令和6年度 地域デジタル基盤活用推進事業 (実証事業)

自治体とインフラ企業の連携による安全点検と観光支援ソリューションシステムの実証
成果報告書

2025年3月14日

シャープ株式会社（代表）

成果報告書 目次

I. 地域の現状と課題認識
- 1. 地域の現状 ・・・P2
- 2. 地域の抱えている課題 ・・・P3
- 3. これまでの取組状況 ・・・P4

II. 目指す姿
- 1. 将来的な目指す姿 ・・・P5
- 2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ ・・・P6
- 3. 成果 (アウトカム) 指標
  - a. ロジックツリー ・・・P7
  - b. 成果 (アウトカム) 指標の設定 ・・・P9

III. ソリューション
- 1. ソリューションの概要 ・・・P16
- 2. ネットワーク・システム構成
  - a. ネットワーク・システム構成図 ・・・P17
  - b. 設置場所・基地局等 ・・・P18
  - c. 設備・機器等の概要 ・・・P19
  - d. 許認可等の状況 ・・・P21
- 3. ソリューション等の採用理由
  - a. 地域課題への有効性 ・・・P22
  - b. ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ ・・・P24
  - c. 無線通信技術の優位性 ・・・P26
- 4.費用対効果
  - a. ソリューションの費用対効果 ・・・P27
  - b. 導入・運用コスト引き下げの工夫 ・・・P30

IV. 実施計画
- 1. 計画概要 ・・・P31
- 2. 検証項目・方法
  - a. 効果検証 ・・・P32
  - b. 技術検証 ・・・P33
  - c. 運用検証 ・・・P35
- 3. スケジュール ・・・P36
- 4. リスクと対応策 ・・・P37
- 5. PDCAの実施方法 ・・・P38
- 6. 実施体制 ・・・P39

実証

実証・実装・横展開

V. 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)
- 1. スケジュール (実積) ・・・P40
- 2. 検証項目ごとの結果 ・・・P41
- 3. 実装・横展開に向けた準備状況 ・・・P54
- 4. 実装・横展開に向けた課題および対応策 ・・・P56
- 5. (参考) 実証視察会
  - a. 概要 ・・・P57
  - b. 質問事項と対応方針 ・・・P58

VI. 実装・横展開の計画
- 1. 実装の計画
  - a. 実装に向けた具体的計画 ・・・P61
  - b. 実装の体制 ・・・P62
  - c. ソリューション(変更点) ・・・P63
- 2. 横展開の計画
  - a. 横展開に向けた具体的計画 ・・・P66
  - b. 横展開の体制 ・・・P67
  - c. ビジネスモデル①、② ・・・P68、P71
  - d. 投資の妥当性 ・・・P69、P72
- 3. 資金計画 ・・・P73

VII. 指摘事項に対する反映状況
- 1. 実証過程での指摘事項に対する反映状況 ・・・P76
- 2. 書面審査での指摘事項に対する反映状況 ・・・P79

① 地域の現状

徳島県三好市

特徴		四国一広大な面積を持ち、四国のほぼ中央に位置。豊かな自然、名勝、個性的な文化や伝統を有する
人口	総数	22,527 (2024年5月)
	構成	0～14歳: 1,576人 15～64歳: 9,758人 65歳～: 11,193人
主要産業		観光、農林業 繊維、プラスチック、紙製造業

地域の現状の詳細

内容

A 点検監視業務の効率化への対応

地域生活は鉄道などのインフラ企業に支えられており、安全かつ円滑な運行には周辺地域も含めて定期的かつ迅速な安全点検が求められる。一方、鉄道事業は地域の観光産業の集客力に支えられており、鉄道インフラ企業と自治体は地域経済振興において表裏一体の関係にあるため、以下の共通した課題背景をもつ。

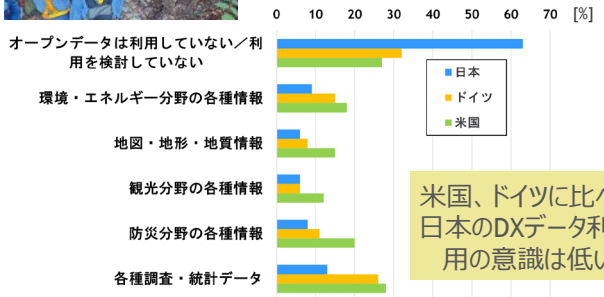
- 定期的な点検監視を人の目により実施しており、今後、人材確保が難しくなる中で自動化などによる効率化が求められている。
- 点検監視業務のDX化により取得した大量のデータは自社内のみで利用する傾向で、将来的に他事業へのデータ共有が課題となる。

B 景勝地の保存維持と観光対策への対応

- ゲリラ豪雨などによる自然災害が度々発生、景勝地の保存維持や復興管理に多大な費用が発生している。
- 地域観光産業全体の発展のため、公共交通機関のインフラ整備や利便化とともに自然景観や地場産業などを活用した集客力を高める対策が求められている。

地域状況をイメージできるグラフ・図・表

定期的な点検での対応の様子
自動化効率化が求められている



米国、ドイツに比べて日本のDXデータ利活用の意識は低い

「データの利活用状況及び利活用意向(*)」
デジタルデータの事業者間の共有が望まれる
(*出典：総務省（2020)「データの流通環境等に関する消費者の意識に関する調査研究）

景勝地の保存維持や復興には多大な費用が発生する
平成30年７月豪雨（徳島県三好市）
(出典： https://www.furusato-tax.jp/saigai/detail/531)

自然景観を活用して鉄道サービスおよび地場サービスの集客力を高めることができる
(出典：https://www.jr-shikoku.co.jp/viewpoint/tokushima/tubojiri_ooboke.htm)

❷ 地域の抱えている課題

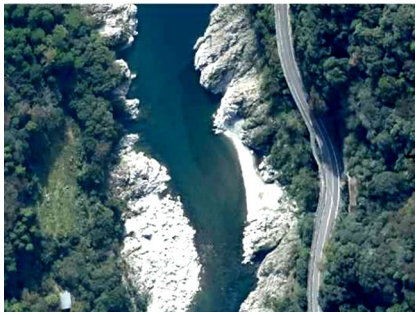
課題

対象者	内容
ⓐ 広域を点検監視するインフラ企業および自治体 (四国旅客鉄道) (徳島県自治体)	• JR四国は総延長約860kmの路線を有し、沿線には斜面等が数多く存在し、落石や土砂災害等を防止するため、2年に1回の定期点検を実施しているが、さらなる点検作業の工数削減に課題がある。 • 特に斜面点検は社員(人)による斜面踏査や徒歩巡回により行っており多大な労力を伴う。また危険発生個所は自社用地斜面の更に上部斜面にあることも考慮し、その斜面の状況把握も正確に行う必要があるが、列車からでは対象となる斜面地表面にLiDARが届かない。JR四国管轄地点検だけでは災害激甚化に対応した点検可能な範囲の拡大に課題がある。 • 自治体においてもJR四国の鉄道が通る沿線は急斜面が多く、住民の生活基盤である鉄道の安全運行および地域の安全安心のためにも自治体として一早い異変の発見が必要と考えるが、自治体だけでは点検頻度の向上に課題がある。
ⓑ 観光政策を推進する自治体およびインフラ企業 (徳島県自治体) (四国旅客鉄道)	• 徳島県三好市は四国一の広い面積を誇り、徳島県の17.4%を占める山間地域であり、JR四国沿線に広がる自然景観を活用した観光産業活性化に取り組んでいるが、どのようにして災害に対する自然景観の保存維持を進めていくのかに課題がある。 • そこで、「三好ジオパーク構想」では、自然災害を乗り越えながら、地質・地形を将来に残す等してジオパーク認定を目指し地域観光振興に活用していこうという取り組みを推進 • 三好ジオパーク構想の基本計画書・第１期実行計画書にある①周遊路づくり(うる、もうける)、②保全方法を考える(保全活動)、③学術調査の支援を行う(調査研究活動)の3項目の達成率を直接的に高めることを観光面の課題解決の方策とできる。それら達成のため、景勝地の点群データを取集し活用方法を考え、さらに点群データが販促活動に活かせないか検討することが当実証で行うことである。

イメージ

H27年７月豪雨被災の様子
（土讃線 讃岐財田・坪尻間）

人により斜面を点検して原因追及
自社用地外も含め状況の確認が求められるが、更なる点検範囲拡大には限界がある



鉄道に隣接して自治体管理地が広がっており、安全点検で得られた情報の利活用が期待される
（大歩危小歩危の上空写真）

三好市での観光客の目的は自然景観が最も多い

国指定天然記念物「大歩危小歩危」(*)
JR四国鉄道沿線の景勝地

(*出典：https://www.mannaka.co.jp/restaurant/excursionship/excursionship.html)

（参考文献：三好ジオパーク構想 https://miyoshi-geopark.jp/download/ 「三好ジオパーク構想基本計画・第一期実行計画」）

❸ これまでの取組状況

	四国旅客鉄道　現在まで	三好市　現在まで
取組概要	• 点検対象となる広大かつ急峻な斜面を人手による点検に取り組む • 線路沿線からの落石や斜面災害に対し安全運行可能な対策を実施する	• 2020年ジオパーク構想を立ち上げ • 教育・景観保全・防災・観光に取り組む • 日本ジオパーク認定を目指す
成果	• 各拠点で２年に１回の点検を実施 • 斜面の点検により線路への落石防止策や土砂流入防止策を実施し効果を確認	• 「ツーリズム」「教育」「保全」「防災」の４部会にて推進体制を構築し活動 • パークガイドの養成、小中学校での教育、防災教室研修の実施、メディア発信など
見えてきた課題	• 広大かつ急峻な斜面の安全かつ適切な検査に向けて点検工数の削減が必要 • 異変の原因となる変状は管理地外の奥まで確認が必要な場合もあり、点検範囲拡大が必要	• 地域の定期的な安全点検や保全活動の強化が必要 • 自然景観を観光支援としてジオパーク構想を推進するにはリソース強化が必要

土砂流入原因把握

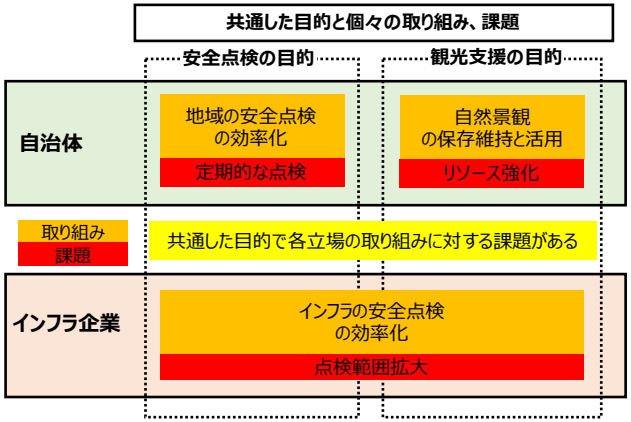
流入防止対策実施

三好ジオパーク構想エリア

推進体制と取組み

（出典：三好ジオパーク構想　基本計画・第一期実行計画2023.5.26改訂）
https://miyoshi-geopark.jp/

自治体とインフラ企業の取り組みと課題の関連性

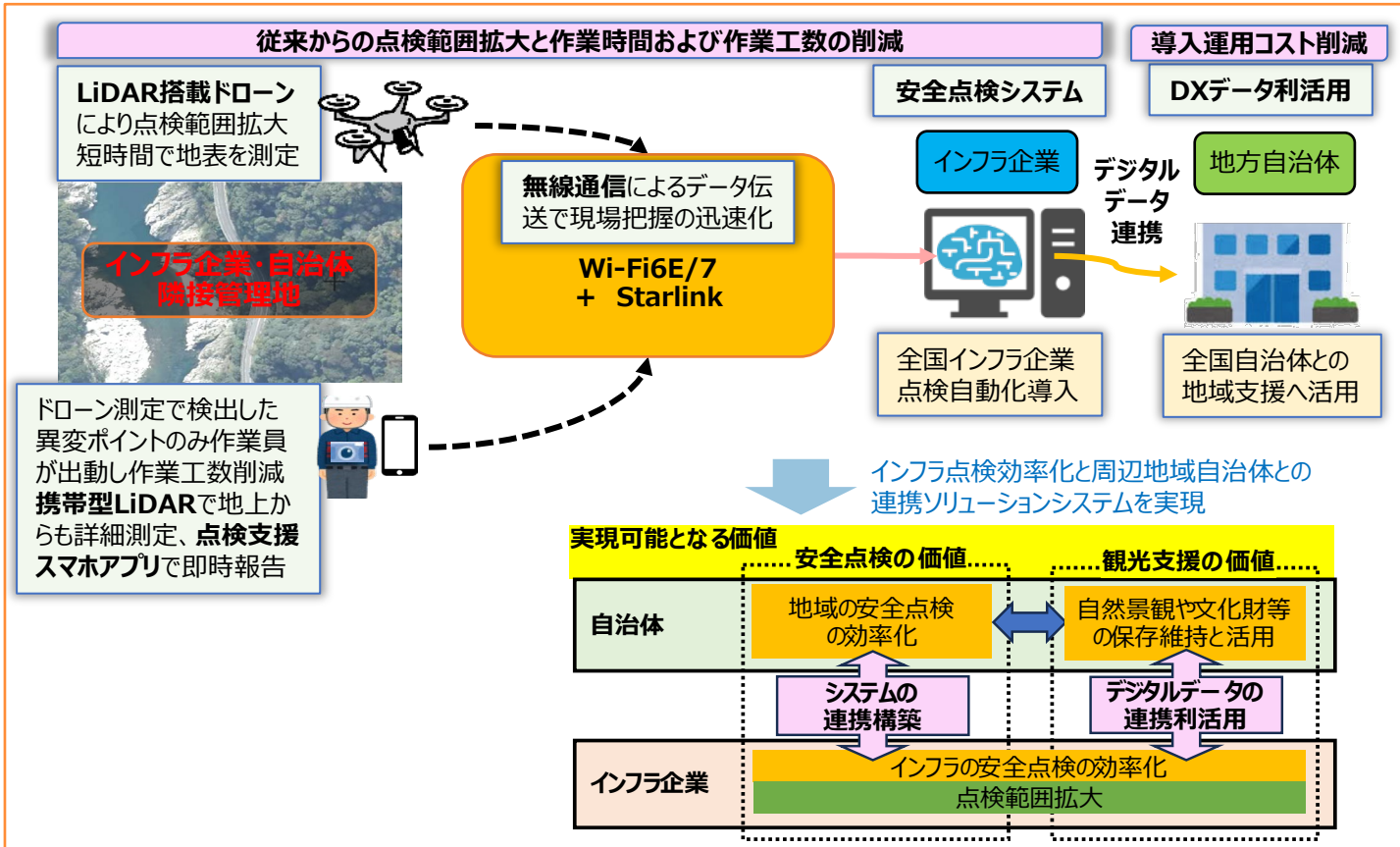


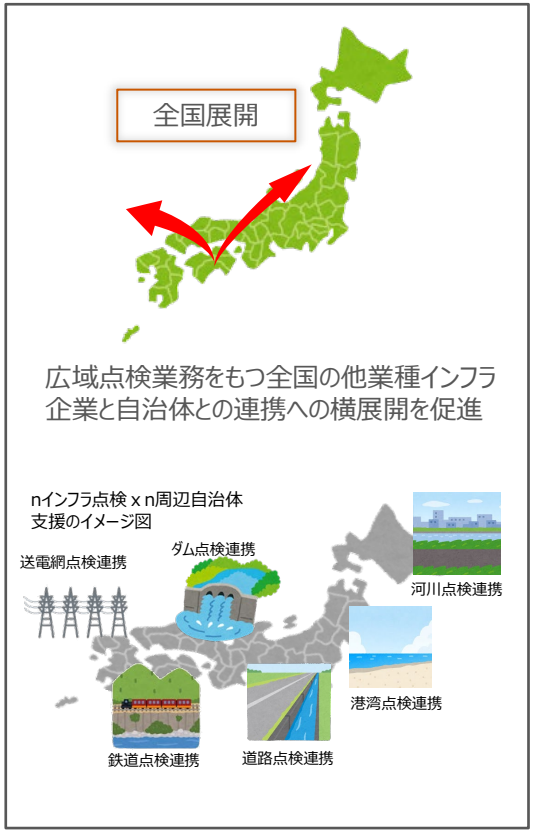
- 自治体は地域の定期的な安全点検や保全活動の効率化を図りたいが資金面で課題がある
- 自治体は自然景観の保存維持と活用を推進したいがリソース強化に課題がある
- インフラ企業は安全点検の効率化を図りたいが自治体領域に及ぶ点検範囲拡大に課題がある
- 共通した目的で各立場の取り組みに対する課題が個々にあり整理すると連携して解決できそうな課題の関連性がみえてくる

❶ 将来的に目指す姿

全国のインフラ点検効率化と周辺地域自治体との連携ソリューションシステムの実現

- 対インフラ企業：点検作業を従来より少ない人数・工期で従来以上に広範囲の点検業務を少ない危険性のもとで実現するソリューションを展開
  対自治体：点群データを地域の安全点検への活用と地域観光の促進等に利用するノウハウの共有
  上記の2側面の支援を全国で展開することで、全国の広域点検業務が必要なエリアの安全性向上と観光資源化を目指す
- 広域点検業務（河川、海岸、道路、送電網など）をもつ全国の他業種インフラ企業と自治体との連携への横展開を促進する



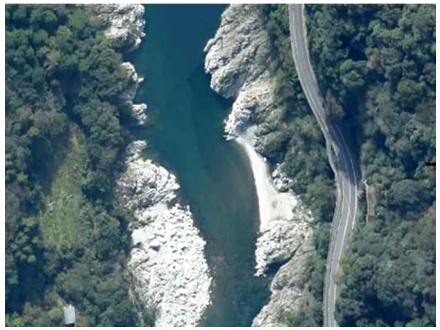


❷ 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

2024

実証

三次元点群データを用いた斜面の安全点検と観光支援を目的とした地域連携ソリューションシステムの実現



- 斜面の安全点検システムを連携構築し効率化と利便性向上を検証
  - 点検作業工数低下の確認のため、現場および情報連携の作業工数の変化を計測
  - ドローンによる点検業務が現状の点検業務に代替できるか確認するため、LiDARでの測定結果を元にした3D点群データ解析による異常検知の精度を検証
- デジタルデータを連携利活用し自然景観による観光支援強化を検証
  - 点群データを自然景観保全と観光サービスへ活用する方法を検証

2025~2029

実装・横展開

JR四国全線の斜面点検効率化
周辺地域自治体との連携構築

- システムの自動化実装と連携運用方法の最適化によるコスト削減
- 実証成果を元に普及啓発活動を実施し、周辺地域自治体と複数の連携を構築
- インフラ企業と自治体との連携相乗効果による総コスト削減の効果を検証
- 森林監視によるカーボンクレジット適用など、点検監視データを活用した収益化の検証
- JR四国全線の斜面点検効率化システムの導入による効率化
- 四国地域の複数自治体と連携体制構築による相乗効果で総コスト削減

2029~

最終的なゴール

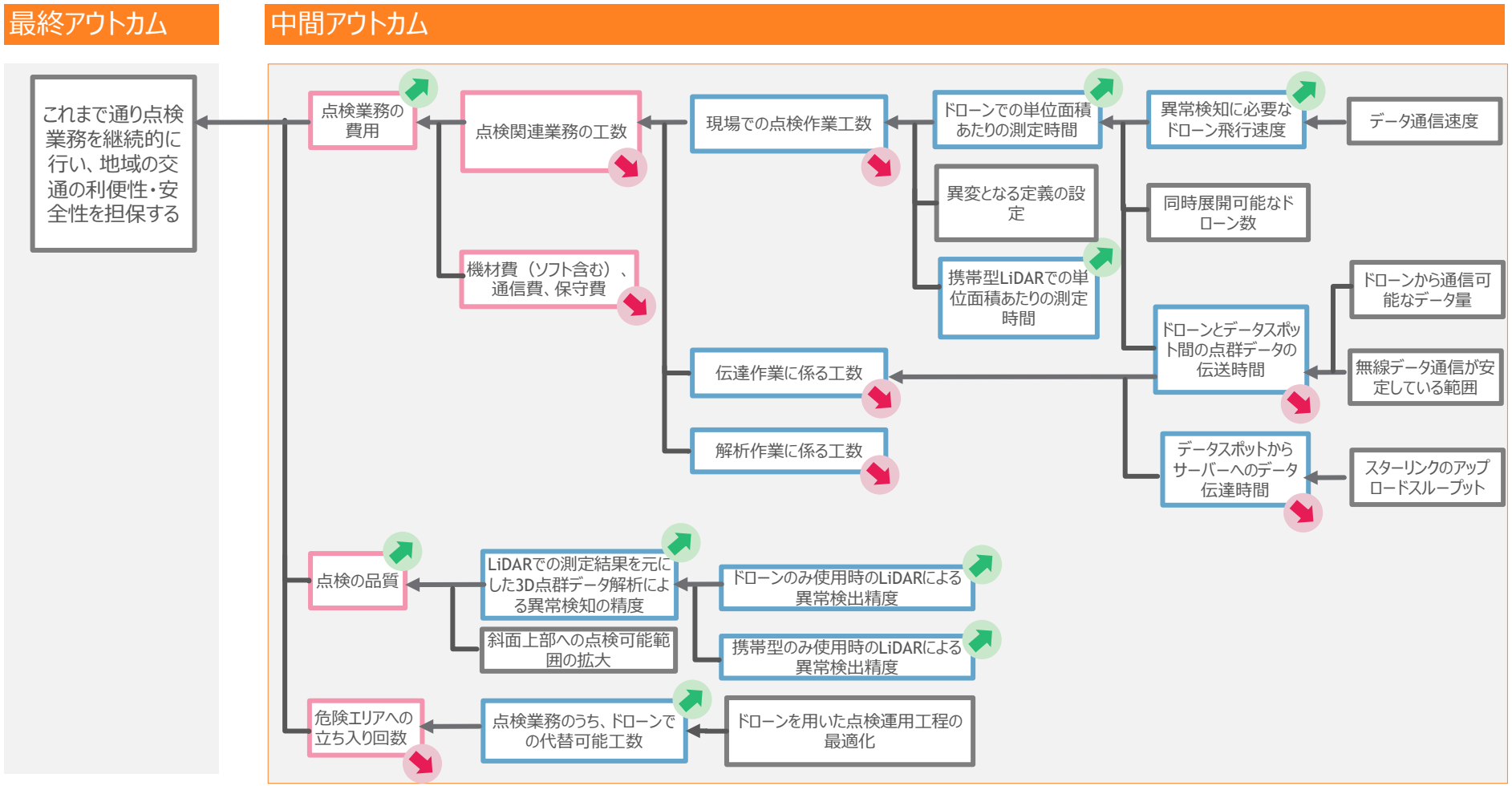
全国のインフラ点検効率化と周辺地域自治体との連携ソリューションシステムの実現

- インフラ企業の点検作業を従来より少ない人数・工期で従来以上に広範囲の点検業務を少ない危険性のもとで実現可能とする
- 対インフラ企業：点検作業を従来より少ない人数・工期で従来以上に広範囲の点検業務を少ない危険性のもとで実現するソリューションを展開
  対自治体：点群データを地域の安全点検への活用と地域観光の促進に利用するノウハウの共有
  上記の2側面の支援を全国で展開することで、全国の広域点検業務が必要なエリアの安全性向上と観光資源化を目指す
- 広域点検業務（河川、海岸、道路、送電網など）をもつ全国の他業種インフラ企業と自治体との連携への横展開を促進する

