DX 実施のための通信環境運用マニュアル

(第1.1版)

令和7年2月

国土交通省 北陸地方整備局

飯豊山系砂防事務所

【改定履歴】

令和6年2月 第1.0版 策定

- 令和7年2月 第1.1版 改訂
- ・DX 通信適合性チェックシートを追加
- ・Starlink に関する記載を時点更新

目次

1. はじめに	1
1.1 本マニュアルの目的	1
1.2 通信環境構築指針	1
1.3 DX 実施における通信環境の役割	1
1.4 DX 通信適合性チェック	2
2. 通信環境構築の方法	15
2.1 通信環境構築の全体像	
2.2 現場条件の確認	
2.3 通信方式の選定	24
2.4 通信環境のシステム構成	
2.5 機器・資機材の選定・調達	
2.6 機器・資機材の設置・接続	
3. 通信環境構築の Q&A	53
4. 通信環境を活用した DX	60
4.1 各通信方式と DX 施策との関係性	60
4.2 通信環境を活用した DX の実施事例の紹介	61
4.3 DX 施策導入における留意事項	64
5. 通信環境の構築事例	66
5.1 システム構成	
5.2 調達機器・費用	67

1. はじめに

1.1 本マニュアルの目的

飯豊山系砂防事務所(以下、「事務所」という。)では、砂防事業における生産性や安全性の向 上を図るべく、事務所管内でのインフラ DX を推進しています。

DX 施策には、インターネット通信環境を必要とするものが多くあります。しかしながら、砂防工事現場は狭隘な山間部に立地しており、携帯電話が繋がりにくかったり、通信事業者の光回線の敷設が困難であったりするため、インターネット通信環境を活用した DX 施策の実現が課題でした。

そこで、事務所では、砂防工事現場における DX 推進を目的として、砂防工事を担う土木施工 業者(以下、「受注者」という。)がインターネット通信環境を構築・運用するために必要な知識・ 手順を整理した「DX 実施のための通信環境運用マニュアル」(以下、「本マニュアル」という。) を作成しました。

1.2 通信環境構築指針

土木施工業者の皆様が通信環境を構築するに当たり必要な調査、機器選定等の指針について「2. 通信環境構築の方法」に手順と指針を整理しました。また、それらを実施する際によくある疑問 と回答を「3. 通信環境構築の Q&A」に整理しました。砂防工事現場におけるインターネット 接続環境導入の際の参考としてください。

なお、事務所管内の砂防工事現場でインフラ DX を実施するための通信環境構築の費用は、事 務所が負担します。事務所の費用負担に基づき、受注者の責任で通信環境を構築(機器・資機材 の選定・調達・設置・運用・撤去の一式を含む)してください。

また、想定する費用は、本マニュアルにおける機器・資機材を利用したシステム構成について レンタルで調達する場合として、契約後に工事の変更を行います。

表 1 DX 実施に係る費用分担

立場	費用負担	通信環境構築
発注者 (事務所)	0	
受注者		0

1.3 DX 実施における通信環境の役割

インターネット通信環境を構築することにより、従来は物理的な移動を介して情報のやり取り を行っていたところについて現場の映像やデータを遠隔地にリアルタイムで配信し、生産性や安 全性の向上を図ることができます。

R5年度に通信環境を活用した DX の実証試験を行いました。この効果の具体例について、「4. 通信環境を活用した DX」にて紹介します。

1.4 DX 通信適合性チェック

(1) DX 通信適合性チェックシートの提供

効果的な DX を行うには、実施したい DX 施策に合わせた実施に必要な通信環境の性能(速度・安定性)、通信環境の構築範囲、インターネット接続方式を検討する必要があります。一 方で、これらの検討には現場環境(地形、植生等)、電気通信特性(見通し等)を考慮する 必要があります。

そこで、現場環境と実施したい DX などを入力することでどのような通信環境構築方針と するのがよいか判定できる「DX 通信適合性チェックシート」を用意しています。

別添の Excel に条件を入力することで簡易的に通信環境構築方針を検討することができま す。チェックシートで判定の上、通信環境構築方針、費用等について発注者(事務所)まで ご相談ください。

なお、本判定において示す「ICT 施工実施時の方針」は簡易的な条件入力に基づくものであり、 実際の実現可能性は現地にて衛星捕捉数等実施条件の確認を行った上で最終的な判断をお願いし ます。

	[1	チェック入力	説明	備考	
				良好:全域で常時最大強度	
1 現	見場での携帯電波受信状況	不可	現場の携帯電波受信状況を選択してください。	可:不安定、微弱な場合がある	
				不可:電波を受信できない	
2 実	ミ施したいDX項目				
3	ICT施工	0	ICT施工を実施する予定がある場合、"○"を選択してください。	例 MC/MGの実施	
4	緊急連絡手段の確保	0	現地での緊急連絡手段としてIP電話、ショートメッセージ (LINE等)を活用したい場合、"○"を選択してください。	例 IP電話による緊急連絡	
5	遠隔気象観測	0	現場の気象状況、水位等、計測機器による遠隔監視を行い たい場合、"〇"を選択してください。	例 気温、風向風速、水位等監視	
6	遠隔映像監視	0	現場の状況を遠隔地からカメラ映像などにより安全管理を したい場合、"○"を選択してください。	例 現地天候監視	
7	IoT設備の導入	0	遠隔地からコンクリート養生制御等、IoT設備による監視制	例 コンクリート養牛制御 等	
8 9 10 地	ク: 地では計画 マニュアル	参考での構	築推奨: 飯豊山系砂防事務所にご相談の上、 境の構築をご検討ください。	「DX実施のための通信環境	運用マニュアル」を参考にì
8 9 10 地 11	ク・ 称: 古計1回 	参考での構	築推奨: 飯豊山系砂防事務所にご相談の上、 境の構築をご検討ください。	「DX実施のための通信環境:	運用マニュアル」を参考に込
8 9 10 地 11 12	ク1 林心口計11回 ^{(形・植} インターネッ 1	参考での構 ット接続回線	築推奨: 飯豊山系砂防事務所にご相談の上、 境の構築をご検討ください。 Starlink: Starlinkにより100Mbps程度の高速D	「DX実施のための通信環境: 回線を安定して利用可能です	運用マニュアル」を参考に <u>ì</u> 。
8 9 10地 11 12 13	ク・ 称: 古計11回 	参考での構 ット接続回線 DX項目に対応	築推奨: 飯豊山系砂防事務所にご相談の上、 境の構築をご検討ください。 Starlink: Starlinkにより100Mbps程度の高速D	「DX実施のための通信環境: 回線を安定して利用可能です	運用マニュアル」を参考に <u>`</u>
8 9 10 地 11 12 13 13 14 工 15	ク1 RC G 計 IUU UR: - 福 インターネ: 3 実施したいE	参考での構 yト接続回線 DX項目に対応 スポット	築推奨: ^{飯豊山系砂防事務所にご相談の上、 境の構築をご検討ください。 Starlink: Starlinkにより100Mbps程度の高速 でする通信環境構築範囲 構築推奨: 休憩所・工事稼働箇所近傍でのスポ}	「DX実施のための通信環境 回線を安定して利用可能です ットでの通信環境構築を検討	運用マニュアル」を参考に込 。 すください。

(2) チェックシート入力条件について

チェックシートには以下の入力項目があります。携帯電話受信状況、実施したいDX項目、 地形・植生状況、工事規模について、現地条件および工事計画を元に入力ください。

lo.	項目	チェック入力	説明	備考
				良好:全域で常時最大強
1	現場での携帯電波受信状況	良好	現場の携帯電波受信状況を選択してください。	可:不安定、微弱な場合
				不可:電波を受信できな
2	実施したいDX項目			
3	」ICT施工	0	ICT施工を実施する予定がある場合、"○"を選択してください。	例 MC/MGの実施
4	- 緊急連絡手段の確保	0	現地での緊急連絡手段としてIP電話、ショートメッセージ (LINE等)を活用したい場合、"〇"を選択してください。	例 IP電話による緊急連
5	遠隔気象観測	0	現場の気象状況、水位等、計測機器による遠隔監視を行い たい場合、"〇"を選択してください。	例 気温、風向風速、水
6	遠隔映像監視	0	現場の状況を遠隔地からカメラ映像などにより安全管理を したい場合、"〇"を選択してください。	例 現地天候監視
7	/ IoT設備の導入	0	遠隔地からコンクリート養生制御等、IoT設備による監視制 御を行いたい場合、"○"を選択してください。	例 コンクリート養生制
8	クラウドサービスの導入	0	クラウドサービスを利用したDXを実施したい場合、"〇"を 選択してください。	例 出来形管理 等
9	這隔臨場	0	出来高確認に遠隔臨場を活用したい場合、"○"を選択して ください。	例 映像でのリモート会
10) 地形・植生状況			
11	施工現場内での見通し	良好	施工現場内や工事用道路における見通しを選択してくださ い。	良好: 概ね見通しがある 可: 植生の伐採等、条件 通しが確保できる。 不可: 地形・植生により えにくい場所が多い。
12	? 着工後の植生伐採可否	0	着工後に植生の伐採が可能な場合、"〇"を選択してください。	×の場合の例:国立公園 当初計画の伐採以外不許
13	1 上空開度	良好	施工現場内や工事用道路における上空開度を選択してくだ さい。	良好:概ね開けている。 可:植生の伐採等、条件 空開度が確保できる。 不可:地形・植生により が得られない。
14				
15	「工事用道路	単年	工事用道路の施工年数を選択してください。	
16	; 施工範囲(全長)	500m未満	工事全体での施工範囲(全庁を)を選択してください。	
17	 全体での工事年数	1年	工事全体での施工期間を選択してください。	

1) 現場での携帯電波受信状況の入力

現場の携帯電波受信状況を選択してください。現地での確認の他、Web サイト上で概略 を確認することも可能です。

- 良好:全域で常時最大強度で受信できる。
- ・ 可:不安定、微弱な場合がある。
- 不可:電波を受信できない。

携帯キャリアエリアマップ統合版



< 携帯キャリアエリア情報: https://dev.k-tai.biz/mobile_area>

2) 実施したい DX 項目の入力

工事現場で実施する予定の DX 施策を選択してください。選択肢の中にない場合でもインターネットに接続することで何らかの DX を実施したい場合、「クラウドサービスの導入」等任意の項目を選択してください。

- ・ ICT 施工: ICT 施工を実施する予定がある場合、"〇"を選択してください。
- ・ 緊急連絡手段の確保:現地での緊急連絡手段として IP 電話、ショートメッセージ (LINE 等)を活用したい場合、"〇"を選択してください。
- ・ 遠隔気象観測:現場の気象状況、水位等、計測機器による遠隔監視を行いたい場合、
 "○"を選択してください。
- ・ 遠隔映像監視:現場の状況を遠隔地からカメラ映像などにより安全管理をしたい場合、"〇"を選択してください。
- ・ IoT 設備の導入: 遠隔地からコンクリート養生制御等、IoT 設備による監視制御を 行いたい場合、"〇"を選択してください。
- クラウドサービスの導入:クラウドサービスを利用した DX を実施したい場合、"
 〇"を選択してください。
- ・ 遠隔臨場:出来高確認に遠隔臨場を活用したい場合、"〇"を選択してください。

3) 地形・植生状況の入力

工事予定箇所の地形・植生状況を、以下を目安に入力してください。

ア 施工現場内での見通しの入力

施工現場内や工事用道路における見通しを選択してください。見通しがよいと通信機器(無線LAN アクセスポイント等)必要数が少なく、DX 施策の費用対効果がよくなります。また、機器数が少ないと通信環境の構築が容易であり、本マニュアルによる通信環境構築の適用性が高くなります。

- ・ 良好:概ね見通しがある。
- ・ 可:植生の伐採等、条件により見通しが確保できる。
- ・ 不可:地形・植生により見通しがえにくい場所が多い。

イ 着工後の植生伐採可否

着工後に植生の伐採が可能な場合、"〇"を選択してください。国有林でブナの伐採が禁止されている場合、工事用地取得範囲が限られており伐採による見通し改善が難しい場合は"×"を選択してください。

着工後に植生の伐採が可能な場合、見通しや上空開度の改善を図ることができ、ICT 施工(GNSS 測位)や無線 LAN アクセスポイント数の削減が見込めます。

ウ 上空開度

施工現場内や工事用道路における上空開度を選択してください。

- ・ 良好:概ね開けている。
- ・ 可:植生の伐採等、条件により上空開度が確保できる。
- ・ 不可:地形・植生により上空開度が得られない。



例1 見通し良好、上空開度良好



例2 伐採により見通し・上空開度確保が可 能



例3見通し、上空開度が得られない

4) 工事規模

工事計画に従い工事規模を入力してください。

- 工事用道路:工事用道路の施工年数を選択してください。
- 施工範囲(全長):工事全体での施工範囲(全長)を選択してください。
- 全体での工事年数:工事全体での施工期間を選択してください。

