

令和4年度 課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証

ローカル5Gを活用したダムの点検管理及び 災害時現場検証による自治体業務支援の実現

成果報告書概要版

令和5年3月

シャープ株式会社

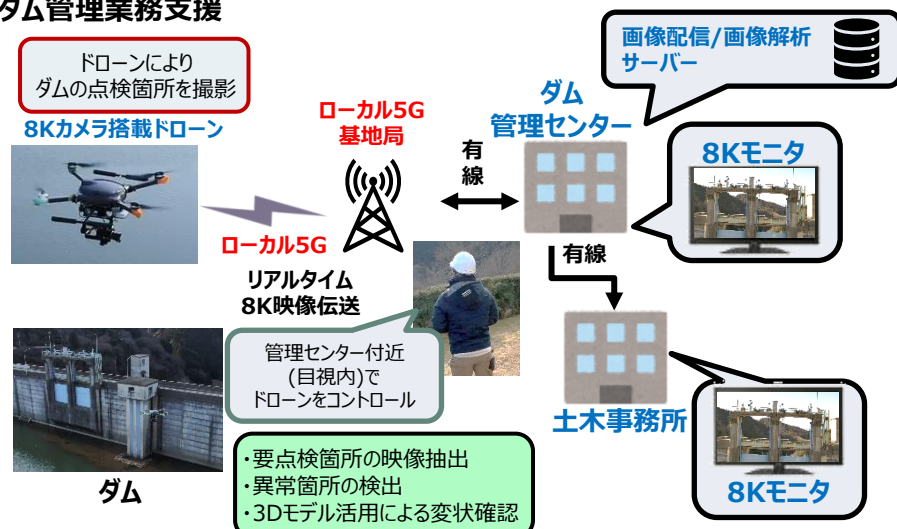
自治体各種業務の高度化ソリューション実証開発コンソーシアム

実証概要

実証概要

実施体制 <small>(下線：代表機関)</small>	シャープ(株)、西日本電信電話(株)、(株)ミラテクドローン、奈良県、天理市、天川村、王寺町	実施地域 奈良県天理市（天理ダム付近）
実証概要	近年、我が国の自治体においては、人手不足や財政悪化に直面している一方、特にインフラ保守業務や災害対応業務の増加・複雑化という課題が存在。 ▶ ダム付近及び山間地にローカル5G環境を構築し、ドローンを活用した8K映像のリアルタイム伝送による、ダム管理業務支援及び遭難者探索時や災害発生時の現場検証支援の実証を実施。 ▶ インフラ保守業務の省力化・迅速化を通じ、一連の業務の安全性向上、効率性向上を実現。また、災害対応業務の迅速化を通じ、安全な状況確認、二次災害の抑制を実現	
主な成果	▶ 8Kカメラ搭載ドローンからダム管理センター及び各拠点への 良好な8Kリアルタイム映像伝送を実現 。概ね20~40Mbpsの8K30P映像を安定して伝送可能であることを確認するとともに、 安全かつ効率的な業務を実現できるとのユーザー評価 を得た。 ▶ 遭難者発見（例： 撮影距離47mで93%の検出率 ）を可能にするなど、遠隔でのダムの目視点検及び被災現場でのAI人物検出を実現。	
技術実証	▶ ダム及び周囲の山間地において、傾斜のあるインフラ構造物や水面による反射、山体による反射や遮蔽が、ドローン飛行空間及び山間地での電波伝搬に与える影響を考慮した電波伝搬モデルの精緻化を実施。 ▶ 周波数：4.8-4.9GHz帯（100MHz） 構成：SA方式 利用環境：屋外	
主な成果	▶ ドローン飛行空間 では、基地局アンテナとの距離及び立体的な位置関係により、 自由空間伝搬モデルから2波モデルへ漸近 していくことを確認。 ▶ 山間地域は複数の環境に分類され、地形起伏に起因して 遮蔽が大きいエリアは郊外地に近いS=16dB 、広場や公園等、 整備された空間を含むエリア では、アンテナとの見通しが一部取れるため S=33dB といった 開放地に近い値 が妥当。一方で、 Kは想定していた2dB程度 を考慮することが妥当。	
今後の展開	本実証成果の実装に向けては、点検の精度を高める等のソリューション精度向上が必要。 令和5年度は、引き続きローカル5G環境における追加実証を行うとともに、マニュアルや体制の整備を行う等、実運用に向け自治体と連携して取組む 。ダムをはじめとする他のインフラDX向けの横展開についても検討する。	

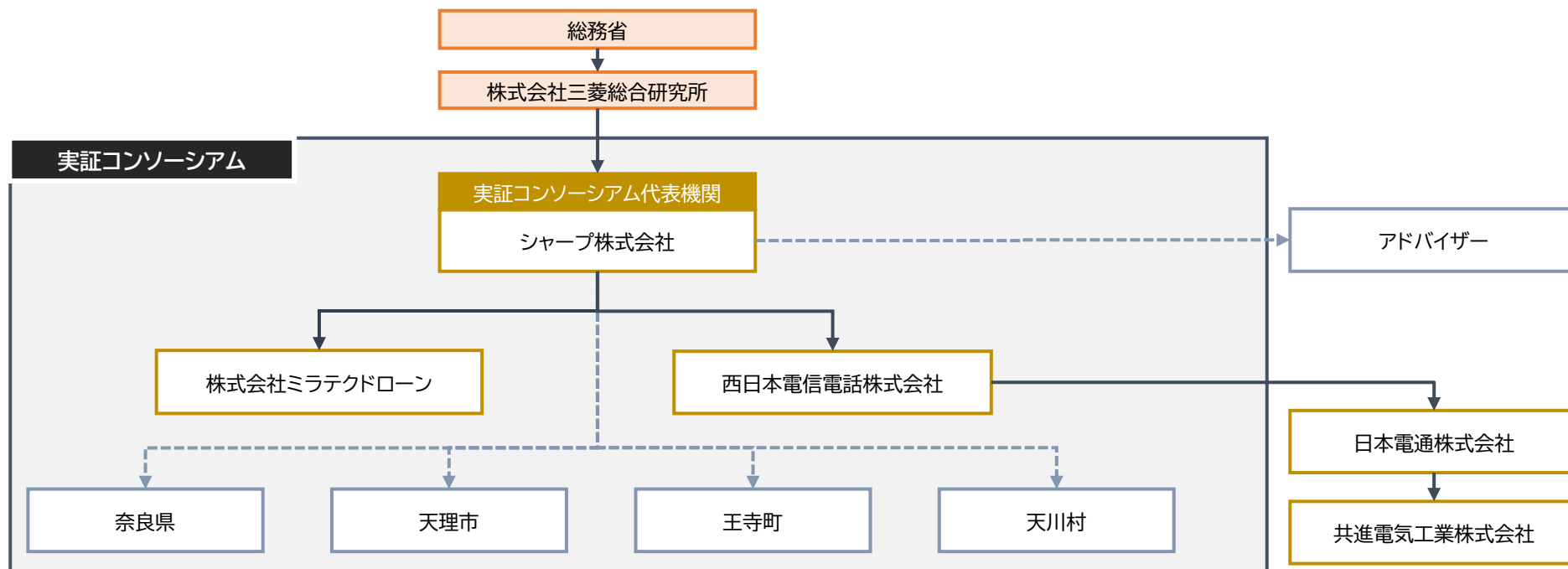
ダム管理業務支援



遭難者探索時や災害発生時の現場検証支援



実施体制



企業・団体名	主な役割	企業・団体名	主な役割
シャープ(株)	代表機関、全体統括、課題実証・技術実証統括、運用検証等	王寺町	オブザーバー、課題実証の評価
西日本電信電話(株)	各拠点間通信ネットワーク構築、技術実証の実施連携等	天川村	オブザーバー、課題実証の評価
(株)ミラテクドローン	ドローンの選定、ドローンの操縦、レポート作成等	日本電通(株)	ローカル5G用関連工事対応
奈良県	課題実証に向けた検証環境の提供(天理ダム)、課題実証の評価等	共進電気工業(株)	ローカル5G用関連工事対応
天理市	課題実証に向けた検証環境の提供(管理区域)、課題実証の評価等		その他、著名な無線伝送技術の先生にアドバイザーを務めて頂いた。