❸ 成果（アウトカム）指標

a. ロジックツリー

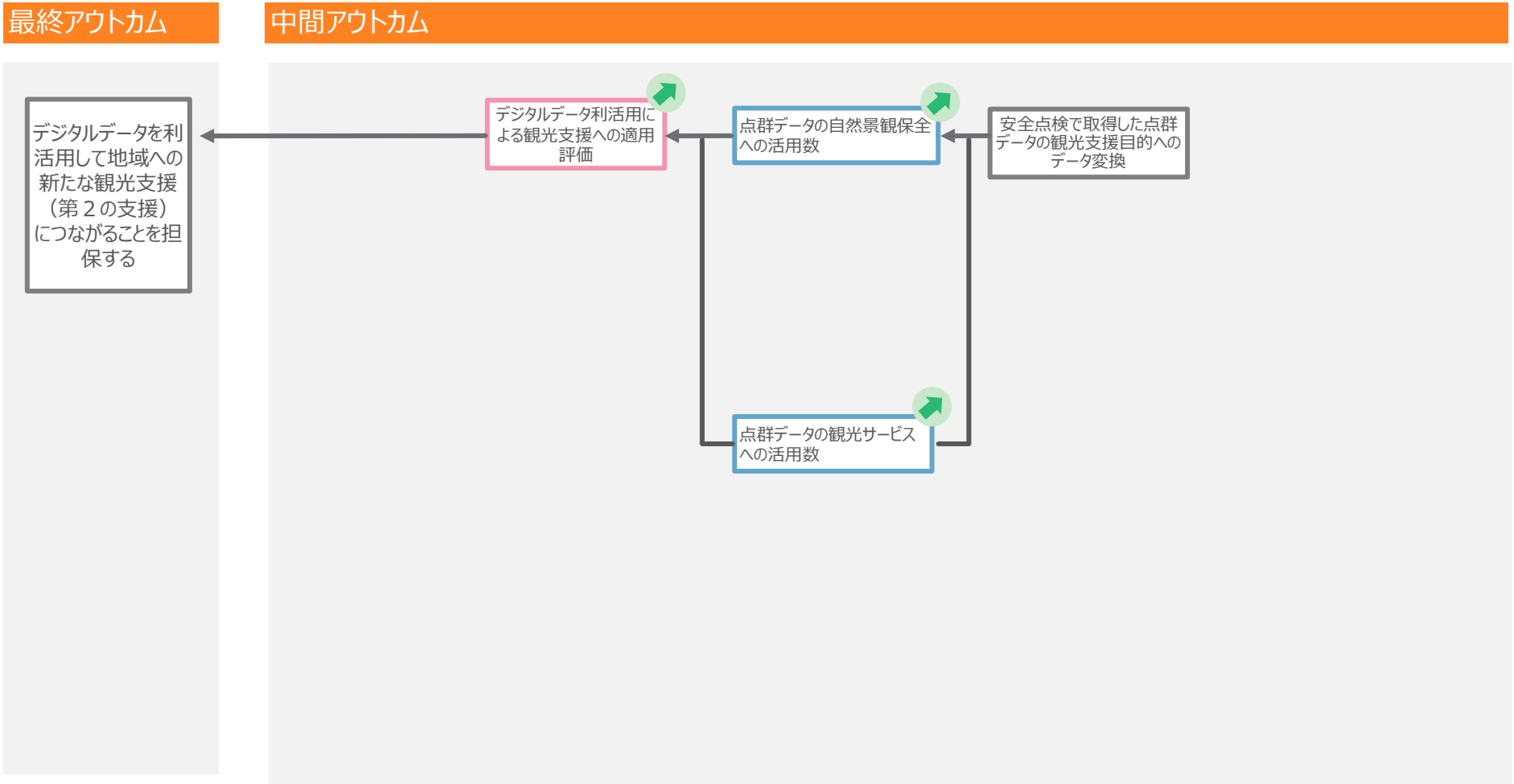
:実装・横展開の成果指標
:実証の成果指標
:実証に関係なく定まるもの



❸ 成果（アウトカム）指標

a. ロジックツリー

:実装・横展開の成果指標
:実証の成果指標
:実証に関係なく定まるもの



❸ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
点検業務の費用	100%とする	現状の25%	働き方改革が求められ、点検要員の人材確保が難しい状況であり、JR四国にて点検作業の80%減の人日削減が必要。このため、工数を80%減により点検費用の80%を削減と、そのうえで当ソリューション導入のための追加費用が5%かかると想定し、点検業務の費用としては75%の削減を目指す	点検工数と機材費などを数拠点でサンプル算出し全線の費用削減を算出
点検の品質	10～20cm（目視点検）	10～20cm（LiDAR点検）	現状のJR四国の作業員による目視点検精度が10～20cmであり点検業務としてはこれと同等以上であればよい。LiDAR精度の理論値は約5cmで、ドローンの飛行誤差および携帯型の人移動誤差を含めて、実行精度は2～4倍程度と想定して設定	数拠点でサンプル実測し、誤差を算出する
危険エリアへの立ち入り回数	全現場点検	0	すべての危険エリアの点検はドローン点検に置き換えを実施する。置き換え可能かどうかは、点検業務のうちドローンで代替可能な工数と、ドローンが現場へ発着可能な距離か等から判断する	現状の危険な点検エリアを抽出し、ドローン点検に置き換え可能かどうかを検証する
点検関連業務の工数	各拠点の定期点検が２年に１回 ４名/1日	現状の20%	働き方改革が求められ、点検要員の人材確保が難しい状況であり、JR四国にて点検作業の80%減の人日削減が必要なため、目標値を、現状の20%に設定	実作業時間を測定 実作業者数を記録 両方の削減量により比較算出
機材費（ソフト含む）、通信費、保守	なし	3,540万円（2025年度） 1,860万円（2026年度）	実証成果から当サービスの精度と費用をJR四国と相談し、目標値を修正する	本実証に使用する機材費、通信費、保守費を積み上げにより予測算出する

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
デジタルデータ利活用による観光支援への適用評価	なし	2件以上	自治体の観光支援計画等を元に点群データの利活用が適用可能と評価できる項目数として、現状、自然景観保全と観光サービスが想定される。	自治体の観光支援計画等を元に適用可能と評価できる項目数をカウントする

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
異常検知に必要な ドローン飛行速度	3m/s (点密度5cm時)	3m/s (点密度5cm時)	DJI社製のLIDAR Zenmuse L2のスペックでは推奨は3m/s（点密度5cmの場合）である。今回採用のマプリィ社製のLIDAR M1においても同様な指標が最も適した飛行速度かどうか検証する。	ドローンの飛行速度を複数段階に分けて飛行し実測し、点密度精度を算出する。
ドローンとデータスポット間の 点群データの伝送時間	なし	2分以内	ドローン搭載LiDARから点群データ(10GB)をWi-Fi6Eを経由してデータポートの小型PCへアップロードが完了する時間とする。Wi-Fi6Eの実測値1Gbps以上が確保できる通信距離に配置するとすると、実質の伝送時間10GB/1Gbps=約1.67分に、プロトコル処理のオーバーヘッド25%を加味して設定した。また、実際の業務において、2分以内というのは業務の支障にならない時間である。	データ転送時間測定ツールにて、ドローン搭載Wi-Fi6Eとデータポート設置の小型PC間の伝送時間を測定する
データスポットから サーバーへのデータ伝達時間	通信なし	6分	データポートの小型PCに保存された点群データ(1GB)をスターリンクを経由してサーバへアップロードが完了する時間とする。データは小型PCにて約60%程度に圧縮処理を行うことも検討する。1GB / 16Mbps x 60%=約6分を目標値として設定する。また、実際の業務において、現場からデータを解析する事務所まで持ち込む移動時間に比べると、6分以内というのは業務の支障にならない時間である。	データ転送時間測定ツールにて、データポート設置の小型PCとサーバー間の伝送時間を測定する

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
ドローンでの単位面積あたりの測定時間	なし	0.16秒/m^2	以下より目標とする数値を換算した。 ・地形測量や関連論文等から最高点密度5cm（400点/ m^2 ）を目途に設定。UAVレーザ測量は4～400点/ m^2 の範囲 ・飛行高度を地表から樹頂点30m＋安全空域50mで80mとすると飛行速度は3m/ s に決定（自社実証値）。 ・飛行のサイドラップを60%、自動航行プラン以外の飛行時間を5分、機体スペック値の飛行時間55分に対し国土交通省マニュアルに記載されている70%運用、風などの消費電力上昇による影響を5m/ s 時で30%（外部の性能検証参考）、ペイロード1kgの消費電力上昇による影響を30%、LiDAR L2使用の消費電力上昇による影響を10%とすると１フライトあたり17分とし0.064km^2 ・すなわち、理論値は17分/6400m^2 = 0.159 秒/ m^2 ・トップダウンから考えた場合、「現場での点検作業工数」は４名／日から２名/日を目標としており、従来の人作業の1/2の作業時間が求められる。下記「携帯型LiDARでの単位面積あたりの測定時間」の1.1秒/m^2を参照すると0.55秒/m^2 が目標として求められる、そのため目標値0.16秒/ m^2 は十分と考える。	実際にドローンで測定した位置時間付きの点群データにより、測定した面積および測定時間を抽出し、算出する
携帯型LiDARでの単位面積あたりの測定時間	なし	1.1秒/m^2	以下より目標とする数値を換算した。 ・レーザーの照射距離は40m、精度は10～12m幅である。 ・山地歩行などはネット調べでの想定となるが、山地歩行速度が1時間400m（高低差無し）、高低差200m登りで30分追加なので1時間で3200 m^2 ・60分/3200 m^2 =1.125 秒/ m^2	実際に携帯型LiDARで測定した位置時間付きの点群データにより、測定した面積および測定時間を抽出し、算出する

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
現場での点検作業工数	4名/日 人手点検で１日	2名／日	ドローンによる現場点検の場合は、パイロット１名・補助者１名の最低２名体制となる。	実験で実際に作業に関わる人数をカウントし、点検作業に要した時間を測定する。
伝達作業に係る工数	最低1名 半日(4Hとする) （点検帰社時間＋報告作業時間）	0名（自動） 8分以内	ドローンで測定したデータは、直接ドローンから無人データポートとスターリンク等を介して、サーバーへ伝達することにより作業する人が介在することがない。時間目標は「ドローンとデータスポット間の点群データの伝送時間」と「データスポットからサーバーへのデータ伝達時間」を足した時間であり、8分であれば業務の遅延に繋がらないため。	ドローンからサーバへの伝達作業に要したトータル時間を測定する。
解析作業に係る工数	最低1名 １日(8Hとする) （前回点検からの目視比較）	1名 トータル３時間	PCスペックと取得点数によるが、点群データ1ファイルをLAS変換処理開始まで10分、その後は自動解析40分～および自動フィルタリングで樹木除去1時間～必要なら手作業による追加フィルタリングや復元（将来的には完全自動化）、そのあと点群差分解析等を実施1時間を想定。	データ入力から解析作業完了までの時間を測定。また、各処理項目毎の時間も測定。

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
ドローンのみ使用時のLiDARによる異常検出精度	なし	10～20cm	現状の作業員による目視点検精度が10～20cmであり点検業務としては同等以上であればよい。また、ドローンの点密度理論値は飛行速度3m/sで5cmで、実際には飛行速度および高度等のブレによる誤差が2倍程度見込まれ数値的に合う。	LiDAR搭載ドローンによる実測を行い。地表面に置いた基準点等に対する誤差を算出する。
携帯型のみ使用時のLiDARによる異常検出精度	なし	10cm	携帯型の理論精度は5cmである。人の移動によるブレが２倍程度見込まれるため、目標を10cmとする。	携帯型LiDARによる実測を行い。手動で計測した基準点等に対する誤差を算出する。
LiDARでの測定結果を元にした3D点群データ解析による異常検知の精度	なし	10～20cm	ドローンおよび携帯型LiDARの測定データを元に点群差分解析を実施した際に、異常検知可能な最小精度を現状の作業員による目視点検精度10～20cm(小岩程度)と同等以上を目標値として設定する。	点群差分解析ツールにより異常検知を実施し、検出精度を算出する。

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

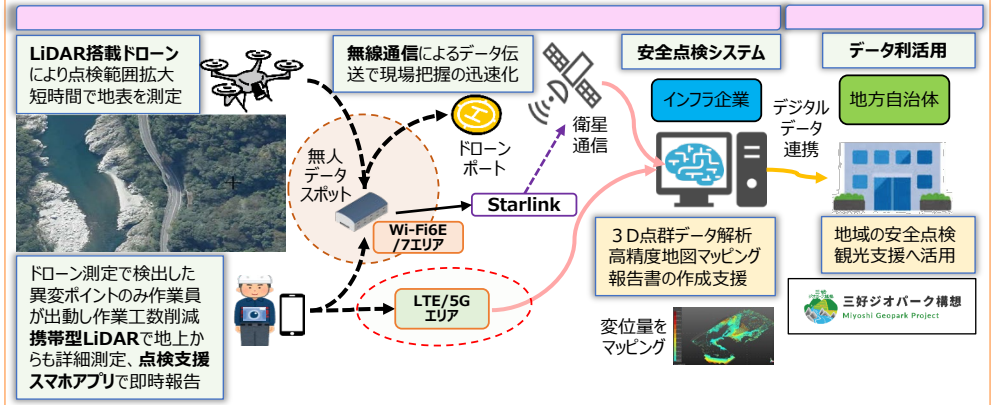
成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
点検業務のうち、ドローンでの代替可能工数	なし	87% （推定仮値）	点検運用工程の最適化を実施した結果から、ドローンと携帯型の出動割合の最適解を参考に、その割合で実際に計測し、実用にたる検査頻度になるのかを検証することで、点検業務のうちドローンでの代替可能工数を明確化する。なお、目標値は「ドローンでの単位面積あたりの測定時間」の目標値0.16秒/m^2と「携帯型LiDARでの単位面積あたりの測定時間」の目標値1.1秒/m^2の割合を推定仮値として設定する。 1.1秒/m^2 ÷ (1.1秒/m^2 +0.16秒/m^2)=0.87	最適化な割合で、LiDAR搭載ドローンと携帯型LiDARを出動させ、運用工程として実用的か検証する。
点群データの自然景観保全への活用数	なし	3 項目以上	現状想定できる項目は以下の 3 項目 ・地形状況の定期的な監視の確認 ・景勝地の点群データ記録保存化の確認 ・自然災害前後を想定した変位の確認 これら項目は活用事例を積み上げるもしくは並行して新たな活用項目も検討する。	自治体の観光支援計画等を元に点群データの自然景観保全へ活用できると評価もしくはプロトタイプで確認できた提案をカウントする。
点群データの観光サービスへの活用数	なし	3 項目以上	現状想定できる項目は以下の 3 項目 ・観光ルートの事前検討および遠隔デジタル体験の検討 ・人が通常みられない視点での景観の表示サービスの検討 ・過去から未来への時間軸での地形の変遷表示の検討 これら項目は活用事例を積み上げるもしくは並行して新たな活用項目も検討する。	自治体の観光支援計画等を元に点群データの観光サービスへ活用できると評価もしくはプロトタイプで確認できた提案をカウントする

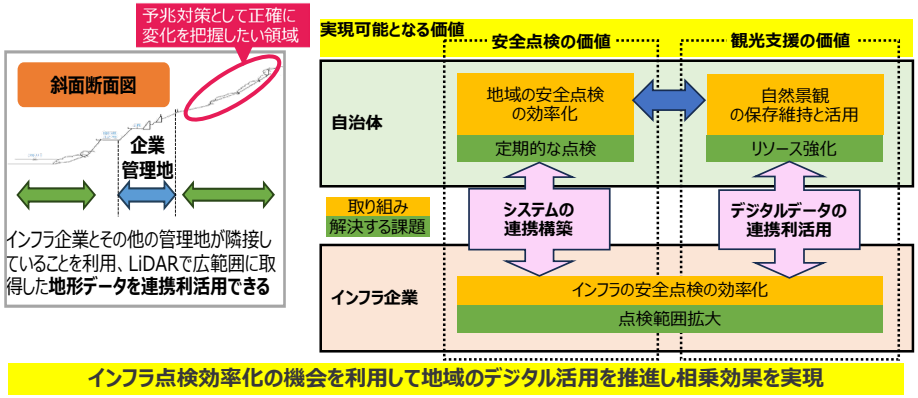
❶ ソリューションの概要

ソリューションの概要

三次元点群データを用いた斜面安全点検と観光支援を目的とした地域連携ソリューション

- インフラ企業：斜面の安全点検作業を従来より少ない人数・工期で従来以上に広範囲の点検業務を少ない危険性のもとで実現するソリューションを展開
- 自治体：点群データを地域安全点検への活用と地域観光の促進に利活用するノウハウの共有





中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- 現場での点検作業工数
- 伝達作業に係る工数
- 解析作業に係る工数
- ドローンでの単位面積あたりの測定時間
- 携帯型LiDARでの単位面積あたりの測定時間
- 異常検知に必要なドローン飛行速度
- ドローンとデータスポット間の点群データの伝送時間
- データスポットからサーバーへのデータ伝達時間
- LiDARでの測定結果を元にした3D点群データ解析による異常検知の精度
- ドローンのみ使用時のLiDARによる異常検出精度
- 携帯型のみ使用時のLiDARによる異常検出精度
- 点検業務のうち、ドローンでの代替可能工数
- 点群データの自然景観保全への活用数
- 点群データの観光サービスへの活用数

定性アウトカム

- ドローンを用いた点検運用工程の最適化
- 斜面上部への点検可能範囲の拡大
- 異変となる定義の設定
- 同時展開可能なドローン数
- データ通信速度
- ドローンから通信可能なデータ量
- 無線データ通信が安定している範囲
- スターリンクのアップリンクスループット
- 安全点検で取得した点群データの観光支援目的へのデータ変換

中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

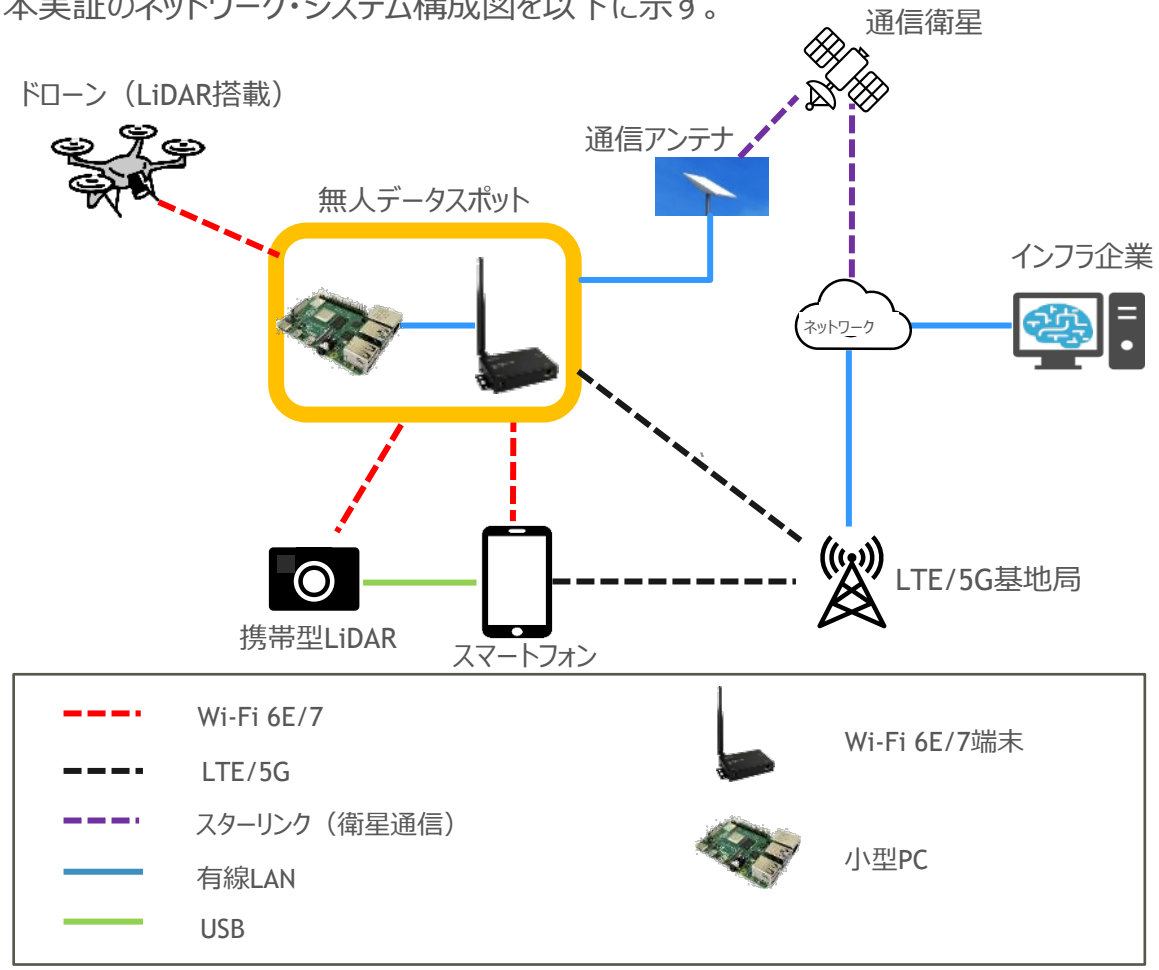
- 三次元点群データを用いた斜面の安全点検視点の価値
  - 自治体では、地域の安全点検が定期的にできるようになる
  - インフラ企業では、根本原因となる斜面奥地まで点検範囲が拡大ができる
  - 連携による相乗効果により、異常異変の早期発見を一体となって進めることが可能となり地域と鉄道の安全点検の効率化が実現できる
- デジタルデータ連携による観光支援視点の価値
  - 自治体では、導入運用コスト削減によるリソース強化ができるようになる
  - インフラ企業では、観光地への集客力強化で収益増加が期待できる
  - 連携による相乗効果により、点群データの利活用による自然景観保全（地形状況の定期的な監視、景勝地の点群データ記録保存化、自然災害前後を想定した変位など）および自然景観による観光サービス（観光ルートの事前検討および遠隔デジタル体験、人が通常みられない視点での景観の表示サービス、過去から未来への時間軸での地形の変遷表示など）への活用により地域観光の促進が実現できる

❷ ネットワーク・システム構成

a. ネットワーク・システム構成図

イメージ

本実証のネットワーク・システム構成図を以下に示す。



説明

本実証では、ドローンで測定したデータをWi-Fi6E/7およびLTE/5Gを中継することによりインフラ企業の管理拠点まで伝送できるシステムを構築する。

また、衛星山林地帯など商用ネットワークがカバーすることができない領域においてもエリアを構築できる構成とするため衛星通信のStarlinkも導入し構築する。

中継を行うにあたって、ドローン搭載のLiDARおよび地上作業員の携帯型LiDARにはWi-Fi6Eの無線通信が可能となるように開発実装し、高速無線伝送を可能とする（将来的にはWi-Fi7の搭載を視野に入れて開発）。

無人データスポットは小型PCを導入し自動的に衛星通信を経由して管理拠点へ伝送する。小型化により可搬可能で、すでにある電柱やポールなどに設置することも容易に可能とする。

また、携帯型LiDARで測定したデータは作業員が持つWifi6E/7対応スマホにてLTE/5Gもしくは無人データスポットいずれからかもデータ接続可能とする。

❷ ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

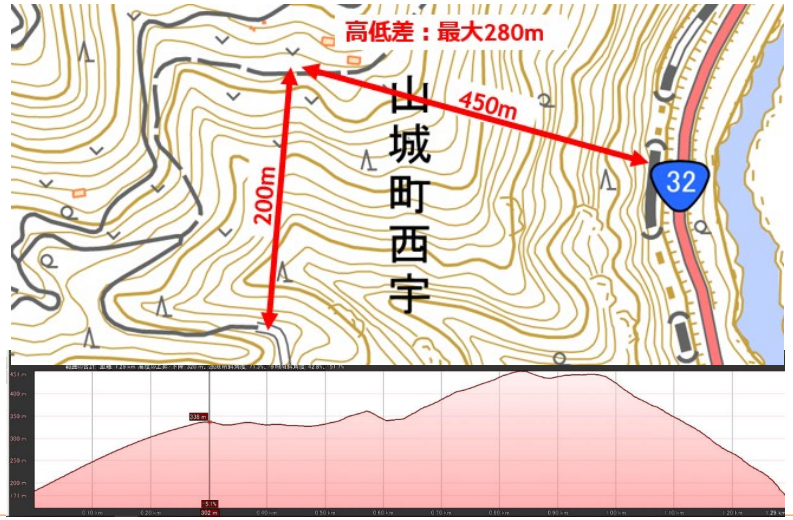
イメージ

本実証のネットワークの設置場所の候補を示す。

徳島県内土讃線小歩危・大歩危間
60k000m～60k500m

作業員が点検する斜面の様子

今回測定するドローンの飛行区域（案）



説明

設置場所候補としては、徳島県土讃線小歩危・大歩危間（JR四国鉄道管理地：60k000m～60k500m）を選定した。この場所は、JR四国沿線を挟むように急な斜面と蛇行する川が連なっており、かつ自治体が管理する景勝地でもある。

アクセスポイントとしての無人データスポットおよびStarlinkの設置および地上作業員が点検を想定する斜面はLTE/5Gのカバーエリアも含め実証開始時の視察でいくつか候補を検討し決定とする。

