

【UC-TEC活動報告】

無人化施工における5G活用に関する検討


令和5年2月13日

5G活用について

通信技術は、操作制御・映像等を遅延なく操作オペレータに伝達する、といった無人化施工を行ううえで欠かせない存在（技術）である。

建設業においては、現場施工等への5Gの適用に関する検証等の取り組みが進められており、今後、無人化施工においても活用に向けた検証が必要と考えられる。

施工現場での5G活用に向けた企業等の取り組み状況を調査、整理し、今後、無人施工においてどのように活用するのか、また、どのような検証が必要か知見者等の考えを取りまとめ整理した。



無人化施工における5G活用に関する検討

検討内容

No	項目	実施内容	備考
1	計画準備	5Gの概要整理	
2	① 企業等における5G活用に向けた取組・検証等の実態を調査・整理	貸与資料及び公開されている情報（ 公知の情報 ）等の文献調査の実施	建設業及び建設業以外の5G活用事例収集
3	② 無人化施工における5Gの活用シーンについて	ヒアリング・アンケート ①②の結果より5G活用シーンについて	5G活用の実態について 情報収集
4	③ 無人化施工における5G活用に向けた検証の必要性について	①②の結果から、 5G活用に向けた検証の必要性について	
5	報告書作成	①～③の 結果を報告書に作成	



無人化施工における5G活用に関する検討

①企業等における5Gの活用に向けた取組・検証等の実態を調査・整理

企業・団体における5Gの活用に向けた取組・検証等について
インターネット等によるの文献調査



取組内容の一覧整理



無人化施工における5G活用に関する検討

< 調査結果一覧（建設分野） >

表1 建設分野の調査結果

工種	No	検証名	企業・機関・団体等（順不同）	時期（発表日）	URL
除石工事	1	5Gを活用した除石無人化施工の現場実証	国土交通省九州地方整備局、青木あすなる建設㈱	2021年12月23日	https://www.zenken.com/kikkansi/vol_65/01/zk_vol65_01_27_29.pdf
鉱山・採掘砕石工事	2	商用5Gによる鉱山向け大型ICTブルドーザー遠隔操作の実証実験	NTTドコモ、㈱小松製作所	2021年2月2日	https://www.komatsu.jp/ja/newsroom/2021/20210202
トンネル工事	3	ローカル5G通信を用いたホイールローダー遠隔操作システム	西松建設㈱、㈱カナモト、(有)浅草ギ研、ジオマシンエンジニアリング㈱	2021年10月8日※1	https://www.nishimatsu.co.jp/news/news.php?no=NDg4
	4	トンネル工事現場における作業員の安全管理を目的としたi-Constructionの実現に向けた実証実験	ソフトバンク、大成建設㈱、WirelessCityPlanning㈱	2020年1月28日	https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2020/200128_4869.html
	5	掘削・運搬・転圧など一連の道路造成工事	KDDI、㈱大林組、日本電気㈱	2020年2月14日	https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20200214_1.html
ビル建設工事	6	建設現場の作業効率化と安全性向上を目的としたトライアル	NTT西日本、㈱NTTファシリティーズ、日本電気㈱、㈱竹中工務店	2021年2月25日	https://jpn.nec.com/press/202102/20210225_02.html
鉄筋コンクリート	7	コンクリート施工における労働生産性の向上を図る技術	清水建設㈱、学校法人法政大学、㈱Create - C、シャープ㈱	2021年2月※1	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001404792.pdf
道路土工 河川土工 作業土工	8	あらゆる通信規格に対応できる複数建設機械の遠隔操作を可能とするマルチコックピットシステム	㈱加藤組、日立建機日本㈱、西尾レントオール㈱	2021年2月※1	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001404792.pdf
建設工事全般	9	次世代高速通信5Gを用いた重機の遠隔操縦の高度化	KDDI、㈱大林組、日本電気㈱	2018年12月14日	https://www.obayashi.co.jp/technology/shoho/083/2019_083_33.pdf
	10	建設機械の自動運転と精細映像伝送	ソフトバンク、大成建設㈱	2019年6月5日	https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2019/20190605_01/
	11	建設現場での省人化と遠隔操作による作業効率化	ソフトバンク、大成建設㈱	2018年3月16日	https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2018/180316_4414.html
	12	建設機械による遠隔施工	KDDI、㈱大林組、日本電気㈱	2017年5月16日	https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2017/05/16/2446.html
	13	安定した映像伝送と操作を可能にする適応遠隔制御	コベルコ建機㈱、日本電気㈱	2021年11月30日	https://jpn.nec.com/press/202111/20211130_02.html
	14	4K映像の伝送および重機模型のVR遠隔操作	日本電気㈱、㈱熊谷組	2020年12月10日	https://www.kumagaigumi.co.jp/news/2020/nw_20201210_1.html
	15	5G統合施工管理システム	㈱大林組、酒井重工業㈱、日本電気㈱	2021年3月※1	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001404792.pdf
	16	インフラデータプラットフォームの活用による工程管理の効率化と労働生産性の向上	㈱浅沼組、関東建設マネジメント㈱、国立大学法人北海道大学、国立大学法人名古屋大学㈱ロゼッタ、㈱ミオシステム	2021年1月※1	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001404792.pdf
	17	全天球360度カメラ+VRによる遠隔臨場システム	沼田土建㈱、日本マルチメディア・イクイップメント㈱、学校法人立命館	2021年1月※1	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001404792.pdf