(3) チェックシートによる判定について

入力した条件に基づき通信環境の適合性を判定します。総合評価は大きく3種類あります。

1) 判定結果1:マニュアル参考での構築推奨

比較的簡易に通信環境を構築できるため、飯豊山系砂防事務所にご相談の上、本マニュ アルを参考に通信環境の構築をご検討ください。主に通信環境の構築範囲が比較的狭い (アクセスポイント2か所程度)場合、本判定となります。

【判定例:梅花皮沢第5号砂防堰堤工事現場(予定箇所)】

GNSS 測位が難しいため小規模な通信環境構築により DX を実施

総合評価					
マニュアル参考での構築推奨:	飯豊山系砂防事務所にご相談の上、「DX実施のための通信環境運用マニュアル」を参考に通信環 境の構築をご検討ください。				
インターネット接続回線					
Starlink :	Starlinkにより100Mbps程度の高速回線を安定して利用可能です。				
実施したいDX項目に対応する通信	実施したいDX項目に対応する通信環境構築範囲				
スポット構築推奨:	休憩所・工事稼働箇所近傍でのスポットでの通信環境構築を検討ください。				
ICT施工実施時の方針					
TS(杭ナビ等)によるMG/MC:	TS(杭ナビ等)を用いたローカル座標によるICT施工が可能です。				

No.	項目	チェック入力	説明	備考
				良好:全域で常時最大強度
1	現場での携帯電波受信状況	不可	現場の携帯電波受信状況を選択してください。	可:不安定、微弱な場合か
				不可:電波を受信できない
2	実施したいDX項目			
3	ICT施工	0	ICT施工を実施する予定がある場合、"○"を選択してくださ	例 MC/MGの宇施
		Ŭ	L'o	() (ind) ind () (ind
4	緊急連絡手段の確保	0	現地での緊急連絡手段としてIP電話、ショートメッセージ	例 IP雷話による緊急連絡
	STEREORE STEREOR	Ŭ	(LINE等)を活用したい場合、"○"を選択してください。	101 II PENDICOLO SPRIEKEN
5	這隔气魚銅測	0	現場の気象状況、水位等、計測機器による遠隔監視を行い	例 气温 風向風速 水位
5	人当時である。	Ŭ	たい場合、"○"を選択してください。	121 入1/111、/34/14)/34/14、小口
6	造腐脏体断细	0	現場の状況を遠隔地からカメラ映像などにより安全管理を	例 用地干候監想
0	J型149 K大 184 mm 170	0	したい場合、"○"を選択してください。	// 机地入陕血抗
7	して砂佐の道う	0	遠隔地からコンクリート養生制御等、IoT設備による監視制	例 コンクリート養生制約
	同の今八	0	御を行いたい場合、"○"を選択してください。	「「「コンシリー」の企工の」
0	クニカドサービスの道り	0	クラウドサービスを利用したDXを実施したい場合、"○"を	例 山本彩飾研 笠
0	シンジドリーヒスの導入	0	選択してください。	山木ル昌埕 守
0	法回路担	_	出来高確認に遠隔臨場を活用したい場合、"○"を選択して	
9	201,149,166,469	0	ください。	10月 映像でのサモード云画
10	地形・植生状況			
				良好:概ね見通しがある。
			拡工現得市め工事の送除における目通しも源相してくおさ	可:植生の伐採等、条件に
11	施工現場内での見通し	不可	施工現場内や工事用道路における見通しを選択してくたさ	通しが確保できる。
			v 'o	不可:地形・植生によりり
				えにくい場所が多い。
10	美工後の結片供参支本	~	着工後に植生の伐採が可能な場合、"〇"を選択してくださ	×の場合の例:国立公園P
12	相上版の他工成体内省		U.	当初計画の伐採以外不許で
				良好:概ね開けている。
			佐丁理想中や丁東田洋吹にわけてもの頭座を溜行してくが	可:植生の伐採等、条件に
13	上空開度	不可	ルエ売物的で工事用理由にわりる王空囲反を選択してくた よい。	空開度が確保できる。
			5 U.O	不可:地形・植生により」
				が得られない。
14	工事規模			
15	工事用道路	単年	工事用道路の施工年数を選択してください。	
16	施工範囲(全長)	1km以上	工事全体での施工範囲(全庁を)を選択してください。	
17	全体での工事年数	3年以上	工事全体での施工期間を選択してください。	

2) 判定結果2:専門家による検討推奨

通信環境の構築には専門的な知識が必要な可能性が高いため、飯豊山系砂防事務所にご 相談の上、専門業者に費用対効果の評価、設計・構築を依頼することを検討ください。

主に通信環境の構築範囲が比較的広い(アクセスポイント3か所以上)場合に本判定となります。ICT 施工(GNSS)を実施可能(上空開度確保)かつ携帯電話圏外の場合などが該当します。

【判定例:藤沢川第3号砂防堰堤工事現場】

ICT 施工(GNSS)の実施が可能だが、工事規模が大きく通信環境の構築範囲が広いため

総合評価			
専門家による検討推奨:	通信環境の構築に 計・構築を依頼す	には専門的な知識が必要な可能性が高いため、専門業 -ることを検討ください。	者に費用対効果の評価、設
インターネット接続回線			
Starlink :	Starlinkにより10	0Mbps程度の高速回線を安定して利用可能です。	
ミ施したいDX項目に対応する通信!	環境構築範囲		
全域構築検討:	ネットワークRTM	くの適用性が高く、施工範囲をカバーする通信環境の	構築を検討ください。
CT施工実施時の方針 トワークRTK-GNSSによるMG/MC:	ネットワークRTH	くによるICT施工を実施できる可能性があります。	
X通信適合性チェックシート			
No. 項目	チェック入力	説明	備考
1 現場での携帯電波受信状況	不可	現場の携帯電波受信状況を選択してください。	良好:全域で常時最大強度 可:不安定、微弱な場合がある 不可:電波を受信できない
2 実施したいDX項目			
	_	ICT施工を実施する予定がある場合、"○"を選択してくださ	

o	項目	チェック入力	説明	備考
1	現場での携帯電波受信状況	不可	現場の携帯電波受信状況を選択してください。	良好:全域で常時最大強 可:不安定、微弱な場合 不可:電波を受信できな
2	実施したいDX項目			
3	ICT施工	0	ICT施工を実施する予定がある場合、"○"を選択してください。	例 MC/MGの実施
4	緊急連絡手段の確保	0	現地での緊急連絡手段としてIP電話、ショートメッセージ (LINE等)を活用したい場合、"○"を選択してください。	例 IP電話による緊急連
5	遠隔気象観測	0	現場の気象状況、水位等、計測機器による遠隔監視を行い たい場合、"〇"を選択してください。	例 気温、風向風速、水
6	遠隔映像監視	0	現場の状況を遠隔地からカメラ映像などにより安全管理を したい場合、"○"を選択してください。	例 現地天候監視
7	loT設備の導入	0	遠隔地からコンクリート養生制御等、IoT設備による監視制 御を行いたい場合、"〇"を選択してください。	例 コンクリート養生制
8	クラウドサービスの導入	0	クラウドサービスを利用したDXを実施したい場合、"〇"を 選択してください。	例 出来形管理 等
9	遠隔臨場	0	出来高確認に遠隔臨場を活用したい場合、"○"を選択して ください。	例 映像でのリモート会
10	地形・植生状況			
11	施工現場内での見通し	良好	施工現場内や工事用道路における見通しを選択してくださ い。	良好:概ね見通しがある。 可:植生の伐採等、条件 通しが確保できる。 不可:地形・植生により えにくい場所が多い。
12	着工後の植生伐採可否	0	着工後に植生の伐採が可能な場合、"○"を選択してくださ い。	×の場合の例:国立公園 当初計画の伐採以外不許
13	上空開度	良好	施工現場内や工事用道路における上空開度を選択してくだ さい。	 良好: 概ね開けている。 可:植生の伐採等、条件 空開度が確保できる。 不可:地形・植生により、 が得られない。
14	工事規模			
15	工事用道路	単年	工事用道路の施工年数を選択してください。	
16	施工範囲(全長)	1km以上	工事全体での施工範囲(全庁を)を選択してください。	
17	全体での工事年数	3年以上	工事全体での施工期間を選択してください。	

3) 判定結果3:新規構築不要

既存の携帯電話網を利用できる場合、特にDX 施策を実施しない場合、新規の通信環境 構築は不要です。

【判定例:令和6年度小川沢砂防堰堤工事現場】

工事現場全体が携帯電話電波受信良好のため、新規通信環境構築不要

総合評価	
新規構築不要:	既存の携帯電話網を利用できるため、新規の通信環境構築は不要です。
インターネット接続回線	
4G/5G:	携帯電話により高速回線を利用ください。実施するDXの要件により高速回線が必要な場合、5G提 供エリアか確認の上、必要によりStarlinkでの構築を検討ください。
実施したいDX項目に対応する通信現	景境構築範囲
新規構築不要:	携帯電話によるインターネット接続を活用してネットワークRTKを実施ください。
ICT施工実施時の方針	

ネットワークRTK-GNSSによるMG/MC: ネットワークRTKによるICT施工を実施できる可能性があります。

DX通信適合性チェックシート

lo.	項目	チェック入力	説明	備考
				良好:全域で常時最大強度
1	現場での携帯電波受信状況	良好	現場の携帯電波受信状況を選択してください。	可:不安定、微弱な場合がある
				不可:電波を受信できない
2	実施したいDX項目			
2	107#-7	_	ICT施工を実施する予定がある場合、"○"を選択してくださ	
3	に「旭工	0	い。	11列 MC/MGの美施
4	取らす妙エのの夜の	_	現地での緊急連絡手段としてIP電話、ショートメッセージ	例 10 電話/-トス取合:市纳
4	紫忌連給于权の唯体	0	(LINE等)を活用したい場合、"○"を選択してください。	17月 IP电話による緊急連給
-	生痘与各細胞	_	現場の気象状況、水位等、計測機器による遠隔監視を行い	
5	退쪰丸源観測	0	たい場合、"○"を選択してください。	11列 丸温、風回風迷、水114寺1
~	法店店休乐场	<u>_</u>	現場の状況を遠隔地からカメラ映像などにより安全管理を	网耳中古
6	退闸吠傢監倪	0	したい場合、"○"を選択してください。	171 現地大俠監倪
7	して記述の道う	<u>_</u>	遠隔地からコンクリート養生制御等、IoT設備による監視制	例 コンクリート美生型の 笠
(101 設備の導入	0	御を行いたい場合、"○"を選択してください。	19] コンクリート養生制御 寺
0	ちった ビリー パラ の道り	_	クラウドサービスを利用したDXを実施したい場合、"〇"を	(Tel 1) to the text data temp data
ö	3 クラウドサービスの導入	□ 選択してください。	選択してください。	例 出来形管理 等
0	・上市には	_	出来高確認に遠隔臨場を活用したい場合、"○"を選択して	回 … ゆざのリエ しん逆 泣
9	遠隔臨場 C	返賊闘場 ○ ください。	ください。	1例 映像でのリモート会議 寺
10	地形・植生状況			
				良好:概ね見通しがある。
			佐て四垣中心で東田洋吹におはて日落した際のしてくおと	可:植生の伐採等、条件によ
11	施工現場内での見通し	良好	施工現場内や工事用連路における見通しを選択してくたさ	通しが確保できる。
		U ¹ 0	(°o	不可:地形・植生により見通
				えにくい場所が多い。
10	美工後の結片供が可不	_	着工後に植生の伐採が可能な場合、"○"を選択してくださ	×の場合の例:国立公園内の
12	有工体の恒生1次体可省	0	1. No	当初計画の伐採以外不許可
				良好:概ね開けている。
		上空開度 良好	施工現場内や工事用道路における上空開度を選択してくだ	可:植生の伐採等、条件によ
13	上空開度			空開度が確保できる。
			⊂ v '₀	不可:地形・植生により上空
				が得られない。
14	工事規模			
15	工事用道路	単年	工事用道路の施工年数を選択してください。	
16	施工範囲(全長)	1km以上	工事全体での施工範囲(全庁を)を選択してください。	
17	合体での工事年数	2年1月上	工事会はつの施工期間を認知してください	

(4) 適合性評価詳細について

現場条件に基づき総合評価を判定する元となった通信環境構築の実現性等、適行政の評価 結果詳細が合わせて出力されます。通信環境構築を引き続き検討する際の参考としてくださ い。