実証環境

対象周波数帯・実施環境

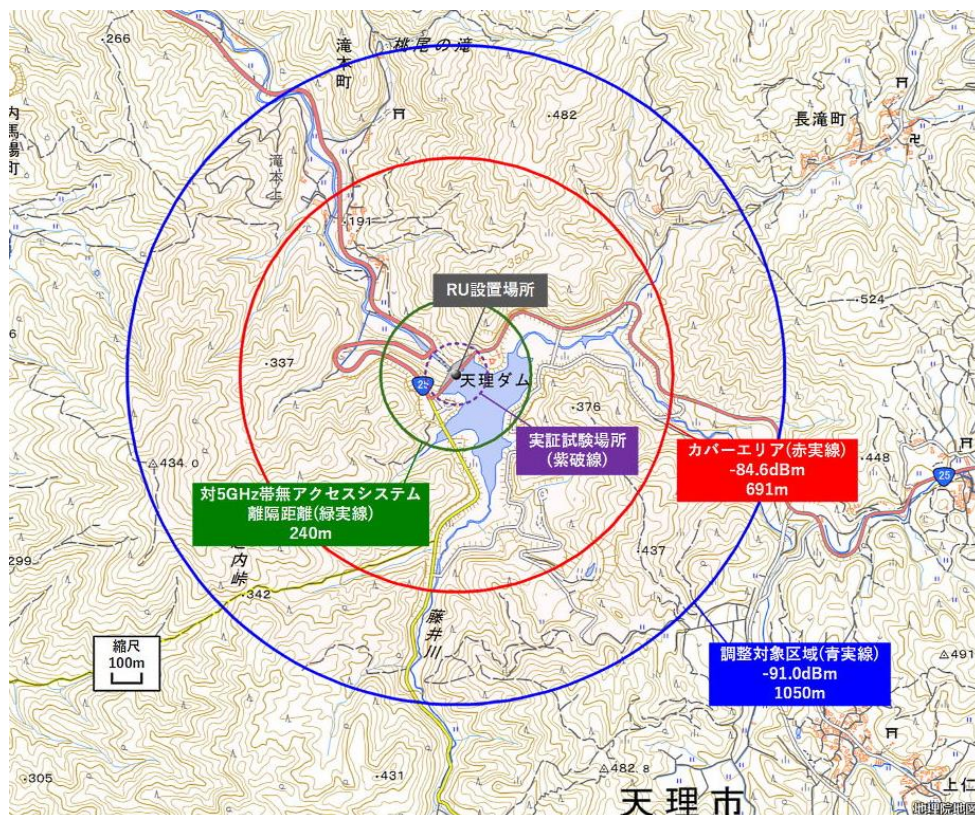
■ 対象周波数帯

4.8GHz～4.9GHz帯の帯域幅100MHz

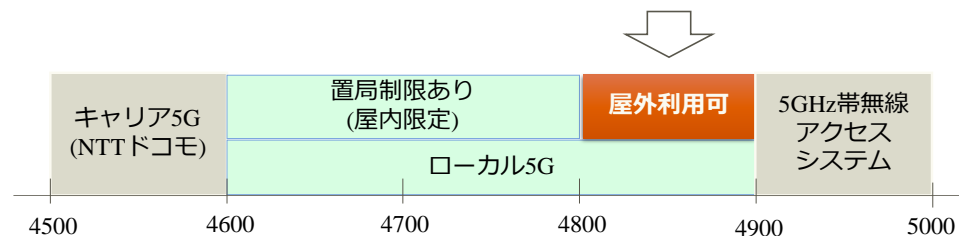
■ 実施環境

奈良県天理市 天理ダムとその周辺の山間地

基地局アンテナ(RU)は天理ダムのクレストゲート上に、
下流向きと上流向きの計2台設置



本実証で使用する帯域



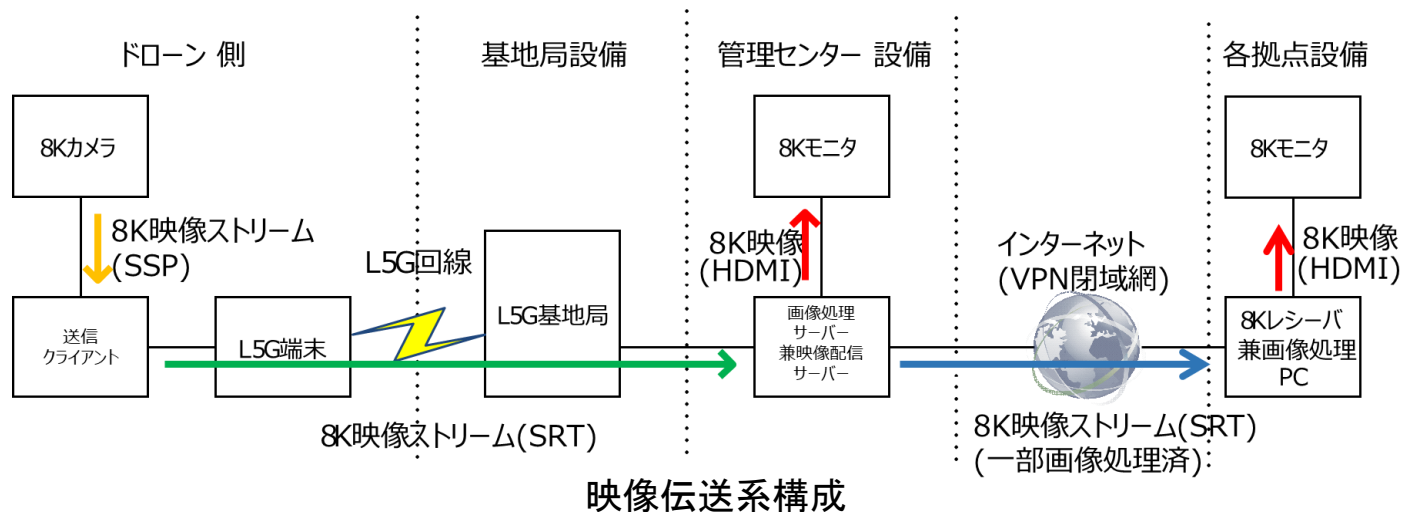
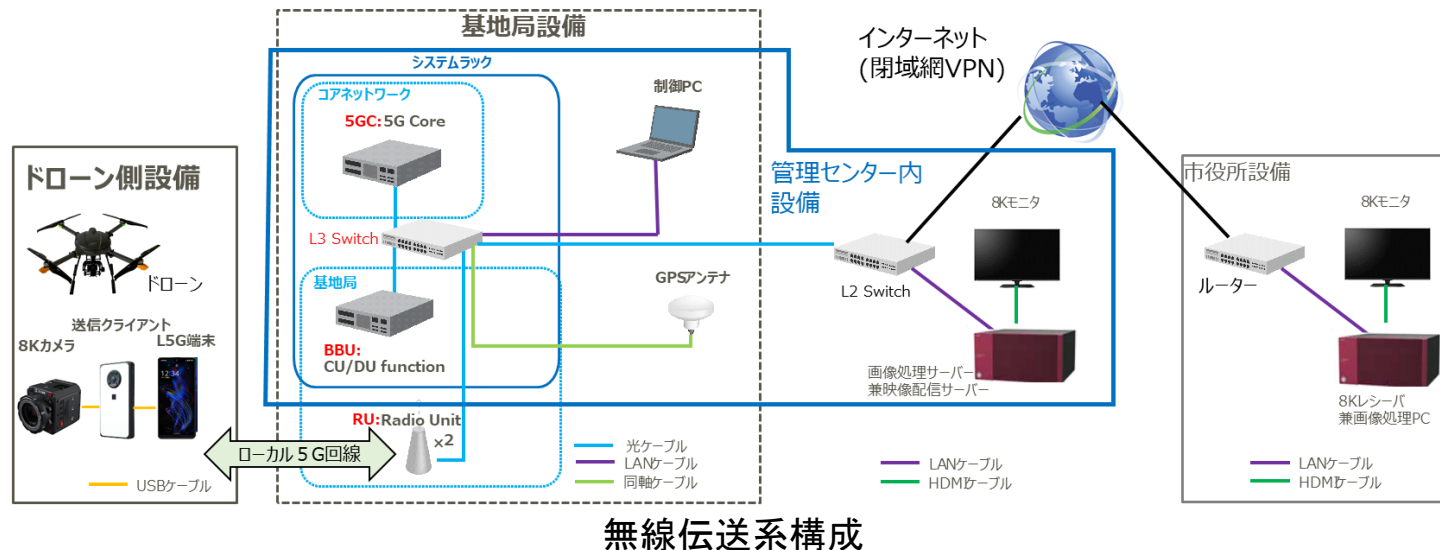
下流側(北西方向)



上流側ダム湖(北東～南方向)

ネットワーク・システム構成

■ ネットワーク・システム構成図



システム機能・性能・要件

■ システム要件

- 実証試験場所エリアにおいて、ドローンから8K映像を乱れなく伝送できる、アップリンク平均スループット80Mbps以上
- ローカル5G端末とダム管理センター設置の8Kデコード&画像処理PCの間のラウンドトリップ時間が200ms以下

■ ローカル5Gシステム機能・性能

- 周波数帯：4.8GHz～4.9GHz帯（中心周波数4.84986GHz）、帯域幅100MHz（占有帯域幅99.72MHz）
- 準同期運用（制度化済みパターン：DDDSUUDSUU）

その他、ローカル5G基地局の諸元は下表の通り

基地局ベースバンドユニット諸元

項目	諸元
対応仕様	3GPP Release 15
ネットワーク方式	5G SA (Standalone)
チャネル帯域幅	100MHz
MIMO対応	下り 4×4 / 上り 2×2
TDD設定	同期対応 (DDDSUUDDDD) 準同期対応 (DDDSUUDSUU) D:Downlink slot, U:Uplink slot, S:Special slot
遅延	10m秒以下
RAN方式	1BBUに3RRU接続(3セル化)可能
接続ユーザー数	384 / 1BBU (128 / RRU)
ハンドオーバー	RRU間サポート (Intra-frequency HO) *Inter-frequency HOについては非サポート
優先制御	5GQI 2, 9に対応
インターフェース	バックホール：NG フロントホール：O-RAN標準規格(option 7.2)
外形寸法	約446(W)×711(D)×87(H) mm
重量	約30kg