また、落石や斜面災害の根本原因まで把握するという目的のため、ドローンの飛行区域は斜面の奥まで飛行し測定するとして飛行区域（案）を選定した。無線接続のカバーエリアと高速データ伝送の効果が発揮する条件を検証する。

データ解析を行うサーバー等があるデータ管理拠点は、JR四国管轄の事務所内を想定してインターネットと高速な接続性がある場所に設置構築する。

❷ ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要

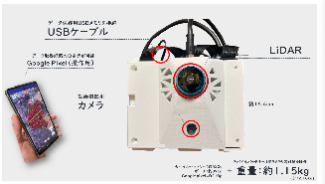
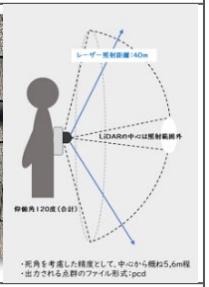
設備・機器等に関して詳細は、別添エクセル参照。

なお、今回の検証に使用するレーザースキャナ機材候補を以下に示す。本実証にて参画するマプリィ社によりWi-Fi6E搭載に開発改良する。

・ドローン搭載レーザースキャナ（比較用2候補）

名称	Zenmuse L2	M1
製造業者	DJI	マプリィ
外観	 出典：DJI HP	 Wi-F6E搭載 本実証にて開発予定 出典：マプリィ HP
寸法	155x128x176mm （長さx幅 x 高さ）	T.B.D （長さx幅 x 高さ）
重量	約910g	T.B.D g
センサー	Livox社製	Livox社製
最大取得点数	120万点	48万点
リターン数	1～5	1～2
特徴	Zenmuse L2は航空測量向けレーザースキャナLivox社製LiDARモジュールが組み込まれており、70°FOV、高精度IMU搭載、超軽量で、さらに３軸ジンバルスタビライザーに4/3インチCMOSセンサーとメカニカルシャッターを備えた20MPカメラを搭載。	M1は、Zenmuse L1と同等の精度を持ち、アプリ「Mapryドローン版」と連携し、森林管理に特化した安価なレーザースキャナ。アプリでは、ドローンの操作や自動飛行、撮影した画像や動画の共有が可能。

・地上作業員携帯型レーザースキャナ

名称	LA03
製造業者	マプリィ
外観	  Wi-F6E搭載 本実証にて開発予定 出典：マプリィ HP
寸法	T.B.D （長さx幅 x 高さ）
重量	約2.16kg（スマホ、バッテリー含む）
視野角	仰俯角：約120°
照射距離	40m
特徴	背負って歩くだけで、点群データを取得することができるバックパック型のLiDAR計測システム。 立木資源量・地形情報・森林由来のCO_2吸収量/炭素蓄積量を歩くだけで計測・解析可能。

❷ ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要

機器リスト

別添資料 調達機器リストを参照

❷ ネットワーク・システム構成

d. 許認可等の状況

許認可の種類	現在の状況	今後の計画/スケジュール
無線通信なし	なし	• Wi-Fi6E/7、LTE/5GおよびStarlinkにて実証を行うため、許認可不要 • ドローンはバッテリー節約のためデータポートに着陸してデータ送信するため上空からの無線通信は行わない予定
ドローン飛行申請・許可取得	(株)ミラテクドローンにより申請する予定	• ９月：ドローン登録申請（機器追加改造などある場合） • ～１月まで都度必要であれば飛行許可申請する予定

❸ ソリューション等の採用理由

a. 地域課題への有効性

ソリューション	三次元点群データを用いた斜面の安全点検と観光支援を目的とした地域連携ソリューション

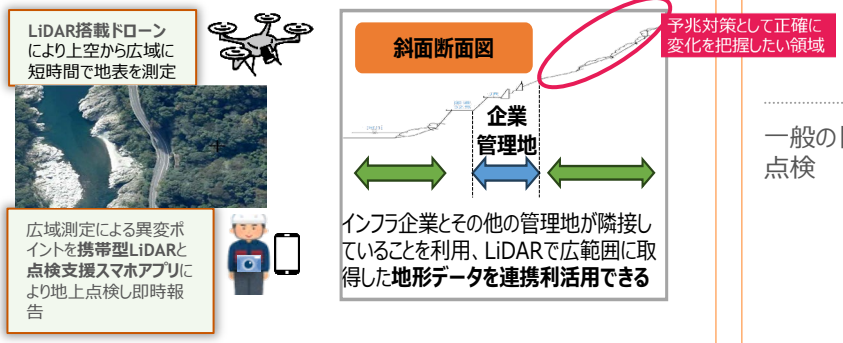
対象の課題

課題a:
斜面の安全点検を広範囲かつ定期的に実施するのが難しい

課題解決への有効性

JR四国では斜面の安全点検の自動化による効率化を検討しているが、根本原因確認のため自社用地外の奥まで踏み込んで点検範囲を拡大させるには限界がある。一方で自治体の鉄道沿線は急斜面が多く、地域の安全安心のためにもいち早い異変の発見が求められるが自治体だけで定期的な点検を実施するのは難しい実状がある。

この状況を解消するため、JR四国と自治体が管理する土地が隣接していることを利用して、JR四国の斜面点検の際にWi-Fi6E伝送対応のLiDAR搭載ドローンと携帯型LiDARにより自治体管理地も含めて地表測定を数cm単位で実施、そのデータを高速無線通信を用いて現場からサーバーへ伝送し、三次元点群データの過去と現在から異変がないか解析する。データ内のGPS位置情報で企業管理地と自治体管理地は自動で切り分けることが可能なので地形データの連携利活用が可能となり、両者の広範囲かつ定期的な安全点検の課題の解決が可能となる。



他ソリューションに対する優位性

名称	比較
一般の安全点検	• 写真等を用いた従来安全点検に比べて点群データを用いた安全点検は、現場の三次元モデルを容易に構築可能で、把握しやすい角度からの写真や映像にすることや、過去との差分をとることにより土石の変化の場所および量など自動で求めることが可能 • 自治体が安全点検を専門の業者に依頼した場合、相応の導入運用コストが必要 • 本ソリューションは、インフラ企業の効率化のタイミングでシステム連携構築を図ることで自治体の安全点検への検討機会を得ることができ導入運用コストを削減可能 • また Wi-Fi6E搭載LiDARを開発することで、人が介在することなく巨大な点群データを短時間で伝送可能、運用効率化に貢献 • 連携関係を築いておくことで、例えばインフラ企業の管理地から離れた自治体管理地を点検したいなど別案件でもシステム変更なしで一時的費用負担で対応可能
一般のドローンによる点検	• 一般のドローン点検では、依頼された管理地のみの土地データを解析しそれ以外のデータが含まれていても破棄されてしまう • 本ソリューションは今後膨大な量となるデジタルデータ利活用の一例になることも期待しており、今後連携する団体が増え地域デジタル化におけるオープンデータ活用の道筋がつければ波及効果は非常に大きい

❸ ソリューション等の採用理由

a. 地域課題への有効性

ソリューション	三次元点群データを用いた斜面の安全点検と観光支援を目的とした地域連携ソリューション

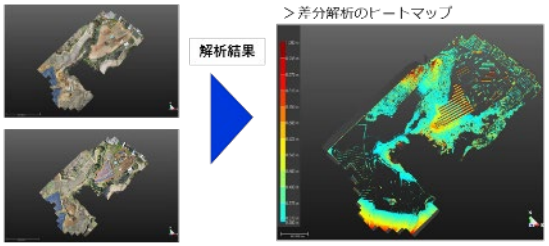
対象の課題

課題b:
自然景観の保存維持のためのリソース強化と集客力強化が難しい

課題解決への有効性

自然景観の保存維持は、地域の観光産業にとって重要な観光資源を守るために欠かせない施策であるが、例年の自然災害により従来と同様な景観を維持していくためには膨大な費用が発生する。そこで、「三好ジオパーク構想」では昔の姿や変わりゆく景観も地域観光に活用していこうという取り組みをしており、どのようなリソース強化により集客力強化を実現したらいいか検討を進めている。

この状況の一助として、自治体の景勝地を通る鉄道斜面周辺をLiDAR搭載ドローンにより三次元点群データとRGBデータを定期的に取得する。LiDARによる地形データはcm単位で取得可能でありRGBデータと高精度にマッピング可能であるため、石塊の移動やサイズの変化、地上面の浸食などの変状も詳細に記録することができ、過去から現在までの変遷を俯瞰で３D表示したり、例えば実際に当時の景観の中に入って鑑賞したりする等の観光支援目的のデジタルサービスへの取り組みが可能となってくる。本ソリューションのデジタルデータの連携利活用により、リソース強化と集客力の強化が期待できる。



取得した三次元点群データの差分解析により、変化量を可視化可能

他ソリューションに対する優位性

名称	比較
一般のレーザースキャナによる地形データ取得	• 本ソリューションでは、景勝地の点群データ取得に、安全点検システムを再利用しているため、定期的な点検と合わせて景勝地のデータも取得可能であり、費用対効果は非常に高い • また、開発するWi-Fi6E搭載LiDARは地形形状の点群データだけでなくRGBデータも同時に取得可能であり、点群およびRGBデータを高精度にマッピングすることが可能ですぐに次の測定に行くことができ、自然景観の360°カラーCG表示を作成することが可能
各地のジオパーク構想 （参考文献： 三好ジオパーク構想 https://miyoshi-geopark.jp/download/ 「三好ジオパーク構想基本計画・第一期実行計画」）	• ジオパークの理念は重要な地域資源を「保護」しながら「活用」していく取り組みであり、登録されると非常に大きな宣伝効果となるため、各地の景勝地で様々なジオパーク構想の取り組みが盛んになされている。 • 三好ジオパーク構想の基本計画書・第１期実行計画書にある①周遊路づくり(うる、もうける)、②保全方法を考える(保全活動)、③学術調査の支援を行う(調査研究活動)の3項目の達成率を直接的に高めることを観光面の課題解決の方策とできる。それら達成のため、景勝地の点群データを取集し活用方法を考え、さらに点群データが販促活動に活かせないか検討することが当実証により可能である。

❸ ソリューション等の採用理由

b. ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

ソリューション	三次元点群データを用いた斜面の安全点検と観光支援を目的とした地域連携ソリューション

対象の課題

課題a:
斜面の安全点検を定期的かつ広範囲に実施するのが難しい

先進性・新規性

従来の安全点検は個々で実施し、もしも他社の管理地起因の異常が見つかれば後日連絡、他社にて調査する。本ソリューションでは、ドローンの上空広範囲で測定できる利点を利用して、隣接するインフラ企業と自治体との管理地を同時に測定し異変があれば対応する管理者に向けて切り分けて報告できるという点で先進性・新規性がある。

また、上空からLiDAR搭載ドローンで測定したデータは、SDカードを用いた手動ではなく無線通信（Wi-Fi6E/7）を活用することで無人データスポットにおいて自動転送を可能にし広域運用への柔軟性を向上、広域をいち早く先行解析することが可能となり異変が検出された箇所にだけ地上作業員が携帯型LiDARと点検支援スマホを装備して地上からの詳細な点検情報を取得、さらに現地から点検支援アプリを用いて速報を連絡することが可能となるシステムを目指す。これにより作業効率化および情報量増大が図れるという点で先進性・新規性がある。

安全点検監視システムの画面イメージ

（出典：マプリィ社HP）

Wi-Fi6E搭載ドローンLiDAR

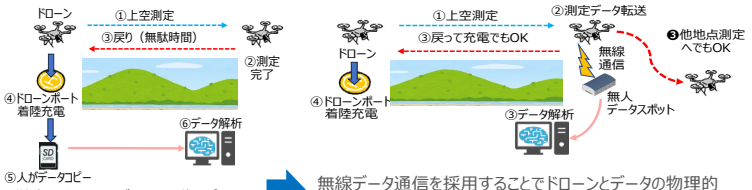
Wi-Fi6E搭載携帯型LiDAR

点検支援アプリ内蔵Wi-Fi6E/7対応スマホ

本実証にて開発予定

実装・横展開のしやすさ

国内山間部は多く、斜面の安全点検を必要とする類似の条件の自治体は多く存在し、ニーズが重なるこれらの地域に横展開可能
本ソリューションシステムに関して、将来的に様々なインフラ企業および地方自治体と連携することを踏まえ、特定の自治体用に過度なカスタマイズはしていないため、今回の実証結果を元に様々な運用ケースで実装・横展開していくことは容易
鉄道点検現場は作業環境が悪く、SDカードをドローンから人の手で抜き差しでは紛失・破壊の恐れがある。またSDカードのセキュリティ管理に万全を期す必要があるが、本実証では無線データ通信を採用することでオペレーションの安全性、確実性、効率性を向上
さらに、無線データ通信にWi-Fi6E/7を採用することで、有線接続やSDカードによるオペレーションでは成しえなかった広域展開へ向けての運用形態の柔軟性を確保できトータルコストを削減、無線データ通信技術を標準化することにより今後の全国横展開が容易



従来のドローンデータ手動コピーオペレーションでは、セキュリティ面および運用の柔軟性に欠ける

無線データ通信を採用することでドローンとデータの物理的関係を分離でき、伝送時間短縮と柔軟運用が可能となる。また多数ローコストデータスポットと少数ハイコストドローンの組み合わせによりコスト最適化可能

❸ ソリューション等の採用理由

b. ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

ソリューション	三次元点群データを用いた斜面の安全点検と観光支援を目的とした地域連携ソリューション

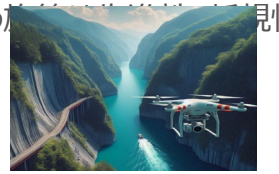
対象の課題

課題b:
自然景観の保存維持のためのリソース強化と集客力強化が難しい

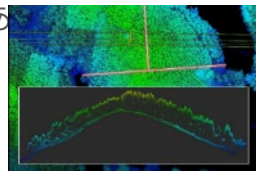
先進性・新規性

本来地形のデジタルデータを得るためには専門の業者に依頼して測量する必要があるが、本ソリューションは、安全点検で用いたデジタルデータ（点群データ、RGBデータ）を自然景観を用いた観光支援にも利活用できる柔軟度および精度をもつローコストシステムであるという点で先進性・新規性がある。

また、自然景観の地形をオープンデータとしてデジタルデータ化し、過去から現在の変遷を記録保存するだけでなく、過去の生成や未来予測データにすることで、デジタルデータを新たな観光サービス創出や普及啓発活動、教育振興に活用するという先進性・新規性がある。



安全点検で測定する地形データを自然景観監視にも活用



cm級の地形データを取得可能(*)石塊一つの変状も詳細に記録できる
（出典：Zenmuse L2 - DJI）

過去データの生成

変遷の記録保存

未来予測

(出典：Microsoft Copilotで大歩危渓谷をイメージ生成)

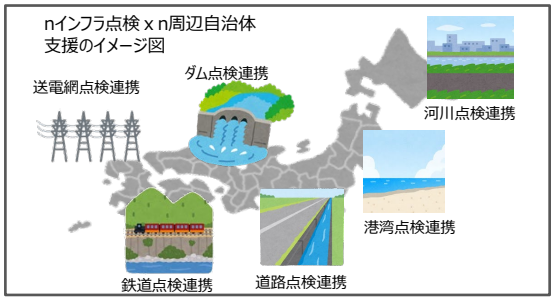
実装・横展開のしやすさ

- ユネスコ世界ジオパークは、48か国213か所あり、そのうち10か所は日本にある。日本では自然景観を観光資源とする地域は多くまたジオパーク登録に向けて構想を掲げる自治体も多数存在するため、ニーズが重なるこれら地域に横展開することが可能

日本ジオパークネットワーク
Japanese Geoparks Network

出典：日本ジオパーク委員会： https://jgc.geopark.jp

- インフラ企業の点検データを観光支援目的のデジタルデータとして利活用するという本実証は、地形データという汎用的観点のデジタルデータの活用であるため、今回のJR四国と自治体の斜面という視点だけでなく様々な組み合わせが考えられる。また、１企業１自治体だけでなく、１企業複数自治体、複数企業ｘ複数自治体といった連携のさらなる拡張性も考えられるため全国展開もしやすい



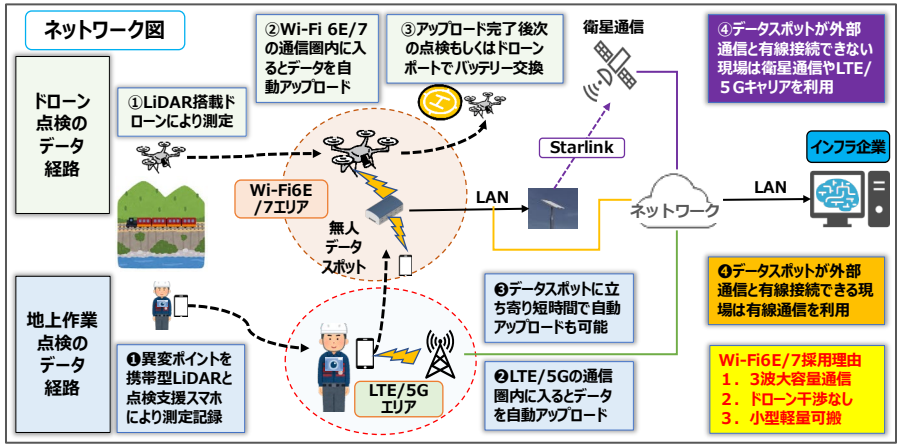
❸ ソリューション等の採用理由

c. 無線通信技術の優位性

通信技術	ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴
Wi-Fi 6E/7 (2.4/5/6G)	暗号化によりデータ紛失の心配がなく、3帯域同時使用により短時間大容量伝送が可能、ドローンとの通信干渉の懸念なく、小型軽量で作業者に負担をかけない通信技術は、現状Wi-Fi 6E/7のみ
LTE/5G	LTE/5G通信圏内に入ると、地上作業員が持つ点検支援スマホに記録された軽量の速報データを管理拠点へ直接送信し情報を同期することが可能
Starlink	LTE/５G通信外では、Starlink(衛星通信)をもちいることで管理拠点に点検データを長距離伝送が可能

他無線通信技術との比較

名称	比較結果
• Wi-Fi Halow • 従来Wi-Fi (2.4G/5G)	点検データ容量約16GBbyteを5分以内にデータポートに保存することを目標としており、そのため最大速度1Gbps以上が望ましく、またドローン使用の2.4/5.7GHz 帯との電波干渉を回避できる6GHz帯が利用可能なWi-Fi6 E/7が適している
• ローカル５G	鉄道路線は細長く土地ごとのライセンスや他社土地への電波干渉の考慮が必要となり、インフラネットワークとの接続性の確保など費用対効果を考慮するとローカル５Gの利用は現実的でない
• 衛星電話	点検データの大容量データを衛星電話経由で実用的な時間でアップロードすることは不可能



無線通信技術の比較表

比較項目	本件要求	Wi-Fi 6E/7	Wi-Fi HaLow	従来 Wi-Fi	LTE	5G	ローカル 5G	Star link	衛星電話
セキュリティ	データ暗号化	◎	×	○	○	○	○	○	△
高速通信	大容量通信	◎	×	○	△	◎	◎	△	×
ドローン干渉	干渉懸念なし	○	×	×	○	△	○	○	○
手軽さ	小型軽量可搬	○	×	○	○	○	×	×	×
スマホ対応	接続可能	○	×	○	◎	◎	×	×	×
地域干渉対策	ライセンス不要	○	○	○	○	○	×	○	○
長距離伝送	Ｋｍオーダー	×	△	×	○圏内	○圏内	△	◎	◎
大容量通信	実用的	○	×	○	△	○	○	○	×

④ 費用対効果

a. 費用対効果 (1/3)

		項目	スケジュール	
			2025年度	2026年度
効果	定量 (収益)	• 自治体としての収益なし • 鉄道会社	• 0万円 • 834万円	• 0万円 • 834万円
		（※）自治体としての費用削減の可能性がありますが、本実証の中で三好市と議論していく予定です。 また、鉄道会社も費用削減の可能性あり、本実証の中でJR四国と議論していく予定ですが、一旦現段階の目標値より求めた概算値を記載しております。		
	計 (定量 収益)		834万円	834万円
	定量 (収益以外) ＋定性	• 鉄道斜面安全点検の作業効率向上	• 80%以上作業時間削減	• 80%以上作業時間削減
費用	イニシャル	• ネットワーク環境構築 • システム･デバイス環境構築 • 3Dデータ測量環境構築 • スマホアプリケーション開発	• 800万円（改良/拡張、機材購入） • 1200万円（改良/拡張、機材購入） • 1000万円（改良/拡張、機材購入） • 500万円（改良/拡張）	• 500万円（改良/拡張） • 600万円（改良/拡張） • 500万円（改良/拡張） • 200万円（改良/拡張）
	ランニング	• Starlinkレンタル料 • 各種機材保守料	• 40万円（1年） • －	• 40万円（1年） • 20万円（1年）
	計		3,540万円	1,860万円

❹ 費用対効果

a. 費用対効果 (2/3)

		項目	算定の根拠
効果	定量 (収益)	• 自治体としての収益なし • 鉄道会社	現状の検査人日(404)×人件費(25,800円)×削減割合(80%)=834万円 （※）自治体としての費用削減の可能性がありますが、本実証の中で三好市と議論していく予定です。 また、鉄道会社も費用削減の可能性あり、本実証の中でJR四国と議論していく予定ですが、一旦現段階の目標値より求めた概算値を記載しております。
	定量 (収益以外)	• 鉄道斜面安全点検の作業効率向上 • 点検監視可能となるエリアの拡大	• 本ソリューションによって安全点検を高度化することにより、数日かかっていた作業が80%程度削減が可能であると見込んだ • 本ソリューションによって安全点検の効率を5倍程度にできると見込んだ
費用	イニシャル	• ネットワーク環境構築 • システム･デバイス環境構築 • 3Dデータ測量環境構築 • スマホアプリケーション開発	• 機材約300万円（25年度）、ならびに人件費@66,000円/人日×76人日を想定 • 機材約600万円（25年度）、ならびに人件費@66,000円/人日×91人日を想定 • 機材約500万円（25年度）、ならびに人件費@66,000円/人日×76人日を想定 • 人件費@66,000円/人日にて、25年度は76人日、26年度は30人日程度を想定
	ランニング	• Starlinkレンタル料 • 各種機材保守料	• 陸上モバイルプラン ¥33,408/月より算出 • 1セットあたり20万円程度の保守費用を想定

④ 費用対効果

a. 費用対効果 (3/3)

	項目	スケジュール	
		2025年度	2026年度
効果 計 (定量)	• 自治体としての収益なし • 鉄道会社	• 0万円 • 本検証にて見極め	• 0万円 • 本検証にて見極め
定性	• 鉄道斜面安全点検の作業効率向上 • 点検監視可能となるエリアの拡大	• 80%以上作業時間削減 • 約30km/日移動 （現状約6km/日移動の５倍）	• 80%以上作業時間削減 • 約30km/日移動 （現状約6km/日移動の５倍）
費用計	ー	• 3,540万円	• 1,860万円

合理性・妥当性

- 本ソリューションによって安全点検を高度化することにより、数日かかっていた作業が80%程度削減可能
- 企業管理地だけでなく、より上部の山林で覆われた斜面についても点検監視可能である。このことで災害激甚化に対応した点検範囲の広域化が可能
- 取得した3次元点群データを自治体においても利活用することで自然景観による観光支援強化を推進する
- JR四国において、鉄道斜面点検に対して人件費だけで4000万円以上の労務費がかかっている。この費用圧縮に向けた業務効率化、点検範囲の広域化や点検作業の安全性向上に関心がある。ただし、本実証を通じて、効果があるかどうかを見極めた上での導入検討となる。
- 実証経費が高く、販売会社で負担する場合は簡単に利益が出ないが、実証事業に対する投資をして頂ければ、ビジネスプランから考えて十分黒字化が見込める。
- 平成30年7月豪雨に伴うJR四国全線での復旧費用に20億円程度がかかっており、本ソリューションにより災害予兆検知による被災の未然防止、復旧費用の削減および普及時間の短縮、人的被害の防止が可能であり人命には代えがたいこともあり、当実証における費用には妥当性がある。
- 長期的には提案段階である点群データの活用により災害を防ぐ効果があるのかの研究も兼ねることができる。