適合性の評価結果詳細

① Starlinkによるインターネット接続構築	<u>ب</u>
必要:	携帯電話圏外のため、インフラDXの推進、緊急連絡手段確保等の安全性向上のため、Starlinkによる通信環境構築が必要で す。
② RTK実現可能性	
実現性低:	上空開度が得られないため衛星の捕捉ができず、RTKの実現可能性が低いです。
③ 無線LAN適用性	
適用性高:	見通しがよく地形・植生による支障が小さいため、無線LANの適用性が高いです。
④ ネットワークRTKによるICT施工の適用	可能性
適用性低:	上空開度が得られずGNSS衛星が捕捉できないためネットワークRTKによるICT施工の実現可能性が低いです。
⑤ 通信環境の構築範囲	
スポット構築推奨:	休憩所・工事稼働箇所近傍でのスポットでの通信環境構築を検討ください。
⑥ 通信環境に必要な速度、実現方法	
1Mbps未満: 	ICT施工やIoTによる監視制御では通信量が少ないため、通信安定性が必要な一方で通信速度は低速でも支障ありません。任 意の接続手段により実現できます。
⑦ 通信環境に必要な安定性、実現方法	
常時安定接続:	ICT施工やIoTによる監視制御には高い安定性が必要です。高い携帯電話強度、Starlinkの安定接続に必要な十分な上空開度、 現場内での見通し等、通信安定に必要な要因を十分に確認ください。
⑧ 通信環境の新規構築難易度	
容易:	Starlink等を活用し、部分的に通信環境を構築することは比較的容易に実現できます。
⑨ 通信環境の調達方針	
購入:	複数年工事で通信環境を利用する場合、通信機器を購入したほうが費用対効果が高い場合があります。

1) Starlink によるインターネット接続構築

以下の三段階で判定されます。

- ・ **必要** 携帯電話圏外、かつ何らかの DX 施策を実施しようとする場合、必要 となります。
- ・ **要検討** 携帯電話の電波強度が安定しない場合、かつ何らかの DX 施策を実施 しようとする場合、安定した通信環境を得るため Starlink の導入を検討すること が望ましい。
- 不要 携帯電話圏内の場合、新たなインターネット接続環境の構築は不要となる。

2) RTK 実現可能性

以下の二段階で判定されます。

- 実現可 施工現場にて上空開度が得られ衛星捕捉可能な場合、実現可能と判定 される。上空開度が得られない場合においても、植生の伐採により上空開度を得ら れる可能性がある場合、実現可能と判定される。
- ・ **実現性低** 上空開度が得られない場合、または植生の伐採ができず上空開度の改 善が得られない場合、実現性低と判定される。
- 3) 無線 LAN 適用性

以下の二段階で判定されます。

- 適用性高 見通しがよく地形・植生による支障が小さい場合、または植生の伐採
 により見通し確保が期待できる場合、適用性高と判定される。
- ・ **適用性低** 地形・植生により見通しが悪いく、植生の伐採による見通し改善が期 待できない場合、適用性低と判定される。
- 4) ネットワーク RTK による ICT 施工の適用可能性

以下の三段階で判定されます。

- ・ 適用性高 RTK 実現可能性が高く、かつ無線 LAN 適用性が高い場合、適用性高 と判定される。
- ・ 適用性低 RTK 実現可能性、無線 LAN 適用性のいずれかの適用性が低い場合、 適用性低と判定される。
- ・ 検討対象外 ICT 施工を実施しない場合、検討対象外と判定される。

5) 通信環境の構築範囲

以下の三段階で判定されます。

- ・ 全域構築検討 ICT 施工実施を希望し、かつネットワーク RTK の実現可能 性が高い場合、全域構築検討と判定される。
- ・ スポット構築推奨 携帯電話圏外で何らかの DX 施策実施を希望する場合、スポ ット構築推奨と判定される。
- · 新規構築不要 携帯電話圏内の場合、新規構築不要と判定される。

6) 通信環境に必要な速度、実現方法

以下の三段階で判定されます。

- ・ 10Mbps以上 遠隔での映像監視を行う場合、10Mbps 以上の高速回線が必要と判定される。ただし、映像監視の解像度を落とすことで必要な速度を抑えることもできる。Starlink、5G等の高速回線が必要になる。
- 1~10Mbps 一般的なクラウドサービスの利用のため、1~10Mbps 程度の 通信速度が必要となる。Starlink、4G等の回線により実現できる。
- ・ 1Mbps 未満 ICT 施工や IoT による監視制御では通信量が少ないため、通 信安定性が必要な一方で通信速度は低速でも支障がない。任意の接続手段により実 現できる。

7) 通信環境に必要な安定性、実現方法

以下の三段階で判定されます。

- 常時安定接続 ICT 施工や IoT による監視制御の実施を希望する場合、必要 と判定される。これらの施策実施には高い通信安定性が必要となる。高い携帯電話 強度、Starlinkの安定接続に必要な十分な上空開度、現場内での見通し等、通信安 定に必要な要因を十分に確認する必要がある。
- ・ 概ね安定
 緊急連絡手段確保や任意のクラウドサービスを利用する場合、
 必要と判定される。多くの場合、常時接続性は求められないため、一時的に通信が
 利用できない状況でもメリットを得られる可能性が高い。ある程度の携帯電話強度、
 上空開度、見通しがあれば実現できる。
- 間欠的に利用可能 遠隔気象監視など、断続的でなくとも一定の頻度で通信が可能となることで効果が得られる場合に判定される。

8) 通信環境の新規構築難易度

以下の四段階で判定されます。

- ・ **難易度高** 工事規模が比較的大きく、施工範囲全域に渡る構築が必要な場合、難 易度高と判定されます。
- · 容易 通信構築範囲がスポットの場合、容易と判定されます。
- ・ **可能** 施工範囲全域に渡る通信環境が必要な一方で、工事規模が比較的小さい場合に可能と判定されます。
- · **不要** 新規通信環境の構築が不要な場合、不要と判定されます。

9) 通信環境の調達方針

以下の二段階で判定されます。

- ・ **購入** 複数年工事で通信環境を利用する場合、通信機器を購入したほうが費 用対効果が高い場合があるため、購入推奨と判定される。
- レンタル 単年度工事の場合、通信機器をレンタルしたほうが費用対効果が高い 場合があるため、レンタル推奨と判定される。

2. 通信環境構築の方法

2.1 通信環境構築の全体像

チェックシートにより適合性が高いと判定された場合、通信環境構築に向け現場条件確認、シ ステム検討、危機選定・調達を行います。通信環境構築を行う際に実施すべき手順の全体像を以 下に示します。



図 1 通信環境構築の全体像

2.2 現場条件の確認

通信環境の構築方法は、現場によって異なるため、下表の項目について現場条件を確認してく ださい。

N	lo.	分類項目		内容
(1)	1	通信方式	携帯電波の確認	通信方式として、携帯電話回線(SIM ルー
				ター)を利用できるか確認します。
	2		上空の開け具合の確認	通信方式として、衛星回線 (Starlink) を利
				用できるか確認します。
(2)	1	通信エリア	Wi-Fi エリアの確認	Wi-Fi エリアを提供すべきエリアの広さを
				確認します。
	2		見通しの確認	無線 LAN アクセスポイントの設置候補地
				間の見通しを確認します。
(3)	1	建屋配置	現場事務所・休憩所の	機器の収容箇所を選定するため、建屋の配
			配置	置を確認します。
(4)	1	その他の地	設置スペース	設備一式の設置スペースを確認します。
	2	形条件	インターネット通信機	インターネット通信機器(SIM ルーター又
			器と工事現場との距離	は Starlink)と工事現場との距離(1km を
				目安)を確認します。
	3		災害リスク	災害リスクを有する箇所を確認します。

表 2 現場条件の確認項目

(1) 通信方式

インターネット通信環境を実現するための通信方式には、①携帯電話回線(SIM ルーター)、 ②衛星通信(Starlink)があります。通信方式の選定のために、現場条件を確認します。

① 携帯電波の確認

携帯電話回線の利用可否は、携帯電波の受信可否とその強度によって決まります。通信方式の選定を行うために、携帯電話回線の利用可否を確認します。

通信事業者回線(docomo、KDDI、SoftBank、楽天 等)で通信可能なスマートフォン等を持参して、工事現場内の利用を想定するエリアで電波強度を確認してください。 電波強度は、図 2 のとおり、スマートフォン等の電波受信状態の表示にて確認することができます。

スマートフォン等の電波受信状態と期待される通信速度の関係は、実証試験の結果、 表 3 のとおりです。



図 2 電波受信状態の表示例(電波強度:弱)

電波受信状態	4本	1~3本	0本
	(機種により表示が異な	(機種により表示が異なる	(機種によっては
	るが、最大の受信状態)	が、一部のみの受信状態)	「×」等の表示)
期待される速	0	\bigtriangleup	×
度	(10Mbps 程度)	(1~5Mbps 程度)	(0Mbps)
通信の安定性	通信可能時間の	通信可能時間の	通信可能時間
	イメージ	イメージ	のイメージ
		■通信可 ■通信不可	■通信可 ■通信不可
	(女正利用 引 能)	(2 剖産度の時间で通信不可)	(通信不可)

表 3 電波受信状態と期待される通信速度の関係

上空の開け具合の確認

Starlink の利用可否は、北側上空の開け具合によって決まります。通信方式の選定を 行うために、北側上空の開け具合を確認します。

Starlink 衛星は、北側上空を中心に多数飛行しており、このうちの1機を都度補足して通信を行う仕組みです。したがって、地形や植生によって上空が見通しにくくなると通信の途絶が生じます。

上空開度の確認は、スマートフォン用の無料アプリをダウンロードして行います。このアプリは、Starlink との契約を行っていなくとも利用可能です。アプリのダウンロードは、下記から行ってください。

■Android 端末の場合(Google Play)

<u>https://play.google.com/store/apps/details?id=com.starlink.mobile&hl=ja&gl=US</u> ■iOS 端末の場合(App Store)

https://apps.apple.com/jp/app/starlink/id1537177988

Starlink アプリの表示と北側上空の見え方の関係を図 3 に示します(赤色が遮蔽物 で上空の見通しが確保できていない範囲があることを示しています)。

Starlink アプリでは、北側上空を遮蔽している度合いが 10%以下の地点を選定しま す。Starlink は通信が確立しさえすれば 100Mbps 超の高速通信が可能ですが、遮蔽度 合いが 10%を超えて 20~30%程度までの地点では、通信時間帯の最大 2 割程度で通信 途絶が生じます。また、遮蔽度合いが 50%程度まで増加すると、通信そのものが不可能 となります。

Starlink を利用する地点の北側上空の遮蔽度合いと通信の安定性の関係は、実証試験の結果、表 4 のとおりです。

上空の遮蔽度合	10%以下	20~30%程度まで	50%程度
い			
期待される速度	\bigcirc	Ô	×
	(100Mbps 超)	(100Mbps 超)	(通信不可)
通信の安定性	通信可能時間の イメージ	通信可能時間の イメージ	通信可能時間 のイメージ
	■通信可 ■通信不可 (安定利用可能)	 通信可 通信不可 (2割程度の時間で)済信(スマ) 	■通信可 ■通信不可
		进 信个 引)	(週信个り)

表 4 Starlink を利用する地点の北側上空の遮蔽度合いと通信の安定性の関係







図 3 Starlink アプリの表示と北側上空の見え方の関係

(2) 通信範囲

① Wi-Fi エリアの確認

構築した通信環境でインターネット通信を行うためには、Wi-Fiを提供する無線 LAN 環境を利用する必要があります。無線 LAN 環境を提供する機器である無線 LAN アク セスポイント (無線 LAN-AP)の配置と台数を決めるために、Wi-Fi を提供すべきエリ アの広さを確認します。

Wi-Fi を提供できる広さの目安として、1 基当たり概ね 200m 四方、40,000 ㎡のエリ アをカバーできます。2 基目以降は、1 基あたり 20,000 ㎡ずつカバー面積が増えます。 これを目安に、工事現場で Wi-Fi の利用を想定するエリア面積に対して、必要な機器台 数を見込んでください。



※砂防工事現場は渓流のため、主に直線方向にエリアが広がると想定します。

図 4 2台でエリアカバーできる範囲のイメージ

2 見通しの確認

無線 LAN-AP の電波は、光のように直進性があり、アンテナを見通せない地点との 間では、安定した通信ができません。よって、端末を利用するエリアと無線 LAN-AP 間 の見通しを確保できる設置位置を選定する必要があります。

無線 LAN-AP 同士を中継する通信も、お互いの見通し確保が必要です。



(3) 建屋配置

現場事務所・休憩所の配置

SIM ルーターは、耐環境性能によって、屋内と屋外(防水のプラボックス等への収容 を意味します)のいずれに設置できるかが異なります。屋内設置の場合には家庭用のホ ームルーターを利用できますが、屋外設置の場合には産業用製品を利用する必要があり ます。よって、工事現場に対する現場事務所・休憩所の位置関係を確認します。

