

ローカル5G等の新しい通信技術 を活用した地域課題解決モデル の創出に向けた社会実証に 関する報告書

令和5年度 地域デジタル基盤活用推進事業



目次



実証事業の概要

2



各実証事業の成果

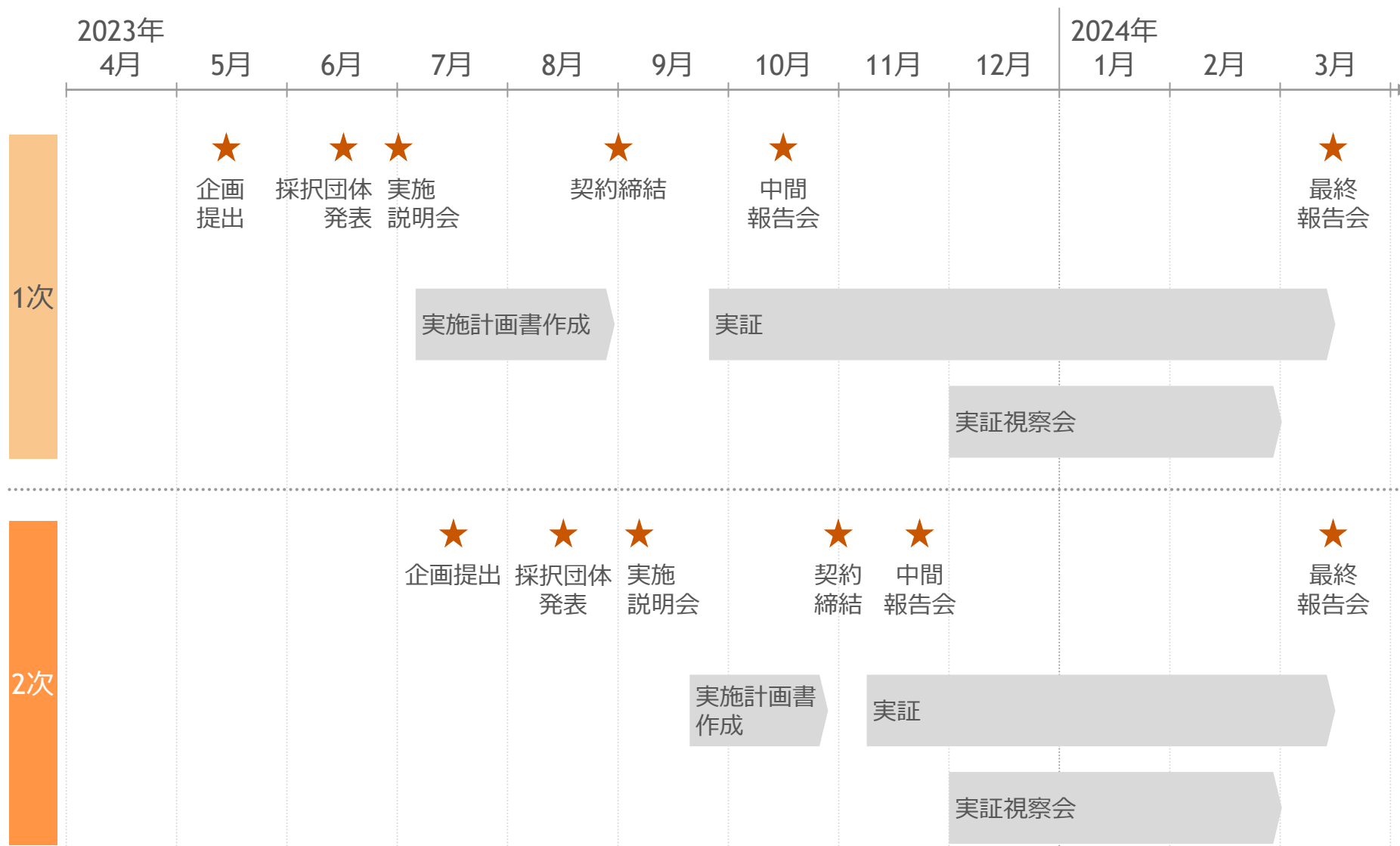
12



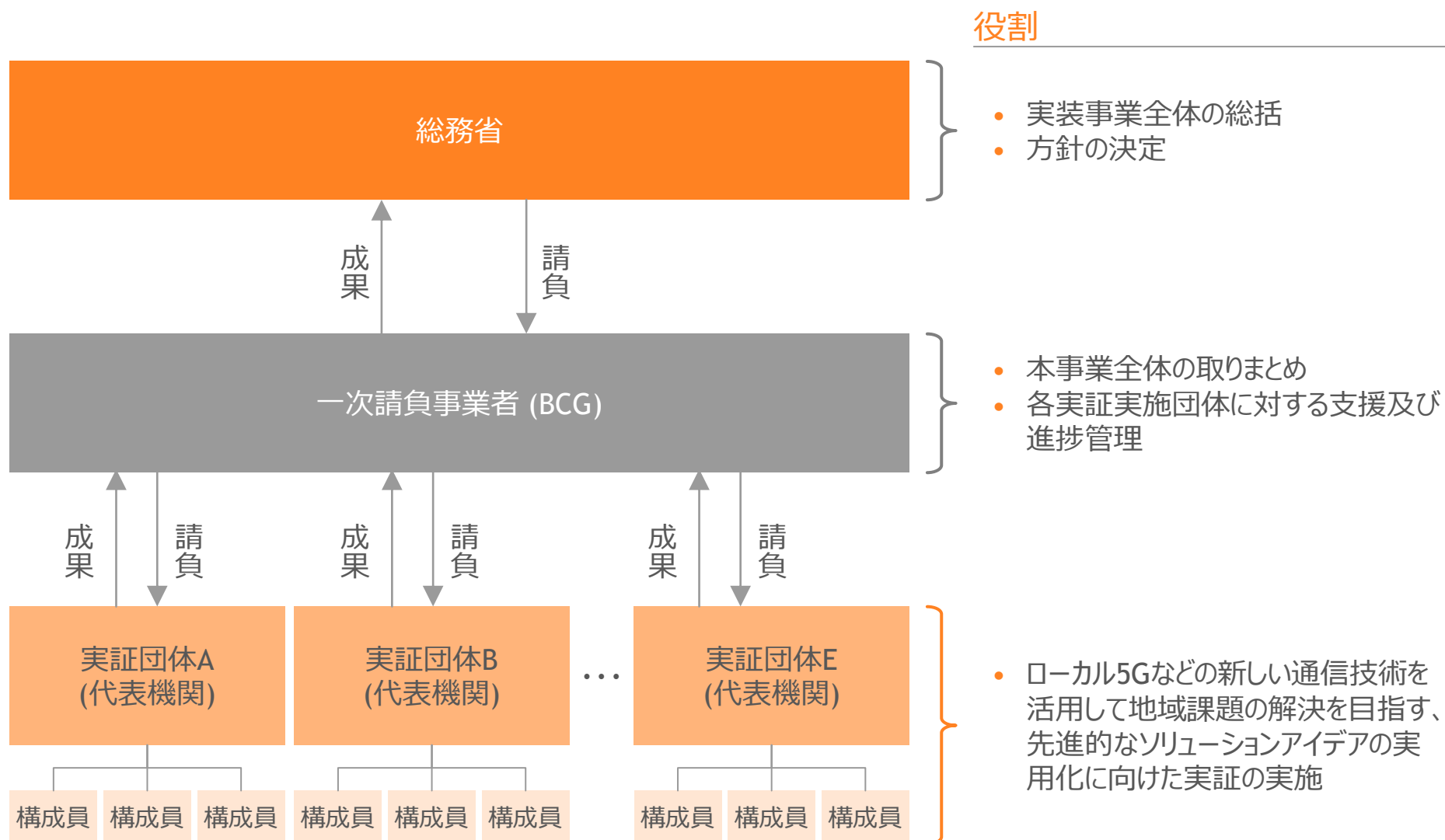
実証事業の総括

153

実証事業全体のスケジュール



推進体制



採択候補先案件の評価の観点 (1/3)

評価の観点

詳細

① 地域課題の解決

- 十分に地域課題の把握・分析がなされているか
- 一般的な課題にとどまらず、利用者や地域のステークホルダーの目線で、実証を実施する又は導入を予定する地域が実際に抱えている課題や期待される導入効果が明確化されているか。ソリューションありき又は単なる技術検証のための課題設定となっていないか
- 地域課題の効果的な解決やWell-Being指標の向上に資する取組であるか
- 目指すべき姿やその実現に向けた本事業の位置づけが明確になっているか (「あるべき地域像」について「現在」と「目指すべき姿」の対比で分かり易く示されているかなど)
- 期待される効果や定量的な成果 (アウトカム) 目標について、「受益者」にどのような利益をもたらすかを明確化しつつ、ロジックモデルなどを活用して、具体的かつ論理的に示されているか

② 通信技術の特長を活かすソリューション

- ローカル5G、Wi-Fi HaLow、Wi-Fi6Eなどの無線通信技術の特長がどのように活かされるソリューションであるのか、他の無線通信技術を活用する場合と比べてどのような優位性があるのかについて、他の通信技術との比較を行った上で具体的かつ論理的に示されているか

③ ソリューションの先進性・新規性

- 同様の分野におけるこれまでの実証 (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」を含む) 及び類似のソリューションなどと比較して先進性・新規性が認められるか。また、過去の実証や商用化されたソリューションの分析を踏まえて、新たに検証すべき課題などが具体的かつ論理的に示されているか
- 実施団体がこれまでも実証 (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」など) を行っている場合、過去の実証の成果は十分であると認められるか。また、当該成果を踏まえて、新たに検証すべき課題などが具体的かつ論理的に示されているか

採択候補先案件の評価の観点 (2/3)

評価の観点

詳細

4 費用対効果

- 実装・横展開も見据えて、運用費用も含めたコストの試算を適切に行った上で、十分な費用対効果の検討がなされているか。実装主体が負担し得る水準のコストで実装・運用が可能となる見通しが示されているか
- 費用対効果の観点から、地域課題の解決手段として妥当と考えられる無線通信技術やソリューションを活用するものであることについて、具体的かつ論理的に示されているか。過度な通信性能などを求めているか
- 実証経費について、一般的に合理的と認められる範囲を超える過大な経費が計上されていないなど、十分に精査された内容が示されているか
- 近年、総務省において調査研究を実施したローカル5Gに関する異なるベンダの設備間の相互接続や複数拠点におけるコア設備の共用などを含め、導入・運用コストを低減させるための工夫がなされているか

5 実装に向けた計画

- 実証以降の実装に向けたシナリオ及びスケジュールを含む具体的かつ合理的な計画が示されており、事業の継続が見込まれる内容となっているか。また、当該計画等における実証の位置づけが明確であるか (実装に向けて検証すべき要素や目標が明確であるか)
- 実証の段階から、実装主体として想定されるステークホルダー (市町村長、地方公共団体など) による実装まで見据えたコミットメントが示されているか
- 事業の成果 (アウトカム) 目標の達成状況を測定・検証し、事業運営の改善に活かすなど、実装に向けて適切なPDCAが計画されているか
- 必要に応じて周辺地域と広域で共同利用するなど、持続可能性を高めるための工夫が検討されているか

採択候補先案件の評価の観点 (3/3)

評価の観点

詳細

- | | |
|----------------------------|---|
| 6 他地域への横展開 | <ul style="list-style-type: none">• 実証地域のために過度にカスタマイズされておらず、他地域への横展開が可能なソリューションであるか。横展開を容易にするための工夫がなされているか• 他地域への横展開に向けたシナリオやスケジュールを含む具体的かつ合理的な計画が示されているか。また、当該計画において、実装主体として想定される者との連携が十分に図られているか• 対象分野において、関係省庁や業界団体などの主要なステークホルダーの協力を得られる見込みがあるか• 横展開を見据えて、他地域のニーズの把握や具体的な連携が図られているか• グローバルなニーズが期待されるソリューションである場合、将来的な国際展開を見据えた検討がなされているか• その他ソリューションの普及に向けた具体的な活動が検討されているか |
| 7 実施体制 | <ul style="list-style-type: none">• 関係者間の役割分担を含め、事業遂行に必要な体制が確保されていることについて、具体的かつ論理的に示されているか• 実証以降の実装・横展開に向けて、必要な体制が確保されていることについて示されているか• 地域のステークホルダー (産官学金) や地方公共団体内の関係部局との間において、地域課題やデジタル技術の活用効果・目標などについて共通の理解があり、緊密な連携が図られているか |
| 8 サイバーセキュリティ対策 | <ul style="list-style-type: none">• サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策を講ずることが示されているか |
| 9 スタートアップの参画 (加点項目) | <ul style="list-style-type: none">• スタートアップ (創業から15年以内かつ未上場) が参画し、当該企業の先進的な技術を活用するものであるか |

採択団体一覧

	No.	分野	代表機関	実施地域	事業名
1次	1	農業	東日本電信電話(株)	北海道岩見沢市、沼田町	土地利用型農業におけるローカル5G等無線技術を用いた自動走行トラクター実装モデルの高度化
	2	鉄道	住友商事(株)	東京都渋谷区、神奈川県横浜市、愛知県名古屋市、静岡県伊東市、賀茂郡東伊豆町、福岡県福岡市、福津市、柳川市、大牟田市	複数鉄道駅におけるローカル5Gを活用した鉄道事業者共有型ソリューションの実現
	3	空港	東日本電信電話(株)	千葉県成田市	空港制限区域内における遠隔型自動運転バス (レベル4相当) の実装に向けた実証
	4	物流ほか	信州大学	長野県塩尻市、松本市、安曇野市他	次世代長距離通信技術を使った山岳・中山間エリアにおける課題解決サービス創出
	5	防災・減災	高岡ケーブルネットワーク(株)	富山県高岡市	Wi-Fi HaLowでアンダーパス遠隔監視の実証
	6	交通	NTTコミュニケーションズ(株)	静岡県裾野市	スマート道路灯を活用した交通安全課題に対する効果検証
	7	農業	アイテック阪急阪神(株)	島根県雲南市	Wi-Fi HaLowとカメラ画像を活用した獣害被害削減の実現
	8	水産業	(株)ビットコミュニケーションズ	香川県直島町、高松市、東かがわ市	IoT・AIを用いた貧酸素水塊検出・赤潮予測による養殖業の生産性向上及び高収益魚種シフトによる安定収益化の実現
	9	医療・ヘルスケア	(株)NTTデータ経営研究所	徳島県徳島市、阿南市、鳴門市、小松島市、海部郡	ローカル5G等を活用した複数の地域かつ複数の救急病院間を跨ぐ救急医療の地域医療連携モデルの実現に関する実証
2次	10	建設	(株)長大	埼玉県ふじみ野市	可搬型ローカル5Gを活用したNEXT i-Construction導入促進に向けたサービス検証
	11	防災・減災	西日本電信電話(株)	石川県加賀市	デジタルツイン活用を見据えた雪害対策等の実用化に向けた社会実証
	12	工場	PwCコンサルティング	静岡県沼津市・御前崎市	Wi-Fi HaLowを活用した中・小企業の脱炭素化経営支援に係る実証事業
	13	水産業	(株)ZTV	三重県尾鷲市	ローカル5Gを活用した湾内におけるブリ養殖給餌業務完全無人化に向けた自動操船について
	14	防災・減災	シャープ(株)	奈良県天川村・天理市	遭難者捜索における捜索隊の効率的かつ安全な捜索活動支援
	15	防災・減災	(株)サーベイ	徳島県徳島市	徳島市における南海トラフ地震の影響を受けにくい映像情報伝送システムの実証

全国各地で地域課題解決のための実証を展開

X 1次採択団体

X 2次採択団体

- 1 北海道岩見沢市 (NTT東日本)
・ 農機の自動走行・遠隔監視



- 2 東京都渋谷区 等 (住友商事)
・ 線路のAI解析による異常検知



- 3 千葉県成田市 (NTT東日本)
・ 成田空港内シャトルバスの自動運転化



- 4 長野県塩尻市 等 (信州大学)
・ 山岳地域の物流DX



- 5 富山県高岡市 (高岡ケーブルNW)
・ 遠隔監視で河川の安全管理



- 6 静岡県裾野市 (NTTCom)
・ スマート道路灯で交通安全強化



- 7 島根県雲南市 (アイテック阪急阪神)
・ 農地の獣害対策のための遠隔監視



- 8 香川県香川郡直島町 (ビットコムにケーションズ)
・ 生け簀管理等のAI解析・高度化



- 9 徳島県徳島市 (NTTデータ経営研究所)
・ リアルタイム情報連携で救急搬送最適化



- 10 埼玉県ふじみ野市 (長大)
・ 可搬型L5Gによる建設現場DX



- 11 石川県加賀市 (NTT西日本)
・ AI分析等による雪害対策支援



- 12 静岡県沼津市 等 (PwC)
・ 中小企業のCO2排出量可視化



- 13 三重県尾鷲市 (ZTV)
・ 養殖業の自動操船・自動給餌



- 14 奈良県天川村 (シャープ)
・ 遭難者捜索・救助のデジタル化



- 15 徳島県徳島市 (サーベイ)
・ ドローンによる災害救助高度化



目次



実証事業の概要

2



各実証事業の成果

12



実証事業の総括

153

No.1 NTT東日本

ローカル5G等を活用した土地利用型農業の自動走行トラクターシステムの高度化の実証

自動走行トラクターの社会実装・ビジネスモデル化加速による農業生産基盤の整備・担い手不足解消

地域課題	- 農業経営の安定と生産体制づくり (農業経営者) - 農業生産基盤の整備 (農業経営者、自治体) - 担い手の育成・確保 (農業経営者)	目指す姿	- 遠隔監視システムの高度化による自動走行監視ソリューションのサービス普及による労働力不足の解消 - 自営等BWA活用による高精度位置情報利用環境整備コスト・導入障壁の低減および普及促進
実施体制 (下線:代表機関)	東日本電信電話(株)、岩見沢市、沼田町、国立大学法人北海道大学、(株)クボタ、パナソニックコネクト(株)、シスコシステムズ合同会社、ハイテクインター(株)、(株)スマートリンク北海道、(株)はまなすインフォメーション、日本電信電話(株)	実施地域	北海道岩見沢市 北海道沼田町

実証の概要

遠隔自動走行実装へ向けた遠隔監視システムの高度化(モデル化に向けた取組)

①ローコストネットワークによるエリア展開(LTE不感地域対策等)



自動走行トラクター等の遠隔監視制御を社会実装する上で課題となる「ローコストネットワークによるエリア展開(LTE不感地域対策等)」、「遠隔監視手法の多様化」、「搭載機器の簡素化・安定性向上」の実証を行い、遠隔監視サービスの事業化・横展開を進めることで、農業の担い手不足解消を図る。

実装に向けて達成すべき項目

- 【1】ローカル5G、自営等BWA等の通信技術を活用した自動走行トラクターの監視制御の遠隔対応
(無人走行率95%以上、農作業+遠隔監視の総時間75%削減)
- 【2】農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上
(運用時間・費用50%削減、不具合対応時間50%削減)
- 【3】自営等BWA等の活用による高精度位置情報提供地域の拡大
(高精度位置情報の安定通信、上り下り速度2Mbps以上)

実証成果・実装移行の課題

実証成果

- 【1】無人走行率94.5%、農作業+遠隔監視の総時間83.6%削減
遠隔監視での無人農作業の実現性は高いことが確認できた
- 【2】運用時間55.8%削減、機器費用66%削減、不具合発生なし
簡素化された農機搭載システムによる、既存農機の遠隔監視対応化等を容易に実施可能であることが確認できた
- 【3】高精度位置情報安定通信を確認、上り17.1Mbps、下り31.1Mbps、可搬型自営等BWAを使用した高精度位置情報提供の柔軟な提供が可能であることが確認できた

実装移行への課題

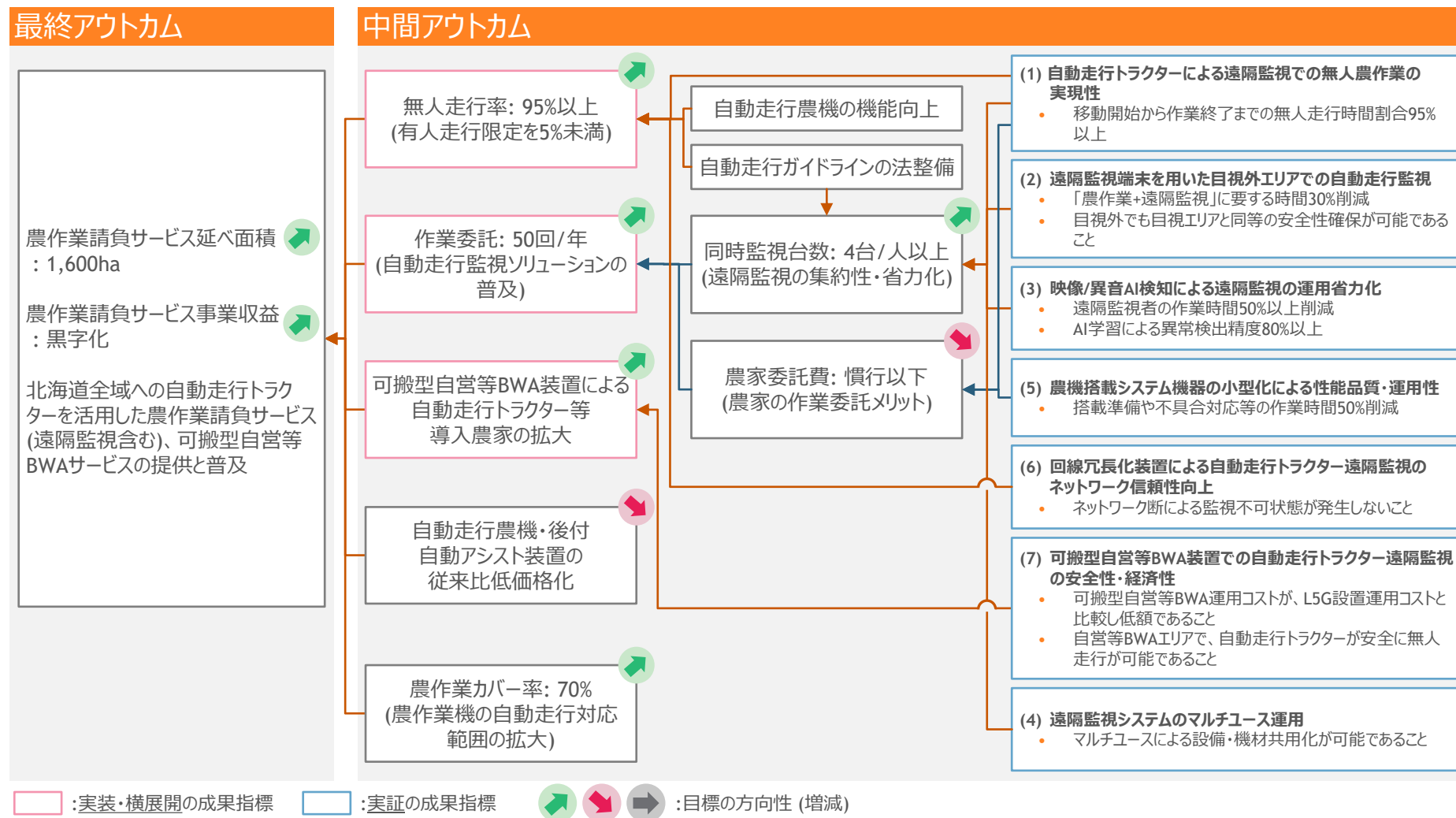
- 通信基盤、自動走行トラクターの監視制御、通信機器の機能・安定性については進捗したが、実装を見据えたビジネスモデルの実現には、多目的活用を含めた継続した需要増の確保の検討、法整備が必要

実装・展開のスケジュール

実証 (2023年)	実装 (2024-2025年)	展開 (2026年以降)
遠隔監視システムの高度化による無人作業範囲、安全性の検証 - 自動走行トラクターによる遠隔監視のみでの無人農作業の実現性、目視外での映像/音声AI検知による遠隔監視の安全性と運用省力化検証 - 可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔制御の安全性・経済性の検証 - 地域農家等研究会との意見交換による顕在ニーズの確認	遠隔監視を活用した農作業請負サービスの開始 - 農作業請負サービスメニューの提供開始 - 岩見沢市において多様なネットワーク基盤での自動走行トラクター活用 自営等BWAを活用した環境提供 - 環境構築サービス開始	遠隔監視サービス提供対象の拡大 - 安全ガイドラインに準じた自動走行範囲の拡大 - 利用地域の拡大(空知地域、北海道等) - 自動走行に対応する農作業機の拡大・多様化 - MaaS自動走行の遠隔サポート、除雪状況の共有・遠隔サポート等の高ニーズサービスの提供

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



実証計画

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

目的

(1)自動走行トラクターによる遠隔監視での無人農作業の実現性

作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、車庫前～ほ場間移動～ほ場内周/外周～車庫前に戻る、までをリアルタイム遠隔監視で実現(市販自動走行トラクターでは、マップ作成、ほ場間移動、外周作業は有人運転が必要)

- 実装に向けて、農作業毎に慣行比工数の削減割合を検証
- 技術的に、トラクター側のセンサー等通知機能、リアルタイム映像・音声通知で、遠隔監視の品質が確保できるかを検証
- 実装後において、遠隔監視だけでの運用対応がどの程度可能か、実作業でエラー通知の頻度・内容を検証

アウトカム

農作業における無人走行時間の割合=95%以上

- トラクター作業種別毎にトラブル発生頻度・有人作業割合を算出・評価
- 遠隔監視での安全確認・再開指示等のトラブル運用対応の実現性評価
- 日中帯/夜間作業による運用性を比較



検証の概要

効果検証

無人走行時間の割合=95%以上

- 車庫前～ほ場(内周/外周)～車庫戻りまでのトラクター作業の有人/無人作業のうち、有人作業の割合が5%未満になることを検証
- 慣行作業は、ほ場間移動・マップ作成・外周作業は有人作業が必要。また、トラクター本体のエラー等のトラブル発生時に現地確認等の有人作業が発生
- 本実証では、トラブル対応以外は無人遠隔作業の前提

技術検証

①経路マップ作成の無人化

- 事前作成の経路マップを自動走行トラクターにインポートし安全に走行

②ほ場間移動の無人化

- 車庫～ほ場までの移動をマップ登録し遠隔監視のみの自動走行で移動
- 障害物検出時はトラクターのセンサー等の安全機構により自動停止・エラー通知

③外周作業の無人化

- 外周作業をマップ自動走行または遠隔操縦により無人作業を実施

運用検証

①現地農家と遠隔監視者の連携検証

- 現地では農家が別の農作業を実施
- 自動走行トラクターの安全機能で運用
- エラー発生時は遠隔拠点で状況把握と再開対応を実施、有人手配が必要な時は現地の農家へ連絡し対応

②作業種別・昼夜の運用性を比較評価

- トラクター作業種別毎にトラブル発生頻度・有人作業割合を算出・評価
- 日中帯/夜間作業による運用性を比較

実証計画

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

目的	(2)遠隔監視端末を用いた目視外エリアでの自動走行監視 慣行では、目視エリアで自動走行トラクター監視作業のみを実施、本実証では目視外エリアで別作業をしながら、遠隔監視拠点の支援を受けた状況で同等の安全監視を実現。目視エリアの監視で有人介入し緊急停止するような状況が発生するか、緊急対応に必要な対応遅延の許容時間や必要な視認エリア・解像度等の品質を評価 - 自動走行トラクターは、安全確保のためのセンサー機能等により障害物接近等の“警報”を監視者に通知する機能を持つ前提 「遠隔監視用端末」の表示内容は、ほ場目視外/遠隔監視拠点共通「トラクター状況画面、周辺カメラ、車内カメラ(警報)」の前提
アウトカム	「農作業 + 遠隔監視」の総時間: 75%削減 (農作業者は別作業可能かつ遠隔監視はAI活用により1/4以上の時間削減可能と想定) - 自動走行中トラクターの非常時検知は、慣行=近傍での有人目視監視・確認の作業、実証=監視拠点での映像/異音AI検知の警報受信・確認の作業として総時間を比較 - 非常時のシーンとして「人物の接近」「クラクション警報」を想定し、非常を認識するまでの時間が慣行/実証で差異が無いことを比較検証しするとともに、非常時検知した内容を把握するまで運用時間計測 (非常時の状況により自動走行トラクターは緊急停止する場合あり)
検証の概要	効果検証 「農作業+遠隔監視」の総時間75%削減 - 慣行は、自動走行トラクターの目視監視に集中する前提 - 実証は、遠隔監視拠点の支援を受けて、農作業者は別作業実施可能な前提 - 監視時間削減と遠隔監視支援に要する総コストを比較し実装性を評価 - 遠隔監視サービス事業を提供した場合のサービス利用料を試算
	技術検証 目視外でも目視エリアと同等の安全性確保が可能であることを評価 (映像/異音AI検知) - 目視エリアで有人確認ができること/できないことを実測 - 映像AI検知: 人物の接近 - 異音AI検知: クラクション警報 - 映像伝送遅延: 400ms以内
	運用検証 ①目視外の運用対応 - 自動走行トラクター本体は、緊急停止状態になると自動停止することを確認 - ほ場での農作業実証において、緊急停止状態を含む非常時の運用性検証 (エラー確認/原因把握までの時間、周辺安全確認/再開制御に要する時間を計測) ②遠隔監視の支援による省力化 - 非常時の運用対応状況・時間等を、遠隔監視支援の有無で、作業集約・省力化メリットがあるかを評価

実証計画

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

目的

(3)映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化

自動走行トラクターに搭載したカメラ/マイクの配信データをAIで検知し、自動走行中の非常時を検出し運用省力化

- ・ 遠隔監視者は、常に映像/音声監視するのではなく、トラクターのトラブル通知時に運用対応を実施する前提で検証
- ・ 目視エリアでの目視監視と同等の監視安全性が確保できるかを検証 ((2)項目と連携)
- ・ 自動走行トラクターは、緊急を要する非常時には、安全確保のためのセンサー機能等により緊急停止する機能を有する前提

アウトカム

常時映像監視と比較し、遠隔監視者の負担軽減=50%以上削減

AI学習による検出精度=80%以上

- ・ トラクター作業種別毎の異常検知の発生率・検出精度を比較評価(警報発生頻度は慣行の10%未満になる前提)
- ・ 昼夜/天候等の環境要因による検出精度を比較評価



検証の概要

効果検証

遠隔監視者の監視時間=50%以上削減

- ・ 非常時には、遠隔監視者は警報受信、自動走行トラクターの状態確認、警報内容確認、トラブル対処(遠隔制御、有人手配等)、周辺の安全確認と再開の運用対応を実施
- ・ 慣行は、ほ場近傍で目視で常時監視。実証は、AI検知、警報通知、監視者の運用対応を想定し、監視や運用対応の総時間を比較

技術検証

AI検出精度=80%以上

- ・ 非常時の学習データをAI学習
- ・ AI学習後の異常検出精度を計測(人間・車等の接近、走行経路上の物体検出)(車のクラクション、大声による警告、その他実証時の異常検出内容)

運用検証

AI学習作業(準備)に要する工数検証

- ・ 実証を通じて、複数の作業種別でのホワイトリスト/ブラックリスト登録に要した工数を算出
 - ・ AI検知システムの初期費+運用費が慣行遠隔監視と比較して経済性があることを評価
- 複数作業種別/環境下でも、AI学習データが共通化できること
- ・ 実証で作成したAI学習結果を用いて、複数作業で省力化が実現できることを確認

実証計画

① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化

目的

- (4) 遠隔監視システムのマルチユース運用
「遠隔監視システム」のマルチユースとして、MaaS監視を実施
- 岩見沢市内を自動走行するMaaSの遠隔監視を検証
 - MaaS車内には搭乗者が同乗し、トラブル対応時は遠隔監視と連携し対応

アウトカム

- マルチユースによる遠隔監視システム年間運用費10%有効利用
- 遠隔監視システム設備のMaaS遠隔監視利用を検証
 - マルチユースにより設備費共用化の可能性を検証



検証の概要

効果検証

- マルチユースによる年間運用費10%有効利用
- 自動走行トラクター/MaaSの遠隔監視における設備共用可能性の検証

技術検証

- 遠隔監視システムのMaaS遠隔監視でのマルチユース利用を検証
- MaaS走行映像監視の品質検証
 - LiDAR走行マップ等の走行状況データのリアルタイム把握
 - MaaS車内の搭乗者との連携

運用検証

- 遠隔監視システムの準備
- 遠隔監視装置の搭載準備・通信試験
- 搭乗者・遠隔監視者の連携
- MaaS車内の搭乗者との連携
 - 遠隔監視者の役割・作業量・必要なスキル等の評価検証

実証計画

② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

目的

(5)農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性

自動走行トラクターへの搭載するエンコーダー体型ルータ端末の性能品質・運用性について、慣行装置「エンコーダ+ルータ+UE」と比較検証

- 自動走行トラクターへの搭載性・省スペース性・配線等の運用性・省電力
- 映像品質や映像伝送遅延の検証
- 回線切替りの検証(ACT/SBY、切替時間:60秒程度)
- 長時間利用時の動作安定性の検証 (実証運用中の熱暴走等による品質劣化・動作停止数の計測)

アウトカム

トラクター搭載準備や不具合対応等の運用総時間50%削減

- 映像品質・遅延が、慣行装置と同等以上であることを確認
- トラクターへの搭載性等の準備作業の運用性向上を確認
- 長時間利用時の動作安定性向上を確認



検証の概要

効果検証

自動走行トラクター搭載装置の安定性向上

- 動作不安定発生頻度の減少

自動走行トラクター搭載装置の費用削減

- 初期費の削減
- 関連運用労務費の削減

技術検証

①映像品質

- FHD*4映像伝送品質について、遠隔監視に適用可能な品質確保(慣行比)
- CBR/VBR等の設定による品質比較

②映像伝送遅延(エンコード/デコード)

- LAN直結の環境で、エンコード+デコードの処理遅延を計測し、400ms以下であることを確認

③ネットワーク切替り(60秒以内)

④長時間利用時の動作安定性

- 4時間以上使用時に不安定にならない(映像品質劣化、通信断、起動不可)

運用検証

トラクター搭載準備作業の運用性向上

- 機器設置・動作試験などの準備/片付け作業に要する時間削減:50%削減
- 搭載スペースの省スペース化:50%削減
- 省電力化:50%削減

装置不具合対応によるの運用性向上

- 装置不具合対応に関する運用作業に要する時間削減

実証計画

② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上

目的

(6)回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上【提案書外の検証】

「自動走行トラクター～遠隔監視端末」間のネットワークを回線冗長化装置で冗長化(ACT1/ACT2)し、ACT1回線で通信断が発生した時に速やかにACT2回線へ切り替り、遠隔監視が正常運用できることを検証

- 自動走行トラクターの作業エリアが、回線サービスエリアの境界に近い場合
- 通信エリアの異なる2つの無線ネットワーク環境を準備し、ACT1回線を通信断した時に、無瞬断でACT2回線に切り替ることを検証
- 通信切り替り時に自動走行トラクターが、安全に走行継続することを確認

アウトカム

自動走行トラクターの通信回線断時の1秒以内切り替り(トラクター監視不可状態回避、有人手配による運用工数の削減)

- 回線冗長化装置を利用した環境では、回線断による自動走行トラクターの監視不可状態が発生しないことを検証
- (エンコーダー一体型ルータ端末による切り替りではないため、従来のルータ+エンコーダ+UEを利用)



検証の概要

効果検証

冗長化により監視不可状態が発生しないことを確認

- 冗長化回線切り替りで自動走行トラクターの遠隔監視機能が継続

冗長化装置導入費用と監視不可状態の対応費用を比較

- 冗長化追加装置の導入費用
- 監視不可状態発生時の有人対応費用

技術検証

ACT1/2切り替り時間:1秒以内

ACT1/2(L5G/LTE)の冗長ネットワーク環境

- L5G回線を強制断する場合
- L5Gエリア外に徐々に移動する場合

切り戻し時間:1秒以内

- ACT1復活時の切り戻し動作検証

2回線分のスループット有効活用

- ACT1/2同時使用できる帯域検証

運用検証

回線冗長化装置の準備時間

- 冗長化の要否判断 (電波エリアの把握、リスク判断)
- 冗長化装置の準備に関わる時間計測

実証計画

③ ローコストネットワークによるエリア展開(LTE不感地域対策等)

目的

- (7)可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性・経済性
作業機を搭載した自動走行トラクターの遠隔監視で、ほ場内周/外周の作業、までをリアルタイム遠隔監視で実現
- LTE不感地域における自動走行トラクター活用ニーズに対応するために、可搬型自営等BWA装置を利用
 - 可搬型自営等BWAエリアで、自動走行トラクターのRTK/GNSS利用が可能となることを検証
 - 可搬型自営等BWAエリアで、目視外監視・遠隔監視支援の監視品質が確保できることを検証

アウトカム

- 自動走行トラクターの通信サービ利用コスト:10%削減 (A.L5G比較、B.可搬型5G比較、C.衛星サービス比較)
- 可搬型自営等BWA装置を利用し、自動走行トラクターが安全に無人走行が可能であることを検証(ネットワーク安定性、帯域・遅延等の性能)
 - 可搬型自営等BWA装置利用コストと、L5G設置した場合等のコストを比較(地域でネットワーク基盤を整備し、農家が利用した場合の農家コスト試算)



検証の概要

効果検証

- 可搬型自営等BWA装置活用コストの検証
(L5G同等以下)
- 通信品質が、GNSS、遠隔監視の活用に支障がないことを確認(1台利用時)
 - 可搬型自営等BWA装置活用コストをL5Gコストと比較
 - UL回線費、可搬型自営等BWA装置費、運搬・設置等の作業費

技術検証

- RTK/GNSSの通信安定性
- GNSS受信レベル:4の維持
- 遠隔監視端末/遠隔監視拠点と安定通信
- 実証用の遠隔監視端末の通信安定性(UL/DLともに2Mbps以上)
 - 見通し遮断する障害物の影響検証

運用検証

- 可搬型自営等BWA装置設置内容・工数の把握
- 可搬型自営等BWA装置の設置方法の妥当性確認
 - 運搬車両内に本体を設置
 - ポータブル電源による給電
 - アンテナ地上高
 - 設置/片付け作業の工数計測
- 自治体が地域BWAで構築する設備に可搬型も組み込む使い方

本実証における検証ポイントと結果 (1/3)

自動走行トラクターの遠隔監視について、目視外近傍エリアからの監視制御やAIの活用によりさらなる効率化が可能であることが確認できた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
① 自動走行トラクターの完全自動走行に向けた監視手法の多様化 (1) 自動走行トラクターによる遠隔監視のみでの農作業の実現性検証	無人走行時間の割合	95%以上	94.5%: 目標値概ね達成	完全自動走行の実現には、自動走行時のほ場外逸脱、転落等のリスク低減を考慮したほ場区画・農道の整備が望まれる。
	経路マップ作成、ほ場間移動、外周作業の無人化	無人化対応可能	経路マップ作成、ほ場間移動、外周作業の無人化: 目標達成	現状、外周、コーナー部の仕上げについては有人作業が必要であるため、今後は無人作業部分の拡大、実装拡大に向けた農家への収支シミュレーション等が必要。
	トラブル発生時の有人対応等の運用性	遠隔から状況把握可能(昼夜)	日中帯・夜間帯の運用可能を確認: 目標達成	夜間運用時、左右および後部映像は車両ライトが無い場合、ほ場周囲の状況に応じて、カメラの選択もしくは照明装置等の追加検討が必要と考えられる。
(2) ほ場近傍の目視外エリアでの遠隔監視の安全性検証	「農作業+遠隔監視」の総時間	75%削減	83.6%削減: 目標達成	ほ場近傍の目視外監視者の駆けつけ時間を考慮した作業スケジュールや人員配置等を検討する必要がある。
	目視外監視の安全性	目視監視と同等	目視エリアと同等の情報が得られることを確認: 目標達成	遠隔監視用タブレット端末について、視認性のよいユーザインタフェースの検討が必要。
	目視外の運用対応	目視監視と同等	目視エリアと同等の監視・制御環境を得られることを確認: 目標達成	タブレット端末の防塵防水性能、落下、対衝撃性能を考慮した機器選定が必要と考えられる。
(3) 映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化検証	遠隔監視者の監視時間削減	50%以上削減	98%削減: 目標達成	遠隔監視者側がアラートを見逃さないシステム、運用体制の整備が必要である。
	AI検出精度	80%以上	映像AI検出 95%: 目標達成 異音AI検出成功: 目標達成	1:Nの遠隔監視を行う場合を想定し、監視者による当該車両の判別誤りを防ぐために、複数車両監視に対応した遠隔監視UIについても検討が必要と考えられる。
	共通ホワイトリスト/ブラックリストでの遠隔監視の実現	作業種類ごとに共通化が可能	トラクターのエンジン音、走行音、作業機の共通化を確認: 目標達成	実証環境では同等の条件下であったが、実装において、作業機の動作音は作物、土壌水分等により異なることが想定されるため、複数のリスト作成が必要と考えられる。
(4) 遠隔監視システムのマルチユース運用検証	マルチユースによる遠隔監視の年間運用費の有効利用	年間運用費10%有効利用	10%以上の有効利用: 目標達成	農閑期の設備活用、および地域全体へのサービス提供により、遠隔監視センタ側設備、地域ネットワーク基盤設備の年間運用費の有効利用を図ることが可能となると考えられる。
	MaaS走行の遠隔監視	遠隔監視システムがMaaS車両利用で問題なく動作すること	動作確認: 目標達成	MaaS車両側に追装可能な機器を使用することで、車種を問わない遠隔監視システムの利用拡大が可能となると考えられる。
	MaaS走行の遠隔監視	自動走行トラクターと同様の人員・体制で実現可能	同様の体制での運用確認: 目標達成	乗客へのサポート、車両側の技術的検証等、MaaS運行主体との連携をおこないつつ実装検討を進める必要がある。

本実証における検証ポイントと結果 (2/3)

簡素化された農機搭載システムにより、既存農機への追装による遠隔監視対応化等を容易に実施可能であることが確認できた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
② 農機搭載システム機器の構成簡素化・安定性向上 (5) 農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性の検証	運用作業費削減	トラクターへの搭載準備や不具合対応等の運用時間50%削減	55.8%削減: 目標達成	遠隔監視非対応トラクターへ、機器を追装することによる遠隔監視対応が比較的安価な費用で可能となる。
	機器費用削減	機器費用50%削減	66%削減: 目標達成	
	映像品質	動作不安定の発生頻度減少	映像品質劣化、通信断、起動不可の発生事象なし: 目標達成	複数機器の機能を一体化したに加え、カメラ接続にGMSLを採用したことも映像安定性の向上につながっていると考えられる。
	映像伝送遅延(エンコード/デコード)	映像伝送遅延時間400ms以下	278ms: 目標達成	現状はエンコーダ1台に対しデコーダPC1台の構成であるため、デコーダ側機器の集約・小型化の検討が必要と考えられる。
	長時間利用時の動作安定性	4h/日以上動作不安定にならないこと	実証中の動作不安定発生無し: 目標達成	JIS C 60068-2-6 耐振動性能 (最大加速度4G) を満たしており、装置の動作安定性は非常に高いと考えられる。
(6) 回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上	トラクターへの搭載準備作業の運用性向上	準備時間50%削減 省スペース化: 50%削減 省電力化: 50%削減	準備時間: 55.8%削減 省スペース化: 80%削減 省電力化: 62%削減 目標達成	遠隔監視運用者がより簡易に操作デコーダ機器の設定、調整等を行うことを可能にする、ユーザインタフェース等の整備が必要である。
	監視不可状態が発生しないこと	回線の冗長動作による遠隔監視の継続	遠隔監視継続確認: 目標達成	回線通信料が複数必要となるため、通信条件や有人対応に要する時間等、地域の運用にあわせてオプションとして冗長化装置を利用することが適していると考えられる。
	冗長化装置の費用比較	有人対応費用よりも冗長化装置運用費用の方が低コストであること	使用年数を5年間と想定し、年間140回以上の対応で低コストとなる: 目標達成	
	ネットワーク切替わり時間	1秒以内	1秒以内での切替わり確認: 目標達成	切替え、切戻し条件については、採用するネットワーク、トラフィック状況によって調整が必要である。
	切り戻し時間	1秒以内	1秒以内での切戻し確認: 目標達成	
	回線冗長化装置の準備・運用にかかるコスト	回線冗長化装置の準備・運用に係るコストが他ネットワーク機器と同等であること	設定・設計8時間、準備作業0.5時間であり、他ネットワーク機器と同等であることを確認: 目標達成	

