折損やボルト脱落状態の参考資料画像をもとにして、車両上で実際に撮影した映像から加工画像を作成することでAIモデルを生成。</p> <p>車両走行での撮影時に継ぎ目板の折損やボルトが脱落している状況がなく実際の精度は計測できていない。</p>	<p>精度の結果から本アルゴリズムは運用可能なモデルとして利用できると考える。 継ぎ目板自体はある程度の大きさがある物体であり、レール締結装置と比較して特徴が捉えやすいと考えられる。 ボルトの脱落や折損がある状態をそれぞれ学習データとして用意することで、検知することができる見込みを確認できた。実際のボルト脱落や折損の精度について走行映像で高精細に記録できるかという点が焦点となる。</p>

<概要>

- レール同士を固定する継ぎ目板の折損およびボルト脱落箇所を検出する
- 下向きカメラでの撮影映像により検出する
- 走行中の撮影でもできるだけくっきりした画像となるよう、シャッタースピードを高く設定する

<サンプル画像>



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (⑩継ぎ目板折損・ボルト脱落) 」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
ボルト脱落	90%	94%	1	0.89	8	0	1
ひび割れ及び折損	90%	86%	1	0.75	9	0	3

<精度向上対策例>

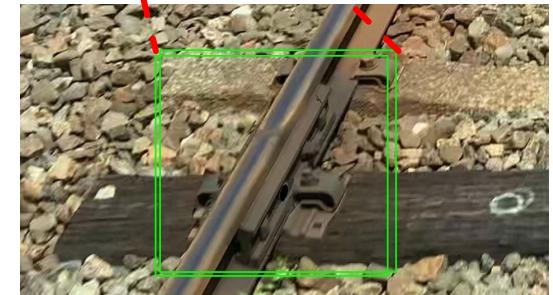
- 複数鉄道会社の撮影データを使用
- 学習データ精査
- カメラを下向き画角とし、シャッタースピードを高速にすることで走行時の鮮明さ向上
- 検証データ比率調整
- 複数鉄道会社から継ぎ目板のボルト脱落状態の参考画像を受領
- 推論検出しきい値調整
- 複数鉄道会社から継ぎ目板の折損状態の参考画像を受領
- 画像増幅

<評価と今後に向けた施策案>

- 継ぎ目板自体は種類が多種ではないがレール締結装置は複数種類の形状があるため、締結装置の影響を少なくするために学習データ数を増やすというアプローチを考えている

見逃し例 :

学習データとは異なる路線区間 (レール締結装置が異なる)



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

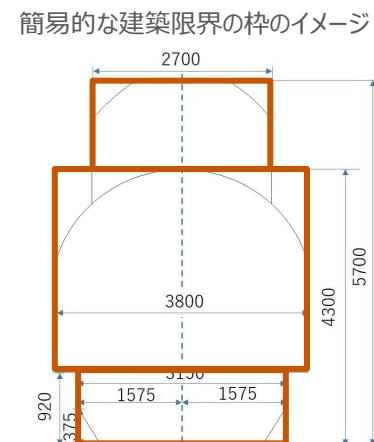
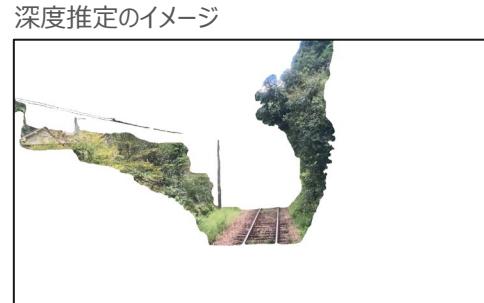
b.技術検証：「I . AI検知精度（⑪草木繁茂状況）」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション I 【定量】AI精度（F値） F値90%以上			<p>F値91%と目標を達成。</p> <p>推論用に撮影された走行映像では草木繁茂箇所に該当する映像がなかったため、過去の撮影映像から抜き出したフレーム画像に対して推論を行っている。</p> <p>検証方法は2つ採用しており、走行レール付近の草木の割合を評価するものと建築限界を簡易的に想定した枠内に草木が侵入していないかを評価するものである。（F値の結果は後者の結果）</p>	<p>簡易建築限界に侵入した草木箇所をハイライト表示する結果まで出力できており、精度の結果から本アルゴリズムは運用可能なモデルとして利用できると考える。</p> <p>走行映像内のレールの位置を基準として推論するため、草木繁茂の推論精度がレール検出の精度に依存する点があるがレール傷と同様に学習データの追加によりさらなる改善が見込まれる。</p>

<概要>

- 走行に支障をきたす恐れがある草木の繁茂状況および箇所を検出する
- 正面カメラでの撮影映像により検出する
- 正面カメラから取られた画像に対してレールを検出し、画角内の特定の深度に写った領域を推定する。最も深度が深いレール位置を基準にして簡易的な建築限界の領域を推定して、その範囲以内に写り込む物体の面積から侵入度合いを評価する。

<サンプル画像>



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (⑪草木繁茂状況)」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
簡易建築限界浸食あり	90%	91%	1	0.83	5	0	1
簡易建築限界浸食なし	90%	80%	0.67	1	2	1	0

<精度向上対策例>

- 検証データ比率調整
- 複数鉄道会社の撮影データを使用
- 単眼カメラによる深度推定技術を導入して浸食している恐れのある箇所のみを評価するための前処理の導入
- レール幅の長さを基準とし、簡易的な建築限界の枠の大きさをプロットする位置に合わせてサイズを調整する処理の導入
- 画像增幅
- 学習データ精査

<評価と今後に向けた施策案>

- F値90%以上が達成できている。
- 学習データの追加によりレール検出の精度を向上させることで草木繁茂の検知精度の向上を図る。

正解例 :



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (⑫諸標類視認性)」

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション	I 【定量】AI精度 (F値) F値90%以上		<p>物体検出を用いた手法ではF値33%を達成。</p> <p>草木の被りについては確度が90%以上で判定が可能であることを確認。</p> <p>最新のアルゴリズムでは正面カメラの走行映像に対してゼロショットで領域分割を行い、諸標類である領域を検知できることを確認できている。</p>	<p>精度より検証を引き続き実施する必要あり。</p> <p>対象となる諸標類は形状や数が複数あり、標識内に記載された文字の差分などを含めると諸標類が多岐にわたるため、ラベルを細分化して学習データ数を一定数準備することが難しいと考える。</p> <p>諸標類はある程度の大きさがあるため走行映像内から特徴を捉えられると考えており、諸標類と思われる箇所の抽出および諸標類であるかの評価を行うことで対象物を見ることが可能という見込みである。</p> <p>推論対象とする範囲の絞り込むことで諸表類箇所の検知のF値の向上を見込んでいる。</p>

<概要>

- 路線上の灯器、標識に汚れが付着や草木の被りがないかを検出する
- 正面カメラでの撮影映像により検出する
- 灯器および標識というラベルを設定して諸標類自体の検出を行った後に、汚れや草木の被りを評価する

<サンプル画像>

諸標類のイメージ



草木が被っているイメージ（手作業で加工）



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 : 「I. AI検知精度 (⑫諸標類視認性)」

<モデル単体の精度>

カテゴリ	目標F値	F値	適合率	再現率	正解	誤り	見逃
灯器	90%	33%	0.2	1	9	34	0
標識	90%	11%	0.06	1	7	110	0

<精度向上対策例>

・推論検出しきい値調整

- ・複数鉄道会社の撮影データを使用
- ・複数鉄道会社から諸標類の種類と参考画像の一覧情報を受領
- ・走行映像内から諸標類と思われる箇所を機械的に抽出する手法の導入
- ・画像増幅
- ・学習データ精査
- ・検証データ比率調整

<評価と今後に向けた施策案>

- ✓ 全ての諸標類について学習データを用意して対応することは現実的ではないと思われるため、事前学習なし（ゼロショット）で諸標類の箇所を検出するアプローチに取り組む。
- ✓ 諸標類を検知する領域を絞り込み、誤りを減らすことを目指す。
- ✓ ゼロショットでの領域抽出やクラス分類については検証を進めており、チューニングによって抽出した領域から諸標類を検出できる場合があることは確認しているため誤りや見逃しを減らすことをを目指す。

正解例 :



誤り例 :



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証：「異音検知」

ソリューション	検証ポイント	検証結果	考察
項目	目標		
車載カメラソリューション	【定性】車載器と異音検知ソリューションとの連携	専用車載器およびiPhone版車載器の両方において、取得した音声データを活用し、異音検知ソリューションを実現した。単発音を対象に解析を行い、継ぎ目落ちの発生している継ぎ目音をすべて検出可能であることを確認するとともに、適切な周波数帯と音圧閾値を特定した。また、ソリューションと専用車載器の連携のために、マイコンボードへ検知ロジックを実装。さらに、iPhone版車載器においても走行動画と音声を連携させ、継ぎ目落ちが検知可能であることを検証し、有効性を確認した。	現在の実装では、正常なレール継ぎ目音を多数誤検知する課題がある。精度向上のためには、レール異常時に発生する車両の異常な揺れを示す揺動データを組み合わせた解析が有効と考えられる。この手法により、誤検知を抑えつつ、より高精度な異常検知が可能となる見込みである。

マイコンボードの実装が2月にずれ込んだため、異音検知ソリューションとAWSとの連携までは至らず、車載器に組み込んだ異音検知ソリューションと、iPhoneで撮影した走行動画とを連携させて、検証を実施した。

正常な継ぎ目音と異常な継ぎ目音（継ぎ目落ちが発生している継ぎ目音）について、周波数特性、エネルギー、時間変化の観点で明確な違いがあるかをスペクトログラムにて確認した。