(4) その他の地形条件

① 設置スペース

SIM ルーター又は Starlink の通信に適した位置について、下記条件を併せて確認します。

- ▶ 無線 LAN-AP・電源設備を含めた設備一式が設置可能なスペースとして、2m 四 方が確保できること。
- ➤ Starlink については、夏季に向けて樹木の繁茂による上空の遮蔽が生じない位置とすること(枝葉の伐採を行えると安定的な運用が可能)。

なお、一度にスペースが確保できない場合には、SIM ルーター又は Starlink のアン テナのみを設備一式から離しておくことができます。

② インターネット通信機器と工事現場との距離

無線 LAN-AP で何度も中継すると通信速度(スループット)が低下することが知ら れています。工事現場内にインターネット通信機器(SIM ルーター又は Starlink)を 設置できない場合、離れた地点から無線 LAN-AP で中継します。その際、インターネ ット通信機器から工事現場内の無線 LAN-AP の端となる地点までの距離は 1km 以内 となっているか確認してください。

これを超える場合、本マニュアルで示す設計の対象外となりますので、電気通信工事 業者に相談してください。

③ 災害リスク

砂防工事現場では土砂災害の発生リスクを考慮して仮設備を配置しますが、電子機器 を利用するため、流出リスクに加えて、水没リスクがあります。よって、設備一式の設 置候補地について、災害リスクを確認してください。

2.3 通信方式の選定

通信方式は、現場条件で確認した携帯電波と上空開度に加えて、実施を想定する DX 施策 が必要とする通信速度・安定性を確認して選定します。

実施を想定する DX 施策によって、必要とする通信速度と安定性が異なります。例えば、 コンクリート養生監視のような常時監視制御を行うシステムであれば、必要な通信帯域は数 + kbps と少ない反面、常時監視を継続するために安定性が求められます。他方、遠隔臨場で あれば、映像伝送に数 Mbps の通信帯域が必要となる反面、意思疎通を図るのに十分な安定 性が確保できればよいことになります。

したがって、携帯電話回線が利用できる環境であっても高速通信が必要となる DX 施策を 希望する場合には、Starlink を利用してください。

以上を踏まえて、通信方式の選定フローを以下に示します。



図 6 通信方式の選定フロー

2.4 通信環境のシステム構成

選定したインターネット通信方式に応じた、(1) 標準的なシステム構成(案)を示し、(2) 主 な機器・資機材を説明します。

(1) システム構成(案)

①携帯電話回線(SIM ルーター)、②衛星回線(Starlink)のそれぞれについて、標準的な システム構成(案)を示します。

なお、インターネットに接続する側の設備を「親局」、Wi-Fiエリアを拡張するために無線 LAN-APのみ設置する側の設備を「子局」と呼ぶことにします。工事エリアが広い場合には、 子局を増やして対応します。

① SIM ルーターのシステム構成(案)

- ▶ 工事エリアをカバーする Wi-Fi-環境を構築するために子局を設置します。親局のみで必要なエリアをカバーできる場合、子局は不要です。
 - ✓ SIM ルーターは Wi-Fi 機能を有するものがあります。親局のみの場合、無線 LAN-AP を利用しない構成とすることもできます。
 - ✓ 親局のみの場合で Wi-Fi 接続したい機器が1台のみの場合には、スマート フォンのテザリング機能を用いることもできます。
- ➤ SIM ルーターのアンテナは、外部接続するタイプと内蔵しているタイプが存在します。下図では、外部接続するタイプを想定して記載しています。



図 7 SIM ルーターのシステム構成(案)

- ② Starlink のシステム構成(案)
 - ▶ 工事エリアをカバーする Wi-Fi-環境を構築するために子局を設置します。親局のみで必要なエリアをカバーできる場合、子局は不要です。
 - Starlinkの標準ルーターでは、屋内に利用が限定されている 5GHz 帯の電波も 使用しています。そのため、建物の外で標準ルーターを利用する場合には、「屋 外モード」に設定の上で利用ください。
 - Starlink には個人向けのレジデンシャルプラン (Starlink Residential)、ローム プラン (Starlink Roam)、法人向けのビジネスプラン (Starlink Business) が あります。下図では、コストメリットに優れ移設も可能なロームプランを想定し て記載しています。



図 8 Starlink Residential のシステム構成(案)

(2) 主な機器・資機材の説明

通信環境の構築に利用する主な機器・資機材を説明します。

Starlink 以外は、様々なメーカーが製造しているため、機器の仕様を確認して調達する必要があります。仕様の確認ポイントは、2.5 で示します。

表 5 主な機器・資機材リスト

No.	名称	説明	製品例
1	SIM ルーター	 通信事業者 (docomo、KDDI、 SoftBank、楽天 等)の携帯電話回 線を利用してインターネットに接 続する通信機器です。 	CP-Trans-MEW
2	Starlink Roam (標準ムーブ)	 ・ 上空の Starlink 衛星を利用してイ ンターネットに接続する通信機器 です。 ・ 米国 SpaceX 社が製造しています。 	
			Starlink Roam (SpaceX 社)
3	Starlink 専用アダプタ	 Starlink Roam (標準ムーブ) にて インターネットに接続する際、 LANケーブルをStarlink機器に接 続するため本体とは別に購入が必 要です。 	Starlink 専用アダプタ
4	無線 LAN-AP	 周辺に Wi-Fi エリアを作ったり、 インターネット通信を中継したり する通信機器です。 メッシュ Wi-Fi 対応の無線 LAN- APを選定することで Wi-Fi 機能と 中継機能を一度に満たすことがで きます。 	Starmik (中川) ワワワ ボップワイド LAN (古野電気社)

5	ポータブル電源	 通信機器に電 器です。 	力を供給する電源機	DELTA 2 MAX
6	LAN ケーブル	 通信機器間を ます。 	接続するために用い	(ECOFIOW 社) カテゴリー6 ケーブル (サンワサプライ社)
7	シールドシート	 電波を遮断す Starlink 標準 用する際に屋 帯の電波を遮 す。 	るためのシートです。 ルーターを屋外で利 内利用限定の 5GHz 蔽するために用いま	電磁波吸収シート (アズワン社)

2.5 機器・資機材の選定・調達

システム構成に沿って、機器・資機材を選定・調達する上での留意点と選定例を示します。 なお、選定例は 2024 年1月現在の技術情報に基づきます。

- (1) SIM ルーター
 - ① 選定上の留意点
 - SIM ルーターが必要なケース:工事現場全体で携帯電話回線を利用できる場合には、スマートフォンのテザリングや SIM カードを直接挿入した DX 機器をそのまま利用してください。ただし、部分的に電波状態が悪くなってしまう場合は、SIM ルーターを利用して無線 LAN-AP で中継し、Wi-Fi 環境を構築してください。



表 6 SIM ルーターが必要なケース

- 対応する通信事業者回線: SIM ルーターは、製品ごとに利用可能な通信事業者 回線の種類が異なります。例えば、製品 A は docomo と KDDI の回線で通信で きる仕様であったり、製品 B は docomo と SoftBank で通信できる仕様であった りします。したがって、携帯電話回線を利用したいと考えている地点で受信可能 な通信事業者回線で通信できる製品を選定してください。
- 設置場所を考慮した耐環境性能: SIM ルーターは、「電源プラグをコンセント に挿すだけで使える」ことを謳う一般家庭用のホームルーターも存在しています。 こうした製品は、温度条件が屋外利用に適していなかったり、防塵性能が保証さ れていなかったりと、工事現場での屋外使用に適していません。現場事務所等の 温度管理がされた屋内で使用できる場合を除いて、防水のコンテナやプラボック スに収容して使う場合には、耐環境性能が保証された産業用の製品を選定してく ださい。現場事務所や休憩所等の環境条件が良いところに設置できるのであれば、 家庭用の SIM ルーター(ホームルーター)を利用して大丈夫です。

② 製品の選定例

製品の選定例を以下に示します。

<仕様の確認ポイント>

- ✓ 利用するキャリア回線(通信事業者通信回線)に対応している機器を選定してください。
- ✓ 防水のコンテナやプラボックスに収容して屋外で使う場合には、動作範囲温 度として零下~40 度超まで利用できるものを選定してください。「産業用」 とだけ銘打たれているものは、設置を想定する環境で利用できるか、仕様を 問い合わせてください。

メーカー	日立産機システム	セイコーソリューションズ	アイ・オー・データ機器
製品名	CPTrans-MEW 💥	SkyBridge MB-A200	UD-LT2/EX
対応キャリア	docomo、 KDDI	docomo、KDDI、IIJ	docomo、KDDI、SoftBank、楽天
環境性能	 動作温度範囲: 	 動作温度範囲: 	 動作温度範囲:
	-20°C~60°C	-20°C~60°C	-20°C~60°C
	・保護等級 : IP40	・保護等級 : IP40	・保護等級:規定なし

表 7 SIM ルーター製品(産業用)の選定例

※現地試験を実施した本機種の操作性をベースに、運用マニュアルを記載しています。

表 8 SIM ルーター製品(家庭用)の選定例

メーカー	docomo	KDDI	SoftBank	
製品名	home 5G HR02	Speed Wi-Fi HOME 5G L13	Air ターミナル 5	
	gurand 1			
対応キャリア	docomo	au、WiMAX	SoftBank	
環境性能	 動作温度範囲: 	 動作温度範囲: 	 動作温度範囲: 	
	規定なし	規定なし	$0^{\circ}\mathrm{C}\sim40^{\circ}\mathrm{C}$	
	・保護等級:規定なし	・保護等級:規定なし	・保護等級:規定なし	

- (2) Starlink
- ① 選定上の留意点
- サービスプランの選択: Starlink には個人向けのレジデンシャルプラン (Starlink Residential)、ロームプラン (Starlink Roam) と法人向けのビジネスプラン (Starlink Business) があります。繋がりやすさに大きな差はありませんが、通信速度の点で違いがあります。レジデンシャルプラン、ロームプランは通信速度が 100Mbps 超ですが、ビジネスプランは 200Mbps 超の高速通信を利用できます。ただし、ビジネスプランは端末代と通信費のいずれも相対的に高額となり、消費電力も大きくなります。レジデンシャルプランとロームプランを比較すると、ロームプランでは機器調達の後に移設が可能です。他のプランは住所変更等の手続きが必要になります。よって、砂防現場で想定される全ての DX 施策の実施上、十分な通信速度を確保でき、かつ施工現場の変更にも対応できるロームプランの利用を推奨します。
 - ▶ 専用イーサネットアダプタの調達: ロームプランの標準ルーターには LAN ポート がありません (2024年1月現在)。そのため、無線 LAN と LAN ケーブルで接続す るため、SpaceX 社が提供する専用イーサネットアダプタを購入又はレンタルしてく ださい。

分類	個人向け		法人向け
サービスプ	レジデンシャルプラン	ロームプラン	ビジネス固定プラン
ラン	(Starlink Residential)	(Starlink Roam)	(Starlink Business)
主な特徴	スタンダードプラン、安価に高	スタンダードプラン、安価に	利用場所を固定して、高速
	速 (100Mbps 超) なインターネ	高速(100Mbps 超)なインタ	(200Mbps 超)なインターネ
	ット通信環境を構築可能	ーネット通信環境を構築可能	ット通信環境を構築可能
		ベストエフォート	帯域保証
端末の種類	標準タイプ(アンテナサイズ:5	高性能 (HP) タイプ (アンテ	
	力:50-75 W)	ナサイズ:575 x 511 mm / 2.9	
			kg、消費電力:110-150 W)
利用方法	固定利用	移設利用可	kg、消費電力:110-150 W) 固定利用
利用方法 混雑時の優	固定利用 なし	移設利用可 なし	kg、消費電力:110-150 W) 固定利用 あり
利用方法 混雑時の優 先アクセス	固定利用 なし	移設利用可なし	kg、消費電力:110-150 W) 固定利用 あり
利用方法 混雑時の優 先アクセス コスト	固定利用 なし 端末価格:33,000 円	移設利用可 なし 端末価格:33,000 円	kg、消費電力:110-150 W) 固定利用 あり 端末価格:365,000 円
利用方法 混雑時の優 先アクセス コスト	固定利用 なし 端末価格:33,000円 月額利用料:6,600円	移設利用可 なし 端末価格:33,000円 月額利用料:	kg、消費電力:110-150 W) 固定利用 あり 端末価格:365,000 円 月額利用料:16,600~168,000
利用方法 混雑時の優 先アクセス コスト	固定利用 なし 端末価格:33,000円 月額利用料:6,600円	移設利用可 なし 端末価格:33,000円 月額利用料: 6,500円(50GB上限)	kg、消費電力:110-150 W) 固定利用 あり 端末価格:365,000 円 月額利用料:16,600~168,000 円
利用方法 混雑時の優 先アクセス コスト	固定利用 なし 端末価格:33,000円 月額利用料:6,600円	移設利用可 なし 端末価格:33,000円 月額利用料: 6,500円(50GB上限) 11,000円(無制限)	kg、消費電力:110-150 W) 固定利用 あり 端末価格:365,000 円 月額利用料:16,600~168,000 円 (代理店経由の場合、別途サ