基地局リモート無線ユニット諸元

項目	諸元
対応仕様	3GPP Release 15
ネットワーク方式	5G SA (Standalone)
対応バンド	N79 (4.8-4.9GHz)
使用周波数	4.84986GHz
帯域幅	100MHz
MIMO対応	下り 4×4 / 上り 2×2 (8T8R)
変調方式	下り 256QAM / 上り 256QAM
最大空中線電力	24dBm/port
最大EIRP	44dBm
TDD設定	同期対応 (DDDSUUDDDD) 準同期対応 (DDDSUUDSUU) D:Downlink slot, U:Uplink slot, S:Special slot
接続ユーザー数	128
フロントホール	O-RAN標準規格(option 7.2)
時刻同期方法	PTP (IEEE1588v2)
外形寸法	約389.6(W)×389.6(D)×134.9(H) mm
重量	約12kg

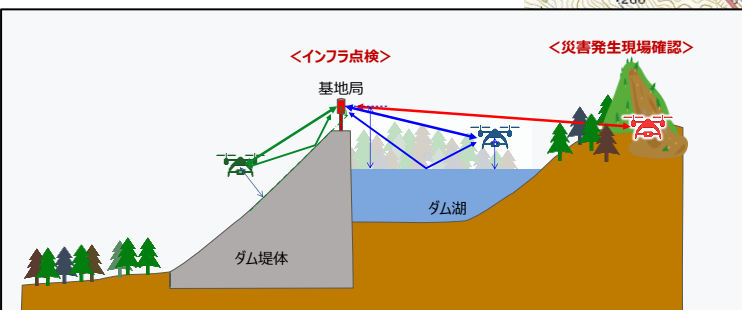
ローカル5Gの電波伝搬特性等に関する技術的検討(技術実証)

技術実証テーマI 電波伝搬モデルの精緻化

■ 課題解決システム活用環境における技術的課題

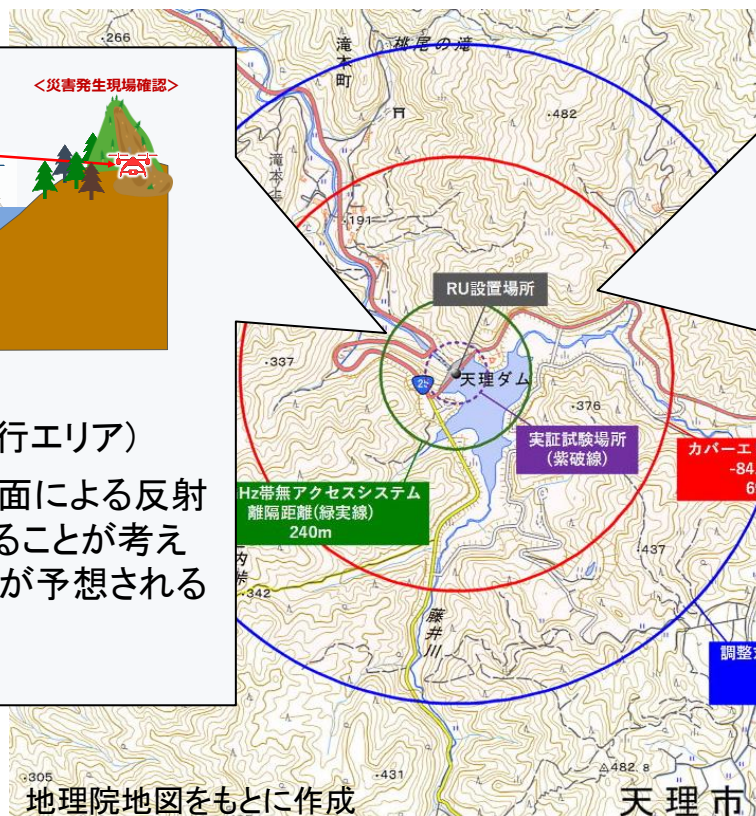
- 本実証環境は、インフラ点検を想定するダム堤体の周囲と、災害発生現場確認を想定するダム堤体より比較的離れた領域を対象とする。ローカル5G端末を搭載したドローンをダムのようなインフラ構造物の周辺を飛行させて点検を行う本提案ソリューションでは、ドローンの飛行空間での**インフラ構造物及び水面等による反射波が電波伝搬特性に強い影響を与える**ことが考えられる。直達波、ダム堤体または湖水面での反射波、そして斜面での反射波が観測されると考えられるが、**直達波とダム堤体／湖水面での反射波の2波の影響が支配的な環境となると予想**され、エリア算出法に定められた計算式から大きく乖離する可能性がある。

■ 実証前仮説



■ ダム堤体の周囲(ドローン飛行エリア)

直達波と、ダム堤体または湖水面による反射波との2波の影響が支配的となることが考えられ、2波モデルに漸近することが予想される

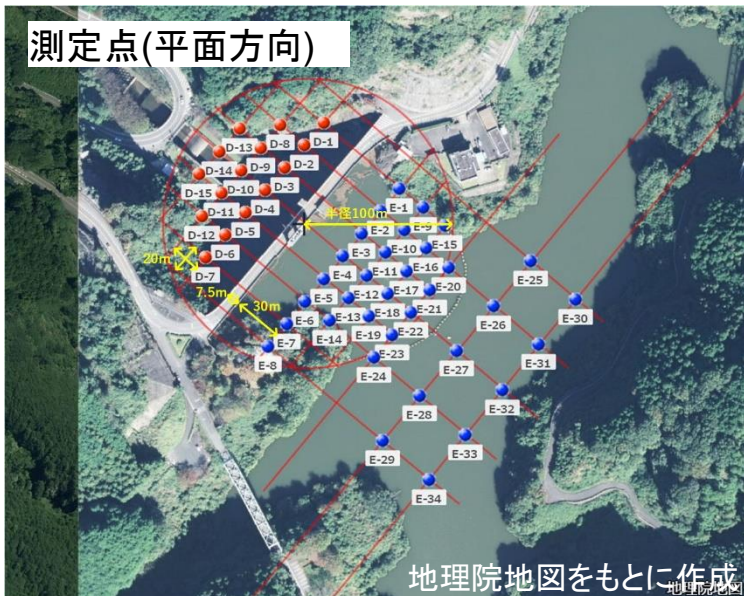


■ ダム堤体より比較的離れた領域 (カバーエリア端、調整対象区域端)

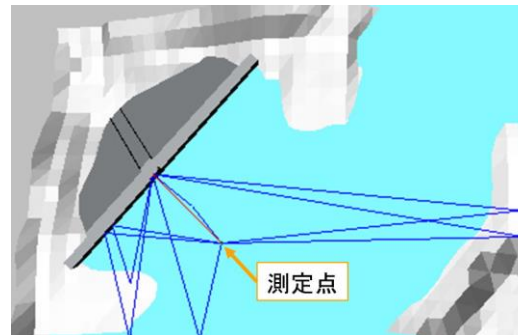
- **K: 山体による複数の反射波の影響があると考えられ、反射波が2～3波観測されると仮定し、Kは2dB程度と予想。**
- **S: カバーエリア端及び調整対象区域端に向かって、ダム下流(北西)側は谷が蛇行しながら下り、上流側もダムから離れるにつれて急激に標高が上がる谷間となっており、**山体及び樹木によって見通し外となる場所が多く、「郊外地」と「開放地」の間の値を取るものと予想**される。周囲の地形の違いから、谷筋に沿って道路の延びる北西、北東及び南～南南東方向については「開放地」に近い25dB程度の値を、それ以外の方向については「郊外地」に近い15dB程度の値を取るものと予想される。**

技術実証テーマI 電波伝搬モデルの精緻化 ～ドローン飛行エリア

■ 測定ポイント及び測定の様子



■ 測定結果及び考察(ダム上流側)

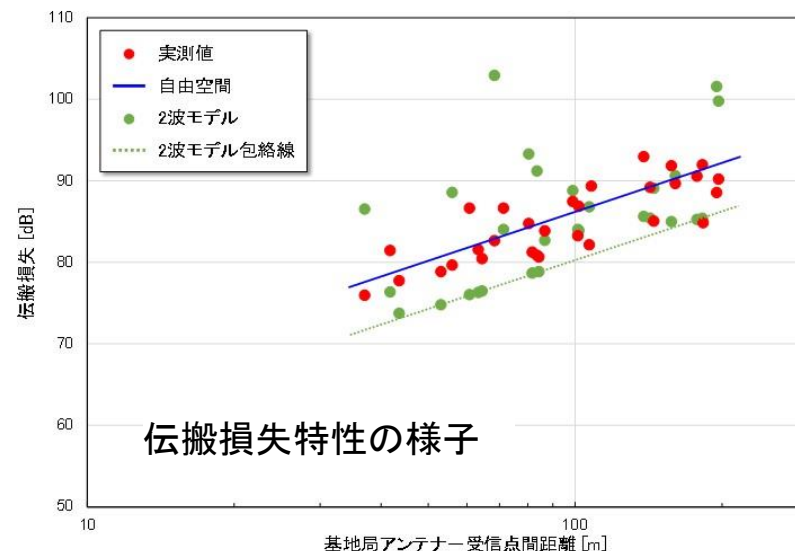
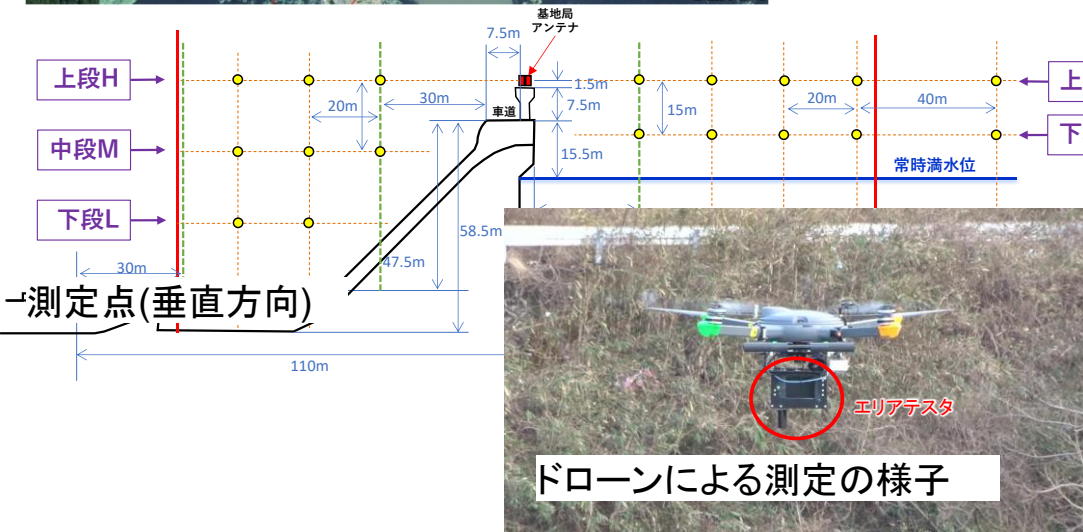