本実証における検証ポイントと結果 (3/3)

可搬型自営等BWAを使用した高精度位置情報提供の柔軟な提供が可能であることが確認できた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
③ ローコストネットワークによる エリア展開 (LTE不感地域対策 等) (7) 可搬型自営等BWA装置 での自動走行トラクター 遠隔監視の安全性検証	可搬型自営等BWA 装置費用の検証	ローカル5G導入費用と 比較し同等以下である こと	ローカル5G導入概算費用: 16,700,000円 可搬型自営等BWA装置導入費用: 3,300,000円 目標達成	現状の法制度では自己土地利用が前提であるが、 より広範囲に活用可能な基地局運用のケースとして、 複数生産者や地域単位等での共同利用が可能に なることで、運用者が負担する導入費用はさらに 低減可能と考えられる。
	RTK-GNSS情報の 通信安定性	位置情報精度が FIX状態を維持可能で あること	トラクター自動走行中の位置情報FIX状態が 維持可能であることを確認 目標達成	
	遠隔監視端末/ 遠隔監視拠点と 安定通信	アップリンク、ダウンリンク 速度2Mbps以上	アップリンク速度平均: 17.1Mbps ダウンリンク速度平均: 31.1Mbps 目標達成	
	可搬型自営等BWA 装置設置等の運用性 評価	搬送、設置作業の 運用性に問題ないこと	設置作業・片付け共に4名で10分程度であり、 他ネットワーク機器と同等であることを確認 目標達成	

携帯キャリアのサービスエリア外でインターネット経由の補正情報を受信するには、基地局設置場所に別途インターネット接続のための固定光回線等が必要となるため、実装時には併せて検討が必要である。中山間地等起伏が大きい場所での利用においては、電波伝搬上地形的な影響を受け易いケースが想定される。また複数の圃場、複数農機で同時利用する事を想定した場合は、自動走行、遠隔監視に必要な帯域が確保できないケースが想定されるため、電波伝搬エリア、実効通信帯域についての事前調査が必要と考えられる。

設置、運用に必要な免許取得については、農業従事者が独自に免許を取得することが困難であると想定されるため、事業者等によるサポート等の検討が必要と考えられる。

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策 (1/3)

残課題		対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	(1) 自動走行トラクターによる遠隔監視での無人農作業の実現性			
	完全自動走行の実現には、自動走行時のほ場外逸脱、転落等のリスク低減を考慮したほ場区画・農道の整備が望まれる	自動走行に適したほ場区画・農道の整備	省庁等、自治体	R6年度以降、省庁、自治体と連携した働きかけを継続して実施
	夜間運用時、左右および後部映像は車両ライトが無い場合、ほ場周囲の状況に応じて、カメラの選択もしくは照明装置等の追加が必要	カメラ、照明装置の追加等による夜間監視対応	農作業請負事業者、遠隔監視事業者	R6年度
	現状は、ほ場の形状による外周仕上げ、コーナー部の仕上げについては有人作業が必要であるため、今後は無人作業部分の拡大や、実装拡大に向けた農家への収支シミュレーション等が必要。	収支シミュレーションのための実データ収集・分析	農作業請負事業者、遠隔監視事業者	R6年度
	(2) 遠隔監視端末を用いた目視外エリアでの自動走行監視			
	近傍者が使用する遠隔監視用タブレット端末については、環境の準備が煩雑、タッチ操作による誤操作の対策が不十分等の課題があるため、運用性、操作性の向上に向けた改善が必要	遠隔監視用タブレット端末の運用性、操作性向上	遠隔監視事業者	R6年度
	タブレット端末は、ほ場近傍作業者が携帯して使用する事を考慮した、屋外利用を想定した画面の視認性や、機器の防塵防水性能、落下、対衝撃性能を考慮した機器選定が必要	防塵防水、耐衝撃性能の高い遠隔監視用タブレットの選定	農作業請負事業者、遠隔監視事業者	R6年度
	(3) 映像/異音AI検知による遠隔監視の運用省力化			
	遠隔監視者側の即時アラートを見逃さないシステム、運用体制の整備が必要	アラートを見逃さないシステム、運用体制の整備	遠隔監視提供事業者	R6年度以降
	豪雨時や降雪時等の悪条件下にて、現状のカメラ映像やセンサー情報のみでは、遠隔から状況把握が難しく、センサーが正常に動作しないことが想定される。そのため、より安全に配慮した遠隔監視を実施するためには、車両以外の外部カメラ映像やセンサー情報等の追加が必要	車両以外の外部カメラ映像やセンサー情報、マップ情報等と連携した環境整備	省庁等、自治体	R6年度以降
	1:Nの遠隔監視を行う場合を想定し、監視者による当該車両の判別誤りを防ぐために、複数車両監視に対応した遠隔監視UIが必要	複数車両監視に対応した遠隔監視UIの整備	遠隔監視提供事業者	R6年度以降
	人物以外の障害物検知、クラクション以外の異常音検知が必要	人物以外の障害物検知、クラクション以外の異常音検知検討	遠隔監視提供事業者	R6年度以降
	人や障害物等の状況に応じた、警告・自動停止を実施する距離や推定方法の条件付けがさらに必要	アラート距離推定方法のための実データ収集・分析	遠隔監視提供事業者	R6年度以降

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策 (2/3)

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	(4) 遠隔監視システムのマルチユース運用			
	将来的なMaaSレベル4 (特定条件下での完全自動運転) 運用においては乗客へのサポート、車両側の技術的検証 (遠隔操作や制御など) 含め検討要であり、MaaS運行主体との連携が必要	乗客へのサポート、車両側の技術的検証を含めたMaaS運行主体との連携	遠隔監視提供事業者、自治体	R6年度以降
	複数種の車両を遠隔監視する際に検討が必要となる、遠隔監視者の教育、スキルの維持向上を行うプログラムが必要	遠隔監視者の教育、スキルの維持向上を行うプログラムの検討	遠隔監視提供事業者	R6年度以降
	(5) 農機搭載システム機器の小型化による性能品質・運用性			
	現状はエンコーダ1台に対しデコーダPC1台の構成であり、複数拠点同時監視を見据えた際に、費用の低減、省スペース化のためにデコーダ側機器の集約・小型化の検討が必要	デコーダ側機器の集約・小型化の検討	端末ソリューション提供者	R6年度以降
	遠隔監視運用者がより簡易に操作デコーダ機器の設定、調整等を行うことを可能にする、ユーザインタフェース等の整備が必要である	エンコーダ・デコーダ機器のユーザインタフェース整備	端末ソリューション提供者	R6年度以降
	(6) 回線冗長化装置による自動走行トラクター遠隔監視のネットワーク信頼性向上			
	切替、切り戻し条件については、採用するネットワーク、トラフィック状況によって調整が必要	切替、切り戻し条件の都度調整	遠隔監視提供事業者	提供対象発生都度
	地域の状況にあわせた孤立化回避のための複数回線冗長化が必要	地域の運用にあわせたオプションとしての提供メニュー組み込み検討	遠隔監視提供事業者	提供対象発生都度
	(7) 可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性・経済性			
	携帯キャリアのサービスエリア外でインターネット経由の補正情報を受信するには、基地局設置場所に別途インターネット接続のための固定光回線等が必要	提供場所に応じたインターネット接続サービスのメニュー化	遠隔監視提供事業者、自営等BWA環境提供者	提供対象発生都度
	自営等BWAの免許について、農業従事者が独自に免許を取得することが困難	免許取得代行等サービス体制の整備	農作業請負事業者、遠隔監視提供事業者、自営等BWA環境提供者	提供対象発生都度

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策 (3/3)

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	(7) 可搬型自営等BWA装置での自動走行トラクター遠隔監視の安全性・経済性 将来的なMaaSレベル4(特定条件下での完全自動運転)運用においては乗客へのサポート、車両側の技術的検証(遠隔操作や制御など)含め検討要であり、MaaS運行主体との連携が必要	運用サービス体制の整備	農作業請負事業者、遠隔監視提供事業者、自営等BWA環境提供者	提供対象発生都度
	- 現状は自己土地内であったとしても、複数エリア間で基地局を移動する際は、工事設計の変更許可が必要であるが、柔軟な電波エリア形成のためには、届出等のより簡素化された手続(制度)の導入が望ましい - 自営等BWAの開設にかかる電波法上の必要な手続きや手順等にかかる情報については、円滑な社会実装を進める上でも広くオープンな形で公開して頂きたい	自己土地内での柔軟な基地局移動等の手続き簡素化	管轄省庁等	R6年度以降、管轄省庁等への働きかけを継続
	自己土地よりも広範囲に活用可能な基地局運用のケースに対応可能な、地域単位による共同利用等での移設手続きについても検討が望まれる	地域単位による共同利用等での移設手続きの制度化検討	管轄省庁等	R6年度以降、管轄省庁等への働きかけを継続
	中山間地等起伏が大きい場所での利用においては、電波伝搬上地形的な影響を受け易いケースが想定される。また、複数のほ場、複数農機で同時利用する事を想定した場合は、自動走行、遠隔監視に必要な帯域が確保できないケースが想定されるため、電波伝搬エリア、実効通信帯域についての事前調査が必要と考えられる	電波伝搬エリア、実効通信帯域についての事前調査	農作業請負事業者、遠隔監視提供事業者	提供対象発生都度
横展開に向けて	実装を見据えたビジネスモデルの実現には、多目的活用を含めた継続した需要増の確保の検討が必要と考えられる	継続した需要増の確保	自治体、農作業請負事業者、遠隔監視提供事業者	R6年度以降

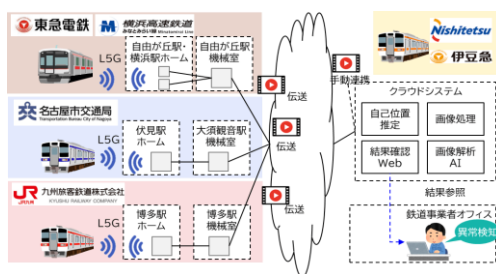
No.2 住友商事

ローカル5Gを活用した複数鉄道駅における鉄道事業者共有型システムの実証

AIx高精細カメラで保守関係係員の作業負担を低減するAIソリューションの開発

地域課題	- 労働力・熟練技術者の減少による対応力低下 - 甚大化する自然災害の影響 - 新しい生活様式による事業環境の変化	目指す姿	ローカル5G等の高速通信設備やAIソリューションを複数の鉄道事業者間で共有することで、固定費を削減し、汎用的なソリューションの構築を目指す
実施体制 (下線:代表機関)	住友商事(株)、東急電鉄(株)、横浜高速鉄道(株)、名古屋市公安局、伊豆急行(株)、九州旅客鉄道(株)、西日本鉄道(株)、大阪市高速電気軌道(株)、南海電気鉄道(株)、近畿日本鉄道(株)、泉北高速鉄道(株)、京阪電気鉄道(株)、SCSK(株)、(株)Insight Edge、(株)leitron、富士通(株)、東急(株)、イツ・コミュニケーションズ(株)、Sharing Design(株)、(株)グレープ・ワン	実施地域	東京都渋谷区～神奈川県横浜市、愛知県名古屋市、静岡県伊東市～賀茂郡東伊豆、福岡県福岡市～福津市、福岡県柳川市～大牟田市

実証の概要



- 営業列車に設置した車載器にて取得した車両前方の高解像度映像等データを駅ホームに整備したローカル5G通信を利用し、AI解析用サーバに伝送。線路設備等の異常をリアルタイムで解析し、保守係員は事務所で現地状況の確認を可能とする。従来、保守係員による現地での巡視・検査業務をAIを活用した業務に置換え、必要な箇所のみを現地確認することで業務の効率化・高度化を実現
- 同一課題を持つ複数鉄道事業者と企業間でシェアリング可能なソリューションモデルの構築・実現に向け、全国6事業者の実証フィールドでAIモデル構築等の共同検証を実施

実装に向けて達成すべき項目

- 【1】シェアリング時の課題・解決
- 【2】巡視・検査周期適正化
 - 人による巡視・検査頻度(周期) 徒歩巡視業務を1回/週 ⇒ 1回/月、乗車巡視を1回/2日 ⇒ 1回/週
- 【3】AI検知精度向上
 - AI検知精度(単一走行で90%、複数走行で100%)
- 【4】処理時間短縮
 - 最短処理時間(10分以内)
- 【5】ソリューション導入後の運用による業務効率性向上

実証成果・実装移行の課題

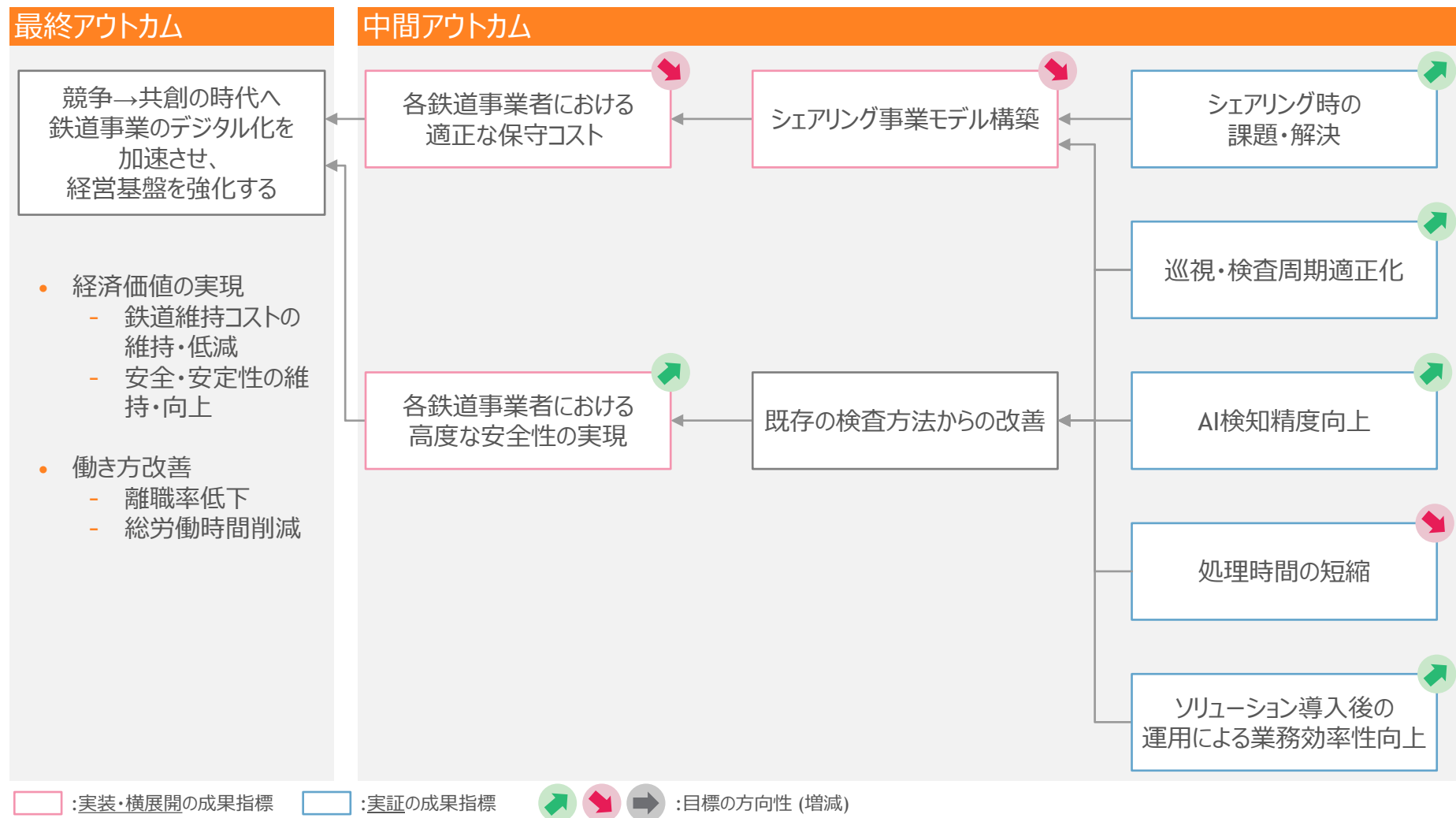
- | | |
|----------|--|
| 実証成果 | <ul style="list-style-type: none"> 【1】6つの鉄道事業者のフィールドにおける実証を通じて横展開に向けた汎用化に必要な知見を得ることが出来た 【2】保守関係係員による徒歩巡視業務及び添乗巡視の周期延長を実現するために必要な課題の洗い出しが出来た 【3】単一走行で90%以上、複数走行で100%を一部項目で達成 【4】アップロードから結果出力まで最短10分での画面表示を達成 【5】保守係員とユーザビリティを考慮した車載器構築、システム画面構築を実施。実証実施した鉄道事業者6社よりポジティブな評価を受け、ソリューション導入後の業務効率化が見込める結果を得た |
| 実装移行への課題 | <ul style="list-style-type: none"> 実装移行基準に向けた改善(AI精度、運用ノウハウ、データ蓄積量) 常時運用検証(鉄道保守係員業務への定着) 関東運輸局等の関係者協議(届出基準の改定等) |

実装・展開のスケジュール

実装(2024)	展開(2025)
共創文化熟成 - ソリューションの改善 - 東急電鉄一部路線における実装・商用化による鉄道保守業務への定着 - 関東運輸局等の関係者協議	共創事例創出 東急電鉄での商用運用、他事業者及び他業界への横展開拡大

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



実証計画

目的	鉄道駅にローカル5G環境を構築し、車載カメラや各種センサから得られるデータのAI解析等により、異常検知と遠隔監視を実現、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複数の鉄道会社で横断的に検証する • 実装に向けて、周期延長効果・費用削減効果や保守関係係員の負担軽減が可能となるかを検証 • 技術的に開発したシステムでの運用が可能かどうか、異常検出の精度を検証 • 実装後において、運用方法や業務オペレーションの改善、横展開時の課題や解決方針を検証
アウトカム	実装・横展開 • 各鉄道事業者における適正な保守コスト • 各鉄道事業者における高度な安全性の実現 • シェアリング事業モデル構築 本実証 • シェアリング時の課題・解決 • 巡視・検査周期適正化効果の評価 • AI検知精度と処理時間の技術評価 • ソリューション導入後の運用評価
↑	
検証の概要	効果検証 車載カメラソリューション • 高度技術の活用に伴う既存業務の高度化による効果検証 • 保守関係係員の負担軽減や将来的な働き方に関する意識効果の検証 • 安全・安定輸送の持続的な維持に対する意識効果の検証 技術検証 車載カメラソリューション • AI精度、処理時間、アプリケーションユーザビリティなどの観点で、保線業務の効率化に資する品質を担保できているか • 音声ベンダーの技術適用により、鉄道車両上での異音検知が可能性 運用検証 車載カメラソリューション • 実証フェーズでの対象設備に関する評価を踏まえたモニタリング対象設備の拡充や業務オペレーション変革検討、同業他社を踏まえた運用を検証

本実証における検証ポイントと結果

列車運行の安全性を維持しながら、就労環境の改善の可能性や巡視・検査周期の延長の可能性を確認することが出来た

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 (効果検証)	I 【定量】 AIを活用した巡視・ 検査業務の高度化 による周期延長 効果、費用削減 効果を検証	本ソリューションを用いた 巡視・検査業務の頻度 低減およびコストの低減 (現状以下)	総合的な労務削減効果を検査周期の延長や費用の 低減効果を確認し、整理・検証を行った。	- 巡視・検査周期の延長の可能性が確認できた。 - 高度化、効率化によるコスト効果の可能性が 確認できた。
	II 【定性】 保守関係係員の 負担軽減効果	事業環境別に保守関係 係員が負担軽減に向け、 本ソリューションを有効と して評価 (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への移行可能か アンケートを実施し検証を行った。	- 就労環境の改善の可能性が確認できた。 - 保守関係係員自身が運用を行っていくための 抵抗感が低い事・熟練技術者のフォロー体制構築 の方針が確認できた。
	III 【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部門を含め、列車の 安全な運行に対する貢献効果について、関係部署へ ヒアリングを実施し検証を行った。	- 現状よりも安全性が低下することはない。 - 運用改善後の安全性向上が確認できた。
L5Gシェアリング+ 車載カメラソリューション (効果検証)	I ソリューションの 横展開を踏まえた 効果検証 (相互直通運転 企業及び都市 鉄道・地域鉄道に おけるソリューション の供用、他鉄道 事業者への横展開)	本ソリューションを コンソーシアム各社実装 を想定した効果に関する 課題抽出・改善	相互直通運転鉄道事業者が導入する場合、 ローカル5G機器 (コア、DU、CU等) を共有することで 費用を削減できる。同様に、車載カメラソリューションも 費用削減の効果が、地域鉄道への展開において も汎用性を確認できた。	ソリューションの機能面については、地域鉄道への 汎用化が確認できた。しかし、地域鉄道特有の環境に さらなる適応が必要であり、ソリューションを導入する ための財務体力も考慮する必要がある。地域鉄道が 導入できるように、機器コストを抑える工夫 (車載カメラをiPhoneに置き換える等) が必要である。

本実証における検証ポイントと結果

多くの検証ポイントで目標を達成し、技術面での方向性に問題がないことを確認できた

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 (技術検証)	I 【定量】 AI検知精度	一回の車両走行で 90%以上	- 道床白色化、架線樹木近接、灯器類視認性については、一回走行での再現率（見落としの少なさ）90%以上 - レール傷、トンネル漏水滴下は未達成だが対策の方向性について後述 - 差分検知、余盛、遮断桿のズレはさらにデータ追加が必要 - 一回の走行で見逃しがあった場合も、複数回走行では見逃しが減るケースも確認	- 運用を重ね、学習データを増やすことで精度向上が期待できる。 - 厳しい撮影条件の対象物については、撮影方式やパラメータの改善が必要 - 複数回の走行で見逃しの削減傾向が確認できた。適切な時間帯等の条件についても詳しく調査する必要がある。
	II 【定量】 処理時間	データアップロードから 結果出力まで 最短10分以内	- 撮影された動画を細分化し、アップロードされたデータを順次処理することで、結果が最短10分で出力可能 - 画像データ量が非常に多く、優先度の高い検知対象については、AI推論サーバを複数起動して並列処理する等の追加対策が前提となる - レール傷等処理負荷の高い検知対象も一部あり、すべてのデータを処理完了するには一定の時間がかかる	- 原則順次処理だが、実証では一部一括処理も採用しており、処理単位の細分化を進める - 検知対象ごとに適切な処理枚数に調整し、利用者ニーズに合わせたリアルタイム性を考慮する等費用対効果を含めた整理を行う必要がある
	III 【定性】 使い勝手	結果確認アプリケーション 画面を含む総合的な 使い勝手において、 使用者から業務適用 可能との評価を得る	- 結果確認アプリケーションは利用者の声を反映したUIを構築、更なる改善にて業務適用可能との評価を得た - 自己位置推定はGPS以外に加速度センサーデータや画像を用いて補正することで、屋内でも位置推定をする方式を検証した - 車載器は専用筐体に機材を一体化、タッチパネルでの操作を可能としたが、設置等の取り回しは引き続き検討要	- 結果確認アプリケーションは今後の運用を考慮して、更なる改善を継続する - 自己位置推定は検証は実施できたが、さらなる高精度のためには改良が必要 - 車載器は、将来的な展開に向けた量産化も視野に、取り回しの課題解決、小型化・軽量化の検討を進める
	IV 【定性】 異音検知性能	車両上での集音データに よる異音の識別ができる	- 車両にマイクを搭載し音声を収録、データ分析を行った - 添乗点検時に確認している異音を検出できる特徴を持つかどうかを調査した - 収録データ内に含まれる検知対象音と類似した単発音（継ぎ目音等）を検出できることを確認	- 実用化に向けては実際の通知対象の異常音を用いた性能評価を行う必要がある - 事業者ごとの列車走行音の特性の確認や検出対象の異音の種別、リアルタイム性の確保等を考慮した検討が必要である。

本実証における検証ポイントと結果

実証期間 (短期) での運用検証は、常時運用検証に向けてたくさんの知見を得ることが出来た

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 (運用検証)	I 運用方法の確立 (現行業務フローとの 変革・改善検証)	本ソリューションを 活用した全自動化、 半自動化業務の区分 整理を行い、業務変革・ 改善を行い、重要業務 にリソースをシフトさせる	- 保守関係係員、施設管理者、コンソーシアムメンバーへのアンケートによる検証を行い、運用方法や現行の業務に対し、業務効率性向上の観点を検証し、より重要な業務に注力・シフトできるかを確認するために意見交換を行った。 - 一定の効果が見込まれるが、運用の定着が重要であるという結果を得た。	本ソリューションが目指す姿や業務変革に向けて、As is to Beを考慮した新しい業務フローの可視化を行い、意見交換等を実施。現場の業務にソリューション浸透させるため、運用検証を継続し、必要な改善を行っていく。
	II 業務オペレーションを通じた改善検討 (鉄道事業者による 評価・再学習)	保守関係係員が持続的に 利用・活用可能な ソリューションの確立	- 保守関係係員における、実データ・システムの運用体験を通じたアンケートによる検証を行い、システムに関しては、好意的な感想を多く受けることができた。(東急電鉄) - コンソーシアムメンバーとの間で運用方に関する意見交換を行った。	保守関係係員による運用を考慮したシステムは、使いやすさに優れており、直感的に操作できることが確認できた。操作の経験を積みながら、運用の定着を目指していく。
	III 新たな業務 オペレーションによる 技術伝承	ソリューションを活用した 新しい保守業務における 技術伝承	- ソリューションの運用体験を通じたアンケートによる検証 - ソリューション運用による技術伝承に関するコンソーシアムメンバー間での意見交換を行い、技術伝承の効率化・高度化に貢献することを確認。	異常データの一元管理と可視化技術は、技術伝承に大きく貢献する。ただし、データだけでは完全には伝えられない要素があるため、主に技術伝承の高度化に大きな影響を与えると考える。
L5Gシェアリング+ 車載カメラソリューション (運用検証)	I ソリューションの 横展開を踏まえた 運用検証 (相互直通運転 企業及び都市 鉄道・地域鉄道に おけるソリューション の供用、他鉄道 事業者への横展開)	本ソリューションを コンソーシアム各社実装 を想定した運用に関する 課題抽出・改善、 地域特性による機能の 最適化	短期間での運用検証では、可搬式車載器での運用を実施。東急電鉄保線課職員によるトライアルを実施した結果、初版としてのユーザビリティに関して良好な反応を得ることが出来た。可搬式車載器は、短時間の停車時間で設置・取り外せるように、さらなる軽量化が必要である	- ユーザーにとって負担を軽減するために、車載器を軽量化し、操作画面の視認性やアクション表示(映像伝送中等)を改善することが必要である。 - 来年度の試験運用を経てさらなる知見を蓄えていく。

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

2024年度の実装及び2025年度の横展開に向けて地域鉄道を含め新規パートナー早期拡大を進める

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	AI検知精度向上	- 学習データの蓄積 - 特に再現率の高い異常の検知画像を確認し、精度を向上	SCSK、IE、東急電鉄、住友商事	2024年～
	- 処理時間短縮 - 最短処理時間	- システム構造の見直し - 処理単位の細分化（解析結果の早期獲得）	SCSK、IE	2024年～
	- 巡視・検査周期適正化 - 人による巡視・検査頻度（周期）	- 巡視・検査周期適正化 - 検知対象物の拡張	東急電鉄、住友商事	2024年～
	実運用への落とし込み	常時運用検証の実施により、実運用に資する運用プロセスの確立	東急電鉄、住友商事	2024年～
横展開に向けて	地域鉄道ニーズへの適応	新規パートナー拡大加速、検知物対象拡大	住友商事	2024年～
	地域鉄道向け事業モデルの構築	パートナー拡大による運用費の按分化、持続性の高い事業モデルの検討、地域鉄道の財務体力に則したモデル構築	住友商事、SCSK、IE	2025年～
	地域鉄道での運用検証	東急電鉄の運用検証結果を地域鉄道へ伝達し、効率的に進める	東急電鉄、住友商事	2024年～

No.3 NTT東日本

ローカル5Gを活用した空港制限区域内における遠隔型自動運転バス (レベル4相当) サービスの実証

グランドハンドリング車両のドライバ人材不足を遠隔型自動運転バスで解決する実装に向けた取り組み

地域課題	成田国際空港の "更なる機能強化" により旅客増が予測される中、グランドハンドリング車両のドライバ人材不足が課題	目指す姿	本実証における取り組みにより自動運転を実装することでドライバ人材不足の課題を解決、それに伴い同空港の "更なる機能強化" が着実に推進されることを通して、地域活性への貢献を目指す
実施体制 (下線:代表機関)	東日本電信電話株式会社、成田国際空港株式会社、株式会社ティアフォー、KDDI株式会社	実施地域	千葉県成田市 (成田国際空港)

実証の概要

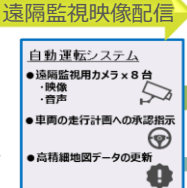
- 遠隔型自動運転バス (レベル4相当)の実装化に向け、ターミナルビル1階部分のアンダーパスを含むルートでの自動運転の継続



自動運転バス走行ルート ビル1階部分アンダーパス(a) ビル1階部分アンダーパス(b)

- 旅客需要の増加を見越した小型バスから中型バスへの対応 (車載カメラ数/画質増)

遠隔監視映像配信



自動運転システム
● 遠隔監視用カメラ×8台
・映像
・音声
● 車両の走行計画への承認指示
● 高精細地図データの更新

元長化された無線通信システム

チャンネル1
ローカル5G網

空港制限区域内

チャンネル2
キャリア通信

遠隔監視システム

- システム異常監視
- 有人による安全確認
- 自動運転システムモニタリング
- 認識結果・走行計画
- 自動運転システムへの指示出し (発進・回避)



空港内に配置する遠隔監視センタ

※自動運転システムと遠隔監視システム間を、元長化された無線通信システム (ローカル5G網およびキャリア通信) を活用し、遠隔型自動運転バス (レベル4相当)の実装化を目指す

※過年度実証 (小型バス車両・遠隔監視カメラ7台) から、中型バス車両 (遠隔監視カメラ8台) とし、アンダーパスを含む走行ルートにて遠隔型自動運転バス (レベル4相当)を実証

実装に向けて達成すべき項目

- 【1】空港制限区域内における中型バスの自動運転走行
 - 自己位置推定の正確性: マッチングスコア3.0以上/エラー回数0
 - マニュアルでのオーバーライド回数: 0.5回/周以下
 - 予め決められたダイヤ通りに遅延なく運行: 遅延2分以内
- 【2】アンダーパスを含む走行経路下での遠隔監視
 - アンダーパス走行時の基地局切り替え前後に極端なスループット低下が継続しない
- 【3】ローカル5Gエリアにおける必要スループットの確保
 - フレームレート: 9FPS以上
 - スループット: 40Mbps以上
 - 映像遅延: 400msec以下
 - 映像品質: FHD画像

実証成果・実装移行の課題

実証成果

- 【1】空港制限区域内における中型バスの自動運転走行
 - 自己位置推定の正確性: 1日平均3.5以上を維持
 - マニュアルでのオーバーライド回数: 0.5回/周を達成
 - 予め決められたダイヤ通りに遅延なく運行: 遅延0分
- 【2】アンダーパスを含む走行経路下での遠隔監視
 - アンダーパス走行時に伴う基地局切り替え時前後で極端なスループット低下は無し
- 【3】ローカル5Gエリアにおける必要スループットの確保
 - フレームレート: 9FPS以上、スループット: 40Mbps以上
 - 映像遅延: 400msec以下、映像品質: FHD画像

実装移行への課題

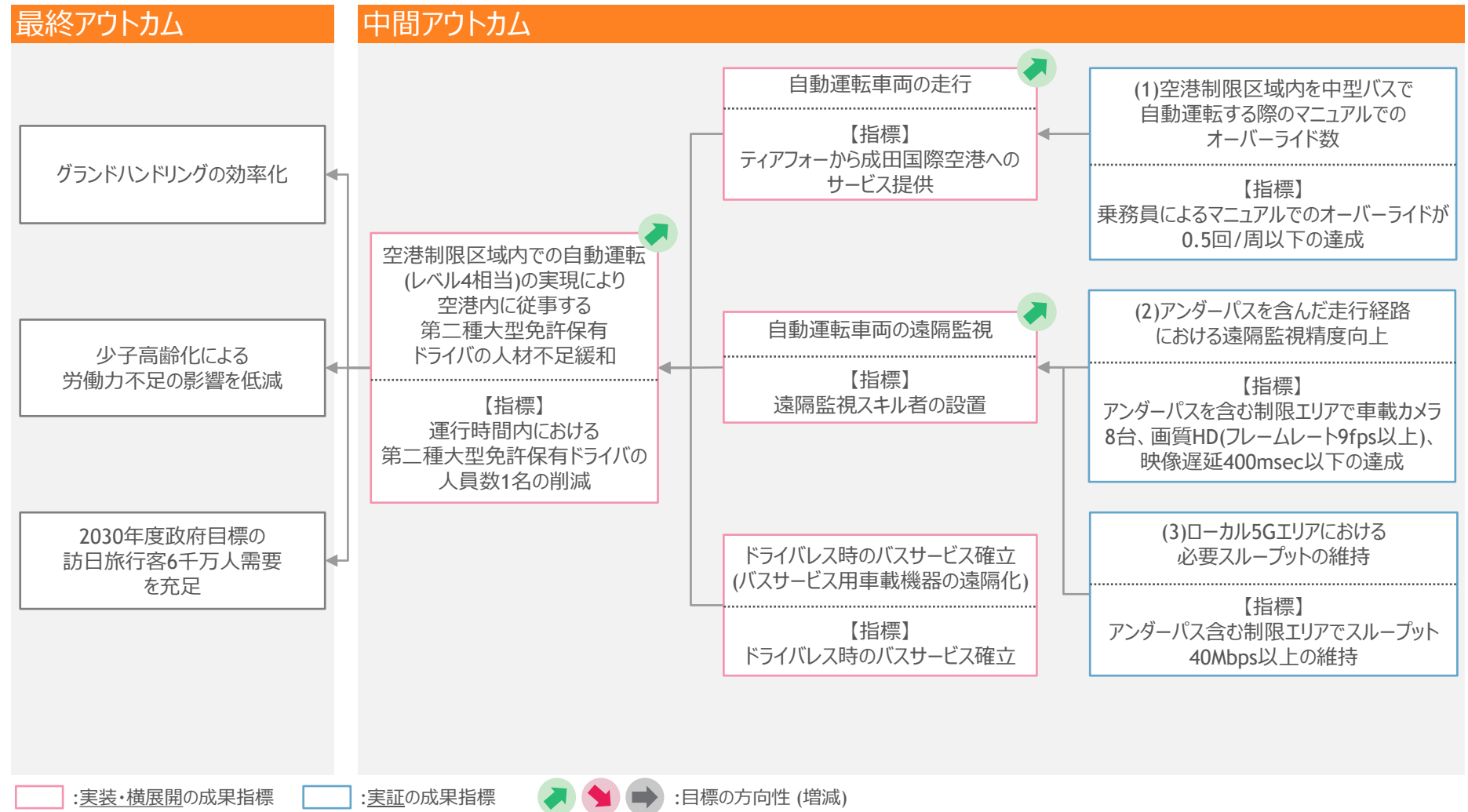
- ドライバレスを見据えた乗客サービスレベルの維持 (乗車案内、問合せ対応 等)
- プレ運行による制限区域全体での習熟醸成

実装・展開のスケジュール

実証 (2024~2025)	実装 (2025/12~)	展開 (2025~2030)
- 段階的に運行委託予定企業への遠隔監視スキル移管の着手 「空港制限区域内における自動走行の実現に向けた検討委員会」へ参加 - 検討段階の運用ルール及び共通インフラガイドラインに即した機能の精緻化	- 運用ルールに則ったプレ運用を開始 - ドライバレス状態における運行オペレーションの具体化 - ローカル5G設備、自動運転車両/システムの保守メンテナンス体制の構築	実証や実装のノウハウを活かした他空港への水平展開

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



実証計画

実証計画

目的

遠隔監視型自動運転（レベル4相当）を目指した遠隔監視のローカル5G適用可能性を評価

- 実装に向けて、カメラ数増（車両底部）と画質調整等を行った際のローカル5Gによる遠隔映像監視の充足性を検証
- 技術的に実装での運用が可能かどうか、遠隔映像の精度を検証

アウトカム

- 中型バスでも空港制限区域内を走行できること
- アンダーパスを含む走行経路でも遠隔監視できること
- ローカル5Gエリアにおける必要スループットの達成



検証の概要

効果検証

- —

技術検証

映像伝送

- 8台のFHD（※）カメラによる映像伝送に必要なスループット(40Mbps)が満たしていることを目視による確認および測定されるスループットなどから確認（※）FHD：フルHD

画面や映像を構成する画素数を表す規格。

1,920×1,080ピクセルで、縦横比（アスペクト比）は 16：9となる。

アンダーパスを含むルートの走行

- 車両技術(自己位置推定精度、センサー等の検知精度)、エラー発生率等、空港内のルールに沿った運転ができること

運用検証

バス中型化での遠隔監視

- 中型バス車両で制限区域における遠隔監視型自動運転が可能か検証

本実証における検証ポイントと結果

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		
(1) 空港制限区域内を中型バスで自動運転する際のマニュアルでのオーバーライド数	I 自己位置推定	自己位置推定の正確性 (マッチングスコア3.0以上)/エラー回数0	目標達成 自己位置推定マッチングスコア/1日平均3.5以上	自己位置推定については精度を維持して走行
	II 緊急停止の回数	乗務員によるマニュアルでのオーバーライド (手動介入) が計測期間内に 0.5回/周以下であること	目標達成 マニュアルでのオーバーライド回数: 0.5回/周 ※全12周のうち6回のオーバーライド	「人的な介入なし」を実現するためには空港という特殊環境への学習等、対策が必要 - 将来的には空港インフラとの連携により、車両走行時の死角情報等が共有されることで手動介入回数抑制も期待
	III 運行ダイヤ	予め決められたダイヤ通りに遅延なく運行する (遅延2分以内に留める)	目標達成 遅延時間: 0分 (全27箇所) ※10箇所/全27箇所 で2分以内の早着を確認	- 乗客の乗降を考慮した場合には停車時間を調整する必要があるが、既存ダイヤ計画の転用が可能 - 異常発生に伴う救済措置は発生しなかったが、今後は異常事態の発生頻度や重大度を精査し、救済体制を確立する必要あり
(2) アンダーパスを含んだ走行経路における遠隔監視精度向上	IV アンダーパス走行	アンダーパス走行に伴う基地局の切り替え時に、前後で極端なスループットの低下が継続しないこと	目標達成 アンダーパス走行に伴う基地局の切り替え時に、受信電力およびスループットの低下がないことを確認	- アンダーパスによる映像、受信電力およびスループットの極端な低下が発生するエリアは無し - アンダーパス等の閉塞空間においても、ローカル5Gによるエリア化実現を確認
(3) ローカル5Gエリアにおける必要スループットの維持	V 映像伝送	フレームレート: 9FPS以上 スループット: 40Mbps以上 映像遅延: 400msec以下 映像品質: FHD画質 音声品質: 遠隔監視室との意思疎通が可能	目標達成 フレームレート: 各測定地点で19FPS以上 スループット: 各測定地点で94.3Mbps以上 映像遅延: 各測定地点で遅延167msec以下 映像品質: 継続してFHD画質なことを確認 音声品質: 車両と遠隔監視室とで音声による意思疎通を確認	- 左記の性能を実現することで、揺らぎやコマ落ち等の遅延なく鮮明な映像伝送が可能 - ドライバレスを見据えた乗客サービスレベル維持に向けて、各遠隔監視カメラのスペックについては運用ルールと併せて検討が必要

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	試験運用に向けた運用検討が必要	- 運行委託予定企業への段階的な遠隔監視スキル移管の継続 - 国土交通省航空局と連携した共通インフラの整備や運用ルール検討 - ドライバレス状態における運行オペレーションの具体化とそれに要する車載装備及び施設整備の検討 - ローカル5G設備、自動運転車両のシステム保守・メンテナンスに関する体制の検討 - 車両駐車スペース、充電設備の確保 - 習熟走行 - 関係者試乗 - ターミナル間連絡バス以外でのユースケース検討	- 成田国際空港株式会社 - 株式会社ティアフォー - 東日本電信電話株式会社 - KDDI株式会社	2024 ～ 2025
	最終確認、検証（試験運行等）が必要	空港制限区域内の従業員や一部旅客を対象とした試験運用の実施	- 成田国際空港株式会社 - 株式会社ティアフォー - 東日本電信電話株式会社 - KDDI株式会社	2024 ～ 2025
横展開に向けて	大規模空港での実装モデルの確立および他空港への展開に係る共通課題の検討が必要	- 実装モデルの確立については、上記「実装に向けて」に包含 - 運行オペレーションや保守・メンテナンス、実装に必要な車載装備についての、他空港への展開に係る共通課題の検討 - 国土交通省航空局での運用ルール検討結果を踏まえたサービスレベルの明確化に伴う、詳細な導入コスト試算の実施	- 株式会社ティアフォー - 東日本電信電話株式会社 - KDDI株式会社	2024 ～

No.4 信州大学

次世代通信技術を活用した山岳・中山間エリアにおける物流・災害・登山口管理に関する課題解決サービス事業の実証

山岳・中山間エリアの3課題を解決するサービス創出や導入の取組み

地域課題	・長野県内山岳・中山間地域は、コスト・環境面等から固定回線や通信事業者の基地局設置が難しく、通信に起因する課題が多く存在する	目指す姿	Wi-Fi HaLow/LPWA/starlinkを用いて、インターネット利用可能エリアを数キロ程度延伸する通信システムを構築し、市街地エリアと同等のサービスを活用できる環境を整えることで、利用者が使い慣れた、かつ低価格でのサービスの導入・実装を実現し、通信困難地域の様々な地域課題解決を図る
実施体制 (下線:代表機関)	信州大学、塩尻市、安曇野市、KDDI(株)、川崎重工業(株)、(株)ブルーストーンリンクアンドサークル、朝日航洋(株)、NECネットエスアイ(株)、(株)サーキットデザイン、(有)トラストネットワークス、(株)サイテクス、信州DX推進コンソーシアム	実施地域	長野県

実証の概要

実証3事業
【1】物流サービス創出
【2】災害対応の高度化
【3】登山口安全管理

【1】位置情報監視

【2】山間部での映像配信

【3】駐車場混雑把握

長距離通信システム

インターネット回線

Wi-Fi HaLow LPWA

電波環境が悪い地域での課題解決サービスの創出

R5年度は通信困難地域である山岳・中山間地域の3課題を解決するサービスの検証を実施

- 【1 物流サービス創出】VTOL無人機による山小屋へ荷揚げサービス創出のため、LPWAにより、必須条件である山間部を高速飛行する機体の位置情報が取得可能かの検証を実施
- 【2 災害対応高度化】通信不能エリアの里山上流での土砂災害を想定し、自治体職員がWi-Fi HaLow等を用いた可搬型の通信環境を設営し、ドローン等で災害本部にリアルタイム映像を配信する検証を実施
- 【3 登山口安全管理】登山口における指定外区域への駐車を減らすため、Wi-Fi HaLow等を用いた、駐車場混雑状況を管理者や登山者に配信するサービス実現に向けた通信評価を実施