結果、正常な継ぎ目音と異常な継ぎ目音にはスペクトログラムで確認できる明確な差異は存在しなかった。

図1に示した継ぎ目音のスペクトログラムの白枠が異常な継ぎ目音であり、緑枠が正常な継ぎ目音である。正常音、異音ともに100～1000Hzに強い成分を持っており、各周波数帯のエネルギーについても明確な差は確認できなかった。次に、正常な継ぎ目音と異常な継ぎ目音をより詳細に比較するため、正常な継ぎ目音と異常な継ぎ目音を10箇所ずつ抽出し、オクターブバンドスペクトルを比較した。

図2に示した正常な継ぎ目音と異常な継ぎ目音のスペクトル比較から継ぎ目落ちの発生している継ぎ目音固有の特徴はなく、正常な継ぎ目音と異常な継ぎ目音の周波数特性に明確な差異がないことがわかった。

上記の解析結果から、正常な継ぎ目音と異常な継ぎ目音には音としての明確な差異がないことがわかった。

JR九州へのヒアリングにおいて、継ぎ目落ちが発生している継ぎ目音は、正常な継ぎ目音よりも大きな音がするど伺っていたが、正常な継ぎ目音の音圧にもバラツキがあり、異常な継ぎ目音よりも音圧の高いものも多数存在したため、音だけで継ぎ目落ちを検出する場合、失報または誤検出が発生する。

右表は、JR九州での実際の異音検知結果であるが、正しい検知結果以外に、誤検知が多く発生していることがわかる。

今回の実証では、継ぎ目落ちを検出することが可能であることを示すことで、異音検知ソリューションが実現できることを示した。しかしながら、実際の運用に利用するためには、精度を上げる(誤検知を減らす)ための施策が必要である。

JR九州でのヒアリングでは、車両の揺れの情報も重要な要素であることを伺っており、今後は音以外の情報（振動など）を組み合わせて識別することで精度を上げることができると考える。

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等)

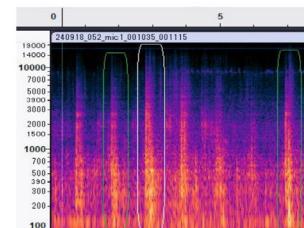


図1 継ぎ目音のスペクトログラム

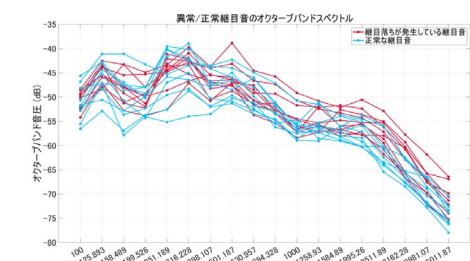


図2 正常な継ぎ目音と異常な継ぎ目音のスペクトル比較

表: JR九州での異音検知結果

◆異音検知ボード設定	
路線: JR九州 九大本線 (日田~大分)	
ゲイン: デフォルト	
◆異音検知タイミング (動画再生時間 分:秒)	
0:31 縫目音	(異音)
0:33 縫目音	(異音)
0:45-0:49 トンネルの進入音	(異音ではない)
0:52-0:55 ?	(異音ではない)
0:58-1:00 レールと車輪がする音	(異音ではない)
1:25-1:26 ?	(何の音か不明)
1:39-1:42 ?	(異音らしき音が聞こえない)
1:51 システム音声	(異音ではない)
1:54-1:56 ?	(異音らしき音が聞こえない)
2:00-2:04 ?	(異音らしき音が聞こえない)
2:06 レールと車輪がする音	(異音ではない)
2:44 ?	(異音らしき音が聞こえない)
2:54-2:55 分岐器の通過音	(異音ではない)
3:08-3:12 車内放送	(異音ではない)
3:28-3:31 分岐器の通過音+エンジン音	(異音ではない)
3:40-3:44 レールと車輪がする音	(異音ではない)
計: 2/16	

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

ソリューション	検証ポイント	検証結果	考察	
項目	目標			
車載カメラソリューション	【定性】iPhone版筐体開発、設置手法・データ取得手法確立	地域鉄道事業者が導入可能なiPhone版車載器を活用した安価なソリューション実現	iPhoneを3台をBluetoothで連携させ、上向き・前向き・下向きの動画撮影が可能なアプリを開発。動画データ・位置情報データの取得・アップロード・推論結果の確認を実施し、問題なく動作することを確認した。また、鉄道事業者にとっても操作が簡単なアプリであることを検証・確認した。さらにiPhoneを3台を連結設置するための専用筐体を開発し、20パターン以上の全車両において問題なく取り付け可能であることを確認した。	即時実装可能なレベルの撮影用アプリを開発した。また、車両ごとに設置スペースや方法が大きくなるという課題があったが、取り付け具の工夫により、全車両に対応可能な汎用的な筐体をした。一方で、運転士の視界確保を求める声もあり、来年度は、更なる小型化（iPhone1台での運用など）を進め、より実用性の高い筐体を開発を目指す
各地域鉄道の運転席の設置場所の写真・寸法を調査。 床平面にサクションカップで固定・アームを変更可能とし、狭い場所でも前方が映せる場所にカメラ部を固定できるようなプロトタイプを作成。			撮影後のフィードバックから、以下の改良を行った。	
  事前検証で、iPhone自身の動画への映り込みが発生することが判明。			<ul style="list-style-type: none"> ・色を黒に変更 ・充電ケーブル用の穴を追加 ・映り込み対策のためカメラ側の背面は黒に変更 ・サイド部分のボタンを押さない構造に変更 ・マウントとの接続を下部ではなく中間部分にすることで高さを抑える+揺れを減らす ・窓のアクリル板にも吸盤で設置できるように修正 ・iPhone15 / 16 どちらの利用にも対応(ハイブリッドも可) ・ポールマウントとの固定に対応 ・レンズフードを追加   しっかり固定し、映り込みもしない撮影が可能となった。	
また、実際の撮影を通じ、 <ul style="list-style-type: none"> ・筐体が揺れて不安定 ・設置場所が床面以外(窓に吸盤で貼り付ける、ポールに固定する等)の路線がある ・撮影中にバッテリーが不足する可能性 などへの対応の必要があることもわかった。				

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 ソリューション

車載カメラソリューション

検証ポイント		検証結果	考察
項目	目標		
【定量】iPhone版筐体における加速度/GPS連動、カメラの精度	加速度/GPS：自己位置推定精度100m カメラ精度：F値90%が可能な画質の達成	加速度/GPS：iPhone版筐体の採用で高精度なデータ取得が可能になり、自己位置精度約10m以内を達成。 カメラ精度：鉄道特有のトンネル出入時の急激な光量変化に適応するべく、自動露光プログラムを開発。これにより、明暗の変化による映像品質の低下防ぎ、専用車載器と同品質の映像撮影が可能となった。その結果、8/12個のAIテーマでF値90%を達成しているものの、残りのAIテーマの達成に向けた調整が必要。	加速度/GPSについては、完全に地下区間で構成される地下鉄を含む屋内・屋外環境において、高精度な位置情報の推定が可能となり、事業者の求める十分な水準に到達した。これにより、地下鉄を含む広範な環境での適用が現実的であることが示された。 F値90%を未達であった4個のAIテーマについても課題が明確化されており、①カメラ性能や設定の調整（特に暗所環境への適応）、②学習不足（時間制約もあり学習が足りていない状態。来年度中に追加学習により達成見込み、事業者によるチューニングが有効）を実施することで、F値90%の達成が見込まれる。

<屋外区間における精度評価>

東急東横線における実証データを対象として、精度評価を行った。撮影実施路線の屋外区間を指定している

グラフの縦軸は緯度で横軸は経度となる。
屋外区間ににおけるキロ程のマスターデータを青色で
実際の推定位置が赤色で表示している



<屋内区間における精度評価>

東急東横線における実証データを対象として、精度評価を行った。撮影実施路線の屋内区間を指定している

グラフの縦軸は緯度で横軸は経度となる。
屋外区間ににおけるキロ程のマスターデータを青色で
実際の推定位置が赤色で表示している



<評価と今後に向けた施策案>

屋内(地下)ではGPSの電波が受信できない場所が多いため、自己位置推定の誤差が大きかった。

GPSデータを利用した自己位置推定ではなく、別の手法を検討する必要があった。

高精度のIMU (加速度、ジャイロセンサー)を利用し、駅ごとに補整を行う方法で自己位置推定を実施することで、精度の高い自己位置推定を実現することができる。
また、屋外の場合でも、運転席内にGPSアンテナを設置する場合、GPSの電波を受信ができないケースが多く、今後は屋外の自己位置推定でも、同様の手法で精度を上げることができると検討していきたい。

今回、高精度のIMUを利用した自己位置推定は、停車中かどうかのデータなど現在取得していないデータが必要だったため、手動で算出する手法になったため、正確な精度は算出できていないが、今後、完全な地下空間のみの路線でも自己位置推定を行うことが実現できると考える。

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくとも実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等)

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等)

ソリューション	検証ポイント	検証結果	考察
項目	目標		
車載カメラソリューション	【定性】業務用WebアプリケーションのUI向上・追加機能開発	地域鉄道事業者の現場係員による良好な使用感、業務への適用可能性のあるアプリケーションの実現 地域鉄道事業者へのヒアリングを実施し、ダッシュボードの操作性やレスポンスについて良好な評価を得た。また、機能開発要件として要望のあった、映像のリアルタイム配信（AI解析前）、動搖データのCSV出力・過去データとの比較、巡視日報機能を追加した。実用に向けては、ダッシュボードへのアクセスについて、実証用のベーシック認証ではなく高度なVPN接続、IPアドレスを用いたアクセス制限への対応が必要との要件を確認した。	地域鉄道から業務用WebアプリケーションのUIについて良好な評価を得るとともに、開発ニーズのあった機能も好感触であることを確認した。これにより、実用化に向けた基盤は整いつつあると考えられる。一方で、本年度確認した実用化の要件を踏まえ、来年度の開発ではさらなる運用効率の向上を図る必要がある。