■ 伝搬路シミュレーションの結果からもダム湖面からの反射波が支配的と予想

- 対岸からの反射波も観測される模様だが、影響は軽微と考えられる

■ 実測結果は単純な自由空間伝搬損失ではなく、位置に応じて伝搬損失特性は変化。基地局アンテナから距離が離れるにつれて2波モデルの伝搬損失特性に漸近していく

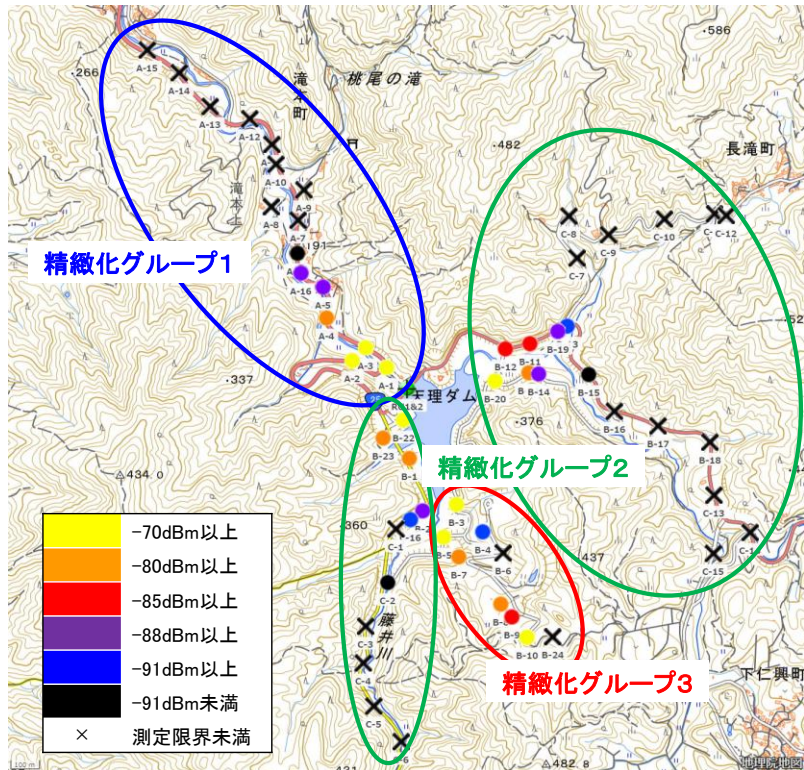
- 下流側についても2波モデルに漸近することを確認



技術実証テーマI 電波伝搬モデルの精緻化 ～周辺エリア

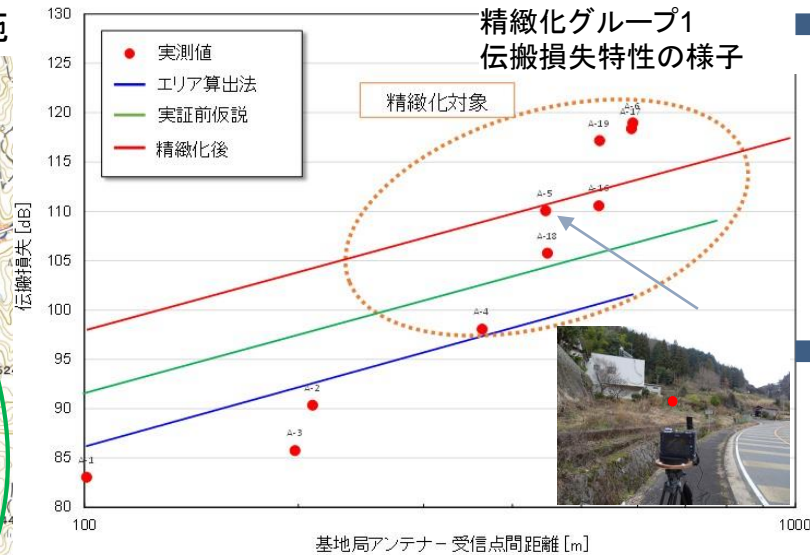
■ 測定ポイント及び測定の様子

周辺の様子からおよそ3方向に分けて精緻化を実施



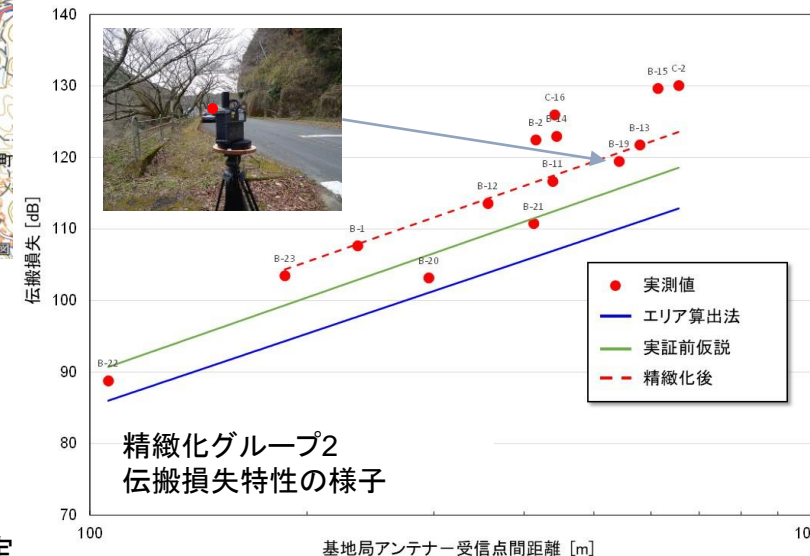
測定器(エリアテスタ)からは十分に離れて測定(人体吸収損8dBの影響を排除)

■ 測定結果及び考察



■ 実証前仮説(S=25)に対して、**S=16**とすることが**妥当との結論**。地形の起伏が想定よりも大きく、山体による遮蔽効果が想定よりも強かったと考えられる

■ Kについては仮説値と同程度(2dB)が妥当と考える(周辺の斜度は20度程度)



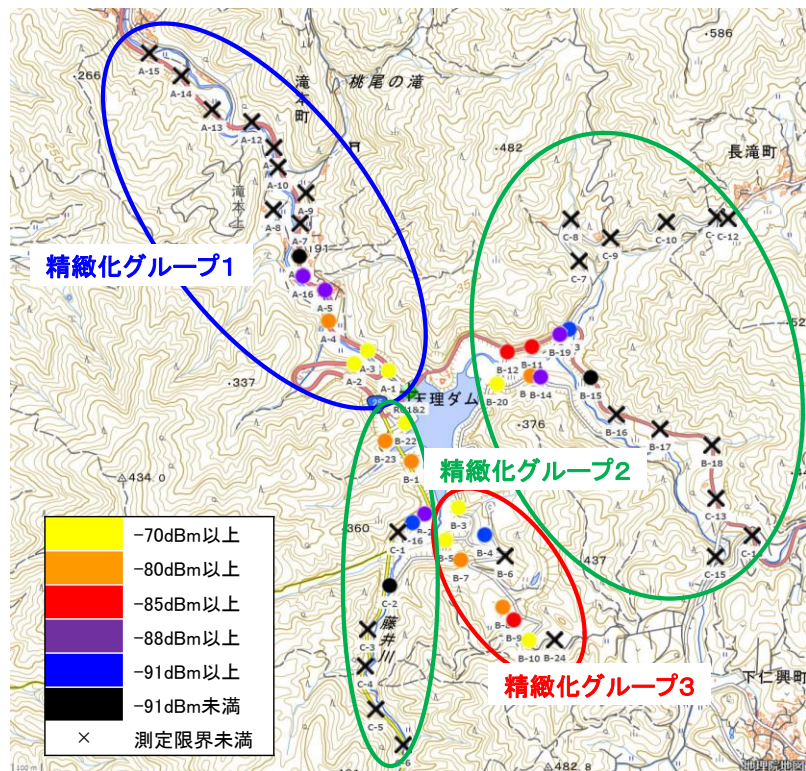
■ 実証前仮説(S=25)に対して、**S=20**とすることが**妥当との結論**。グループ1と比較すれば影響は小さいが、地形の起伏による遮蔽効果が大きい