実装に向けて達成すべき項目

- 【1】上空を高速移動 (100km/h以上) する機体の位置情報を地上に定期送信し、50%以上の割合でデータ受信できること
- 【2】自治体職員が通信環境を1時間以内に構築し、現場の映像を2分以内の遅延で災害本部に送信できること
- 【3】半径500m以内に点在する駐車場に設置したカメラ6台の画像を15分以内にサーバ上に保管できること

実証成果・実装移行の課題

実証成果

実装移行への課題

- 【1】見通しのとれる飛行ルートや基地局を最適に設計することで、高速移動(80~150km/h)する機体位置を正確に捕捉(データ欠損50%以内)できることを確認
- 【2】自治体職員が1時間以内に通信環境を構築し、見通しのない山間地にて、現場の様子をほぼ遅延なくリアルタイムに映像配信できた
- 【3】半径500m以内に点在するカメラ6台から12分間隔で画像をサーバ上に保管できた

- 【1】見通しのとれる(データ欠損50%以内の)最適な飛行ルートと基地局のシミュレーション及びテスト飛行、機器小型化(現行の2/3以下)
- 【2】Wi-Fi HaLow 2~3台構成での通信可能距離の延伸 (500m~1km以上) と通信速度のキープ(150~600Kbps程度) 等
- 【3】実装を目指している駐車場監視システムと通信システムとの結合(通信モジュール組み込み)、電源確保手段の選定 等

実装・展開のスケジュール

	実証	実装	展開
①物流サービス創出	(2024-2025) ・飛行ルートと基地局のシミュレーション及びテスト飛行を行うほか、機器軽量・小型化などを実施する	(2025-2026) ・基地局を建設し、管制室開設する一方VTOL機・通信機器の量産を実施する	(2026~) ・中央アルプス圏域等での運用を開始し、他地域への横展開も目指す
②災害対応高度化	(2024) ・通信可能距離延伸の検証 (ドローン協同飛行 等) を実施する	(2024-2025) ・塩尻市へ通信システム配備を行い、日常的に使用できるようトレーニングした上で運用を開始する	(2025~) ・通信システムのバージョンアップを重ねつつ、他地域への横展開を目指す
③登山口駐車場管理	1 (2024) ・駐車場監視システムと本通信システムとの結合を検証する 2 (2024~) ・登山道のトイレや取水口の監視など、山岳エリアでの諸課題への応用に向け検証する	(2025) ・駐車場監視システムを登山口駐車場 1 か所に導入する	(2026~) ・駐車場監視システムを複数エリアでの登山口駐車場に導入する

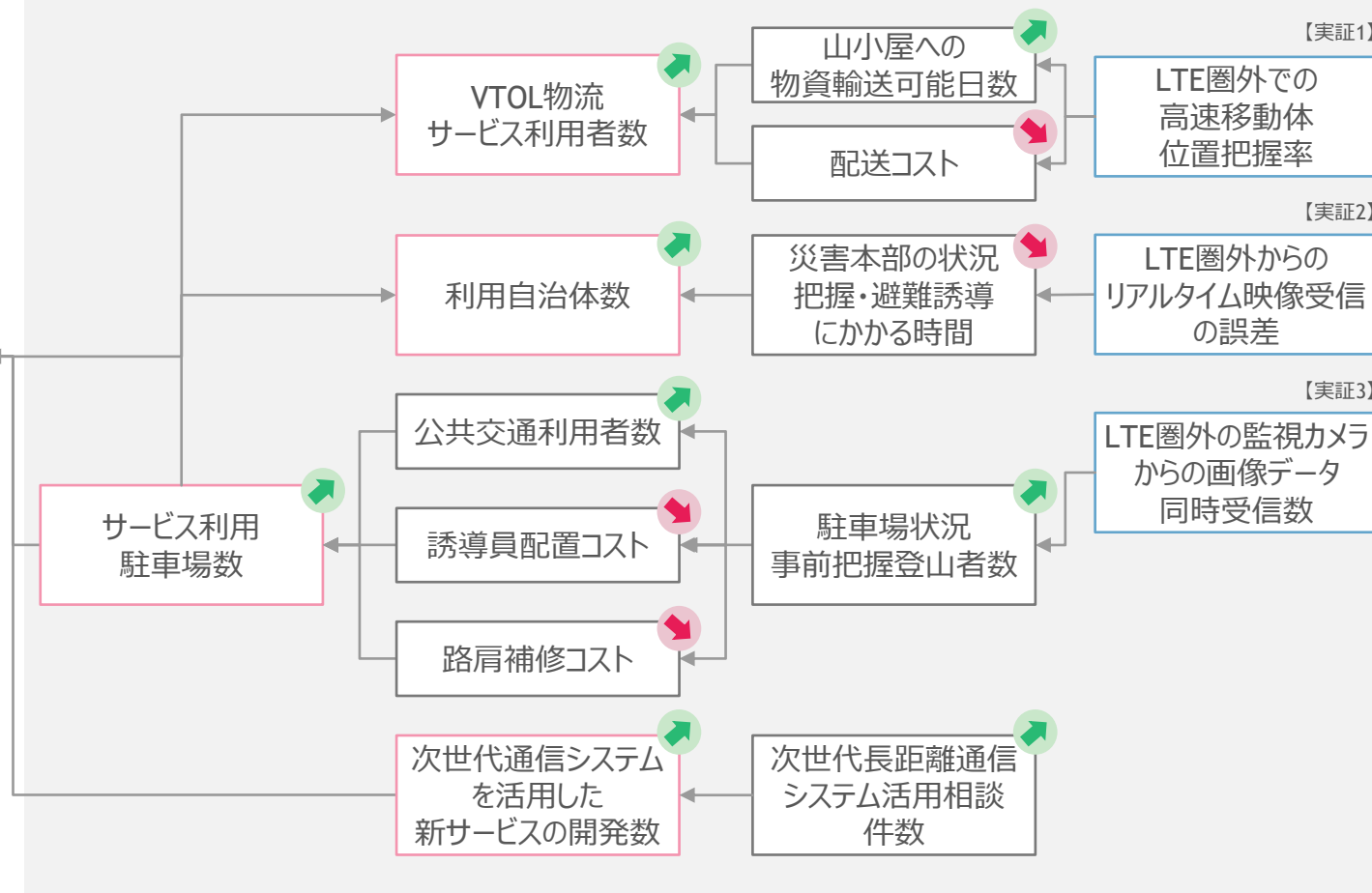
成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー

最終アウトカム

通信困難地域の課題を新たな通信技術やサービスを創出し解決することで、山岳観光の魅力向上、山小屋の安定経営などの地域経済の発展や、里山での安全な暮らしの実現などの様々な価値を創出する

中間アウトカム

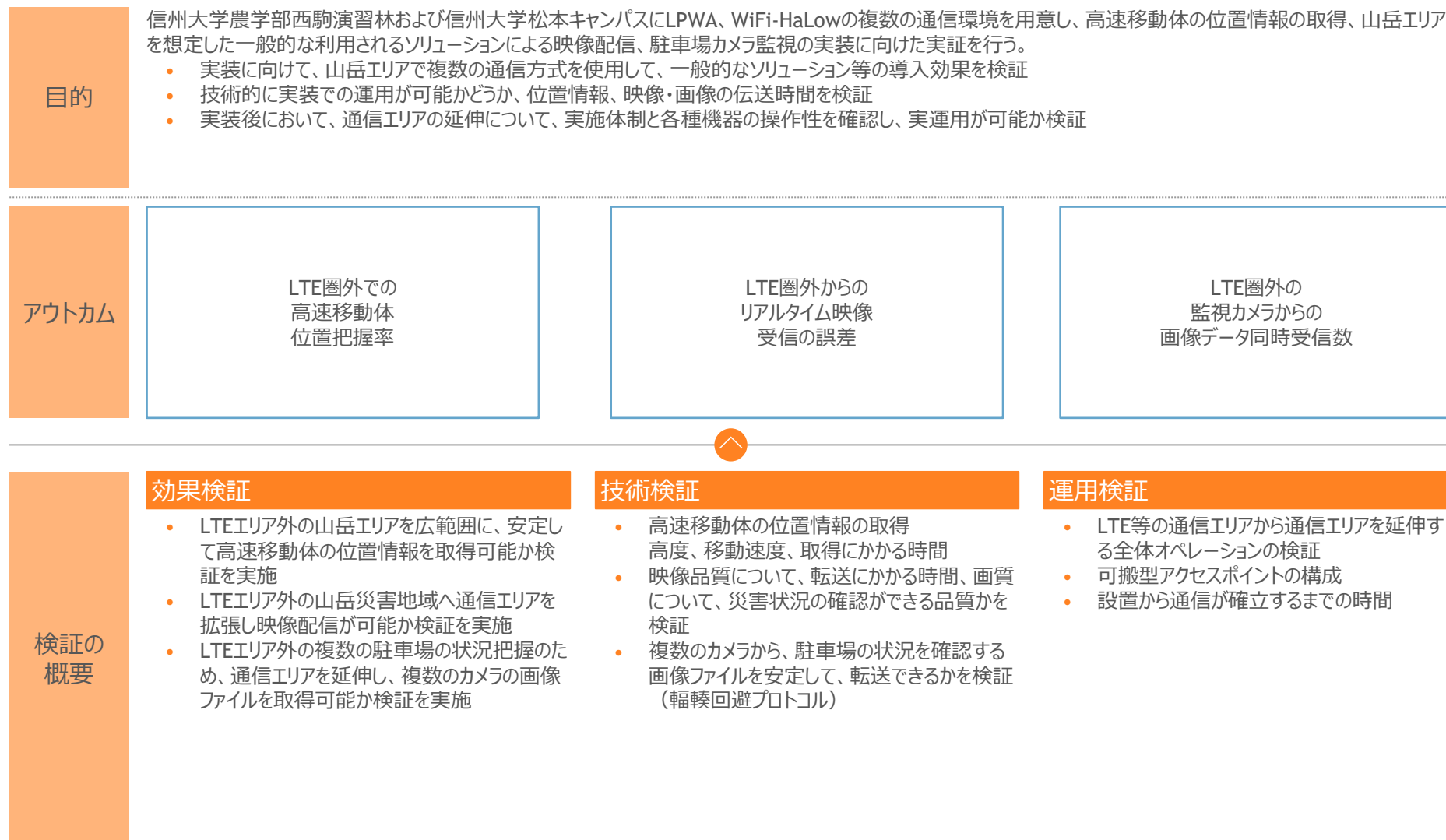


：実装・横展開の成果指標

：実証の成果指標

：目標の方向性 (増減)

実証計画概要



本実証における検証ポイントと結果

a. 効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
高速移動体との通信	I LTEエリア外の山岳エリアの高速移動体と通信できること	ドローン・ヘリコプターを使用し複数のLPWAで高速移動体と通信が確立できること(データ欠損50%以内)。	ドローンとヘリコプターを使用しLPWAの3つの周波数帯 (150MHz/400MHz) を使って、複数の高度で電波強度を (※900MHzは、回折の効果が低いため、麓のみ実施) をデータ受信可能であるか確認	将来的な基地局の設置場所・間隔等の要件定義や設計で活用するため、シミュレーションを活用していく。今後の課題として、シミュレーションソフトの精度を上げていく必要がある。
	II	LTEエリア外の山岳エリアで高速移動体の位置情報を取得	149、429MHz 良好 150Km/h 拡散率: SF7 で速度による影響なし - 山頂付近の受信機のデータ欠損率 149MHz 55%、429MHz 50%	150Km/hまでの測定結果から、移動速度による影響は出ていないことが確認できた。
災害現場でのリアルタイム映像配信	I	LTEエリア外の山岳エリアからリアルタイムに映像配信ができること	リアルタイムに配信 (ただし、見通しがよい場所に機器設置が必要等環境面の制約あり)	自治体職員が可搬型アクセスポイントの設置を容易にでき、通信エリアを延伸できるが、見通しのある区間である必要があり環境に依存する制約が大きい。
	II	容易に通信エリアを延伸できること	可搬型ポール・モバイルバッテリーで対応可能	3か所に可搬型ポール立てる場合で、概ね60分以内に準備が完了できる。 - バッテリーは、WiFi-HaLowに供給する場合は、22,800mAのモバイルバッテリーで24時間使用できることがわかった。

本実証における検証ポイントと結果

a. 効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
駐車場監視	I 複数の駐車場の画像をサーバに保存できること	WiFi-Halowで15分に1回以上、駐車場の画像をサーバに保存できること	HaLow XGA画質6台分を総通信時間7分以内に保存可能	• 15分で2回の通信が可能と判明した。 • 広角カメラで高所から撮影することで混雑具合をよりクリアに判別することが可能となる。今後、山岳エリアで導入する際は、カメラの耐寒性や防塵性等の配慮も必要。
	II 駐車場の画像から複数の駐車場の混み具合が識別できること	サーバに保存された画像から6カ所の駐車場の混み具合を識別できること	HaLow XGA画質6台について、駐車場の混み具合を識別可能 LPWA QVGA画質6台分を20分以内に保存かつ、駐車場の混み具合の識別可能	

本実証における検証ポイントと結果

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		
高速移動体との通信	I 山岳エリアでのLPWAの通信条件	安定してLPWAで通信できること (データ欠損50%未満)	ドローン・ヘリコプターを使用し複数のLPWAの周波数帯 (149MHz/429MHz/920MHz) 高速移動体との電波干渉の影響がないことを確認した。	飛行ルート上、山岳の裏手となるエリアが含まれているが、飛行高度を上げることでデータ欠損率は低減できると想定される。
			ドローン・ヘリコプター 影響なし	
	II 山岳エリアでのLPWAのデータ転送性能	LPWAでデータ転送できること (データ欠損50%未満)	- 山頂付近の受信機のデータ欠損率 149MHz 55%、429MHz 50%	稜線の遮蔽の影響が大きい
			Loraの通信速度 200bps	
災害現場でのリアルタイム映像配信	I 山岳エリアでのHaLow延伸距離	HaLow対応機器2~3台構成で通信距離を500m~1Km以上延伸できること	可搬型の自立アンテナを使い、6m程度までの地上高で通信距離を検証	山岳エリアで、地形 (稜線等)、高さ20m以上あるような樹木の影響があり、通信距離を延伸するのは、難しい。
			見通しのない山岳エリアで260m	
	II 山岳エリアでのHaLowの通信速度	HaLow対応機器2~3台構成で150~600Kbps通信速度が出ること	1Hop 2台構成 700kbps 2Hop 3台構成 1000Kbps	- 映像を伝送するには、4MHzのバンド幅が必要となる。 - Dutyの影響で速度が低下するため、見通しのない稜線や樹木の影響がある場合は、映像伝送は、難しい。

本実証における検証ポイントと結果

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		
駐車場監視	I 複数のカメラから一定時間内に画像の送受信ができること	6台のカメラの画像を輻輳回避して、事前に設定した順番に受信できること	• 輻輳回避させることで6台のカメラの画像を伝送する総通信時間が7分以内になることがわかった。 • 輻輳が発生する一斉通信の場合でも10分以内に画像を伝送できている。 • WXGAの画質のファイルを15分以内に1回以上受信することは十分可能である。 6台を時分割7分以内にXGA画像を受信	• 輻輳回避プロトコルを組み込むことで、確実に効率的に画像を伝送できる。
	II 山岳エリアでのHaLow通信距離	HaLow対応機器1対6台構成で500m以上の通信距離を延伸できること	松本キャンパス内で中継機を介して570mまで延伸	• 見通しがないと通信距離が短くなる。

本実証における検証ポイントと結果

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
高速移動体との通信	I 基地局の置局方法	山岳エリアで基地局を設置する手法を確立する	シミュレーション結果を組み合わせ、効率的に設置場所を選定できることが分かった。	- 見通しの良い配置場所をシミュレーションを活用して選定していく必要があり、 - シミュレーションの精度を上げることが今後の課題となる。 - 強風・防水・防塵・防寒対策の必要がある。
	II 基地局への電源供給方法	山岳エリアで基地局に電源供給する方法を確立する	- ソーラーパネルによる電源供給が可能であることがわかった。 - LPWA3機、RaspberryPi3台で: 11W	天候の影響あり、安定した可用性の確保は継続課題
災害現場でのリアルタイム映像配信	I LTE等の通信エリアから通信エリアを延伸する全体オペレーションの検証	1時間で映像配信を開始できること	Starlinkの地上局から、WiFi Halowで通信エリアを可搬型アクセスポイントで延伸する際の機器の設置、アンテナ等の設置、通信の確立、ドローンを使った映像配信までの一連のオペレーションが概ね30分で完了することができた。	- 災害発生時に、安全の確保できるスペースで実施する必要がある。 2次災害とならないよう安全配慮が必要。

2Hop 3台構成 1,000Kbps

本実証における検証ポイントと結果

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
駐車場監視	Ⅰ 設置方法	駐車場施設に容易に取り付けできること	照明等の既設のポールに容易に取り付けることが可能であった。	- 強風に耐えられるよう確実に固定する必要がある。 - 高さに応じた安全対策が考慮する必要がある。
	Ⅱ 必要な電源の確保	山岳エリアで基地局に電源供給する方法を確立する	- 基地局とカメラ等の電力消費量を測定する。 - WiFi HaLowとRasberryPi: 3W - 上記+カメラ動作時: 5W	省電力のカメラを選定し、撮影間隔を長くする等、バッテリー容量にあわせて検討する必要がある。

構成可能

天候の影響あり、
安定した可用性の確保は継続課題

ソリューションの実装・展開に向けた主な課題と対応策

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	実証1 高速移動体との通信実証 - LPWA子機-親機間の見通しが確保できないとデータ送受信ができない - LPWA通信機器の小型化、温度耐性、防塵性などへの配慮が必要	- 運行想定エリアを費用対効果が最大となる基地局数でカバーできるよう、電波シミュレーターによる机上検証を実施。検証後はドローンなどを飛行させ現地評価したうえで、基地局の設置場所を決定する - 実証で制作した通信システムがVTOL無人機実機の荷揚げサービス実施時でも支障なく動作するよう、IoT製品開発企業による小型化、防塵性、温度耐性などを実施	- 信州大学 - 機器本体の強化は、信州大学が実施、VTOL無人機に搭載した評価は信州大学、川崎重工業が共同実施	2024年6月 2024年10月
	運用検証により判明した課題			
	実証2 災害現場等のリアルタイム映像配信 - 山岳エリアでのHalow使用に関しては、地形の複雑さや樹木などの影響で260m程度までしか通信距離を延伸できない - 映像品質を高画質にすると、通信可能なデータ量が大きくなりdutyの影響で画質の劣化や配信の停止が発生する	- 屋外用Wi-Fiと組み合わせた通信システムの実装環境により、屋外用Wi-Fiなどの通信システムの方が通信性能を得られる場合があることがわかった。複数の通信システムで確認し、適切な通信システムで配信する検討する - 通信距離の延伸の検討 Wi-Fi Halowの通信性能の低下を敷設ため、バルーンやドローンを用いてアクセスポイント同士の見通しがきく高さに上げて通信することを検討する	信州大学	2024年度に検証実施
	効果・技術検証により判明した課題			
	実証3 駐車場監視実証 導入予定場所において、電源の確保に課題があることが判明	今後予定する、駐車場管理システムへの通信モジュール組み込みと併せて、電源の確保についても検討を進める（ソーラーを活用する。電柱から電源を確保する等）	信州大学、安曇野市	2024年度上期に検証実施
	運用検証により判明した課題			
横展開に向けて	全体共通 本実証で構築した通信システムを山岳エリアにおける様々な課題に応用・活用し、山岳エリアの通信課題解決を推進する	信州DX推進コンソーシアム参画団体への課題ヒアリングを実施し、地域課題解決プロジェクトを創出、社会実装に繋げる	信州大学	毎年、通年で実施

No.5 高岡ケーブルネットワーク

Wi-Fi HaLowを活用した局地的な降水現象に対するアンダーパス遠隔監視システムの実証

アンダーパス維持管理の労力/費用を削減するためWi-Fi通信を活用し自治体データ連携基盤ソースを拡充

地域課題	・近年のゲリラ豪雨や線状降水帯による大雨が増加しており、これによって市職員の減少等も影響し、アンダーパスにおける急激な水位の上昇に対する通行規制の対応が追いつかない	目指す姿	Wi-Fi HaLowを活用した遠隔からの映像監視で、低ランニングコスト可能な環境を構築し、省力化の実現を図る
実施体制 (下線:代表機関)	高岡ケーブルネットワーク株式会社、高岡市、株式会社インテック、株式会社三技協、株式会社フルノシステムズ	実施地域	富山県高岡市

実証の概要

アンダーパス → 802.11ah → 公共施設・PS柱 → インターネット → 自治体データ連携基盤

水位監視 洗濯監視

庁舎ではブラウザで閲覧 外出中はスマホで閲覧

低ランニングコストで映像監視が出来るソリューションの実用化を目指し、冠水などの実害が出ているアンダーパスを技術実証のフィールドとし以下を実証

- アンダーパスの水位表示板の映像転送で水位把握
- 自治体管理施設もしくはPS柱等、既設インターネット回線重畳し、低廉提供を前提としたネットワーク構成での運用
- 自治体データ連携基盤で取得画像を閲覧し、防災ソースの拡充

実装に向けて達成すべき項目

- 【1】水位表示板を映像監視で遠隔から水位把握(100%)
- 【2】通信疎通率(100%)
- 【3】降水量による冠水開始時間の予測が可能(100%)
- 【4】対象2箇所への実装 (100%)

実証成果・実装移行の課題

実証成果

- 【1】水位把握できる画質のデータ転送 (94.7%)
- 【2】Wi-Fi HaLow機器の通信疎通率 (99.9%)
- 【3】降水量による冠水予測の下地作り (50%)
- 【4】対象2箇所への実装 (100%)

実装移行への課題

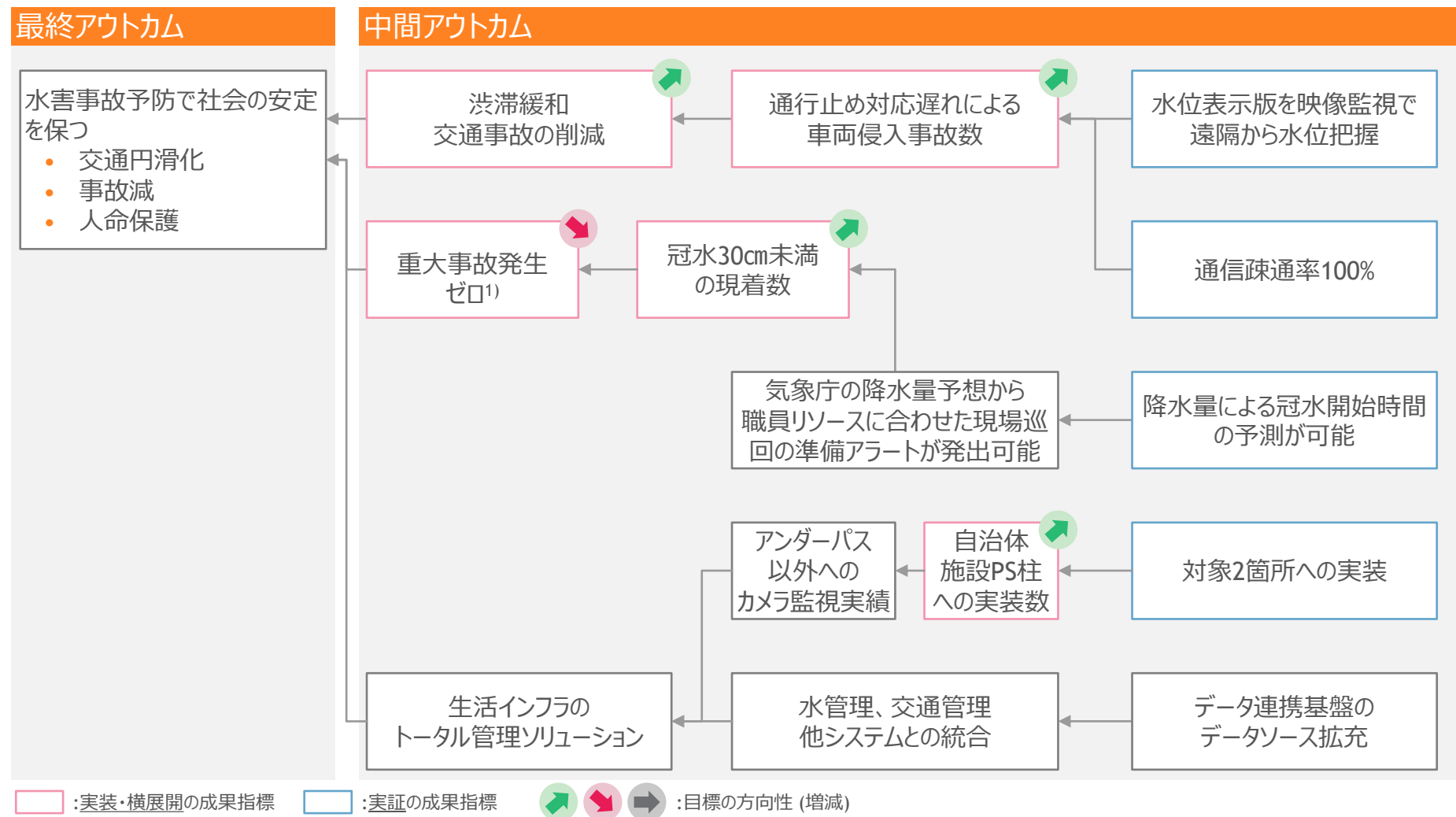
- 2024年度は継続(実装)運用は確定
- 雨季等通年を通して運用を実施し、水位把握のできる画像データ取得率を自治体へ提示、情報精度の評価を得る(~24/10)
- Wi-Fi HaLow対応のソーラー給電カメラの運用は未検証につき、有線の給電構成との稼働率の違いなどの知見を得る(25/3)

実装・展開のスケジュール

実証 (24/4~25/3)	実装 (25/4~)	展開 (25/10~)
- 継続実証1年通しての画像閲覧の優位性と簡便性の計測 - ソーラーパワー給電での完全ワイヤレスでの稼働時間の検証 - 気象庁の降水量予想から、現場巡回の準備アートの発出運用と有効性を検証	- Wi-Fi HaLow対応のソーラー給電カメラを実証2箇所以外のアンダーパスへ設置 - 市の25年度予算化に向けて、24年9月までに継続の条件を整理し、それに対応	高岡市のデータ連携基盤のソース数が豊富となり職員、市民でのデータ利活用による、まちづくりの共創のナレッジ化の成功例からの各地方のケーブルテレビから地元自治体へ発信

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



1. 重大事故:自動車事故報告規則(昭和26年運輸省令)第2条に規定する事故をいう

実証計画

目的	アンダーパスと最寄り自治体施設等にWi-Fi HaLowの通信環境を構築し、映像をデータ連携基盤にて遠隔監視による省力化を検証 - 実装に向けて、導入による雨天時の映像閲覧による有効性を検証 - 技術的に実装での運用が可能かどうか、電波伝搬の範囲を検証 - 実装後において、監視体制を確保するために、実施体制と各種機器の操作性を確認し、実運用が可能か検証		
アウトカム	- 遠隔監視による水位把握 - 通信疎通率100% - 降水量による冠水開始時間の予測が可能 - 対象2箇所への実装		
検証の概要	効果検証	技術検証	運用検証
	- 天候状況に関わらず、日中、夜間であっても水位表示版の映像から水位把握ができるか。 - 気象庁から発表される10分ごとの降水量とアンダーパスの水位変動を数値化し、今後、降水予報から冠水開始時間を予測できるか。	1kmの屋外エリアカバレッジ検証 - 映像転送の検証 24時間365日映像監視が可能であること。	- 市管理のデータ連携基盤との連携 - 水位表示版の数値がPC、スマホからでも読み取ることができるか。

本実証における検証ポイントと結果

「200メートルの距離があっても、安定した映像伝送ができる通信規格」という成果が得られた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
Wi-Fi HaLow通信による映像伝送	I 水位表示版を映像監視で遠隔から水位把握	100%	94.7% *検証2ロケーションの平均値 利用環境A - 通信速度: 約1Mbps 無線空間: 200m - 水位把握: 98.1% (1.2%がデータなし、0.7%が不鮮明) 利用環境B - 通信速度: 約500Mbps 無線空間: 150m - 水位把握: 91.2% (0.1%がデータなし、8.7%が不鮮明)	通信速度が、1Mbpsほど確保できていれば、常時10分ごとの水位を把握できる映像解像度でのデータ受信が可能です。しかし、通信速度がそれ以下になると水位を把握できる解像度での映像データ取得が9割強に減少します。
	II Wi-Fi HaLow機器の通信疎通率	100%	99.9% 5分ごとに行われるポーリング監視の回数を基準として、実際に応答がなかった回数の割合を減算した比率	今回の検証フィールドのロケーションを考慮すると、ほぼ全ての自然環境の中でシステムが応答しており、高い信頼性が期待できます。「屋外で200メートルの距離があっても、安定した無線通信が可能な信頼性の高い機器」という判断ができます。
	III 降水量による冠水開始時間の予測が可能	50%	50% - 水位変動と降水量を比較解析結果から、規則性があるデータを蓄積 (25%) - 蓄積データをもとに冠水開始時間の予測立て (50%) - 予測と実績の差異分析が出来ている (75%) - 冠水開始時間の予測に必要なプロフィールを確立 (100%)	測定期間中に降雨が起因での水位変動の発生は確認できていない。しかしながら、測定期間中の降雨量であれば、今回カメラを設置した3つのアンダーパスでは冠水しないことのデータが蓄積できた。
	IV 対象2箇所への実装	100%	100% - 公民館の固定光回線からの通信と、LTEのSIMを実装した - 屋外ルータとの通信を組み合わせた構成で実装	- 電波の送受信に物理見通しが必要。 - そのため、住宅街のPS柱等の利活用は困難であり、無線エリア面展開において、利用箇所が限定的になる。

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

電源供給の配線による初期費用の削減を目指し、11ah対応の低消費電力カメラでの運用検証へ移行

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	雨季を含む通年での課題検証	レンタル部材を購入して、実証継続	高岡ケーブルネットワーク	2024年3末～4月
	カメラ向け配線敷設によるイニシャルコスト	11ah対応ソーラー給電カメラでの技術検証	高岡ケーブルネットワーク	2024年9月～
横展開に向けて	省人・省力化の効果が定量的に見えない	冠水センサーを配備し、センシングデバイスのアラートとカメラ映像確認の一連の動作をパッケージとして、冠水センサーのアラートを受けた後、カメラ映像の確認で現地駆けつけの出動をしなかった件数を定量値として取得する	高岡ケーブルネットワーク 高岡市	2024年5月～
	映像確認以外の付加価値がない	データ連携基盤の公式運用とデータソースの拡充により、シナジー効果が得られると考え、まずは冠水センサーの増設と公共交通機関向けの道路カメラの増設を推進します	高岡ケーブルネットワーク	2024年5月～
	電波の送受信に物理見通しが必要なため、PS柱利活用での面展開において、利用箇所が限定的になる	アンダーパスに限定せず、田園など見通しが開けているロケーションでの用水路や排水路にも防災の観点からアプローチすることを構想し、自治会向けのサービス提供を行います。さらに、インターネットを経由せずにローカルネットワーク環境で解決し、通信にかかるランニング費用を低減することを強みとしたソリューションを提供します	高岡ケーブルネットワーク 三枝協	2024年4月～

No.6 NTTコミュニケーションズ

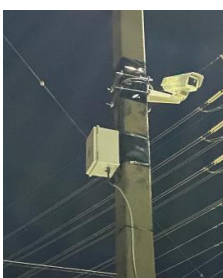
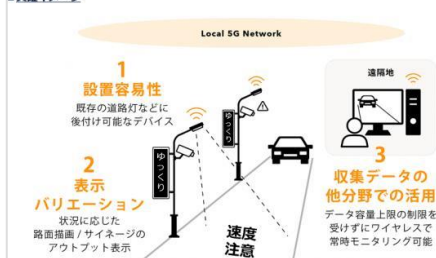
ローカル5Gを活用したスマート道路灯による交通安全システムの実証

スマート道路灯は既設道路灯にAIカメラや様々なセンサを搭載することで、危険運転や路面異常、飛出し等を検知し、交通事故の削減を実現

地域課題	- 高齢ドライバーによる対人交通事故が約7割 - 児童の通学に対する保護者の安全ニーズが高い - 自治体等における人員不足	目指す姿	地域交通において課題となっている事故多発箇所へのスマート道路灯の設置を進める中で、安全対策のDXを推進していく その展開の中で、防犯や設備管理、農業等、地域における複数テーマの課題解決に寄与するDXを面的に広げ、ひいては地域のスマート化をオープンイノベーションを通じて実現していくことを目指す
実施体制 (下線: 代表機関)	裾野市、スタンレー電気(株)、加賀FEI(株)、ダッソー・システムズ(株)、(株)クニエ、ミライト(株)、 <u>NTTコミュニケーションズ(株)</u>	実施地域	静岡県裾野市 (伊豆島田市立南児童館、裾野市立南小学校 前市道1721号線)

実証の概要

■実証イメージ



- ローカル5G (通信技術) を活用し、スマート道路灯を活用した運転者及び歩行者への注意喚起と見守り業務の効率化を実施
- 管理者による夜間での視認性確保の観点及び今後の拡張ユースケース (路面経年劣化検知等によるインフラ設備の予防保全等) も考慮し4K映像のリアルタイム確認による通学路付近の交通安全管理業務の効率化を実施
- 初期構想として市民の安心安全の実現を図る スマート道路灯が持つ3つの特徴 (設置容易性、表示バリエーション、収集データの他分野での活用) を活かし、将来的には、電柱、街路灯等街に広く点在するインフラへの設置も視野に入れ、他分野へも活用可能なソリューションとして社会実装を進め自治体DXを推進する

実装に向けて 達成すべき 項目

- 【1】エッジAIによる速度超過車両の検知 (目標: 60%以上の速度減少)
- 【2】エッジAIによる歩行者の飛び出し検知 (検知精度/90%以上)
- 【3】4K映像遠隔確認による見守り機能検証 (分解能 3,840×2,160px)
- 【4】道路灯周辺情報の統合管理と3Dデジタルツインによる可視化 (シナリオ検証1件以上)

実証成果・実装移行の課題

実証成果

- 【1】注意喚起による法定速度超過車両の減少 (目標: 行動変容の割合60%)
成果: 実証の仕様上、行動変容の割合の代わりに走行データを分析
最大58%程度となり目標値は未達だが、特定の条件下では、減少効果の可能性が示唆された
また、歩行者の飛び出し検知については目標: 検知精度90%以上に対し88%を達成。
- 【2】見守り業務効率化 (目標: 改善領域の抽出1領域以上)
成果: 1領域から家庭内安全教育・異変通知と対処・危険箇所の環境整備の3つの利用シーン
- 【3】道路灯の運用/保守業務効率化 (目標: 改善領域の抽出1領域以上)
成果: 道路灯の故障検知、路面凍結の可視化等3領域抽出、うち1領域について運用検証中
- 【4】交通安全分野の現時点での課題仮説に対するスマート道路灯の受容性 (目標: 割合50%以上)
成果: スマート道路灯を活用した標示により、50%程度の人が「減速すると思う」と回答
- 【5】その他交通安全課題に対応するスマート道路灯の受容性 (目標: 策定1件)
成果: 交通安全ポイント (安全走行にポイント付与)、ゲームストリート (歩行者への視点の誘導) 2件抽出
- 【6】交通安全分野以外のスマート道路灯を活用したユースケースの抽出 (目標: 創出1件)
成果: 不審者検知、広告や観光等PR情報を表示等5件抽出
- 【7】市の戦略策定業務に関わる活用ユースケースの抽出 (目標: 策定1件)
成果: 災害状況のリアルタイム監視、交流人口の最適化支援等5件抽出

実装移行 への課題

- 【1】路面描画機能の実装に向けた法規制変更 (緩和)
- 【2】路面描画機能の品質の向上
- 【3】エッジデバイスのチューニング簡略化
- 【4】個々の速度超過者に対する確実な注意喚起

実装・展開のスケジュール

実装 (FY2024~2025)

【実証/新分野想定】

- 本実証を通じて抽出した自治体・市民に受容性の高い新たなユースケースの実証検討
 - 各種プロモーションによるリードをトリガーとした新たなユースケースの実証検討
- #### 【実装/今年度実証分野想定】
- 本実証を通じて目指すべきアウトカムの実現に繋がった機能の実装
 - 実装移行課題に対する対応実施 (課題(2),(3),(4)の対応)

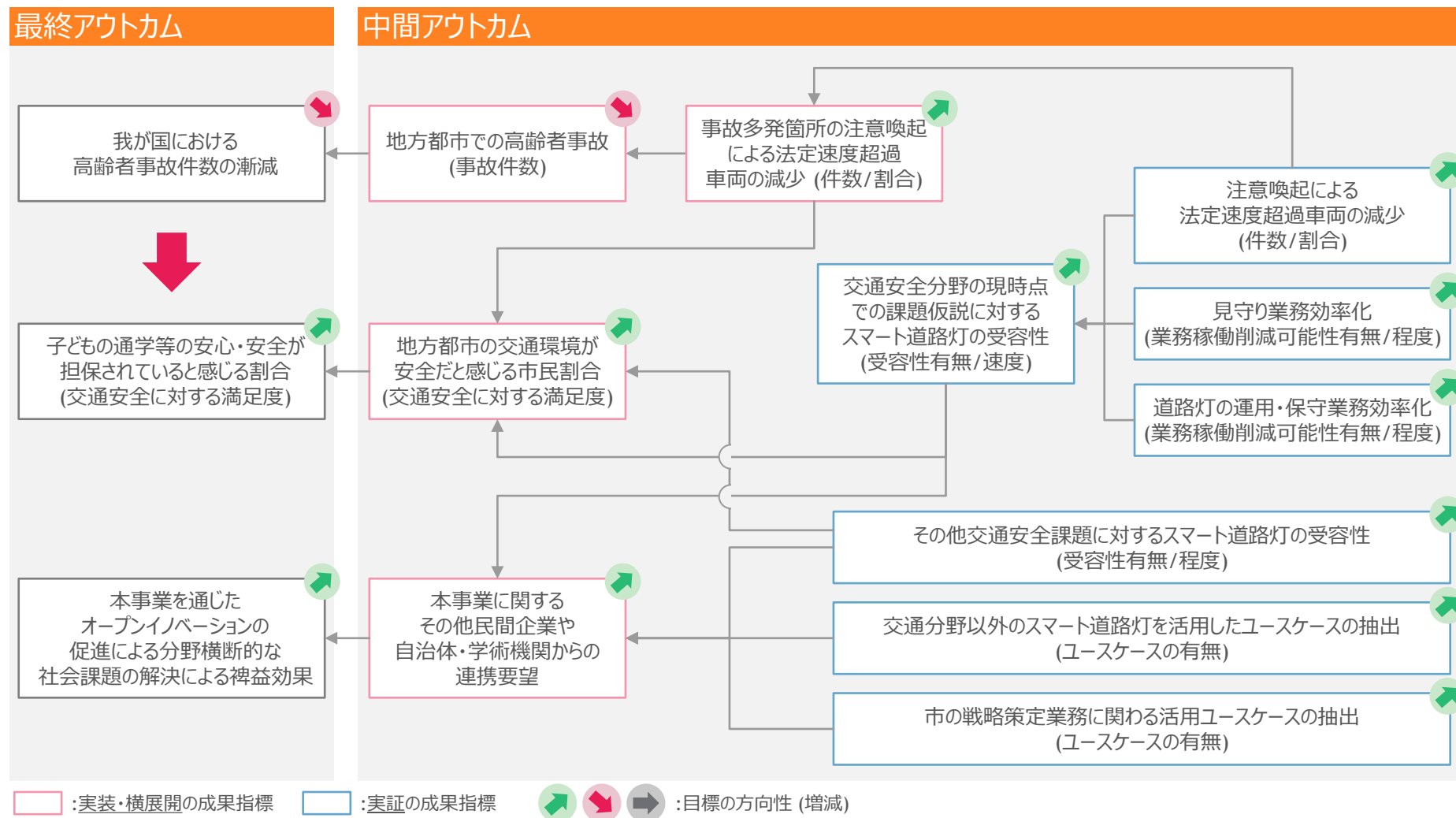
展開 (FY2026~)

地域社会インフラのDXの実現

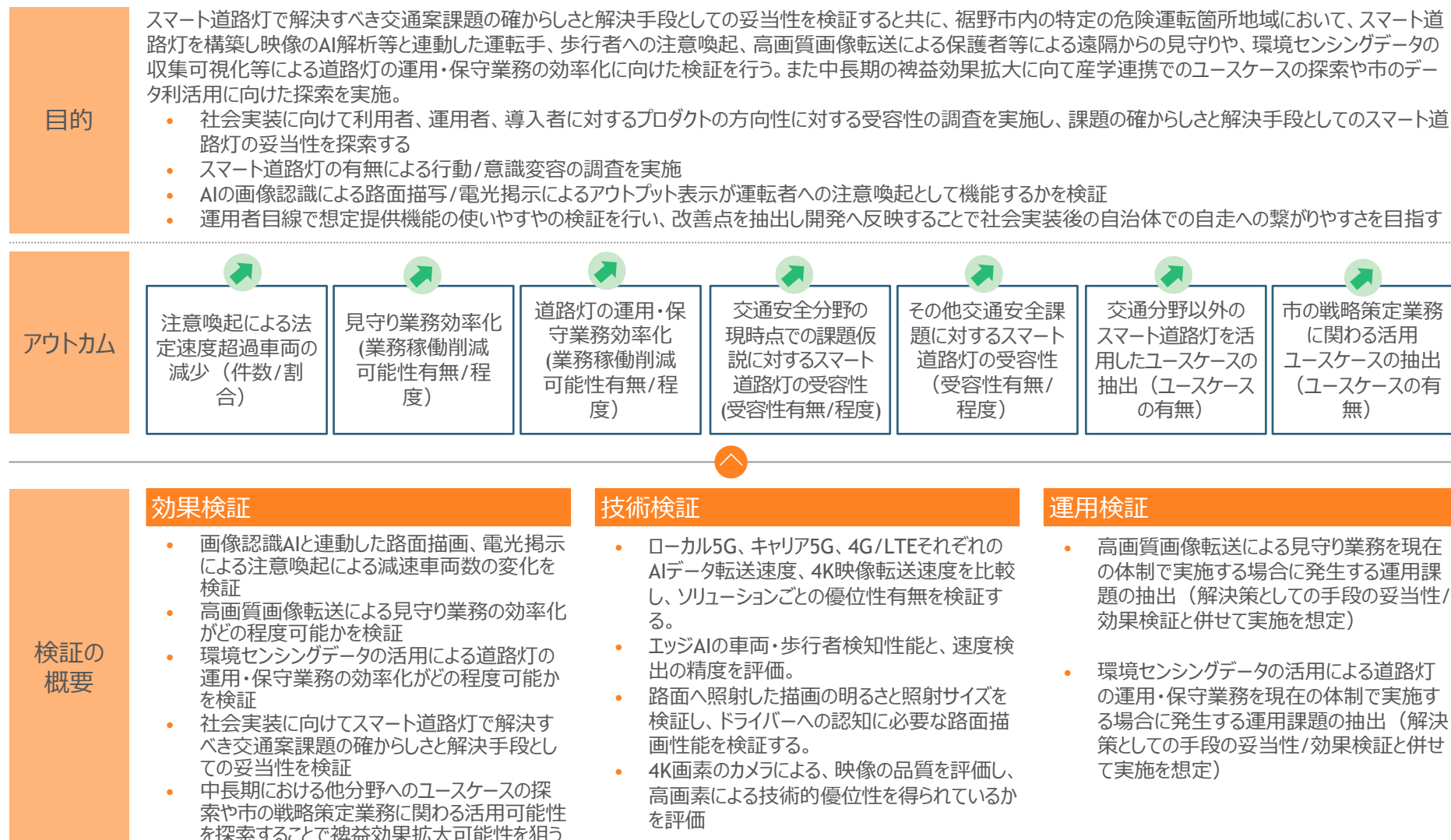
- (スマート道路灯からデータ蓄積・活用)
- 量産体制の確立
- 過年度までに導入スマート道路灯を活用したアップセル機能の実装
- 電柱や街路灯等街の社会インフラへの設置に向けた対応 (課題(1)の対応)
- 収集したデータの利活用ビジネスへの参画