アンケート設問(一部抜粋)

1. Webアプリケーションのインターフェースは使いやすいと感じますか？	
非常に使いやすい	
使いやすい	
普通	
使いにくい	
改善が必要	
2. システムの操作方法は直感的に理解できましたか？	
非常に理解しやすい	
理解しやすい	
普通	
理解しにくい	
理解に時間がかかる	
3. システムのレスポンス速度についてどう感じますか？	
非常に速い	
速い	
普通	
遅い	
改善が必要	

1. 検知結果表示画面で表示してほしい項目を選択して下さい。（複数選択可）

レール傷検出
 道床白色化
 架線樹木接近
 灯器類視認性
 天井水染み、トンネル漏水滴下
 造断桿ずれ
 余盛
 差分検知
 繰ぎ目板
 レール綿結装置
 建築限界(草木繁茂、倒木検知)

伊豆急行にて、ダッシュボードに関するヒアリングを実施し、以下のような意見を頂いた。

- Webアプリケーションのインターフェースについて
 - 使いやすそう
 - 過去には、通信環境の問題でパソコンが固まる問題があった。複数部署が一度にアクセスしたときにどうなるかが気になる
- システムの操作方法について
 - 難しくはない
- レスポンス速度について
 - 問題ないレベルだと思う
- AI推論対象項目について
 - 環境の変化(法面の崩れなど)が検知できると良い
 - 真横の変化を見たい
 - 枕木の損傷具合が見たい
- 自己位置推定の結果について
 - 許容範囲が広すぎる
 - 列車の縦揺れ・横揺れの精度が50mでは誤差が大きすぎる。
 - 都市鉄道とは異なり、地方では25mレールが多い。25mレールの場合は、4~5mの誤差に抑える
 - トンネルの中では風景がわからないので、誤差は少なくなければならない

Webアプリケーションの使用感については概ね目標を達成できている。

一方、業務への適用については、可能性はあるものの課題も多く、地方鉄道向け検知対象の拡大と高精度の自己位置推定手法の検討が必要であることがわかった。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等)

ソリューション

検証ポイント

項目

目標

車載カメラソリューション

【定性】iPhone版車載器と業務用Webアプリケーションとの連携

iPhone版車載器において専用車載器と同品質でWebアプリケーション使用が可能なシステムの実現

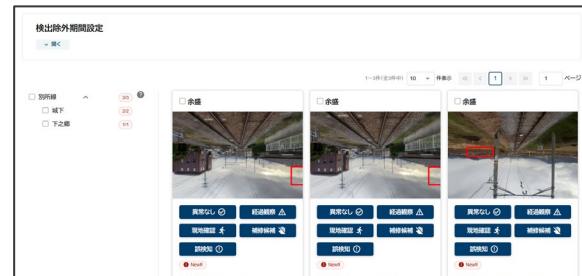
検証結果

iPhone版車載器において専用車載機と同品質でWebアプリケーションを使用できたことを確認した。車載機の差分は、iPhone版車載器では動画の上下が端末の回転に追従すること（専用車載機は固定）、アスペクト比が専用車載器と異なるため検知個所を表示する赤枠がずれる等の問題を発見し、iPhoneの追従機能オフ及びアスペクト比統一のため不要部分削除で対応した。また、オンプレサーバの保守運用について、設置位置/温度/湿度等方法を確立した。

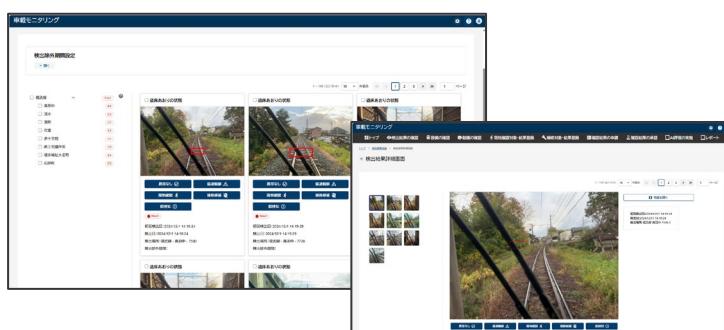
考察

iPhone版車載器において、専用車載機と同品質で、Webアプリケーションが十分に使用できることを確認した。また、オンプレサーバの安定的な運用を可能にする設置方法を確立した。将来的に専用車載器同様の運用を行うためには、長期にわたる継続的な運用検証を行って、問題点の洗い出しを実施する必要がある。AIについては、誤り/見逃しを減らすことが課題。

端末が回転判定されていたため上下逆になっていた例



専用車載器とアスペクト比が異なるため赤枠の位置がずれている例



iPhone版車載器で撮影した動画データを使った解析結果

路線	確認箇所	進行方向	検出数	未確認	異常なし	既述検査	既述規制	既述
伊豆急行線	道床あおりの状態	上り	46	55	0	0	0	0
伊豆急行線	沿線樹木等の接近状態	上り	100	100	0	0	0	0
伊豆急行線	レール傷	上り	7	7	0	0	0	0
伊豆急行線	余盛	上り	5	5	0	0	0	0
伊豆急行線	遮れかんづれ	上り	14	14	0	0	0	0

初回検出日	検出日	検出場所	検出結果
2025/1/24 9:26:15	2025/1/24 9:17:48	伊豆急行駅 - 伊豆急行線 - 南伊東 - 3078324166872009	初期検出日: 2025/1/24 9:17:55 検出日: 2025/1/24 9:17:02 検出場所: 伊豆急行駅 - 伊豆急行線 - 10441303950112316 検出外観結果: 沿線樹木等の接近状態
2025/1/24 9:17:55	2025/1/24 9:17:02	伊豆急行駅 - 伊豆急行線 - 南伊東 - 3078324166872009	初期検出日: 2025/1/23 9:17:55 検出日: 2025/1/24 9:17:02 検出場所: 伊豆急行駅 - 伊豆急行線 - 114993951260516 検出外観結果: 沿線樹木等の接近状態

Webアプリケーションに表示された結果について鉄道事業者にヒアリングを行い、以下のような意見を頂いた。

- ・一覧のサムネイルで、該当箇所がわかるようにしてほしい
 - 草木繁茂など、どこが該当するかわからないので、赤枠で表示
 - 赤枠が表示される場合(道床あおり)も、赤枠が見切れているパターンはなくしてほしい
 - 遮断桿すれば、遮断桿の先端～根元まで全景が確認できるようにしてほしい
- ・レール傷などは、距離の誤差があるどこが現場かわからなくなる。動画で確認する際、該当箇所がわかるように、再生時になんらかの印を表示してほしい。

総じて、検知個所をわかりやすく示すこと、また、サムネイルの段階で容易に確認ができるような改善が必要であることがわかった。更に、目印の構造物が周囲にない路線では、自己位置推定の重要度が増すこともわかった。

また、運用については、車載器の管理が保線区となるため、操作を誰が行うのか切り分けが難しいとの意見を頂いた。同様の意見は他事業者からも頂いており、実用化する際は、自動起動/停止の検討が必須となる。

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等)

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション	【定性】オンプレサーバ 活用時の環境構築・運用保守の手法確立	地域鉄道事業者のオブレサーバ関連コスト・導入ハードル低減	<p>iPhone版車載器において専用車載機と同品質でWebアプリケーションを使用できることを確認した。車載機の差分は、iPhone版車載器では動画の上下が端末の回転に追従すること（専用車載機は固定）、アスペクト比が専用車載器と異なるため検知個所を表示する赤枠がずれる等の問題を発見し、iPhoneの追従機能オフ、及びアスペクト比統一のため不要部分削除で対応した。</p> <p>また、オンプレサーバの保守運用について、設置位置/温度/湿度等方法を確立した。</p>	<p>iPhone版車載器において、専用車載機と同品質で、Webアプリケーションが十分に使用できることを確認した。</p> <p>また、オンプレサーバの安定的な運用を可能なにする設置方法を確立した。</p> <p>将来的に専用車載器同様の運用を行うためには、長期にわたる継続的な運用検証を行って、問題点の洗い出しを実施する必要がある。AIについては、誤り・見逃しを減らすことが課題。 6</p>

コスト：オンプレサーバは処理に時間がかかるものの、AWSの4ヶ月分の利用料金で購入可能であり、費用を抑えた構成が実現できることを確認した。さらに、複数台同時発注によるボリュームディスカウントの可能性を検討し、さらなるコスト削減を追求するべく、機器ベンダーとも協議している。

画像1枚辺りのAI推論処理時間(s)		
	オンプレ	AWS
砕石検出	1.7	0.45
架線検出	2.9	1.0
漏水滴下検出(道床側)	1.9	0.45
漏水滴下検出(天井側)	1.9	0.58
遮断かんズレ	6.1	0.45
余盛	6.2	0.45

オンプレサーバー：画像1枚あたりの推論処理時間をオンプレサーバとAWSで比較した結果、左表の通り、AWSの処理時間はオンプレサーバよりも3～6倍速いことが確認された。

現状のオンプレサーバはAWSと同じ構成であるため、この差は単純にサーバの処理能力の違いによるものと考えられる。一見するとAWSの優位性が際立つものの、オンプレサーバはAWSの4か月分の費用で構築可能であることを踏まえると、コストパフォーマンスとしては十分な結果といえる。さらに、現在未使用的オンプレサーバのGPU2を活用することで、推論処理時間を大幅に短縮できる見込みがあるため、GPU2の活用による処理効率の向上を検証し、より最適な運用方法を模索していく