表 9 Starlink のプラン比較(※)

※ Starlink には移動利用や海上利用を想定したプランもありますが、砂防現場での利用は固定 利用となるため、ここでは取り上げていません。

② 製品の選定例

Starlink は、米国 SpaceX 社の製品となります。

ロームプランは、SpaceX 社(https://www.starlink.com/)から直接購入するか、取扱いのある量販店(例えば、コストコ社で取扱いがあります)から購入してください。 ロームプランは、レンタルでの利用も可能です。レンタルは、Starlinkの取扱いがある レンタル会社やリース会社にご要望ください。

ビジネスプランは、国内の正規代理店 (2024 年 1 月現在では、KDDI と SoftBank が 該当します)から購入してください。ビジネスプランは、レンタルでの利用は認められ ていません。

- (3) 無線 LAN-AP
 - ① 選定上の留意点
 - メッシュ WI-Fi 対応機器の選定: 無線 LAN-AP の種類は、用途に応じて、① 指向性アクセスポイント、②広域アクセスポイント、③メッシュ Wi-Fi に分けら れます。砂防工事現場は渓流沿いに長く、通信の中継と Wi-Fi 提供が同時に必要 となります。よって、構築や運用が容易となる、屋外での使用に対応した、③メ ッシュ Wi-Fi 対応機器を選定してください。

<無線 LAN-AP の種類ごとの特徴>

- 指向性アクセスポイント:直線方向の通信距離を延ばす機種で、インターネット通信を行う機器と現場が離れる場合、通信を中継するために使用します。
- ② 広域アクセスポイント:面的に通信エリアを構築する機種で、スマートフォン
 等の端末に対して Wi-Fi 環境を提供するために使用します。
- ③ メッシュ Wi-Fi: ①②の両方の性質を兼ねつつ、ハンドオーバー(移動中に接 続先のアクセスポイントを自動で切り換える機能)できます。



② 製品の選定例

製品の選定例を以下に示します。

<仕様の確認ポイント>

- ✓ メッシュ Wi-Fi に対応する無線 LAN-AP を選定してください。
- ✓ 機器をむき出して使う場合には防水性能があるもの、防水のコンテナやプラボッ クスに収容して屋外で使う場合には動作範囲温度として零下~40 度超まで利用 できるものを選定してください。
- ✓ 無線 LAN-AP の周波数には、屋外で利用できない 5GHz 帯が含まれるものがあ ります。この周波数帯を利用しないか、電波を発出しない設定はできるものを選 定してください。一般に、「屋外用」と称して販売している製品は、電波法に適 合しています。

メーカー	古野電気	PicoCELA	TP-Link
製品名	ホップワイド LAN 💥	PCWL-0510	EAP225-Outdoor
		100-	
備考	NETIS 登録番号: KT-220212-A		メッシュ Wi-Fi にはコントロ
			ーラ(同社製「OC200」又は
			「OC300」)が必要

表 10 無線 LAN-AP 製品の選定例

※現地試験を実施した本機種の操作性をベースに、運用マニュアルを記載しています。

(4) ポータブル電源

① 電源方式の選定

商用電源がない砂防工事現場では、現地で発電を行う「太陽光発電方式」か、現場事務所等で充電したバッテリーを利用する「ポータブル電源方式」のいずれかを選定する 必要があります。

太陽光発電方式は、実証試験の結果、砂防工事現場が位置する狭隘な地形では十分な 日射量を確保できず、安定稼働が難しいことが分かりました。また、設備構成が複雑に なることから、設計・施工・維持管理のいずれも容易ではありません。

よって、安定的な稼働を実現でき、かつ設備構成をシンプルにできるポータブル電源 方式を選定します。

② 選定上の留意点

▶ 設備一式の消費電力を考慮した選定:ポータブル電源には電源容量(単位: Wh))という性能値があります。任意の機器の消費電力(単位: W)の合計値に対して、電源容量から安定して電源供給を続けられる時間を算出できます。ポータブル電源の主要製品は、電源容量に応じて、700Whクラス、1,000Whクラス、2,000Whクラス、3,000Whクラスに分けられ、この組合せで電源を選定します。機器の稼働時間は、下記の3パターンを想定します。このうち、連続稼働時間は16時間を基本とします。

<連続稼働時間の想定パターン>

- 16時間:工事開始時(朝8時)と終了時(夕方16時)に毎日2度交換
- ② 24時間:工事開始時又は終了時に毎日1度交換
- ③ 72時間:土日に休工する場合に金曜朝~月曜朝まで稼働

また、消費電力に対して必要となる電源容量は、上記の3パターンに対して、 下記となります。

公稻 楼界構成			連続稼働時間			
1	刀积		(茂奋)再以	①16 時間	②24 時間	③72 時間
親局	Starlink	•	Starlink Residential	1,728Wh	2,592Wh	7,776Wh
		•	無線 LAN-AP(古野電気製ホ			
			ップワイド LAN 相当)			
	SIM IV	•	SIM ルーター(日立産機シス	648Wh	864Wh	2,592Wh
	ーター		テム製 CPTrans-MEW 相当)			
		•	無線 LAN-AP(古野電気製ホ			
			ップワイド LAN 相当)			
子局		•	無線 LAN-AP(古野電気製ホ	480Wh	720Wh	2,160Wh
			ップワイド LAN 相当)			

表 11 消費電力の想定



以上を踏まえたポータブル電源の選定フローを下図に示します。

※ ポータブル電源の台数は、充電・使用のサイクルを見込んで台数を2倍しています。

 ※ 最小構成台数として整理し、土日を含めて稼働する場合は大容量の機種を工事日にも利用する想定としています。
 ※ 傾斜地等運搬に支障がある箇所では、実環境に合わせて可搬性を確認し、必要に応じて3,000Whクラスを 2,000Whクラス以下の機種の組合せで運用することも可能です。

図 10 ポータブル電源の選定フロー

重量を考慮した選定:ポータブル電源は、電源容量が増えると重量も大きくな ります。充電を行う現場事務所から工事現場までの運搬手段によって、重量の制 約が生じる可能性があります。また、車両移動で運搬に支障がない場合でも、通 信環境の設置位置によっては斜面の登攀や階段の昇降が必要となり、ここでも重 量の制約が生じる可能性があります。現地での運用を想定した選定が必要です。 なお、目安として、2,000Wh クラスまでは重量 20kg 程度までとなり、一人の成 人男性での運搬を許容する重量となります。

③ 製品の選定例

製品の選定例を以下に示します。

<仕様の確認ポイント>

- ✓ コンセントの口数が必要数を満たしているか確認してから選定してください。
- ✓ 重量や形状、サイズ等は、メーカーや電源容量によって異なります。保管場所や 持ち運びの方法に問題ないか確認してから選定してください。

メーカー	Anker	BULUETTI	EcoFlow	Jackery
700Wh クラス	Solix F800	BLUETTI AC70	RIVER Pro	Jackery 708
	(768Wh)	(768Wh)	(720Wh)	(708Wh)
1,000Wh クラス	Solix C1000	BLUETTI	DELTA 2	Jackory 1000
	(1.05CWh)	AC180	(1.094Wh)	(1.009Wh)
	(1,050 W II)	(1,152Wh)	(1,024 W II)	(1,002 WII)
		The second secon		
1,500Wh クラス	Solix F1500			Jackery 1500 Pro
	(1,536Wh)			(1,512Wh)
2,000Wh クラス	767 Portable	BLUETTI		La channa 2000 Dua
	Power Station	AC200L	(2.040 Max)	(2.024WL)
	(2,048Wh)	(2,048Wh)	(2,048Wh)	(3,024Wh)
			×	
3,000Wh クラス	Solix F3800		DELTA Pro	Jackery 3000 Pro
	(3,849Wh)		(3,600Wh)	(3,024Wh)
	ÎII Î			

表 12 ポータブル電源製品の選定例

※現地試験を実施した本機種の操作性をベースに、運用マニュアルを記載しています。

- (5) その他の資機材
 - ① 選定上の留意点
 - 通信のボトルネックとならない LAN ケーブル
 : LAN ケーブルの規格によっては、通信速度の制限に繋がる可能性があります。よって、「Cat5e」以上(数字が大きくなる)の通信規格のケーブルを採用してください。
 - メンテナンスしやすい防水ボックス:設置位置や収容する機器によって、形状や開口部等でメンテナンスのしやすさが変わります。機器・資機材の一式を想定してから、現地での置き方や開口部を出し入れする回数や位置、機器のサイズといった運用面を考慮して、メンテナンスしやすい防水ボックスを選定する手順としてください。スペースがあれば、全天候型のテントでの設置も可能です。
 - ▶ Wi-Fi の電波帯を遮蔽できるシールドシート:シールドシートは、遮蔽できる 電波帯が異なります。遮蔽が必要となる電波帯は5GHz帯となるため、これを吸 収できる波長の範囲に含む製品を選定してください。
 - ② 製品の選定例

LAN ケーブル、防水ボックス、シールドシートは、多様なメーカーが製品を出して います。上記の選定上の留意点と下記の仕様の確認ポイントに則って選定してください。

<仕様の確認ポイント>

- ✓ LAN ケーブルは、Cat5e 又は Cat6 というカテゴリーのものを選定してください。もしドラムリール等から切り出して LAN ケーブルを自作する場合には、100m を超えない長さとしてください。これは、LAN ケーブルの通信規格上、通信は 100m まで可能となるためです。
- ✓ シールドシートは、吸収できる波長の範囲に 5GHz 帯を含むものを選定してく ださい。仕様としては、「約 200MHz~5GHz」や「高周波対策用」等と記載され ています。このうち、「高周波対策用」については、5GHz 帯を確実に含むこと をメーカーに確認してください。

メーカー	アズワン	光洋産業
製品名	電磁波吸収シート(高周波対策	電磁波シールド アルミシート(KOYO
	用) 3-9887-05	$SS \gg - $)

表 13 シールドシートの選定例

2.6 機器・資機材の設置・接続

機器・資機材の設置上の留意点と機器類の接続手順を示します。

なお、接続手順は、システム構成に沿って、実証試験で利用した機器を前提として、標準 的な手順を記載します。

(1) 機器・資機材の設置上の留意点

① インターネット通信機器(SIM ルーター又は Starlink)と工事現場との距離

無線 LAN-AP で何度も中継すると通信速度(スループット)が低下することが知ら れています。工事現場内にインターネット通信機器(SIM ルーター又は Starlink)を 設置できない場合、離れた地点から無線 LAN-AP で中継します。その際、インターネ ット通信機器から工事現場内の無線 LAN-AP の端となる地点までの距離は 1km 以内 を目安としてください。これを超える場合、メッシュ Wi-Fi のみでなく、指向性アクセ スポイントとの組合せが必要となるため、設計を電気通信工事業者に相談してください。

② Starlink の上空見通し確保

工事の開始は春季~初夏となるため、植生が繁茂し切っていない時期になります。 Starlinkの通信は樹木によっても遮蔽されることから、設置時には夏季の植生繁茂によ る影響がないか確認してください。必要に応じて、樹木の伐採を行ってください。

③ Starlink 標準ルーターを屋外する場合の電波遮蔽

Starlink 標準ルーターは、電波法上、屋外利用不可となる 5GHz 帯の電波を停止で きません。そのため、現場事務所や休憩所等の屋内に標準ルーターを設置できない場合、 収容する屋外用の防水ボックス等について、Wi-Fi 電波を遮蔽できるシールドシートで 被う必要があります。その際には、下部以外の天面・側面の全周は全て覆うようにシー トを貼り付け(又は巻き付け)してください。

④ 無線 LAN-AP の見通し確保

図 5 に示したとおり、無線 LAN-AP で使う電波は、光のように直進性があり、アン テナを見通せないと安定した通信ができません。現場条件の確認結果を踏まえて、無線 LAN-AP と端末、無線 LAN-AP 間の見通しを確認して設置してください。

⑤ 無線 LAN-AP の設置向き

無線 LAN-AP で使用するアンテナには、電波を放射する向きが決まっているものが あります。

Wi-Fi の場合は無線 LAN-AP を上下正しく設置した場合に全方位に電波が均等に放射されることが一般的です。他方、無線 LAN-AP 間で通信を行う際には、通信距離を 長くするために特定の方向に電波が強くなるようなアンテナを使用しているケースが 多くあります。参考に、ホップワイド LAN の場合の設置向きの考え方を図 11 に示し ます。 利用する無線 LAN-AP のユーザーマニュアル(取扱説明書)に従って向きを合わせて設置してください。



図 11 設置向きのイメージ (ホップワイド LAN)