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



実証計画



実証計画

各成果指標に対し、下記の通り個別の検証を実施

成果 (アウトカム) 指標	検証種類	検証番号	検証項目
1 注意喚起による法定速度超過車両の減少（件数/割合）	効果検証	a1	画像認識AIと連動した電光掲示板による注意喚起による車両の減速（昼）
		a2	画像認識AIと連動した電光掲示板による注意喚起による車両の減速（夜）
		a3	昼夜の視認性の違いを考慮した路面描画と電光掲示機能の使い分けによる速度超過車への減速を促す効果の比較
	技術検証	b1	エッジAIの評価
		b2	路面描画
		b6	ローカル5Gによる統合試験
		b7	キャリア5Gによる統合試験
2 見守り業務効率化（業務稼働削減 可能性有無/程度）	効果検証	a4	高画質画像転送による既存の交通安全見守り業務の実態と導入効果の検証
	技術検証	b3	4 K映像配信/映像品質
3 道路灯の運用・保守業務効率化（業務稼働削減 可能性有無/程度）	効果検証	a5	環境センシングデータの活用による保守・運用業務の実態と導入効果の検証
	技術検証	b4	バーチャルツインプラットフォーム
		b5	ダッシュボード
	運用検証	c1	高画質画像転送による見守り業務を行う際の運用検証
		c2	環境センシングデータの確認を行う際の運用検証
4 交通安全分野の現時点での課題仮説に対するスマート道路灯の受容性（受容性有無/程度）	効果検証	a6	スマート道路灯によって解決すべき課題仮説が対象者視点で確からしいかを確認し、抽出した課題に対する解決手段としてのスマート道路灯コンセプトに対する受容性の検証
5 その他交通安全課題に対するスマート道路灯の受容性（受容性有無/程度）	効果検証	a7	その他交通安全課題に対する本ソリューションの活用ユースケースの創出及び受容性の検証
6 交通分野以外のスマート道路灯を活用したユースケースの抽出（ユースケースの有無）	効果検証	a8	スマート道路灯による裨益規模拡大のために中長期を視野に他分野への活用可能性を探索する
7 市の戦略策定業務に関わる活用ユースケースの抽出（ユースケースの有無）	効果検証	a9	スマート道路灯による裨益規模拡大のために市の戦略策定業務に関わる活用可能性を探索する

検証ポイントと結果 (1/5)

効果検証: 速度超過車への注意喚起効果を定性・定量で確認し、実装に向けて改善点を洗い出した

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察																				
	項目	目標																						
AI画像認識と連動した路面描画/電光掲示板による注意喚起	a1 画像認識AIと連動した路面描画/電光掲示による注意喚起による車両の減速	C期間で60%以上の減少を目標値とする	計画からの検証の変更点 本実証では、AIと連動した路面描画を裾野市道で実施できなかったため、期間Bでは電光掲示板の常時点灯を行い、期間CではAIと連動した電光掲示板による注意喚起を行い、どちらの期間も路面描画は常時点灯で実施した。 検証結果①走行全体について ・スマート道路灯で取得した走行データ数の分布がどのように変化したかを分析した結果、期間A・B・Cで大きな変化は見られなかった。 ・テレマティクスデータ*を分析した結果、50%マイル速度・85%マイル速度で大きな変化が見られなかった。 *あいおいニッセイ同和損害保険保有のデータ 検証結果②高速域での走行について ・61km/h以上に絞って走行データ数が期間毎にどのように変化したかを分析した結果、期間Aよりも期間B・期間Cで61km/h以上走行が減少した可能性が示唆された。 また、減少の幅を昼夜で比べると、夜の方が昼よりも圧倒的に減少率が高くなかった。 ・テレマデータ*を分析した結果、95%マイル速度でも、ほぼ全ての期間が50km/hを超過していなかった。 <table><tr><td>61km/h以上のデータ数</td><td>期間Aからの変化量</td><td>期間B</td><td>期間C</td></tr><tr><td>南進昼間</td><td>-31%</td><td>-57%</td><td></td></tr><tr><td>南進夜間</td><td>-53%</td><td>-43%</td><td></td></tr><tr><td>北進昼間</td><td>-23%</td><td>-19%</td><td></td></tr><tr><td>北進夜間</td><td>+24%</td><td>+8%</td><td></td></tr></table>	61km/h以上のデータ数	期間Aからの変化量	期間B	期間C	南進昼間	-31%	-57%		南進夜間	-53%	-43%		北進昼間	-23%	-19%		北進夜間	+24%	+8%		・期間Bと期間Cを比較してみると減少率に大幅な差がなく、期間Bでも減速の効果があった。AI検知での減速効果を高めるには、文字のサイズ・表示する文言・点滅パターン等新たな検討事項を洗い出した。 ・低・中速度域については、期間毎に速度分布の変化が見られなかったが、高速域に限定すると速度超過車両の減少に寄与する可能性が示唆された。 ・また昼夜で比較すると、夜の路面描画がある方が圧倒的に効果が高い結果ではなく、路面描画の効果については、コンテンツ、色、見えやすさ等改善による効果拡大を測る必要がある。 ・小学校が隣接していることから児童が多く利用し、付近で2022年に死亡事故が発生していたため、裾野市様に選定頂いた市道で実証を行った。検証にあたって、交差点や横断歩道による車の停止や帰宅ラッシュ時の渋滞の影響を完全に除くことは難しかったので、次実証では場所の選定時に考慮する。 ・このように速度超過車両の変動は、本実証とは異なる変動要因が影響している可能性がある。長期間で測定し、他の変動要因に影響を測る必要がある。
	61km/h以上のデータ数	期間Aからの変化量	期間B	期間C																				
	南進昼間	-31%	-57%																					
南進夜間	-53%	-43%																						
北進昼間	-23%	-19%																						
北進夜間	+24%	+8%																						
a2 常時路面描画/電光掲示による注意喚起と画像認識AIと連動したピンポイントの注意喚起による減速した車両の割合	C期間の速度超過率がB期間の速度超過率よりも-10%以上の減少を目指す																							
a3 昼夜の視認性の違いを考慮した路面描画と電光掲示機能の使い分けによる速度超過車への減速を促す効果の比較	①と②の差分10%以内																							
高画質映像による遠隔見守り監視	a4 高画質画像転送による既存の交通安全見守り業務の実態と導入効果の検証	・現状の見回り業務の可視化 ・導入後の改善領域の抽出 (1領域以上)	・当初計画では、「自治体」を利用対象としていたが、自治体では業務が発生していないことが判明したため、利用対象者を「保護者」に変更。保護者の見守りに寄与する道路灯機能(子どもの通過記録等3種の機能)を確認。	・スマート道路灯でのセンサーや画像転送を活用することの効果として、事故の未然防止や保護者や子供の安心感につながるが想定される。ただし、高画質画像転送については、子どものプライバシー侵害や、新たな事件につながるリスクが懸念点として挙げられる。高画質であることの是非や、形骸化防止等の対応について継続検討が必要と考えられる。																				
	a5 環境センシングデータの活用による保守・運用業務の実態と導入効果の検証	現状の保守・運用業務の可視化 ・導入後の改善領域の抽出 (1領域以上) ・活用可能性が高い需要のあるセンシングデータ種別の確認	・対象業務を道路灯および道路に関する保守運用業務とし、それら業務の実態と課題について関係者へのヒアリングに基づき可視化。スマート道路灯が、道路灯の故障対応業務および、道路の雪氷対策業務という2領域において活用し得るという可能性を確認。そこで求められるデータとして、電圧・電流、温湿度、道路情報等を確認。	・左記記載の2領域のうち、道路灯自体の故障対応で受容性があつたのは、発生頻度の多さと、「スマート」道路灯の基本機能として認められたからだと考えられる。一方、雪氷対策業務では、自治体の課題として大きく、また全灯置き換えでなく一部でも効果を見込めるからであると思われる。今後費用含め具体化を要する。																				
環境センシングと可視化																								

検証ポイントと結果 (2/5)

効果検証: 分野横断で、スマート道路灯が社会課題解決をするユースケースを複数抽出できた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
AI画像認識と連動した路面描画/電光掲示板による注意喚起	a6	- スマート道路灯によって解決すべき課題仮説が対象者視点で確からしいかを確認し、抽出した課題に対する解決手段としてのスマート道路灯コンセプトに対する受容性の検証 - 課題仮説に対する共感度の割合50%以上。および、課題の具体化 - スマート道路灯により、課題解決がされると感じる割合が、50%以上 - 導入意思決定に関わる指標の抽出	本事業等の交通安全ソリューションの将来的な導入を見据え、自治体の職員にヒアリングを実施。導入意思決定に関わる指標として、計画との合致性や市民への価値、等重要な要素を抽出。本事業で想定している「速度超過」のソリューションに対し、ドライバー個人の質的観点で調査を実施。スマート道路灯を活用した標示により、目標値は達成できなかったが、50%程度の人が「減速すると思う」と回答があり、減速効果に期待できるユーザー評価を確認。路面描画は、標示の場所自体が評価されたというような訴求点や、標示の視認性の向上、速度検知後の点灯の危険性回避の工夫・検証が必要といった今後の改善点や指標を抽出。	左記記載の通り、50%の人が、減速すると回答したのは、路面描画の表示箇所がドライバーが運転中自然に向く箇所: 路面であった点と速度超過後の点灯により、標示の視認性が向上することが大きいと思われる。今後、さらに、減速効果を高めるため、左記記載の課題の解決が必須である。
	a7	- その他交通安全課題に対する本ソリューションの活用ユースケースの創出及び受容性の検証 - スマート道路灯が妥当な解決手段となり得る地方交通課題の抽出とユースケースイメージの策定1件	「速度超過」以外の交通安全課題として、各種白書等から、解決すべき交通事故を抽出。それを解決するため効果的なユースケースを2つ確認(交通安全ポイント、ゲームストリート)。ソリューションの効果、導入課題、技術的実現性の各観点について、自治体、専門家、利用者という複数視点からの訴求点、改善点を整理し、展開可能性を確認。	会社・職種横断的にユースケース探索のワークショップを行うことで、各社のアセットを有効活用しつつ、実現性と期待される効果のバランスの取れた、今まで探索できていなかったような新たなユースケースアイデアを創出することに繋がった。導入に向けては、交通安全のみならず他の課題も解決が必要であり、自治体に対する課題・方向性の調査が改めて必要である。
高画質映像による遠隔見守り監視	a8	- スマート道路灯による裨益規模拡大のために中長期を視野に他分野への活用可能性を探索する - 現状の見回り業務の可視化 - 導入後の改善領域の抽出(1領域以上)	京都女子大学データサイエンス学部学生54名によるワークショップを実施し、スマート道路灯の①照射機能、②センシング機能、およびそれらを組み合わせ、他の環境要因(ヒト・モノ・コト)を加味、③複合シナリオの3つのテーマに関して、アイディエーションを実施。合計771件のアイデアを創出、整理・統合の結果、特に活用可能性が高いと考えられる新分野ユースケース候補(5件)を抽出。	- 学生の積極的な参加によって、数多くの新規ユースケース候補を抽出できた。 - 本検証は、アイディエーションを主な目的としており、次のステップとして、技術、収益、法制度等の面からの - 実現可能性を調査・分析する必要がある。
	a9	- スマート道路灯による裨益規模拡大のために市の戦略策定業務に関わる活用可能性を探索する - 市の戦略策定業務領域に対してスマート道路灯から収集できる各種データ利活用の有効性があると思われるユースケースの策定1件、高い需要のあるセンシングデータ種別の確認	本事業で想定している「交通安全」以外の検討テーマとして各種計画等から、スマート道路灯が貢献しうる戦略策定テーマを抽出。それを元に、防災と観光という2つのテーマで、ニーズが高いと思われる計5つのユースケース案を確認(データ種別はカメラデータ、水位等)。戦略策定上の課題の有無、ユースケース案に対する必要性、活用しうるセンシングデータの各観点について、自治体、専門家、という複数視点からの意見を整理。	- 防災の分野では災害のきめ細やかかつリアルタイムの監記録・避難誘導に課題があり、一方、観光の分野では交流人口の最適化および観光プロモーションの観点で課題があることが明らかになった。いずれも5Gを - 具備したスマート道路灯が課題解決につながり得るとの示唆を得たが、技術的実現性の観点に加え、いかに平時とイベント発生時の双方で価値提供をすることで費用対効果を高めるかが実装に向けた要点になると考えられる。
環境センシングと可視化				

検証ポイントと結果 (3/5)

技術検証: ローカル5Gを用いて速度超過車への注意喚起を実装し、車速精度等改善点を見つけられた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
AI画像認識と連動した 路面描画/電光掲示板による 注意喚起	b1 エッジAIの評価	- 速度超過検出 (検出速度精度 / 実測比99%以内) - 飛出し検知 (検知精度/90%以上) - 車両検知 (適合率92%/再現率84) - 歩行者検知 (適合率81%/再現率71%) - エッジAI (フレームレート/7ps以上)	35回の走行試験での速度超過検出精度は73% 車速の精度が、自動車メータとの比較で最大12km 誤差があり、超過検出精度への影響がある。 - 飛出し検知の評価では、b区間の横断歩道を横断する歩行者対象とし、検知精度は88%であったが、2輪車を歩行者として誤検知するケースも確認できた。 - 車両検知 適合率93%/再現率81% - 歩行者検知 適合率 69%/再現率 65% 目標未達であり、飛出し検知の精度と誤検知に影響 - エッジAIフレームレート 約4.4fps 採用した機器性能に起因。	車速は、エッジAIによって車両の位置を取得する情報をもとに算出している。AIによる車両の位置検出の精度に課題ありと想定。AIの品質向上や、他の検出手段を用いるか、要件を踏まえて改善検討が必要である。今回の環境下では、歩行者の検出能力が想定より低く、設置環境に応じたAIの追加学習が必要である。フレームレートは、高速なレスポンスが求められるソリューションに適用するには、改善検討が必要である。
	b2 路面描画	- 照射サイズ (5m × 2m) - 路面照度 (90lx)	- 照射サイズ 道路灯A (5.2m×1.3m) 道路灯D (6m×1.55m) - 路面照度は 221lx以上 目標に対して60%達成率。照射する路面の状態による描画像の歪み、雨天影響による描画像の見え難さがあった。	描画像に点滅や動きを加えることによる視認性向上は可能であり、そのような照射を行った環境での実証評価が求められる。
高画質映像による 遠隔見守り監視	b3 4K映像配信/ 映像品質	- 分解能 (3,840×2,160px 以上) - フレームレート (15fps以上) - 遅延 (500msec以下) - 視野範囲 (見守り業務従事者より要件を確認)	- 分解能 3,840×2,160px - フレームレート 25fps - 遅延 400msec 上記3項目について、目標をクリアただし、夜間の映像品質では、フレームレートが目標を下回る。	夜間での視認性を向上させるには、補助光源の採用、夜間撮影に対応したイメージセンサ、レンズの選定が必要。カメラの視野範囲は、カメラの利用用途によって、個別アレンジが必要である。

検証ポイントと結果 (4/5)

技術検証: 環境センサーデータの可視化を実現。ローカル5Gと比較してキャリア5Gは安定性で劣るものの用途により検討が可能

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
環境センシングと可視化	b4 パーチャルツインプラットフォーム	- スマート道路灯から取得した環境センシング情報を裾野市の地形モデル上で可視化が出来るようにする - シナリオ検証1件以上	本実証の実施場所を中心に、裾野市の地形・建物の3D都市モデルおよびスマート道路灯のモデルを作成し、3D都市モデル上に仮想的に道路灯モデルを設置した。さらにエッジカメラやセンサーが収集するデータを変換・加工して、道路灯モデルの属性情報として登録。一定期間に通過した車両数、速度超過の車両数等のデータを3D都市モデル上で可視化することができた。	3D都市モデルの作成、道路灯モデルの作成と仮想空間上への設置、エッジカメラ、環境センサーが取得するデータの可視化を技術的に検証できた。 - 将来的には蓄積したデータをもとに、さまざまなシミュレーションを行うことを視野に入れている。
	b5 ダッシュボード	スマート道路灯から取得した環境センシング情報をダッシュボード上で全て可視化出来るようにする	環境センサ6種のデータのうち、温度、湿度、気圧、照度、音量について、時系列による変化として捉えることが出来た。 ジャイロ (X,Y,Z) については、グラフから読み取ることが困難であることがわかった。	ジャイロは、灯具やポールが異常に振動していないか、可視化することを期待していた。データの取得間隔から、可視化の手段について再考する必要がある。
AI画像認識と連動した路面描画/電光掲示板による注意喚起	b6 ローカル5Gによる統合試験	ローカデバイスの動作に必要なスループットを安定して提供することが出来る ※ WAN越しに利用する機能	ローカル5Gによる統合試験では速度超過検知時から電光掲示板での注意喚起表示の動作に必要なスループットが安定して提供出来ていた。別途実施したローカル5Gによる統合試験においてもPing応答時間の最大値は39ms、最小値9ms、ゆらぎ (ジッタ) 30ms、失敗率も0%と安定していた。	キャリア5GのPing応答品質はローカル5Gと比較して劣るが、注意喚起による法定速度超過車両の減少を目的とした用途では遅延とゆらぎは許容範囲内と想定する。
高画質映像による遠隔見守り監視	b6 キャリア5Gによる統合試験	仮想ツインプラットフォーム機能は除く	キャリア5Gによる統合試験ではローカル5G区間をキャリア5Gに置換えた試験を実施したが、Ping応答時間の最大値は772ms、ゆらぎ (ジッタ) は688ms、失敗率も0.1%とローカル5Gと比較して安定性に劣る結果となった。	- また、Ping応答NGの頻度もローカル5Gと比較して多いものの、0.1%と小さいことから費用対効果を鑑みると検討可能と考える。 - ローカル5Gとキャリア5Gをエリアに応じて使い分ける具体的なモデルの検討が今後の課題
環境センシングと可視化				

検証ポイントと結果 (5/5)

運用検証: センシングデータの確認作業・可視化はできたが、自治体の業務に活用するには大きな障壁あり

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
高画質映像による 遠隔見守り監視	c1 高画質画像転送による見守り業務を行う際の運用検証	対象者が目的を問題なく達成できる 任意の道路灯からの転送画像を確認する	自治体では児童の見守りに関して責任がなく、そのような業務は発生していないことから、本検証の実施を見送ることにした。	左記の通り
	c2 環境センシングデータの確認を行う際の運用検証	対象者が目的を問題なく達成できる - 任意の道路灯からのセンシングデータを確認する - 任意の道路灯に対して特定のセンシング情報に絞って可視化を行う	効果検証a5で見出された、雪氷対策業務に着目し、自治体の担当職員へヒアリングを実施した。凍結防止剤散布業務の現状を整理し、課題「精度の高い巡回指示判断ができていないことや経験則への依存」が抽出された。これらから、自治体の担当者へ現行版と2つの改善案を提示し、現行の環境センシングのみでは不十分、業務の平準化に向けて高い予測精度が必要といった意見を引き出した。	雪氷対策業務の平準化に向けては、高精度な凍結予測の必要性が挙げられたが、スマート道路灯の環境センシングのみでは対応が困難であること、また凍結予測ができたとしても、凍結防止剤等の消費財削減にもつながるようなコストメリットが提示できなければ、自治体の導入判断には至らないことが考えられる。今後の課題として、協業先や提供先・提供方法について、継続検討を要する。
環境センシングと可視化				

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

横展開を見据えたとき、コストが高く自治体への導入ハードルが高いため、コスト低減に向けたアクションを検討

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	路面描画機能の実装に向けた法規制変更 (緩和)。本実証では静岡県警察本部の意向により路面描画による速度超過車両への注意喚起が実現不可となっている	法規定の変更 (緩和) は1企業の力では達成できないため、国や総務省様にもお力添えいただき、路面描画による注意喚起機能の実装を目指す	NTTコミュニケーションズ	FY2024検討
	路面描画機能の品質の向上。道路状態 (ひび割れや摩耗等) により、路面描画の視認性にバラつきが生じている	描画像のサイズ拡大や、見えやすさの改善。動きを加えた描画像、歩行者向けの描画像などのコンテンツのバリエーション拡充し、交通安全寄与拡大を目指す	スタンレー	FY2024～FY2025
	エッジデバイスのチューニング簡略化。エッジデバイスに全ての機能を具備したことにより想定外のチューニング稼働が多く生じた	今後は機能をエッジとMECに分散させて細かなチューニングが必要とされる機能はMEC上で実装し、ハードとなる道路灯側では実装した機能を配信してアウトプットと簡易的な制御を行うエッジデバイスとすることでチューニングを簡略化	- スタンレー - 加賀FEI - NTTコミュニケーションズ	FY2024～FY2025
	個々の速度超過者に対する確実な注意喚起。速度超過者が自身に対する注意喚起を受けたという認識を持てないという意見が散見された	サイネージなどを活用し、リッチコンテンツの情報発信可能なデバイスの追加実装を目指す	スタンレー	FY2024～FY2025
横展開に向けて	道路灯具メーカーや、自治体の道路灯照明の導入形態ニーズにこたえるためにリース会社を巻き込んだ実装・横展開のための体制の確立	実証体制の各団体経由で取引企業及び、グループ会社ネットワークを活用しパートナー候補の選定及びアプローチを実施 (既に2社と連携にむけた議論開始中)	- スタンレー - NTTコミュニケーションズ	FY2024
	現状の導入コストでは自治体への導入ハードルが高いため各種コスト低減に向けた対策を行う	- ローカル5G以外の通信規格への対応と継続した技術検証の実施 - 本実証で実装した機能のうちアウトカムに寄与する機能に絞った実装を行う	- スタンレー - 加賀FEI - NTTコミュニケーションズ	FY2024
	交通分野の安心・安全以外に自治体や国からの対応要請が高いと思われる分野でのスマート道路灯活用ユースケースの検討	本実証を通じて創出された新たなユースケース及び各種PR活動を通じて連携依頼を受けている具体的なスマート道路灯の活用ユースケース案の比較検討を行い重要度の高いテーマについて継続した実証を行う	- スタンレー - 加賀FEI - NTTコミュニケーションズ - ダッソー・システムズ	FY2024～FY2025

No.7 アイテック阪急阪神

Wi-Fi HaLow™とカメラ画像を活用した島根県雲南市における獣害被害削減の実証

通信技術とAI技術で獣害対策を効率化して暮らし続けられる地域を目指す

地域課題	獣害被害は農作意欲の低下だけでなく安心・安全面でも非常に深刻な地域課題 ・ 罾・檻等の維持管理の負担が大きい (重労働・高齢化) ・ 検討材料が少なく有効な対策が難しい	目指す姿	遠隔監視で罾・檻等の管理を効率化し、設置数を増加 害獣出没情報を蓄積・共有し、捕獲率を向上
実施体制 (下線: 代表機関)	アイテック阪急阪神(株)、島根県雲南市、NPO法人おっちらボ、(株)GAUSS、サイレックス・テクノロジー(株)	実施地域	島根県雲南市

実証の概要

Wi-Fi HaLow™を用いて以下のソリューションを構築

- 罾・檻等の状態遠隔監視
- 罾・檻等をカメラで定期撮影してWebサイトに公開する
- 害獣出没情報の蓄積・共有

AIがカメラから自動で害獣を検出して、その種類と出没時間、画像をWebサイトに公開し、メール通知する

実装に向けて達成すべき項目

- 【1】遠隔確認によって罾・檻1基あたり見回り時間を従来の30分から6分へ削減できること
- 【2】本実証で蓄積した害獣出没情報を基にして、檻の設置場所等の対策が案出できること
- 【3】Webサイトを通じて罾・檻の状態を遠隔監視するための画像品質について、住民の90%以上が満足する品質であること
- 【4】AIによる害獣検出率が90%以上の精度であること
- 【5】Webサイトの操作性について、住民が迷うことなく操作利用できる使いやすさであること

実証成果・実装移行の課題

実証成果

- 【1】住民協力により見回り頻度の低減が実現し、1基あたり13分に削減できることを確認
- 【2】害獣出没情報を基に、実証期間中に檻の追加設置を行い、イノシシ1頭の捕獲に成功
- 【3】夜間や悪天時の写りが悪く、品質に許容できる満足度は60%
- 【4】徐々に性能向上し、検証期間全体での検出率は53%
- 【5】操作性では約60%の満足度、地域での役立ちに関する調査では約85%の満足度

実装移行への課題

- システム構成: 可搬性の向上、猟師や住民の使い方に応じた機器と通信の最適化
- AI精度: 継続した学習による検出精度向上と誤検出の削減

実装・展開のスケジュール

実証 (2024/3~)	実装 (2024/6~)	展開 (2025/4~)
- AI検出における誤検出防止フィルタ機能の開発と有効性検証 (~2024/4) - 可搬型カメラの開発と技術検証 (~2024/12) - 害獣検出におけるAI学習方法の最適化 (~2024/12)	- 雲南市での本運用をスタート - 島根県の他地域へ紹介・提案を進め、横展開を開始する - 汎用化に向けたAI学習 (~2026/3) - 横展開へ向けてWebサイト改修 (~2025/3)	- 運用者目線での改善を進め、増設と利用者増に繋げる - 他県への横展開を推進する

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー

最終アウトカム

獣害被害削減の実現

- ・ 獣害被害額の削減
- ・ 害獣被害面積の減少

中間アウトカム

害獣捕獲数

検討し、狙いをつけた
罠・檻の設置数

データ分析に基づく
罠・檻の設置候補
場所の案出可否

AIの害獣検出精度

設置可能
(管理可能) な
罠・檻の数

罠・檻等の
見回り時間

罠の管理業務に
従事可能な
作業員数

特定の作業員
以外でも
管理可能なシステム

実装・横展開の成果指標

実証の成果指標



目標の方向性 (増減)

実証計画

a. 実証計画の概要

目的	檻・罾付近にWi-Fi HaLow™環境を構築し、カメラ画像による檻・罾の遠隔監視および画像AIによる害獣検出情報の有用性を検証する。 • 技術的にカメラ画像での運用が可能かどうか、画質の精度を検証 • 実装に向けて、導入による檻・罾等害獣対策設備の管理作業工数の削減割合を検証 • 技術的に画像AIが判定した害獣検出情報が有用かどうか、画像AIの精度を検証
アウトカム	• AIの害獣検出精度 • 罾・檻等の見回りにかかる作業工数 • 特定の作業員以外でも管理可能なシステム • データ分析に基づく罾・檻の設置候補場所の案出 • 設置可能（管理可能）な罾・檻の数
検証の概要	効果検証 • Wi-Fi HaLow™で送られてきたカメラ画像の目視確認により、従来1基あたり約30分要していた檻・罾の目視確認作業時間をどの程度削減可能か検証を実施 • 従来手動で行っていた害獣目撃情報入力の本システムで自動的に同等の入力がされ、今回の限られたカメラ台数でどの程度情報が集約できるか検証を実施
	技術検証 • カメラ画像の品質について、遠隔業務に適用可能な品質を担保できているか、実際の檻・罾を管理員からの品質に関する評価により検証 • AI検出精度について、取得情報を目視確認し、正答率評価により検証
	運用検証 • 今回用意したアプリケーションの操作が、現在の体制で運用可能か検証

検証ポイントと結果

効果検証では、両ソリューションが有用であることを確認できた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
罾や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	I カメラ映像遠隔確認による作業時間の削減	1基あたり6分の作業時間	1基あたりの作業時間は約13分/日で、約43%の削減効果となり、目標値の半分程度であった。 - 本ソリューションの利用にて、遠隔で罾や檻等の確認作業を行うと、現地に行く頻度を減らすことができるとの回答が得られた。従来は1日1〜2回頻度で「餌の減り具合」を確認しているが、今回の検証箇所となったライスセンターでは平均して3〜4日に1回の頻度で餌の補充が必要な状況であった。作業時間は遠隔確認（1回3分）と現地作業（1回30分）を頻度で平均して算出した。	- 今回検証した2箇所においては見回り時間の削減効果があることを確認できたが、害獣の出没頻度に依存して罾・檻への餌補充等が必要な確率変動するため、継続した検証が必要である。 - とくに檻は山沿いに設置されていることが多く、山道を通る管理は高齢者にとって重労働であり、本ソリューションは管理時間の削減効果以上に住民にとって意義があるものと考える。
	II 自動的に害獣検出情報を蓄積、見える化	検討会を開催し、害獣動向を分析して 罾・檻の設置場所方針を案出 できること	- 実際に栗谷民家裏にて檻の追加設置が行われたことから、目標を達成したと言える。 - 栗谷民家裏では、本ソリューションにて害獣の出没時刻と様子（画像）が見える化できたことでイノシシの行動経路が特定でき、効果的な檻の設置の設置位置が検討できた。 - また書面アンケート調査においても、対策に向けた有意義な知見が得られるとの回答が多数であったことから、本ソリューションが、獣害対策の検討材料として有効であることが示せた。	

検証ポイントと結果

技術検証では、両ソリューションをより有用なものとするための課題を確認することができた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
罨や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による 状態遠隔監視	Ⅰ 画像品質	画像の品質について、実証協力する市職員や住民等90%以上が満足する。	- 書面アンケート調査では「時々確認しづらい」が60%、「確認しづらいことが多い」が40%であり、目標未達であった。 - 画像品質に関して、日中の晴天時の画像品質自体は十分良好であったが、夜間や悪天候時は十分な品質を確保できとは言えない結果となった。	- 大多数の住民がスマホの小さな画面で確認しているため、ズームアップしても十分に詳細確認できなかったと思われる。 - 画像が見やすいかどうかは「カメラの夜間撮影性能」「撮影画角(撮影距離)」「Webサイトの表示方法(画面の大きさ)」の3要素に大きく依存すると考えられる。いずれにも課題があるが、檻の遠隔監視に条件を絞ることで、十分な品質確保は可能である。
	Ⅱ AI精度	害獣のAI検出正答率90%以上	- 現地(本番環境)での検出率は53%で目標未達であった。 - 実際に出没した種別内訳では約9割がアライグマ(タヌキ)であり、非常に偏りの大きい結果であった。 - また、背景の草木や人工物を誤って害獣だと検出してしまった誤検出が多発し、誤報率(検出結果が誤っていた確率)は55%であった。	- 当初の想定より遥かに困難であることが判明したが、短期間で出没数が少ない状況ながら地道なAI学習対応を続けたことで、最終的にはアライグマ(タヌキ)とイノシシのAI検出に成功した。AIの技術的観点では大きな成果が得られたと考える。 - 一方で、獣害対策に役立つレベルには達しておらず、本ソリューションで獣害被害を減らすためには長期的な継続が必要である。

検証ポイントと結果

運用検証では、アプリ操作性だけでなく、本課題における住民の関心の高さを確認することができた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
罾や防護柵等の獣害対策設備のカメラ画像による状態遠隔監視	Ⅰ アプリ操作感	実装時に市職員や住民が遠隔での画像確認の操作を迷うことなく実行できる。	- 近隣住民の大多数が問題なく操作できる状況のため、目標達成と考える。 - 操作性に関する書面アンケートでは、56%が使いやすいとの回答であった。住民報告会でも、ほぼ全員が問題なく操作できる状況であった。 - また地域での情報共有や行動に関する書面アンケートでは、89%が役立つと回答。	本ソリューション自体に狩猟関係者以外からも高い関心が寄せられていることがわかった。デジタル技術を活用したソリューションであっても、住民が自主的に活用していくことができる可能性を示せたと考える。
	Ⅱ 害獣目撃情報の充実による害獣動向把握	実装時に市職員や住民が検出情報閲覧の操作を迷うことなく実行できる。	- 近隣住民の大多数が問題なく操作できる状況のため、目標達成と考える。 - 操作性に関する書面アンケートでは、67%が使いやすいとの回答であった。住民報告会でも、ほぼ全員が問題なく操作できる状況であった。 - また地域での情報共有や行動に関する書面アンケートでは、83%が役立つと回答。	

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

(効果検証を踏まえ) システムの低価格化は特に課題であり、今後は機器の再選定に取り組んでいく

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	システム構成再検討による低価格化	檻の遠隔監視だけに絞った場合のローカル側機器構成を再検討する。通信機能を内蔵した低消費電力で動作するカメラを用いて、本ソリューションと同等のシステムを構築する。	アイテック阪急阪神	24年4月～9月
横展開に向けて	可搬性のあるシステム構成	電源不要のローカル側機器構成を検討する。エッジAI BOXは消費電力が大きいため電源が必要である。Wi-Fi HaLow™親機側の拠点にエッジAI BOXを配置し、Wi-Fi HaLow™通信経由で取得したカメラ画像に対してAI検出を行う構成にすることで、撮影箇所の機器点数を減らして電源不要で稼働させる。具体的には、ソーラー発電 + バッテリーで稼働するWi-Fi HaLow™通信機能内蔵のカメラをメーカーと共同開発することで実現する。	アイテック阪急阪神	24年9月～12月

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

(技術検証を踏まえ) 撮影画質が課題であり、今後は画質向上や最適な撮影方法の確立について取り組んでいく

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	夜間画質の向上	夜間用の赤外線LED追加にて光量増加することで対応する。また、檻の遠隔監視用途に絞れば、画角を狭めて近距離撮影することで、夜間でも十分な画質が確保できる。合わせて悪天候時の画質改善も見込まれる	アイテック阪急阪神	24年7月～9月
	誤検出の流出防止	現在のAI検出の機能とは別で、AI検出結果に対してフィルタリングを実施することで、誤検出の流出を削減する。検出結果が一定時間動かないものは、害獣でないと判断して除外する。画角内で一定の大きさ以上のもの (画角の大部分を占めるなど) は、害獣でないと判断して除外する	GAUSS	24年4月～6月
横展開に向けて	カメラ画角の統一化によるAI検出精度向上	横展開に向けて、カメラ画角 (高さ、角度、被写体との距離) をある程度統一して展開 (またはパターン化して展開) していくことで、AIモデルの汎用化を目指す	アイテック阪急阪神、GAUSS	24年4月～25年3月

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

(運用検証を踏まえ) AI誤検出による誤発報の多さが課題であり、今後はAI誤検出時による誤発報数の低減に取り組んでいく

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	誤検出データの除去	AI検出結果 (種別判定結果) を即時性の有無で分類し、即時性が必要な種別 (サルやクマなど) の検出時は自動でWeb掲載/メール通知し、それ以外の種別は管理者の判定アクションを加えた上でWeb掲載できるようにするなどのシステム改修を検討する。全自動ではなく、人の手を介したシステム運用が必要となってしまうため、実際の運用にあたっては企業側/自治体側/住民側でオペレーションを検討していく	アイテック阪急阪神	24年4月～9月
横展開に向けて	カメラ台数が増加した際の管理方法	毎日全台のを見回るという性質上、タグ付け (設置箇所の種類、エリアなど) による一覧表示の絞り込み機能を開発することで改善を図る。また、うんなんけモナビが採用している地図表示によるカメラ選択インターフェースも検討する	アイテック阪急阪神	24年7月～9月

No.8 ビットコミュニケーションズ

IoT・AIを用いた貧酸素水塊検出・赤潮予測による養殖業の生産性向上及び高収益魚種シフトによる安定収益化システムの実証

養殖業をDXで効率化。IoTとAIで生産現場を守る

地域課題	- 担い手問題 (島民の高齢化に伴い、2代目、3代目と漁師になっていくが、少子化および廃業が続き担い手が激減している) - 収益化問題 (養殖に係るコストおよび手間は同一である、高収益魚であるハマチに注力し、その他魚種は簡素化したい) - 赤潮問題 (赤潮の経済的な打撃を防ぐ。例: 1小割3,000匹が死滅、死滅魚は産廃扱いで処理費用も加算)	目指す姿	漁場環境および収益のデジタルによる安定化 漁場環境の最適化(小割を守り収益と労働力削減の実現)
実施体制 (下線: 代表機関)	(株)ビットコミュニケーションズ、メルヘングループ(同)、香川県 JF香川県漁業組合、 香川高等専門学校	実施地域	香川県高松郡直島町

実証の概要

香川県における漁業・養殖業者の悩みである後継者問題から派生する、養殖の教育・時間・手間・コスト削減と収益増をIoTセンサー・行動学習AIで効率化を目指す実証

実装に向けて達成すべき項目

- 【1】溶存酸素測定精度(プランクトン等)の正確さ 70%達成
- 【2】赤潮の発生検知精度(プランクトン・潮流等)の正確さ 70%達成
- 【3】陸上監視工数の削減 50%達成
- 【4】魚体監視精度(対目視測定) 70%達成
- 【5】システムの正常稼働 90%達成

実証成果・実装移行の課題

実証成果

- 【1】溶存酸素測定精度(プランクトン等)の正確さ 目視100%→自動化80%
- 【2】赤潮の発生検知精度(プランクトン・潮流等)の正確さ いけす現場および周辺の潮流把握自動化無し人力→100%
- 【3】陸上監視工数の削減 自動化IT監視→100%
- 【4】魚体監視精度(対目視測定) 自動化IT監視→100%
- 【5】システムの正常稼働 死活監視→100%

実装移行への課題

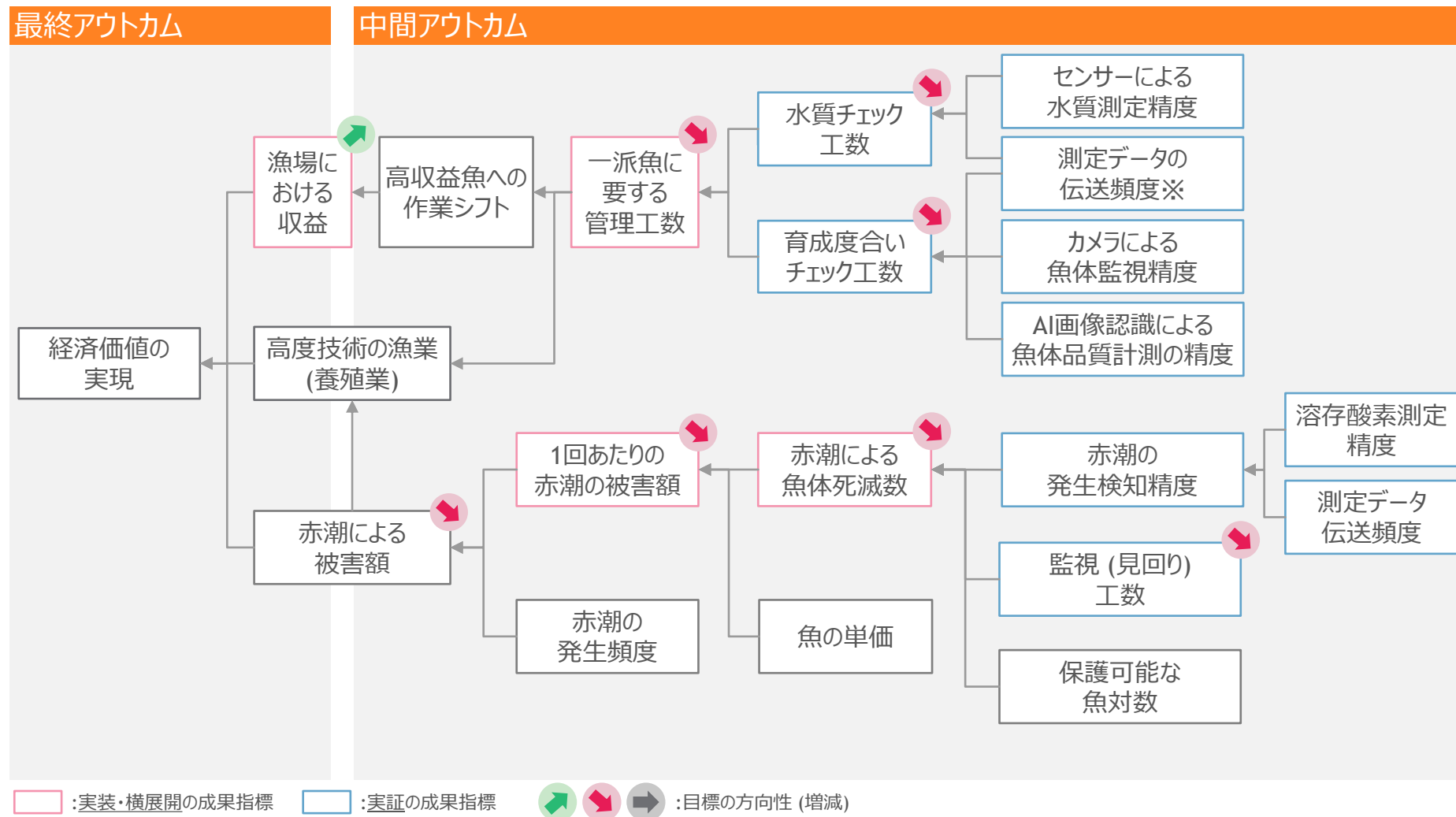
- 更なるUIの使い勝手向上 (構成改良) を目指す
- 更なるAIシステムブラッシュアップ (学習能力向上)
- 水中カメラ、電源周りの改変 (4K画質カメラとの連動や高発電パネル・高蓄電電源の確保)

実装・展開のスケジュール

実証 (2024-)	実装 (2025-)	展開 (2027-)
小割管理、溶存酸素(赤潮)発生予測モニタリング(メイン小割の直島町で実証)	漁業DXの実装(実証機の導入) - 実証での修正版を横展開 - 漁連および県水産課より展開協力	他養殖地への展開(正規版導入) 他地域での赤潮対策、小割対策への展開小割データ、赤潮データによるビッグデータ解析後の指導・予測AI構築

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



実証計画

目的

本ソリューションでは、IoT・AIを用いた貧酸素水塊検出・赤潮予測による養殖業の生産性向上を図る。併せて水中魚体・餌食監視ツールも併用する。管理の容易な鯛・鮭の育成の自動化を行い、高収益魚種であるハマチ育成に注力することで、安定収益化を実現する。

アウトカム

- 水質チェック工数
- 育成度合いチェック工数
- センサーによる水質測定精度・
- 測定データの伝送頻度
- カメラによる魚体監視精度
- AI画像認識による魚体品質計測の精度
- 溶存酸素測定精度
- 赤潮の発生検知精度
- 監視(見回り)工数



検証の概要

効果検証

工数が削減できるか
赤潮予測ができるか

- 各種センサとカメラをWifi-6Eで接続し、海面環境、小割の監視を目視することなく陸上から監視できるか
- 必要時にのみ作業を行え、人的作業コストの削減の検証
- 香川県赤潮研究の閾値と等しく予想できるか