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

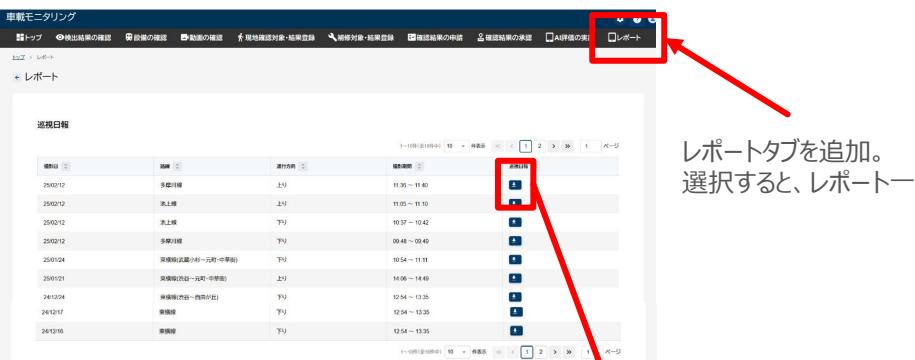
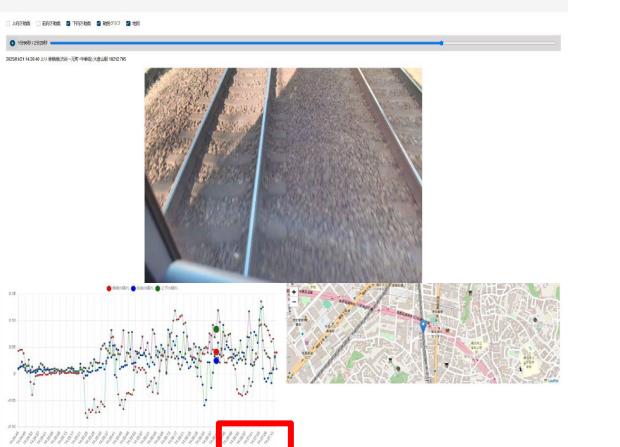
クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる等)

ソリューション	検証ポイント	検証結果	考察	
項目	目標			
車載カメラソリューション	【定性】iPhone車載器、Wi-Fi、オンプレサーバを使った運用検証	一連のオペレーションを現場作業員と実践し、（完全な目視の代替を目指した更なる画質の向上と一部追加機能開発の要望はあったものの）実際の運用に資するソリューションであることを確認した。	乗り入れ先への入構において、カメラをオン/オフにする必要があるため、画像解析と自己位置推定機能を組み合わせることで駅を認識し、当該作業を実施するプログラムを翌年度開発する。 また、ダッシュボードを確認せずともAIが検知した異常を即把握できる仕組みの必要性を確認したため、異常をメールで担当者に即時発報する機能も具備予定。	
	【定性】業務用Webアプリケーションの追加機能運用検証	新規開発機能を活用した運用方法の確立	巡回日報出力機能を提供し、運用した結果実際の業務では、検出結果を画面で見ながら巡回日報に記載するため、出力したファイルと検出結果URLを関連付ける方法が必要であることを確認した。また、動搖データを数値データで確認したいという要望に対し、CSV形式でダウンロードする機能を提供し、一定の評価を得た。同時に、過去からの推移の確認をしたいという要望があった。	巡回日報機能は、運用まで加味した展開可能性の高いソリューションを構築することができた。 また、動搖データは過去からの動搖データ比較機能を来年度中に実装する。これにより、レール傷等の早期発見につながることが期待できる。
	【定性】ソリューション横展開方針検証（ソリューション共用等）	共用可能範囲の網羅的な整理及び実運用の手法の確立	複数の鉄道事業者に展開するにあたり、AWSと同等の機能をオンプレサーバ上で構築・移行性の検証を実施し、機能が正常稼働することを確認。また、共用向けとして開発したAIモデルが、地域鉄道を含む共用向けに学習データを含めなかった場合と含めた場合のAI推論を実施し、各鉄道事業者ごとに最適化したモデルの精度が高いことを確認している。	各鉄道事業者の特性（地域性、設備特性等）を考慮し、AIモデルを最適化することでさらなる精度向上が見込める。共用モデル、特性モデル、そして鉄道事業者専用の個別モデルなど、機能性と運用性を整理し、ソリューションを利用する鉄道事業者が自社の運用に最適な機能を任意選択できる必要性を確認した。
	【定性】地域特性・環境特性に対応した検知手法の確立	全国の多種多様な環境を有する鉄道事業者に対して導入可能なソリューションの確立	鉄道事業者に対し、AIモデルのカスタマイズ手段を提供することで、多種多様な環境に柔軟に適用できる手法を提供。また、路線に最適化したAIモデルを導入することにより、汎用モデルと比較して検知性能が向上していることを確認した。 鉄道事業者自身によるファインチューン（追加料金なし）可能なアプリケーションを開発したが、事業者ごとの社内基準に則ったAI精度に到達していない項目がある。	汎用的なAIモデルとモデル生成ツールの両方を鉄道事業者に提供することにより、ソリューションベンダー側は事業者ごとに個社対応不要（過度なカスタマイズ不要）で、各社にあったAIモデル利用の提供が可能になった。 事業者ごとの社内基準に則ったAI精度に到達していない項目は、追加学習により達成可能な見込み。
	【定性】ローカル5Gと新規AIモデルを活用した運用検証※	地域鉄道事業者の運用手法確立に資するノウハウの取得・活用	運用検証により地域鉄道と共に発生する問題を除き、ローカル5Gネットワーク関連で発生する問題、車載器バッテリー枯渋などの課題を抽出。ローカル5Gネットワークについては、原因の切り分けを行い、故障した部品を交換。バッテリー枯渋については運用上必要な量、かつコンパクトなバッテリーを選定することで解決した。	運用検証では、問題の抽出及び解決を行うことができた。 車載器のようなハードウェアについては、予期せぬトラブルが突然発生する傾向があるため、定期的なメンテナンスを行うなどの対策が必要である。
※本実証事業外として鉄道事業者各社費用負担にて実施				

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果（伊豆急行 伊豆高原駅）	考察
	項目	目標		
車載カメラソリューション	【定性】業務用Webアプリケーションの追加機能運用検証	新規開発機能を活用した運用方法の確立	<p>巡視日報出力機能</p>  <p>レポートタブを追加。選択すると、レポート一覧画面が表示される</p> <p>ダウンロードボタンを押すと巡視日報のエクセルファイルがダウンロードできる</p> <p>動揺データダウンロード機能</p>  <p>ダウンロードボタンを押すと、動揺データ(日時・揺れ・緯度経度)のcsvファイルがダウンロードできる</p>	実際の業務では、検出結果を画面で見ながら巡視日報に記載するため、出力したファイルと検出結果URLを関連付ける方法が必要であることがわかった。また、CSVデータダウンロード機能の導入により、過去からの動揺データ比較を行うことが可能となるので、レール傷等の早期発見につながることが期待できる。
76				

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

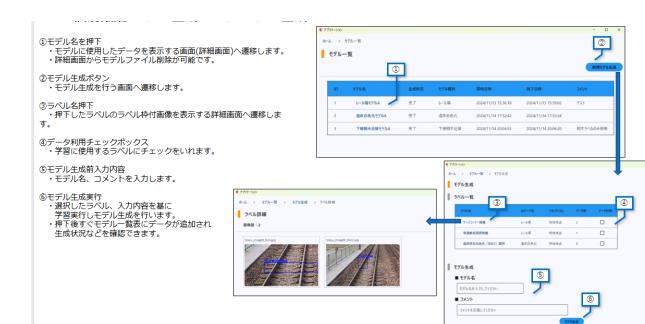
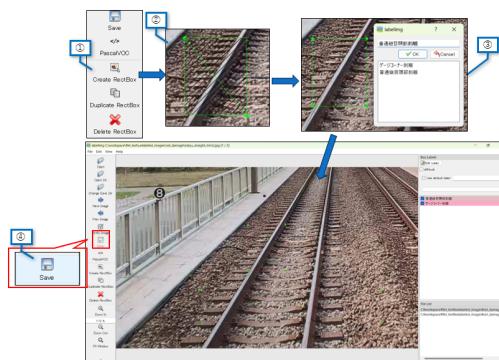
c. 運用検証

検証ポイント	検証結果（伊豆急行 伊豆高原駅）	考察
項目	目標	
【定性】ソリューション横展開方針検証（ソリューション共用等）	共用可能範囲の網羅的な整理及び実運用の手法の確立	複数の鉄道事業者に展開するにあたり、AWSと同等の機能をオンプレサーバ上で構築・移行性の検証を実施し、機能が正常稼働することを確認。また、共用向けとして開発したAIモデルが、地域鉄道を含む共用向けに学習データを含めなかつた場合と含めた場合のAI推論を実施し、各鉄道事業者ごとに最適化したモデルの精度が高いことを確認している。
【定性】地域特性・環境特性に対応した検知手法の確立	全国の多種多様な環境を有する鉄道事業者に対して導入可能なソリューションの確立	鉄道事業者に対して、AIモデルのカスタマイズ手段を提供することで、多種多様な環境に柔軟に適用できる手法を提供。また、路線に最適化したAIモデルを導入することにより、汎用モデルと比較して検知性能が向上していることを確認した。 鉄道事業者自身によるファインチューン（追加料金なし）可能なアプリケーションを開発したが、事業者ごとの社内基準に則ったAI精度に到達していない項目がある。

今回の実証では、レールの形状が異なる路線について、それぞれ異なるAIモデルを適用することで精度が向上することが確認できている。

上記前提のもと、ローカル環境で学習データ取り込み・ラベリング・モデル生成を行うツールを提供し、鉄道事業者ごとにカスタマイズされたモデルを生成してもらう。

このモデルを適用することにより、路線に最適化したAIモデル生成を行うことができるようになるので、鉄道事業者毎に環境条件が異なる場合でも、AIの精度を高めることができる。