■ Kについては仮説値と同程度(2dB)が妥当と考える(周辺の斜度は20度程度)

技術実証テーマI 電波伝搬モデルの精緻化 ～周辺エリア

■ 測定ポイント及び測定の様子

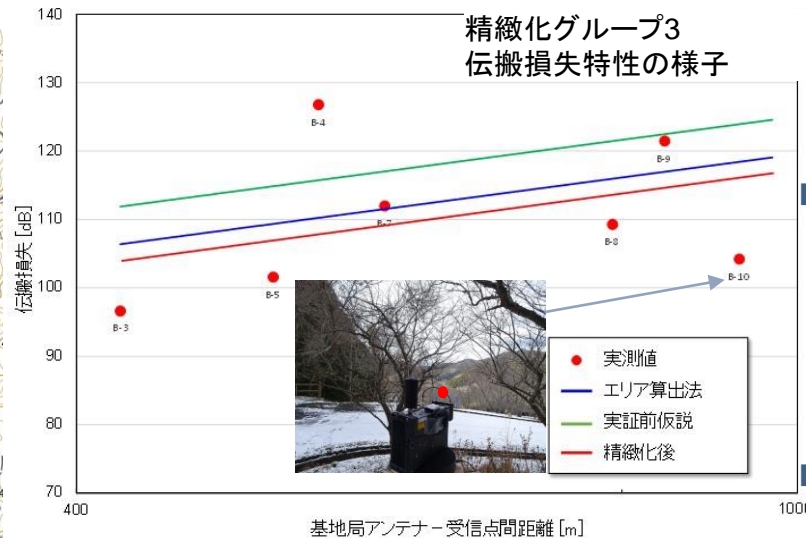
周辺の様子からおおよそ3方向に分けて精緻化を実施



グループ	仮説K値	精緻化後K
1	2.0dB	2.0dB
2,3	2.0dB	2.0dB

グループ	仮説S値	精緻化後S
1	25.0dB	16.0dB
2	25.0dB	20.0dB
3	25.0dB	33.0dB

■ 測定結果及び考察



実証前仮説(S=25)に対して、**S=33とすることが妥当との結論**

■ 広場や公園として整備されているエリアが多く、想定よりも基地局アンテナに対して一部見通しが確保できるためと考えられる

■ Kについては仮説値と同程度(2dB)が妥当と考える(周辺の斜度は20度程度)

■ 精緻化は対象環境を3グループに分けて実施したが、今回対象の山間地域では、グループの中でも、周辺環境には細かい違いがあり、更に細分化すれば、より高精度な精緻化も可能。

■ しかし、エリア設計段階での細分化検討は非常に困難であり、地形データ等からおおよその環境を見積もったうえで、干渉調整エリアを特定するのが妥当と考える。今回対象のような山間地域における測定データの積み重ねが必要と考える。

ローカル5G活用モデルに関する検討(課題実証)

実証概要

実証ア：ダム管理業務支援



- ・要点検箇所の映像抽出
- ・異常箇所の検出



ダム点検アプリケーション

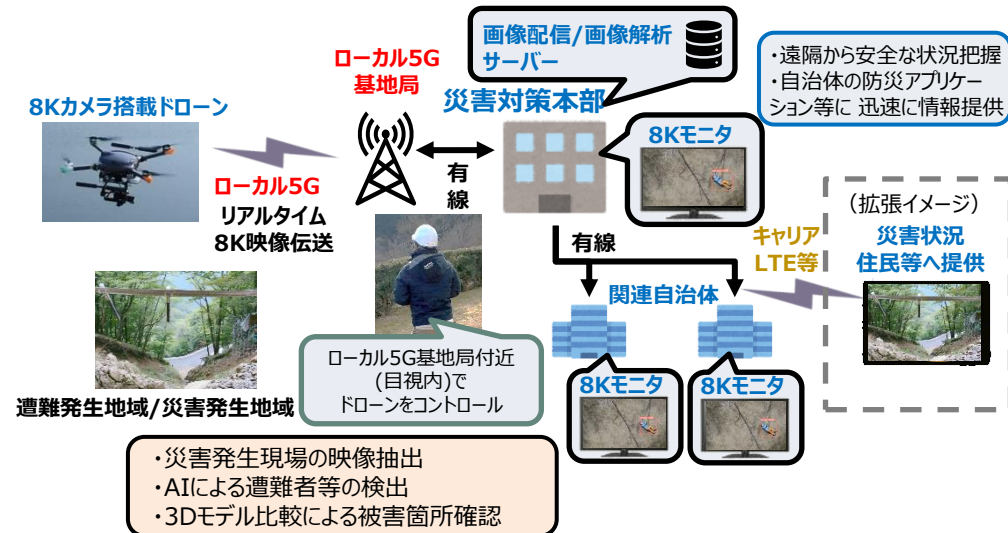
- ・3Dモデル活用による変状確認



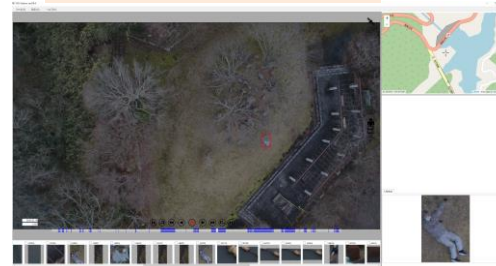
8K画像からの3Dモデル

管理センター及び土木事務所にてドローンからの8Kリアルタイム映像、並びに上記ダム点検アプリケーション、3Dモデルを通じてダム管理業務支援の観点で評価実施。

実証イ：遭難者探索時や災害発生時の現場検証支援



- ・災害発生現場の映像抽出
- ・AIによる遭難者等の検出



災害現場支援アプリケーション

- ・3Dモデル比較による被害箇所確認



8K画像からの測定車両3Dデータ

災害対策本部及び関連自治体にてドローンからの8Kリアルタイム映像、並びに上記災害現場支援アプリケーション、3Dモデル等を用いて、災害時の現場検証支援の観点で評価実施。

ローカル5G活用モデルの有効性等に関する検証

ダム管理業務支援ソリューション 検証結果サマリ

評価・検証項目		目標	検証結果	目標達成状況	考察及び対応策
機能	<ol style="list-style-type: none"> ダム点検映像のリアルタイム伝送 ドローン目視外飛行 ダム点検映像の自動抽出検索 ダム点検映像の自動ヒビ検出 3Dデータ比較 	<ol style="list-style-type: none"> 伝送映像：8K30P 伝送遅延：1分未満 自律飛行時間： 計画差5分以内 カット正解率※：70%以上 切出し正解率※：70%以上 検出率：70%以上 比較精度：15cm未満 	<ol style="list-style-type: none"> 伝送映像：8K30P 伝送遅延：2～3秒 自律飛行時間： 計画差3秒以内 カット正解率※：100% 切出し正解率※：100% 検出率：67% (1～2mm程度のヒビ) 比較精度：4cm程度 (相対比較) 	<ol style="list-style-type: none"> ○ ○ ○ △ ○ 	<ol style="list-style-type: none"> 映像性能・遅延時間とも良好。ユーザからも高い評価を得た。 無人エリアでの良好な自立飛行(レベル3)を確認。 鉄管及び階段を指定物として、良好なシーンカット/対象物の切出しを確認。 ヒビ検出の有効性を確認(ただし、当初目標の70%を下回る) 3Dデータ取得・精度の有効性を確認。 <p><今後の対応策></p> <ul style="list-style-type: none"> AI学習データを充実、AI超解像処理の性能向上により、ヒビ等の検出率向上を図る。 ローカル5G通信ユニットのドローンへの取付け構造改良等により、より安定した8K映像伝送を実現する。
運用	<ol style="list-style-type: none"> 保守点検の安全性・効率性向上 	<ol style="list-style-type: none"> 作業安全向上率：2割以上 作業短縮率：70%以上 点検作業効率化項目： 1項目以上増加 関連マニュアル案作成 	<ol style="list-style-type: none"> 作業安全向上率： アンケートによるユーザ意見抽出を実施 作業短縮率：約34% 点検作業効率化項目： 4項目 関連マニュアル案作成し、 ユーザ意見抽出を実施 	<ol style="list-style-type: none"> △ △ ○ △ 	<ol style="list-style-type: none"> 作業安全向上に寄与することを確認。作業安全への寄与に係る定量化には至らず。 作業短縮への寄与、ソリューションの有効性を確認。 4項目(吸い出し・構造物傾き・道路舗装や不陸・ジャンカ)の効率化確認。 実運用のためには専門知識が必要、といったユーザ意見を確認。 <p><今後の対応策></p> <ul style="list-style-type: none"> 作業安全、短縮への寄与の定量化等の効果見える化を図る。 システム・機器のユーザビリティ改善を図る。 実運用に即した運用体制構築、自治体へのトレーニング等を行う。 技術拡張等により、応用可能性のある作業項目を検討。
効果	<ol style="list-style-type: none"> ダム点検映像の複数人同時観察 多拠点への同時ダム点検映像配信 	<ol style="list-style-type: none"> 観察人数：3名以上 観察評価点：80%以上整合 配信拠点数：3か所以上 配信ズレ：1分未満 	<ol style="list-style-type: none"> 同時観察人数：3名以上 観察評価点： ユーザによる指定した点検場所の確認を実施 同時配信拠点数：1か所 配信ズレ： ユーザによる拠点間相互での操作状況確認を実施 	<ol style="list-style-type: none"> ○ △ 	<ol style="list-style-type: none"> 複数人同時観察が可能であることを確認。映像性能に関し、ユーザから高い評価を得た。 遠隔映像配信が可能であることを確認。ユーザからも高い評価を得た。3拠点それぞれで映像配信確認できたものの、3拠点での同時確認ができなかった。しかし、伝送する映像ビットレートを鑑み、十分に多拠点への同時配信が可能であることを確認。 <p><今後の対応策></p> <ul style="list-style-type: none"> 複数拠点での映像の同時確認を行う。