技術検証

期待するデータが排出できているか検証

- データの計測、伝送、解析精度（AI含む）

運用検証

生産者側UIが生産者に適した設計であり、運用に支障が無いかの運用検証

開発・運用人員が最適か（現在想定3名）および自然災害想定の実シミュレーション運用

排出データ・画像の整合性

- 生産者にとって日常管理が可能なデータ群が揃っているかの運用検証

本実証における検証ポイントと結果

センサー・カメラ設置による、目視の労働コストが80%以上削減された

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
小割管理・監視 (センサとカメラによる 小割環境および魚体成長の AI解析)	I 小割魚体監視 (カメラ巡回と魚体 パターン解析に よる管理工数の 削減)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	都度都度の魚体監視となったがテストカメラ機は 4K画質にて撮影が可能であった。 水中WIFIを設定することに労力をかけたが、水中 WIFIを実現することを可能にした。 上記2点が大きな効果となり、手元で生産者の 魚体目視がより簡素化された (見回りコスト80% 超達成)	問題点、水中カメラの電源確保、USB化が必要 であり開発継続させる。
	II 魚体の成長監視 (魚体が生産者に とって正しく成長 しているか)	監視コストの削減 (見回りコストと同等)	テストカメラ機は4K画質にて撮影が可能で あったため、魚体成長監視は順調であった。 AIによるアノテーション機能 (自動測定) が 高画質による恩恵にて簡素化されたため、 より効果を発揮した	成果が十分に機能満足を果たし、手元で生産 者の魚体目視がより簡素化された (見回りコスト 80%超達成) 考察1同様。
	III 水質チェック (現行の水質チェッ クの品質と相違は ないか)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	水温センサの精度による誤差は±0.5程度の 範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県 漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀水質状態を ほぼ正確に測れるため、公式データに頼ること なく独自で漁場判断を可能にした。 (見回りコスト100%達成)	センサー設置場所による誤差が発生している ため、生産者の狙う箇所に正確に設置する 必要がある。
溶存酸素・赤潮発生予測 モニタリング (センサによる潮流、 溶存酸素、プランクトン率を AIに保存、先読み予測を 実施)	I 溶存酸素発生の 有無 (稼働するセンサの 閾値が 正しいか)	香川県赤潮研究の 閾値と等しく予測 できるか	水温センサ同様、溶存酸素センサー (DO) の 精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、 香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値と ほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態を ほぼ正確に測れるため、公式データに頼ること なく独自で漁場判断を可能にした。 (見回りコスト100%達成)	センサー設置場所による誤差が発生している ため、生産者の狙う箇所に正確に設置する 必要がある。

本実証における検証ポイントと結果

ネットワーキングの性能保証が100%得られた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
小割内のインフラ (センサ郡、Wi-Fi6E)	I Wi-Fi6E ルーティング (小割内のメッシュ 接続による通信品 質の評価)	パケットロス率0.1% 以内 (野外における通信 担保)	IPV6にて接続確認済み Ipv4に関し、既存接続でありログ割愛 すべてESTABLISHEDとなり正常稼働を確認 ロス率0%を達成	生け簀上のWIFI6Eメッシュ化に成功した。 (WIFI5の最大接続数100台) 通常ルータによるルーティングだがWIFI6E 最大接続数200台の恩恵は、今後拡張する センサー群の集約に最大の効果を発揮する (現在1生け簀10-20台程度)
	II 他機器への影響 調査 (混信・断線・ その他不慮の 通信ロストの 接続評価)	パケットロス率を5%に 設定	ネットワークロギングより異常値・通信停止が 発生した場合、Slack・メールへ通知する処置を 施し、開発・運用メンバーの助けとなった。	Slackによる運用効果が絶大であり、今後の運用 に最大活用する
センサデータ (センサ郡、AIデータ処理部)	I センサデータの 取得 (データロストが 発生するか、 正常にデータ 送信が出来て いるか評価)	100%データ取得	本実証中のデータ欠損はネットワーク機器停止 によるアラート発生・データ欠損に関し、機材側 へSDカードを装着、ロスト時データはSDカードへ 保存する物理バックアップにて正常ロギングを 確認評価した	データ欠損も、Slackによる運用効果が絶大で あり、今後の運用に最大活用する
	II AIデータストア 解析評価 (格納DB内での機 械学習が 生産者にとって評 価できるものか検 証)	データ整合性100%を 担保 (機械学習解析が、 生産者の理想とする 作業タイミングの データが取得できて いるか)	AI機械学習・アナレーションを可能にする データ保存に関し、GCPの有用性を確認した (欠損率0%) ただし、ネットワーク機器停止の際はSDカード より物理的にデータをGCPへ読み込ませる アナログ対応を行った。	自動化出来ないSDカード読み出しが発生したが、 誰でも操作できる作業 (SDカード抜き差しのみ)で あったため運用被害は0%であり、 評価に値した。

本実証における検証ポイントと結果

赤潮研究所との差異が±0.5の範囲で高精度測定を可能にした

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
溶存酸素・赤潮発生予測 モニタリング (センサによる潮流、溶存酸素、プランクトン率をAIに保存、先読み予測を実施)	I 溶存酸素発生の有無 (稼働するセンサの閾値が正しいか)	香川県赤潮研究所の閾値と等しく予測できるか	水温センサ同様、溶存酸素センサー (DO) の精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした (95%達成)	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。 来期、赤潮研究所にも同様のシステムを設置・共存し精度向上を目指す
	II 潮流センサと溶存酸素センサの整合性確認 (溶存酸素発生から潮流にプランクトンが乗った状態を把握)	香川県赤潮研究所の閾値と等しく予測できるか	擬似的なDOと潮流によりAIモデリングを成功させている (赤潮研究所過去データよりデータ抽出し、軌道予測) 水温センサ同様、潮流計・溶存酸素センサー (DO) の精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした (95%達成)	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。 来期、赤潮研究所にも同様のシステムを設置・共存し精度向上を目指す

本実証における検証ポイントと結果

生産者の意見を100%反映させ、使ってもらえるUIを設計した

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ユーザビリティ運用 (使い勝手)	Ⅰ アプリ操作感	実装時に小割状態・赤潮発生が遠隔での画像確認の操作を迷うことなく実行できる	生産者・香川県漁連の意見を100%反映させたWebUIを開発、各ステータス画面・生け簀状態画像・水中カメラによる魚体画像を取得表示を可能とした。 とても便利に使用してくれている感触を得ている	フォントの拡大が必要 (高齢者対策)
	Ⅱ データ連携基盤、スマホ等	サポートなしに閲覧できること	生産者・香川県漁連ともに説明なく画面操作を自己端末にて操作を行った。 とても便利に使用してくれている感触を得ている	フォントの拡大が必要 (高齢者対策)

本実証における検証ポイントと結果

外部連絡ツール、Slackの100%活用によりチームビルディングに成功した

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ネットワーク運用 (小割内Wi-Fi6E、センサ、カメラ、エッジPC)	I データロギング (設置したセンサ郡、カメラのデータが正常にクラウドサーバへ記録できているか検証)	通信不良時でも100%データ保存担保	IPV6にて接続確認済み Ipv4に関し、既存接続でありログ割愛すべてESTABLISHEDとなり正常稼働を確認 ロス率0%達成	生け簀上のWIFI6Eメッシュ化に成功した。 (WIFI5の最大接続数100台) 通常ルータによるルーティングだがWIFI6E最大接続数200台の恩恵は、今後拡張するセンサー群の集約に最大の効果を発揮する (現在1生け簀10-20台程度)
	II センサ・カメラ破損のロギング (設置したセンサ郡、カメラが破損した場合のアラートを検証)	破損時アラート発報	ネットワークロギングより異常値・通信停止が発生した場合、Slack・メールへ通知する処置を施し、開発・運用メンバーの助けとなった。 100%達成	Slackによる運用効果が絶大であり、今後の運用に最大活用する
クラウドサーバ内データ運用 (小割データ群)	I データ整合性 (小割データ群受信時、あらかじめ定めたデータ群が格納できているか検証)	データ未格納時のアラート	ネットワークロギングより異常値・通信停止が発生した場合、Slack・メールへ通知する処置を施し、開発・運用メンバーの助けとなった。 100%達成	Slackによる運用効果が絶大であり、今後の運用に最大活用する
	II DB格納整合性 (小割データ群から機械学習させる場合のデータ整合性を検証)	データ格納マッチングアラート	ネットワークロギングより異常値・通信停止が発生した場合、Slack・メールへ通知する処置を施し、開発・運用メンバーの助けとなった。 100%達成	Slackによる運用効果が絶大であり、今後の運用に最大活用する 来期、データ格納をGCPからAWSに変更し、より一般的な運用を行えるように拡張する

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

水中カメラ・電源は特に課題であり、今後は水中カメラ・電源問題を重点的に取り組む

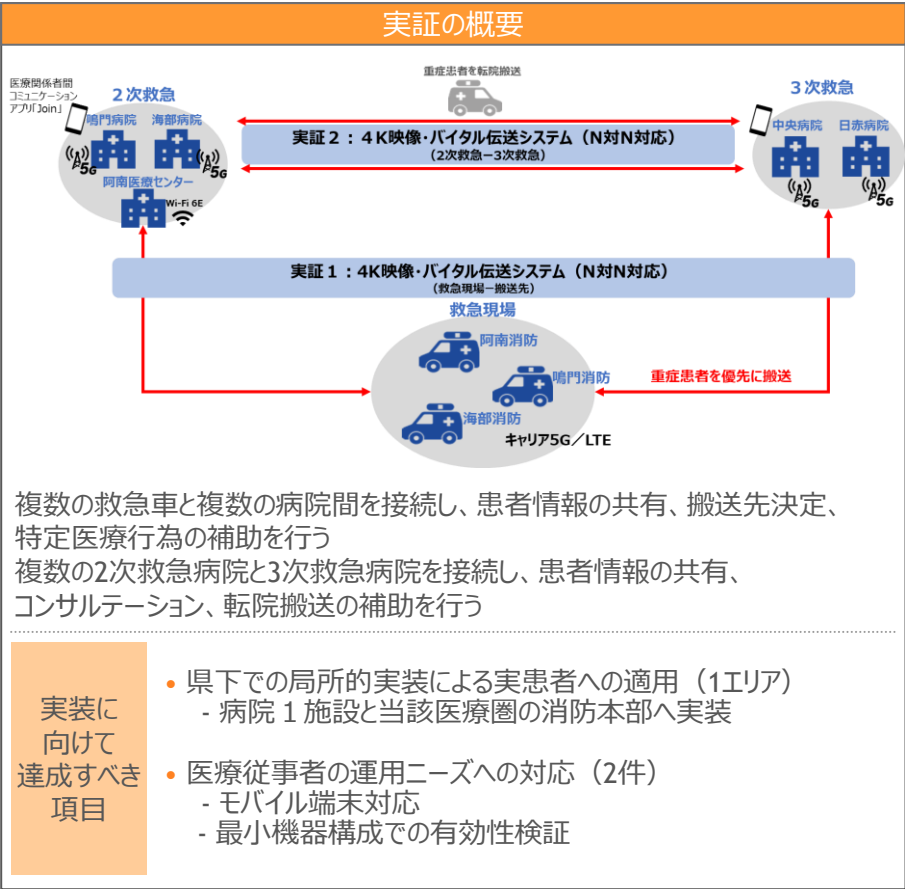
	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	- いけす上の電源確保の再編 - ポータブルバッテリー容量およびパネル発電量の見直しが必要	電源メーカーおよび商社と連携する必要がある	メルヘングループ 合同会社	24年3月以降全対応 - 来期実証のテーマにもなる
	- 水中カメラを簡素化 - 水中化ではWIFIが届かないため、エクステンションケーブルを這わせWIFI環境を水中に実現したが、効率が悪く設置の都度エンジニアが必要となる、水中ドローンで代用できるか思案	- 水中カメラに関し、水中ドローンメーカーと競技する必要がある - カメラ機器自体の電源・バッテリー問題を解決する必要がある 例: 産業用バッテリー・パネルに変更 USBカメラの完全防水化を設計する		
	現在Googleクラウドを利用しているが、国内エンジニア数が足りず不慮の事態に対応が難しい、AWSへ移行準備を行う	GoogleクラウドからアマゾンWebサービス (AWS) へ技術変更する		
横展開に向けて	- 大容量ポータブルバッテリーの単価を下げるか、普及価格帯ポータブルバッテリーの使用で耐えられるシステム設計の見直し - 水中ドローン、AWSへの移行費用を下げられるかの交渉(バルク交渉必要)	- メーカー商社との連携および調整を続ける - 価格・サポート・供給の確保 - 各メーカより仕様および事例から最適な稼働環境を提供いただく - 場合によっては共同製品開発へ進む	メルヘングループ 主体となり、地域ITベンダーや自治体とのチーム編成を行い普及活動を広める	24年4月移行 営業活動開始 - 実需に対し製品改良の必要性がある

No.9 NTTデータ経営研究所

ローカル5G等を活用した複数の地域かつ複数の救急病院間を跨ぐ救急医療の地域医療連携モデルの実現に関する実証

複数の救急車・病院間で患者の4K映像とバイタル情報を共有し、救急搬送を最適化するシステム

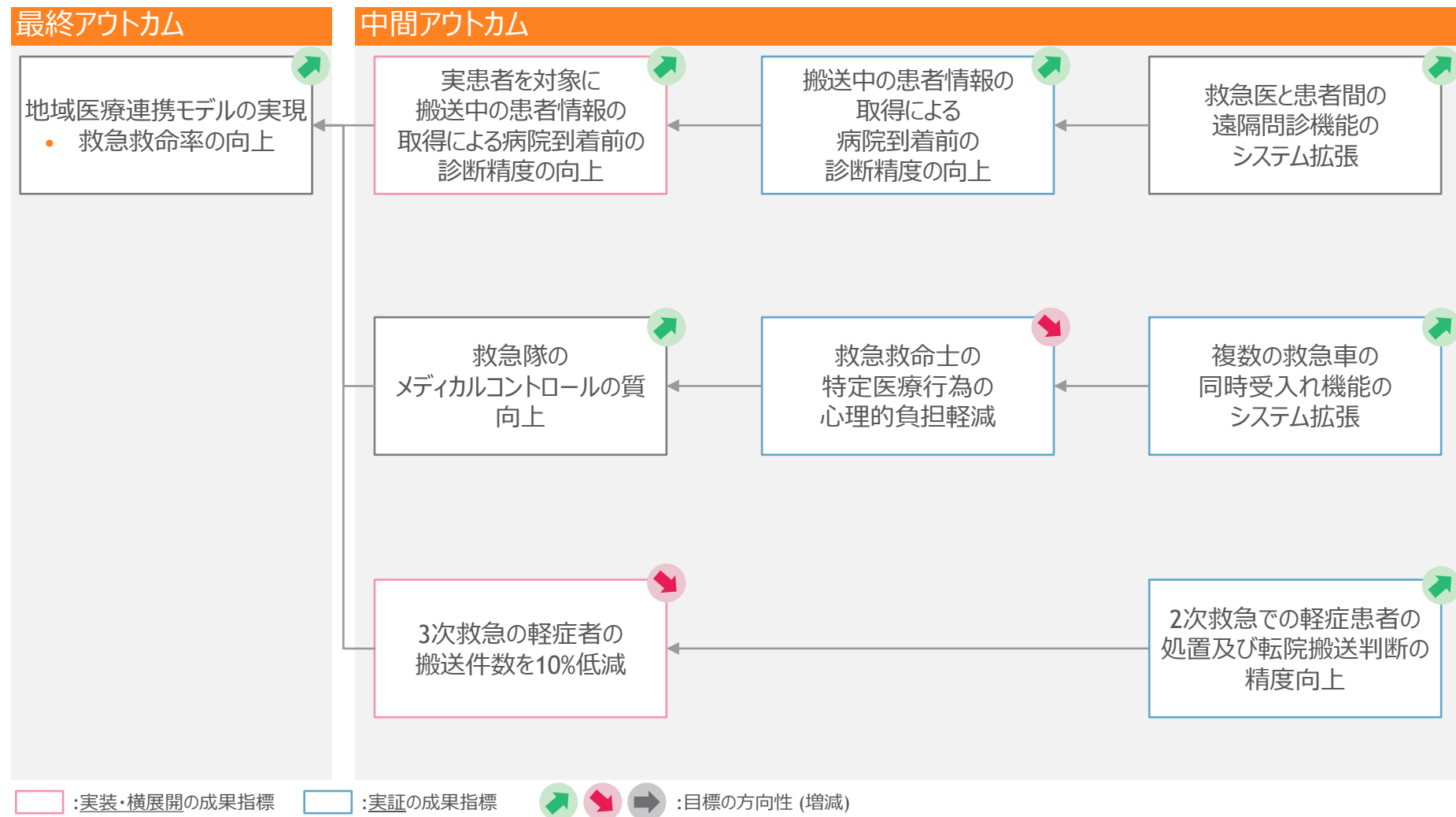
地域課題	3次救急病院への軽症者の搬送割合が高い: 3次救急病院への搬送患者の36%が軽症者であり病床逼迫に繋がる - 圏域による医師の偏在: 県東部医療圏域に人口と医師が集中し、圏域による医師の地域格差が生じている	目指す姿	地域医療連携ネットワークの構築: 5G等を活用し、県内の医療機関において包括的な連携体制を目指す
実施体制 (下線: 代表機関)	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社、株式会社ソリトンシステムズ、徳島県、ケーブルテレビ徳島株式会社、消防本部、2次救急病院、3次救急病院	実施地域	徳島県徳島市、阿南市、鳴門市、小松島市、海部郡



実証成果・実装移行の課題	
実証成果	【1】搬送患者の医学的観点における診断精度の向上について、ポジティブな回答が70%を超え、実装要件を満たした 【2】運用ニーズである3拠点間（救急車、2次救急病院、3次救急病院）での情報連携を達成した 【3】救命士の心理的負担軽減について、ポジティブな回答が68%と要件を下回る結果となった
実装移行への課題	- 県内の救急医療搬送件数上位10施設への周知及び合意形成 - 医療機関の人的・組織的体制の整備 - 救急車、病棟の限られたスペースに設置できる機器類の選定 (モバイル端末対応、ウェアラブルカメラ単体での有効性検証)
実装・展開のスケジュール	
実装 (2024/7-2025/3)	横展開 (2025/4-2026/3)
県内地域中核病院への4K映像・バイタル伝送システムの導入	5G等を活用した地域医療連携を推進
- 実装体制のフィージビリティ確認 (徳島MC協議会、医療コンソーシアム協議会での合意形成) - 中核病院において本ソリューションの実装開始	- 患者の医療情報をリアルタイム共有し、地域の医療格差を埋める - 応用展開 (出張型の健康診断での活用など)の検討

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



実証計画

目的	令和4年度に検証した救急医療のローカル5G活用モデルにおける課題に対応した複数施設間の遠隔連携を可能とするN対Nの“地域医療連携モデル”のソリューションを構築し、実装に向けた4つの検証を行う。 - 救急医師と患者間の遠隔問診機能の有効性・操作性を検証(令和4年度課題への対応) - N対Nへ対応したソリューション機能の有効性・操作性を検証(令和4年度課題への対応) 3次救急専門医による地域医療格差の軽減の有効性・操作性を検証(新たな活用の提案)
アウトカム	①病院到着前の診断精度が向上するとの評価割合が80%以上 ②複数の救急車の同時受入れにおいて、適切な遠隔支援ができるとの評価割合が80%以上 ③特定医療行為における救命士の心理的負担軽減に改善効果があるとの評価割合が80%以上 ④2次救急での処置及び転院搬送判断が向上するとの評価割合が80%以上



検証の概要	効果検証	技術検証	運用検証
	- 救急医と患者のコミュニケーション(聴診・問診)による診断精度の向上ができるか検証する。 - 複数の救急車を同一の救急病院に同時受け入れするシーンにおける適切な遠隔支援ができるか検証する。 - 医師が遠隔で特定医療行為の指示をすることで救命士の心理的負担が軽減できるか検証する。 2次救急での処置及び転院搬送の判断の向上ができるか検証する。	4Kの映像の品質、音声品質について、患者の容態把握に必要な品質を担保できているか、医師・看護師からの評価により検証する。 - 救急車、病院が利用するネットワーク(ドコモ5G/LTE、ローカル5G、Wi-Fi6E)が、システムとして必要なスループットを満たしているか、スループット測定により検証する。	- 救急車側、病院側での操作性が実装に耐えうるものになっているか検証する。 - 救急車側での設置性に問題ないか検証する。 - N対N接続の際に表示画面の切替が問題無いか検証する。 2次救急、3次救急での操作性が実装に耐えうるものになっているか検証する。 - 実装の際に問題が無い運用体制が構築できているか医療関係者と検証する。 - 機器類の機能要件が実装に耐えうるものになっているか検証する。

本実証における検証ポイントと結果

ほぼすべての項目で実装基準の評価を得ることが出来た

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
4K映像伝送による救急医療連携システム	I 医師と救命士・患者のコミュニケーションによる診断精度の向上	アンケート集計において、向上するとの評価割合が80%以上	評価:80.9%(有効回答数:72) 主な評価基準: - 重症度判断の精度向上 - 受入準備の精度向上、プロセス短縮	患部の高精細映像や生体情報を伝送し、リアルタイムに確認できるため、 救急車内の患者の状況把握、医療行為指示、受入準備の迅速化に寄与すると 高い評価が得られた。 一方で、音声が不安定であるとの指摘もあり、走行中でも十分に安定し、また 音声混合などが起きない適切な構成の検討が必要 であることがわかった
	II 複数の救急車を同一の救急病院に同時受け入れるシーンにおける適切な遠隔支援	アンケート集計において、適切な遠隔支援ができるとの評価割合が80%以上	評価:73.3%(有効回答数:15) 主な評価基準: 複数台救急車受入時における円滑なコミュニケーション	操作方法に課題はあるが、システム機能として 複数台の救急車の映像・音声をチャンネル切替で確認でき、適切なコミュニケーションが図れると 評価が得られた。 回答数が他と比べて少なく、 実装に向けて検証を重ねる必要がある (実装目標70%以上は達成)。
	III 特定医療行為における救命士の心理的負担軽減	アンケート集計において、救急医の遠隔医療支援によって心理的負担が軽減するとの評価割合が80%以上	評価:88.7%(有効回答数:63) 主な評価基準: - 救急車内での処置精度向上 - 処置状況確認の明瞭度向上 - 心理的負担の軽減	医療行為の指示および状況把握ができるという 医師の評価に加え、救命士においては 経験の浅い症例に対応する際に安心感が得られるなど、 高い評価が得られた。特に、 気管挿管など特定医療行為に対して高評価(100%) を得られ、高い効果が期待できる。
	IV 機器類の機能要件	実装時に医師が遠隔で診断、救命士への助言ができる機能を明確にし、要件を満たした機器類を選定	評価:28.6%(有効回答数:7) 主な評価基準: システムの構成要件	「どちらとも言えない」の評価が多数(低評価は1件 14%のみ)のため、平均評価は低い。 「伝送された画面の前に常駐できない」など、モニタの 固定設置だけでなくタブレットなど可搬に優れた端末での利用要望 が多く見られており、システム構成の検討が必要である。

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

音声の安定化、機器の設置・操作の簡易化が最も重要であり、より現場・運用に適した構成を検討し実装する。救急医療DXワーキンググループにおいて、実装に向けた合意形成を進める

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	①救急車音声系統の見直し(安定した音声コミュニケーション) 映像は多少乱れても、映像はそれがあるだけで有益であるという許容コメントが多いが、音声不安定だとコミュニケーションの根本が成り立たない ②救急車機器構成(容易な設置) 機器が多数あり、また設置が困難なサイズであったり、搭載が難しい可能性あり ③病院側機器構成(可搬) ERの特定箇所への常駐は難しい場合があり、複数受け入れの要請などの対応に懸念 ④N:Nトリアージ時の病院間の関係性 有益なトリアージ、受入判断のためには、2次・3次病院間の信頼関係や共通言語が前提にある必要がある	①音声系統の独立化など機器、構成を再検討 ②よりコンパクト、設置に優れた機器の再選定、Zao-Xへの組込開発による機器の一元化の検討 ③タブレット等の可搬できる端末での映像視聴や、場所を問わず受け取れる呼出機能を検討 ④病院間での協議をせずに判断できるような、コントロールセンター(管制)の有用性、設立を検討	①②③NTTコミュニケーションズ ④徳島県	①②③2025年3月(予算化が前提) ④2026年3月
横展開に向けて	①救急医療DXワーキンググループにおいて、本ソリューションを使用する「場面」と「症例」について合意形成を得る必要がある ②機器の単純化の検討を行い、イニシャルコストの削減を行う	①救急医療DXワーキンググループにおいて、運用ルールの合意形成を行う ②機器単純化によりイニシャルコストを削減し、機器、導入施設を絞ったスモールスタートで実装配備を行う	① 株式会社NTTデータ経営研究所 ① 徳島県 ② NTTコミュニケーションズ株式会社	①2025年度 ②2025年度

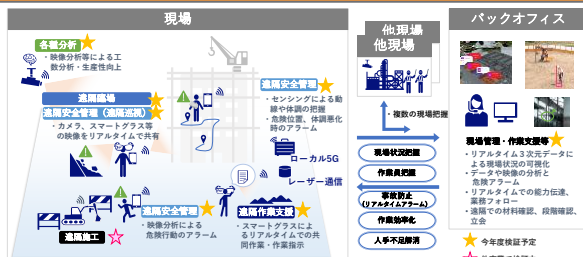
No.1 長大

可搬型ローカル5Gによる大容量通信を活用したNEXT i-Constructionサービス※の導入により、建設現場の効率化と安全性の向上等が図られた社会を目指す

地域課題	- 建設労働者の減少・高齢化(埼玉県ではここ20年間で建設労働者は4分の3まで減少、建設労働者の高齢化による離職が見込まれる) - 安全・安心な労働環境(死傷災害が他の業種に比べても高い傾向) - 中山間部等の建設現場における安定した通信	目指す姿 遠隔作業支援、遠隔臨場、遠隔安全管理による建設現場の効率化、バイタルセンサや危険エリア立ち入りアラート検出による労働環境の安全性向上、通信速度向上、ローカル5Gの通信品質向上による中山間部等における安定した通信の実現
------	---	---

実施体制 (下線：代表機関)	株式会社長大、日本電気株式会社、伊田テクノ株式会社、一般社団法人 建設デレクター協会、EXPACT株式会社、日本電気通信システム株式会社	実施地域	埼玉県ふじみ野市 (国道254号バイパス ふじみ野地区土地区画整理事業[国道西側])
-------------------	--	------	---

実証成果・実装移行の課題



建設機械や建設データだけでなく、現場作業員等の作業支援や安全管理、教育等にもデジタル化による効率化や高度化を図ることを目指すNEXT i-Constructionサービスの、遠隔作業支援、遠隔臨場、遠隔安全管理の各メニュー及びそれらを実現するネットワークとして可搬型ローカル5G通信を検証した。

実装に
向けて
達成すべき
項目

- 【1】効果検証として、バックオフィスからの遠隔支援や安全管理の有効性を確認するために、現場で作業指示を受けるまでの移動時間や待機時間の削減を検証
- 【2】技術検証として、現場業務プロセスにあわせた各メニューの有効性を確認するため、通信品質レベル UL 50Mbps/DL 15Mbps、遅延 100ms、高さ精度 3m以内、アラート検出率 80%以上を検証
- 【3】運用検証として、事業者（管理者、作業員）、発注者に、サービス満足度 80%以上、導入意向 50%以上を調査・検証や、現場状況に応じて可搬型ローカル5G環境構築設置を1.5時間以内で完了することを検証

実証成果

- 【1】スマートグラスを用いた遠隔作業支援/遠隔臨場で装着準備時間5分のみで移動/待機時間の削減による効率化、費用削減を確認
- 【2】可搬型ローカル5Gで現場内のメニュー利用箇所のスループット UL 50Mbps/DL 15Mbps、遅延 100msを確認。作業員の高さは90%以上のデータで3m以内の精度、建機接近アラート検出率89.3%により各メニューの有効性を確認
- 【3】各メニューの満足度 80%以上、導入意向 75%と目標を満たし、妥当性を確認。可搬型ローカル5Gの設置/撤去を35分以内に完了、現場作業に支障なく環境構築できることを確認

実装移行 への課題

- ・バイタルデータから異常と想定される閾値超過のアラート検知は確認できたが、装着するデバイス検討や、熱中症の指標検証が必要
- ・サービス提供形態やコスト等のビジネスモデルの展開方法の検討が必要
- ・各メニューの実運用にあたっては、機器利用方法や運用講習などの教育プログラムの整備等が必要

実装・展開のスケジュール

実装準備(2024/7~2025/3)

- 実証での指摘事項を踏まえ実運用に向けた改善・追加実証
- 費用対効果について今回用いた指標以外で効果を測定

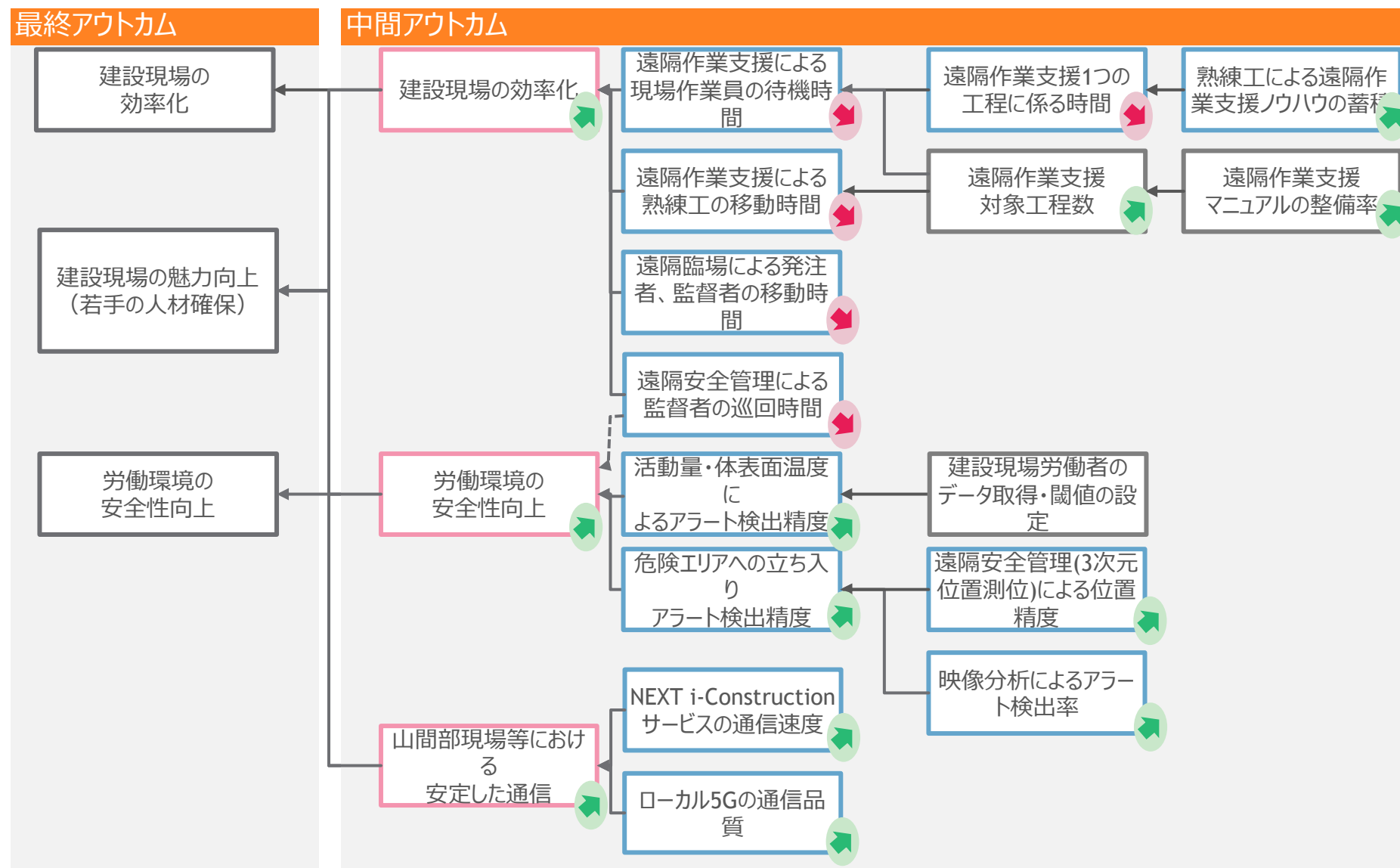
実装・横展開準備(2025/4~)

- 実装において、実施体制と各種機器の操作性を確認し、実運用が可能か検証
- 需要が見込まれる地域へ横展開



成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



実証計画

目的	NEXT i-Constructionサービスの、遠隔作業支援、遠隔臨場、遠隔安全管理メニュー及びそれらを実現する可搬型ローカル5G通信を検証 - 実装に向けて、事業者（管理者、作業員）、発注者に、サービス満足度、導入意向を調査・検証 - 技術的に実装での運用が可能かどうか、映像配信等における満足度レベル、位置精度レベルを検証 - 実施体制と各種機器の操作性を確認し、実運用が可能か、時間短縮効果が得られるか検証		
アウトカム	建設現場の効率化、建設現場の魅力向上（若手の人材確保）、労働環境の安全性向上を目指す - 建設現場の効率化（遠隔作業支援による現場作業員の待機時間減少、遠隔作業支援による熟練工の移動時間減少、遠隔臨場による発注者・監督者の移動時間減少、遠隔安全管理による監督者の巡回時間減少） - 労働環境の安全性向上（活動量・体表面温度によるアラート検出精度向上、危険エリアへの立ち入りアラート検出精度向上） - 中山間舞踏における安定した通信（NEXT i-Constructionサービスの通信速度向上、ローカル5Gによる通信品質向上）		
検証の概要	↑		
	効果検証	技術検証	運用検証
	NEXT i-Constructionサービスの、遠隔作業支援、遠隔臨場メニューについて、時間短縮効果を検証	NEXT i-Constructionサービスの、遠隔作業支援、遠隔臨場、遠隔安全管理メニューについて、スループット、位置精度レベルを検証	- NEXT i-Constructionサービスの、遠隔作業支援、遠隔臨場、遠隔安全管理メニューについて、事業者（管理者、作業員）、発注者に、サービス満足度、導入意向を調査 - 可搬型基地局による設置の容易性、及び現場の進捗に合わせた移設作業の軽減効果を検証

本実証における検証ポイントと結果

NEXT i-Constructionサービスを実現する各ソリューションの技術レベルは目標を満たし、運用面でも可搬型ローカル5Gの有効性が確認された。サービス体験者からも満足度・導入意向が高いことが確認できた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
効果 検証	遠隔作業支援、 遠隔臨場 (スマートグラス)	I 移動時間短縮 移動時間: 0分 スマートグラスの 準備時間: 5分	スマートグラスの装着、支援者との通話、各機能の利用を行い、スマートグラスを終了するまでの時間を計測し、目標時間以内で完了し、各機能の利用も確認した	遠隔作業支援、遠隔臨場で、スマートグラスを用いることで、移動等の時間短縮によるコスト効果が見込める
技術 検証	遠隔安全管理 (バイタルセンサ)	II センサーアラートの計測 活動量の判定フローの構築	体表面温度と活動量(消費カロリーカウント)を組み合わせて、作業員の活動有無を判定できた	今後は、夏時期に実証し、熱中症等の異常発熱をとらえるためデータ検証が必要
	遠隔安全管理 (3次元位置情報技術)	III 3次元位置測位精度 高さ方向の位置精度の誤差3m以内	設定エリア(事務所付近、調整池付近)で、エリア設定に従い、高度を含めた危険エリア判定/検知が出来ていることを確認	エリア内の作業状況の把握に有効であることが確認できた。特に遠隔地からの状況把握に有効である
	遠隔安全管理 (定点カメラ)	IV 重機接近のアラート検出 検出率80%以上 (重機に対する接近)	重機接近アラートを、目標値を上回る検出率で検出できることを確認した	誤検知もあったが、人を検知するAI学習用データの増強や複数台カメラの配置検討で、より高い検出率も見込める
	NEXT i- Constructionサービスの 実現(ローカル5G)	V 最大通信容量を測定 UL 50Mbps/ DL 15Mbps (ローカル5G)	今回の現場で基地局から最も遠い168mの距離以内では、所要の目標値を満足することを確認した。 通信品質も、pingによる伝送遅延の測定で、目標値である遅延時間が100m秒を満足することを確認した	ローカル5Gの使用で、スマートグラスやカメラ映像の大容量通信のアップロードが可能で、映像品質も確保でき、NEXT i-Constructionサービスに有効である
運用 検証	ローカル5G対応ポータブル型オンデマンド無線SL	VI 可搬型基地局による設置の容易性、及び現場の進捗に合わせた移設作業の軽減 設置時間1.5h以内、 固定型の移設期間の1/50	設置は機材を用意後に設置を開始し、移動機にて電波を受信するまでの時間、撤去は停波後に機材解体し、その場に揃え集約する迄の時間を測定した結果、設置は40分未満、撤去は10分未満で作業できることを確認した	可搬型基地局は固定型に比べ、設置や移設作業の容易性が非常に高く、工事進捗や遮蔽物等電波環境の変化に合わせて簡単に移設可能である
	NEXT i- Constructionサービス 全体(各ソリューション)	VII 建設現場の効率化、労働環境の安全性向上 サービス満足度80%以上・導入意向50%以上 等	サービス体験者によるアンケート結果から、各ソリューションのいずれも目標とした満足度・導入意向を概ね満たす結果となっており、妥当性を確認した	今回の実証で使用した装着機器に対する不満も確認されたことから、簡単な装着や、使いやすい製品の調査・選定も行う必要がある

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

実装に向けて、運用面での使いやすさの課題への対応や、技術面での課題への対応を進めていく

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	- 遠隔安全管理 (バイタルセンサ) - 今回、外気温が低い時期の実証であったため、今後は、夏時期に実証し、熱中症等の異常発熱をとらえるため追加のデータ検証が必要	夏時期の実証で、外気温データも測定し、体温上昇が作業によるものか、外気温によるものかの棲み分けを行うことで、異常検知精度を向上させる	EXPACT、サイントル	FY2024
	- 遠隔安全管理 (3次元位置情報) - 位置計測のためのスマートフォン保持について、私有スマートフォンと合わせて複数保持する場合など、作業の邪魔になる旨アンケート回答を頂いており、実運用に向けては改善の余地あり	位置測位のための小型専用機器の準備など、作業を抑制しない計測機器を他社連携含め模索	日本電気通信システム	FY2024
	- 遠隔安全管理 (定点カメラ) - 昼時間帯の人の検知漏れや、重機による人の遮蔽による重機接近の誤検出	- 昼時間帯の学習データの拡充しての重機接近検出AIの構築 - 重機による作業者の遮蔽を緩和する複数台カメラの導入および、複数カメラの効率的同時処理機能の実装	NEC	FY2024
横展開に向けて	- 遠隔作業支援 (スマートグラス) - 装着機器 (スマートグラス等) の使い易さ、装着感	作業内容にあわせて、作業者が使い易いデバイスを選定する	NEC	FY2024
	- 遠隔安全管理 (定点カメラ) - 対応重機の機種拡充	様々なメーカーの機種重機の学習データの拡充および、多種機種対応重機接近検出 AI の構築	NEC	FY2025
	- 建設ディレクター協会による横展開 - 建設ディレクターが関わる場合は別途教育が必要 - 常時監視は生産性が低下する - 現場の大小があり導入費用の捻出方法に課題あり	- 各ソリューションの運用講習、安全管理講習、スポーツ医学講座等の追加 - モニター画面の色によるアラートではなく、適切な音量及び音色によるアラート発信 - 費用対効果の整理・アピール	- 建設ディレクター育成講座への追加もしくはオプション講座の開催 - 建設ディレクター協会による運用開始後の随時サポート	FY2024～FY2025 前半

No.2 NTT西日本

デジタルツイン活用を見据えた石川県加賀市における雪害対策サービス 実用化に向けた社会実証

通信技術とAI分析・予測環境等を用いて雪害対策を支援

地域課題	加賀市においては、近年、大雪による大規模な車両立ち往生が発生しており、特に「迅速な路面状況把握」、「路面状況の事前予測」、「除雪等雪害対策の最適な実施判断」が喫緊の課題となっている	目指す姿	本実証による実装を通じ、加賀市の地域課題に対応することで、雪害等の災害から住民の生命と財産を守る「行政サービスの質の向上・高度化」と「財政負担・職員負担の抑制・軽減」により、行政サービスの継続・維持と安心・安全な加賀市を実現
実施体制 (下線:代表機関)	加賀市デジタルツイン基盤協議会(加賀市、 <u>西日本電信電話株式会社</u> 、国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学、株式会社NTTデータ北陸、清水建設株式会社)	実施地域	石川県加賀市

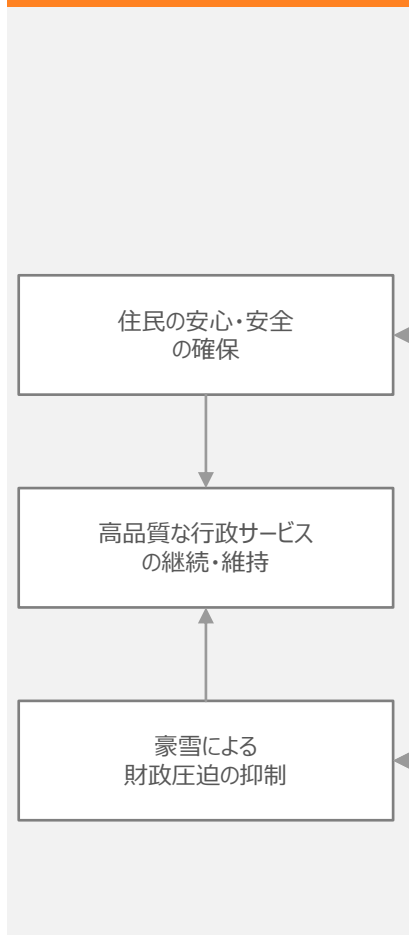
実証の概要	
 重点除雪幹線道路 Wi-Fi HaLow AP 加賀市医療センター クラウド (気象観測サーバ 分析サーバ等) 1 Wi-Fi HaLowの特性を活かし、広域に設置される各種設備・センサーを収容 2 Wi-Fi HaLowを活用し取得したカメラ画像の画像解析により、交通量や車両滞留を検知することで、迅速な現地状況の把握を実現 3 画像解析情報を基とした路面雪氷状態予測と路面危険性予測による効果的の雪害対策シミュレーションの実施 屋外カメラ/複合気象センサ Wi-Fi HaLowを活用し、カメラや気象センサー等のデータを収集するモニタリング環境と、AIによる各種事象検知ならびに路面性状予測・雪害対策シミュレーション環境を構築し、その精度検証と有効性検証を行う	
実装に向けて達成すべき項目	【1】事象検知精度: 路面積雪判定、車両滞留検知 80%以上 交通量カウント ±10%以内 【2】路面性状予測精度: 路面雪氷状態予測 予測及び実測値の合致率 80%以上 スタック危険性判定結果に対し50%以上の関係者からの肯定的評価 【3】雪害対策シミュレーション: 除雪開始判断・凍結防止剤散布判断 50%以上の関係者からの肯定的評価