⑥ 災害リスクを事前に確認した設置

電子機器を利用するため、流出リスクに加えて、水没リスクがある立地を避けてくだ さい。

特に、各種アンテナをポール据付とする場合、地盤の緩みでポールが転倒しない設置 方法としてください。

⑦ 土地利用状況の確認

工事現場内に通信環境を構築する場合に必要な関係機関協議先は、仮設備の設置に必要な手続きの範囲内となります。

他方、工事現場から離れた地点にインターネット通信機器(SIM ルーター又は Starlink)を設置して中継せざるを得ない場合には、設備を設置する地点の土地利用状 況を確認して、必要な関係機関協議を追加で実施する必要があります。

具体的には、下記に留意ください。

<留意すべき土地利用状況>

- ・ 自治体の土地利用:通信環境に係る設備の設置に自治体の土地を利用する際には、 許可申請が必要となります。
- 自然公園地域の土地利用:自然公園の管理者との協議が必要になります。
- ・ 国有林への立入り・土地利用:林野庁との協議が必要になります。
- ・ 工事用道路以外の道路路肩の利用:道路管理者との協議が必要です。

(2) 機器類の接続手順

機器類の接続手順について、各システム構成(案)に沿って説明します。

1) SIM ルーターの接続手順

A. 全体フロー



図 12 SIM ルーターの接続手順

B. 具体的な手順

実証試験で利用した機材を前提として、具体的な手順を記載します。調達した機器・ 資機材のユーザーマニュアル(取扱説明書)を併せて参照ください。



図 13 SIM ルーターのシステム構成(案)

- SIM ルーター
 - ✓ SIM ルーターは、使用を開始する前に、通信事業者と契約済みの SIM カード(又は eSIM)を本体に挿入し、APN 設定を行ってください。



図 14 SIM カードの挿入イメージ(日立産機システム製 CPTrans-MEW の場合)

- ✓ SIM ルーター本体は、現場事務所や休憩所等の屋内に設置できない場合、防水のコンテナやプラボックスに収容します。
- ✓ 外部アンテナがある場合、SIM ルーター本体の電源がオフになっていることを 確認してから、付属アンテナケーブル(同軸ケーブル)で、アンテナと本体を接 続してください。
- ✓ SIM ルーター本体の LAN ポートに LAN ケーブルを挿してください。LAN ポ ートが複数ある場合には、DL、DOWNLINK 等、ダウンリンク側の表示がある ポートを選択してください。数字のみの場合には、どこに挿しても構いません。
- ✓ SIM ルーター本体の電源スイッチがオフになっていることを確認してから、ポ ータブル電源に電源プラグを差し込んでください。
- ② 無線 LAN-AP (親局)
 - ✓ 無線 LAN-AP は、使用を開始する前に、SSID(アクセスポイントの名前を指し ます)とパスワードを設定・確認してください。これは、親局・子局で共通にし ます。また、使用を開始する前に、動作モードを「親機」に設定し、共通暗号キ ーや親局・子局で共通となるようにしてください。

PicoCELA - WebUI2		× +							- 0	×
 	護なし	[fd00:5043::62b:bbff:fe00	:386c]/#/pages/pcwl-a	idvanced/settings/wi	⊘ ats A ^N	☆ 🖷	C) C) <2 ≤	÷		• 🕒
ProceLA TECHNOLOGY		PCWL-0400/041 ID: 042BBB00386C	0/0420					<u>ک</u>	0	^ Q
か ダッシュボード		アクセス ポイ	ント							-
拿 設定	^	2.4GHz AP設定								2X
ネットワーク		無線設定	SSID設定	QoS設定						0
5GHz AP設定		SSID #1 Enabled	🔶 Ho	pwidelan2.4GHz		Ø	WPA2-PSK/WPA-PSk		~	
2.4GHz AP設定	<					1	ODEN		_	
共通 AP設定		SSID #2 Disabled	Ţ Ţ			V	OPEN		~	+
バックホール		SSID #3 Disabled	(î			0	OPEN		~	
システム		SSID #4 Disabled	÷			0	OPEN		~	
<u>」</u> ステータス	~	SSID #5 Disabled	(î			0	OPEN		~	
い診断	~	SSID #6 Disabled	÷			0	OPEN		~	
♣ メンテナンス		SSID #7 Disabled	(î			0	OPEN		~	
		SSID #8 Disabled	ŝ			0	OPEN		~	
2 PicoManager関連設定		<u></u>				2000	た適用する セニブ	設定	アイル	Ø
♣ アプリケーション		© 2019-2023 PicoCELA材	式会社 ・ソフトウェア	ライセンス						- છે
● ここに入力して検索		🔍 🕂 🚺	👼 💼 🛸	1 🥥 🍐			23°C 晴れ へ	🖭 🦟 🕬 📼	9:23 2023/10/2	, 🎝

図 15 SSID 設定画面の例(古野電気製ホップワイド LAN の場合)

PicoCELA - WebUI2		×] +							- 0 ×
← C ▲ セキュリティ保護	度なし	[fd00:5043::62b:bbff:fe	e00:386c]/#/pages/pcwl-	advanced/settings/ba	. 2 as A 2	3 🖷 🕄 I	() { <u>}</u> ()	€» ⊕	🐮 🕛 🕩
		PCWL-0400/04 ID: 042BBB00386C	10/0420					۵. 🔴	0 ^
ジ ダッシュボード		バックホール	IL.						1 .
2 設定	^	動作モード		コア				<u>•</u>	ž
ネットワーク		共通暗号キー		PicoCELA				8	a
5GHz AP設定									
2.4GHz AP設定	<	無線	経路更新	経路修復	その他				
共通 AP設定									+
バックホール		環境		屋外				*	
システム									
		周波数带		5GHz				*	
<u>山</u> ステータス	~								
U t診断	~	帯域幅		40MHz				*	
U									
🔒 メンテナンス		チャネル		100 DFS				*	
₩ PicoManager関連設定									
								設定	ファイル び
♣ アプリケーション		© 2019-2023 PicoCEL	A株式会社 · ソフトウェフ	7 ライセンス					÷ 🕸
● ここに入力して検索		🥂 🕅 🖾	2 👼 🖻 🧯	à 🦉 🍐		🤩 23°C	晴れ へ 宮	<i>i</i>	9:36 2023/10/20

図 16 親機・子機と共通暗号キー設定画面の例(古野電気製ホップワイド LAN の場合)

- ✓ 無線 LAN-AP の LAN ポートに、SIM ルーター本体に接続済みの LAN ケーブ ルのもう一方を挿してください。LAN ポートが複数ある場合には、UL、UPLINK 等、アップリンク側の表示があるポートを選択してください。数字のみの場合に は、どこに挿しても構いません。
- ✓ 無線 LAN-AP の電源スイッチがオフになっていることを確認してから、ポータ ブル電源に電源プラグを差し込んでください。
- ③ ポータブル電源(親局)
 - ✓ ポータブル電源は、使用を開始する前に、満充電になっていることを確認してく ださい。
 - ✓ 電源スイッチがオフのままの SIM ルーターと無線 LAN-AP が接続していることを確認してください。
 - ✓ ポータブル電源の主電源をオンにします。この状態で、SIM ルーターと無線 LAN-AP の電源スイッチをオンにすると、通電します。
 - ✓ SIM ルーターの電源スイッチをオンにします。緑色のランプ等でデータ通信が 可能となったことを確認ください。
 - ✓ 無線 LAN-AP の電源スイッチをオンにします。
 - ✓ スマートフォンやタブレット等の端末で、あらかじめ設定した無線 LAN-AP の SSID を指定し、パスワードを入力してください。これで、インターネット通信 を開始できます。

- ④ 無線 LAN-AP (子局)
 - ✓ 無線 LAN-AP は、使用を開始する前に、SSID(アクセスポイントの名前を指し ます)とパスワードを設定・確認してください。これは、親局・子局で共通にし ます。また、使用を開始する前に、動作モードを「子機」に設定し、共通暗号キ ーや親局・子局で共通となるようにしてください。
 - ✓ 設置時に、親局と見通しでの通信が可能な配置となっていることを確認してください。
 - ✓ 無線 LAN-AP の電源スイッチがオフになっていることを確認してから、ポータ ブル電源に電源プラグを差し込んでください。
- ⑤ ポータブル電源(子局)
- ✓ ポータブル電源は、使用を開始する前に、満充電になっていることを確認してください。
- ✓ 電源スイッチがオフのままの無線 LAN-AP が接続していることを確認してください。
- ✓ ポータブル電源の主電源をオンにします。この状態で、無線 LAN-AP の電源スイッ チをオンにすると、通電します。
- ✓ 無線 LAN-AP の電源スイッチをオンにします。
- ✓ スマートフォンやタブレット等の端末で、あらかじめ設定した無線 LAN-AP の SSID を指定し、パスワードを入力してください。これで、インターネット通信を開 始できます。

- 2) Starlink の接続手順
 - A. 全体フロー



図 17 Starlink の接続手順

B. 具体的な手順

実証試験で利用した機材を前提として、具体的な手順を記載します。調達した機器・ 資機材のユーザーマニュアル(取扱説明書)を併せて参照ください。



図 18 Starlink Residential のシステム構成(案)

- 1 Starlink
 - ✓ Starlink は、使用を開始する前に、SpaceX 社との利用契約が済んでいることを 確認してください。
 - ✓ 標準ルーターの利用環境を確認してください。標準ルーターを現場事務所や休憩 所等の屋内に設置できない場合、標準ルーターを収容する防水ケースについて、
 Wi-Fi 電波を遮断するシールドシートで覆ってください。
 - ✓ 標準ルーターが電源 ON のポータブル電源と接続していないことを確認してから、標準ルーターに専用イーサネットアダプタを接続してください。付属 Starlink ケーブルを専用で標準ルーターと接続してください。標準ルーターに 電源スイッチはないため、電源 ON のポータブル電源と接続すると自動的に起 動します。
 - ✓ 標準ルーターに電源を投入しないままで、アンテナを専用イーサネットアダプタ に接続してください。
 - ✓ 専用イーサネットアダプタに LAN ケーブルを挿してください。
 - ✓ 標準ルーターの電源プラグをポータブル電源に差し込んでください。
- ② 無線 LAN-AP (親局)
 - ✓ 無線 LAN-AP は、使用を開始する前に、SSID(アクセスポイントの名前を指し ます)とパスワードを設定・確認してください。これは、親局・子局で共通にし ます。また、使用を開始する前に、動作モードを「親機」に設定し、共通暗号キ ーや親局・子局で共通となるようにしてください。

PicoCELA - WebUl2		×] +		- 0 ×
 	隻なし	[fd00:5043::62b:bbff:fe00:386c]/#/pages/pcwl-advanced/settings/wi \mathcal{P}	38 A ☆ 🖷 🔇 🗇 🗲 🔂	🤏 🐮 🗝 🐌
		PCWL-0400/0410/0420 ID: 042BBB00386C	<u>*</u>	 ?
ジ タッシュボード		アクセス ポイント		
ひ 設 定	^	2.4GHz AP設定		1 L
ネットワーク		無線設定 SSID設定 QoS設定		6
5GHz AP設定		SSID #1 Enabled 🗢 Hopwidelan2.4GHz	😯 WPA2-PSK/WPA-PSK	~
2.4GHz AP設定 共通 AP設定	<	SSID #2 Disabled	🔮 OPEN	~ +
バックホール		SSID #3 Disabled 🙃	OPEN	~
システム		SSID #4 Disabled 🙃	OPEN	~
<u>し</u> ステータス	~	SSID #5 Disabled 🙃	OPEN	~
い	~	SSID #6 Disabled 🙃	OPEN	~
🔒 メンテナンス		SSID #7 Disabled	OPEN	~
		SSID #8 Disabled	OPEN	~ □
T PicoManager 関連設定			変更を適用する セーブ	設定ファイル
& アプリケーション		© 2019-2023 PicoCELA株式会社 · ソフトウェア ライセンス		÷ \$
日 9 ここに入力して検索		💌ां 🗉 💿 🖬 🔹 🐗 🍐	🤩 23°C 晴れ 🔷 🖭 🕼	⊴× A ^{9:23} ₽

図 19 SSID 設定画面の例(古野電気製ホップワイド LAN の場合)

PicoCELA - WebUI2		× +							- c) ×
 	ミ護なし	[fd00:5043::62b:bbff:fe	00:386c]/#/pages/pcwl	-advanced/settings/ba.	🖓 að A ^N 2	7 🖷 G	CD <2≦	ت ه ک		• 🕒
PICOCELA TECHNOLOGY		PCWL-0400/04 ID: 042BBB00386C	10/0420					۵. 🚺	0	^ Q
ジ ダッシュボード		バックホール	νL							
尊 設定	^	動作モード		コア				•		ž
ネットワーク		共通暗号キー		PicoCELA				8		<u>a</u>
5GHz AP設定 2.4GHz AP設定	<	無線	経路更新	経路修復	その他					
共通 AP設定 バックホール		環境		屋外				*		+
システム	1	周波数带		5GHz				*		
山 ステータス	~									
でき	~	带域幅		40MHz				*		l
🚔 メンテナンス		チャネル		100 DFS				•		
📱 PicoManager関連設定						_			_	
								設	ミファイル	Ø
アプリケーション		© 2019-2023 PicoCEL	A株式会社 · ソフトウェ	アライセンス						→ 🛱
ア ここに入力して検索		Vi 🛛 🖓	2 🛤 🗉 🧯	2 🦉 🍐		<u> </u>	23℃晴れ へ	≌ <i>(</i> @ ⊄× ,	A 9:36 2023/10/2	. 🔁