(※)カット正解率＝図面上に指定物の位置を設定し、選択されたシーン内に、少なくとも1か所に指定物が映っているかどうかの割合

切出し正解率＝図面上に指定物の位置を設定し、選択された複数のシーンに、指定物が映っているシーンがどの程度含まれているかの割合

総評：ローカル5Gを活用して8K映像のリアルタイム映像伝送を実現し、ユーザからも高い評価が得られた。ヒビ等の検出率の向上を図るとともに、運用面での課題に対し、今後継続実証等に改善を図る。

ローカル5G活用モデルの有効性等に関する検証

遭難者探索時や災害発生時の現場検証支援ソリューション 検証結果サマリ

評価・検証項目		目標	検証結果	目標達成状況	考察及び対応策
機能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 災害現場映像のリアルタイム伝送 2. ドローン目視外飛行 3. 災害現場映像の自動抽出検索 4. 災害現場映像の人・建物自動検出 5. 3Dデータ比較 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 伝送映像：8K30P 伝送遅延：1分未満 2. 自律飛行時間： 計画差5分以内 3. カット正解率※：70%以上 切出し正解率※：70%以上 4. 検出率：70%以上 5. 比較精度：15cm未満 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 伝送映像：8K30P 伝送遅延：2～3秒 2. 自律飛行時間： 計画差3秒以内 3. カット正解率※：100% 切出し正解率※：83% 4. 検出率：93%（高度47m） /86%（高度94m） 5. 比較精度：最大誤差約9mm 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ○ 2. ○ 3. ○ 4. ○ 5. ○ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 映像性能・遅延時間とも良好。ユーザからも高い評価を得た。 2. 無人エリアでの良好な自立飛行（レベル3）を確認。 3. 想定遭難者に対して、良好なシーンカット・切出しを確認。 4. 100m程度の高度までであれば、十分な検出率が得られることを確認。 5. 車両を対象物として、良好な3Dデータ比較を実現。ユーザからも高い評価を得た。
運用	<ol style="list-style-type: none"> 1. 災害現場確認の安全性・迅速性向上 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 作業安全向上率：5割以上 2. 作業短縮率：70%以上 3. 関連マニュアル案作成 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 作業安全向上率： アンケートによるユーザ意見抽出を実施 2. 作業短縮率：約20% 3. 関連マニュアル案作成し、ユーザ意見抽出を実施 	<ol style="list-style-type: none"> 1. △ 2. △ 3. △ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 作業安全向上に寄与することを確認。作業安全への寄与に係る定量化には至らず。 2. ユーザ意見から、作業短縮への寄与、ソリューションの有効性を確認。 3. 実運用のためには専門知識が必要、といったユーザ意見を確認。 <p><今後の対応策></p> <ul style="list-style-type: none"> ・作業安全、短縮への寄与の定量化等の効果見える化を図る。 ・システム・機器のユーザビリティ改善。 ・実運用に即した運用体制構築、自治体へのトレーニング等を行う。 ・いつでもどこでも発生するかわからない災害へ対応すべく、移動式基地局を検討。
効果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 災害現場情報を住民へ配信提供 2. 多拠点への同時災害現場映像配信 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配信人数：50名以上 配信遅延：10分未満 2. 配信拠点数：3か所以上 配信ズレ：1分未満 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配信人数：1か所 配信遅延： 実務上支障ない品質であることを確認 2. 配信拠点数：1か所 配信ズレ： ユーザによる拠点間相互での操作状況確認を実施 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ー 2. △ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本実証事業では、スマホ/タブレットではなく、遠隔拠点でのディスプレイ上で映像配信が可能であることを確認。 2. 遠隔映像配信が可能であることを確認。ユーザからも高い評価を得た。3拠点それぞれで映像配信確認できたものの、3拠点での同時確認ができなかった。しかし、伝送する映像ビットレートを鑑み、十分に多拠点への同時配信が可能であることを確認。 <p><今後の対応策></p> <ul style="list-style-type: none"> ・スマホ/タブレットへの配信に係る技術検討。 ・複数拠点での映像の同時確認。

(※)カット正解率＝想定遭難者が映っている一続きのフレームのまとまり(カット)の中で、少なくとも1回は想定遭難者を検出ができていたかどうかの割合
切出し正解率＝人物が検出されたとする箇所のうち、想定遭難者に対して検出されているかどうかの割合

総評：ローカル5Gを活用して8K映像のリアルタイム映像伝送を実現し、ユーザからも高い評価が得られた。運用面での課題に対しては、今後継続実証等に改善を図る。

ローカル5G活用モデルの実装性に関する検証

経済性・市場性の検証

例：実証ア 一式あたり

令和5年度想定提供価格

イニシャルコスト(費目)	単位(千円)	ランニングコスト(費目)	単位(千円)
ローカル5Gシステム一式	22,200千円	ローカル5G運用費	1,560千円
VPNイニシャル一式	3,480千円	VPNランニング一式	1,008千円
ドローン導入一式	5,640千円	ドローン運用	4,440千円
映像配信装置一式	6,840千円	ソフトメンテナンス等	4,838千円
合計	38,160千円	合計	11,846千円
参考)令和9年度見込み	31,081千円	参考)令和9年度見込み	9,649千円

- 現在ダムの年間の点検費用(規模に依存)は、約2～3,000千円程度(外部委託が中心)であり、想定提供価格(左記参照)とは乖離がある状況であることを検証。今後、以下の取組みを行い、自治体が導入できるソリューションを実現する。
- ✓ 今後、更なるコストダウンを行う
 - ✓ 安全性・効率性への寄与度を定量化する(効果見える化)
 - ✓ 自治体とともに、補助金等の活用を検討する

運用スキーム・ビジネスモデルの検証

- 実装・横展開に向けた運用スキーム・ビジネスモデルを以下の通り検証。ユーザからの意見として、実運用のためには「専門性の高い知識が必要」といった声があった。本ソリューションの実装・横展開に向けては、適切な運用体制の構築が重要となる

ニーズ	高所など人が立ち入ることができないような場所での点検
ローカル5Gの有効性	大容量伝送並びに通信環境が十分でない箇所でも通信エリアを構築可能
運用スキーム	本コンソーシアム3社がサービス提供者となる
免許人	ダム管理団体ないしサービス提供者(外部委託等含む)

- また、本ソリューションでもたらされる安全性・効率性向上のユーザ期待が高い評価となった。右表の試算結果等をもとに、今後、安全性・効率性への寄与度を定量化(効果見える化)して、発信する。

<ダム点検の省人化効果(ダム堤体側の全面点検時)>

	従来の詳細点検	本ソリューションでの点検
準備・撤収時間	約1時間	35分(バッテリー交換含)
点検時間	約6時間	30分
レポート作成	約30分	実質0分 (ローカル5G転送時間考慮)
合計時間	約7.5時間	65分
作業量	2人日 (2名、1日)	1.5人日 (3名、半日)
備考	打音検査可能	打音検査不可