実証成果・実装移行の課題	
実証成果	【1】事象検知精度 路面積雪判定：判定合致率84.4%となり目標を達成した 交通量カウント：夜間帯（積雪あり）のパターン以外について精度±10%以内となり目標を達成した 車両滞留検知：検知制度100%となり目標を達成した 【2】路面性状予測精度 路面雪氷状態予測：降雪が確認された日の合致率はそれぞれ1/16 56.5%、1/23 21.7%となり目標を下回った スタック危険性判定：50%以上の肯定的評価となり、目標を達成した 【3】雪害対策シミュレーション 除雪開始判定：肯定的評価となり、目標を達成した 凍結防止剤散布判断：肯定的評価には至らず、目標を達成できなかった
実装移行への課題	①各種予測に活用するインプットデータの精度向上 ②各種予測に活用するインプット対象エリアデータの狭域化 ③計算効率向上及び計算リソース確保 ④凍結防止剤散布量シミュレーション機能の活用
実装・展開のスケジュール	
実装 (2024/4-2025/3)	展開 (2025/3~2027/3)
課題②各種予測に活用するインプット対象エリアデータの狭域化 ・採用技術検討(2024/8) ・技術適用(2024/12) 課題③計算効率向上及び計算リソース確保 ・ロジック・言語見直し(2024/8) ・リソース選択検討(2024/8) 課題④凍結防止剤散布量シミュレーション機能の活用 ・コストパフォーマンス検討(2024/12) ・現場調整(2024/6) ・仕様検討(2024/9) ・技術検討・適用(2024/12) 雪害対策システムの導入・本格運用 ・システム機能強化および精度向上 ・分析・予測シミュレーションに基づく除雪対策の実施 ・実装・運用後の有効性の評価、機能・運用課題の整理 他豪雪地帯への横展開の可能性検討 ・他豪雪地帯における課題・ニーズ調査 ・共同利用や地域間データ連携等の検討	雪害対策システムの他自治体展開 ・他自治体への提案、導入、運用検討 課題①各種予測に活用するインプットデータの精度向上 ・採用技術検討(2025/3) ・技術適用(2025/10)

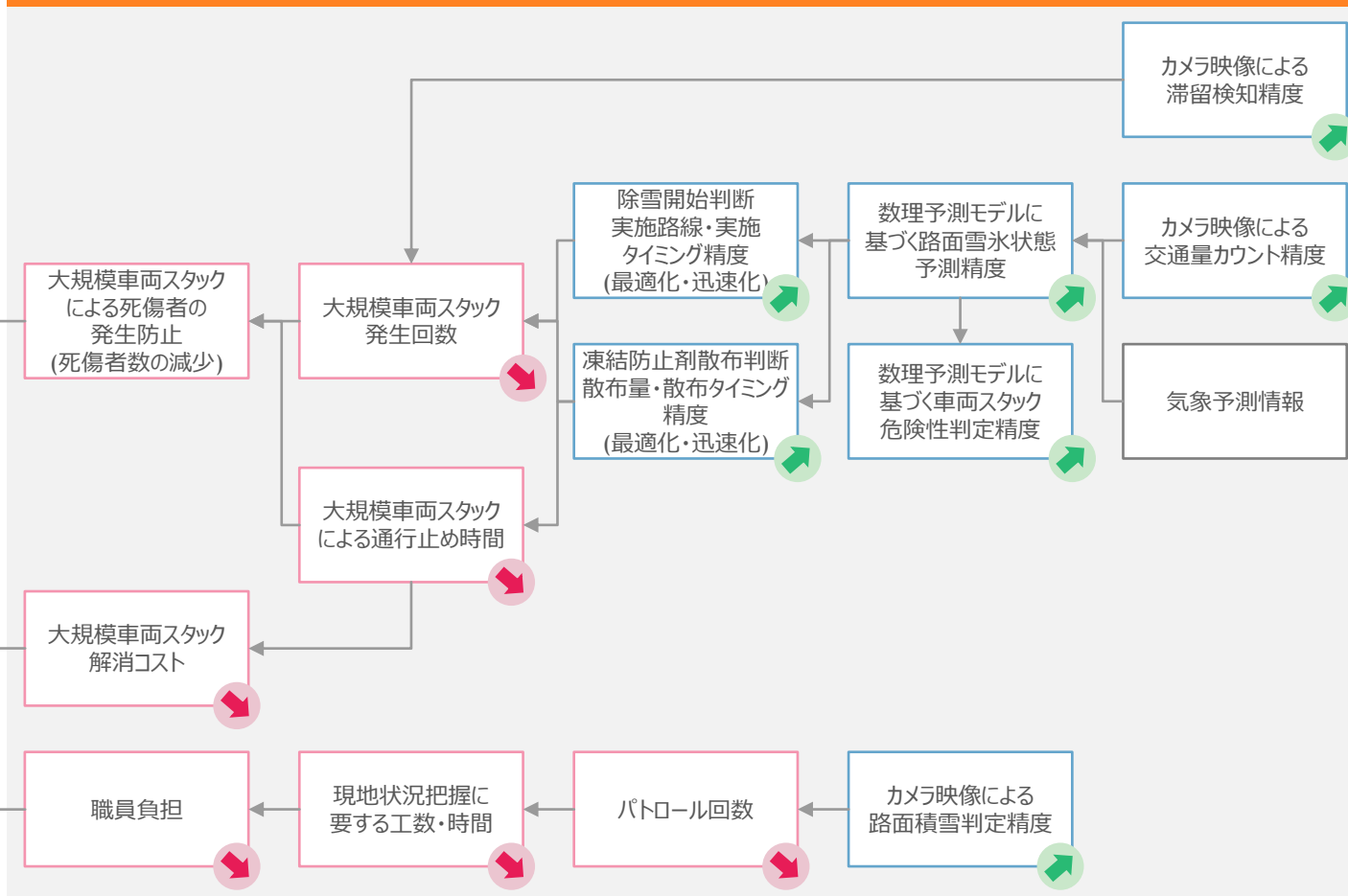
成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー

最終アウトカム



中間アウトカム



□ : 実装・横展開の成果指標

□ : 実証の成果指標

➡ ➡ ➡ : 目標の方向性 (増減)

実証計画

目的	実用的な雪害対策システムの実装に向けて、「各種数理予測モデル」、「予測に基づいた雪害対策シミュレーション」、「事象検知」それぞれの機能有効性を実証する。 ① 路面雪氷状態予測およびスタック危険性予測に関する数理予測モデルの有効性検証 ② 予測数理モデルに基づいた雪害対策シミュレーション結果と従来の判断基準に基づく雪害対策活動との比較による実用性検証 ③ 道路監視映像を活用した事象検知の有効性検証		
アウトカム	① カメラ映像による交通量カウント精度 ② 数理予測モデルに基づく路面雪氷状態予測精度 ③ 数理予測モデルに基づく車両スタック危険性判定精度 ④ 除雪開始判断 実施路線・実施タイミング精度(最適化・迅速化) ⑤ 凍結防止剤散布判断 散布量・散布タイミング精度(最適化)・迅速化 ⑥ カメラ映像による路面積雪判定精度 ⑦ カメラ映像による滞留検知精度		
検証の概要	効果検証	技術検証	運用検証
	数理予測モデルによるスタック危険性予測精度について、現場で除雪の指揮命令を行っている道路管理者へアンケート調査を行い、実用可能と判断されるか、有用性を検証する	- 数理予測モデルにより、路面雪氷状態、及びスタック危険性予測を行い、該当エリアにおける予測精度が担保できるか、有効性を検証する - 道路監視映像の画像AI解析により、車両滞留や路面積雪の検知を行い、除雪業務における画像解析機能の有効性を検証する	路面雪氷状態、及び路面凍結予測から、作業開始時刻、凍結防止剤散布量を事前シミュレーションし、従来の雪害対策活動判断・除雪指示に対して将来適正な運用に資するかを検証する

本実証における検証ポイントと結果

a. 効果検証: スタック危険性予測の有用性について、スタック発生がない状況において加賀市から肯定的評価をいただいた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
予測情報 (路面雪氷状態、スタック危険性) と予測情報を活用した雪害対策シミュレーションによる除雪等作業判断及び除雪作業の適正化を実現することによって、大規模車両スタック防止を実現するソリューション	I スタック危険性予測の有用性検証	現場で除雪の指揮命令を行っている道路管理者から実用可能と判断されること (50%以上の関係者において肯定的評価であることとする)	実証期間中、加賀市へ日次のアンケートを行った結果、スタック危険性予測の結果について、加賀市の体感と「おおよそ合致している」(1/12~2/29の全日分) と回答があり、肯定的評価になった <アンケートでの選択肢> ①合致している ②おおよそ合致している ③やや合致している ④あまり合致していない ⑤合致していない ⑥わからない また、実証終了後に、加賀市へアンケートを行った結果、スタック危険性予測について、以下のコメントをいただいた [アンケートコメント] 本システムによる危険性判定はなかった。また、加賀市内で実際のスタック発生はなかった そのため、今回の実証期間中、加賀市内で実際のスタックは発生していなく、その状況においてスタック危険性予測の結果と加賀市の体感は概ね合致していた。 スタックが発生しない場合におけるスタック危険性予測の有用性は肯定的評価として捉えられるため、目標の「50%以上の関係者において肯定的評価であることとする」を達成することができた	実証期間中、加賀市内で実際にスタックが発生した日はなく、スタック危険性予測の結果(スタック発生可能性がある危険な路面状態はなかったと判定された結果) は、加賀市の体感と概ね一致していることから肯定的評価となったと考えられる

本実証における検証ポイントと結果

b. 技術検証: Wi-Fi HaLowにおける検証では、設置ポイントの距離で想定される電波強度および速度の結果を得られた。ただし、雪害対策支援システムの交通量カウントはデータ取得不可となり継続課題とする

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
Wi-Fi HaLowの有効性 実証	I アクセスポイント の電波強度	- RSSI値 -70dBm~- 79dBmの範囲の 電波強度である ことを確認する - 通信速度 1.00Mbps以上	- 親機-子機間の直線距離 (遮蔽物 無し):550m RSSI値: -78dBm (最良値) - 同位置でアンテナ高を50cm上げたり、 位置を1m動かすだけでも-80dBm超と なり、位置決めも繊細である - 親機は医療センター屋上設置で子機と は20mの高低差があるが電波強度に 変化は見られず高低差の影響は無し - 通信速度は1.00~1.20Mを確認 Wi-Fi HaLowの速度としては、問題の 無い速度が出ていることを確認した - 雪害対策支援システムの交通量 カウントはデータ取得不可	子機との直線距離100mで-66dBm、 距離が延びる毎に強度は弱くなり、550m で-78dBmとなるため、機器の性能として この位置では-78dBmが最良値であると 推察できる。 通信速度については、1.00Mbps以上出てお り550mの距離での速度としては十分であると 考えられる。 車両の動画及び静止画は取得できているた め、正確にカウント出来ているLTE経由での データ取得との違いを継続検証が必要
	II 天候による電波 強度の変化	各天候による RSSI値の影響の 有無を確認する	- 晴天時: -78dBm - 雨天時: -80dBm - 降雪時: -81dBm 上記の結果より、雨天、降雪では-3dBm 程度の電波強度への影響が確認された	子機との直線距離100mで-66dBm、 距離が延びる毎に強度は弱くなり、550mで -78dBmとなるため、機器の性能として この位置では-78dBmが最良値であると 推察できる。 晴天時で-70dBm後半で合った場合、 天候の変化で-80dBmを超え、データ通信 に影響を及ぼす可能性があるため、晴天時 で-70dBm前半となる場所にAPを設置する 必要がある

本実証における検証ポイントと結果

b. 技術検証：路面雪氷状態予測精度について、目標を下回る結果となり、改善に向けた調整を実施中

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
数値予測モデルによる路面雪氷状態、及びスタック危険性予測	I 路面雪氷状態予測精度の検証	予測及び実測値の合致率80%以上	実証期間中に降雪が確認された1/16、1/23の日程について、精度検証を実施した。精度検証結果は以下のとおりであり、目標の「予測及び実測値の合致率80%以上」には達成しなかった 1/16検証結果 予測及び実測値の合致率：56.5% 1/23検証結果 予測及び実測値の合致率：21.7% なお、参考として降雪がなかった日(2/1)の精度についても確認したところ、精度検証結果は以下のとおりであり、目標を僅かに下回る結果となった (参考) 2/1検証結果 予測及び実測値の合致率：78.3%	1/16、1/23において予測値と実測値の乖離が大きくなった原因として、以下が推察される ① 気象予測サービスより取得した予測情報の予測精度 ② 路面雪氷状態予測の算出プログラムロジック誤り 今後の対応として、①については112ページの課題に記載のとおりであり、②についてはプログラムの改善に向けた調整を実施中

本実証における検証ポイントと結果

b. 技術検証: スタック危険性予測の有用性について、スタック発生がない状況において加賀市から肯定的評価をいただいた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
数値予測モデルによる路面雪氷状態、及びスタック危険性予測	Ⅱ スタック危険性予測精度の検証	現場で除雪の指揮命令を行っている道路管理者の経験則との乖離が少ないこと (50%以上の関係者において肯定的評価であることとする)	実証期間中、加賀市へ日次のアンケートを行った結果、スタック危険性予測の結果について、加賀市の体感と「おおそ合致している」(1/12~2/29の全日分) と回答があり、肯定的評価になったことから、スタック危険性予測精度について、目標の「50%以上の関係者において肯定的評価であることとする」を達成することができた <アンケートでの選択肢> ① 合致している ② おおよそ合致している ③ やや合致している ④ あまり合致していない ⑤ 合致していない ⑥ わからない	〇〇ページの「スタック危険性予測の有用性検証」に記載のとおり、今回の実証期間中、加賀市内でスタック発生はなく、スタック危険性予測の結果と一致していたことから、加賀市より肯定的評価になったと考えられる。 そのため、スタック発生傾向 (仮説: 降雪量20cm以上の雪が2日以上連続で降る日とする) がない場合のスタック危険性予測精度を検証することはできたが、一方で、スタック発生傾向がある場合のスタック危険性予測精度は検証できなかったため、当該検証については今後の課題とする

	スタック発生傾向なし	スタック発生傾向あり
スタック発生なし	確認済み	未確認
スタック発生あり	(スタック発生していないことを) 確認済み	未確認

今回の実証では、スタック発生傾向 (仮説: 降雪量20cm以上の雪が2日以上連続で降る日とする) に該当する降雪量がなかったため、スタック発生傾向ありのケースについては未確認となった

本実証における検証ポイントと結果

b. 技術検証：路面積雪判定、交通量カウント精度、車両滞留検知精度は目標を達成した

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
道路監視カメラ映像の画像AI解析による事象(路面積雪判定、交通量カウント、及び車両滞留)検知	I 学習済みAIモデルを用いた、路面積雪判定、交通量カウント、及び車両滞留検知精度の検証	路面積雪有無判定の合致率80%以上	実証路線での路面積雪有無判定の合致率は、84.4%となり、目標の80%を達成した。また、参考の実証路線以外の石川県既設カメラ設置拠点2カ所(路面積雪判定数が多かった拠点)についても路面積雪有無判定の合致率を検証した。検証結果の詳細については、31ページ参照	31ページ参照
	交通量カウント精度±10%以内		実証路線において、日中帯・夜間帯(積雪あり・なし)それぞれのパターンで交通量カウント精度の検証を実施した。夜間帯(積雪あり)のパターン以外については交通量カウント精度は目標の±10%以内を達成した。検証結果の詳細については、32ページ参照	32ページ参照
	車両滞留検知精度80%以上		実証期間中、実証路線において車両滞留が発生しなかったため、実証路線に車を1台停車させて疑似的に車両滞留状態を再現し、システムで検知されるか検証を実施した。 結果、滞留車両が映っているカメラ画像と、システム検知の比較を行った結果、一致していたことから車両滞留検知精度は100%とし、目標の80%を達成した	左記のとおり、疑似的に車両滞留状態を再現し、雪害対策システムで車両滞留が検知はされたことから、目標を満たす検知精度が確認できたと考えられる(雪害対策システムでの検知画面は33ページ参照)

本実証における検証ポイントと結果

c. 運用検証: 加賀市より一定の評価はいただけたものの、実運用を考慮したシステム化が必要であることが判明した

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
路面雪氷状態、及び路面凍結予測から、雪害対策活動判断・除雪指示の適正運用を実現する、作業開始時刻、凍結防止剤散布量のシミュレーション	I シミュレーションや判定結果を基とした活動判断/運用に関する適正性	従来の雪害活動判断基準との乖離の明瞭化によりシミュレーションの有効性が認められること (50%以上の関係者において肯定的評価であることとする)	(1) 除雪開始判断タイミング精度 実証終了後、加賀市へアンケートを行った結果、スタック危険性の有用性について、「やや合致している」と回答があり、肯定的評価になったことから、目標の「50%以上の関係者において肯定的評価であることとする」を達成することができた <アンケートでの選択肢> ①合致している ②おおよそ合致している ③やや合致している ④あまり合致していない ⑤合致していない ⑥わからない	次ページ参照
			(2) 凍結防止剤散布判断タイミング精度 実証終了後、加賀市へアンケートを行った結果、スタック危険性の有用性について「あまり合致していない」と回答があり、肯定的評価には至らなかったことから、目標の「50%以上の関係者において肯定的評価であることとする」を達成することができなかった。 (日付によっては概ね合致している日もある。詳細は次ページ参照) <アンケートでの選択肢> ①合致している ②おおよそ合致している ③やや合致している ④あまり合致していない ⑤合致していない ⑥わからない	次ページ参照

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

実装・展開に向けて最も優先度が高い課題はインプットデータの精度向上 (項番1)、現場運用判断との擦り合わせ、及びシステムへの反映 (項番2) である。

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	【1.技術実証で判明した課題】 ① 各種予測に活用するインプットデータの精度向上 ② 各種予測に活用するインプット対象エリアデータの狭域化 ③ 計算効率向上及び計算リソース確保	1-① 現地実測データを用いたデータ同化技術により、インプット予測データの精度向上を図る 1-② 環境影響を考慮したインプットデータ補正を行う (リアル交通量、地形情報でのデータ補正) 1-③ 計算ロジック・計算処理言語の見直し、コストパフォーマンスの高い計算機リソースの探索を行う	1-① NTTデータ北陸 1-② NTTデータ北陸 1-③ NTTデータ北陸	1-① 採用技術検討(2025.3) 技術適用(2025.10) 1-② 採用技術検討(2024.8) 技術適用(2024.12) 1-③ ロジック・言語見直し(2024.8) リソース選択枝検討(2024.8) コストパフォーマンス検討(2024.12)
	【2.運用実証で判明した課題】 ① 凍結防止剤散布量シミュレーション機能の活用	2-① 凍結防止剤散布量のコントロールが現場と合致していないため、シミュレーションと合致させるための調整および活用のためのシステム対応を行う	2-① 加賀市 NTTデータ北陸	2-① 現場調整(2024.6) 仕様検討(2024.9) 技術検討・適用(2024.12)
横展開に向けて	【3.技術実証で判明した課題】 ① 活用データの増大 ② シミュレーション等に必要なコンピュータリソースに関するコスト削減	3-① データ連携基盤などを活用して、各道路等、管理者が保有する情報を収集し、予測精度向上とともに、双方にメリットのある連携体制を構築していく 3-② 共同化などの推進により、コンピュータリソースのコストパフォーマンスを最適化し、小規模な自治体でも展開可能とする	3-① NTTデータ北陸 加賀市、及び周辺自治体 3-② NTTデータ北陸	3-① 採用技術検討(2024.8) 各組織調整(2024.10) 技術適用(2025.12) 3-② 採用技術検討(2024.8) マーケティング実施(2025.3) 技術適用・サービス展開(2026.12)
	【4.運用実証で判明した課題】 ① 実運用で現場が使用する除雪判断要素とシステムとの合致	4-① 現場での除雪判断基準の明確化と実装に向けたシステムへの反映可否判断および反映	4-① NTTデータ北陸	4-① 現場調整(2024.6) 仕様検討(2024.9) 技術検討・適用(2024.12)

No.3 PwCコンサルティング

Wi-Fi HaLowを活用した中・小企業の脱炭素化経営支援に係る実証事業

IoTソリューションによる部品単位CO2排出量の見える化を実現

地域課題	- 課題『受注機会の損失』: 脱炭素化経営への転換に対応できない中・小企業は、受注を失うリスク有り - 課題『脱炭素化経営に向けた知識不足』: 人材・知識・稼働が不足しており、何から手を付けてよいかわからない状況	目指す姿	脱炭素化経営支援IoTソリューションの普及による製造業企業による日本全体での脱炭素化と地域経済活性化
------	--	------	--

実施体制 (下線:代表機関)	PwCコンサルティング、静岡県、静岡銀行、(株)長倉製作所、(株)木村鋳造所、東京大学、エヌ・ティ・ティ・ブロードバンドプラットフォーム(株)、日本電気(株)、東日本電信電話(株)、(株)aglink.lab、(株)ビート・クラフト	実施地域	静岡県沼津市 静岡県御前崎市
-------------------	--	------	-------------------

実証の概要

部品毎CO2排出量算定の概要図

CO2排出量算定ツールのイメージ

工程名	切断	熱処理	...
設置棟	A棟	B棟	...
通過時間[hr]	データ①	データ①	...
電力[kW]	データ②	データ②	...
ガス[ton]	データ②	データ②	...
各工程CO2[ton]	データ③	データ③	...

大企業を中心に脱炭素化経営が進むなか、中・小企業でも取引先から部品単位のCO2排出量やカーボンニュートラルに向けた計画の提示を迫られており、対応できない場合は失注リスクがある。しかし、中・小企業はCO2排出量試算の計測知見やノウハウがなく、導入工事・コストは大きな負担である

本実証では、**既存設備にIoTセンサを設置し、Wi-Fi HaLowを活用して取得データ・画像の収集を実施する**。収集データを活用して**部品単位のCO2排出量を簡便に算出するソリューションを策定する**

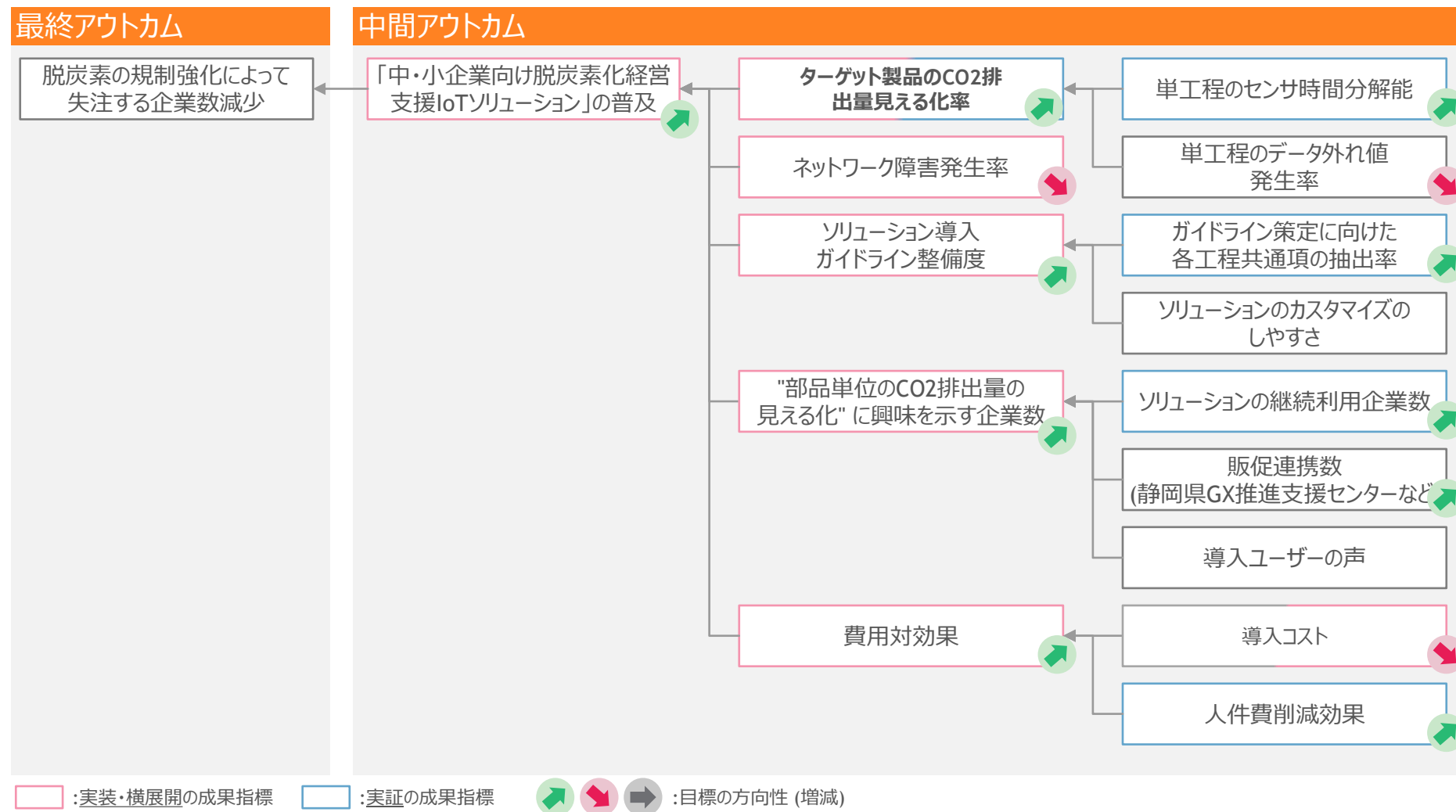
実装に向けて
達成すべき
項目

- 【1】 ターゲット製品のCO2排出量見える化率 100% (2026年以降) 50%以上 (実証期間)
- 【2】 "部品単位のCO2排出量の見える化" に興味を示す企業数 12社 (2026年以降)

実証成果・実装移行の課題		
実証成果	【1】製造装置ごとの使用エネルギーの見える化ができた 対象製品に対する工程見える化が実証2社にてそれぞれ68.3%、89.5%となった 【2】対象製品におけるCO2排出量の算定を実施した 実証2社で対象となる1製品（計2製品）の製造全工程を経たCO2排出量を算定した	
実装移行への課題	- Wi-Fi Halow端末機器の安定稼働および保守 - 導入費用の策定と削減/費用対効果の見える化（機器単価50%減） - 導入前提条件（工場単位のエネルギー消費量見える化がなされている、等）の達成手段の提供	
実装・展開のスケジュール		
実証（2023/10~）	実装（2024/4~）	展開（2026/4~）
- IoTソリューションのサービス化に向けた検証 - 普及展開を促進するガイドライン・チラシの作成	- 継続した実証により事例を蓄積し、費用削減およびサービス検討（2024/7~） - 地銀をハブとした普及展開モデルの検証（2024/7~）	- 販売数見込みをもとに商品化・販売価格を検討（2026/4~） - 商用化サービス展開（2026/4~）

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



実証計画

目的

対象地域である静岡県の地域課題としては、海外との取引がある中・小企業は現在、部品単位のCO2排出量情報の提示を求められており、提示しないと海外企業からの受注を失うリスクが大きい。本実証の対象である中・小製造業2社へのヒアリングからも、取引先の欧米企業からは、部品単位のCO2排出量情報の提示を求められており、対応できない場合は受注できない状況を確認している。海外取引先の要請に応じるためには、まずは製造工場内のエネルギー使用量及びCO2排出量を見える化する必要があり、本実証で開発する「中・小企業向け脱炭素化経営支援IoTソリューション」により、部品単位CO2排出量を簡便に試算できるようにする。

アウトカム

【本実証を通してのアウトカム目標】

- ターゲット製品のCO2排出量見える化率 (50%以上)
- ガイドライン策定に向けた各工程共通項の抽出率 (100%)
- ソリューションの継続利用企業数 (2)
- 人件費削減効果 (90万円/月)
- 単工程のセンサ時間分解能 (分単位)



検証の概要

効果検証

- 部品単位のCO2排出量の算定を人手で実施した場合のコストを見積る
- 実証を通した本ソリューション体験により製造企業課題にマッチしたサービスであるかを確認する
- 本ソリューション導入によるコストメリットを精緻に検証するために投資回収年数を算出する

技術検証

- 全工程中のCO2排出量が計測できる工程の割合を算出する
- 単工程のセンサ精度を設定する

運用検証

- 本事業で機器設置、IoTによるデータ収集の過程で明らかになった注意すべきポイントを抽出・検証する
- 網羅的に抽出したポイントを半分以下に集約して一般化し、IoTソリューションの導入前調査・設置に係るソリューション導入支援ガイドラインとして作成する
- 脱炭素化IoTソリューションを開発する

本実証における検証ポイントと結果 効果検証

詳細なCO2排出量見える化を行うにあたっての費用対効果は十分にあることが確認された

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
中・小企業の脱炭素経営 支援IoTソリューション	I 部品単位のCO2 排出量の算定を 人手で実施した 場合のコストを 見積る (人件費削減 効果)	部品単位のCO2 排出量を算定する ためにかかるコスト (90万円/月 (1万円/ 日、3交代、30日)) の 妥当性把握	センサ設置箇所を考慮し、木村・長倉に 確認頂いた人件費試算結果は以下の通り 計算式: (センサ箇所への巡回および記録時間) ×1日巡回数×月稼働日×時間単価 試算長倉: 1.0時間×24回×20日×1,700円* 試算木村: 1.5時間×16回×20日×1,700円* 以上より、 各工場実態を反映することで、 事前の見積もり (90万円/月) とは大きな乖離 はないことを確認した。 尚、「センサ箇所への巡回」は敷地面積と 稼働時間に依存する。	工場全体における把握は電気やガス請求書等の 情報を基に実施できるものの、 装置単位さらには 時間単位と情報取得の粒度が細くなる場合 には人手ではなく自動化が必須 であり、IoT およびセンサネットワークの構築が必要であることが 確認された。
	II 実証を通した 本ソリューション 体験により製造 企業課題にマッチ したサービスである かを確認する (ソリューションの 継続利用企業数)	実証を通して 本ソリューションの 継続利用の意向を 示した企業数 2社	実証2社の今後の継続是非について確認している。 後述する不具合のために現時点でご判断頂いて いないものの、 2社ともに前向きな回答は頂いて いる。 以上より、実証を通して本ソリューションの 継続利用の意向を示す企業数が2社あることを 確認予定	継続意向の理由は 今後の脱炭素化経営に 対する圧力が強まることを踏まえて、本実証 ソリューションを利用して対応体制を構築したい とのこと であった
	III 本ソリューション 導入によるメリット の明確化 (費用対効果)	コストメリット額と 投資回収時期 (3年) の妥当性把握	自動化までの導入コストと人手実施時のコストを 比較し、投資回収時期を検証する - 部品単位試算を人手実施における人件費 約979,2万円/年 - 本ソリューション導入コスト初年度1,540万円、 次年度以降285万円/年 - 上記比較の結果3年にて達成可能見通し 以上より、 事前の想定回収時期 (3年) とは 乖離はないことを確認した。	本検証におけるコストは「Ⅲ-④費用対効果」に 記載した本年度実証費用を基に試算したもので ある。 今後費用が低減されればさらに想定回収時期 は早まるものになり、上記条件により少なくとも 3年で回収できることが確認された

Note: 厚労省資料「令和2年賃金構造基本統計調査による職種別平均賃金」より『1492 鋳物製造・鍛造従事者』5年と10年の間の1,700円として計算。両工場ともに時間単価に大きな乖離がないこと確認

本実証における検証ポイントと結果 技術検証

実証の中で対象製品の試算のために必要なセンサ設置箇所とセンシングレートは十分に担保することができた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
中・小企業の脱炭素経営 支援IoTソリューション	I CO2排出量の 試算 (ターゲット製品の CO2排出量 見える化率)	ターゲット製品における 全工程の 半分以上 を 網羅したエネルギー 使用量のセンシング、 および部品単位の 生産データの実合に よるCO2排出量の 算出	各工場にて対象製品が通過する全工程への センサ設置割合は以下の通りとなる。 - 木村製造所: センサ設置箇所28台 ÷ 全工程41台 = 68.3% - 長倉製作所: センサ設置箇所34台 ÷ 全工程38第 = 89.5% センサを設置していない工程に対して以下工夫 が施された。 - 工場既存システムにより使用電力量を取得 できている装置は設置対象から除外した - 同種の装置2台を通過する際には任意1台 にのみ設置し使用電力量を推測した。 以上より、 両工場において半分以上 (50% 以上)の工程を網羅してエネルギー使用量を 取得し、各情報を用いてCO2排出量を算定する	工場の規模や製品種類にもよるが、製造工程 全ての装置にセンサを設置した場合には多くの センサが必要になってしまう可能性がある。 今回の実証では現地調査を通して設置せずとも エネルギー量を取得できる装置を除く等の 工夫を施した。また、実証を通して ほぼ一日中 稼働している装置等は一定期間のみの取得に 留める等さらなる工夫の余地があり、設置箇所 を減らした上で全工程のCO2排出量が把握でき る可能性が示唆された。
	II 単工程のセンサ 精度を設定 (単工程のセンサ 精度)	分単位の精度で データ取得 1秒単位でデータ を取得し、1分単位で データ送信するセンサ を設置し、平均値と しても分単位での データ分解能を持つ こと	各電力センサにおいて1秒ごとのデータ取得が 実施可能であることを確認した。 IoT機器として1秒ごとに取得した電力値を 60秒分まとめて無線にて送信することとなる。 データ送信中の6±1秒は電力値測定ができない ものの、 1分間あたり54データと十分量の データを取得している。 結果として目標である 分単位でのデータ分解能を持つことが 確認された ガスセンサはデータ取得が1データ/分として 設定した (数値挙動が大きくない、単純 増加、等の理由のため) 以上より、単工程のセンサ精度を設定し分単位 でのデータ分解能を持つことを確認した	今回の実証では初の試みということもあり、 センシングレートを高い値で設定し、ネットワーク への負荷を高めた上で確実なデータ取得を 実施した。 今後、必要十分なレートを見定め落とすことで、 負荷を軽くする・クラウド費用を低減する等の 余地があり、費用削減の方策として検討すること ができる

本実証における検証ポイントと結果 運用検証

実際にCO2排出量算定を行うと共に、今後ソリューション導入および算定の実施を行い易い環境を構築することができた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
中・小企業の脱炭素経営 支援IoTソリューション	I IoTソリューション導入に係るガイドラインの作成(工場導入担当者の導入に係る判断をサポートするガイドライン策定に向けた活動:各工程共通項の抽出)	実証時: 注意すべきポイントを網羅、共通化し、ガイドラインに落とし込む 実装時: 完成度100%を目指す	IoTソリューション導入に係るガイドラインとして、 工場導入担当者が導入に係る判断ができるように導入各過程におけるポイントを抽出した 。 各過程ポイントの特徴は以下の通りとなる。 ● 導入検討: 目標設定を行い、それが費用と合っているかを確認するフェーズ。本ソリューションを利用した目指す姿をつくりだす ● 現地調査: 実際に設置する工場環境、設置個所を確認する ● 機器手配: 目的に応じた設置機器の具体的な仕様を定め、取り付け工事に必要な部品を把握する ● 設置・検査: 設置の際は操業に影響がないか、設置の後は既存環境に影響を及ぼしていないかを確認する ● データ取得: 現地調査で想定した通りの機器動作/データ取得か、各製造装置のエネルギー量を取得できているかを確認する ● CO2算定: センサにより取得できた直接的なエネルギー使用量の他に、間接的に使用しているエネルギーや再生可能エネルギーの活用等の情報を統合し最終的に当該製品CO2算定を行う 以上より、実証を通して本ソリューションを導入する上での全過程におけるポイントを抽出しガイドラインに落とし込んだ	実証の中では 試行錯誤で実施した各プロセスを関係者とともに振り返り協議し各ポイントを抽出した 。 そのため本ガイドラインの確認事項に応えながら進めることで 同じような手間を削減しつつ導入検討をすることができる 。 本内容は導入ケースを増やすことで内容が充足化していくことが考えられ、次年度以降により使いやすいものとなっていくことが想定される
	II 脱炭素化IoTソリューション開発(ソリューション導入ガイドライン整備度)	実証先担当者がExcelを扱ってCO2量を算出できるようになる	実証先担当者に本CO2算定Excelシートを確認頂き、必要情報・計算方法について理解して頂いた(1社のみ日程都合が合わず3/15以降に追加説明を実施予定) 以上より、実証先2社(木村・長倉)の 担当者がCO2算定を行える状態であることを確認	取得データから電力量やガス量への変換、さらに CO2排出量への変換は各社に合わせた変換シートを作成し、必要な情報を入力することで算定ができるものとなった 。現場を知る担当者にとっては理解し易い構成になったものと考えている

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

a. 効果検証 気象海象や季節、成長度合いなど複数の条件に対応するための情報収集と開発が必要

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	効果項目			
	Wi-Fi HaLowの安定通信およびNW設計の簡素化	導入済み企業にてNWの検証と改善、端末機器との整合をとっていく	NTT東、aglink.lab	2024年
	廉価なパッケージ価格提供/費用対効果の見える化	カーボンニュートラル取り組み課題認識、受注効率への影響、生産性向上への寄与が見える化	NTT東、aglink.lab	2024年
	技術項目			
	データ取得頻度の適正化	導入済企業への聞き取りを経た落とし込み	NTT東	2024年
	センサ設置箇所の適正化	実証数を増やすことによるパターン化	NTT東	2024年
横展開に向けて	運用項目			
	更なる見える化DXの検討 (ex.安全管理、在庫管理、品質管理等)	実証を通して既存システムの把握と需要を持った拡充システムの把握	aglink.lab	2024年
	中小企業の意識付けの普及活動	ワークショップなどの実施	aglink.lab	2024年
	商用化展開検討	静岡県の自治体および地銀 (静岡県、静岡銀行など) をネットワークの起点として中小企業や業界団体等へ需要ヒアリングを実施し、販売見込み数を計画	aglink.lab、NTT東	2025年
	商用化サービス検討	コスト低減の具体化、顧客タイプに合わせた導入パターンの構築	NTT東、aglink.lab	2025年

No.4 ZTV

ローカル5Gを活用した湾内におけるブリ養殖給餌業務完全無人化のための自動操船システムの実証

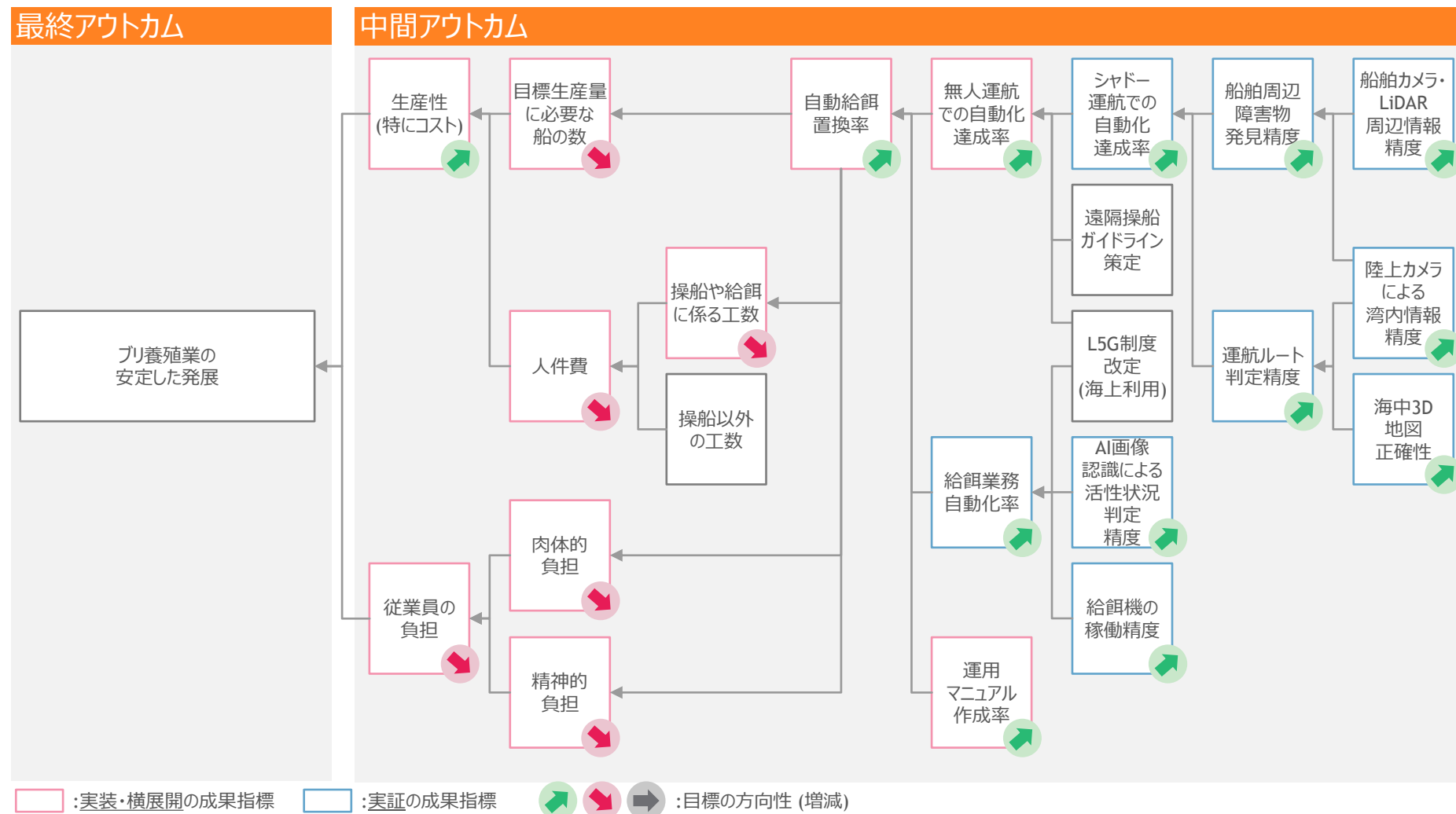
ブリ養殖業の安定した発展を目指すための給餌と操船の自動化

地域課題	①人口の減少 ②少子高齢化 ③第一次産業就業者減少 尾鷲の経済を支える漁業の衰退が懸念	目指す姿	給餌業務の完全無人化による海上養殖業の発展
実施体制 (下線: 代表機関)	(株)ZTV、尾鷲物産(株)、シンクレイヤ(株)、鳥羽商船高専、(株)アイエスイー、パナソニックコネク(株)、東京海洋大学、ヤンマーホールディングス(株)、ヤンマーマリンインターナショナルアジア(株)、三重県、(一社)日本ケーブルテレビ連盟、ニチモウ(株)、(株)百五銀行、(株)百五総合研究所、水域環境情報基盤(株)、住友商事(株)	実施地域	三重県尾鷲市

実証の概要		実証成果・実装移行の課題	
 - 尾鷲湾内2か所にローカル5G基地局を設置し港から養殖ブリ生け簀までのエリアをカバー。給餌船による給餌業務と小型船舶の運航をそれぞれ自動化 - 給餌船に4Kカメラを搭載、給餌の様子をローカル5G経由で陸上のAIサーバまで伝送。給餌状況に応じて給餌機を自動制御 - LiDARを搭載した船舶が周辺状況を収集しながら設定された航路を自動運航。障害物を検知すると自動停止。本実証では非常時には手動操船を行えるシャドー運航		実証成果 【1】自動給餌: AI判定精度 87%~95% (目標80%以上) - 給餌機制御正確性 100% (目標100%) - 給餌業務時間削減 76.6% (目標80%以上) 【2】無人(シャドー)運航: 設定ルート運航 100% (目標90%以上) - 障害物検知自動停止 100% (目標90%以上) - 船上・陸上カメラ映像の確認の達成 (実証対象外) 【3】給餌業務の完全無人化 (実証対象外) 【4】ローカル5Gの海上利用制度化 実装移行への課題 【共通】地域の事業者や漁業関係者の理解向上 コストパフォーマンス改善 【1】自動給餌 AI判定精度向上 増加する業務量の算出 【2】無人運航 荒天時における障害物判定・自動停止精度向上 無人運航ガイドライン改定への働きかけ 【3】完全無人化 【1】【2】それぞれの完成および統合 【4】L5G海上利用 制度改定への働きかけ	
実装・展開のスケジュール			
実装 (2024-2029)		展開 (2030~)	
- 自動給餌業務に関する性能向上 (AI学習強化・識別器追加、給餌機の柔軟な制御、餌補充の自動化等) (～2026年) - 無人操船に関する性能向上 (近距離での障害物検知・停止判定精度、岸壁・生け簀への離着桟と係留自動化) (～2026年) - 新規造船による無人運航と自動給餌システムの統合と試験稼働 (2027年) - シャドー運航による実業務での無人給餌システムの本格稼働 (2028年) - L5G海上利用に向けた制度改定 (2026年頃)		- 尾鷲物産での完全無人給餌業務の開始 - 他地域の事業者への無人給餌業務システムの導入に向けた展開 - STCW (船員に関する国際条約) 改定に伴う無人運航ガイドラインの策定 (2030年頃)	
実装に向けて達成すべき項目	【1】自動給餌: AI判定精度の向上 【2】無人運航: 国土交通省・国際海事機構等の小型船舶のガイドライン策定。離着桟や係留等自動化範囲の拡大 【3】自動給餌と無人運航の統合による給餌業務の完全無人化 【4】ローカル5Gの海上利用制度化		