図 20 親機・子機と共通暗号キー設定画面の例(古野電気製ホップワイドLAN の場合)

 ✓ 無線 LAN-AP の LAN ポートに、専用イーサネットアダプタに接続済みの LAN ケーブルのもう一方を挿してください。LAN ポートが複数ある場合には、UL、 UPLINK 等、アップリンク側の表示があるポートを選択してください。数字の みの場合には、どこに挿しても構いません。

- ✓ 無線 LAN-AP の電源スイッチがオフになっていることを確認してから、ポータ ブル電源に電源プラグを差し込んでください。
- ③ ポータブル電源(親局)
 - ✓ ポータブル電源は、使用を開始する前に、満充電になっていることを確認してく ださい。
 - ✓ 電源スイッチがオフのままの Starlink 標準ルーター、無線 LAN-AP が接続して いることを確認してください。
 - ✓ ポータブル電源の主電源をオンにします。この状態で、Starlinkの標準ルーター が起動します。また、無線 LAN-AP の電源スイッチをオンにすると、通電しま す。
 - ✓ スマートフォンの Starlink アプリで Starlink に接続します。この状態で、イン ターネット接続が可能(「オンライン」表示)であることを確認してください。
 - ✓ 無線 LAN-AP の電源スイッチをオンにします。
 - ✓ スマートフォンやタブレット等の端末で、あらかじめ設定した無線 LAN-AP の SSID を指定し、パスワードを入力してください。これで、インターネット通信 を開始できます。
- ④ 無線 LAN-AP (子局)
 - ✓ 無線 LAN-AP は、使用を開始する前に、SSID(アクセスポイントの名前を指し ます)とパスワードを設定・確認してください。これは、親局・子局で共通にし ます。また、使用を開始する前に、動作モードを「子機」に設定し、共通暗号キ ーや親局・子局で共通となるようにしてください。
 - ✓ 設置時に、親局と見通しでの通信が可能な配置となっていることを確認してください。
 - ✓ 無線 LAN-AP の電源スイッチがオフになっていることを確認してから、ポータ ブル電源に電源プラグを差し込んでください。
- ⑤ ポータブル電源(子局)
 - ✓ ポータブル電源は、使用を開始する前に、満充電になっていることを確認してく ださい。
 - ✓ 電源スイッチがオフのままの無線 LAN-AP が接続していることを確認してくだ さい。
 - ✓ ポータブル電源の主電源をオンにします。この状態で、無線 LAN-AP の電源ス イッチをオンにすると、通電します。
 - ✓ 無線 LAN-AP の電源スイッチをオンにします。

 ✓ スマートフォンやタブレット等の端末で、あらかじめ設定した無線 LAN-AP の SSID を指定し、パスワードを入力してください。これで、インターネット通信 を開始できます。

3. 通信環境構築の Q&A

通信環境を構築する上で想定される Q&A を示します。

No.	分類	Question	Answer
1	SIM	SIM ルーターと携帯電話はどの	工事現場全体で携帯電話回線を利用でき
	ルーター	ように使い分けたらよいでしょ	る場合には、スマートフォンのテザリン
		うか?	グや SIM カードを直接挿入した DX 機器
			をそのまま利用してください。ただし、部
			分的に電波状態が悪くなってしまう場合
			は、SIM ルーターを利用して無線 LAN-
			AP で中継し、Wi-Fi 環境を構築してくだ
			さい。
2		携帯回線の利用可否の調査は、工	電波は障害物がなければ飛んでいきま
		事現場の全体をくまなく回らな	す。工事現場の利用したい範囲の端での
		くてはダメでしょうか?	利用可否をまず確認ください。もしも使
			いたいエリアの端では電波が弱い場合に
			は、電波が良好な地点で SIM ルーターを
			利用して無線 LAN-AP で電波を中継して
			ください。
3		現場事務所や休憩所等の環境条	その場合にはホームルーターを使用して
		件が良いところに設置できるの	大丈夫です。
		であれば、家庭用の SIM ルータ	
		ー (ホームルーター)を使用して	
		よいでしょうか?	
4		「LTE ルーター」という製品名	同じものです。通信事業者の LTE 回線を、
		のものがありますが、これは	契約加入者を識別する SIM カードで使う
		SIM ルーターと同じでしょう	ため、SIM ルーター又は LTE ルーターと
		<i>か</i> ?	呼びます。
5		緊急連絡のための通信だけでき	音声通話であれば、1Mbps 程度が必要で
		るようにしたいです。どのくらい	す。また、映像付きであれば、3Mbps を
		の通信速度があれば連絡できま	確保してください。
		すか。	参考として、代表的な通話アプリである
			LINE での音声通話では 26kbps、ビデオ
			通話では 126kbps を要します。また、
			Microsoft Teams の場合、音声通話で
			30kbps、高画質でのビデオ通話には
			1.2Mbps を要します。

表 14 通信環境構築の Q&A

No.	分類	Question	Answer
6		SIM ルーターに SIM カードを挿	自動で繋がらない場合には、機器のユー
		入しましたが、インターネットに	ザーマニュアル(取扱説明書)に従って、
		つながりません。どんな設定が必	APN 設定が必要です。
		要ですか?	
7		インターネットにつながりまし	事前の調査時よりも電波状況が悪い可能
		たが、接続が頻繁に切れます。ど	性があります。電波の見通しが良くなる
		んなところを見直せばよいです	ように、ポール等で高い位置に設置して
		カ ?	みてください。
8	Starlink	Starlink のアンテナを配置する	少しずつ場所を移動して、都度起動する
		際に、通信の繋がり具合を確認し	ことで可能です。起動してから、Starlink
		ながら位置を調整したいです。つ	アプリで速度と繋がり具合を確認してく
		ながり具合を確認できますか。	ださい(図 21 参照)。ただし、1 回当た
			りインターネット接続を確認するまで 5
			~15 分程度を要します。
9		インターネットにつながりまし	上空の遮蔽が多いことが原因と推測され
		たが、接続が頻繁に切れます。ど	ます。樹木の枝葉も障害になりますので、
		んなところを見直せばよいです	確認して、なるべく遮蔽が少ない位置に
		カ・?	してください。
10		緊急連絡のための通信だけでき	上空開度が 20~30%程度あれば、使用時
		るようにしたいです。Starlinkの	間の 20%程度で不通となりますが、通常
		上空開度はどのくらい必要です	は数分間以上連続で通話できます。理想
		カ ₂ 。	は、10%以下としてください。
11	無線	指向性アクセスポイントとはな	電波を一方向にのみ強く放射するアンテ
	LAN-AP	んですか?	ナを備えた機種です。通信の中継に利用
			します。
12		製品例のアクセスポイントは高	屋外で利用可能な環境性能を備えてお
		いので、1 万円以下の市販のアク	り、屋外で利用可能な電波帯のみを利用
		セスポイントを使いたいのです	でき、かつ、メッシュ Wi-Fi を構成でき
		が、大丈夫ですか。	る機種であれば大丈夫です。ただし、これ
			らの条件を具備すると、製品例と同等に
			なると考えます。
13		無線 LAN アクセスポイントにど	理論上は1台の無線 LAN-AP には200台
		のくらいの端末が接続しても大	以上の端末を接続できますが、接続数に
		丈夫ですか?	よって処理が増大して通信速度が低下し
			ます。よって、製品ごとに推奨接続台数を
			使用として示しています。家庭用ではな
			く、業務用であれば数十台の接続が可能

No.	分類	Question	Answer
			ですが、想定する利用台数を満たす仕様
			の製品を選定してください。なお、ホップ
			ワイド LAN の場合、128 台の接続が可能
			です。
14		無線 LAN アクセスポイントの向	中継する場合には指向性アンテナを使い
		きの調整はどのようにしたらよ	ます。機種ごとに推奨向きが違うので、ユ
		いですか?	ーザーマニュアル (取扱説明書) をご確認
			ください。
			中継が不要 (親局のみ) であれば、正立し
			て設置すれば全方向に電波が広がるた
			め、向きの調整は不要です。
15		ルーターを防水コンテナやプラ	ルーターと無線 LAN の間は有線の LAN
		ボックスに入れても無線 LAN は	ケーブルで接続するため、問題ありませ
		つながるでしょうか。	\mathcal{K}_{\circ}
16		無線 LAN アクセスポイントを配	端末のみポータブル電源と一緒に移動し
		置する際に、通信の繋がり具合を	て仮設して繋がり具合を確認してくださ
		確認しながら位置を調整したい	い。繋がり具合を確認する方法として、①
		です。繋がり具合を確認できます	子局側の無線 LAN-AP から親局経由でイ
		か _。	ンターネット接続して親局のインターネ
			ット接続速度と比較する方法と、②無線
			LAN-AP 間の速度を測定する方法があり
			ます。②については、ホップワイド LAN
			であれば機能として実装されており、ボ
			タン押下で都度測定可能です(図 22 参
			照)。繋がり具合がよいところで、固定設
			置してください。
17		必要な子局数はどうやって見積	1 基当たり 200m 四方で 40,000 ㎡のエリ
		ればよいでしょうか。	アカバーが可能です。また、2 基目以降は、
			1 基あたり 20,000 m ³ ずつカバー面積が増
			えます。工事エリアの面積を基本として、
			見通しの有無等を考慮して配置を決めて
			ください。
18		無線 LAN に接続する端末の IP	Starlink は DHCP サーバーとしての機能
		アドレスが固定なのですが、問題	を持つため、端末は DHCP クライアント
		なくインターネットに接続でき	として、IP アドレスは変動する設定とし
		ますか。	てください。
19		無線 LAN の SSID が a と g の 2	aは2.4GHz帯、gは5GHz帯を利用して

No.	分類	Question	Answer
		つ表示されるのですが、どちらを	います。gの方が高速ですが、屋外では航
		使えばよいですか。	空レーダーや気象レーダー等と共用して
			いるため、DFS という機能で一時的に通
			信が途絶える可能性があります。
20		特定の端末以外はインターネッ	MAC アドレスフィルタリング機能を搭
		トを使えないように無線 LAN を	載している無線 LAN-AP であれば可能で
		構築できますか。	す。
21		無線 LAN アクセスポイントにス	インターネット通信機器(SIM ルーター
		マートフォンが Wi-Fi でつなが	又は Starlink) がインターネットに繋が
		ってもインターネットにつなが	っていないか、これと無線 LAN が繋がっ
		りません。どんなところを見直せ	ていないかのいずれかです。前者であれ
		ばよいですか?	ば、電波状態又は上空開度を確認してく
			ださい。後者であれば、LAN ケーブルの
			接続に誤りがないか確認してください。
22	電源	ポータブル電源ではなく、メンテ	工事現場に自家発電機を設置し、AC100V
		ナンスフリーとなる自家発電機	で電源供給できる場合には、ぜひご利用
		は利用可能でしょうか?	ください。ポータブル電源に必要な充電
			のプロセスが不要になります。
23		ポータブル電源ではなく、メンテ	狭隘な山間地では十分な日照が得られな
		ナンスフリーとなる太陽光発電	いため、太陽光発電は、安定して通信し続
		は利用可能でしょうか?	けられません。また、設備の大きさと南面
			の上空開度の確保から設置箇所の制約が
			多く、設備も複雑で設計も電気通信設備
			業者への依頼が必要となります。なお、ポ
			ータブル電源によっては、可搬型の太陽
			光パネルをオプションで付けられるもの
			もありますが、この場合にも、必要な電源
			容量を見込んで製品選定した上で、あく
			まで補助的なものとして太陽光パネルを
			利用してください。
24	その他	現地調査の際に、携帯電話や	携帯電話は、インターネット速度確認サ
		Starlink の通信速度を計測でき	イトをご利用ください。 Starlink は、機器
		ますか。	一式を利用すれば計測できます。通信方
			式の選定段階で機器一式が手元にない場
			合には、スマホアプリをご利用ください。
			Starlink は、通信が繋がりさえすれば高
			速通信となるので、スマホアプリで上空

No.	分類	Question	Answer
			開度を確認することで利用可否を確認で
			きます。
25		セキュリティは大丈夫でしょう	工事現場で Wi-Fi 環境に接続されるセキ
		かっ	ュリティリスクについては、山間部での
			利用となり悪意ある第三者がアクセスし
			ない工事現場となりますので、SSID とパ
			スワードを取り決めて関係者外秘として
			対策ください。
			他方、インターネット接続による端末へ
			のセキュリティリスクもあります。接続
			する端末には、ウイルス対策等、インター
			ネット接続時に要する一般的なセキュリ
			ティ対策を施してください。