無人化施工における5G活用に関する検討

No.3 ローカル5G通信を用いたホイールローダー遠隔操作システム (西松建設(株)、(株)カナモト、(有)浅草ギ研、ジオマシンエンジニアリング(株))

建設分野

- 技術時期: 2021年1月
- 試行工事: 一般国道5号仁木町外 新稲穂トンネルR側仁木工区工事
- 技術概要: 山岳トンネル工事の掘削ずり運搬作業に使用されるホイールローダーに対して、ローカル5G通信技術と遠隔操作システム等を付加した新たな遠隔施工技術。暗くて狭隘なトンネル坑内において高速走行、複雑なバケット操作が必要なホイールローダーの運転操作を、高精細映像を見ながらストレスなく安全に遠隔操作させる技術。
- 適応工種: トンネル(NATM)

■トンネル現場における遠隔施工実証実験

運転操作に大きく影響するような映像伝送遅延や通信上の不具合は生じず、狭隘な坑内においても有人運転に近い高速走行(時速20km/h程度)や掘削ずりの積み込みやクラッシャー投入時の微妙なバケット操作を遠隔で実施。

■今後の展開

今後も現場試行を継続しながら改良を加え、本システムの早期実用化

西松建設では、本システムをはじめとした山岳トンネル施工に使用する各重機の無人化技術を効果的に、トンネル掘削作業の完全無人化の早期実現を目指して取組みを続けていく



「ローカル5G通信を用いたホイールローダー遠隔操作システム」の技術の構成図
(出典: <https://www.nishimatsu.co.jp/news/news.php?no=NDg4>)