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



実証計画

目的	ブリ養殖における給餌業務無人化 無人運航 - ブリ養殖を行う給餌船を想定した船舶における尾鷲湾内での実質的な無人運航の実施 自動給餌 - 給餌業務軽減に向け、ブリに与える餌の量を活性状況に応じて柔軟に変更するためのシステムの開発および精度向上		
アウトカム	無人運航 - 船舶カメラ・LiDAR周辺情報精度 - 陸上カメラによる湾内情報精度 - 海中3D地図正確性 - 操船に必要な船舶周辺の障害物発見精度 - 漁港と生け簀間の給餌船運航ルートの判定精度 - シャドー運航における操船自動化の達成率 自動給餌 - AI画像認識による活性状況判定精度 - 給餌機の稼働精度 - 船上における給餌業務関連作業の自動化率		
検証の概要	効果検証	技術検証	運用検証
	無人運航 - 無人運航と手動運航での目的地までの移動時間、障害物発見等 自動給餌 - 手動給餌と比較した業務量の削減度合	無人運航 - 無人運航に必要な映像等データの伝送品質。障害物等の判定速度、精度 自動給餌 - AIによる活性状況の判定速度、精度。給餌量のコントロール	無人運航 - 無人運航時の遠隔からの状況確認、操作手順。増加する業務の確認 自動給餌 - 削減できる業務、運用方法の確認

本実証における検証ポイントと結果

a. 効果検証 自動化により業務時間および負担が削減することを確認

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
無人運航	I シャドー運航における操船自動化の達成率	目的地までの移動時間: 手動操船の150%以内	港から生け簀までの移動時間 (離着棧除く) 手動運航時 385秒 ① 自動運航時 430秒 ② 手動と自動の比率 ②/①=111.7%となり目標を達成	実証期間中は天候にも恵まれたこともあり、想定を大きく上回る結果が得られた。 給餌業務を実施するうえで一番厳しい気象状況での検証を行う必要がある
	自動運航の割合: 80%		港から生け簀までの総移動距離 1,120m ① 手動操作が必要な離着棧区間 20m 自動運航が可能な区間 1,100m ② 全行程中の自動運航の割合 ②/①= 98.2%となり目標を達成	完全無人化には本実証では手動操作区間となっていた離着棧についても自動化が求められる
自動給餌	I 自動給餌システムによる業務量削減	給餌業務の作業時間 (約2~3時間、給餌業務全体の80%) の削減	5日間延べ16台の生け簀で自動給餌を実施。 16回の給餌業務で生け簀での給餌業務全体の作業総時間は274分 ① 自動給餌を行った時間は210分 ② 自動給餌以外の業務 (生け簀離着棧、給餌機の手動調整) を行った時間は64分 ②/①=76.6%となり、目標には少し届かなかった	目標にはわずかに届かなかったが、AI判定の精度向上や給餌機の高度化により手動調整に要する時間が削減されることや、今回は発生しなかった斃死した魚の回収業務を実施した場合には80%以上の削減が達成できると考える

本実証における検証ポイントと結果

b. 技術検証 さらなる精度向上に向けて継続的なデータ収集と開発が重要

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
無人運航	I 船舶カメラ・LiDAR 周辺情報精度	運航に支障を及ぼす障害物を90%検知	LiDAR3台を実証船上部に設置し、360度全方位の障害物を検知する。 周囲8方向において相対距離75m地点に停泊した船舶すべてを検知した。 障害物検知率100%を達成	全方位の検知にはLiDARが3台必須となるため品質を維持した状態で小型、低廉化が重要
	II 陸上カメラによる湾内情報精度	運航に支障を及ぼす障害物を90%検知	カメラを2か所に設置。 陸上から100m以上離れた場所にある船舶や生け簀を目視と遠隔（ZTVサーバ室に設置したPCからリモート接続したカメラ映像を別のPCからVPNで接続）の2パターンで確認。 目視と遠隔に大きな遅延なく支障を及ぼす可能性のある障害物をすべて確認	監視目的で人が画面を見続けるのは困難なため、AIによる判定システムの採用が必要
	III 海中3D地図 正確性	3Dマップによる5mメッシュの水深情報	数cm刻みの点群データを収集し、さらにその画像を平滑化することで視覚的にわかりやすい形の3Dマップを作成。 5mより相当詳細な精度の水深情報が確認可能	陸上（海上）からは判断が難しい水深の浅いポイントが把握できることで安全な運航ルートの判定が可能となる。 詳細な情報が得られることで、震災による海底隆起により形状が変わった場合の調査にも活用が期待できる
	IV 漁港と生け簀間の給餌船運航ルートの判定精度	正確な運航ルートの判定率80%	陸上カメラ、水中3Dマップから行業従事者以外の人物が港から生け簀までの運航ルートを複数パターンで作成。 給餌業務従事者がその運航ルートの安全性や正確性を判定しすべて問題が無いことを確認	実証期間中は気象海象共に安定かつ湾内を航行する船舶も多くない状況だったため、複雑な運航ルートの検証までは行っていない

本実証における検証ポイントと結果

b. 技術検証 さらに精度向上に向けて継続的なデータ収集と開発が重要

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
無人運航	V シャドー運航における操船自動化の達成率	決められたルートで運航: 90%	港から生け簀まで事前に指定したルートで自動操船による検証を8回実施。 全ての検証において決められたルートを通ることを確認	実証期間中は天候にも恵まれたこともあり、良好な結果が得られた。 給餌業務を実施するうえで一番厳しい気象状況での検証を行う必要がある
		障害物検知時の停止: 90%	指定したルートの進行方向に障害物となる船舶を停泊。自動操船中の船舶が一定の範囲内に近づいたときに障害物を検知および停止するかを5回実施。 全ての検証において検知及び停止することを確認	港周辺等の他の船舶が多数存在する場合には停止判定する範囲を小さくする等の調整が必要になるため、さらなる性能向上が必要になる
自動給餌	I AIによる画像判定システムの精度	判定精度: 80%	ブリの餌の食べる様子を 非活性 / 低活性 / 高活性1 / 高活性2 の4パターンに分けるAI判定システムを作成。目視とAIでそれぞれ150回の活性状況の判定を行い、目視と比較して87%-95%の判定精度を達成	季節や成長度合いによって高活性と判定される活性状況も異なることから、継続したデータの収集が必要
	II 給餌機の制御	正確性: 100%	給餌停止のためのシャッター開度変更についてAI判定による指示およびタブレットを使用した手動指示のそれぞれにおいて100%の精度でシャッターが制御されていることを確認	ハードウェア面では長期運用を想定した防水、防錆面の品質向上が必要。 ソフトウェア面では柔軟な給餌量の調整が可能となるプログラムの開発が必要

本実証における検証ポイントと結果

c.運用検証 削減効果を高めるためにも複数隻へのシステム導入が必要

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
無人運航	I 無人運航を想定した作業手順の確立	作成した手順による運航実施達成率: 100%	操船: 尾鷲物産の養殖業務従事者 操船指導および操船状況確認: ヤンマーHD ヤンマー社の準備した手順書を用いて、養殖業務従事者が自動操船システムの起動から目的地到着までを単独で実施できた	漁場や湾内のルールによって運航手順が異なることもあるため、今回の手順をベースに修正を行っていく
	II 無人運航により増加する業務量の算出	無人運航に関する業務量の増加: 10%以内 全体の業務量は70%以上削減	増加する業務として陸上からの船舶および給餌監視。 生け簀の移動や給餌のタイミングをずらすことで、複数隻 (従業員10名) の監視業務を1名で受け持つ。10名分の業務を1名で受け持つため、業務量は10%の増加。 本実証での給餌業務の削減効果は約80%となるため、増加する業務量 (10%) を相殺して70%が削減できる	集中管理による削減効果を得るためには複数隻の船舶への導入が必要。 操船、給餌それぞれに専任の監視担当を配備する方法、または、両方を兼務する方法について検討が必要。 また、監視業務を外部へ委託することによる業務負担軽減や増加コストについても検討が必要
自動給餌	I 自動給餌により削減および増加する業務量の算出	業務量の削減: 80%以上 業務量の増加: 10%以内 全体の業務量は70%以上削減	増加する業務として陸上からの船舶および給餌監視。 生け簀の移動や給餌のタイミングをずらすことで、複数隻 (従業員10名) の監視業務を1名で受け持つ。 本実証での給餌業務の削減効果は約80%となるため、増加する業務量 (10%) を相殺して70%が削減できる	集中管理による削減効果を得るためには複数隻の船舶への導入が必要。 操船、給餌それぞれに専任の監視担当を配備する方法、または、両方を兼務する方法について検討が必要。 また、監視業務を外部へ委託することによる業務負担軽減や増加コストについても検討が必要

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

a. 効果検証：気象海象や季節、成長度合いなど複数の条件に対応するための情報収集と開発が必要

実装に向けて	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
	無人運航 シャドー運航における操船自動化の達成率 - 気象海象状況が及ぼす影響についての検証。 - 本実証では手動操作となった区間(離着桟)についての自動化	無人運航 シャドー運航における操船自動化の達成率 - 荒天時、早朝深夜等において給餌業務が実施できる範囲で一番厳しい運航条件を設定し、操船の自動運航を行い、達成率を検証する - コンソメンバー (尾鷲物産、ヤンマーHD) と協議を進め、段階的に自動化を目指す	無人運航 シャドー運航における操船自動化の達成率 尾鷲物産、ヤンマーHD、東京海洋大学、ZTV	無人運航 シャドー運航における操船自動化の達成率 2024年以降継続的に実施 2024-26年の間に実施
	自動給餌 自動給餌システムによる業務量削減 給餌業務全般の自動化	自動給餌 自動給餌システムによる業務量削減 自動給餌において従業員が手動で給餌機の制御を行う必要があった業務の削減に向けたAI判定精度向上。餌の投入などの手動給餌業務部分についてコンソメンバー (尾鷲物産、アイエスイー) と協議を進め、段階的に自動化を目指す	自動給餌 自動給餌システムによる業務量削減 尾鷲物産、鳥羽商船高専、アイエスイー、ZTV	自動給餌 自動給餌システムによる業務量削減 2024年以降継続的に実施

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

b. 技術検証：完全無人業務に向けて、長期稼働と複雑な条件下での運用に取り組む

実装に向けて	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
	無人運航 I 船舶カメラ・LiDAR周辺情報精度 性能の向上と小型低廉化。安定した長期稼働。	無人運航 I 船舶カメラ・LiDAR周辺情報精度 性能の向上がコスト増や大型化とトレードされないデバイスの開発要望。海上での長期運用がデバイスにどの程度影響を及ぼすかを継続的に収集	無人運航 I 船舶カメラ・LiDAR周辺情報精度 ヤンマーHD、東京海洋大学	無人運航 I 船舶カメラ・LiDAR周辺情報精度 2024年以降継続的に実施
	II 陸上カメラによる湾内情報精度 障害物検知の省力化	II 陸上カメラによる湾内情報精度 湾内の船舶が集中する状況での障害物検知が可能となるAI判定システムの開発と運用	II 陸上カメラによる湾内情報精度 ヤンマーHD、東京海洋大学	II 陸上カメラによる湾内情報精度 2024年以降継続的に実施
	III 海中3D地図正確性 継続的に危険把握を正確に行うための海中3D地図情報の維持	III 海中3D地図正確性 定期的および震災等による海底の形状変化が想定される場合など条件ごとに情報アップデートの基準を作成する。また、アップデートに必要なリソースの検討を行う	III 海中3D地図正確性 尾鷲物産、東京海洋大学、水域環境情報基盤	III 海中3D地図正確性 2027年頃（海底の形状変化が想定されるような災害が発生した場合には別途検討）
	IV 漁港と生け簀間の給餌船運航ルート の判定精度 複雑な条件下での運航ルート判定	IV 漁港と生け簀間の給餌船運航ルートの判定精度 気象海象や早朝夜間および本実証とは異なる生け簀を目的地とするなど、複雑かつ複数の条を用いたルートの作成を行い判定精度を向上させる	IV 漁港と生け簀間の給餌船運航ルートの判定精度 尾鷲物産、ヤンマーHD、東京海洋大学	IV 漁港と生け簀間の給餌船運航ルートの判定精度 2024年以降継続的に実施
	V シャドー運航における操船自動化の達成率 - 厳しい気象状況での検証 - 停止判定の範囲を狭めて運用するための性能向上	V シャドー運航における操船自動化の達成率 - 本実証期間中に発生しなかった気象海象や早朝夜間において給餌業務を実施可能な中で一番厳しい条件時の検証を行う - 湾内などの他船舶が多数存在する条件下での動作検証を行う。カメラ、LiDARの必要な性能要件を確定する	V シャドー運航における操船自動化の達成率 尾鷲物産、ヤンマーHD、東京海洋大学	V シャドー運航における操船自動化の達成率 2024年以降継続的に実施

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

b. 技術検証：完全無人業務に向けて、長期稼働と複雑な条件下での運用に取り組む

実装に向けて	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
	自動給餌 Ⅰ AIによる画像判定システムの精度 - 季節、成長度合いによって高活性と判定される活性状況が異なる Ⅱ 給餌機の制御 - 長期運用を想定した品質確保 - 給餌量の調整をこれまで以上に柔軟(段階的な増減)に行う	自動給餌 Ⅰ AIによる画像判定システムの精度 - 年間を通じて季節、成長度合い毎の給餌映像を収集しAI判定精度の向上を図る Ⅱ 給餌機の制御 - 船舶に設置された機器を継続的に点検し、防水および防錆面での維持が可能かを判定。不足する場合は対応方法について検討を行う - AI判定結果から給餌量の増減が実施できるプログラムを開発し事業者からのフィードバックを反映性能向上を目指す	自動給餌 Ⅰ AIによる画像判定システムの精度 - 尾鷲物産、鳥羽商船高専 Ⅱ 給餌機の制御 - 尾鷲物産、アイエスイー	自動給餌 Ⅰ AIによる画像判定システムの精度 2024年以降継続的に実施 Ⅱ 給餌機の制御 2024年以降継続的に実施 2024-26年の間に実施

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

c. 運用検証: 増加する業務量と費用の精査と外部委託の活用を検討

実装に向けて	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
	無人運航 Ⅰ 無人運航を想定した作業手順の確立 漁場、湾内ごとに異なるのルールへの最適化	無人運航 Ⅰ 無人運航を想定した作業手順の確立 漁場、湾内のルールなどによって運航や係留手順にも違いがあるため、地域の従事者や管理者へのヒアリングを行い、手順を修正していく	無人運航 Ⅰ 無人運航を想定した作業手順の確立 尾鷲物産、ヤンマーHD、東京海洋大学、ZTV	無人運航 Ⅰ 無人運航を想定した作業手順の確立 2024年以降必要に応じて実施
	Ⅱ 無人運航により増加する業務量の算出 - 完全無人業務を想定した陸上からの支援業務内容の抽出 - 長期安定運用のための体制構築	Ⅱ 無人運航により増加する業務量の算出 - 離着棧、係留などが無人化される場合のシミュレーションを実施し、従事者へのヒアリングを行い増加する業務量の算出 - 操船と給餌業務それぞれの監視担当者の専任、兼任時の業務負担を検証し必要人員を検討する。監視業務を外部委託することによる業務負荷軽減と増加コストについての検討を行う	Ⅱ 無人運航により増加する業務量の算出 尾鷲物産、ヤンマーHD、東京海洋大学、ZTV	Ⅱ 無人運航により増加する業務量の算出 2024-26年の間に実施
	自動給餌 Ⅰ 自動給餌により削減および増加する業務量の算出 - 完全無人業務を想定した陸上からの支援業務内容の抽出 - 長期安定運用のための体制構築	自動給餌 Ⅰ 自動給餌により削減および増加する業務量の算出 - 生け簀への係留、餌の補充などが無人化される場合のシミュレーションを実施し、従事者へのヒアリングを行い増加する業務量の算出 - 操船と給餌業務それぞれの監視担当者の専任、兼任時の業務負担を検証し必要人員を検討する。監視業務を外部委託することによる業務負荷軽減と増加コストについての検討を行う	自動給餌 Ⅰ 自動給餌により削減および増加する業務量の算出 尾鷲物産、アイエスイー、ZTV	自動給餌 Ⅰ 自動給餌により削減および増加する業務量の算出 2024-26年の間に実施

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

a. 効果検証：完全無人化に向けて機器、ソフトウェアの性能向上、インフラの拡充、運用体制の整備が必要

	横展開に向けて			
	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
	無人運航 I シャドー運航における操船自動化の達成率 ・完全無人化の達成	無人運航 I シャドー運航における操船自動化の達成率 ・カメラ、センサ、海中 3Dマップの精度およびリアルタイム性の向上と、外部からの監視や制御を行うための通信インフラの拡充をすすめ、これらを安定的に運用するための体制整備も並行して行う	無人運航 I シャドー運航における操船自動化の達成率 ・尾鷲物産、ヤンマーHD、ZTV	無人運航 I シャドー運航における操船自動化の達成率 ・2027年頃
	自動給餌 I 自動給餌システムによる業務量削減 ・完全無人化の達成	自動給餌 I 自動給餌システムによる業務量削減 ・カメラ、センサ、海中 3Dマップの精度およびリアルタイム性の向上と、外部からの監視や制御を行うための通信インフラの拡充をすすめ、これらを安定的に運用するための体制整備も並行して行う	自動給餌 I 自動給餌システムによる業務量削減 ・尾鷲物産、鳥羽商船高専、アイエスイー、ZTV	自動給餌 I 自動給餌システムによる業務量削減 ・2027年頃

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

b. 技術検証：精度向上とコスト削減の両立が重要

横展開 に向けて	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
	無人運航 Ⅰ 船舶カメラ・LiDAR周辺情報精度 ・精度のさらなる向上とコスト削減	無人運航 Ⅰ 船舶カメラ・LiDAR周辺情報精度 ・一括購入などの条件を提示してサプライヤとの交渉を行い、性能コストの優れたデバイスの導入を進める	無人運航 Ⅰ 船舶カメラ・LiDAR周辺情報精度 ・ヤンマーHD、東京海洋大学	無人運航 Ⅰ 船舶カメラ・LiDAR周辺情報精度 ・2024年以降継続的に実施
	Ⅱ 陸上カメラによる湾内情報精度 ・精度のさらなる向上とコスト削減	Ⅱ 陸上カメラによる湾内情報精度 ・一括購入などの条件を提示してサプライヤとの交渉を行い、性能コストの優れたデバイスの導入を進める	Ⅱ 陸上カメラによる湾内情報精度 ・ヤンマーHD、東京海洋大学	Ⅱ 陸上カメラによる湾内情報精度 ・2024年以降継続的に実施
	Ⅲ 海中3D地図正確性 ・正確性の確保と維持に必要なコストの削減	Ⅲ 海中3D地図正確性 ・高性能な設備とデータ処理アルゴリズムの改善によりデータ収集や解析にかかる時間を削減しリアルタイム性を高め正確性を維持する。当該養殖業以外での海中3Dマップ利用への展開を進め、コスト削減を目指す	Ⅲ 海中3D地図正確性 ・尾鷲物産、東京海洋大学、水域環境情報基盤	Ⅲ 海中3D地図正確性 ・2027年頃（海底の形状変化が想定されるような災害が発生した場合には別途検討）
	Ⅳ 漁港と生け簀間の給餌船運航ルートの判定精度 ・精度のさらなる向上	Ⅳ 漁港と生け簀間の給餌船運航ルートの判定精度 ・カメラ、センサ、地図データのアップグレードによる情報精度の向上や、風速、海中温度等新しい気象海象データを追加することにより、これまで以上にリアルタイム性と精度の高い判定を目指す	Ⅳ 漁港と生け簀間の給餌船運航ルートの判定精度 ・尾鷲物産、ヤンマーHD	Ⅳ 漁港と生け簀間の給餌船運航ルートの判定精度 ・2024年以降継続的に実施
	Ⅴ シャドー運航における操船自動化の達成率 ・シャドーから完全無人化の達成。	Ⅴ シャドー運航における操船自動化の達成率 ・カメラ、センサ、海中3Dマップの精度およびリアルタイム性の向上と、外部からの監視や制御を行うための通信インフラの拡充をすすめ、これらを安定的に運用するための体制整備も並行して行う	Ⅴ シャドー運航における操船自動化の達成率 ・尾鷲物産、ヤンマーHD	Ⅴ シャドー運航における操船自動化の達成率 ・2024年以降継続的に実施

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

b. 技術検証：精度向上とコスト削減の両立が重要

	横展開に向けて			
	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
	自動給餌 Ⅰ AIによる画像判定システムの精度 精度向上と追加識別器作成における時間とコストの削減	自動給餌 Ⅰ AIによる画像判定システムの精度 エリア、条件ごとに給餌データの収集を稚魚から出荷までの期間に継続的に実施することで、複数条件での識別器が作成できる。これを他地域における給餌判定システムのベースとすることで、識別器作成にかかる時間とコストの削減につなげる	自動給餌 Ⅰ AIによる画像判定システムの精度 尾鷲物産、鳥羽商船高専	自動給餌 Ⅰ AIによる画像判定システムの精度 2026年までにベースとなる識別器を構築。随時アップデートを行う
	Ⅱ 給餌機の制御 - 精度向上と柔軟な給餌量調整の対応 - 運用維持費用の削減	Ⅱ 給餌機の制御 従事者へのヒアリングを行い、船舶ごとに異なる給餌船の給餌量制御をカスタマイズする。IoTデバイスを活用して収集した餌の消費量データを解析し効率的な給餌機の稼働を達成する	Ⅱ 給餌機の制御 尾鷲物産、アイエスイー	Ⅱ 給餌機の制御 横展開先確定後個別に実施

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

c. 運用検証: 事業者ヒアリングによる優先順位決めと外部委託による負荷軽減の検討

横展開 に向けて	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
	無人運航 Ⅰ 無人運航を想定した作業手順の確立 手動業務からの移行に必要な作業手順作成業務量の削減	無人運航 Ⅰ 無人運航を想定した作業手順の確立 実装までに作成した作業手順をテンプレート化し、事業者ごとにヒアリングを行い、フィードバックを取り入れて手順書作成を行う	無人運航 Ⅰ 無人運航を想定した作業手順の確立 尾鷲物産、ヤンマーHD、東京海洋大学、ZTV	無人運航 Ⅰ 無人運航を想定した作業手順の確立 2026年までにテンプレートを構築。随時アップデートを行う
	Ⅱ 無人運航により増加する業務量の算出 事業者ごとに取り組む業務が異なるため、個別にヒアリングと対応が必要	Ⅱ 無人運航により増加する業務量の算出 - 業務手順を明確にして無人化による削減効果の高い業務とそれ以外を選別し事業者へのヒアリングを行い優先順位を決める。優先順位の高い削減可能な業務量と、逆に増加する業務量を検討する - 監視および遠隔制御を外部委託することで専属の担当者を選任する必要がなくなり、運用負荷の軽減につながる体制を構築する	Ⅱ 無人運航により増加する業務量の算出 尾鷲物産、ヤンマーHD、東京海洋大学、ZTV	Ⅱ 無人運航により増加する業務量の算出 - 横展開先確定後個別に実施 - 外部委託体制を2027年頃までに構築
	自動給餌 Ⅰ 自動給餌により削減および増加する業務量の算出 事業者ごとに取り組む業務が異なるため、個別にヒアリングと対応が必要	自動給餌 Ⅰ 自動給餌により削減および増加する業務量の算出 - 業務手順を明確にして無人化による削減効果の高い業務とそれ以外を選別し事業者へのヒアリングを行い優先順位を決める。優先順位の高い削減可能な業務量と、逆に増加する業務量を検討する - 監視および遠隔制御を外部委託することで専属の担当者を選任する必要がなくなり、運用負荷の軽減につながる体制を構築する	自動給餌 Ⅰ 自動給餌により削減および増加する業務量の算出 尾鷲物産、アイエスイー、ZTV	自動給餌 Ⅰ 自動給餌により削減および増加する業務量の算出 - 横展開先確定後個別に実施 - 外部委託体制を2027年頃までに構築

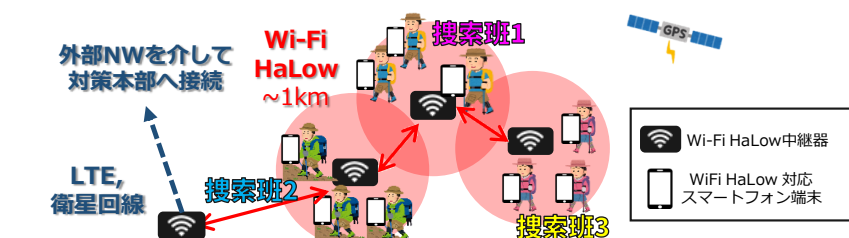
No.5 シャープ

Wi-Fi HaLowを活用した遭難者捜索における捜索隊の効率的かつ安全な捜索活動支援システムの実証

遭難者捜索活動の高度化及び二次災害抑制をWi-Fi HaLowを活用して解決するシステムの実証

地域課題	山岳救助隊は状況共有が極めて困難な状況で、人命救助活動を迅速かつ安全に行わなければならないという課題が存在	目指す姿	Wi-Fi HaLowを活用し、捜索現場に柔軟・迅速に通信エリアを構築し、捜索班・捜索本部間でデータ共有を行うことで遭難者捜索活動の高度化及び捜索隊の二次災害抑制を目指す
実施体制 (下線: 代表機関)	シャープ(株)、奈良県天川村、(株)Cube Earth、奈良県天川村山岳救助隊、アストロデザイン(株)、(株)ACTION、和歌山大学、奈良県	実施地域	奈良県天川村 奈良県天理市

実証の概要



- Wi-Fi HaLowを活用し、救助隊が捜索現場に柔軟・迅速に通信エリアを展開するための可搬型Wi-Fi HaLow中継システムの構築
- 分散型アプリケーションと空間IDを用いて捜索班・捜索本部間で音声/画像/テキスト/位置情報を共有するための高度遭難者捜索システムの構築

実装に向けて達成すべき項目

- 【1】可搬型Wi-Fi HaLow中継システムにより、山間部において、2回の中継で1.5~2.0kmのWi-Fi HaLow通信カバーエリアを構築する
- 【2】高度遭難者捜索システムにより、Wi-Fi HaLow通信環境下において音声/画像/テキスト/位置情報の4種類のデータ送受信を可能とする
- 【3】ソリューションが捜索活動の効率化と二次災害抑制に有効との評価率80%以上

実証成果・実装移行の課題

実証成果

- 【1】可搬型Wi-Fi HaLow中継システムにより、山間部において、2回の中継で約550mのWi-Fi HaLow通信カバーエリアを構築
- 【2】高度遭難者捜索システムにより、Wi-Fi HaLow通信環境下において音声/画像/テキスト/位置情報の4種類のデータ送受信が可能であることを確認
- 【3】ソリューションが捜索活動の効率化と二次災害抑制に有効との評価率
 - 可搬型Wi-Fi HaLow中継システム：20%
 - 高度遭難者捜索システム：90%

実装移行への課題

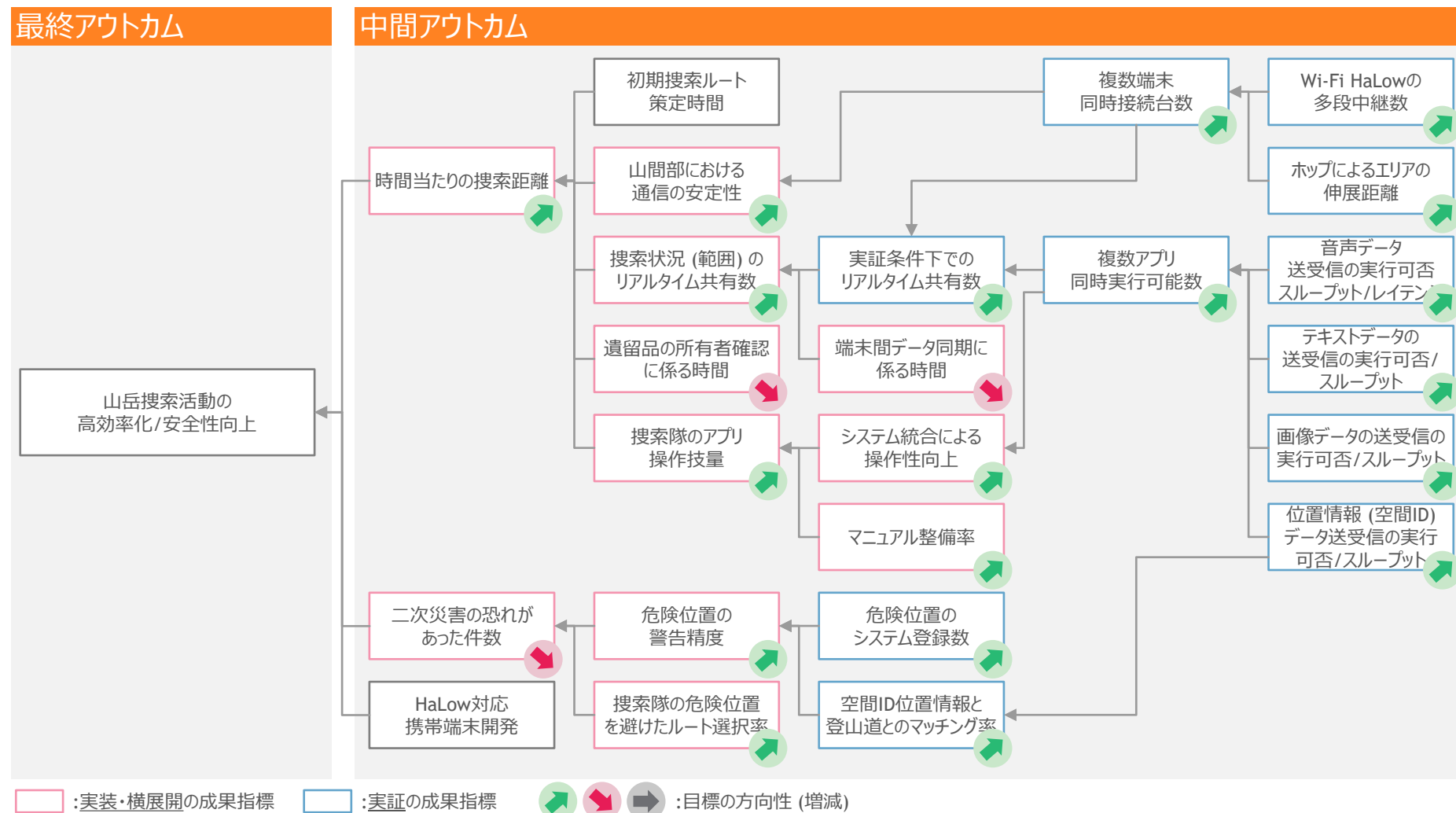
- 山間部における通信可能範囲を2km以上確保すること
- 高度遭難者捜索システムの操作性評価率50%→80%以上
- 実際の遭難多発地域での実証実験

実装・展開のスケジュール

実装 (2025-)	展開 (2027-)
- Wi-Fi HaLow 対応端末の小型化 - 高度遭難者捜索システムの実用化	高度遭難者捜索システムの一般化 (登山サービス、遭難保険、消防庁、警察庁と連携及び横展開)

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



実証概要

目的	可搬型Wi-Fi HaLow中継システムを用いた広域カバーエリアの構築 - 可搬型Wi-Fi HaLow中継システムの実現が可能であるか検証 高度遭難者搜索システムの構築 - 分散型アプリケーションによるロバストな情報共有が可能であるか検証 - 空間ID技術を活用した安全かつ効率的な搜索活動のアシストが可能となるか検証		
アウトカム	Wi-Fi HaLowの多段中継数、ホップによるエリアの伸展距離 複数端末同時接続台数 音声データ送受信の実行可否/スループット値/レイテンシ テキストデータ送受信の実行可否/スループット値 画像データ送受信の実行可否/スループット値 位置情報(空間ID)データ送受信の実行可否/スループット値 複数アプリ同時実行可能数 空間ID位置情報と登山道とのマッチング率、危険位置のシステム登録数、実証条件下でのリアルタイム共有数		
検証の概要	効果検証	技術検証	運用検証
	- 可搬型Wi-Fi HaLow中継システムによる通信可能範囲が有効であるかの検証 - 高度遭難者搜索システムが搜索活動の効率化および二次災害の抑制に有効であるかの検証	- 可搬型Wi-Fi HaLow中継システムによる通信品質が要求スループット値を得ることが可能であるか検証 - 中継機による多段ホップ構成による通信が可能であるか、要求スループット値に基づき検証 - 複数端末が接続可能であるかを検証 - トランシーバによる音声データの送受信と比して、音声、テキスト、画像、位置情報データがWi-Fi HaLow環境下にて送受信することが可能か検証 - 複数アプリケーションが同時実施可能であるか検証 - 音声アプリケーション品質をレイテンシ計測等で検証	- 可搬型Wi-Fi HaLow中継システムの構築に当たり、展開の容易さ等について山岳救助隊員からのヒアリングを実施 - 高度遭難者搜索システムにおけるアプリケーションのサービス品質・操作性等について、天川村職員/山岳救助隊員からの品質に関する評価により検証 - 高度遭難者搜索システムにおける危険位置のシステム登録によるユーザビリティに関して、天川村職員/山岳救助隊員からの評価により検証
※特別な記載がない場合は天理市内での実証を実施			

本実証における検証ポイントと結果 (1/2)

可搬型Wi-Fi HaLow中継システムにより、多段ホップを行うことで通信可能範囲を拡張できるという成果を得られた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察	
	項目	目標			
可搬型Wi-Fi HaLow 中継システム	効果	I 通信可能範囲の評価	情報共有を行うのに有効であるとの評価率80%以上	× 実験結果の通信可能範囲は有効であるとの評価は20%	実用化に向けて2km以上の通信可能距離を求める声を頂き、さらなるソリューション改善検討が必要
	技術	I 可搬型Wi-Fi HaLowシステムのカバーエリア	距離 700m	○ 見通し環境にて距離700mの接続確認 × 見通し外環境にて最大で距離200mまで達成	- 見通し環境では人の高さでも400mの接続可能 - 見通し外環境では障害物により通信距離は変化。障害物回避の中継の必要性を確認
		II Wi-Fi HaLow中継時のカバーエリア	距離 1.5km以上	△ 見通し環境は測定可能距離を1.1kmまでしか確保できず計測不能 × 見通し外環境では2中継で最大約550mまで達成	- 見通し環境で700m区間2中継すれば2km以上可能 - 見通し外環境では中継を多段化及び設置環境の最適化により長距離化可能
		III 可搬型Wi-Fi HaLow中継システムのスループット値	スループット256kbps以上	○ 見通し環境にてTCPスループット300~800kbps台確認 ○ 見通し外環境では距離100m条件で300~800kbps台確認	- 見通し環境では十分な通信速度を確保可能 - 見通し外環境では障害物により通信速度は変化。障害物回避の中継の必要性を確認
		IV ホップ毎のスループット値	スループット256kbps以上	○ 見通し環境にて2ホップで300~450kbps、3ホップで150~180kbps台確認 × 見通し外環境では距離を優先させて帯域制限を行ったため、20kbps台確認	Wi-Fi HaLow機材同士の周波数干渉が発生し、ホップする毎にスループットは落ちていく傾向にある干渉対策を行う必要性を確認
		V 複数端末接続	接続4台以上でスループット64kbps以上	△ 4台接続することは可能。帯域制限を行ったため、20kbps台確認。	Wi-Fi HaLow機材同士で同時送信時に衝突が発生。接続する毎にスループットは落ちていく傾向にある。干渉対策を行う必要性を確認
	運用	I 可搬型Wi-Fi HaLow中継システムの展開の容易さ	山岳救助隊員2名以上が10分以内で展開・運用	◎ 展開・運用に要する時間は平均約3分20秒	実際に山林で展開する際は持ち運ぶため、機材の小型軽量化を求める声が多く、実装にて対策予定

本実証における検証ポイントと結果 (2/2)

高度遭難者捜索システムにより、捜索活動の効率化と二次災害抑制が期待できるとの成果を得られた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
高度遭難者捜索システム	効果	I アプリケーションの有効性評価	活動効率化と二次災害抑制に有効評価率80%以上	◎ アプリケーションの有効性の平均評価率は90% - 山岳救助隊へのヒアリングでは、救助作業が変わり改善するので今すぐ欲しいと高評価であった
	技術	I 音声/位置情報/テキスト/画像データの送受信	4種類データ送受信が可能。送信から受信まで5分以内	◎ 帯域制限を行った場合でも約5分以内での送受信を確認。サービスクオリティに問題なし。 - 帯域制限、QoS制御、データ同期機能の対策稼働することでWi-Fi HaLow多段中継にて送受信可能
		II 複数アプリケーションの同時実行	複数アプリケーション通信の実施が可能	△ 分散型アプリケーションにおいて音声が入途切れることがあったが、複数アプリケーション実施可能 - 分散型アプリケーションでは音声が入途切れることがあったが、QoS制御により、音声と他データ種別の同時送信が可能
		III 音声アプリケーションのサービス品質/レイテンシ測定	3回のテストケースにおいて障害なく実行できること	○ 分散型アプリケーションにおいてレイテンシ0.5sec程度テスト3回中、障害なく実行可能 - 分散型アプリケーションとQoS制御により、低レイテンシの通話が可能であり、Wi-Fi HaLow環境下における分散型の有効性を確認
		IV 空間ID位置情報と登山道とのマッチング率	マッチング率 90%以上	○ 行動ログと登山道のマッチング率は90.1% - 結果はGPS精度に依存。行動ログにノイズフィルタリングをかけることでマッチング率を向上させることが可能
	運用	I アプリケーションの操作性の容易さ	端末アプリケーションを3回以上やり直さなく操作	◎ 端末アプリケーションの誤操作は0回、追加質問は平均約1回/人という結果となり、目標を達成 - より少ない動作で操作できるようにして欲しいとのことで実用化が望まれる状況
		II 危険位置のシステム登録によるユーザビリティ	登山道1つ以上登録、3名以上から改善点抽出	○ 天川村遭難多発の行者還岳を登山道として1つ登録 ○ 天川村役場職員1名、山岳救助隊4名にてヒアリング ○ 改善点を複数抽出 - 危険位置登録および確認の平均評価率は50%という結果、操作の簡易化の要望が多く対応していく予定

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

実際の搜索活動での効率化安全性向上が特に課題であり、今後は本格的な活用導入に重点的に取り組んでいく

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	可搬型Wi-Fi HaLow中継システム 実際の遭難多発地域での実証実験	積雪の無い時期にて奈良県天川村での実証実験を実施する	シャープ	2024~2025年度
	中継器の最適な設置位置の迅速な把握	事前調査でWi-Fi HaLow通信可能エリアを空間IDにて記録し、最適配置位置決定を支援する	シャープ、CubeEarth	2024~2025年度
	ネットワークの迅速な展開の促進	Wi-Fi HaLow対応端末の小型化により機材軽量化を図る	シャープ	2024~2025年度
	高度遭難者搜索システム ユーザビリティの向上	UIの改良、操作手順の削減を行う	CubeEarth	2024~2025年度
	汎用性の確保	遭難者搜索用に関係するオープンデータ、外部サービスを組み込むための汎用性を確保させる	CubeEarth	2024~2025年度
	収益性と追加機能	他の地域、遭難者搜索関係者・機関のヒアリングによる収益性の可能性の確認、必要機能の追加	CubeEarth	2025~2026年度
	ノウハウの蓄積と見える化	データの蓄積による遭難者搜索のノウハウの蓄積と見える化を実施する	CubeEarth	2024~2025年度
	アプリケーションの通信方法の多様化	通信方法の多重化や安定した運営環境の確保のノウハウの確立させる	シャープ、CubeEarth	2024~2026年度
	マーケティング、収益モデルの確立	全国展開を模索し、搜索時間の短縮や遭難者自体を減らすことなどで自治体収益を改善させる	シャープ、CubeEarth	2025~2026年度
横展開に向けて	奈良県内への横展開	本年度の展示会および会合でのプレゼンテーションデモを基盤にさらに普及活動を展開していく	シャープ、CubeEarth	2025~2026年度
	他地域および他目的への横展開	2027年度以降はこれまでの実績を元に、全国自治体および他目的への横展開を検討していく	シャープ、CubeEarth	2027~2028年度

No.6 サーベイ

Wi-Fi HaLowとRTK-GNSS搭載ドローンを活用した徳島市における南海トラフ地震の影響を受けにくい映像情報伝送システムの実証

南海トラフ地震の初動の動きをWi-Fi HaLowとカメラ、RTK-GNSS搭載ドローンを併用した多層的な連携モデルで迅速かつ正確に情報収集を行うDXで徳島市の課題を解決する

地域課題	徳島市の災害情報の収集手段は、主として電話、FAXによる音声・文字情報であり、現場の状況を広く正確にリアルタイムに把握することが困難であり、災害応急対策の初動に困難を来す状況にある	目指す姿	南海トラフ地震の影響を受けにくい映像情報伝送システムを実装することで津波災害における「死亡者ゼロ」に貢献する
実施体制 (下線:代表機関)	徳島市危機管理局、 <u>株式会社サーベイ</u> 、徳島大学、ケーブルテレビ徳島、MMラボ、塚原税理士事務所、PANDA合同会社	実施地域	徳島県徳島市

実証の概要

1 被災後の迅速な情報収集

2 要救助者の捜索・発見

3 救助活動支援

受動的体質からの脱却・and・危険な地域に職員を派遣するリスクの回避

高所カメラによる捜索

要救助者の発見
声掛け・助まし

広域情報収集

災害用ドローン
(R7実装予定)

市役所

救助・捜索

4. 9 GHz 無線LAN (R5実機)

登山カメラ (R5実機) 標高277m

増設カメラ (R6予定)

Wi-Fi HaLowとカメラ、RTK-GNSS搭載ドローンを活用した多層的な連携モデルにより、徳島市における南海トラフ地震の影響を受けにくい映像情報伝送システムを実装し、死亡者ゼロを目標にする

徳島市の実装構想を満足する以下の性能を有すること

- 【1】 複雑な操作無く、発災直後の被災状況を迅速に収集できる
- 情報収集すべき地域を自動飛行し被災状況を記録し帰還
- 自動飛行中も可能な限りリアルタイムの画像を送信
- 【2】 要救助者の元に飛行し、救助に必要な情報を収集するとともに、要救助者とのコミュニケーションをとることができる
- 【3】 公共通信インフラが停止している状況であっても機能を発揮

実証成果・実装移行の課題

実証成果

成果が得られたもの

【1,2,3】 RTK-GNSS搭載ドローンの自動航行性能の確認(飛行距離の実証を除く)

【1,2,3】 Wi-Fi HaLow の有用性の確認: 2km以上の接続

成果が芳しくなかったもの

【2】 発災直後の使用構想に基づくドローンの情報収集性能と飛行性能

【1,2,3】 Wi-Fi HaLow による画像伝送 (duty制限との微調整)

【1,2,3】 自営通信によるネットワーク構成 (サイレックス社製品未実装機能)