図 21 Starlink アプリによる繋がり具合の確認



図 22 無線 LAN-AP 間の繋がり具合の確認(ホップワイド LAN)

4. 通信環境を活用した DX

参考として、通信環境を活用した DX 施策の実施事例を紹介します。

また、特定の DX の実施を念頭において通信環境の構築を行う場合に留意すべきポイントを示します。

4.1 各通信方式とDX施策との関係性

2.2 で示したとおり、Starlink と SIM ルーターは、それぞれ現場条件によって確保でき る通信の速度・安定性が異なります。その際、構築した通信環境が適用性を有する DX 施策 は、表 15 のとおりです。

実施したい DX 施策によっては、伐採や整地等で設置コストをかけて、通信の速度・安定 性を確保する必要があります。

		コンクリート打設 品質管理システム _{速度:低、安定性:高}	養生環境監視 システム _{速度} :低、安定性:高	遠隔臨場 ^{速度:高、安定性:低}	遠隔監視カメラ ^{速度:} 高、 ^{安定性:低}	気象観測装置 速度:低、安定性:低	IP電話 速度:低、安定性:低	ICT施工 速度:高、安定性:高 (GNSS精度:高)
	電波強度:強 ^{速度:高、安定性:高}	0	0	0	0	0	0	0
SIM ルータ	電波強度:中 ^{速度:} ♥、 ^{安定性:} ♥	 (周辺環境を考慮して安定 性が確認できる場合) 	(周辺環境を考慮して安定 性が確認できる場合)	へ (周辺環境を考慮して通信 速度が確保できる場合)	へ (低解像度の動画や静止画 の利用でも問題ない場合)	0	0	×
	電波強度:弱 ^{速度:低、安定性:低}	×	×	×	×	へ (周辺環境を考慮して通信 速度が確保できる場合)	へ (周辺環境を考慮して通信 速度が確保できる場合)	×
Starlink	上空遮蔽:小 ^{速度:富、安定性:高}	0	0	0	0	0	0	0
	上空遮蔽:中 ^{速度:富、安定性:中}	 (周辺環境を考慮して安定 性が確認できる場合) 	×	0	0	0	0	へ (通信状況に応じて施工タイ ミングを設定できる場合)
	上空遮蔽:大 _{速度:低、安定性:低}	×	×	×	×	(周辺環境を考慮して安定 性が確保できる場合)	(周辺環境を考慮して安定 性が確保できる場合)	×

表 15 各通信方式の DX 施策への適用性

4.2 通信環境を活用した DX の実施事例の紹介

(1) R5 年度の実証試験概要

事務所管内では、R5年度に通信環境を活用し、以下に示す DX 施策の実証試験を行いました。また、実証実験における全体の機器構成は図 23 のとおりになります。

【導入した DX 施策】

● コンクリート打設品質管理システム

生コン工場及び現場でのタブレット端末により、コンクリート打設における出荷か ら打設完了までの作業を一元管理することで、コンクリート打設の品質管理の向上が 期待できます。一元管理で取得したデータを基に、帳票を作成でき、帳票作成時間の 削減も可能となります。

● 養生環境管理システム

養生環境管理システムは、養生中のコンクリートの温度や周辺の湿度を 24 時間計測 し、クラウド上で共有することで、遠隔地から養生環境の状況を確認できるシステムで す。一部サービスでは、散水ポンプやジェットヒーターなどとの連携することで、自動 で養生管理を行うことが可能となります(本実証試験で採用)。

● 遠隔臨場

遠隔臨場は、ネットワークカメラや web 会議システム等を利用し、発注者が遠隔地 から「段階確認」、「材料確認」、「立会」を行います。これにより受発注者間での作業 の効率化を図ることが可能となります。

● 遠隔監視カメラ

遠隔監視カメラを導入することで、インターネットを経由して、常時、遠隔地から現 場状況や河川の状況を確認でき、進捗管理の簡略化や安全管理の高度化を図ることが可 能となります。

● 気象観測装置

気象観測装置を導入することで、風向・風速・気温・湿度・気圧・雨量など現地の気象 状況をインターネット経由で遠隔地から把握可能となり、気象の変化による災害発生へ の対策に有効です。

● IP 電話

IP 電話は、携帯電話回線を利用できないエリアでも、インターネットを介して音声 通信が可能な電話です。現場へ導入可能な IP 電話として、緊急用電話番号(110 や 119 など)以外のすべて電話番号に発信可能な「050 型」や専用アプリをインストールし たスマートフォン同士での通話可能な「通話アプリ型」が挙げられます(本実験試験 では、「通話アプリ型」を採用)。



※ キャリア回線用の通信を無線LAN用の通信へ変換するもの

図 23 実証実験における機器構成

(2) DX 施策の導入効果

実証試験における DX 施策の実施事例として、① IP 電話による連絡手段の確立、② 養 生環境管理システムの導入の2項目を取り上げて、導入効果を紹介します。

- ① IP 電話による連絡手段の確立
- IP電話の利用により、事務所-現場間等の移動時間を削減
 - IP電話により事務所にいながら現場へ、現場にいながら事務所へ連絡が可能となったことから事務所-現場間の移動時間として、45人工(人件費93万円)の削減を実現
 - IP電話の利用には、現場職員の所有するスマートフォンを利用した場合、導入費用は不要であり、 費用対効果として、45人工(人件費93万円)の効果を得ることが可能



- 2 養生環境管理システムの導入
- 養生環境管理システムによる養生管理作業の作業時間削減及び品質管理の 高度化
 - ① 養生環境管理作業で161人工(人件費335万円)の削減を実現
 - ② 24時間の養生環境管理により327人工(人件費676万円)の品質管理の高度化を実現
 - ➡ 養生環境管理システム導入の費用対効果として、511万円の効果を得ることが可能

① 養生環境管理作業で161人工(人件費335万円)の削減を実現	養生の総日数 : 14回× 7日 × 4週間 = 392日 ※1回の打設で4週間の養生を実施するため					
【打設14回分の場合】						
作業削減時間(時間) = 198分 × 392日 = 1294時間						
作業削減量(人工)= 1294時間 / 8時間 = 162人工 (335万円)						
② 24時間の養生環境管理により327人工(人件費676万円)の品質管理の高度化を実現						
【24時間の養生管理を作業員が行った場合】						
24時間の養生管理に要する時間 = 20分 × 10回 × 2 = 400分						
本工事の期間内で作業員による24時間の養生管理を実現した場合=400	分 × 392日 = 2,613時間					
要する人件費(人工)=2613時間 / 8時間 = <mark>327人工(676</mark> 万円)						
【費用対効果】						
費用対効果 = 335万円 + 676万円 - 500万円(導入費用)= 247人工(511万円)						

4.3 DX 施策導入における留意事項

(1) DX 施策が求める通信規格

DX 施策によっては、docomo や KDDI といった特定の通信事業者の回線(キャリア回線) での利用を求められることがあります。その場合、無線 LAN 環境(Wi-Fi)を経由した利用 はできません。事前に通信規格について、Wi-Fi で利用可能か、特定のキャリア回線に依存し ないかを確認ください。

確認の結果によっては、構築可能な通信環境で利用可能な DX 施策に変更することが必要 になります。他方、Wi-Fi に未対応の機器を利用しなければ導入できない DX 施策を選定す る必要がある場合、サービス提供事業者に相談して、通信規格の変換器を取り付ける等の対 応を行ってください。

(2) DX 施策導入に伴う消費電力

本運用マニュアルにおけるポータブル電源の容量・台数の選定は、通信環境を構築に利用 する機器の消費電力のみ合算しています。DX 施策で利用する機器にもポータブル電源は有 効であり、本運用マニュアルで示した考え方で選定可能ですが、もし通信機器とポータブル 電源を共用する場合には、DX 施策で利用する機器の台数・稼働時間から消費電力を事前に算 出し、これを踏まえたポータブル電源を選定してください。

(3) GNSS を利用した DX 施策の実施

砂防工事現場では、狭隘な地形条件によって GNSS を利用した DX 施策が困難なケースが あります。

こうした現場でも、構築した通信環境を利用したネットワーク RTK により、cm 精度の測 位が可能となります。ネットワーク RTK で cm 精度を確保するために事前に調査すべきポイ ントを以下に示します。

<現地状況の確認>

- ・ ネットワーク RTK を利用するエリアの地形・広さを確認して、通信が届く範囲に Wi-Fi 環境を構築する必要があります。
- ・ 上空開度の障害となる地形・植生を確認して、必要に応じて、GNSS 受信機に仰角マス クを設定して品質の悪い衛星信号をカットできるようにします。

<利用機材の確認>

 GNSS 衛星は、各国政府機関が整備しています。GNSS 受信機は、なるべく多くの 衛星システムを利用できるものを選定します。特に、QZSS(日本)と Beidou(中 国)は、天頂付近に GNSS 衛星が分布しているため、地形や植生が上空開度の障害 となっている場合でも比較的利用しやすいものとなります。 <通信環境の確認>

ネットワーク RTK を利用する際には、20 秒間以上連続で通信が途絶してはなりません。SIM ルーターであればスマートフォンの受信状態表示で良好であることが確認できる場合、Starlink であれば北側上空の遮蔽度合がスマートフォンアプリで10%以下の場合、ネットワーク RTK を安定して利用可能です。

(4) 関係機関協議

工事現場内で DX 施策を実施する場合に必要な関係機関協議先は、仮設備の設置に必要な 手続きの範囲内となります。

他方、工事現場から離れた地点に DX に係る機器類を設置せざるを得ない場合や DX 施策 として UAV を利用する場合には、機器類を設置する地点と UAV の通過ルートとなる地点の 土地利用状況を確認して、必要な関係機関協議を追加で実施する必要があります。 管内の土地利用状況から想定しうる関係機関協議の内容を以下に示します。

項目	内容	関係機関協議先 (確認先)
空港	空港内及び周辺では UAV 飛行が禁じられ	
	ます。管内の砂防施設は該当しません。	
緊急用務空域	空域内では UAV 飛行が禁じられます。災害	国土交通省 HP
	等でその都度指定されます。UAV 飛行時に	
	都度確認ください。	
DID 地区	DID 地区上空の UAV 飛行には特別な資格	
	や許可申請が必要となります。管内の砂防	
	施設は該当しません。	
自然公園地域	DX 機器類の設置及び UAV 飛行のいずれ	自然公園の管理者
	も、許可を要する場合があります。	
国有林	DX 機器類の設置及び UAV 飛行に加えて、	林野庁
	立入りに許可を要します。	
重要施設(国の施設)	重要施設上空及び周辺では UAV 飛行が禁	
	じられます。管内の砂防施設は該当しませ	
	\mathcal{N}_{\circ}	
民地	民地上空の UAV 飛行は、住民の許可が必要	各戸の住民
	になります。	
官地	DX 機器類の設置に自治体の土地を利用す	自治体
	る際には、許可申請が必要となります。	

表 16 想定しうる関係機関協議

5. 通信環境の構築事例

本運用マニュアルに基づく通信環境の構築事例を示します。

5.1 システム構成

以下に示す条件で、図 24 のシステム構成としています。

- ▶ 通信方式: Starlink Residential
- ▶ 標準ルーター設置環境:屋外
- ▶ 子局数:1局(200m×300m=60,000m²をカバー)
- ▶ 連続稼働時間:16時間



図 24 システム構成

5.2 調達機器・費用

7か月間の運用として、表 17に示す内訳で、総額¥2,316,800円になります。

No.	分類	製品名	数量	適用	レンタル 費用	合計 (7 か月)		
1	インターネット	Starlink Roam	1	専用イーサネットア	¥93,200	${}^{\pm 652,400}$		
	通信機器	(SpaceX 社製)		ダプタレンタル、回	(台/月)			
				線費用を含む				
2	無線 LAN-AP	ホップワイド LAN	2		¥70,000	¥980,000		
		(古野電気社製)			(台/月)			
3	ポータブル電源	DELTA 2 MAX	2	6か月以上の利用	¥4,000	¥56,000		
		(EcoFlow 社製)			(台/月)			
		RIVER Pro	2	6か月以上の利用	¥10,000	¥140,000		
		(EcoFlow 社製)			(台/月)			
4	シールドシート	電磁波吸収シート(高周	1	330×2000 mm	¥60,000	¥60,000		
		波対策用) 3-9887-05			(巻)			
					※材料の			
					ため購入			
5	その他材料費・施工費		1	1~3の7か月分の総	_	¥520,800		
				額を 0.3 倍				
	7 か月間の総費用: ¥2,316,800							

表 17 調達機器・費用の内訳

以上