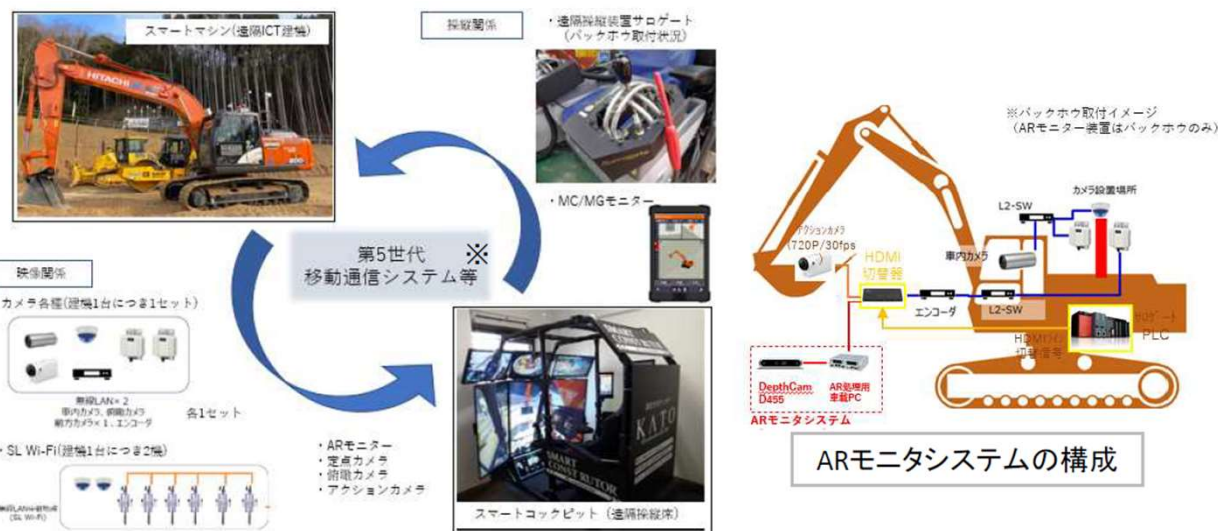
無人化施工における 5 G 活用に関する検討

No.8 あらゆる通信規格に対応できる複数建設機械の遠隔操作を可能とするマルチコックピットシステム (株加藤組、日立建機日本株、西尾レントオール株)

建設分野

- 技術時期: 2021年2月
- 試行工事: 安芸バイパス寺分地区第3改良工事
- 技術概要: 遠隔操縦専用の建設機械に限らず、複数の建設機械を1台で操作できるマルチコックピットを用いて、汎用の建設機械を遠隔操縦機として高度化する技術。
- 適応工種: 道路土工(掘削工、路体盛土工等)、河川土工(掘削工、盛土工等)、作業土工などの建設機械を用いた機械土工作业

- 一連の機械土工作业において、1日あたりオペレータ2名分の作業時間縮減。従来施工と比較し約6割程度の省人化
- 通信環境に応じた移動式遠隔操縦システムを開発・導入し、長距離遠隔操縦を実現
- 空間認識機能の補完として、AR映像と聴覚情報を現場の再現情報としてマルチコックピットへ伝送、3次元設計データを「見える化」することで完成形を具現化
- 汎用的な建設機械を高度化する後付けの遠隔操縦装置を装着することが可能。遠隔施工と搭乗施工の切替も容易。災害復旧現場でも迅速に対応できるほか、通常工事での活用も視野に入れることで活用範囲が広がる。



「あらゆる通信規格に対応できる複数建設機械の遠隔操作を可能とするマルチコックピットシステム」の技術の構成図
(出典: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001404792.pdf>)

無人化施工における5G活用に関する検討

No.9 次世代高速通信5Gを用いた重機の遠隔操縦の高度化（KDDI、(株)大林組、日本電気(株)）

建設分野

- 実証実験期間:2018年12月3日～14日
- 実証実験場所:大阪府茨木市(建設中の安威川ダム)
- 実証実験内容:より具体的な利用場面を想定して、近年国内で地震や豪雨および台風等の災害で数多く発生する土砂災害の迅速な復旧場面を想定して、2台の異なる建機(バックホーとクローラードンプ)を遠隔操作により連携させ、土砂を運搬。
- 実証実験結果:以下の点を具体化した。
 - ・本試験での5Gを「大容量」特性を生かした高精細な映像の伝送だけでなく、uplinkの「低遅延」を実現した。
 - ・カメラとコーデックを最適化し、室内試験で遅延80ms、現場の簡易計測でも約100msの遅延を実現した。
 - ・これらの成果により、試験では遠隔操縦の操作性の向上を実現でき、作業効率は搭乗操作の79%を確保することができた。高解像度カメラ及び低遅延映像圧縮装置を用いた遠隔操作の作業ができた。
 - ・遠隔操作卓では、ブルドーザー車載カメラにて、前後左右、作業機の視認ができた。
 - ・マルチモニターの車両情報及びマシンガイダンスモニターにてICT施工状況の確認ができた。



5Gを用いた重機の遠隔操縦試験の概要図（出典：https://www.obayashi.co.jp/technology/shoho/083/2019_083_33.pdf）