❹ 費用対効果

b. 導入・運用コスト引き下げの工夫

		項目	引下げの工夫内容	コスト削減効果(見込み額)	実行タイミング	実行主体/担当者
費用	イニシャル	システム価格	2028年までに自治体、インフラ企業を対象に10セット、720万円/セットで販売する	1400万→720万に削減（680万円）	2028年までに	シャープ(株)　冨吉 (株)ミラテクドローン　安原
	ランニング	保守費	2028年までに自治体、インフラ企業を対象に10セット、10万円/セットで販売する	20万→10万円に削減（10万円）	2028年までに	シャープ(株)　冨吉 (株)ミラテクドローン　安原

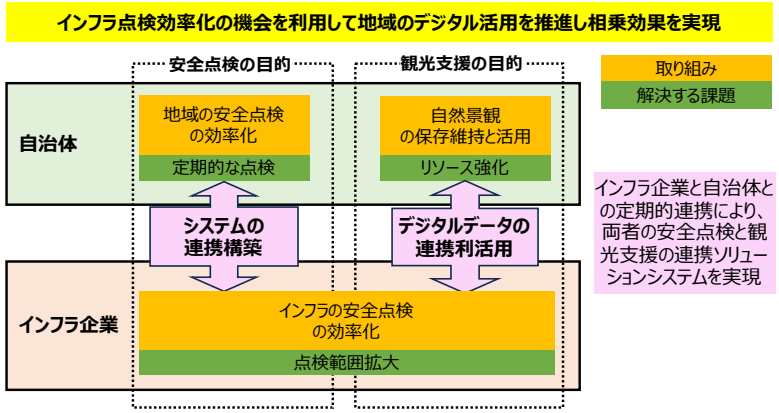
❶ 計画概要

実証実施の前提

目的

三次元点群データを用いた斜面安全点検と観光支援を目的とした地域連携ソリューションシステムの検証

- 斜面の安全点検作業を従来より少ない人数・工期で従来以上に広範囲の点検業務を少ない危険性のもとで実現する検証
- 点群データを地域安全点検への活用と地域観光の促進に利活用する検証



アウトカム

- 現場での点検作業工数
- 伝達作業に係る工数
- 解析作業に係る工数
- ドローンでの単位面積あたりの測定時間
- 携帯型LiDARでの単位面積あたりの測定時間
- 異常検知に必要なドローン飛行速度
- ドローンとデータスポット間の点群データの伝送時間
- データスポットからサーバーへのデータ伝達時間
- LiDARでの測定結果を元にした3D点群データ解析による異常検知の精度
- ドローンのみ使用時のLiDARによる異常検出精度
- 携帯型のみ使用時のLiDARによる異常検出精度
- 点検業務のうち、ドローンでの代替可能工数
- 点群データの自然景観保全への活用数
- 点群データの観光サービスへの活用数

検証ポイント

効果

- 点検作業に要する時間
- 伝達作業に要する時間
- 解析作業に要する時間
- 点検業務のうち、ドローンでの代替可能工数

技術

- ドローンの飛行速度に対する、測定可能な点密度精度
- ドローン搭載Wi-Fi6Eとデータポート設置の小型PC間の伝送時間
- データポート設置の小型PCとサーバー間の伝送時間
- ドローンでの単位面積あたりの測定時間
- 携帯型LiDARでの単位面積あたりの測定時間
- LiDAR搭載ドローンによる地表面測定誤差
- 携帯型LiDARによる地表面測定誤差
- 点群差分解析ツールによる異常検出精度

運用

- 点群データの自然景観保全への活用提案
- 点群データの観光サービスへの活用提案

❷ 検証項目・方法

a. 効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
鉄道斜面安全点検	Ⅰ 点検作業に要する時間	2名／日	実験で実際に作業に関わる人数をカウントし、点検作業に要した時間を検証	2名／日	ドローンによる現場点検の場合は、パイロット１名・補助者１名の最低２名必要
	Ⅱ 伝達作業に要する時間	0名（自動） 8分以内	ドローンからサーバへの伝達作業に要したトータル時間を測定する	0名（自動） 8分以内	ドローンで測定したデータは、直接ドローンから無人データポートとスターリンク等を介して、サーバーへ伝達することにより作業する人が介在することがない。時間目標は「ドローンとデータスポット間の点群データの伝送時間」と「データスポットからサーバーへのデータ伝達時間」を足した時間。
	Ⅲ 解析作業に要する時間	1名 トータル３時間	データ入力から解析作業完了までの時間を検証。また、各処理項目毎の時間を検証	1名 トータル３時間	PCスペックと取得点数によるが、点群データ1ファイルをLAS変換処理開始まで10分、その後は自動解析40分～および自動フィルタリングで樹木除去1時間～必要なら手作業による追加フィルタリングや復元（将来的には完全自動化）、そのあと点群差分解析等を実施1時間を想定。
	Ⅳ 点検業務のうち、ドローンでの代替可能工数	87% （推定仮値）	最適化な割合で、LiDAR搭載ドローンと携帯型LiDARを出動させ、運用工程として実用的か検証する	87% （推定仮値）	点検運用工程の最適化を実施した結果から、ドローンと携帯型の出動割合の最適解を参考に、その割合で実際に計測し、実用にたる検査頻度になるのかを検証することで、点検業務のうちドローンでの代替可能工数を明確化する。なお、目標値は「ドローンでの単位面積あたりの測定時間」の目標値1.1秒/m2と「携帯型LiDARでの単位面積あたりの測定時間」の目標値0.16秒/m2の割合を推定仮値として設定する。 1.1秒/m2 ÷ (1.1秒/m2 +0.16秒/m2)=0.87

❷ 検証項目・方法

b. 技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
ドローンによる点群データ取得	Ⅰ ドローンの飛行速度に対する、測定可能な点密度精度	3m/s (点密度5cm時)	ドローンの飛行速度を複数段階に分けて飛行し実測し、点密度精度を検証	3m/s (点密度5cm時)	DJI社製のLIDAR Zenmuse L2のスペックでは推奨は3m/s（点密度5cmの場合）である。 今回採用のマプリィ社製のLIDAR M1においても同様な指標が最も適した飛行速度かどうか検証する。
	Ⅱ ドローン搭載Wi-Fi6Eとデータポート設置の小型PC間の伝送時間	2分以内	データ転送時間測定ツールにて、ドローン搭載Wi-Fi6Eとデータポート設置の小型PC間の伝送時間を検証	2分以内	ドローン搭載LiDARから点群データ(10GB)をWi-Fi6Eを経由してデータポートの小型PCへアップロードが完了する時間とする。Wi-Fi6Eの実測値1Gbps以上が確保できる通信距離に配置するとすると、実質の伝送時間10GB/1Gbps=約1.67分に、プロトコル処理のオーバーヘッド25%を加味して設定した。また、実際の業務において、2分以内というのは業務の支障にならない時間である。
	Ⅲ データポート設置の小型PCとサーバー間の伝送時間	6分	データ転送時間測定ツールにて、データポート設置の小型PCとサーバー間の伝送時間を検証	6分	データポートの小型PCに保存された点群データ(1GB)をスターリンクを経由してサーバへアップロードが完了する時間とする。データは小型PCにて約60%程度に圧縮処理を行うことも検討する。1GB / 16Mbps x 60%=約6分を目標値として設定する。また、実際の業務において、現場からデータを解析する事務所まで持ち込む移動時間に比べると、6分以内というのは業務の支障にならない時間である。
	Ⅳ ドローンでの単位面積あたりの測定時間	0.16秒/m2	実際にドローンで測定した位置時間付きの点群データにより、測定した面積および測定時間を抽出し、算出する	0.16秒/m2	「現場での点検作業工数」は４名/日から２名/日を目標としており、従来の人作業の1/2の作業時間が求められる。下記「携帯型LiDARでの単位面積あたりの測定時間」の1.1秒/m2を参照すると0.55秒/m2 が目標として求められる、そのため目標値0.16秒/ m2 は十分と考える。
	Ⅴ 携帯型LiDARでの単位面積あたりの測定時間	1.1秒/m2	実際に携帯型LiDARで測定した位置時間付きの点群データにより、測定した面積および測定時間を抽出し、算出する	1.1秒/m2	以下より目標とする数値を換算した。 ・レーザーの照射距離は40m、精度は10～12m幅である。 ・山地歩行などはネット調べでの想定となるが、山地歩行速度が1時間400m（高低差無し）、高低差200m登りで30分追加なので1時間で3200 m2 ・60分/3200 m2 =1.125 秒/ m2

❷ 検証項目・方法

b. 技術検証

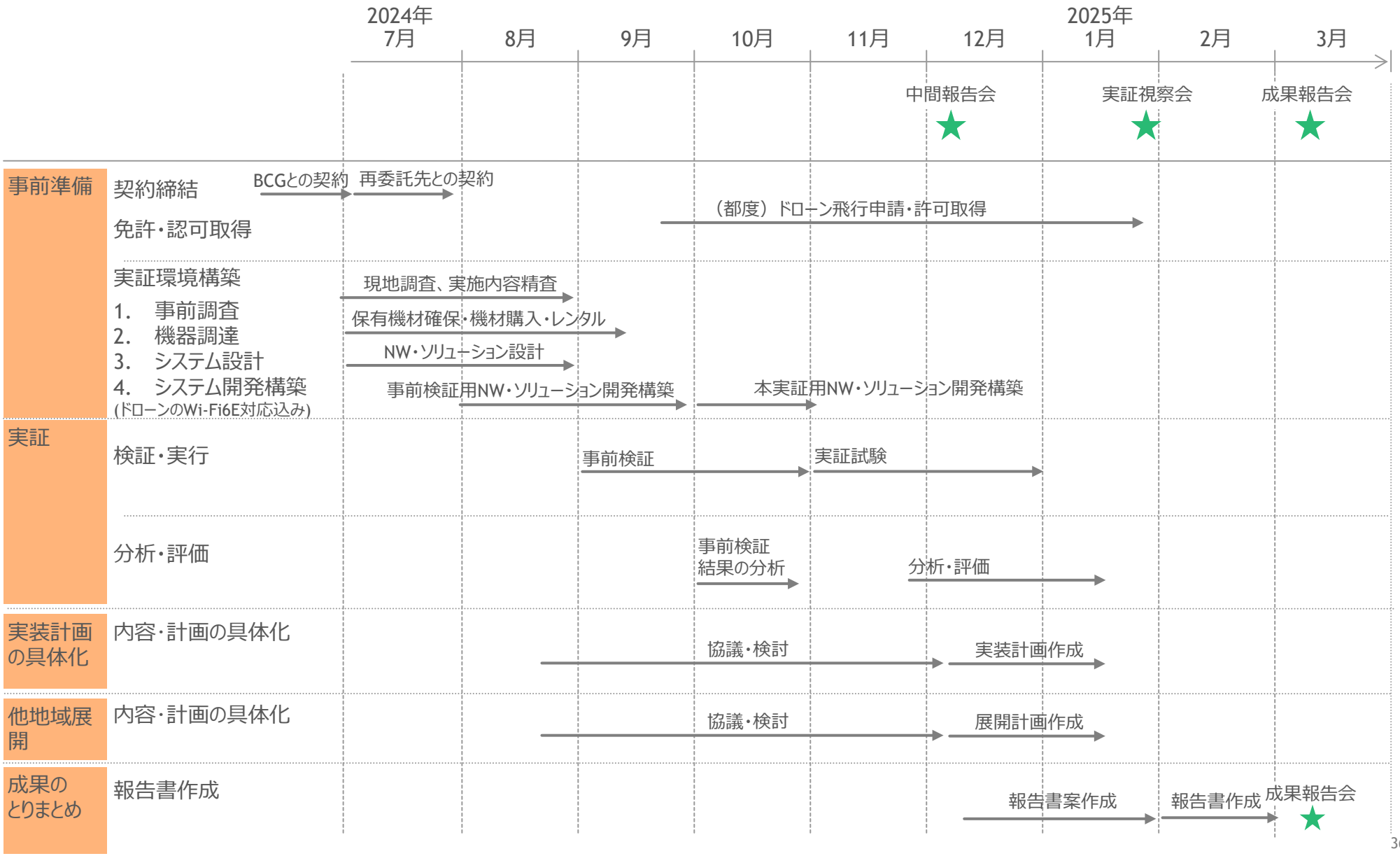
ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
点群データ取得	Ⅵ LiDAR搭載ドローンによる地表面測定誤差	10～20cm	LiDAR搭載ドローンによる実測を行い。地表面に置いた基準点に対する誤差を検証	10～20cm	現状の作業員による目視点検精度が10～20cmであり点検業務としては同等以上であればよい
	Ⅶ 携帯型LiDARによる地表面測定誤差	10cm	携帯型LiDARによる実測を行い。手動で計測した基準点に対する誤差を検証	10cm	現状、人が目視で検査する際の精度が10～20cmであるとのことに対して、携帯型LiDARの理論精度は5cmであり、人の移動によるブレが２倍程度見込み、目標を10cmとする。
点群データ解析	Ⅰ 点群差分解析ツールによる異常検出精度	10～20cm	点群差分解析ツールにより異常検知を実施し、検出精度を算出する。	10～20cm	現状の作業員による目視点検精度が10～20cmであり点検業務としては同等以上であればよい

❷ 検証項目・方法

c. 運用検証

ソリューション		検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
		項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
点群データを用いた自然環境保全	Ⅰ	点群データの自然景観保全への活用提案	3 項目以上	自治体の観光支援計画等を元に点群データの自然景観保全へ活用できると評価もしくはプロトタイプで確認できた提案をカウントする	3 項目以上	現状想定できる項目は以下の 3 項目である。三好市との議論にて変更される可能性がある。 ・地形状況の定期的な監視の確認 ・景勝地の点群データ記録保存化の確認 ・自然災害前後を想定した変位の確認
点群データを用いた観光サービス	Ⅰ	点群データの観光サービスへの活用提案	3 項目以上	自治体の観光支援計画等を元に点群データの観光サービスへ活用できると評価もしくはプロトタイプで確認できた提案をカウントする	3 項目以上	現状想定できる項目は以下の 3 項目である。三好市との議論にて変更される可能性がある。 ・観光ルートの事前検討および遠隔デジタル体験の検討 ・人が通常みられない視点での景観の表示サービスの検討 ・過去から未来への時間軸での地形の変遷表示の検討 これ以外にも関係者との議論で可能性があるものを探索する。
点群データを用いた安全点検	Ⅰ	点群で検出可能な安全点検のカテゴリー数	6 項目以上	異変となる定義の設定について、本実証の実装にあたり、実際のJR四国の安全点検の運用で実施している点検者の斜面点検の着眼点カテゴリー(状況説明)を実証期間中に整理頂き、それらカテゴリーが点群データで検出できるかどうかを新たな運用検証項目として追加した	6 項目以上	初期検討で、8 カテゴリー中 6 カテゴリーは、異常な状態では変位量が大きくでる傾向にあるため点群データで検出可能であると予想される。

❸ スケジュール


2024年
7月
8月
9月
10月
11月
12月
2025年
1月
2月
3月
中間報告会
実証視察会
成果報告会
事前準備
契約締結
BCGとの契約
再委託先との契約
免許・認可取得
（都度）ドローン飛行申請・許可取得
実証環境構築
1. 事前調査
2. 機器調達
3. システム設計
4. システム開発構築
(ドローンのWi-Fi6E対応込み)
現地調査、実施内容精査
保有機材確保・機材購入・レンタル
NW・ソリューション設計
事前検証用NW・ソリューション開発構築
本実証用NW・ソリューション開発構築
実証
検証・実行
事前検証
実証試験
分析・評価
事前検証
結果の分析
分析・評価
実装計画
の具体化
内容・計画の具体化
協議・検討
実装計画作成
他地域展
開
内容・計画の具体化
協議・検討
展開計画作成
成果の
とりまとめ
報告書作成
報告書案作成
報告書作成
成果報告会

❹ リスクと対応策

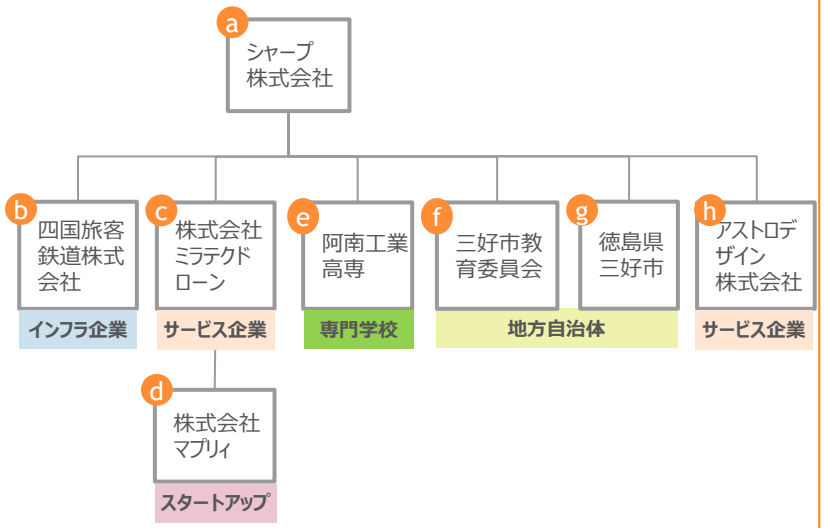
	リスク		対応策
	項目	概要	
事前準備	ドローン搭載及び地上型レーザースキャナのWi-Fi６E対応機能の追加改造遅れ	新機能の追加改造には予期せぬトラブルが起こるリスクがあり、そのため実証開始予定の11月までに作業が完了しない可能性がある	トラブルに備えた余裕を持った開発スケジュールを作り、進捗を定期的に管理することで、問題を早めに発見し、早急に対処できるようにする
実証	ドローンの墜落	ドローンが飛行物体と衝突、電波障害、バッテリー切れ、強風、地上構造物等との衝突により墜落する可能性がある	ドローン飛行前と飛行中は常に補助者が飛行物体を監視し、気象情報や電波状況、バッテリー残量などを厳密に確認して、必要に応じて飛行を中断する
	天候、事故などによるスケジュール遅れ	山間部であり、急な天候不順や、列車の事故などにより急遽実施できなくなる可能性がある	トラブルに備えた余裕を持った実証スケジュールを作り、気象情報を確認のうえ日程を変更できるようにする

❺ PDCAの実施方法

	課題把握を実施する体制	対策を立案・実行する体制
通常時	週次進捗報告 • 開催方法：週次 • 方法：メール • 体制：全構成員 • アジェンダ - 準備・実証の状況確認 - 緊急時でない課題の共有 - 実装・横展開に向けた課題の炙り出し - 次週の予定共有 月次進捗報告 • 開催方法：月次 • 方法：メール、必要に応じてWeb会議 • 体制：全構成員 • アジェンダ - 同上	対策方針の議論・決定 • 実施条件: 進捗が予定よりも遅れた場合 • 頻度: 1月に1回 (緊急性が高い場合、発生から1週間以内) • 方法: Web会議 • メンバー: 関係する全構成員
緊急時	課題発生時の情報共有 • 実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合 • 頻度: 問題発生当日中 • 方法: メール、必要に応じてweb会議開催 • 体制: 課題に関わる構成員全員	対策方針の議論・決定 • 実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合 • 頻度: 問題発生から1週間以内 • 方法: Web会議 • メンバー: 関係する全構成員

❻ 実施体制

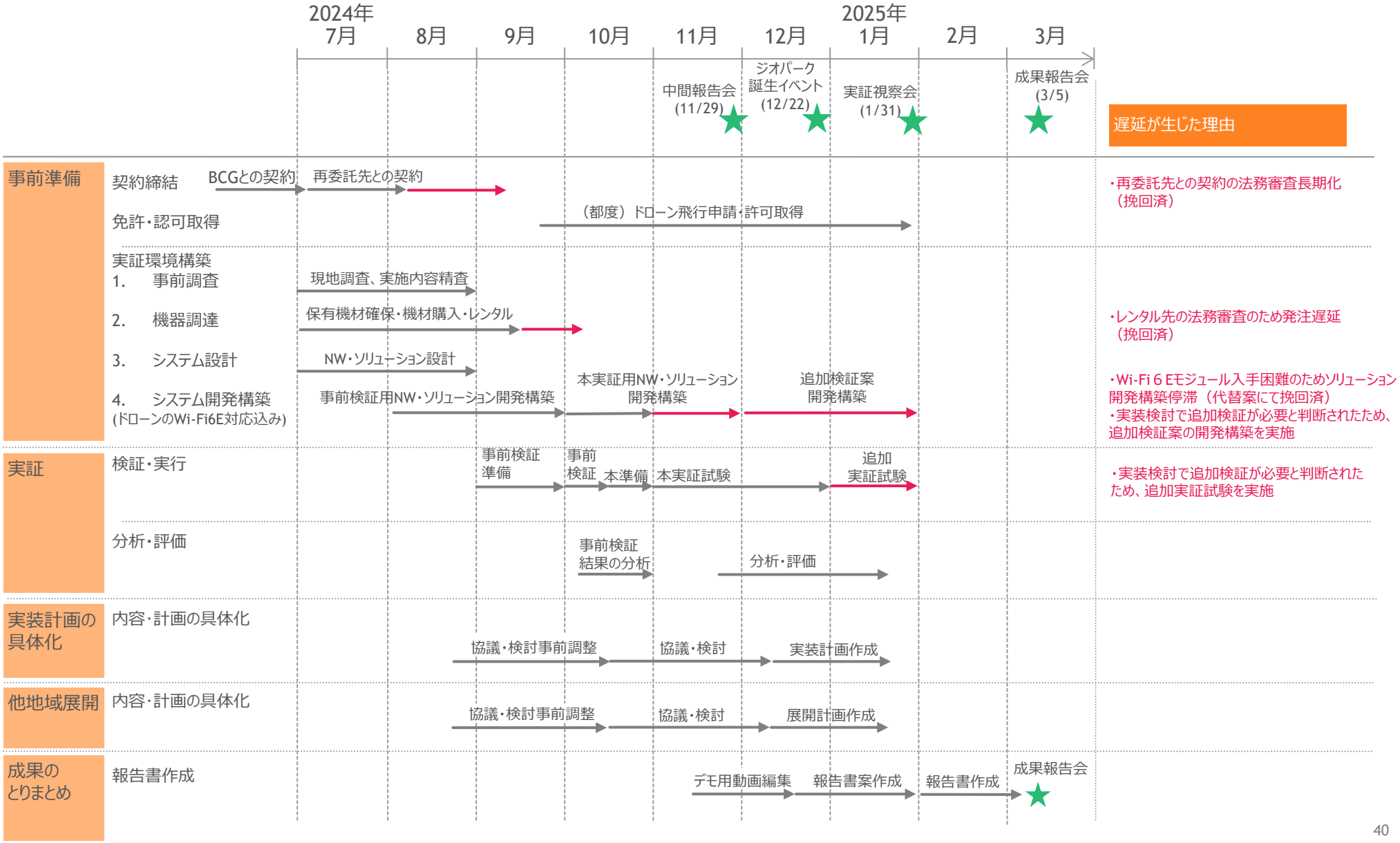
実施体制図



団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a シャープ株式会社（代表）	プロジェクトの全体管理 システムの開発・構築 横展開検討	8名×550時間	研究開発本部　ｿｻｲｴﾃｨｲﾉﾍﾞｰｼｮﾝ研究所　第二研究室/冨吉
b 四国旅客鉄道株式会社	実証場所の提供 点検運用の情報提供 検証作業評価	5名× 80時間	鉄道事業本部 工務部/谷
c 株式会社ミラテクドローン	ドローン機材の選定 ドローンの飛行計画 ドローンの操縦測定	4名×450時間	育成事業部西日本SEグループ/山脇
d 株式会社マプリィ スタートアップ	レーザースキャナ開発 ３Ｄ点群データ解析 アプリケーション開発	3名×180時間	代表取締役/山口
e 阿南工業高等専門学校	プロジェクトにおけるオブザーバー	3名× 50時間	創造技術工学科/角野
f 三好市教育委員会	天然記念物等情報提供 オブザーバー	1名× 50時間	社会教育課/宮田
g 徳島県三好市	実証場所の提供 検証協力評価 三好ジオパーク構想連携	2名× 50時間	産業観光部 ジオパーク推進室/山口
h アストロデザイン株式会社	普及啓発用PR映像の制作	2名× 60時間	システム事業部/兒玉

❶ スケジュール(実積)