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

③ 実装・横展開に向けた準備状況

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

実装に 向けて

横展開に 向けて

アクション	結果	得られた示唆・考察
伊豆急行での試験運用に向けた協議、合意形成	本実証を通じて抽出できた要望を解決することで試験運用を開始出来る方向で協議中	1 AI解析精度向上と高画質化が伊豆急行の要件。要件への対応とともに、導入による周期延長効果の定量化、技術伝承の効果を明確にすることが重要。
過年度実証の結果を基に、24年6月に東急電鉄で試験運用開始するための議論取り進め。25年度以降の地域・都市鉄道への実装に向けた課題抽出等知見を収集、整理を目指す	東急電鉄の東横線にて、9月より試験運用開始。来年度の実装に向けて、取り組み中。導入路線の拡大に向けて、同社と議論を取り進め中。同社で蓄積したノウハウを活用して、地域鉄道への早期実装に向けた整理を開始	9月に東急電鉄の東横線で試験運用を開始、導入路線の拡大に向けた議論も進行中、計画通りに進展。試験運用の知見を活かしながら、他路線や他事業者への展開を視野に入れた調整や同社で蓄積したノウハウを活用し、地域鉄道への早期実装に向けた整理を開始できた
24年度蓄積した知見を基にスムーズな実装・横展開を各社へ提案、25年度中の実装に向けた協議を25年度4月以降に開始予定	複数社と25年度の実装・横展開に向けた初期的な協議を開始	技術的・運用的課題の抽出と解決、事業者間の連携強化（学習データの共有）、コスト低減の検討が重要な論点となる。計画は順調に進んでいるものの、本格実装に向けた課題解決と展開戦略の具体化が成功の鍵を握る
サイバネティクス協会誌や日本鉄道電気技術協会の協会誌「鉄道と電気技術」(10月号)への執筆。鉄道電気セミナー[通信部門](9月)に登壇	本アクションにより、鉄道業界内での技術認知度が向上し、関係者の関心が高まった。特に、専門誌を通じた情報発信は、鉄道技術者や意思決定者への影響力が大きく、導入検討の加速につながる可能性があること、また、セミナー登壇により、直接的な質疑応答や意見交換が行われ、業界内での信頼性向上や事業者間の連携強化が進み、将来的な導入拡大の基盤を構築できた	業界誌への執筆や専門セミナーでの登壇を通じ、技術の認知度向上と普及活動を強化。特に、専門技術者や保線関係者に向けた発信により、導入への関心喚起や理解促進を図り、業界内での信頼性向上につながっている。今後は、さらに多くの事業者との連携を深め、導入拡大に向けた取り組みを加速させることが重要となる

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

④ 実装・横展開に向けた課題および対応策

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

課題	対応策	実現可能性 ¹	対応する団体名	対応時期
1 AIの精度向上に向けた継続的な改善の必要性	モデル改善（学習データ蓄積）、アノテーション作業、高性能カメラの調達	高	鉄道事業者、ARI、住友商事	2025年～
2 DBの検索結果を遠隔でタブレットに適したサイズに表示する機能	タブレットの画面サイズに合わせてDBを自動調整（現在はPC版のみ対応）	—	ARI	2025年～
3 ダッシュボードのセキュアな遠隔確認機能の追加開発	既設のベーシック認証に加え、VPN+IPアドレス制限等の高度な認証・アクセス制御の仕組みの導入によるセキュアアクセス環境の構築	—	ARI	2025年～
実装に向けて 4 業務適用可能性のあるアプリケーションの実現	iPhone版車載器アプリを保守関係係員が快適に使用できるよう、フィードバックの収集と反映を実施	—	鉄道事業者、ARI、住友商事	2025年～
	サーバーでの動画処理時間の短縮による適正な処理時間の確保	高	ARI	2025年～
	運用試験の実施による実環境での最適化の必要性	高	鉄道事業者、住友商事	2025年～
	異音検知の精度向上	—	ARI	2025年～

1. 高: 実現可能性80%以上：ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。
中: 実現可能性50%程度：想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。
低: 実現可能性20%程度：対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

4 実装・横展開に向けた課題および対応策

課題の凡例

クリティカルな課題(解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題(解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

課題	対応策	実現可能性 ¹	対応する団体名	対応時期
8 事業者に応じた解析処理時間 横展開(9) 向け	サーバーのアーキテクチャの再構築、GPUの有効活用	高	ARI、住友商事	2025年～
9 実証先使用環境条件への適応	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道トンネル特有の入出時における光量変化に対応した撮影設定の自動調整の更なる高速化 ・地下区間（GPS利用不可）での自己位置推定を可能にするキャリブレーション方法の確立 	—	ARI、住友商事	2025年～
10 事業者ごとの仕様要求への対応	導入メリットの明確化、初期投資の負担軽減や事業者ごとの社内基準に則ったAI精度、解析結果の提供※ただし過度なファインチューニングはしない	—	住友商事、ARI、イツコム	2025年～

1. 高: 実現可能性80%以上 : ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。
 中: 実現可能性50%程度 : 想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。
 低: 実現可能性20%程度 : 対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

a. 概要

開催場所: 伊豆急行株式会社 伊豆急行線 伊豆高原駅

開催日時: 2025年3月4日（火）13:30~15:30

デモ項目	内容	備考
Wi-Fi 7環境視察	伊豆急行 伊豆急行線 駅ホーム3番線に設置したWi-Fi 7のアンテナポイントを視察。その後、同駅ホームに構築したオンプレミスサーバー、PCを視察	—
iPhone版車載前方カメラ視察	会議室に準備した実機（iPhone版車載前方カメラ）を実際に手に取っていただき、重量や操作性を体験	—
異常検知アプリケーション（ダッシュボード）操作説明	会議室にて、スクリーンに異常検知アプリケーションのダッシュボードを投影しながら操作・説明するデモを実施。様々な検知データを集約したダッシュボードやデータ出力の状況を確認し、現場目線でソリューションを評価	—

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
AIモデル開発に関して、都市鉄道と地域鉄道で違いはあるのか？	AIモデルは同一のものを使用。過年度は、都市鉄道向けにタイムリー性と高い情報セキュリティを重視し、専用車載器×ローカル5G×AWSのソリューションを開発。今年度は、地域鉄道向けに同等のAI精度を安価に提供し、可搬性を向上させるため、iPhone版車載器×Wi-Fi 7×オンプレミスサーバーの組み合わせで開発を実施。	—	—
適合率と再現率とは？	<ul style="list-style-type: none">適合率はAIが「正しい」と判断したもののうち、実際に正しかった割合。誤検知が増えれば適合率は低下。再現率は実際に正しいもののうち、AIが正しく検知出来た割合。異常検知の見逃しが増えれば、再現率は低下。	—	—
東急電鉄様以外で実装していくにあたって苦労した点は？	実装は東急電鉄のみでその他は未実装。他鉄道事業者への展開に向け、AI精度の向上とコスト低減が課題。AI精度向上については、例えば天候による検知対象の見え方の違いを異常と誤認しないようであったり、レールの経年変化の度合いも事業者によって変わってくるため、学習データの収集とパラメータ調整が必要。	—	—
最終的に目指しているAI精度（国交省様の制度を満たすレベル、各社の制度を満たすレベルなど）	本ソリューションは、目視検査による巡回業務を本ソリューションで代替できることを目指している。目視検査といつても「問題がない」とされる基準は事業者ごとに異なるため、本ソリューションの目標はあくまで人の目の代替として機能するレベルに設定。高速走行中の電車からの細かなレール傷の識別など、目視で判別できないものには対応しない。しかしながら、目視で判断できる範囲であれば、AIを事業者で育てることができる機能を具備しているので。事業者にあつた検知レベルのソリューションに仕上げていくことが可能。	—	—

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
伊豆急行としてのソリューションへの所感は？	3/5に現場レベルでのヒアリングを実施の上、成果報告書で報告予定	<p>詳細結果は成果報告書に記載。</p> <p>伊豆急行のコメントとして、本ソリューションが完成すれば、保線の検査周期を1回/週から1回/2週に延長可能であることを確認。さらに、電路では1回/月から1回/2月、土木分野でも一定の周期延長が見込まれることが確認された。巡視業務の実施頻度を延長することで、保守担当者の業務負担が軽減され、より効率的な運用が可能になることが明らかになった。来年度の実装（試験運用）に向け、翌年度早期の運用試験が可能なレベルまで引き上げることが求められる。</p>	～2025年9月
地域鉄道固有の環境下における保守業務、地域鉄道でも導入可能な低コスト（500万円/年）の2点が大きな実証目標と理解しているが、この2点はクリアできる見込みか？	前者については、3/5の現場ヒアリングを踏まえて結論を出す予定。後者については、コスト試算を進めており、従業員一人当たりの年間コストを600万円と仮定した場合、500万円で導入できる形が望ましいと判断。このため、専用車載器×ローカル5G×クラウド構成ではなく、iPhone×Wi-Fi7×オンプレミスサーバーの組み合わせで開発・実証を実施。AIの精度が事業者にとって実用レベルに達すれば、このコスト要件をクリアできる見込み。AI精度が基準に達しているかどうかは、3/5のヒアリングを通じて確認する。	<p>前者については、伊豆急行の環境下でも一定の成果が確認され、一部精度が上がりきらない対象物に対しても改善策が見えており、地域鉄道の環境下でも適用可能であることが明らかになった。伊豆急行のコメントとして、本ソリューションが完成すれば、保線・電路・土木の各分野で一定の検査周期延長が可能であり、少なくとも従業員1名分の年間コスト（600万円）相当の効果が見込める。また、ソリューション使用料は、個別対応をしき過ぎないことで年間500万円で導入可能な見通し。</p>	～2025年9月