無人化施工における5G活用に関する検討

<調査結果一覧（建設分野以外）>

表2 建設分野以外の調査結果

分野	No	検証名	企業・機関・団体等（順不同）	時期（発表日）	URL
モビリティ	1	「5G」を活用した高速道路事業高度化の実証実験	NTTドコモ、東日本高速道路株式会社	2021年2月4日	https://www.e-nexco.co.jp/pressroom/hokkaido/2021/0204/00009317.html
	2	自動運転に5Gを活用する共同検証	KDDI、株式会社デンソー	2021年3月3日	https://it.impress.co.jp/articles/-/21139
実験施設	3	ローカル5G検証環境である「ソリューション協創ラボ」の開設	NTTドコモ、株式会社ミライト	2020年11月16日	https://www.mrt.mirait.co.jp/solution/local5glab/
	4	5Gの技術検証や体験ができる施設「5G X LAB OSAKA」	ソフトバンク、大阪市、公益財団法人大阪産業局、一般社団法人i-RooBO Network Forum	2020年9月30日	https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2020/20200930_01/
	5	5Gとロボットアームを活用した細胞培養のピペット作業の遠隔操作	ソフトバンク、大成建設株式会社	2021年5月10日	https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2021/20210510_01/
工場	6	新技術の実証を行う「5G Innovation Plant」の開設	NTTドコモ、JFEエンジニアリング株式会社	2021年11月24日	https://www.jfe-eng.co.jp/news/2021/20211124.html
	7	力触覚伝達型遠隔操作システムと5G技術との連携を確認する検証実験	ソフトバンク、大成建設株式会社	2018年9月5日	https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2018/180905_4448.html
シティ	8	新たなワークスタイルの確立 5G×屋外ワークスペース	KDDI、大成建設株式会社	2021年10月18日	https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2021/211025_8529.html
農業	9	自動トラクター等の農機の遠隔監視制御による自動運転の実現	東日本電信電話株式会社	2021年3月25日	https://www.soumu.go.jp/main_content/000768729.pdf
	10	農業ロボットによる農作業の自動化の実現	関西ブロードバンド株式会社	2021年3月31日	https://www.soumu.go.jp/main_content/000712420.pdf

無人化施工における5G活用に関する検討

No.9 自動トラクター等の農機の遠隔監視制御による自動運転の実現(東日本電信電話株式会社)

建設分野以外

・実証実験場所: 北海道岩見沢市

・実証実験内容:

ルーラル環境で4.7GHz帯屋外利用実現に向けた遮蔽物に対する性能評価の実施。

ローカル5Gとキャリア5Gの準同期運用を含めた共用検討

・実証実験成果:

・無人状態での自動走行トラクター等に対し遠隔監視センターからの制御を実現。

・遠隔監視によるトラクター停止制御時間180msecのうち、ローカル5Gによる伝送遅延17msecであった。

・ローカル5G⇄キャリア5Gのネットワークが切り替え時では、ローカル5G→キャリア5Gの場合は一旦通信断し、約1秒後に映像が再開し安定走行を継続した。キャリア5G→ローカル5Gの場合は遅延なく映像伝送・遠隔制御ともに切り替わり、安定走行を継続。

・キャリア5G/ローカル5Gにおける干渉とローカル5G基地局間における干渉についても性能低下を及ぼす影響はほぼみられなかった。



自動トラクター等の農機の遠隔監視制御による自動運転の実現の実証イメージ
(参照: https://www.soumu.go.jp/main_content/000768729.pdf)

無人化施工において**5Gへの期待、5G導入の課題、5Gの活用場面と工種、新技術の動向**に対する企業等の取組検証が進んでいる。

1. 5Gへの期待

2. 5G導入の課題

3. 5Gの活用場面と工種

4. 新技術の動向

1. 5Gへの期待（各企業・機関の検証目的等）

- ・データ量等の制限や遅延がないことから操作性が向上すること
 - ・高解像度の映像（フルHD、4K、8K等）を伝送できること
 - ・3次元地形データ（地上レーザ、UAVレーザ等）を伝送できること
 - ・低遅延、リアルタイム性（数ms～数十ms）が高まること
 - ・多数の建設機械を同時に遠隔で操作可能とすること
 - ・現地の情報を安定して把握できること
 - ・無人航空機（UAV）、IoTセンサー（傾き、振動、音、熱など）、カメラ（俯瞰、魚眼、360°など）で取得した情報を高速処理しながら扱えること
 - ・第3世代の改良として、VRを用いたMC・MG（マシンコントロール、マシンガイダンス）を適用できること
 - ・無人化施工に求められる施工現場の安全性向上と効率性が向上すること
 - ・3次元データを用いたi-Constructionによる効率化、高度化、生産性向上も寄与すること
- ////////////////////////////////////