赤字: 当初の計画から変更になった箇所



❷ 検証項目ごとの結果

a. 効果検証

点検 ➡ 伝送 ➡ 解析

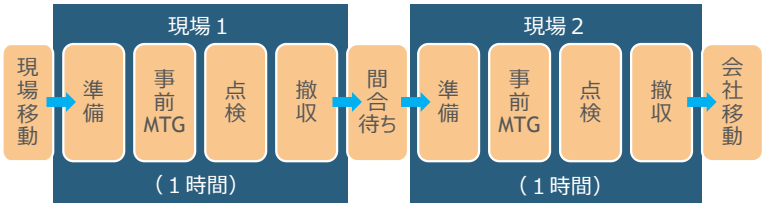
ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
鉄道斜面安全点検	Ⅰ 点検作業に要する時間	2名／日	1.5～2名／日（ドローン点検） ・点検箇所：2か所/日 ・作業時間：1時間（1現場） ・移動時間：50分 ・間合待ち：10/40/70分 ・作業人数：計4名	・現状の人による作業点検は4名/日で1日に2か所の点検である。現状点検をドローンLiDAR点検に変えた場合の人の配置状況と人日を実際の列車の運行からの影響などを反映させた場合どうなるか本実証を元に検証した。結果として、目標２名/日に対して1.5～2名/日の点検作業時間の削減となった。 ・参考に、今回の実証現場（土讃線小歩危付近）におけるドローンが飛行可能だった時間帯を左表に示す。飛行時間20分前後を確保できる飛行可能時間は１日に6回あった。これにより、移動時間との兼ね合いもあるが、１日３か所以上の作業も可能と想定できる。また、間合と間合の間はドローンを飛ばすことができない。これも現場１から現場２の間の間合待ち時間として考慮する。 ・ドローン点検について、左図の本実証の作業工程を参考に作業時間を算出した。準備時間は15分、事前ミーティングは10分、ドローン点検の飛行時間は１か所平均20分、撤収時間は15分となり、一か所の現場作業時間は計60分となる。従来点検と同様に1日2か所点検とし本実証での事務所から現場(大歩危小歩危)への往復の移動時間50分とした。現場１から現場２までの飛行可能となるまでの間合待ち時間を実証現場路線の10分(①-②間)/41(①-③間)/74分(①-④間)の3種類で仮算出すると、ドローンで点検を代替した場合の作業時間は約3～4時間となる。結果、1日8時間作業とすると0.375～0.5日となった。 ・ドローンLiDAR点検について、作業人数としては、ドローンの安全飛行運行の人員配置には操縦者と補助者の最低２名での運行が義務づけられており、列車運行を考慮しなくてよい状況であればこれが最小の作業人数となる。実際の鉄道近辺における安全点検では、ドローンが線路上空をフライトするプランの時はもしもの事態を想定し、安全確保として列車運行の合間にドローンを飛行させる必要がある。そのための飛行許可の連絡員として、鉄道運行監視を2名必ず線路沿いに待機させ、ドローン操縦者と緊密な連絡を取り実証実験を行った。結果として、必要な作業人数としては従来同様の計4名となった。

現状の点検作業風景
（４名/日、２か所/日）

飛行可能な時間帯　６回/日
（土讃線小歩危付近）

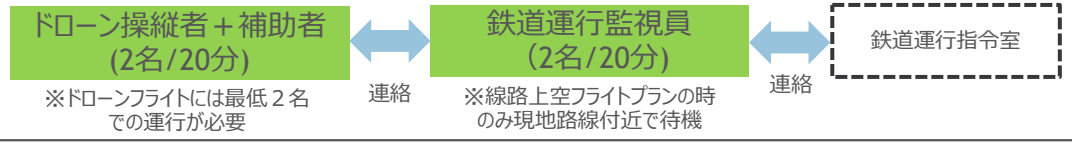
線路閉鎖間合	飛行時間	待ち時間
①10:08～10:28	20分	①後
②10:38～10:58	20分	+10分
③11:09～11:31	22分	+41分
④11:42～11:59	17分	+74分
⑤13:10～13:40	30分	
⑥15:41～15:57	16分	

作業工程と時間　（計3時間～4時間=0.375～0.5日）



※１日=８時間とする

作業人数　（計４名）



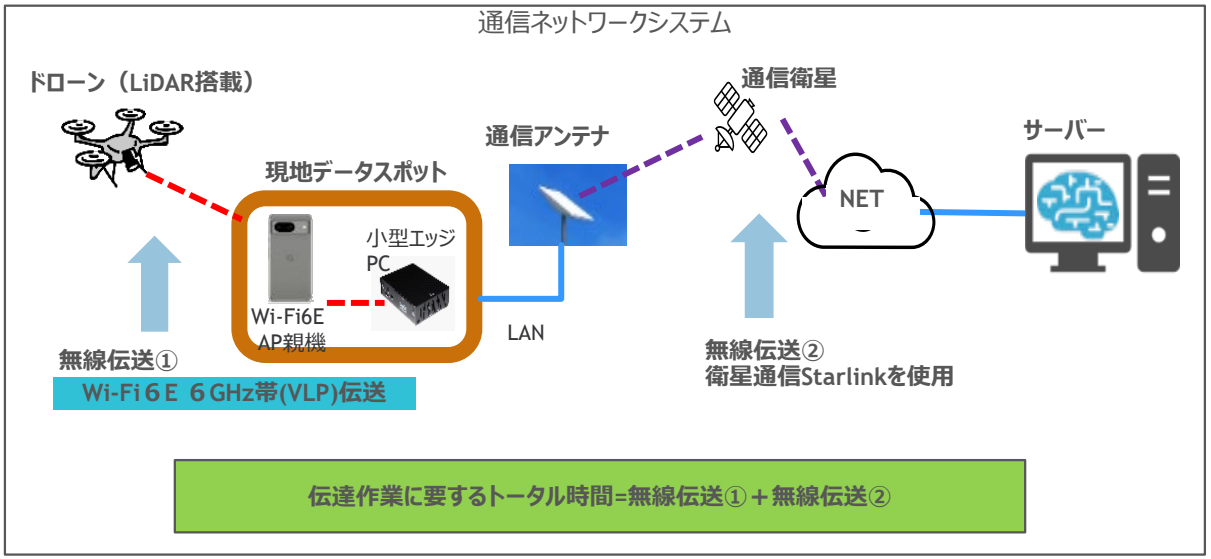
❷ 検証項目ごとの結果

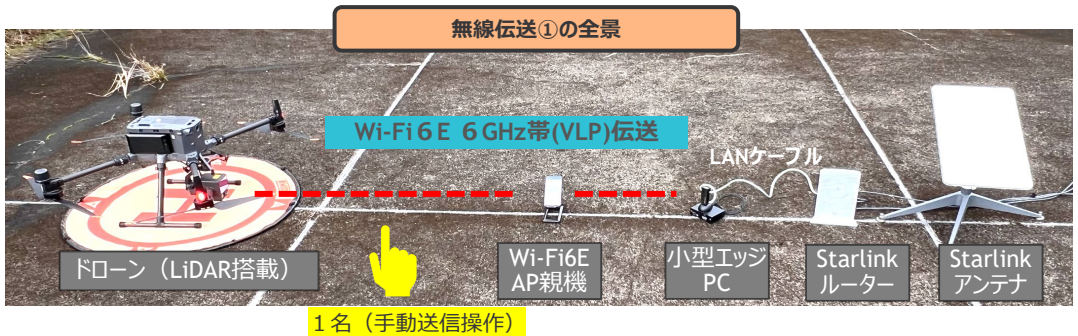
a. 効果検証

点検 ➡ 伝送 ➡ 解析

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

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
鉄道斜面安全点検	Ⅱ 伝達作業に要する時間	0名（自動） 8分以内	1名（手動送信操作） 7分以内	・従来は人手でデータを持ち運ぶため、半日程度の人の作業が発生するだけでなく、安全性、確実性、情報管理の面でデメリットがあったが、データ伝送を人から無線による自動伝送にまかせることで、作業員はそのまま現地で次の作業を継続可能となる。 ・どの程度の伝送時間削減となるか実測したところ、伝達作業時間としては、伝送経路上の様々な遅延を加味してしても1GBのデータの場合、目標を達成する7分以内となる結果となった。 ・実際の点群データの大きさは測定範囲（測定時間）に比例する。例えば1.5ha程度のドローン測定の場合、今回は平均6GBのデータサイズとなった。そのため、ドローンからサーバーまでの伝送時間は検証結果の7分/1GBを適用するとトータルで48分となる。しかし、ドローンとエッジPC間に6GHz帯の無線伝送を採用しており、この間は0.83分/1GBで伝送可能であるため、ドローンがデータ伝送のために地上に待機する時間はエッジPCへのデータ伝送に必要な約5分ほどであり、次の作業に支障が発生するほどではない。（参照：b.技術検証 II.ドローン搭載Wi-Fi6Eとデータポート設置の小型PC間の伝送時間 **P.49**） ・なお自動化による作業者０名の目標に対して、本実証では、作業者１名が必要となる結果となった。これは今回使用の6GHz帯は上空での使用が技適で認められていないため、ドローン着陸後（フライトミッション終了後）に6GHz帯の電波の送出ON/OFFを制御する必要があり、本実証ではLiDARのWi-Fi6E送出機としてスマホをClient子機として利用したため、6GHz帯の発信を手動でON/OFFする必要が生じた。そのため、完全自動化までには至っておらず、必ずデータスポットに１名が操作員として必要な結果となった。ただし、ドローン操縦者と補助者が近くにいるため新たな人員が必要であるわけではなく実装可能である。しかし、将来的に完全自動化を目指しているため技術的な検証は進めており、ドローンのフライトシミュレータを用いた検証では一連のデータの自動伝送動作が正常に動作することは確認できており、LiDAR内部の制御信号でwifi-6Eの電波発信を制御できるモジュールが導入できる状況になれば操作員は０名とでき操作が不要となる。そのため、本課題は実装に向けた課題として設定した（**P.59**）





❷ 検証項目ごとの結果

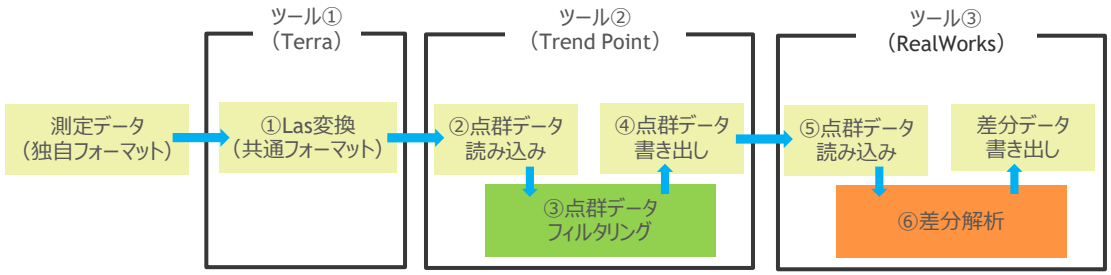
a. 効果検証

点検 ➡ 伝送 ➡ 解析

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

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
鉄道斜面安全点検	Ⅲ 解析作業に要する時間	1名	１名	・解析作業時間は、1.5ha当たりの測定データに対してサーバーにデータ到着後の変換～フィルタリング～差分解析のトータル時間を足し算して算出した。
		トータル３時間	45分（1フライト１パターン）～4時間23分（５フライト５パターン）	・今回植林の密度により検出精度が左右されることが判明したため、 複数のフライトパターンで飛行することで、地表面の検出精度向上を試みている（参照：b.技術検証-I.ドローンの飛行速度に対する、測定可能な点密度精度 **P.48** ） ・結果、植林上空が開けてる場合は、１フライトだけとなり解析作業時間は45分と短く。今回試みた５パターン全てをマージして解析した場合データ量増加(6GBx5=30GB) により作業時間4時間23分となり、目標値をオーバーする。 ・この課題に対して、点検箇所ごとに植林密度や斜面状況が異り必要となるフライトパターン数や条件が変化するため、テストフィールドでの測定精度検出を今回試みており、１～３パターン程度でほとんどの点検現場での解析が可能ではないかという感触を得ているが、まだノウハウの蓄積や最適化が必要という結論で、解析処理時間の短縮も含めて実装に向けた課題として設定した（**P.59**）

解析作業のデータフロー



パターン数	①Las変換	②読み込み	③フィルタリング	④書き出し	⑤読み込み	⑥差分解析	所要時間合計(分)	
1	30	3	4	2	1	5	45	0時間45分
2	60	15	8	2	1	5	91	1時間31分
3	90	30	13	2	1	5	141	2時間21分
4	120	50	19	2	2	5	198	3時間18分
5	150	79	25	2	2	5	263	4時間23分

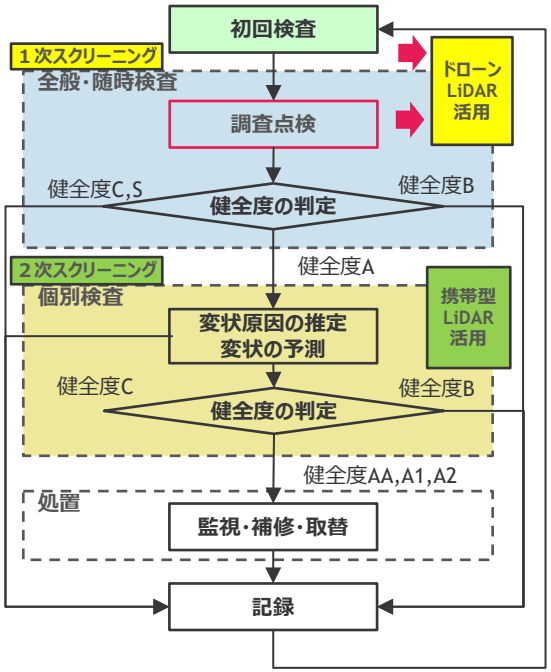
❷ 検証項目ごとの結果

a. 効果検証

点検 ➡ 伝送 ➡ 解析

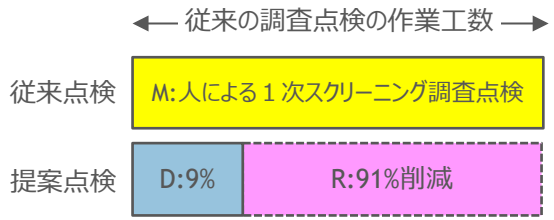
ソリューション	検証ポイント 項目	検証ポイント 目標	検証結果	考察
鉄道斜面安全点検	Ⅳ【考察記載の内容により計画時から変更】点検業務の１次スクリーニングの調査点検のうちドローンで削減可能な工数	85%（再設定）	91%	・JR四国管轄の斜面点検箇所において、鉄道の安全点検業務のうちドローンでの代替可能な工数について検討協議した結果、当初の検証項目「点検業務のうち、ドローンでの代替え可能工数」については１次スクリーニングから２次スクリーニングに移行する割合が斜面状況により大きく左右されるため、JR四国でも算出不可能ということが判明したため、適切な項目名に変更、調査点検のうちドローンで削減可能な工数として目標値を再設定、検証結果を算出した。なお、本内容に変更したが、実装に向けての項目としては問題なしとJR四国社と合意済み。 ・左図に安全点検の運用工程を示す。まずは全ての点検箇所の１次スクリーニング（全般検査）が実施されるが、点検者によって健全度A（＝処置が必要）と人で判断された点検箇所は随時個別検査として2次スクリーニング（個別検査）が実施され、さらに詳しい変状原因の推定や予測が実施される。 ・ドローンを用いた点検運用工程の最適化を探ったところ、1次スクリーニングの「調査点検」は広範囲に及ぶためLiDAR搭載ドローンへの代替が最も効果が大きいと結論づけ算出した。 ・左記の算出方法にあるように従来の人による点検工数Mとドローンによる点検工数Dは、本実証により作業人数が４名と変わらない結果となったため、人での単位面積あたりの作業時間mとドローンでの単位面積あたりの作業時間dから算出可能で、技術検証Ⅳの目標値（m=1.1秒/m^2 、d=0.16秒/m^2 ）および実測値（m=0.56秒/m^2、d=0.052秒/m^2 ）より、目標値85%、削減可能な工数R=91% という結果となり、目標値を上回った。 ・なお、人での単位面積あたりの作業時間mは今回測定した常に歩き回る携帯型LiDARでの作業時間にて代用した。実際の人手作業では立ち止まって変位状態を測定したり写真撮影などを行うため、従来の人手での作業はさらに時間がかかっている。

安全点検の運用工程



健全度 A:処置,B:注意,C:軽微,S:健全
（引用：鉄道構造物等維持管理標準）

運用工程の最適化



代替可能工数の算出方法

人での単位面積あたりの作業時間：m
ドローンでの単位面積あたりの作業時間：d
任意の１か所の点検面積：A
点検工数＝(作業時間)×人数
人による点検工数：M=(m×A)×4名
ドローンによる点検工数：D＝(d×A)×4名

削減可能な工数R=(1-D÷M)×100%
＝(1-d÷m)×100%

※各点検箇所を１フライトにて測定を想定しており、調査点検における最大削減効果である

❷ 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

点検 ➡ 伝送 ➡ 解析

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ドローンによる点群データ取得	Ⅰ ドローンの飛行速度に対する、測定可能な点密度精度	3m/s (点密度5cm時)	5m/s (点密度5cm)	・植林密度によりLiDARが地表面に届く確率が変化することがわかり、うまくLiDARレーザーが通り抜けるフライト条件を探りつつ、測定可能な点密度精度を得られる飛行速度を探ることが当初課題となった。 ・物体検知に有効な条件(下表参照)として、ドローンフライト方向・LiDARの上下角度・水平方向が有効であり、最終的にフライトプランを５パターンまで絞り込むことができた(左図参照)。 ・飛行速度の目標3m/sに対して安定的に点群データを取得できる最小速度が5m/sであったため、この速度で続く精度検証を実施した。なお、地表点密度5cmを達成するため、ドローン測定の測定範囲のオーバーラップ率(横率)60%を80%に増加させておりフライト時間増加をフライト速度増加で相殺している。 ・なお、RTK-GNSS対応のドローンを用いており、測位精度は水平2～3cm、鉛直3～4cmと大変高精度であるため、高精度な測量を行うことが可能である。

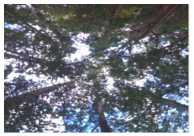
※点密度：地表面の測定分解能

本実証で確認した課題

植林密度（上空の開口率）によりレーザーが地表まで届く確率が変化する

うまくレーザーが通り抜けるようにあてる条件を探ることが当初課題となった

テストフィールドにある植林密度約47%（容易な環境）



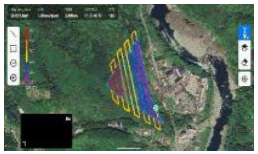
大歩危小歩危にある植林密度約15%（厳しい環境）

各種フライトプランの検証

物体検知に有効な条件からフライトプランを５パターンに絞り込み

プラン① 縦方向 ピッチ90°

プラン② 横方向 ピッチ90°

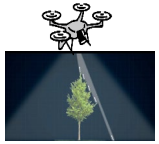


プラン③ 縦方向 ピッチ45°斜面正対

プラン④ 横方向 ピッチ45°斜面正対

プラン⑤ 横方向 ピッチ45°進行方向

LiDARを用いた地形形状取得の原理



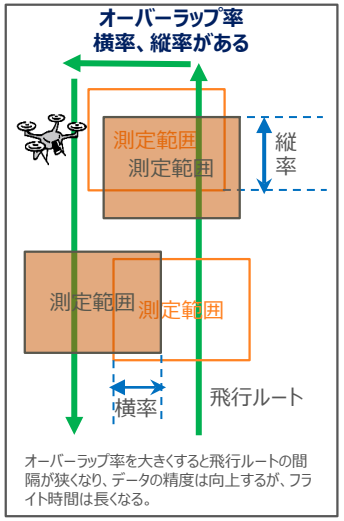
上空から240,000点/秒のレーザー光を照射

各レーザー反射のリターン時間をナノ秒単位で計測し、反射地点の３D座標を取得

隙間から葉の下まで透過し、地表の凹凸まで捉えられる

物体検知に有効な条件

・ドローンフライト方向 縦方向：斜面昇り降り飛行 横方向：斜面に平行に飛行	・LiDARの上下角度 ピッチ90°：ドローン真下照射 ピッチ４５°：斜めに照射	・LiDARの水平方向 斜面正対：常に斜面方向 進行方向：ドローンの進行方向

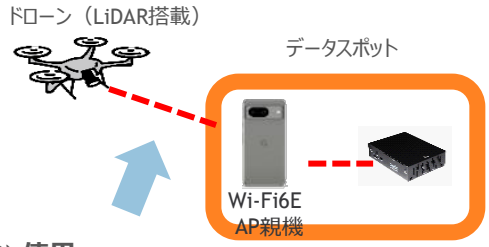


❷ 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

点検 ➡ 伝送 ➡ 解析

ソリューション	検証ポイント 項目	検証ポイント 目標	検証結果	考察
ドローンによる点群データ取得	Ⅱ ドローン搭載Wi-Fi6Eとデータポート設置の小型PC間の伝送時間	2分以内	平均0.83分（6GHz帯） 比較参考： 平均4分（2.4GHz帯）	・点群データ1GBを6GHz帯にて伝送したスループットを測定し、点群データ１GBを伝送すると想定した場合の伝送時間を算出した。検証結果は平均0.83分であり、目標よりも少ない時間で伝送できることがわかった。（※上空での6GHz帯の利用は現在規制されているため、ドローンが着陸してからの伝送を想定して測定） ・比較参考として、同条件で2.4GHz帯での測定も実施した。約４倍程度の200Mbps以上の速度が出ていることがわかった。これは、SDカードやUSB3.0メモリと同等以上の速度でデータ伝送できており、手間の削減だけでなく、データ暗号化によりセキュリティ面においても有利である。 ・なお、６GHz帯の屋外仕様がVLP（省電力）でのみ利用が技適にて許可されているため、ドローンLiDARと小型PCが離れると徐々にデータレートが低下する。

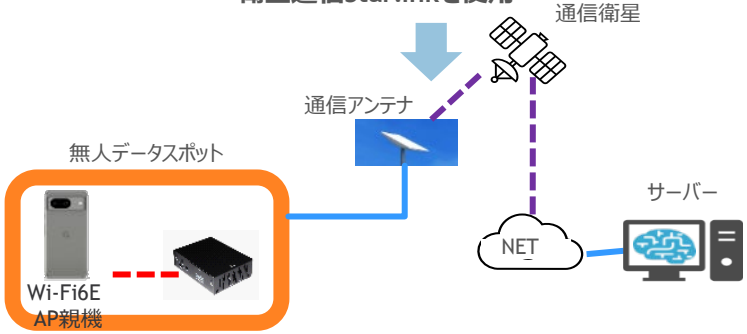


無線伝送①
Wi-Fi６E ６GHz帯(VLP) 使用

データレート：200Mbps以上　**従来の1/4以下（2.4GHz帯での測定との比較）**

	Ⅲ データポート設置の小型PCとサーバー間の伝送時間	6分	平均6.17分（非圧縮時） 平均5分（圧縮率60%時）	・データポート（データスポット）設置の小型PCから衛星通信（スターリンク）を経由してサーバーにアップロードするスループットを測定し、点群データ1GBをアップロードすると想定した場合の伝送時間を算出した。 ・目標値とほぼ同等の平均6.17分となり、現場からデータを解析する事務所まで持ち込む移動時間に比べると、6分程度というのは業務改善に有効であると考える。参考に現地でLTEのスループットも測定し、アップロードに関しては、1/2以下の速度しかでないことがわかった。 ・また、衛星通信のアップロード伝送は4～10mbpsと遅いため、点群データを7ZIPで各種圧縮（約60%）することも試みた。このとき伝送時間は平均約3.7分となり、圧縮にかかる時間平均約1.3分を加味するとトータル約5分となり、若干の改善がみられる。

無線伝送②
衛星通信Starlinkを使用



現地Starlinkのスループット
アップロード：平均27Mbps
ダウンロード：平均195Mbps

参考）現地LTEのスループット
アップロード：平均10Mbps
ダウンロード：平均41Mbps

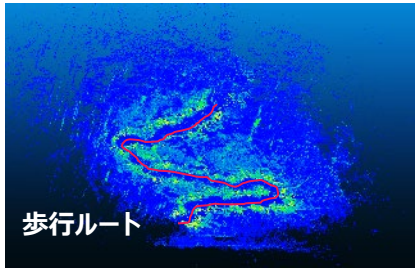
❷ 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