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
当ソリューションは1社ではなく複数社での共有で学習データ量を増やす取り組みであったと理解しているが、学習データ量は十分なのか？	当初はWi-Fi 6Eしか入手できない前提でベンダーと調整していたが、Wi-Fi 7の調達が間に合う見通しとなったため、高性能なWi-Fi 7を選択。コストについては、実証ベンダーの協力のもと、一律で調達。	—	—
Wi-Fi 6Eもしくは7は必須なのか？	リアルタイム性が求められる事業者にとっては必須の要件と認識。実際の運用では、検査対象となる路線の長さによってデータ容量が変動し、Wi-Fiの設置駅数にも影響を受ける。リアルタイム性が不要な場合は、終端駅にWi-Fi機器を設置し、車両が長時間停車する営業時間外に映像をアップロードし、解析を実施する運用も可能。今回、伊豆急行での実証にあたり、実装を見据えた運用内容を想定し、必要な通信速度を試算。その結果、Wi-Fi 6EまたはWi-Fi 7の伝送速度が必要であることを確認。	—	—

VI 実装・横展開の計画

① 実装の計画

a. 実装に向けた具体的計画



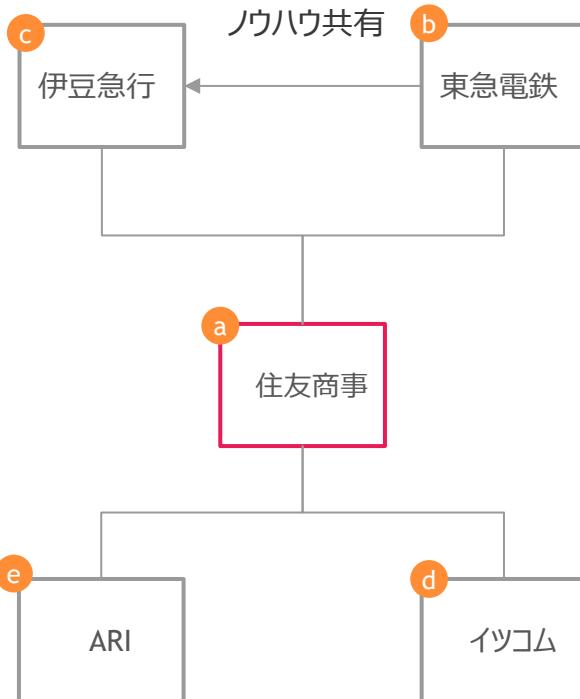
VI 実装・横展開の計画

① 実装の計画

b. 実装の体制

□:実装の取組全体の責任団体

実施体制図



団体名	役割	リソース
a 住友商事	実装展開における全体管理	5名
b 東急電鉄	前方カメラソリューションの実装、実運用および都市鉄道への啓蒙活動	2名
c 伊豆急行	ソリューションの実装、運用への落とし込み	4名
d イツコム	通信インフラ担当	2名
e ARI	システム開発マネジメント、HW/SW調達、システム開発、保守、運用	15名

VI 実装・横展開の計画

① 実装の計画

c. ソリューション(変更点)

1. ソリューションの概要

<p>ソリューション</p> <h2>① ソリューションの概要(1/xx)</h2>	<p>本実証において、複数のソリューションを組み合わせる場合、ソリューションごとに負を分けて記載すること</p>
<p>ソリューションの概要</p> <p>XX</p> <p>ソリューションの概要をイメージ図で記載すること (以下の内容等も含む)</p> <ul style="list-style-type: none"> 主機器、無線端末技術等の通信インフラ ソリューションの適用用の全体像 受益者等のスケーラー、運用者 	<p>中間アワトカム (実証)</p> <p>定性アワトカム</p> <ul style="list-style-type: none"> XXXX 高齢者のオンライン利用 利便性着想: のべxxx人 <p>定性アワトカム</p> <ul style="list-style-type: none"> XXXX 高齢者の外出機会増加に伴うニーズ活化 高齢住民・施設の近隣担当 課題 <p>II ②を参照し定量化できる アワトカム益處を記載すること</p> <p>定量化できないアワトカム 目標を記載すること</p>
<p>中間アワトカムの実現・難がソリューションの価値</p> <p>XXXX</p> <p>高齢者の外出機会の便利性の向上 使用者での因縁な距離に応じたバーコードの発行所、家からアクセス可能となることで、これまで外出を行っていた高齢者の外出が可能となり。</p>	<p>受託者によって中間アワトカムの実現につながる ソリューションの具体的な益處を記載すること</p>

2. ネットワーク・システム構成

説明	メモ
XXXXX	ネットワーク・システム構成 ネットワーク・システム構成図 ネットワーク・システム構成図を図示すること 補足事項があれば説明文を記載すること 特になければ、"説明"のカラムを削除ください

3. ソリューション等の採用理由

「ソリューション」 ①ソリューション等の採用理由(1/X) 地域課題への有効性	他ソリューションとは、国内の類似ソリューションに関する先進事例は調査した上で記載すること。海外への展開も視野にされている場合、国外事例も可能な限り調査すること。
「他の課題」 課題解消への有効性	<p>課題を明記すること</p> <p>XXXX 課題に高齢者の行動手段の確保が困難</p> <p>XXXX 室内で活動している（会社の施設・部屋）者の減少が続いている。免許を持たない高齢者の多くは、自宅からバス停や駅所まで歩きながらバスや電車で、タクシーを利用や近隣住民の手助けで輸送している状況である。</p> <p>このため、高齢者自身が安全で安心して自宅で生活できる形態で運行する。比較的廉価で利用できるようにすることで、自宅から出歩きかず目的地への対応を確保することで、課題の解決が可能となる。</p>
「他の課題」 課題解消への有効性	<p>左記課題の解決手段として採用するソリューションが有効であると考えられる理由を記載すること</p> <p>比較対象となる類別のソリューションを記載すること</p> <p>他ソリューションと比較して、本取組の優位性を説いてください。これは他の取組と競合するソリューションを使用している場合、本実證との差異を記載すること</p>

4. 費用対効果

Ⅱソリューション ④費用対効果 1. 費用対効果(1/3)		すること			
項目	スケジュール	導入先 XX		説明に必要な年数分を記入すること	
		20XX年度	20XX年度	20XX年度	合計
効果	定額(収益) 益金で実績 の算出を記載する	XXXX ○益金(△利子料金 収入)	XXXX ○支店(△支店運営 費)	XXXX ○支店(△支店運営 費)	XXXX ○支店(△支店運営 費)
各項目の収益年度ごとに記載すること					
計(定期収益)	XXXX 200万円	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
定額(収益以外) +定期収益 益金で実績 の算出を記載する	XXXX ●開設(△支店運営 費)	XXXX ●支店(△支店運営 費)	XXXX ●支店(△支店運営 費)	XXXX ●支店(△支店運営 費)	XXXX ●支店(△支店運営 費)
各種で効率して評価できる内容を 記載しておきましょう。					
費用	一時的 開始時に必要な 一時費用を記載 すること	XXXX ●機器(△購入費 ●備品(△支店運営 費)	XXXX ●機器(△購入費 ●備品(△支店運営 費)	XXXX ●機器(△購入費 ●備品(△支店運営 費)	XXXX ●機器(△購入費 ●備品(△支店運営 費)
ランニング	継続的に必要な 日々記載すること	XXXX ●システム費用 ●リバース ●リバース ●運転手代 ●運転手代	XXXX ●システム費用 ●リバース ●リバース ●運転手代 ●運転手代	XXXX ●システム費用 ●リバース ●リバース ●運転手代 ●運転手代	XXXX ●システム費用 ●リバース ●リバース ●運転手代 ●運転手代
計 1,460万円		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
本実施例は、費用を「一時的」ではなく、「継続的に必要なもの」として記載する。 ただし、(1)初期費用(機器等の購入費)と(2)運転手代(運転手の賃金)は「一時的」である。 =個人、25歳未満の未成年者(運転手)は、それに運転手代を記載すること。					
費用に「(1)効率(△効率) (2)運転手代(△運転手代)」と記載する場合は、(1)効率が(2)運転手代よりも高い場合に記載すること。					

VI 実装・横展開の計画

① 実装の計画

c. ソリューション(変更点)

1. ネットワーク・システム構成

② ネットワーク・システム構成

a. ネットワーク・システム構成図

イメージ

説明

- 車両 UE (iPhone×3台) 上向きカメラ GPS 下向きカメラ マイク WiFi接続でファイルをアップロード
- 伊豆高原駅ホーム AP PoE L2SW ラーター ONU
- 伊豆高原駅 通信機械室
- 位置情報・動植物検出アプリ 駅構造検出 リモート監視
- データ連携
- AI-Webアプリ（オープンソース） 静止画加工 動植物データ収集 ワーカー登録 データ解析 AI
- 結果参照 各鉄道事業者 提出

② ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

伊豆高原駅

構築エリア

- 伊豆急行 伊豆急行線の停車駅
- 島式ホーム1面2線と、単式ホーム1面1線の計2面3線を有する地上駅
- 駅周辺には、駅ビル、車両基地（伊豆高原車両区）が併設されている
- 設置ホーム：3番線ホーム（1箇所）
- 通信規格：Wi-Fi 6E VLPモード

至 伊東方面（上り）
至 伊豆急下田方面（下り）

下之郷駅

至 上田方面（上り）
至 別所温泉方面（下り）

- 上田電鉄 別所線の停車駅
- 島式ホーム1面2線を有する地上駅
- 駅周辺には、上田電鉄本社、別所線技術区が併設されている
- 設置ホーム：下之郷駅ホーム上（2ヵ所）
- 通信規格：Wi-Fi 6E VLPモード