1. 5Gへの期待

①高速大容量

大容量のデータ伝送ができることから3Dレーザスキャナのデータをリアルタイムで伝送することや2Kや4Kといった高解像度なカメラ映像を伝送できることが期待されている。

②多数同時接続

多数同時接続できることからクローラードンプ、油圧ショベル、ブルドーザー、転圧ローラー等の建設機械の接続や、複数の高精度カメラ、IoT機器が接続可能であると期待されている。

③超低遅延

超低遅延が可能ということで第4世代の課題であった伝送遅延の解消や低減が期待されている。

1. 5Gへの期待

①高速大容量

- ・ 大容量のデータ伝送等の検証、情報の高速処理する検証、作業効率の検証

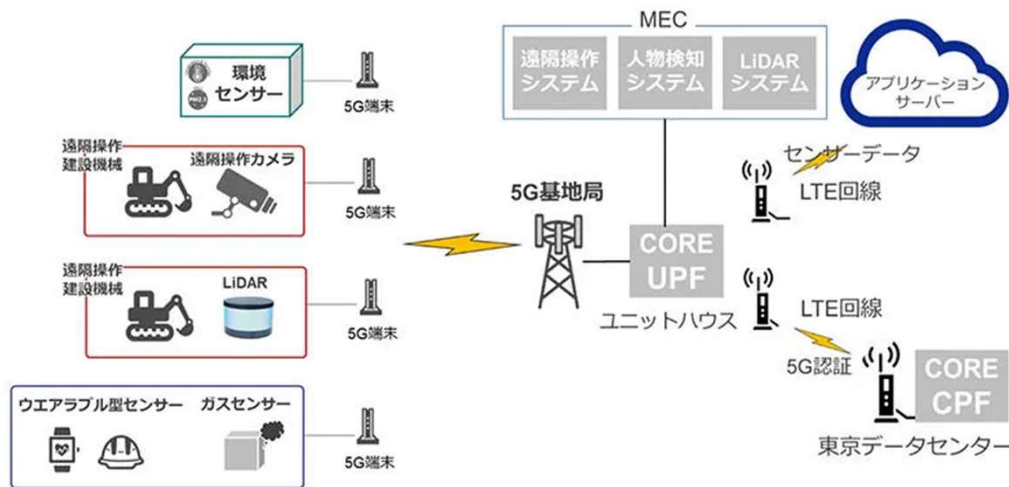


図2-1 4台のフルHD画質カメラ、複数の遠隔操作式建設機械、環境センサー、ガスセンサー、LiDAR (ソフトバンク、大成建設(株)、WirelessCityPlanning(株)／トンネル工事現場における作業員の安全管理を目的としたi-Constructionの実現に向けた実証実験)



図2-2 複数の高解像度カメラ、低遅延映像圧縮装置、大型ICTブルドーザー、マルチモニター、マシンガイダンスモニター (NTTドコモ、株式会社小松製作所／商用5Gによる鉱山向け大型ICTブルドーザー遠隔操作の実証実験)