点検 ➡ 伝送 ➡ 解析

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ドローンによる点群データ取得	Ⅳ ドローンでの単位面積あたりの測定時間	0.16秒/m2	0.052秒/m2 （１パターンあたり）	・本実証実験にてドローンに記録されたフライトデータより、LiDARによる測定開始から終了までの単位面積あたりの測定時間を算出した。１フライトパターンあたり、0.052秒/m2と目標値より少ない時間で測定可能であった。 ・検出精度を向上するため、同じ場所を別のフライトプランで測定した場合、フライト数に応じて測定時間は増える結果となる。例えば、同じ場所を５フライトプランで測定した場合、0.26秒/m2である。 ・基本的にドローンのフライト速度に依存し、今回フライト速度を目標値3m/sから5m/sに上げているため、目標値より1/3と少ない測定時間となった。最大でも同箇所３フライトプランに抑えると、0.156秒/m2となり、目標値に近しい測定時間となる。
	Ⅴ 携帯型LiDARでの単位面積あたりの測定時間	1.1秒/m2	0.56秒/m2 ただし、 標定点設置作業：10分 計測作業：５分 点群取得範囲：1600m2 900秒/1600m2=0.56秒/m2	・本実証実験にて携帯型LiDARを用いた実作業時間と記録された測定範囲と計測作業時間により、LiDARの標定点設置作業から測定数量までの単位面積あたりの測定時間を算出し、0.56秒/m2と目標値より少ない時間で測定可能であった。 ・計測作業時間は順当に歩き続けた範囲5分としているため、さらに歩き続ければ標定点設置作業時間が相対的に小さくなるため、単位測定時間は短縮される。逆に立ち止まったり、斜面を昇り降りするのに時間がかかった場合は単位測定時間は大きくなる。

本実証のドローンフライトの測定記録から算出



本実証の携帯型LiDARの測定記録から算出

❷ 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

点検 ➡ 伝送 ➡ 解析

設置したBOXの種類

ソリューション	検証ポイント		検証結果
	項目	目標	
点群データ取得	Ⅵ LiDAR搭載ドローンによる地表面測定誤差	10～20cm	15～20cm

検出状況　（×：見つからない、△：存在が認識される、○：形状が検知される、－：未設置）

Box サイズ	5cm	10cm	15ｃｍ	20ｃｍ	30cm	60cm
Point1	×	×	△	○	○	○
Point2	－	×	－	○	○	－
Point3	×	×	△	○	○	－

考察

・植林下に５～60cmの立方体BOXを設置し、ドローン上空からのLiDAR測定で認識および形状検知できるかどうかで測定誤差の確認を実施し、15～20cmまでの認識が可能であることを確認した。

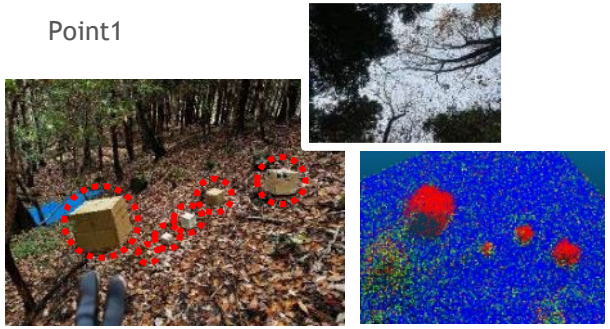
・植林密度の影響でドローン搭載LiDARから発するレーザーが地表まで届く確率が異なるため、地表からの上空状況によりフライトプランの増減が必要なことがわかった。

・例えば、上空が開けている（植林密度が低い）場合、１～２プランのフライトで目標値精度の検出が可能なことが判明した。課題としては、植林密度が高い場合は複数プラン（３プラン以上）のフライトが必要となり、作業時間が増加してしまうことがわかった。この点に関しては、⑤実装・横展開に向けた課題および対応策（**P.59**）の実装に向けての課題において対応策を検討記載している。

実験は各種上空の状況があるテストフィールドで実施

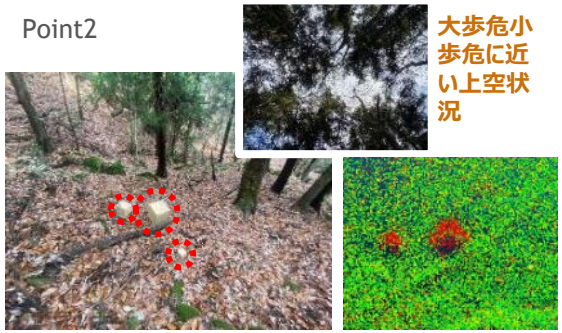
Point1

上空の様子



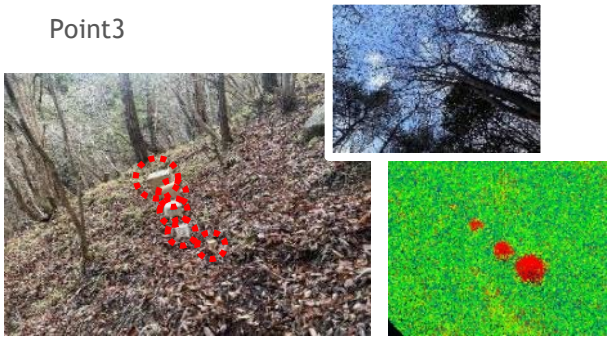
設置の様子　　検出の様子

Point2



大歩危小歩危に近い上空状況

Point3



❷ 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

点検 ➡ 伝送 ➡ 解析

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
点群データ取得	Ⅶ 携帯型LiDARによる地表面測定誤差	10cm	10cm	・ドローンで１次スクリーニングを実施した後、異変を察知した場所は、携帯型LiDARで詳細な２次スクリーニング点検を実施を想定しており、携帯型LiDARでは、岩や土砂の移動などの地形の変位をBOXを配置してどの程度まで検出可能かどうか検出精度を検証 ・地上からのLiDARの有効測定範囲40m内に関して10cmのBOXの形状把握が可能であった。また5cmのBOXの存在も確認できた。 ・現在、点検箇所を人手による測量を実施、斜面断面図のどの位置にどの程度変位しているかの資料を作成し計画を策定しているが、携帯型LiDARを用いると従来以上の変位精度と情報量を簡便取得でき現地作業量の大幅削減と予測向上が期待される ・なお、詳細記録を残したいエリアでは、測定範囲が40m内でオーバーラップするように歩行する必要がある。また、位置座標を取れる標定点（コーン等）を最低３か所離れて設置することで、位置精度の補正をかけて精度向上を図ることが可能ある。注意点としては、測定中にLiDARセンサーの正面に人がいることは避けたほうがよい。

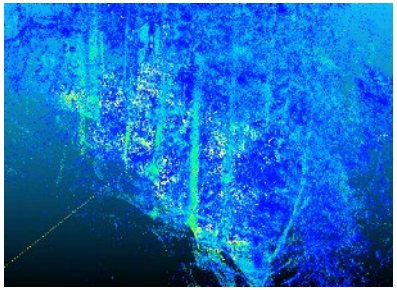
携帯型LiDAR　Mapry社製　LA03

スペック
・６5,000点／秒
・測定距離：４０ｍ（反射率10%）
・FOV:360°x59°
・作動時間：約７時間
・重量：1.9kg

※出典：メーカーHPより
https://mapryshop.com/ja/products/la03

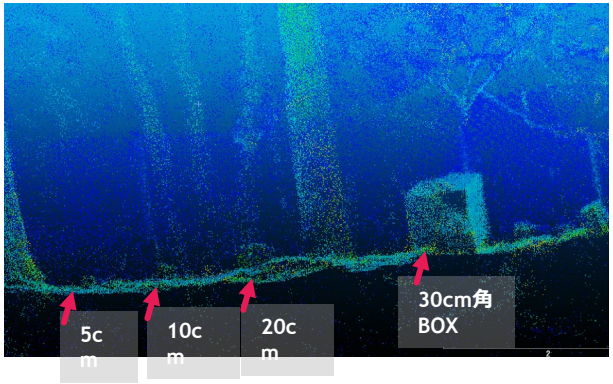
背負って歩くことで測定可能

通常の歩行速度で測定する様子



歩行で取得できた点群データ例
木々の１本１本の太さがわかる

携帯型LiDARでは、10cmサイズのBOXの形状把握が容易に可能

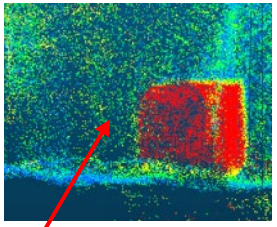


標定点（コーン等）を最低３か所離れた位置に設置することで、GPS情報が捕捉できなくても点群位置をより精度よく自動補正可能

❷ 検証項目ごとの結果

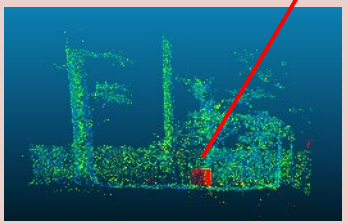
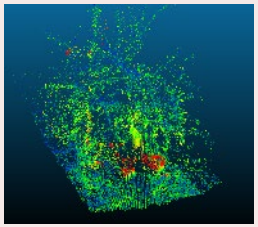
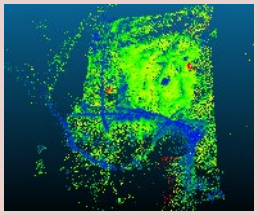
b. 技術検証

点検 ➡ 伝送 ➡ 解析

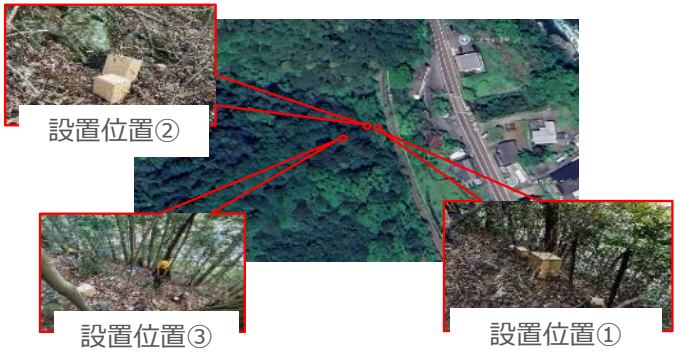


BOXありなしによる
過去との変状が赤く
表示される

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
点群データ解析	Ⅰ 点群差分解析ツールによる異常検出精度	10～20cm	10～20cm	・実証実験の測定データに対して、差分解析を実施し検出精度がどの程度向上するか確認した。結果、ドローンおよび携帯型LiDARそれぞれの検出精度は目視と同等であった。そのため、トータルでは両者合わせて10～20cmの検証結果となった。 ・点群データから変位箇所を見つけるのは場所が事前にわからない場合は非常に難しい。差分解析ツールを用いることで、自動で変状箇所を抽出して強調表示できることは利便性が高い ・なお、変位を検出する閾値として5～10cmを適宜設定して観察した。10cm未満になるとわずかな枯れ葉の動きや枝の揺れまで変位として検出してしまうため、最初は大きく閾値をとり大きな変位があるところに注目し、さらに細かく見るなどの運用が適切と考える。

設置位置	現場写真	点群差分解析
設置位置①		
設置位置②		
設置位置③		

BOX配置ありなしでの各点群データを取得



実証候補地①の３か所に各種BOXサイズを設置

❷ 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

点検 ➡ 伝送 ➡ 解析

現場での点検作業工数 ↘
- ドローンでの単位面積あたりの測定時間 ↗
- 異変となる定義の設定
- 携帯型LiDARでの単位面積あたりの測定時間 ↗

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
点群データを用いた安全点検	Ⅰ 点群で検出可能な安全点検のカテゴリー数	６項目以上	８項目中６項目	・異変となる定義の設定として、実際のJR四国の安全点検の運用で実施している点検者の斜面点検の着眼点８カテゴリー(状況説明)を整理頂いた。そのカテゴリーが点群データで検出できるかどうかを新たな運用検証項目として追加実証実験を実施し、８項目中６項目は点群データで検出可能である見込みを得た。 ・８カテゴリー中２カテゴリー（5.斜面からの湧水、6.土留壁の変状）は本実証内では再現および検出することは容易ではなく、点群データとは別の方法で検出する可能性を探るなど今後の技術的解決が求められるが、6.土留壁の変状は線路脇の変状で本実証の前提である山林斜面に入らなくても確認できる。また、5.湧水自体が問題ではなく、その他のカテゴリーの進行可能性を把握するために注意している点であるとの事から、１次スクリーニングの段階ではウェイトが低い点検項目となる。また、流域の形状は写真からも状況を判別できるため映像による解析を加えることで検知できると考える。

安全点検のカテゴリー（斜面点検の着眼点、状態説明）

点群データで検出可能な異変

１.土砂止柵背面の土砂堆積

２.割れ目の発達した露岩

３.崩壊跡
（オーバーハング、岩石下抜け落ち形状）

４.不安定な浮石

５.斜面からの湧水

６.土留壁の変状

７.斜面崩壊

８.倒木

１次スクリーニングの段階ではウェイトが低い点検項目

線路脇の変状は、山林斜面に入らなくても線路上からわかる

❷ 検証項目ごとの結果

利活用

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		
点群データを用いた自然環境保全	Ⅰ 点群データの自然景観保全への活用提案	３項目以上	３項目、以下に活用が期待される ①防災活動：地形状況の定期的な監視による予兆検出 ②調査研究活動や教育活動：点群データを研究や学習データに提供 ③保全活動：地形データの年々の蓄積と変状の記録	①安全点検で測定取得する地形データを防災活動に活用 ②１０cm級の地形データを取得可能。林下の土地変状も詳細に記録可能。断面解析や植林状況も解析可能 ③取得した点群データの差分解析により変化量を可視化して将来の計画立案を支援

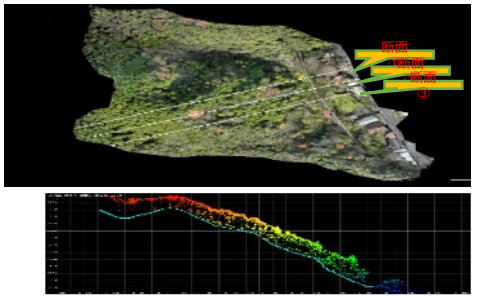
三好ジオパークの取組活動への適用

防災活動

地形状況の定期的な監視による予兆検出

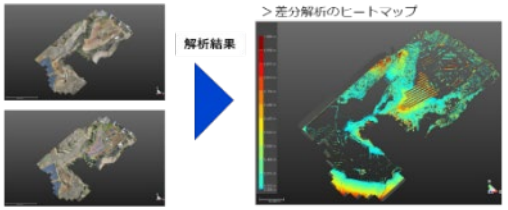
調査研究活動　教育活動

点群データを研究や学習データに提供



保全活動

地形データの年々の蓄積と変状の記録



データ連携利活用ソリューション案

- 自治体への連絡を緊急時以外にも拡張
- JR四国鉄道沿線の斜面点検で自治体に関係するエリアの変状データを定期連絡
- 三好市側でも変状データを点検支援アプリで確認し、防災活動に活用する

- JR四国鉄道沿線の斜面点検で得た点群データのリストを共有
- リスト内に調査研究や教育活動に使いたいエリアの点群データがあれば支援アプリで連絡
- データ解析システムの共通化による導入コストと運用コストが削減できる

- JR四国鉄道沿線の斜面点検内であらかじめ保全したい地域を指定
- 定期的に差分解析を実行し、結果を支援アプリでデータベースとして記録
- 差分解析システムの共通化による導入コストと運用コストが削減できる

❷ 検証項目ごとの結果

利活用

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		
点群データを用いた観光サービス	Ⅰ 点群データの観光サービスへの活用提案	３項目以上	３項目、以下に活用が期待される ①ツーリズム活動：観光ルートの事前検討および遠隔デジタル体験 ②広報活動：通常見られない視点での自然景観の表示サービス ③広報活動：過去から未来への時間軸での地形の変遷表示	①安全かつ楽しめるルートの検討や仮想的なデジタル体験に活用 ②上空からの視点だけでなく、ラフティングや観覧船視点、斜面に登って見たような新たな空間視点で楽しむ ③生成AI等を用いることで時間を超えて自然景観を楽しむ

三好ジオパークの取組活動への適用

ツーリズム活動

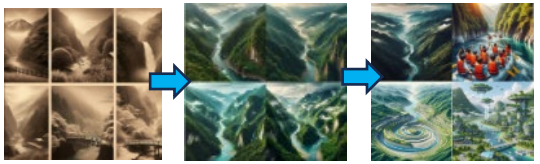
ルートの事前検討および遠隔デジタル体験

広報活動

通常見られない視点での景観表示サービス

広報活動

過去から未来への地形の変遷表示



過去の生成　現在の状況　未来予測

(出典：Microsoft Copilotで大歩危渓谷をイメージ生成)

データ連携利活用ソリューション案

- ・データ活用してツーリズムルートを事前検討
- ・ツーリズム客の泊数を増やすことが可能
- ・遠隔でツーリズムを体験し来訪勧誘
- ・ツーリズムルートのデータ取得および整備には費用発生

- ・JR四国鉄道沿線斜面の点群データを連携
- ・点群データをバーチャルプロモーション用の素材として利用、インバウンド強化に活用
- ・ WEB制作の費用が別途発生

- ・JR四国鉄道沿線斜面の点群データを連携
- ・点群データを素材として付加価値のある映像加工品や製品へ進化、特産品等に展開
- ・加工依頼の費用が別途発生

❸ 実装・横展開に向けた準備状況

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

	アクション	結果	得られた示唆・考察
実装に向けて	安全点検への実装に向けJR四国と連携 ①LiDARによる異常検知の精度の検証から異常判別手法への検討 ②点検作業工数の変化を検証、事業化に向けての達成数値の検討 ③ドローン活用における安全飛行運用手順の検討	①当初想定した異常検知の精度検証だけでなく実際のJR四国の安全点検の着眼点に沿った検証を実施し異常判別の可能性を検討することとなった ②植林密度によりドローン上空から地表が目標精度で検出できない状況もあることがわかり当初想定運用を再考するため、様々な植林密度での精度測定を実施し、植林密度に寄る状況とフライト数の増加により精度維持できる確証を得た ③列車運行によりドローン飛行不可能な時間帯があり、点検作業における安全運行手順書（飛行計画書・フライトチェックリスト・日報）を作成	①LiDAR測定により、JR四国における安全点検の８項目の着眼点のうち６項目が点群データで異常判別可能という示唆を得られた ②JR四国との協議で、フライト数増加は工数増加につながるため、少数短時間でのフライトパターンだけでできる点検箇所からのスモールスタートによる実装を進め、平行して最適化および高速解析の検討が必要との認識で一致した。そのため、ドローン稼働率が低くなるため、当面はドローン測定は業務委託が適切という判断となった ③ドローンの安全運行を担保するための運行手順書が必要なことがわかり本実証にて実践できた
	Wi-Fi6E対応LiDARを開発し、LiDARで測定したデータをWi-Fi6E経由でデータスポットへ伝送、衛星通信を経由してサーバーに自動的に伝送する安全点検の点群データ自動伝送システムの構築	・Wi-Fi6E経由でLiDARからデータスポット設置の小型エッジPCまで目標超える短時間伝送が実現できたが、操作者が１名必要であり完全自動化の実現までには至らなかった ・データスポットの小型エッジPCから衛星通信（スターリンク）を経由してサーバーにデータをアップロードし想定通りの自動伝送時間を確認した。	・データスポットにおけるLiDARから小型エッジPCへの自動送信による無人化の開発による自動伝送動作の確立が必要である ・JR四国との協議では将来的に現状の課題を克服した上で、点群をリアルタイムで解析し、サーバー側から現場へ無線による高速伝送で即座に判断結果を受けて新たな作業を開始する等の双方向通信による高度化の将来展望を頂いた
	点群データ利活用に向け三好市と連携 ①三好市危機管理課と安全点検への点群データの連携について協議を実施 ②三好市ジオパーク推進室と観光支援に向けた点群データの利活用について協議を実施	①広大な地域に対して少人数にて危機管理しており被災後の対応が主となっているのが現状。そのため、点群データによる事前安全点検に対して関心あり ②ジオパークはツーリズム・教育・保全・防災の４つの部会に分かれて活動しており、観光支援だけでなく地域住民とともに地域愛を高め市内外との人的ネットワーク作りの施策としても活用されていることがわかった	①従来との置き換えではなく、安全点検自身が新規導入になるため、まずは部分的な実験検証による検討が今後必要となり、インフラ企業で取得した点群データをどのように自治体へ連携するのかを今後の計画に盛り込む必要がある ②点群データの利活用として、ジオパーク活動を足掛かりとして当初の観光支援だけでなく、まちづくり計画としてのデジタル化適用への示唆を得られた

❸ 実装・横展開に向けた準備状況

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

	アクション	結果	得られた示唆・考察
横展開に向けて	実証結果を元に、同一県内の自治体からスタート、横展開可能と考えられるJR四国管内で自治体との連携を活用して、2026年度より具体的システム連携を模索	JR四国の安全点検で最も難易度が高い大歩危小歩危の点検区間がある三好市をスタートとして横展開を提案書の段階から実施し、安全点検だけでなくジオパークへの横展開ができないか三好市と協議を実施	JR四国管区内では他にも鉄道近辺に斜面をもつ自治体が複数あり、実証結果を元に次年度以降も他自治体への横展開を模索継続予定
	他の自治体へのデモも実施し、得られたコメントを元に実証および実装へフィードバックを予定	12/22 三好ジオパーク誕生記念イベントに出展し、四国自治体ジオパーク関係者にアプローチ	他の自治体のジオパーク関係者においても地形データを取得したい意向はあるが、予算の問題でスマホのLiDARなど安価の方法で検討を進めている状況であり、低コスト化望まれる
	四国全域への具体的な導入の協議を開始し、取り組みの紹介やヒアリング調査を実施する。地方地域を持つJR各社にも取り組みを紹介する	JR四国との四国全域への協議を開始し、安全点検に必要な要件について整理した。地方地域を持つJR各社への取組紹介はまだ時期早々で今後の実績次第となった	まずはJR四国管内における実装を進め、実績を上げることが第一通過点となる
	普及啓発活動のイベントで発表するプレゼン資料の作成および実証実験で撮影した映像をもとに映像コンテンツを作成準備する	本実証のデモ映像を制作、展示イベントや自治体等への説明に活用を開始した	デモ映像により人が集まり、インパクトがあるため、続けての説明がしやすい傾向となり効果を確認できた 一方で、点群の利活用について、様々なアイデアがでるものの今すぐ欲しくなるほどの魅力的なイメージが提案できていない

④ 実装・横展開に向けた課題および対応策

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

	課題	対応策	実現可能性[1]	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	植林の密集度が高いと検知精度が低下もしくは解析精度に必要なデータ量が大きくなり作業時間が増加する	・当初、植林の密集度が低い所からのスモールスタートでの実装開始とする ・点検箇所ごとの必要なフライト数および条件の検証を実施、データを蓄積解析することで、予測を可能とし、ドローン運用の最適化を実施 ・解析時間を短縮するため高速化手法を導入 ・最新ドローン機器の活用も含め多方面からの検討を実施する	—	・JR四国 ・ミラテクドローン ・シャープ	・2025～2026年度
	データスポットにおけるLiDARから小型エッジPCへの自動送信による無人化	・現状、目視内飛行であるためデータスポットにいるドローン補助者が代理操作可能 ・LiDARへの電波制御可能なWi-Fi6Eモジュール等の導入による自動伝送システムを確立	—	・ミラテクドローン ・シャープ	・2025～2027年度
	インフラ企業で取得した点群データをどのように自治体へ連携するのかの具体化	・現状でもデータとツールで部分的に連携可能 ・より簡便で統一した支援アプリで、点群データ連携を可能とし、具体化したシステムを構築	—	・三好市 ・JR四国 ・シャープ	・2025～2027年度
横展開に向けて	JR四国沿線全域にソリューション展開するための最適な運用工程の実現	・本ソリューションの四国全域での適応割合の検討と四国全域になった場合のドローン点検と地上点検の手番をどうするかなどの各種運用の実証が必要 ・点群データの利活用を元に他の隣接する自治体とのデータ連携の可能性の調査	—	・JR四国 ・ミラテクドローン ・シャープ	・2027～2028年度
	全国の自然景観や文化財等がある地方自治体への展開するための魅力の向上と低コスト化	・三好市とJR四国との取り組みの実績およびシナジー効果の見える化による魅力向上と啓蒙普及活動 ・ドローンの稼働率を向上させるため、社内の同モデル事業との連携シナジーを検討する ・さらなる別連携および別課題シナリオへの展開拡大による事業のスケールアップと運用機材の低コスト化	—	・三好市 ・JR四国 ・シャープ	・2027～2029年度