12

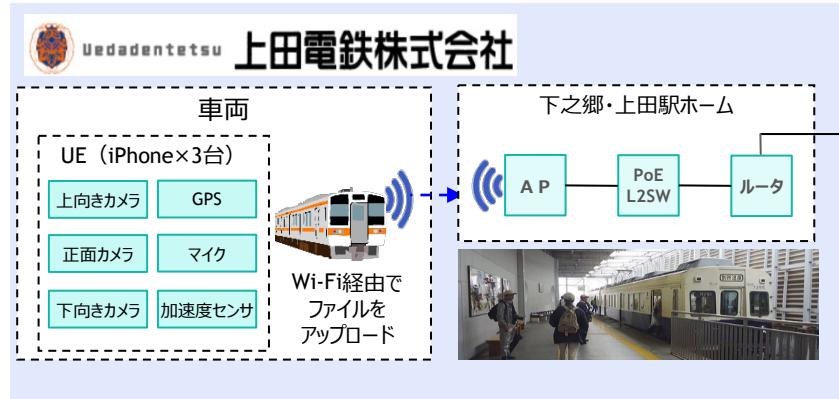
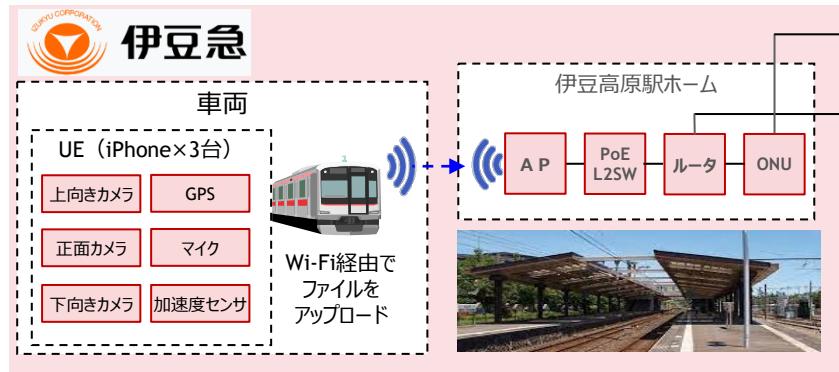
13

VI 実装・横展開の計画

1 実装の計画

c. ソリューション(変更点) -ネットワーク・システム構成

イメージ



説明

- 車両に、3方向（正面、上向、下向）にカメラが向くように3台のiPhoneを搭載。付属のセンサー及びGPSの情報と合わせて走行しながら映像撮影などのデータを収集

- 伊豆急行 伊豆高原駅、上田電鉄 上田駅のホームにWi-Fi 7アクセスポイントを設置

- Wi-Fi 7アクセスポイント設置駅での停車時間内にデータをAIサーバへアップロード

- AIで画像解析や差分検知を行い、分析結果をWebアプリケーションで参照可能

- Wi-Fi 7環境構築した駅でのスループット検証は、伊豆急行、上田電鉄で実施。AI精度向上に不可欠な撮影データを利用した検証は、21鉄道事業者の線路環境にて実施

VI 実装・横展開の計画

1 実装の計画

c. ソリューション(変更点) -ネットワーク・システム構成

イメージ

伊豆高原駅

- ・伊豆急行 伊豆急行線の停車駅
- ・島式ホーム1面2線と、単式ホーム1面1線の計2面3線を有する地上駅
- ・駅周辺には、駅ビル、車両基地（伊豆高原車両区）が併設されている
- ・設置ホーム：3番線ホーム（1箇所）
- ・通信規格：Wi-Fi 7 VLPモード



構築エリア

至 伊東方面（上り）



更新

至 伊豆急行下田方面（下り）

上田駅

- ・上田電鉄 別所線の停車駅
- ・単式ホーム1面1線を有する地上駅
- ・設置ホーム：上田駅ホーム上（1カ所）
- ・通信規格：Wi-Fi 7 VLPモード

至 別所温泉方面（下り）



至 上田方面（上り）

VI 実装・横展開の計画

1 横展開の計画

a. 横展開に向けた具体的計画



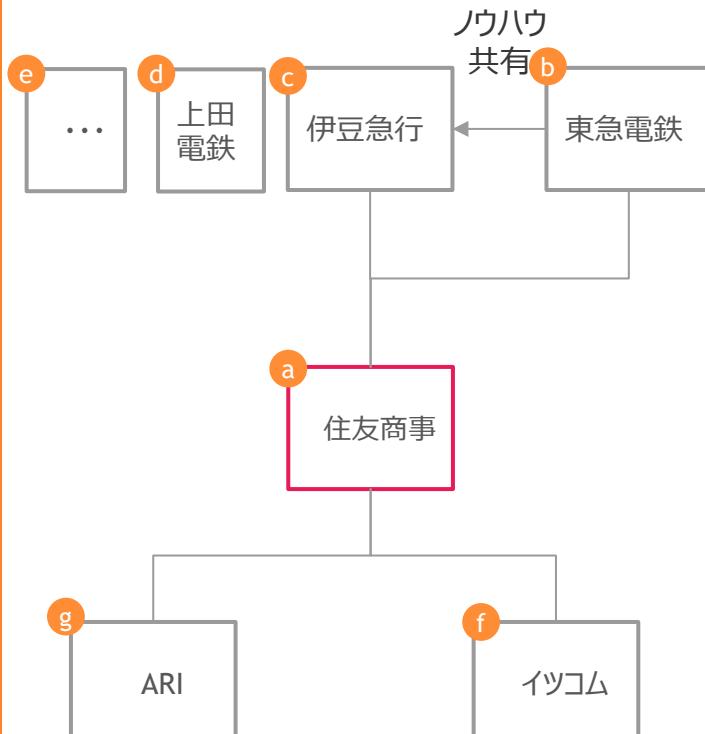
VI 実装・横展開の計画

2 横展開の計画

b. 横展開の体制

□:横展開の取組全体の責任団体

実施体制図



団体名	役割	リソース
a 住友商事	実装展開における全体管理	5名
b 東急電鉄	前方カメラソリューションの実装、実運用および 都市鉄道への啓蒙活動	3名
c 伊豆急行	長期運用によるノウハウの蓄積、地域鉄道への 啓蒙活動	4名
d 上田電鉄	ソリューションの実装	2名
e 地域鉄道事業者A	ソリューションの実装に向けた検討	2名
f イツコム	通信インフラ担当	2名
g ARI	システム開発マネジメント、HW/SW調達、システム開発、保守、運用	10名