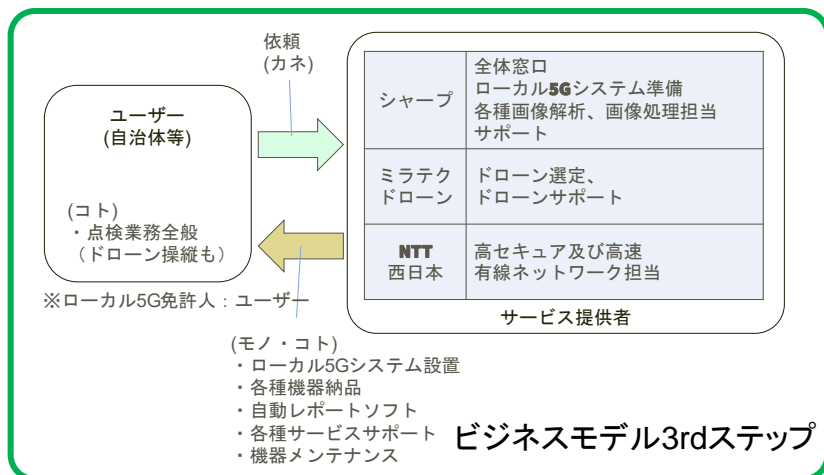
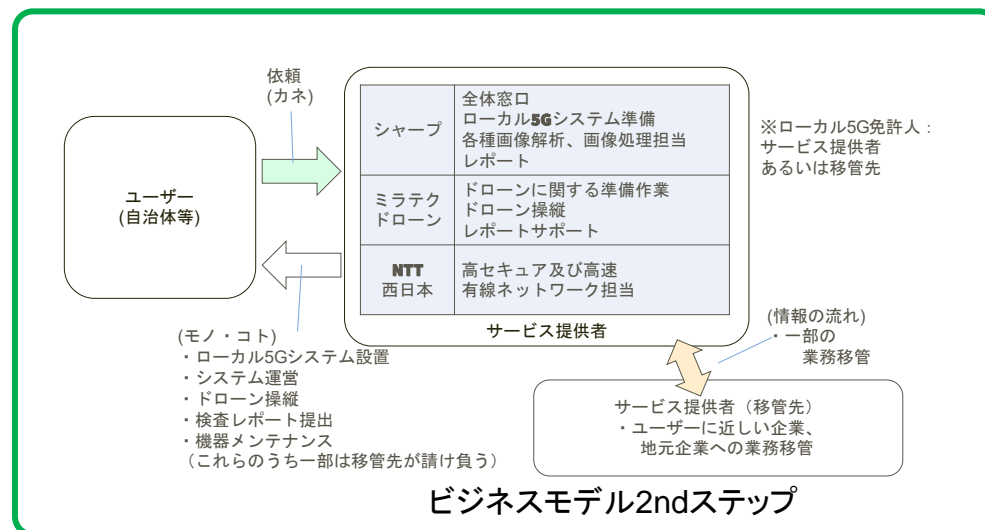
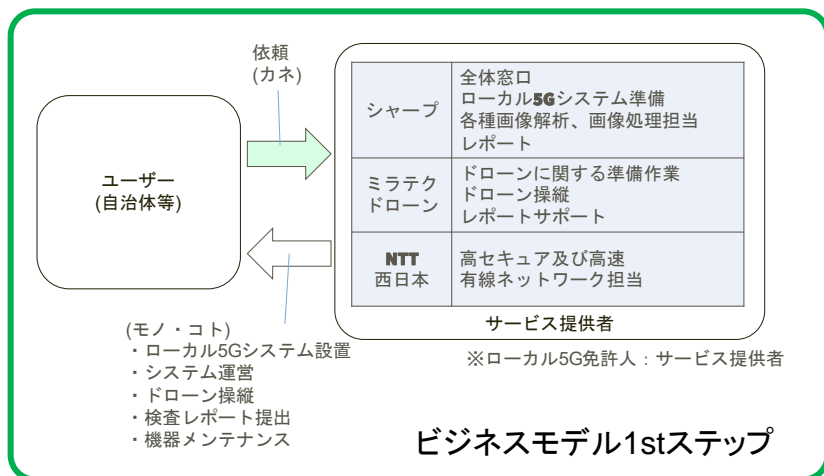
<災害時の早期発見による人命救助効果>

	従来の災害時調査	本ソリューションでの調査
人数	10名	3名
日数	1.5日(12時間)	0.5日(6時間)
作業量	15人日	1.5人日

ローカル5G活用モデルの実装性に関する検証

ローカル5G活用モデル

実証ア:ダム管理業務支援



当面のビジネスモデルは左上図の1stステップを想定している。自治体からの依頼(外部委託)を受け、当コンソーシアムメンバーがサービス提供者となって実施する。

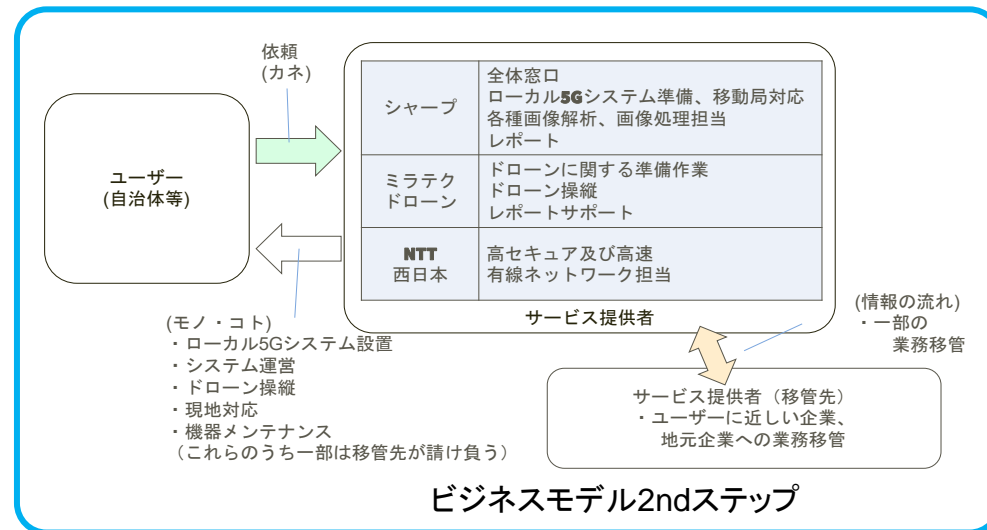
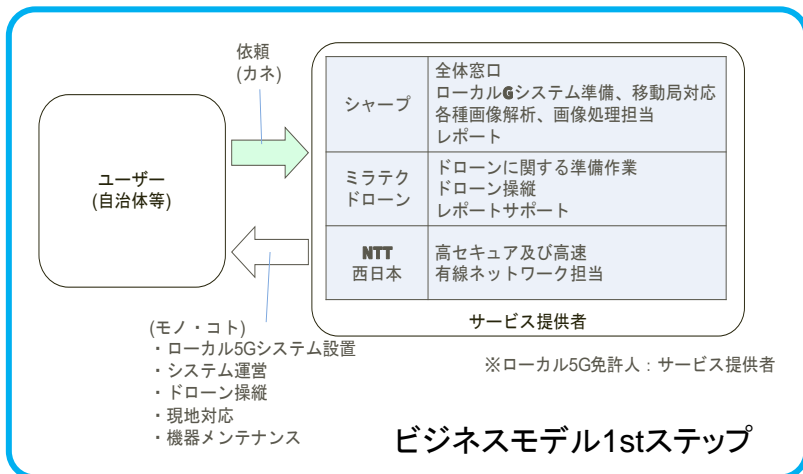
案件が増えると、当コンソーシアムメンバーだけでは対応が難しくなるため、業務の一部を地元企業などへの業務移管も踏まえた展開を予定している。

なお、ユーザー単独で点検業務を実施する3rdステップは、法整備面やドローン免許など、各自治体で対応しなければならない課題も多いためこのビジネスモデルに至るにはもう少し時間を要するものとする。

ローカル5G活用モデルの実装性に関する検証

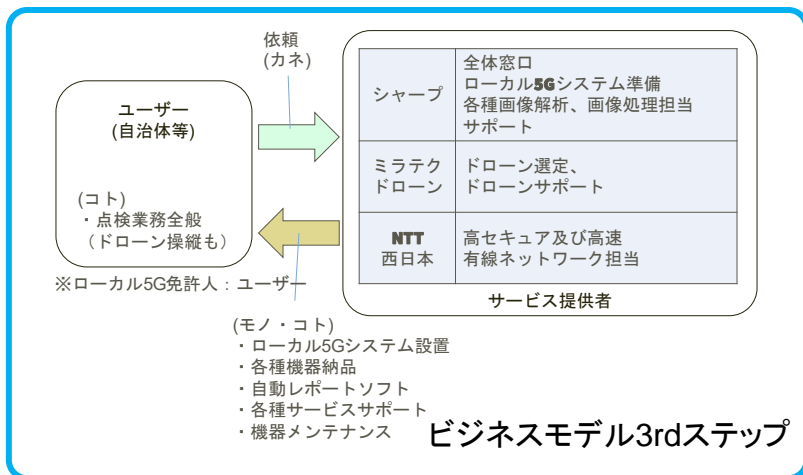
ローカル5G活用モデル

実証イ：災害発生時の現場検証支援



実証イのビジネスモデルについても、
 実証アと同様、3つのステップを想定する。

実証イに関しては即時性が重要なソリューションであるため、
 できるだけ早く地元企業が一部の業務を担う2ndステップへの移行が
 望ましいと考える。

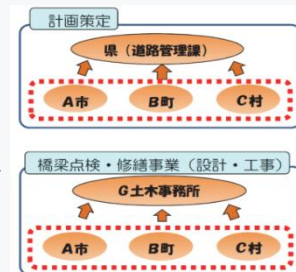


ローカル5G活用モデルの実装に係る課題の抽出及び解決策の検討

コンソーシアムメンバーの自治体、並びに県内土木事務所員に行った本システム導入・共有化のヒアリング結果

- 奈良モデル※を参考にしたシェアリングやノウハウ共有によるコスト削減の可能性を検証した。
- 県内の土木事務所間で、既にドローンや各種測定機器、重機など共有利用されていることがわかった。特に共有利用しやすい8Kカメラ搭載ドローンはイニシャルコスト削減にも寄与し、加えて、ダムのみならず他のインフラ点検などにも流用できる可能性も高い。
- ローカル5Gシステムは、共有自体、物理的に可能ではあるものの、移設により発生するコストや免許人選定などの付帯業務などを鑑みると、依然ハードルが高い。
- コンソーシアムメンバーの自治体、県内の土木事務所員等へのヒアリング結果を以下に示す。

(※)奈良モデル：
自治体が管理する橋梁点検や修繕事業への支援体制として、奈良県では「奈良モデル」と称する「市町村合併に代わる奈良県という地域にふさわしい行政のしくみ」を導入している。
出所)平成21年度「奈良モデル」検討報告書