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

❺ (参考) 実証視察会

a. 概要

開催場所: 徳島県三好市　三好市役所（新庁舎）　大会議室
開催日時: １月３１日（金）　１３：３０～１５：００
開催内容：1.オープニング、2.概要説明、3.実機デモ、4.質疑応答、5.クロージング

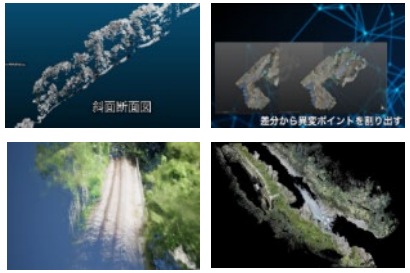
デモの項目

LiDARと無線データ伝送のデモ

・LiDAR搭載ドローン、携帯型LiDARの実機展示
・ソリューション全体のデータ伝送の様子

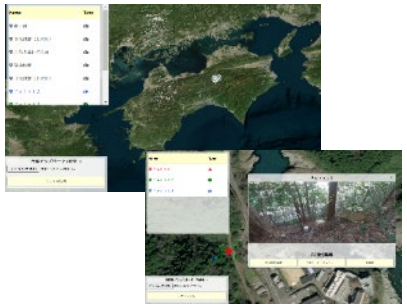
３D点群データのデモ

・実証取得の点群データ解析のサンプル表示
・３D点群データの利活用事例展示等



点検支援プロトタイプアプリのデモ

・実証で取得したデータをマッピングアプリ上にプロトタイプ実装



実証説明映像のデモ

・本実証の説明映像

イベントの様子

実証視察会の会合の様子

実証視察会の技術説明の様子

実機デモの様子

オンライン配信の様子

❺ (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
①ドローンで差分データを取るとしたら、縦の上下（高さ）も確実に取れるのか？	RTKという測量方法により高精度に測定できており、地形データに対して差分データとしてデータを入れておくことで縦方向の精度を保持可能	ドローンの縦方向の位置精度について報告書に説明を記載した（**P.48**）	2025年2月
②提案にあるWi-Fi7はどうなのか？山間部が大変広いWi-Fi6Eの基地局はどうするのか？	Wi-Fi7については親機が外で使えるものがないので今回は提案だけ。Wi-Fi6Eの屋外基地局もスマホしかない状況であり、本実証ではスマホを親機としてWi-Fi6E技術検証を実施。将来的には屋外で使えるWi-Fi7の基地局がでてくれば置換可能。スマホはWi-Fi6Eの通信経路としてしか使っていない。また、LTEの不感地域ではStarlinkで対応可能。	Wi-Fi6Eの基地局の状況ついて報告書に説明を記載した（**P.66**）	2025年2月
③データが絵になるまでどれくらいの時間がかかるか？	精度によるが、１時間もかかるほどではない。	データ解析時間について報告書に説明を記載した（**P.46**）	2025年2月
④安全点検の危険度判定のようなものはどのようにするのか？自動的に判定するものができあがっているのか？	現状、エリアを点検し危なそうな箇所が見てとれれば、点検者の目で点検箇所を総合判定し危険度判定をしている。ドローンの適用により広いエリアのデータと時系列変化を差分で確認することができるので判定するまでのアプローチがこれまでと大きく変わる。	現状の安全点検の危険度判定について報告書に説明を記載した（**P.47**）	2025年2月
⑤伝達作業に係る工数　目標値：0名8分以内、測定値：1名7分以内とあるが、目標値0名に対して、1名になった理由（現状値が1名なのに削減できるものなのか）	目標値は現地データスポットに人がいないことを想定。ただ、今回の実証期間内では現地データスポットに人がいない状況まで開発を進めることができなかった。今回、操作をする人間が1名最低必要であったが、将来的に０名とし自動でドローンからサーバーまで繋ぐことは技術的に可能。	アウトカム「伝達作業に係る工数」に関して、目標値０名に対して１名になった理由と対策を報告書に説明を記載した（**P.45**）	2025年2月

（次頁につづく）

❺ (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
⑥点検業務のうち、ドローンでの代替可能工数目標値：87%、測定値：75%（8項目中、6項目が削減できる）稼働時間減らせるとあるが、人が減らなくても、75%削減できるのか。それとも人が減っていないので削減できないのか	従来人が作業していたところ全てをドローンで代替したとしたら効率が87%となる（計画の時点ではそのような計算条件しかなかったので高い目標値となった）実際のJR四国様の点検作業内容を確認し、安全点検のカテゴリーを整理頂き、それをもとに計算を行い８項目中６項目により75%の削減可能とした。	アウトカム「点検業務のうち、ドローンでの代替可能工数」に関して、費用対効果の話に直結できるように事業の稼働量の実態に合わせた作業量削減を測定値として報告書に説明を記載した（**P.47**）	2025年2月
⑦最後の報告にJR四国と規格を含めて、今後展開できるのか。取得可能なのか解析作業時間がネックで導入できないのか分からないので、JR四国が導入するにあたっての課題の壁を議論する必要がある。将来的に人がいなくても安全として価値があるので導入できるなど、どれくらいの金額を出したときにどのような効果がでるのか今後どのようにしていくのか、どのようなステップ、スケジュールでやっていくのか詳細に落としてほしい。	整理を行い、最終報告までにご指摘頂いた箇所の詰めを行っていく。	JR四国が導入するにあたっての課題の壁がなんなのか、今後どのようなことをどのようなステップ、スケジュールでやっていくのか詳細化について報告書の実装計画に記載した（**P.59、P64**）	2025年2月
⑧今回のソリューションは鉄道の点検と観光利用は、セットでドローンを飛ばすことによって、全てが取れるので両方とも原価が一定の中で売りが2つ立つというビジネスモデルが新しいことで採択のポイントとなった。横展開よりもジオパークで観光の内容として、三好市に買って頂くのかジオパークの運営なのか。買ってもらうまでが実装。横展開に入れるよりも防災活動、保全活動、調査研究活動のデータを出すことで、いくらで買って頂けるのか。こういうデータだけでこうできるのかまで詰めて、実装という意味でやって頂き三好市、JR四国に協力頂いて詰めて頂きたい。	JR四国様、三好市様と相談し、残りの時間でしっかり詰めていきたい。	三好市、JR四国に協力頂き、安全点検における連携および観光支援へのデータ利活用について、実装に向けた具体例をできうる限り明らかにした（**P.55-56、P.71-77**）	2025年2月

❺ (参考)「三好ジオパーク」誕生記念イベント

a. 概要

開催場所: 徳島県三好市　山城公民館
開催日時: １２月２２日（日）　１２：３０～１６：３０
開催内容：第一部：パネルディスカッション、第二部：三好ジオ周遊ツアー、各団体　体験ブース

デモの項目

ドローンのデモ

・ドローンの実機展示

３D点群データのデモ

・３D点群データの表示操作体験

パネル展示

・本実証内容を説明するパネルを展示

実証説明映像のデモ

・本実証の説明映像

イベントの様子

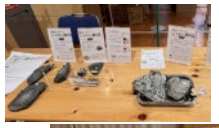
会場の様子

←本実証の体験ブース

四国内の５つのジオパークと断層マップの体験ブース→

←説明の様子

ブースにはジオパーク関係者や地元の方々が来場、取組の説明と地域貢献をアピール、意見交換を実施



←ジオパーク活動

地質研究や斜面ならではの特産物、斜面地域で生まれた妖怪伝説など、様々なコミュニティの横のつながりによる交流が地域活性に利用されている

❶ 実装の計画

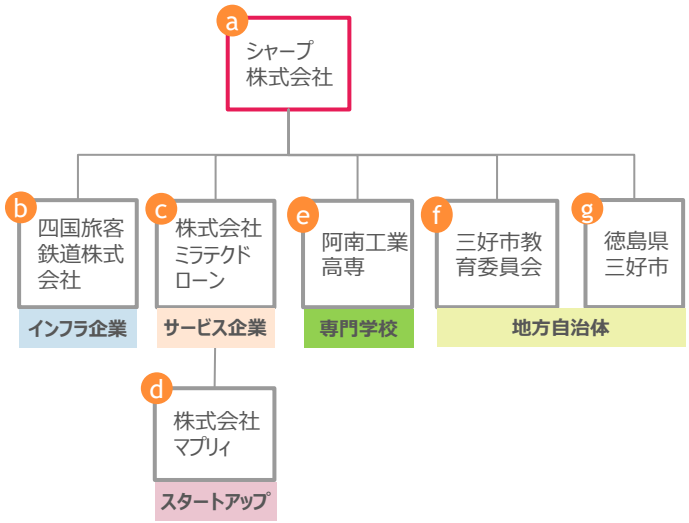
a. 実装に向けた具体的計画

❶ 実装の計画

b. 実装の体制

□ :実装の取組全体の責任団体

実施体制図



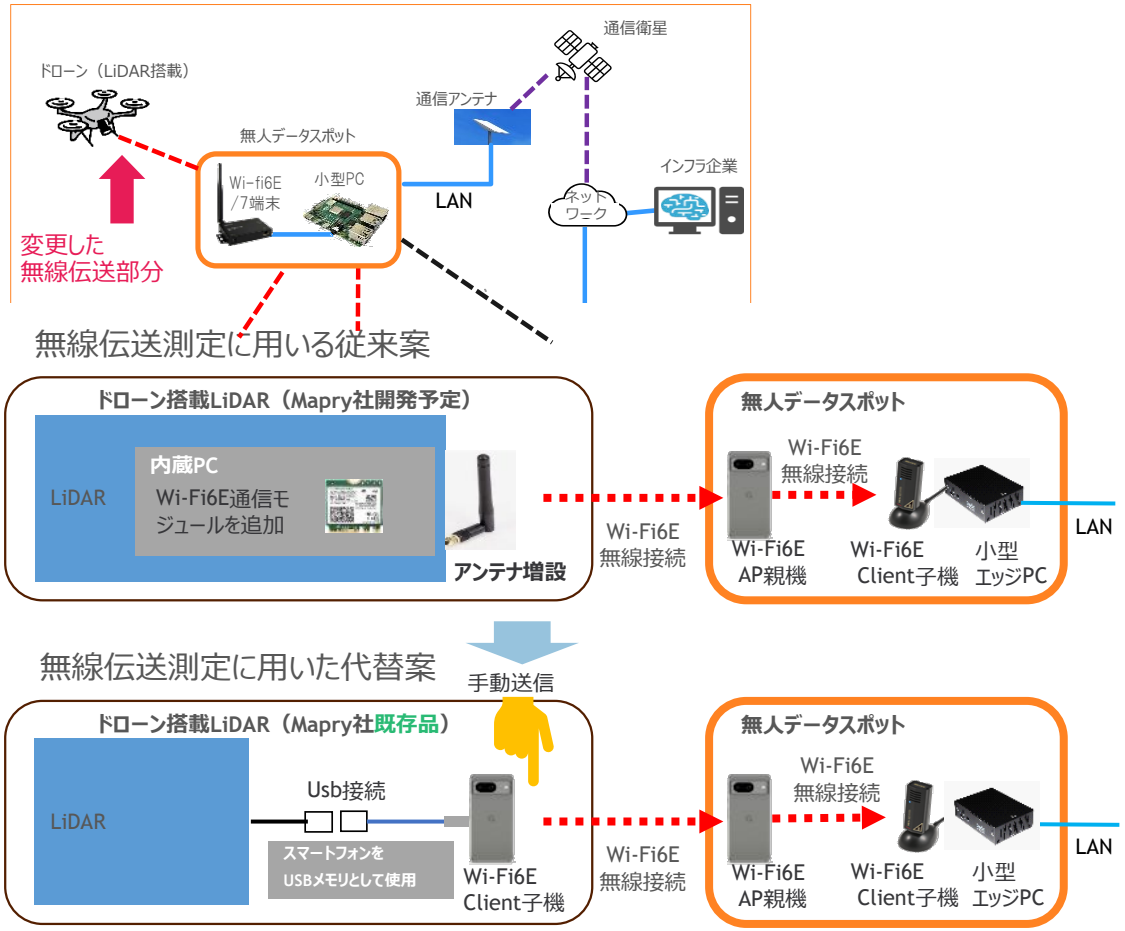
団体名	役割	リソース
a シャープ株式会社（代表）	本事業全般の管理、統括業務 システムネットワークの開発・構築 本ソリューションの実装推進	１０名
b 四国旅客鉄道株式会社	実装場所の提供 本システムの実装協力	６名
c 株式会社ミラテクドローン	ドローン機材のコスト削減 ドローン測定の自動化	６名
d 株式会社マプリィ	レーザースキャナの実装 ３Ｄ点群データ解析の精度向上 アプリケーションの開発	３名
e 阿南工業高等専門学校	プロジェクトにおけるオブザーバー 実装におけるアドバイザー	１名
f 三好市教育委員会	天然記念物等情報提供 オブザーバー	１名
g 徳島県三好市	実装試験場所の提供 本システムの実装協力 三好ジオパーク連携	２名

❶ 実装の計画

c. ソリューション(変更点) -a.ネットワーク・システム構成図

イメージ　Wi-Fi6E/7通信の変更点

本実証のネットワーク・システム構成図の変更点を以下に示す



説明

本実証では、ドローンで測定したデータをWi-Fi6E/7中継することによりインフラ企業の管理拠点まで伝送できるシステムを構築し、ドローンから無人データスポットへの中継を行うにあたって、ドローン搭載のLiDARにはWi-Fi6Eの無線通信が可能となるように開発実装し、高速無線伝送を可能とするとした。

開発当初、LiDAR内に搭載するWi-Fi6EデバイスとしてWi-Fi6E通信モジュールを搭載開発する予定であったが、費用面で実証内での入手開発は実現不可能であることが判明した。そのため、左図のようにスマホを子機として使う代替案にて本実証のWi-Fi6E無線伝送部分のアウトカムの測定を可能とした。

なお、代替え案にてスマホをClient子機として利用したため、6GHz帯の電波の発信を手動でON/OFFする必要が生じたため、完全に無人とすることができなかった。LiDAR内部の制御信号でON/OFFできるWi-Fi6Eデバイスが入手開発できる状況になれば完全無人化されたデータスポットが実装可能である。

また、現在Wi-Fi6E/7の6GHz帯については基地局が屋外で使えるものがなく、今回はWi-Fi6E(VLP)対応のスマホを親機としてWi-Fi6Eの伝送中継を行い技術検証を実施した。将来的には屋外で使えるWi-Fi6E/7の基地局がでてくれば置換可能である。なお、Wi-Fi6E対応スマホによる親機はWi-Fi6Eの通信経路としてしか使っておらずデータ保存や処理などはしていない。

❶ 実装の計画

c. ソリューション(変更点) -b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

ソリューション	三次元点群データを用いた斜面の安全点検と観光支援を目的とした地域連携ソリューション

対象の課題

課題a:
斜面の安全点検を定期的かつ広範囲に実施するのが難しい

先進性・新規性

従来の安全点検は個々で実施し、もしも他社の管理地起因の異常が見つかれば後日連絡、他社にて調査する。本ソリューションでは、ドローンの上空広範囲で測定できる利点を利用して、隣接するインフラ企業と自治体との管理地を同時に測定し異変があれば対応する管理者に向けて切り分けて報告できるという点で先進性・新規性がある。

また、上空からLiDAR搭載ドローンで測定したデータは、SDカードを用いた手動ではなく無線通信（Wi-Fi6E/7）を活用することで無人データスポットにおいて自動転送を可能にし広域運用への柔軟性を向上、広域をいち早く先行解析することが可能となり異変が検出された箇所にだけ地上作業員が携帯型LiDARと点検支援スマホを装備して地上からの詳細な点検情報を取得、さらに現地から取得したデータをマッピング上に反映できる点検支援アプリを用いて速報を連絡することが可能となるシステムを目指す。これにより作業効率化および情報量増大が図れるという点で先進性・新規性がある。

実装に向けてマッピングアプリをプロトタイプ開発

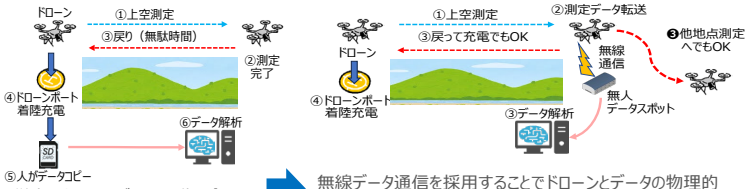
（出典：マプリィ社HP）

Wi-Fi6E搭載
ドローンLiDAR

点検支援アプリ
Wi-Fi6E対応タブレットで表示可能

実装・横展開のしやすさ

国内山間部は多く、斜面の安全点検を必要とする類似の条件の自治体は多く存在し、ニーズが重なるこれらの地域に横展開可能
本ソリューションシステムに関して、将来的に様々なインフラ企業および地方自治体と連携することを踏まえ、特定の自治体用に過度なカスタマイズはしていないため、今回の実証結果を元に様々な運用ケースで実装・横展開していくことは容易
鉄道点検現場は作業環境が悪く、SDカードをドローンから人の手で抜き差しでは紛失・破壊の恐れがある。またSDカードのセキュリティ管理に万全を期す必要があるが、本実証では無線データ通信を採用することでオペレーションの安全性、確実性、効率性を向上
さらに、無線データ通信にWi-Fi6E/7を採用することで、有線接続やSDカードによるオペレーションでは成しえなかった広域展開へ向けての運用形態の柔軟性を確保できトータルコストを削減、無線データ通信技術を標準化することにより今後の全国横展開が容易



❶ 実装の計画

c. ソリューション(変更点) -b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

ソリューション	三次元点群データを用いた斜面の安全点検と観光支援を目的とした地域連携ソリューション

対象の課題

課題a:
斜面の安全点検を定期的かつ広範囲に実施するのが難しい

課題b:
自然景観の保存維持のためのリソース強化と集客力強化が難しい

先進性・新規性

シナジー効果について

・本実証では二つのソリューションではなく、二つのシナリオ（課題）を一つのソリューションで解決することでシナジー効果を生むことが可能であり、従来の１対１のソリューションでは、実装後に新たに横展開に向けた拡張を考えなければならないが、最初から拡張を組み込む本提案は、先進性・新規性があるアプローチである。

安全点検に対する＋αの価値について

・従来の人力での作業の代替に加えて以下の＋αの価値追加が可能であることを検討確認した。
①斜面断面形状と変化点の自動出力などデジタル化による報告書業務の省力化や従来の人力では大きな手間となるような情報支援が可能となる。
②点検箇所の状況をマッピングして随時記録していくことで定期点検の結果を時系列で整理する点検手法の導入が可能となり、点検精度の向上につながる。
③四国全土を見据えての安全点検箇所の広域化につながり、多地点間のAIによる比較分析が可能となる。
④経年変化を基にした比較分析やAIによる予測が可能となり、健全度などが判別できるとオペレーションの最適化や均質化につながる。

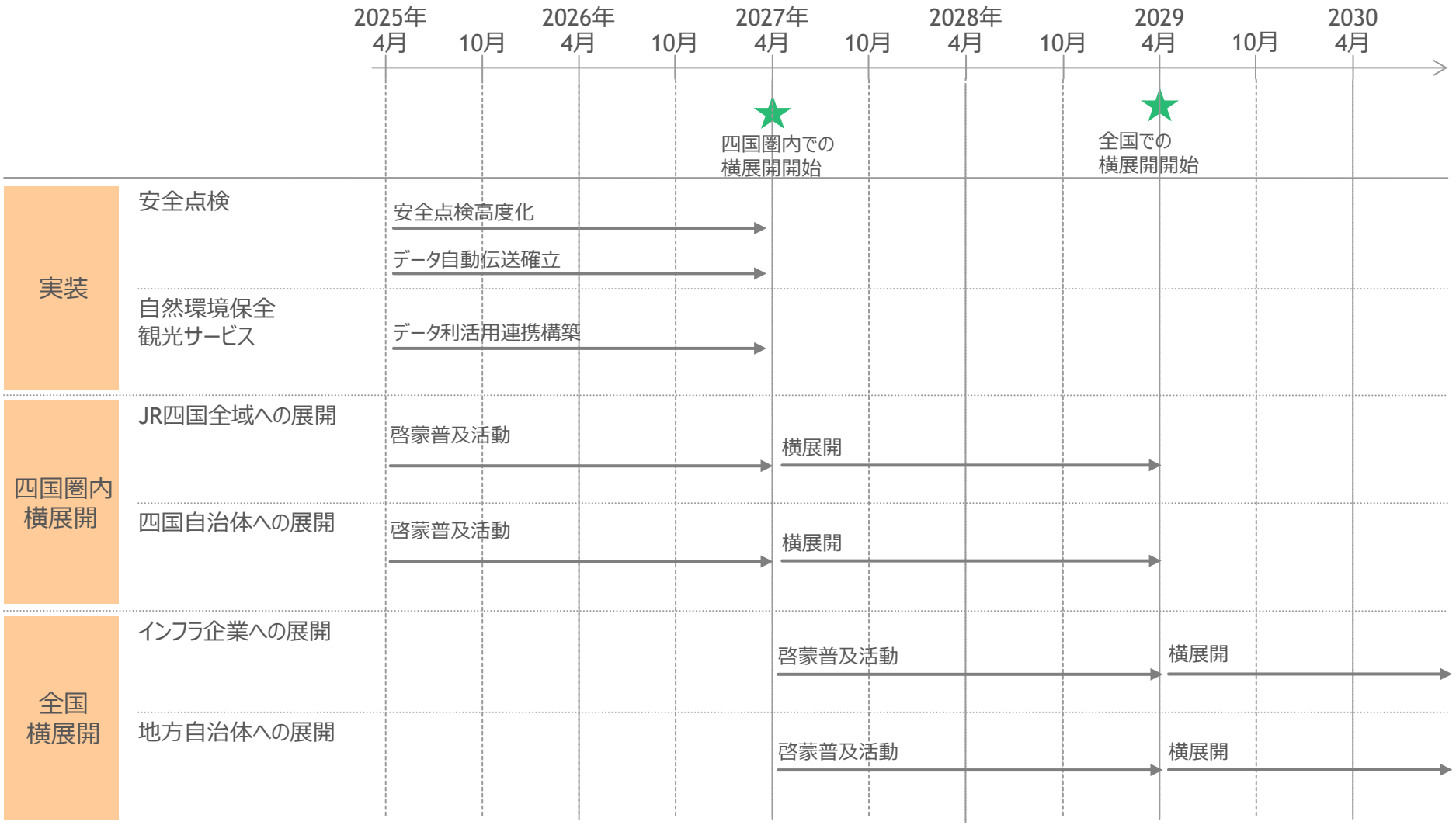
実装・横展開のしやすさ

シナジー効果による実装・横展開

①安定的な観光路線の確保⇒観光強化による地域の魅力向上⇒観光客増加＋住民減少抑制⇒地域経済の向上⇒鉄道利用客の増加⇒安定的な観光路線の確保といったスパイラル的な相乗効果が期待できる。
②点検と観光は自然景観や文化財などがあるどの地域でも存在する課題であり、これら課題を絡ませることで四国全土だけでなく全国に広がりやすいといった面的な拡大効果が期待される。
③単一のソリューションから２つのシナリオ（課題）を解決することができるならば、さらに複数のシナリオに広げることを検討していくことで、将来的には様々な事業を巻き込んだ複数の相互連携のメリットによるコストダウン効果を享受することが可能である。