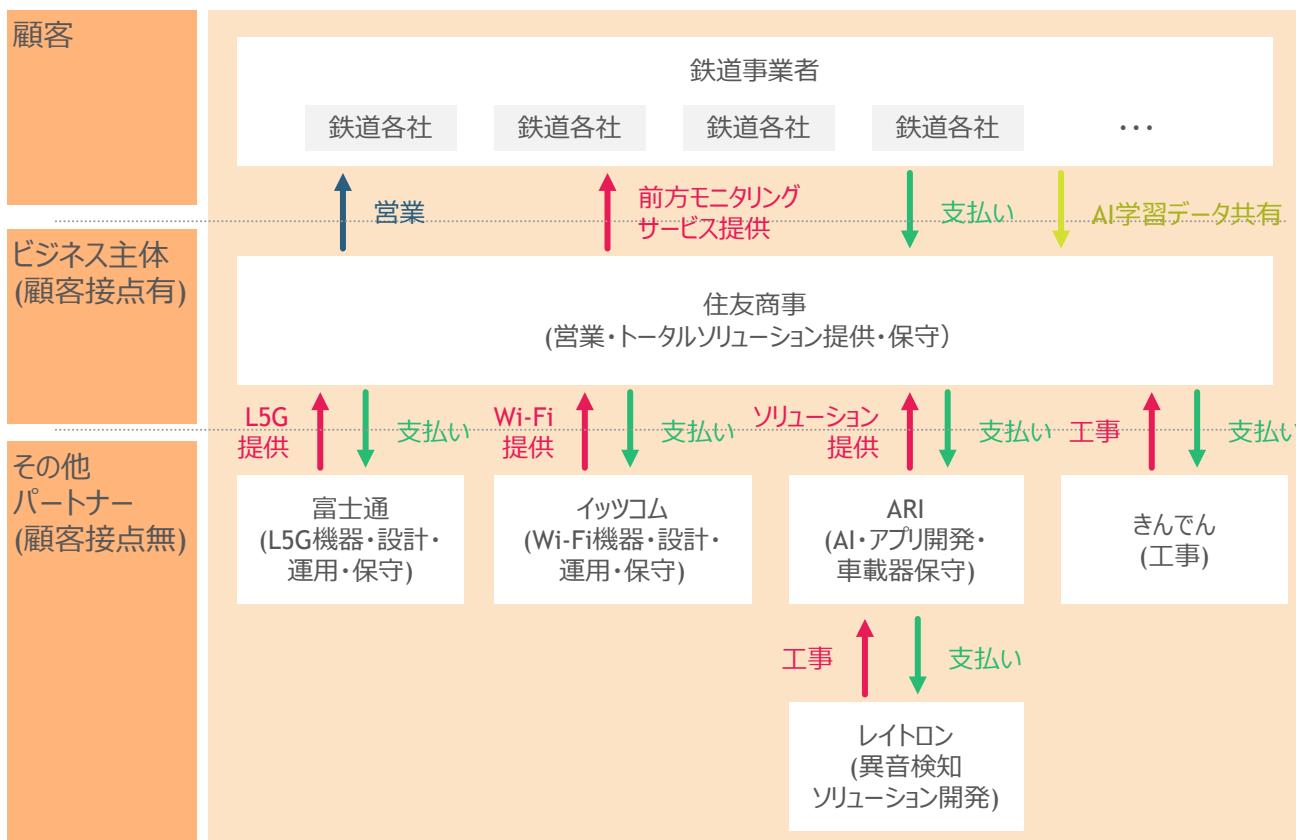
VI 実装・横展開の計画

2 横展開の計画

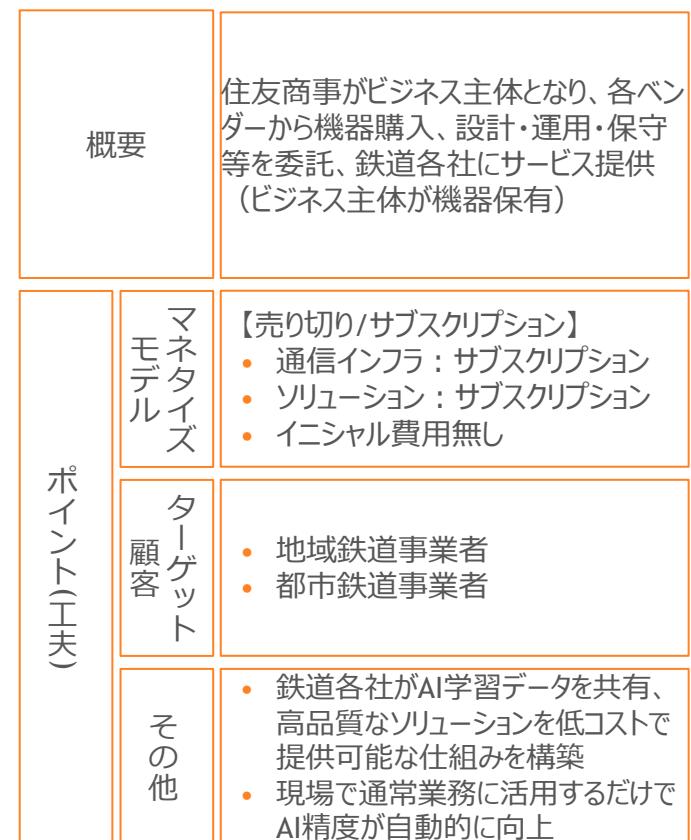
c. ビジネスモデル

← 商品・サービス
 ← 営業(顧客向け)
 ← お金
 ← その他(適宜記載)

ビジネスモデル図



ビジネスモデル図



VI 実装・横展開の計画

2 横展開の計画

d. 投資の妥当性(顧客視点)

顧客 鉄道事業者

	項目	金額	数量	計(金額)	投資の妥当性 (現時点見立て)	導入先 (支払元)
効果	定量	人件費の削減 (参考: 都市鉄道の場合) 20,000円/日 (35,000円/日)	300人日 (4,300人日)	6百万円 (150百万円)	既存インフラを活用し他のDX施策と連携可能なソリューション導入を検討。設備点検や車両管理など範囲を広げることで導入価値を向上	削減可能な巡回業務量とソリューション導入コストを比較すると投資の妥当性は十分にある。ただし費用削減効果を最大化するためには導入システムの活用範囲を広げる必要がある
	定性	巡回、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献				
費用	イニシャル	— (イニシャル費用無し)	—	—	目標	既存インフラを活用し他のDX施策と連携可能なソリューション導入を検討。設備点検や車両管理など範囲を広げることで導入価値を向上
	ランニング	ソリューション利用料 (参考: 都市鉄道の場合) 5百万円/年 (10百万円/年)	1駅 (14駅)	5百万円/年 (140百万円/年)	アクション	保線巡回に限らず既存業務の課題を整理し適用可能性を深掘りする。ローカル5Gを活用したDXソリューションの検討を進める
	実装経費 計			5百万円		

VI 実装・横展開の計画

2 横展開の計画

d. 投資の妥当性(ビジネス主体視点)

ビジネス主体 住友商事

	項目	金額	数量	計(金額)	
効果	定量	利用料 (地域) 利用料 (都市)	5百万円/年 10百万円/年	1駅 14駅	5百万円/年 140百万円/年
	定性	巡視、検査業務の高度化による削減効果 保守員の負担軽減 列車の安定運行 業界内のローカル5G、Wi-Fi・ソリューション普及貢献			



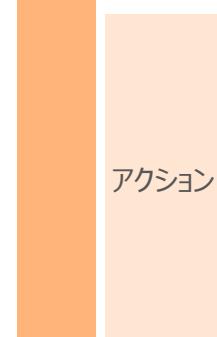
費用総額の中で無線関連通信費と無線環境構築費が大部分を占める。無線環境構築費は単年費用のため一度鉄道事業者に導入されればその後の利益率は向上。SaaS利用料による継続収益モデルのため導入数の拡大が収益性向上の鍵となる

費用	イニシャル	無線関連機器費	1.5百万円/駅 (累計)	15駅 (累計)	21百万円
		無線環境構築費	5百万円/駅 (単年)	9駅 (単年)	45百万円
		筐体機器費	1百万円/路線	4路線	4百万円
		アプリケーション開発費	1.3百万円/人月	7.5人月	10百万円
		AIモデル開発費	1.5百万円/人月	13人月	20百万円



10社導入を実現し収益基盤を確立。1社あたりの導入路線・駅の拡大も視野に入れ単価向上を図る

ランニング	通信関連運用保守費	機器120百万円	約7%	8百万円
	ソリューション運用保守費	3.6百万円/路線/年	4路線	14百万円
	AIモデル運用保守費	3百万円/社	3社	9百万円



コンソーシアム参画の31社に対するニーズヒアリングを継続し導入意向の高い事業者を特定。初期導入のハードルを下げる施策（段階的な導入プラン等）を検討

実装経費 計

131百万円

③ 資金計画

	2025年度	2026年度
費用	イニシャル 100百万円	284百万円
資金調達方法	住友商事、 ARI 100百万円	406百万円
東急電鉄、 伊豆急行、 他鉄道事業者	31百万円	
本実証事業	0百万円	0百万円

VII 指摘事項に対する反映状況

① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

指摘事項

反映状況

反映 ページ

実装に繋げる上で、確実にクリアすべき課題の抽出と潰し込み

内容

P42-P48

実証でクリア済みの課題：アップリンクスループットの安定的な確保（236Mbps以上）、業務へ適用可能性のあるアプリケーションの実現、様々な設置スペースに対応可能なiPhone版車載器筐体設計、カメラの明暗調整、駅停車時間10分でアップロード

実証でクリア予定の課題：AI検知精度・汎用化率向上（F値：90%以上、180分以内での解析）、現場係員による良好な使用感（Webアプリケーション）

、保守業務周期適正化（目標値参考）、自己位置推定（平均絶対値誤差約100m）、地域鉄道向け汎用性検知項目の開発（レール傷、トンネル漏水滴下等）、通信インフラ環境（Wi-Fi 6E、オンプレミスサーバー構築）、

運用でクリアしていく課題：実施計画書に記載した「現場労働負荷の低減と安全性の担保」の実現に向け、（鉄道事業者の工務部や運輸部（運転手含む）職員も巻き込みながら取り組み）中。また、地域鉄道事業者が導入可能な利用料を実現するため、AI開発などのベンダーらと連携し、効率化や機能の絞り込みを進めつつ、地域鉄道事業者らと年間利用金額を模索していく（代表機関の見立ては年間500万円がボーダー。）

VII 指摘事項に対する反映状況

② 書面審査での指摘事項に対する反映状況

指摘事項

反映状況

反映 ページ

実装に向けて個社対応の必要性は同意だが、国際展開を考えるとプラットフォーム型ビジネスで日本が負けた理由は個社対応をしすぎてコストが上がったことが原因。コスト競争力を高めるために顧客に対応いただく必要。

事業者ごとの仕様には合わせられない。国土交通省に取り組みを持って行くことも検討が必要。

ローカル5GをWiFiに置き換えることによって達成できしたこと、できなかったことを明確化し、横展開の方針を示してほしい。

割り勘効果を出すためには、事業者ごとの仕様要求へ極力対応せずに、事業者側に標準仕様に合わせた業務プロセスへ変更していただけるかどうかがポイントとなる。長期的には、事業者側の業務プロセスのBPRコンサルティングを併せて提供するなどして、できる限りカスタマイズ対応はしないことによるソリューションの国際競争力確保も視野に入れていただきたい。

内容

個別最適を考えた顧客ごとのカスタマイズと、全体最適を前提としたコスト競争力維持に関して、バランスを取りながら検討していく

上記を実践していくとともに、実装過程において、国土交通省への提案についても検討する

Wi-Fiへの置き換えにより、地域鉄道で必要とされるアップロード速度を実現し、安定性にも問題は見られなかった。

本検証ではWi-Fi 7の6GHz帯を使用しており、周囲で同帯域の利用がなかったため、帯域干渉の影響を受けない環境下での結果であるため、今後、同帯域の利用拡大が見込まれることから、帯域状況の継続的な監視が必要である。あわせて、地域鉄道事業者の実運用に支障が生じないよう、セキュリティ面についても引き続き注視していく必要がある。

横展開については、地域鉄道事業者における運用において速度・安定性ともに十分な性能が確認されたことから、当面はWi-Fi 7を活用した展開を進める方針である。なお、現時点ではWi-Fi 7の6GHz帯の普及が限定的であることを踏まえ、将来的に後継規格が普及した場合には、性能とコストのバランスを考慮し、導入の是非を検討する

本ソリューションは、開発初期段階で全国の鉄道事業者からニーズを収集し、それに基づいて汎用性の高いAI検知メニューをラインナップする設計とした。これにより、事業者ごとの個別仕様にも幅広く対応可能な仕組みとなっており、加えて複数事業者による共同利用を前提としていることで、費用の按分効果（いわゆる“割り勘効果”）を最大化できる構造としている。

事業者は、AI検知メニューの中から必要な検知項目のみを選択して使用できる構成となっており、ダッシュボードの表示部分やレポート作成機能などは共通化することで、各事業者の運用方針や予算に応じた柔軟な対応を可能とする仕組みを構築している。

また、事業者ごとに要件が異なるという従来の課題については、これまで個別にAIベンダーへ開発を依頼し、都度アップデートにコストが発生する対応が必要であった。これに対し、本ソリューションでは、事業者が日々の業務で継続的に使用することにより、AIが各事業者の要件に適応・成長していく仕組みとなっており、将来的なコスト削減と運用最適化が期待される。

さらに、住友商事株式会社では、東南アジア・マニアにおいて鉄道関連のO&M（Operation and Maintenance）事業会社を展開しており、本拠点を足がかりとした国際展開も視野に入れている