理由:実証チームの経験不足 (器材の故障や天候不良による日程変更等に柔軟に対応できなかった)、タイトな実証期間など不慣れであった

実装移行への課題

達成できなかった実証課題への再挑戦(必須)

- 実装に耐え得るRTK-GNSS搭載ドローンの信頼性
- Wi-Fi HaLow の機能を最大限引き出す工夫(システムの最適化)
- 予算化、製品化への取り組み
- 徳島市の情報通信DX計画(令和6年度計画策定支援)とのマッチング
- 製品化の実現に向けた細部調整
- 機能試験から信頼性(耐久性)試験を経た精度向上

実装・展開のスケジュール

実証 (2024年度)

- 実証実験の継続として、未達成実証項目の達成、信頼性向上試験の実施
- 実装準備として、製品化計画の具体化、徳島市予算要求(12月)
- 横展開準備として、販売店・ルートの開発、他自治体の課題調査、計画の作成

実装 (2025年度)

- 量産確認試験実施
- 徳島市への実装(3月)にむけ製品作成、実用確認試験実施
- 横展開活動として、他自治体での実証による、性能、信頼性の向上、オプションの充実。また、広報活動、訓練支援の実施

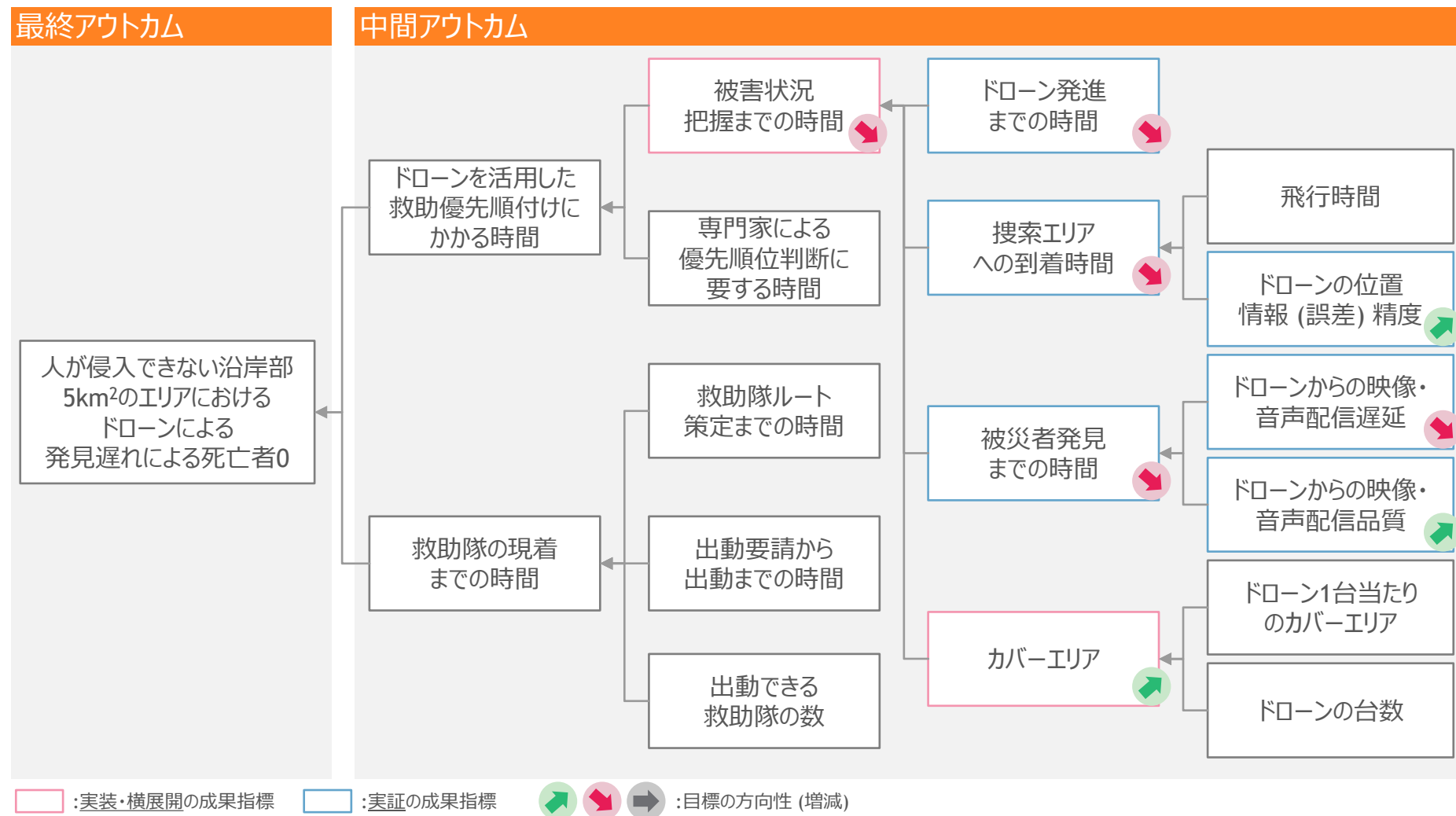
展開 (2026年度以降)

- 他自治体での実装(目標: 2自治体)
- 企業/物流等多方面への展開
- 耐風、全天候化等高性能化
- VTOLドローンの展開

実装に向けて達成すべき項目

成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



実証計画

目的	2023 実証における目標は、「死亡者ゼロ」。中長期的な成果は「リアルタイム動画が乱れなく、かつ、伝送距離500m以上を達成すること」である • 技術的に実装での運用が可能かどうか、音声・音質の精度を検証 • 実装に向けて、導入による作業工数の削減割合を検証 • 実装後において、24時間の監視体制を確保するために、実施体制と各種機器の操作性を確認し、実運用が可能か検証
アウトカム	本実証における最終アウトカムは、「ドローンによる発見が遅れることによる死亡者0」である。 中間アウトカムは、「ドローン発進までの時間」「捜索エリアへの到着時刻」「被災者発見までの時間」「ドローンの位置情報（誤差）精度」「ドローンからの映像・音声配信品質」「ドローン1台当たりのカバーエリア」である。
検証の概要	効果検証 ドローン導入による被災者発見の時間短縮 • 4Kカメラと伝送映像により、従来は目視で1人ずつ探していた人間の管理工数が、4Kカメラによる個体識別・位置検索システムにより、目標数まで削減可能か検証を実施
	技術検証 品質 • 4Kの映像の品質について、遠隔業務に適用可能な品質を担保できているか、自治体職員からの品質に関する評価により検証
	運用検証 運用 • ドローンで撮影した音声の伝送、遠隔地での個体情報入力作業の操作が、現在の体制で運用可能か検証

本実証における検証ポイントと結果

ドローン自動航行での現着までの時間、被災者発見までの時間、カバーエリアに関して成果が得られた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
RTK-GNSS搭載ドローンによるリアルタイム映像伝送システム	I 現着までの時間	想定被災地までの到着10分 (飛行開始まで5分 飛行開始後到着まで5分)	市の職員が現着まで操作した場合、10分以内が想定される。ドローン発進までの時間は5分以内、搜索エリアへの到着時間は時速50kmで沿岸までの距離4kmを飛行し5分。 被災地までの到着10分であった	被災地までの到着10分以内であり、自動航行が達成されれば実用化できる。 (今回もプログラミング自動航行であったが実証実験の安全性を担保するためドライバーを複数箇所に配置した)
	II 被災者発見までの時間	24分	視察会では、搜索目標は必ずドローンの進行方向にあるとの考えから定点カメラをドローン前面に固定したため、要救助者が潮の流れで南に移動した際、ドローンの到着地点が要救助者のほぼ直上となり、目標地点到着後、要救助者を画面に捉えることが出来なかった。他方で別日の実験では前方カメラで人を捉えることが可能であった。360度カメラの搭載がなされていなかった点が反省点であるが、前方確認の実験では現着後5分以内に発見できた	本実証実験では人を追跡する360度四方を把握できるAIカメラを搭載していなかったため、前方以外の要救助者を確認することが困難であった。360度回転するAIカメラを搭載することで実用化できると考える
Wi-Fi HaLow	III カバーエリア	半径500m	金沢基地局の伝送距離は目標値500mに対し、2.7kmであった	障害物のない上空という条件下では、目標値500mに対して、映像伝送距離2、7kmという結果が得られた。メーカー側も上空利用における通信距離の計測は初めてであった。目標値に対して約5倍強の伝送距離を得られたことは上空利用における実用化に有意な結果が得られたと考える

本実証における検証ポイントと結果

ドローンからの映像配信、音声配信、声かけに対し成果を得られた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ドローンからの映像配信 WiFi-Halow 4Kカメラ 配信システム	I 配信映像の確認 配信のための接続の確認と、配信映像の受信	HD動画 (1,270x720以上 10fps以上 0.2-0.5秒)	飛行前から音声配信を開始し、配信音声 をPCで確認する。 その後、ドローンを飛行させて配信の確認を 行った結果、Wi-Fi HaLowの電波到達 圏内にはいつから20秒以内に映像配信を 再開した	約20秒のタイムラグはあるものの人や障害物を 把握することが可能であり、工夫次第では 実用に耐えうる
ドローンからの音声配信 WiFi-Halow ドローン側収音マイク	II 配信音声の確認	配信音声の遅延: 0.5秒までの遅延	0.5秒までの遅延であった。	0.5秒以内の遅延であり実用に耐えうると 考える。
	配信音声品質 の評価	品質とは何かの例: 人がクリアに聞こえる ならOK	品質はクリアに聞こえた	品質はクリアに聞こえた
ドローンへの音声配信 WiFi-Halow ドローン側スピーカー	III 配信音声の確認 配信音声品質 の評価	配信音声の遅延: 0.5秒までの遅延	視察会以前の練習では48kbpsであった。 本番は通信設定を誤っていたため音声 が聞こえなかったが設定を修正後に、音声 を確認した	音声品質は良好。マイクの音量を最大に することで実用化できる
Wi-Fi HaLow	IV AP開通後の パフォーマンス (電波強度や電 波の到達距離)	AP開通後の パフォーマンス (電波強度→強、 電波の到達距離→ 約1~2km)	Wi-Fi HaLowの通信速度制限に対して、 LiveShell配信の画質・フレームレートを 最小にして対応したが、通信状況により 500kbpsを超えて切断された。画質が荒く、 遅延が5秒程度あった	通信品質は 140kbps, 10fps であり音声は 約1秒の遅延である。防犯カメラ等は3-5fps で実運用されており人を判断できる本製品も 工夫次第では実運用に耐えられる可能性が あると考える

本実証における検証ポイントと結果

ドローンからの映像配信で人を判定可能であり、災害時に迅速かつ正確に情報を伝達・収集可能な成果を得られた

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ドローンからの映像配信 WiFi-Halow 4Kカメラ 配信システム	Ⅰ 本部にて映像を確認し、人か判断できるか	正答率90%以上	正答率90%以上であり、人であることを確認できた	画質は荒かったもののドローンからの映像配信において人であることを確認できたこと、正答率90%以上であったことは実用化に耐えうると考えられる
ドローンの運用	Ⅱ 徳島市職員による運用	徳島市職員3名へ レクチャーし、運用する体制を構築する	レクチャーした職員への操作性等のアンケート • 操作の習熟までの期間 • 映像の見易さ • 音声の効きやすさ • 要救助者の発見まで	災害対策本部等で職員がボタンを押すと自動航行巡視をするプログラミングがなされており、初動の動きを迅速かつ正確にできる場合実運用化できると考える

実証における費用対効果の実績と普及に向けた見立て

品質向上は特に課題であり、今後はパッケージ化へ向けた品質向上と横展開活動に重点的に取り組んでいく

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	- 技術課題 (機体側とネットワーク) ① Wi-Fi HaLow のDuty1/10制限をオーバーしない通信量制御 ② 音声通信ソフトの操作性向上 ③ 各種通信の状態確認	- 機体とネットワークの改良へ向けた実証実験 ① ストリーミングデータの画像サイズ制限 ② ストリーミングデータの間引き制御・UIの改良 ③ モニタリングソフトの開発	徳島市、徳島大学、MMラボ、ケーブル徳島、サーベイ	現在～2025年
	運用課題 (保守対応と教育、事務局によるライセンス管理)	教育体制の確立、ライセンス管理メニューの確立	徳島市、徳島大学、MMラボ、ケーブル徳島、サーベイ	現在～2025年
	パッケージ品質向上に向けた費用	資金調達	徳島市、徳島大学、塚原税理士事務所、サーベイ	現在～2025年
	販路開拓	全国の市町村自治体向けと企業向けに販売するに際し、協力的な代理店と協業することで販路拡大を目指す	徳島市、徳島大学、サーベイ、ケーブルテレビネットワーク、テクノホライゾングループ、BIKEN、高松帝酸株式会社、各地の自動車学校他	現在～2025年
	広報	ブランディングの確立	徳島市、徳島大学、パンダ合同会社、サーベイ	現在～2025年
横展開に向けて	各自治体への周知活動	総務省様主催のセミナーや勉強会などへ積極的に参加するとともに展示等を行う	徳島市、徳島大学、サーベイ	現在～2025年
	各企業への周知活動	企業のBCPに貢献することを目的とした営業活動を行う、展示会への出展を行う	徳島市、徳島大学、サーベイ	現在～2025年
	他府県への販売戦略	直接営業と販売代理店経由での営業活動などメーカーとしての立ち位置を確立し検討する	徳島市、徳島大学、サーベイ	現在～2025年
	資金調達	デジタル基盤活用推進事業、競争的資金の獲得にチャレンジする	徳島市、徳島大学、サーベイ	現在～2025年

目次



実証事業の概要

2



各実証事業の成果

12



実証事業の総括

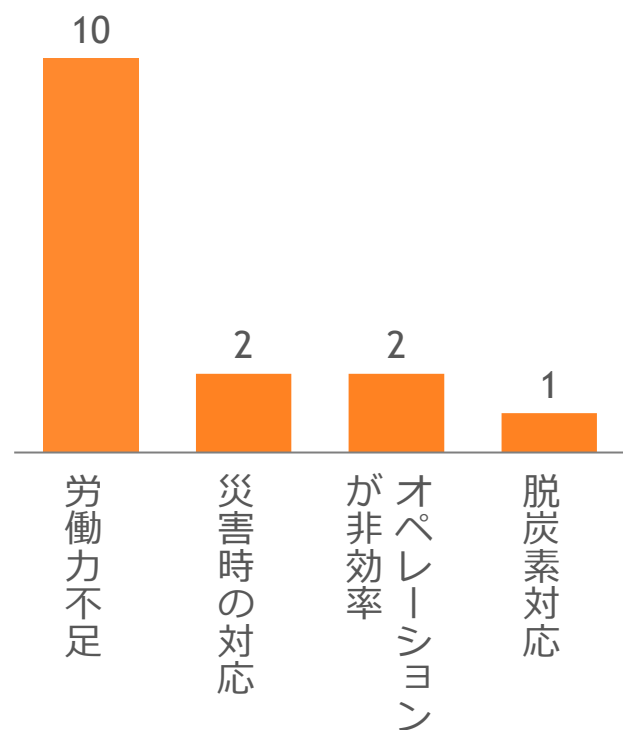
153

実証事業を構成する主要な要素

課題を構成する要素		ソリューションを構成する要素		実施体制を構成する要素	
地域課題	領域	テクノロジー	通信技術	課題を抱える団体	ソリューションを開発・導入する団体
労働力不足	農業	自動運転	ローカル 5 G	自治体	企業
脱炭素対応	交通	AI解析	Wi-Fi6E	消防などの地域の団体	スタートアップ
災害対応	漁業	ドローン	WiFi-Halow	⋮	大学
⋮	医療・ヘルスケア	IoT	Starlink		高専
	⋮	⋮	⋮		⋮

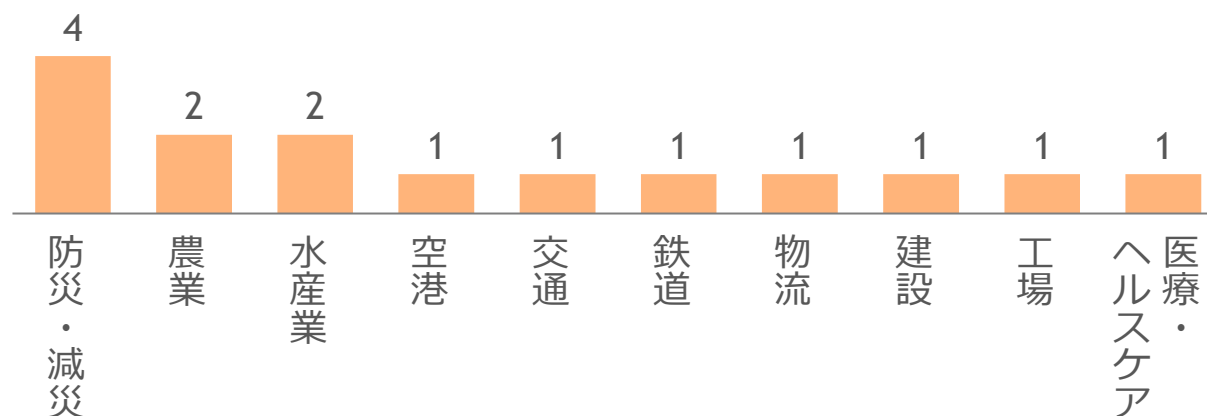
令和5年度実証団体全体の要素分布 (1/2)

地域課題の分布



7割近くの団体が労働力不足に対する課題解決に取り組む

領域の分布

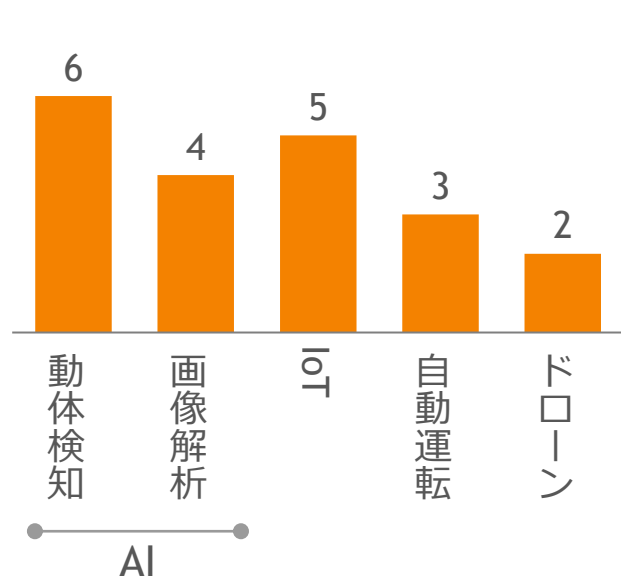


防災・減災の領域に対する取組が多いが、その他の領域は分散傾向

令和5年度実証団体全体の要素分布 (2/2)

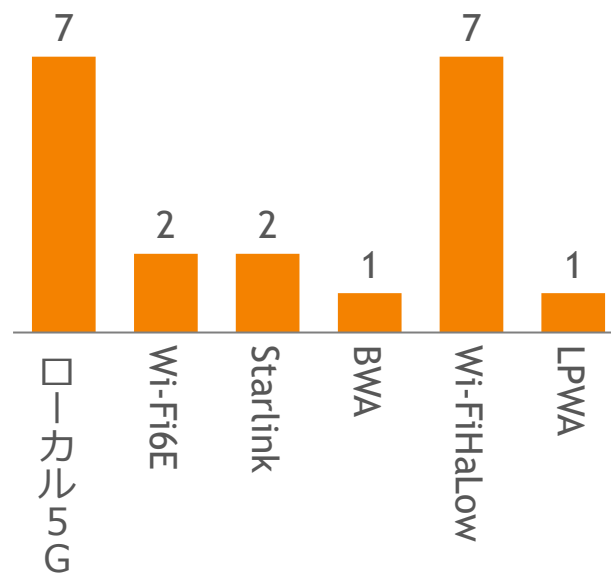
採用されたテクノロジーと通信技術

テクノロジーの分布



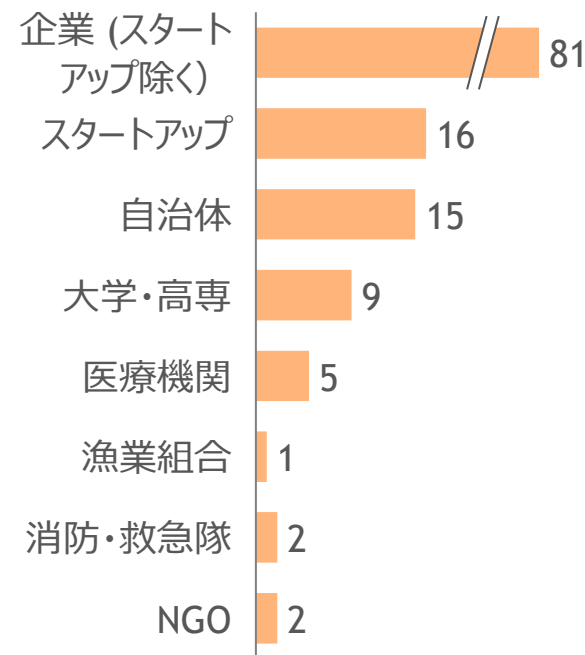
取組の半数以上にAIによる動体検知、画像解析を採用

通信技術の分布



全体の半数程度の団体がローカル5GとWiFi-Halowを採用

参加団体の分布¹⁾



ソリューションの導入主体である自治体・消防などの地域の団体が25団体参画。
企業以外の専門的な知見を持つ大学・高専も9団体が参加

1. スタートアップは創業から15年以内かつ未上場の企業を指す

参考) 採用された通信技術の特長

	ローカル5G	Wi-Fi 6E	Starlink	BWA	Wi-Fi Halow	LPWA
ピーク速度	～10Gbps	～9.6Gbps	220Mbps	110Mbps	～20Mbps	数100kbps
到達距離	数百m	10m	60m	-	1km	数10km
遅延	<1ミリ秒	<1ミリ秒	36ミリ秒～46ミリ秒	-	低～中遅延	-
接続密度 (同時 接続数)	100万デバイス/ km ²	100万デバイス/ km ²	128台	-	最大8,000台	100台程度 (検証中)
動作帯域	低周波数帯域 (例: 6GHz以下) とミリ波帯域 (例: 24GHz以上) の両方で 動作可能	6GHz帯で動作	「Ku帯」という衛星 通信で一般的に 使われるマイクロ波 の帯域を利用 (上りが14.0- 14.5GHz、下りが 10.7-12.7GHz)	AXGP方式の 2.5GHz帯	920MHz帯	920MHz帯

採択団体の取組概要一覧 (1/2)

団体名	領域	取組内容	テクノロジー				通信技術					
			自動 運転	AI		IoT	ドローン	ローカ ル5G	WiFi 6E	Star link	Wi-Fi	
				動体 検知	画像 解析						BWA	Halow LPWA
NTT東日本	農業	トラクタの自動走行と遠隔監視	✓	✓				✓			✓	
住友商事	鉄道	AI解析による線路の異常検知			✓			✓				
NTT東日本	空港	空港シャトルバスの自動運転化	✓					✓				
信州大学	物流	山岳地域の物流DX					✓			✓		✓
高岡ケーブル ネットワーク	防災・減災	アンダーパスの遠隔監視				✓						✓
NTTコミュニ ケーションズ	交通	AIを活用したスマート道路灯による 注意喚起		✓				✓				
アイテック	農業	AIを活用した害獣自動検知と 農地の遠隔監視		✓								✓
阪急阪神	水産業	AIを活用した養殖場のDX		✓	✓				✓	✓		
ビットコミュニ ケーションズ	医療・ ヘルスケア	リアルタイム情報共有による救急 搬送の最適化				✓		✓	✓			
NTTデータ 経営研究所	建設業	IoTを活用した建設現場のDX		✓		✓		✓				
長大	防災・減災	AIを活用した雪害対策支援			✓							✓
NTT西日本	工場 (製造)	中小企業のCO2排出量の可視化				✓						✓
PwC	水産業	養殖場における小型船舶の自動 操船と自動給餌	✓	✓	✓			✓				
ZTV	防災・減災	山岳地帯の救助活動の デジタル化				✓						✓
シャープ	防災・減災	災害時のドローン自動航行による 情報収集					✓					✓

採択団体の取組概要一覧 (2/2)

団体名	領域	取組内容	体制							
			企業 (スタート アップ以外)	スタート アップ ¹⁾	大学・ 高専	自治体	医療機関	漁業組合	消防・ 救急隊	NGO
NTT東日本	農業	トラクタの自動走行と遠隔監視	✓	✓	✓	✓				
住友商事	鉄道	AI解析による線路の異常検知	✓	✓						
NTT東日本	空港	空港シャトルバスの自動運転化	✓	✓						
信州大学	物流	山岳地域の物流DX	✓	✓	✓	✓				
高岡ケーブル ネットワーク	防災・減災	アンダーパスの遠隔監視	✓			✓				
NTTコミュニ ケーションズ	交通	AIを活用したスマート道路灯による 注意喚起	✓			✓				
アイテック 阪急阪神	農業	AIを活用した害獣自動検知と 農地の遠隔監視	✓	✓		✓				✓
ビットコミュニ ケーションズ	水産業	AIを活用した養殖場のDX	✓	✓	✓	✓		✓		
NTTデータ 経営研究所	医療・ ヘルスケア	リアルタイム情報共有による救急 搬送の最適化	✓			✓	✓		✓	
長大	建設業	IoTを活用した建設現場のDX	✓	✓						✓
NTT西日本	防災・減災	AIを活用した雪害対策支援	✓		✓	✓				
PwC	工場 (製造)	中小企業のCO2排出量の可視化	✓	✓	✓	✓				
ZTV	水産業	養殖場における小型船舶の自動 操船と自動給餌	✓	✓	✓	✓				
シャープ	防災・減災	山岳地帯の救助活動の デジタル化	✓	✓	✓	✓			✓	
サーバイ	防災・減災	災害時のドローン自動航行による 情報収集	✓	✓	✓	✓				

1. スタートアップは創業から15年以内かつ未上場の企業を指す 2. 地域団体はコンソーシアム、漁業組合、消防本部、救助隊を指す

領域×地域課題の分布

領域	地域課題				
	労働力不足	オペレーションが非効率	災害時の対応	脱炭素対応	合計
農業	2	-	-	-	2
水産業	2	-	-	-	2
防災・減災	2	-	2	-	4
空港	1	-	-	-	1
交通	1	-	-	-	1
鉄道	1	-	-	-	1
物流	-	-	-	-	1
建設	-	1	-	-	-
工場 (製造)	1	-	-	-	1
医療・ヘルスケア	-	-	-	1	1
合計	10	2	2	1	

① 領域を横断する形で労働力不足の課題が見られる

② 中でも、農業や水産業の1次産業における労働力不足の課題へ4団体が取組を実施

参考) 各領域における労働力不足の課題詳細

領域	課題の詳細	解決策
農業	農業従事者が減少傾向にあり、かつ高齢化が進んでいる中で、農家1戸あたりの耕作面積は増加している状況。 減少する人的リソースを確保・代替していくことが課題 イノシシなどの害獣による被害が増加する中、猟師や罾の見回り作業員の高齢化が進んでいる。 罾の見回りは本業と兼務しているため、負担が大きく人手を確保することが難しくなっている	ローカル5G等による自動走行トラクタの導入と遠隔監視で農業の労働力不足を解消 AIによる害獣自動検知とWi-Fi HaLowによる遠隔監視で被害削減と設備管理の効率化を実現
水産業	養殖業就業者の高齢化、担い手不足による廃業が進んでいる中、収益の高い養殖魚ヘリソースのシフトを目指す、現業の人手を確保することができず検討が進められない 養殖業就業者の減少している中、将来的な労働力不足が懸念。また給餌船による養殖業務は重労働かつ、育成には相当期間の教育が必要となるため、業務負担の軽減や省人化が課題	Wi-Fi6E等を活用して生けずを遠隔監視。AIによる画像解析で赤潮発生を予測し、養殖作業の効率化とコスト削減を実現 ローカル5Gを活用し、小型船の自動操縦と自動給餌の導入で、給餌業務の無人化と生産性の向上を実現
防災・減災	冠水リスクのあるアンダーパスは市の職員が現地の見回りを行い、交通規制を実施。市の職員が減少していく中、職員のリソースを確保し、現地対応することが難しくなっている 除雪作業員の減少に伴い、除雪派遣の人手を確保することが難しい中で、効率的に安全な道路交通を維持することが課題	Wi-Fi HaLowを活用してアンダーパスを遠隔監視し、交通の安全管理を効率化 Wi-Fi HaLowを活用して道路事象を自動検知。AI画像分析と現地対策シミュレーションによる迅速かつ最適な雪害対策支援を実現
空港	観光客の増加が見込まれる一方で、空港就業者数の減少に伴い、ターミナル内のバスドライバーの減少が想定される。人手の確保が難しい状況で旅客を受け入れる体制を整備することが課題	ローカル5G等で空港内のバス移動を自動運転化。増加する旅客の受け入れ態勢を整備
交通	交通見守り等に係る市職員の数が減少している中、これまで通り高齢ドライバーに対する注意喚起の見守り、児童の安全見守りを実施する体制を整えることが困難	ローカル5GとAIによる動体検知でスマート道路灯による運転者へ速度超過の注意喚起。見回りに係る工数を効率化
鉄道	従業員数・熟練工が減少している中、労働力の確保、技術水準を維持することが難しく、これまで通りの鉄道線路のメンテナンス品質の維持が困難	ローカル5GとAIによる画像解析を活用して線路の異常検知を自動化。保守の高度化と効率化を実現
建設	建設業における就業者数の減少・高齢化が進む中で、技術の継承や作業の効率化が求められている	可搬型ローカル5GとIoTセンサ等を活用し、建設現場における遠隔での作業支援や安全管理を導入。現場作業の効率化を実現

取組内容における通信技術に求められる要件と採用された通信技術

団体名	取組内容	特に求められる要件		通信技術					
		速度	距離	ローカル5G	WiFi 6E	Star link	BWA	Wi-Fi Halow	LPWA
NTT東日本	トラクタの自動走行と遠隔監視	1 中～高	中～高	✓			✓		
住友商事	AI解析による線路の異常検知	中～高	中～高	✓					
NTT東日本	空港シャトルバスの自動運転化	中～高	中～高	✓					
信州大学	山岳地域の物流DX	2 低～中	中～高			✓		✓	✓
高岡ケーブルネットワーク	アンダーパスの遠隔監視	低～中	中～高					✓	
NTTコミュニケーションズ	AIを活用したスマート道路灯による注意喚起	中～高	中～高	✓					
アイテック阪急阪神	AIを活用した害獣自動検知と農地の遠隔監視	低～中	中～高					✓	
ビットコミュニケーションズ	AIを活用した養殖場のDX	中～高	低～中		✓	✓			
NTTデータ経営研究所	リアルタイム情報共有による救急搬送の最適化	中～高	中～高	✓	✓				
長大	IoTを活用した建設現場のDX	中～高	低～中	✓					
NTT西日本	AIを活用した雪害対策支援	低～中	中～高					✓	
PwC	中小企業のCO2排出量の可視化	低～中	中～高					✓	
ZTV	養殖場における小型船舶の自動操船と自動給餌	中～高	中～高	✓					
シャープ	山岳地帯の救助活動のデジタル化	低～中	中～高					✓	
サーバイ	災害時のドローン自動航行による情報収集	低～中	中～高					✓	



- 1 高速の通信を必要とする取組ではローカル5Gを最も多く採用
- 2 一定以上の通信速度で長距離のデータ伝送が求められる場合はWiFi-Halowが採用される傾向

参考) 取組内容における通信技術に求められる要件の事例

団体名	取組内容	主な通信技術	事例
NTT東日本	トラクタの自動走行と遠隔監視	ローカル5G	圃場でのトラクタの走行状況をリアルタイムで映像監視するため高精細かつ高速な画像伝送が求められる
住友商事	AI解析による線路の異常検知	ローカル5G	走行中に撮影したデータを60秒間の駅停車中に伝送する必要がある、高速(1.5GB想定) かつ大容量の通信技術が求められる
NTT東日本	空港シャトルバスの自動運転化	ローカル5G	バスの走行状況をリアルタイムで映像監視するために高速・大容量のデータ伝送が求められる
信州大学	山岳地域の物流DX	Wi-Fi Halow	山岳地帯で移動するドローンとの通信を実現するため、長距離の通信が求められる
高岡ケーブルネットワーク	アンダーパスの遠隔監視	Wi-Fi Halow	監視対象となるアンダーパスから1km程度のデータ伝送が求められる
NTTコミュニケーションズ	AIを活用したスマート道路灯による注意喚起	ローカル5G	道路状況のリアルタイム監視のため大容量・低遅延での通信が求められる
アイテック阪急阪神	AIを活用した害獣自動検知と農地の遠隔監視	Wi-Fi Halow	山間部でも利用可能な長距離通信かつ画像伝送が可能な通信が求められる
ビットコミュニケーションズ	AIを活用した養殖場のDX	Wi-Fi 6E	生け簀近辺の他の機器と電波が干渉する通信トラブルが避けられ、魚の状態を確認するため高速かつ大容量のデータ伝送が求められる
NTTデータ経営研究所	リアルタイム情報共有による救急搬送の最適化	ローカル5G	リアルタイムで救急車から搬送先の病院に映像を伝送するための高速かつ大容量の通信環境が求められる
長大	IoTを活用した建設現場のDX	ローカル5G	遠隔での作業指導など建設現場の映像を高画質かつリアルタイムで伝送することが求められる
NTT西日本	AIを活用した雪害対策支援	Wi-Fi Halow	屋外に設置したカメラの映像を伝送する長距離の通信が求められる
PwC	中小企業のCO2排出量の可視化	Wi-Fi Halow	広大な工場内でのデータ伝送するため、長距離通信が求められる
ZTV	養殖場における小型船舶の自動操船と自動給餌	ローカル5G	リアルタイムで船の運航状況、魚の状態を伝送する必要がある、高速かつ大容量の通信が求められる
シャープ	山岳地帯の救助活動のデジタル化	Wi-Fi Halow	山岳エリアでの捜索隊同士の長距離通信が求められる
サーバイ	災害時のドローン自動航行による情報収集	Wi-Fi Halow	ドローンで収集した海岸部の映像を長距離で伝送する必要がある、長距離通信が求められる

実証団体の実施体制

■ : 代表機関

団体名	取組内容	企業 (スタートアップ以外)		スタートアップ ¹⁾		大学・高専	自治体	医療機関	漁業組合	消防・救助隊	NGO	合計
		全国	地場	全国	地場							
NTT東日本	トラクタの自動走行と遠隔監視	✓ (6)	1 ✓ (1)	2 ✓ (1)	3 ✓ (1)		✓ (2)					(11)
住友商事	AI解析による線路の異常検知	✓ (10)	✓ (6)	✓ (4)								(20)
NTT東日本	空港シャトルバスの自動運転化	✓ (2)	✓ (1)	✓ (1)								(4)
信州大学	山岳地域の物流DX	✓ (6)	✓ (1)	✓ (1)		✓ (1)	✓ (2)					(11)
高岡ケーブルネットワーク	アンダーパスの遠隔監視	✓ (3)	✓ (1)				✓ (1)					(5)
NTTコミュニケーションズ	AIを活用したスマート道路灯による注意喚起	✓ (6)					✓ (1)					(7)
アイテック阪急阪神	AIを活用した害獣自動検知と農地の遠隔監視	✓ (2)		✓ (1)			✓ (1)				✓ (1)	(5)
ビットコミュニケーションズ	AIを活用した養殖場のDX		✓ (1)	✓ (1)		✓ (1)	✓ (1)		✓ (1)			(5)
NTTデータ経営研究所	リアルタイム情報共有による救急搬送の最適化	✓ (3)	✓ (1)				✓ (1)	✓ (5)		✓ (1)	✓ (1)	(11)
長大	IoTを活用した建設現場のDX	✓ (3)	✓ (1)	✓ (1)							✓ (1)	(6)
NTT西日本	AIを活用した雪害対策支援	✓ (3)	✓ (1)			✓ (1)	✓ (1)					(6)
PwC	中小企業のCO2排出量の可視化	✓ (5)	✓ (3)	✓ (1)		✓ (1)	✓ (1)					(11)
ZTV	養殖場における小型船舶の自動操船と自動給餌	✓ (7)	✓ (4)	✓ (1)		✓ (2)	✓ (1)					(15)
シャープ	山岳地帯の救助活動のデジタル化	✓ (2)		✓ (2)		✓ (1)	✓ (2)			✓ (1)		(8)
サーベイ	災害時のドローン自動航行による情報収集	✓ (1)	✓ (1)		✓ (2)	✓ (1)	✓ (1)					(6)
合計		(59)	(22)	(13)	(3)	(9)	(15)	(5)	(1)	(2)	(2)	

1 実証15件のうち、12件に地場企業が参加。うち2件は代表機関として参画。12件の実証に地場企業が22社が参画

2 スタートアップは実証15件のうち、11件に参画。実証11件に16社のスタートアップが参加。うち地場のスタートアップの参加は2件で3社にとどまっている

3 大学・高専などの教育機関は15件のうち、8件に参加。実証8件では9つの教育機関が参画

1. スタートアップは創業から15年以内かつ未上場の企業を指す

参考) 各実証団体におけるスタートアップの役割 (1/2)

取組内容

スタートアップ

	企業名	企業概要	実証団体内での役割
AI解析による線路の異常検知	(株) レイトロン	- 特定用途向け半導体の設計・開発 - システムLSIの設計・開発	ソリューションの異音検知の追加機能の開発を担当
	Sharing Design (株)	5GのNW環境の構築などを手掛ける	機器調達、エリア設計等を含むシステム構築と技術実証を担当
	(株) Insight Edge	データサイエンス、ITアーキテクトの専門性でDXを支援	AIによる画像解析などのシステム開発を担当
	(株) グレープ・ワン	5GのNW環境の構築などを手掛ける	ローカル5Gシステムの低コスト化に向けた検討を担当
空港シャトルバスの自動運転化	株式会社ティアフォー	自動運転電気自動車を用いた無人流・旅客サービスを手がける	自動運転車両提供、複数車両時の遠隔監視運転システムの実証評価、冗長系動作の監視映像品質の高度化及び実証評価
山岳地域の物流DX	(株) ブルーストーン リンクアンドサークル	NW環境の構築などインフラ整備を手掛ける	通信品質調査/ドローン・ヘリ運航によるデータ取得及び取得データ解析
AIを活用した害獣自動検知と農地の遠隔監視	(株) GAUSS	AIプラットフォームの開発を手掛ける	AIカメラの環境構築/獣害検知AIカメラのソフトウェアの開発
AIを活用した養殖場のDX	メルヘングループ	- 第一次産業特化型AI・IOT事業 - ビッグデータ・画像解析の応用開発	AI、データベース、IT、センサ部における開発及びベンダーマネジメント
IoTを活用した建設現場のDX	EXPACT (株)	最先端技術の導入支援で業務プロセスの最適化を支援	遠隔安全管理用システム (バイタルセンサ) 構築、評価検証を行う

参考) 各実証団体におけるスタートアップの役割 (2/2)

取組内容

スタートアップ

	企業名	企業概要	実証団体内での役割
中小企業のCO2排出量の可視化	(株) aglink.lab	一次産業現場の課題やICT普及の現状・事例等の研究および発表	実装の担い手、使い手側としての意見を踏まえた事業実現性の検証
養殖場における小型船舶の自動操船と自動給餌	水域環境情報基盤(株)	高精度3Dmapを活用したサービスを提供	海中3Dマップの作成を担当
山岳地帯の救助活動のデジタル化	全国 (株) Cube Earth	地理情報システム (GIS) のプラットフォームを提供。空間IDに精通	遭難者搜索支援システム仕様作成・実装作業
	(株) ACTIONM	- 異常検知技術の開発 - AIチャットボットの開発	遭難者搜索支援システム実装作業
トラクタの自動走行と遠隔監視	(株) スマートリンク 北海道	IT農業ソリューションの開発・実装	生産者との作業調整、実証成果の社会実装に係る評価を行う
災害時のドローン自動航行による情報収集	地場 サーベイ	- DXコンサルティング - ドローン等の研究	代表機関として実証をリード
	MMラボ	ドローン (無人航空機) の製造・開発、チューニング	ドローンへの映像通信装置の搭載、映像配信、ドローンの飛行を担当

参考) 各実証団体における大学・高専の役割

取組内容	大学・高専	実証団体内での役割
トラクタの自動走行と遠隔監視	北海道大学 (農学研究院 ビークルロボティクス研究室)	遠隔監視制御の技術協力、安全性に係る知見の提供、評価を行う
山岳地域の物流DX	信州大学 (経営企画部情報戦略室)	代表機関として実証をリード
AIを活用した養殖場のDX	香川高等専門学校 (電気情報工学科、建設環境工学科)	貧酸素水塊発生警告ツール、赤潮警告システムの開発の開発を担当。 また、水中魚体・餌食い監視ツールの作成の補助も担当
AIを活用した雪害対策支援	北陸先端科学技術大学院大学 (情報科学研究科)	事業の全体戦略の検討、事業運営調整、技術サポート
中小企業のCO2排出量の可視化	東京大学 (工学系研究科)	Wi-Fi HaLowの活用に関するアドバイス
養殖場における小型船舶の自動操船と自動給餌	鳥羽商船高専 (情報機械システム工学科)	自動給餌のAI開発や報告書作成支援
	東京海洋大学 (学術研究院)	船舶映像の遠隔確認による業務支円や自動操船に必要なデータの収集と解析、法規制対応に関する検討
山岳地帯の救助活動のデジタル化	和歌山大学 (システム工学部)	次世代無線技術におけるオブザーバー
災害時のドローン自動航行による情報収集	徳島大学 (大学院社会産業理工学研究部機械科学系)	ドローンに関する研究開発並びに映像通信装置の搭載、映像配信、ドローンの飛行を担当

当実証事業での学びを踏まえた、実証事業の要諦

	計画策定時	実証期間中
実証の明確な ゴール/目標 	地域が置かれている課題を踏まえ、本実証で実現したいこと・目指す姿を言語化しておく どんな課題を解決するのか、その課題はなぜ発生しているのかを明確化	実証の途中途中で、課題やゴールに立ち戻り、正しい方向に進められているかを常に確認 本来想定していた課題の解決に資する打ち手になっているか、目的がすり替わっていないか
KPIの設定/ モニタリング 	目指す姿の実現度合を測る"最終アウトカム"と、その実現に寄与する"中間アウトカム"を其々定める - アウトカム同士の繋がりを意識して各項目を設定 - 各指標をどの手法で計測するかも計画段階で定義	各アウトカムの目標達成状況を必要な頻度でモニタリング・成果を定量化し、必要に応じて軌道修正 目標達成状況を踏まえ、実装・展開段階へ進むか否かを判断する
持続・展開性 	当該事業単体で採算が合い、支援後も自律的に事業が運用されていくような、持続可能なモデルを策定 他地域でのニーズの有無や許容可能なコストなどを予め確認し、実装・横展開の実現性を担保	目標達成状況を踏まえた持続・展開性の検証に加え、他地域への展開に向けた準備も進めておく 他地域候補の洗出し、展開に向けた他団体との連携の開始 等
実証 スケジュール 	期間内に確実に実証を完了させられるよう、ゴールから逆算したスケジュールを検討項目ごとに設定 各指標のモニタリング頻度・時期や、軌道修正の判断タイミングも定めておく	検討項目ごとの進捗状況をモニタリングしたうえで、検討の優先順位見直しやリソースの再配置を行う
体制・役割 	十分なリソースを確保し、必要なステークホルダー(首長、有識者等)を巻き込んだ体制を構築 軌道修正が必要な場合やトラブル発生時といった緊急時の議論・情報共有体制も定めておく	定められた指揮命令系統に従い実証を進める。 各進捗を踏まえて必要なリソース追加・再配置を判断