❷ 横展開の計画

a. 横展開に向けた具体的計画

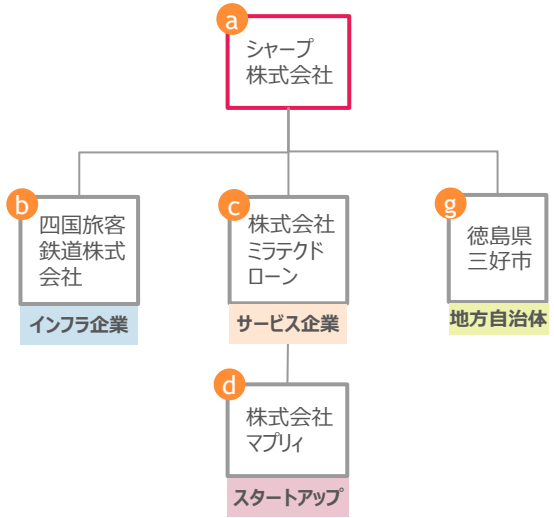


❷ 横展開の計画

b. 横展開の体制

□ :横展開の取組全体の責任団体

実施体制図



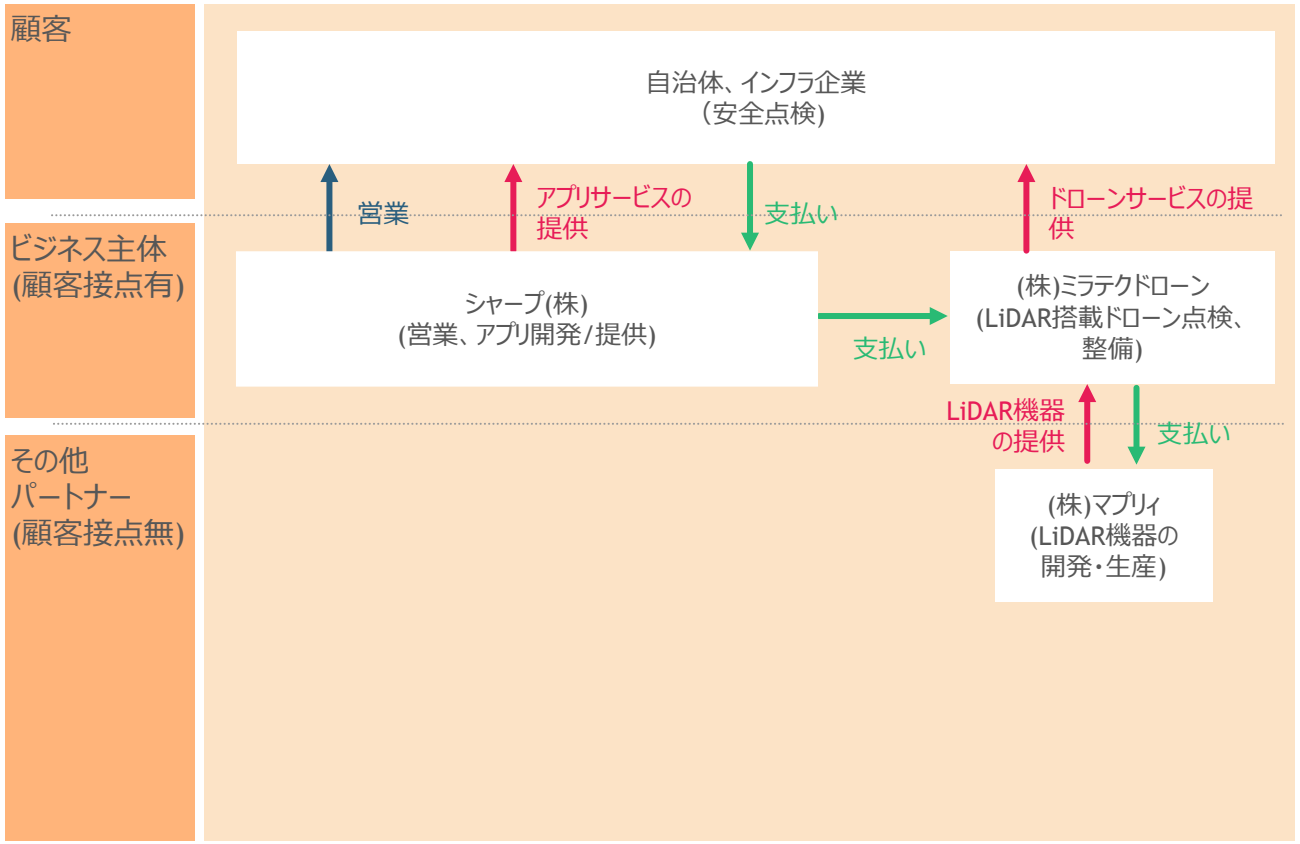
団体名	役割	リソース
a シャープ株式会社（代表）	本事業全般の管理、統括業務 システムネットワークの開発・構築 本ソリューションの横展開推進	１０名
b 四国旅客鉄道株式会社	横展開場所の提供 本システムの横展開協力	６名
c 株式会社ミラテクドローン	ドローン機材のコスト削減 ドローン測定の自動化	６名
d 株式会社マプリィ	レーザースキャナの横展開協力 ３Ｄ点群データ解析の精度向上 アプリケーションの開発	３名
g 徳島県三好市	横展開試験場所の提供 本システムの横展開協力 三好ジオパーク連携	２名

❷ 横展開の計画

c. ビジネスモデル①

- 商品・サービス
- 営業(顧客向け)
- お金
- その他(適宜記載)

ビジネスモデル図



ビジネスモデル図

概要		三次元点群データを用いた斜面の安全点検と観光支援を目的とした連携ソリューションの機材販売
ポイント(工夫)	マネタイズモデル	【売り切り/サブスクリプション】 • 顧客に機器、アプリケーションを販売 • アプリだけの販売も計画
	ターゲット顧客	• 自治体 • インフラ企業 （点検頻度が非常に高く、LiDAR搭載ドローンの操縦運用者育成済）
	その他	• インフラ企業ドローン導入による自治体の安全点検利活用

❷ 横展開の計画

d.投資の妥当性(顧客視点)

顧客	JR四国

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	人件費の削減	834万円/年	1年	834万円
	定性	鉄道斜面安全点検の作業効率向上	ー	ー	ー
		点検監視可能となるエリアの拡大	ー		
費用	イニシャル	システムセット	720万円/セット	1セット	720万円
		点検支援アプリ	20万円/本	1本	20万円
	ランニング	機材保守費用	10万円/月	12か月	120万円
実装経費 計					860万円

導入時(2027年）を想定し記載

投資の妥当性(現時点見立て)	導入先(支払元)	JR四国の点検作業の場合はほぼ毎日実施されており、自社でドローンを購入、運用する本モデルの方がコストメリットは高い。一方、今回の実証により運用面（人材、安全性確保など）に課題があることが判明。このため、当初は業務委託の形でのモデルの運用を考えている。
妥当性を高めるための目標	目標	・当初ドローン操縦運用者がいないため、スモールスタート時点では、ドローンを飛行、データを取得する部分については業務委託をするビジネスプラン②で考える ・ドローン操縦運用者の育成と四国全土への横展開が見えてきた時点で、ビジネスプラン①への移行を検討する
	アクション	ー

❷ 横展開の計画

d.投資の妥当性(ビジネス主体視点)

ビジネス主体	シャープ

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	システムセット 点検支援アプリ 機材保守費用	720万円/セット 20万円/本 10万円/月	1セット 1本 12か月	720万円 20万円 120万円
	定性	ー	ー ー	ー ー	ー ー
費用	イニシャル	大変申し訳ございませんが、費用(原価)に関しては社外秘となります。			
	ランニング	大変申し訳ございませんが、費用(原価)に関しては社外秘となります。			
実装経費 計					X,XXX万円

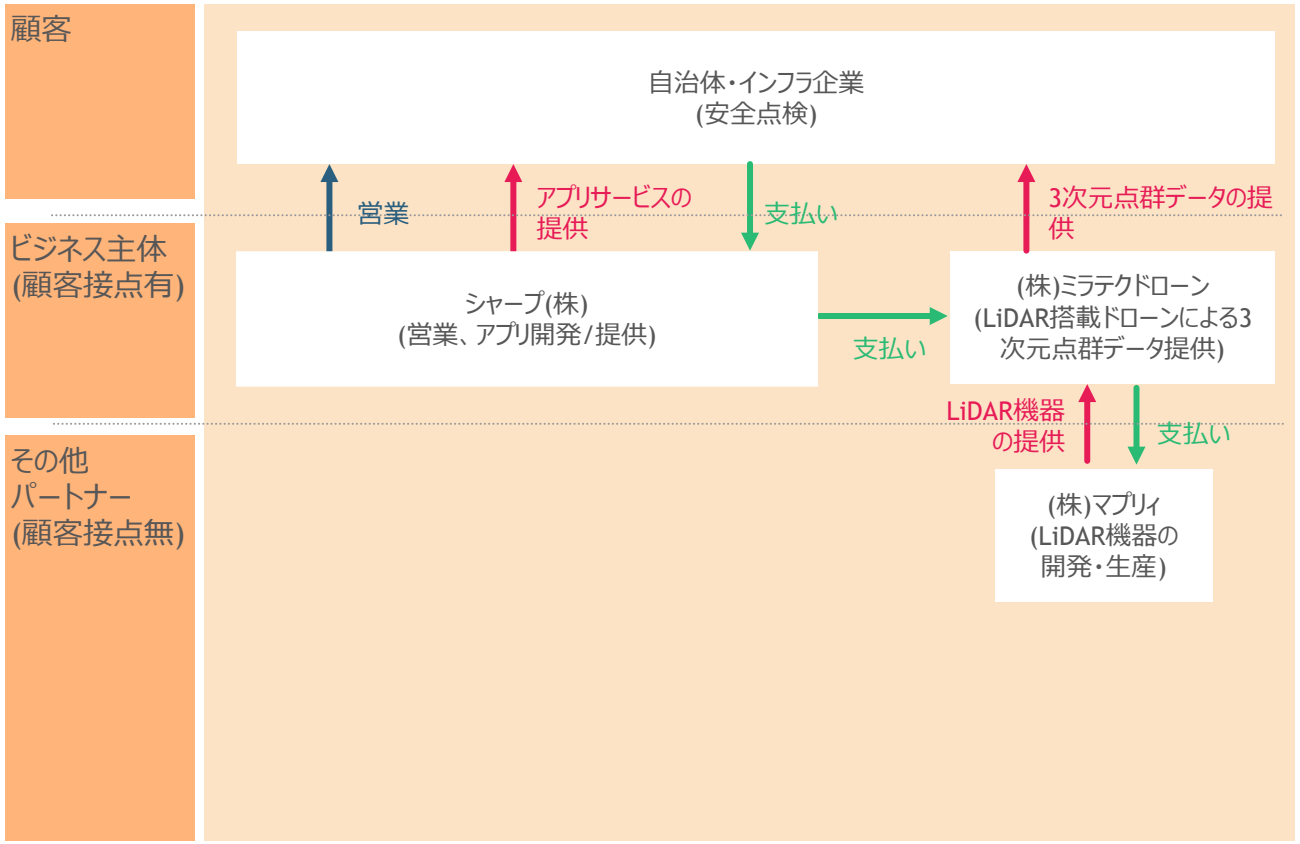
投資の妥当性(現時点見立て)	導入先(支払元)	利益が出る形でないとスタートが切れない。インフラ企業、自治体への導入を目指していきたいが、導入ご検討頂く際に新たに実証が必要となる場合、その費用を導入検討先にご負担頂いての対応となる。
妥当性を高めるための目標	目標	・ドローンを飛行、データを取得する部分については業務委託をする、ビジネスプラン②で考える
	アクション	・システムの自動化や保守運用の完成を目指した次年度以降の取り組み

❷ 横展開の計画

c. ビジネスモデル②

- 商品・サービス
- 営業(顧客向け)
- お金
- その他(適宜記載)

ビジネスモデル図



ビジネスモデル図

概要		三次元点群データを用いた斜面の安全点検と観光支援を目的とした連携ソリューションの機材販売
ポイント(工夫)	マネタイズモデル	【業務委託/サブスクリプション】 • 顧客に3次元点群データおよびアプリケーションを提供
	ターゲット顧客	• 自治体 • インフラ企業 （LiDAR搭載ドローンの操縦運用者不在）
	その他	• インフラ企業点群データ取得による自治体の安全点検利活用

❷ 横展開の計画

d.投資の妥当性(顧客視点)

顧客	JR四国

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	人件費の削減	834万円/年	1年	834万円
	定性	鉄道斜面安全点検の作業効率向上 点検監視可能となるエリアの拡大	ー ー	ー	ー
費用	イニシャル	点検支援アプリ	20万円/本	1本	20万円
	ランニング	3D点群データ	120万円/日	7日	840万円
実装経費 計					860万円

導入時(2027年）を想定し記載

投資の妥当性(現時点見立て)

導入先(支払元)

JR四国の点検作業の場合はほぼ毎日実施されており、自社でドローンを購入、運用するモデルの方がコストメリットは高い。一方、今回の実証により運用面（人材、安全性確保など）に課題があることが判明。このため、当初は業務委託の形での本モデルでの運用を考えている。

妥当性を高めるための目標

目標

・当初ドローン操縦運用者がいないため、スモールスタート時点では、業務委託のドローン飛行経費の削減を検討する

・ドローン操縦運用者の育成と四国全土への横展開を進め、ビジネスプラン①への移行を検討する

アクション

・点検箇所、点検プランの最適化

・従来点検作業の人件費削減だけでなく新たに可能となった＋α効果の創出

❷ 横展開の計画

d.投資の妥当性(顧客視点)

顧客	三好市

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	（自治体としての収益なし）	ー	ー	ー
	定性	防災点検の新規導入	ー ー	ー	ー
費用	イニシャル	点検支援アプリ	20万円/本	1本	20万円
	ランニング	3D点群データ	0万円/日 ※JR四国からの無償提供を予定		0万円
実装経費 計					20万円

導入時(2027年）を想定し記載

投資の妥当性（現時点見立て）	導入先(支払元)	広大な地域に対して少人数にて危機管理しており被災後の対応が主となっているのが現状。そのため、点群データによる防災に対して関心度が高い。安全点検自身が新規導入になるため、まずは部分的な実験実証による検討が今後必要な状況
妥当性を高めるための目標	目標	・JR四国からの点群データの連携
	アクション	・部分的な実験実証の実施

❷ 横展開の計画

d.投資の妥当性(ビジネス主体視点)

ビジネス主体	シャープ、ミラテクドローン

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	3D点群データ 点検支援アプリ	120万円/日 20万円/本	7日 2本	840万円 40万円
	定性	ー	ー ー	ー ー	ー ー
費用	イニシャル	大変申し訳ございませんが、費用(原価)に関しては社外秘となります。			
	ランニング	大変申し訳ございませんが、費用(原価)に関しては社外秘となります。			
実装経費 計			X,XXX万円		

投資の妥当性(現時点見立て)		
	導入先(支払元)	点検業務のデジタル化を進めようとされており、非常に関心はある。ただし、費用が高いため、定性的な効果も合わせて検討が必要な状況

妥当性を高めるための目標		
	目標	・ドローン飛行経費の削減
	アクション	・サブスクリプションによる経費削減 ・四国内のドローン会社との連携

❸ 資金計画

		2025年度	2026年度
費用	イニシャル	3,500万円	1,800万円
	ランニング	40万円	60万円
	小計	3,540万円	1,860万円
資金調達方法	実装コンソーシアム	3,540万円	1,860万円

❶ 実証過程での指摘事項に対する反映状況

指摘事項	反映状況 内容	反映ページ
１．実装にあたっての実運用方法の検討やドローンでの実装は難しいという結論になった場合の対応策等もあわせて、本実証期間と実装に向けた検討において整理いただく	・実運用方法の検討として、本実証期間ではJR四国の安全点検視点での検証を実施した。JR四国の定期点検における点検箇所の変状のうち8カテゴリーを参考に、うち6カテゴリーをLiDARによる点検が可能として本実証にて精度検証を実施し結果を整理、またドローンを用いた作業工程も整理しました。	・P.54,P.44
	・ドローンでの安全点検の実装のおける課題として、植林密度によりドローン上空からのLiDARのレーザーが地表面に届かず地表の異常の検出精度が大きく低下するという点が今回の実証で明らかになった。そのため、簡易的に地表からドローン上空の空がどの程度見えるかの目安を仮定し（上空開口率と呼ぶことにする）状況によりどの程度の検出精度が達成できるか追加実証にて検証した結果、上空開口率30%程度あればアウトカムで目標値とした20cmの検出精度と形状把握が可能であることがわかった。	・P.51
	・また、植林の密集度が高い上空開口率15%程度でも斜めからのLiDAR照射などの複数の飛行パターンで点群データを重ね合わせ差分解析を実行することで20cm程度の検出精度が確保できる可能性があることがわかり、JR四国との協議においてドローン上空からの定期点検適用の実装可能性があるとの認識に至った。ただし、複数の飛行パターンで精度を上げる方法は作業時間およびデータ量が2～5倍と膨大になりさらに解析時間が増加するという課題が新たに発生するため、異常が見られるところだけ詳細に解析するといった手法の開発検討が今後必要であることがわかった。	・P.48,P.51
	・さらに、実装に向けて１飛行パターンのみで検出精度が確保できる見込みがある地域はJR四国沿線全域でどの程度の割合で、検出精度が低下する密集地域では地上から携帯型LiDARを用いた点検を行うなどドローンとの運用の手番をどうするのかなど、本実証期間にて確認できたことと実装に向けて想定できる各種運用対応策を来年度以降検討予定である。 ・なお、技術面費用面で詰めてもドローンでの実装が難しいとなった場合は、災害が頻発する特定あるいは緊急の箇所のみの委託点検や安価な携帯型の実装による点検などによるスモールスタートでの取り組みを想定している。	・P.59,P.64

❶ 実証過程での指摘事項に対する反映状況

指摘事項	反映状況	
	内容	反映ページ
２．従来の人力での作業の代替にとどまらず、本ソリューション技術を用いて安全点検に対する＋αの価値追加で検討いただく	・従来の人力での作業の代替に加えて以下の＋αの価値追加が可能であることを検討確認した。 ①斜面断面形状と変化点の自動出力などデジタル化による報告書業務の省力化や従来の人力では大きな手間となるような情報支援が可能となる。 ②点検箇所の状況をマッピングして随時記録していくことで定期点検の結果を時系列で整理する点検手法の導入が可能となり、点検精度の向上につながる。 ③四国全土を見据えての安全点検箇所の広域化につながり、多地点間のAIによる比較分析が可能となる。 ④経年変化を基にした比較分析やAIによる予測が可能となり、健全度などが判別できるとオペレーションの最適化や均質化につながる。	・P.68、P.64
３．観光強化目的の実装は費用対効果の観点から難易度が高いという懸念をお伝え。具体的なソリューションと観光収益への効果、それに対しての定量的な費用感を明確にしていただく	・三好市は第３次三好市観光基本計画(2025～2029年度)を現在策定中の段階であり、具体的に観光強化目的の実装への費用対効果は現状述べる状況にはないとのこと。しかし、今年度自然環境の活用と地域住民との協力活動により、国内47番目の日本ジオパークとして認定されており、インバウンド需要も年々増加していく傾向にある。ジオパークの施策を通じて三好市のブランド化を目指すことで、観光強化だけでなく地域産業全体の活性化を図ることを目的として今後も活動を継続していくとのこと。 ・本実証による点群データの活用としては測量や災害の可視化分析に役立つだけでなく、観光ツーリズムや文化財のアーカイブ、エンタメなどに応用される可能性も期待されている。そこで、本実証においては景勝地の地形情報を取得することで、観光面だけでなく様々な地域の活性化を推進するジオパーク活動への貢献度を明確化していくこととしデータ連携案を整理した。 ・観光収益への効果の定量的な費用感について、三好市と協議。施策によりどれぐらい人が集まるか未知数であり点群データ効果なのかそれ以外の活動による効果なのか線引きできずブレ幅が大きすぎて予測できないとのこと。一方で魅力的なアウトプットが見えてくれば、費用対効果など関係なく導入するとの意向。	・P.55-P.56

1 実証過程での指摘事項に対する反映状況

指摘事項	反映状況 内容	反映ページ
４．鉄道保守点検と観光強化の二つのソリューションが存在するからこそのシナジー効果についても検討いただく	・本実証では二つのソリューションではなく、二つのシナリオ（課題）を一つのソリューションで解決することで以下のようなシナジー効果を生むことが可能と想定している。 ①安定的な観光路線の確保⇒観光強化による地域の魅力向上⇒観光客増加＋住民減少抑制⇒地域経済の向上⇒鉄道利用客の増加⇒安定的な観光路線の確保といったスパイラル的な相乗効果が期待できる。 ②点検と観光は自然景観や文化財などがあるどの地域でも存在する課題であり、これら課題を絡ませることで四国全土だけでなく全国に広がりやすいといった面的な拡大効果が期待される。 ③単一のソリューションから２つのシナリオ（課題）を解決することができるならば、さらに複数のシナリオに広げることを検討していくことで、将来的には様々な事業を巻き込んだ複数の相互連携のメリットによるコストダウン効果を享受することが可能である。	P.68
５．定期点検以外の日等のドローンの稼働率がROIの観点から懸念であることをお伝え。稼働率を上げる方法を検討いただく	・JR四国における２年ごとの定期点検に対して、下記それぞれのプランでの稼働率と費用を算出し比較検討を実施し、③の業務委託によって稼働率向上が見込まれるとし、①と③について費用対効果を整理比較。②についてはJR四国側で全土の点検状況を提示不可。④は①＋③と同等 ①基本：ドローンを所有し運用する場合の稼働率 ②点検箇所が四国全土になった場合の稼働率 ③定期点検の都度、業務委託する場合の稼働率（シャープ＋ミラテクドローンで請負） ④JR四国実施＋繁忙時のみ業務委託する場合の稼働率	P.71-77

❷ 書面審査での指摘事項に対する反映状況

指摘事項	反映状況 内容	反映ページ
(稲田委員長) • 解析結果の精度向上のために、データの量と質の確保についてどのような戦略で臨むのか。また、データの質に関するハードルをどのようにクリアするのか。 • 林の中を飛行可能なドローンの開発など、さまざまな可能性を模索し、コスト比較を行いながら点群データを取得する運用方法を確立してほしい。	• （報告会で説明済ですが）JR四国と共同で実証を行い、現状のLiDARを使用し10～20cmの精度で視認できれば安全点検で異常を判別可能と考えている。また、木々が生い茂っている場合、LiDARの角度やドローンの方向を調整するなどの5つのフライト条件を設定すれば精度に問題がないことを本実証で確認した。ただし、時間と工数がかかるため、検証した結果3つのフライト条件まで抑えれば、精度および運用面ともに問題がないと判断している。 • 最新ドローン機器の活用も含め多方面から検討を進め運用方法確立を目指すことについては、今後の実装に向けての対応策に追記した。	P.59
(太田委員) • ビジネスモデル1と2の違いについて、自治体やインフラ企業がデータを購入するだけのモデル（モデル2）は有用だと思うが、将来的には自治体やインフラ企業が自らドローンを保有し、運用できるようにする必要があるのか。 • ユーザー団体がドローンを保有し、自ら運用することが可能な団体は少ないのか。	• JR四国には200か所以上の点検箇所があり、ほぼ毎日運航する必要があるため、自社でドローンを保有するビジネスモデル１の方がコストメリットは高いと判断した。しかし、LiDAR搭載ドローンの扱いの難しさからミラテクドローンに業務委託する必要があるのが現状である。これら背景説明をビジネスモデルのページの投資の妥当性と目標に追記修正した。 • （報告会で説明済ですが）LiDARを搭載したドローンの運用はまだハードルが高いのが現状である。ただし、年々低コスト化が進行しており、ユーザー数増加に伴い操縦も簡便化しているため将来的には自ら運用する団体は増えていくと想定している。	P.71-72 P.74-75
(大山委員) • 現在はシャープとミラテクドローンのビジネスになっているが、JR四国がサービスパートナーになる可能性はあるか。また、シャープ内で同じモデルの事業を行っているが、連携はできているのか。	• （報告会で説明済ですが）JR四国については、現時点では顧客だが、データ蓄積や機材貸し出し等を通じてパートナーになる可能性はある。 • ドローンの稼働率を向上させるため、社内の同モデル事業との連携シナジーの検討することについては、今後の横展開に向けての対応策に追記した。	P.59

❷ 書面審査での指摘事項に対する反映状況

指摘事項	反映状況	
	内容	反映ページ
今回別で採択されているシャープ（遭難者）との連携を強化していただきたい。同じドローンを使ったソリューションであることから、シナジーを生み出せる部分があるはず。（災害時利用と平常時利用で使い分ける等）お互いの取組を理解した上で、相互に連携できる部分を見つけてほしい。	実装・横展開に向けた課題及び対応策の横展開に向けてに「・ドローンの稼働率を向上させるため、社内の同モデル事業との連携シナジーを検討する」を追記しました。	P.59
安価な汎用通信機器のみで構成される実証になっていると思われるが、実際の運用面まで考えてもこの構成で十分対応可能と考えて良いか？	実装に対して十分対応可能な構成となっており、問題ないと考えます。	－
ユーザ視点で点検手法として十分実用性があると検証できたか？	JR四国様にどのような着眼点で点検し、どのような項目名で異変を記録しているのかを８カテゴリーに整理していただき、相当する状況の実証実験を実施し、それら点群データによる検知結果をみてもらったところ、十分実用性があると判断いただきました。	－