(実証ア)ダムの点検管理業務支援			ヒアリング結果
共有	機材	ドローン	共有は可能。ただ、ダムに限定するのではなく、他の案件にも幅広く共有できる。
	技術者	ドローン操縦者	既に研修会を受けたものもあり、実際に操縦できるものもある。
	ノウハウ	技術者研修、講習会	
計画	とりまとめ	ダム管轄事務所等	主に計画調整課がとりまとめをしている。また橋梁については市町村管理のものや河川管理課が管理しているものもあり、それぞれが独自に点検している。
	協議対象	対象自治体、コンソーシアムメンバー	
運用	マネージメント	ダムを管轄する県管理事務所等による窓口	ローカル5Gの活用という点ではまだ運用は難しい。土木事務所だけでハンドリング不可。またそのまま他のダム等への共有も、8Kカメラやドローンの展開はできてもL5Gの空中利用自体、法整備が未だな状況では、どうすることもできない。
	マニュアル	本実証にて基本マニュアル作成展開	
	委託	他地域委託、部分的な民間外部委託	
(実証イ)遭難者探索や災害発生時の現場検証支援			ヒアリング結果
共有	機材	ドローン、移動式のローカル5G基地局	非常に興味深い。ドローンを飛ばせるものもあるが多くはない。移動式基地局は免許必要なのか。
	技術者	ドローン操縦者、移動式基地局運用技術者	
	ノウハウ	技術者研修、講習会	
計画	とりまとめ	県災害対策本部等	規模にもよるので一概に言えない。
	協議対象	対象自治体、コンソーシアムメンバー	
運用	マネージメント	災害対策等の県管理事務所等による窓口	迅速に展開することが重要。これができれば、省人化など非常に効果があると思う。ただ、法的にまだ本運用ができないのであれば、議論の余地もない。
	マニュアル	本実証にて基本マニュアル作成展開	
	委託	他地域委託、部分的な民間外部委託	

ローカル5G活用モデルの実装・普及展開

実証・普及展開シナリオ

○ダム付近及び山間地にローカル5G環境を構築し、ドローンを活用した8K映像のリアルタイム伝送による、ダム管理業務支援及び遭難者探索時や災害発生時の現場検証支援を本コンソーシアムを中心に、早々に実現していく。またインフラ保守業務の省力化・迅速化を通じ、一連の業務の安全性向上、効率性向上を実現。加えて、災害対応業務の迅速化を通じ、安全な状況確認、二次災害の抑制を実現する。

○実装・横展開の実現には、費用対効果が重要であるので、費用、効果の両面からシナリオを検討する。

費用：導入コストのコストダウン(件数の増加、生産力の向上)：年度毎に約5%のコストダウンを見込む。

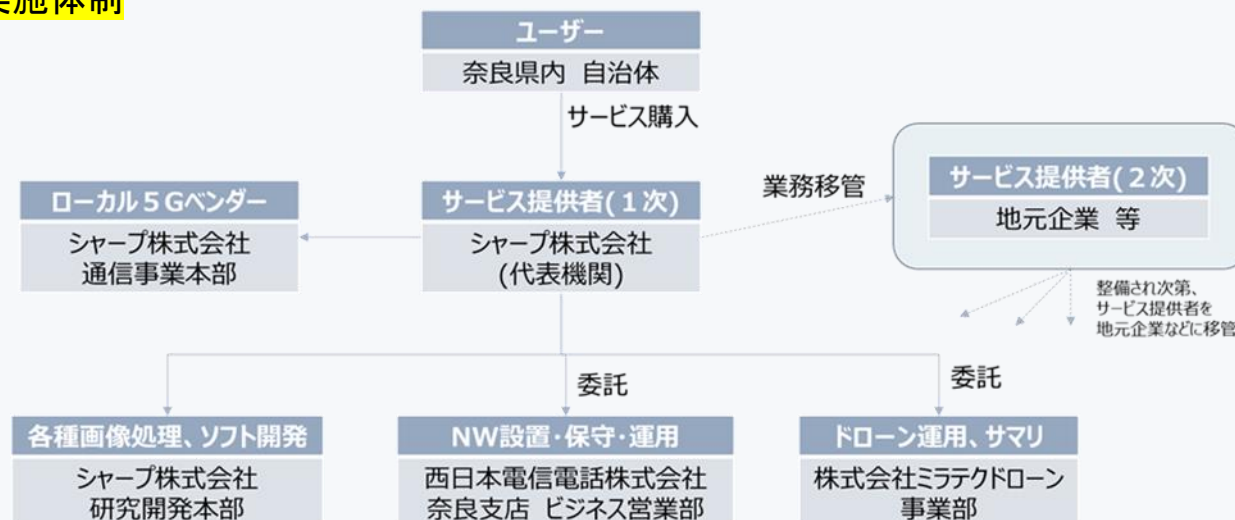
ランニングコストのコストダウン(セットの流用活用→ソリューション横展開)：年度毎に約5%のコストダウンを見込む。

効果：準備時間を含む作業時間の削減(作業のマニュアル化→簡便な操作、UIの改良)

ユースケースの更なる創出(遠隔地からのドローン操縦(目視外飛行が可能なパイロットの教育))

安全性・効率性等の効果の見える化(定常点検と比較してのメリット等)

実施体制



実施体制は引き続き当コンソーシアムメンバーがサービス提供者として推進する。

案件が増加すると、当コンソーシアムメンバーだけでは対応が不十分になることから、適宜、地元企業へ一部業務の移管も実施する。

ローカル5G活用モデルの実装・普及展開

実装計画・収支計画

○実装計画及び収支計画を以下表に示す。実装を確実にするための取組みを実施するとともに、ルールメイキングの観点で、ローカル5Gの上空利用のニーズや必要性を積極的にアピールすることで貢献する。

		令和4年度 (2022)	令和5年度 (2023)	令和6年度 (2024)	令和7年度 (2025)	令和8年度 (2026)	令和9年度 (2027)		
実装計画	実証ア ダム の点検管理業務支援ソリューション	開発実証	実験局運用	民間企業への横展開(実験局運用)			コンソ内自治体の別施設での横展開実証	他自治体への横展開実証	
			課題への対応(システム完成度向上、ルールメイキングへの貢献、低コスト化等)						
			実装に向けた交渉・調整	実装試行	実装				
	実証イ 遭難者探索や災害発生時の現場検証支援ソリューション	開発実証			コンソ内自治体での実装			県内自治体での実装	県外自治体での実装
			課題への対応(システム完成度向上ルール、メイキングへの貢献、低コスト化等)						
	ローカル5Gシステム	開発実証	実装						
	(1)ユーザーから得る対価	—	44,083	64,387	124,040	176,699	233,432		
	(2)補助金・交付金	—	0	0	0	0	0		
	(3)収入((1)+(2))	—	44,083	64,387	124,040	176,699	233,432		
	(4)ネットワーク設置費	—	21,400	20,330	48,628	64,544	78,746		
(5)ネットワーク運用費	—	3,210	5,083	8,056	11,032	18,920			
(6)ソリューション購入費	—	15,950	18,668	32,129	44,198	64,020			
(7)ソリューション開発費	—	6,048	9,576	14,555	19,013	32,841			
(8)支出((4)+(5)+(6)+(7))	—	46,608	53,656	103,367	138,786	194,527			
(9)収支((3)-(8))	—	-2,525	10,731	20,674	37,913	38,904			

まとめ

まとめ

■ 技術実証

○検証成果：* ドローン飛行空間では、基地局アンテナとの距離及び立体的な位置関係により、自由空間伝搬モデルから2波モデルへの漸近を確認。

* 山間地域は複数の環境に分類され、地形起伏に起因して基地局アンテナとの遮蔽が大きいエリアは郊外地に近い $S=16\text{dB}$ 、広場や公園等、整備された空間を含むエリアでは、アンテナとの見通しが一部取れるため $S=33\text{dB}$ といった開放地に近い値が妥当となる。一方で、Kについては想定していた 2dB 程度を考慮することが妥当。

○今後の課題：* ドローン上空利用に向けた上空からの与干渉影響の評価、周辺山間地域で更なるデータ測定を進め、将来横展開に向けたカバーエリア/干渉調整エリア算定精度向上を図る。

精緻化まとめ

グループ	仮説K値	精緻化後K
1	2.0dB	2.0dB
2,3	2.0dB	2.0dB

グループ	仮説S値	精緻化後S
1	25.0dB	16.0dB
2	25.0dB	20.0dB
3	25.0dB	33.0dB

■ 課題実証

○検証成果：* 良好な8Kリアルタイム映像を各拠点へ伝送を実現。

* 遠隔からの点検業務や災害時の状況確認も可能となり、安全面、省人化、効率向上に大きく貢献。

○今後の課題：* より安定した伝送を可能にするために、アンテナの指向性、ドローンの構造など改良を図る。

* AIを用いた超解像処理等、映像解析技術の性能を高め、ソリューションの高度化を図る。

* 安全性・効率性等の効果の効果見える化、システム・機器のユーザビリティ改善等を図る。

■ 実装・普及展開

○実装計画：* 実証ア) 次年度以降も民間企業の導入も含めた実装を計画

* 実証イ) 引き続き自治体とも連携図り、法整備なども鑑み、令和7年度頃からの実装を計画。

○普及に向けた今後の活動：

* ローカル5Gの空中利用や、移動式基地局など、新たな法整備に向けては、ニーズや必要性を積極的にアピール等、積極的な普及活動により、ルールメイキングへの貢献を図る。