1. 5Gへの期待

②多数同時接続

- ・ 複数の建機・複数のカメラの同時接続の検証

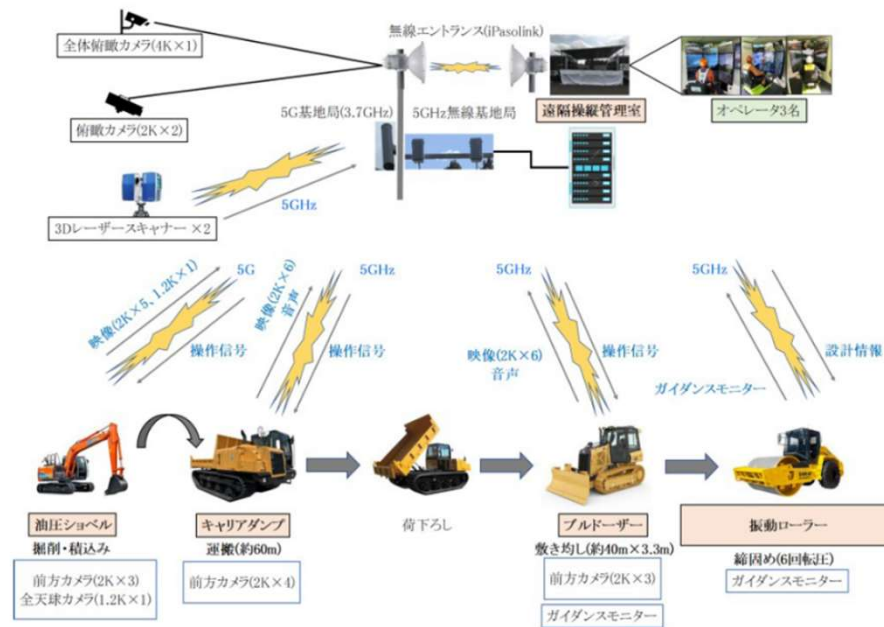


図2-3 複数の遠隔操作式建設機械、2K・4Kカメラ、3Dレーザースキャナ、ガイダンスモニター
(株大林組、酒井重工業(株)、日本電気(株)/5G統合施工管理システム)

1. 5Gへの期待

③超低遅延

- ・ 伝送遅延値の検証、高性能画像圧縮伸張装置の検証



図2-4 室内試験で遅延80ms、現場簡易計測で遅延約100msを実現
(KDDI、(株)大林組、日本電気(株)／建機遠隔操縦への応用を想定する検討・評価)

2. 5G導入の課題

① 5Gの環境

- ・災害発生個所が多い山間部や中山間部でのパブリック5G展開が遅い。
(今後の活用が見込めなければ、キャリアも積極的には展開しない)
- ・大規模災害時の通信圧迫の懸念。

② 5Gの制度・法令手続き

- ・ローカル5Gを利用するためには、無線局免許申請から取得までには6か月程度の期間がかかる。

③ 5Gのコスト

- ・ローカル5Gの機器・設備を含めてサービス導入には数千万～1億程度の費用がかかる。



2. 5G導入の課題

①5Gの環境

・パブリック5Gの展開率、通信圧迫（災害時は一般利用も急激に増加することが懸念）

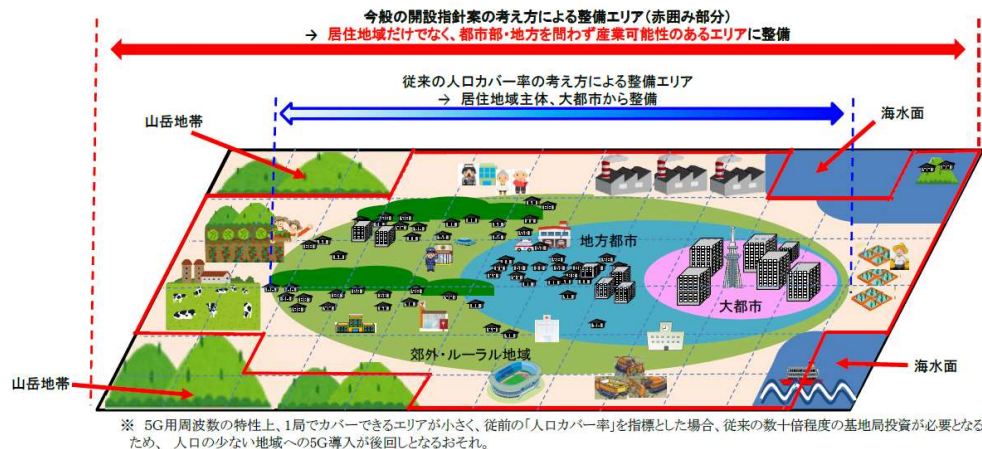


図2-5 パブリック5Gの広範な全国展開確保のイメージ
(総務省/5G・ローカル5Gの普及・高度化に向けた取組/令和2年10月)

5G機器の仕様・性能一覧表(実験3社からの聞き取り)

機器名	Sub6帯	28GHz帯	備考
周波数帯	4.8~4.9GHz 3.6, 4.6GHz	28.2~28.3GHz 28GHz(詳細不明)	
帯域幅	100MHz	100MHz 365MHz	
通信速度	上り	80Mbps 107Mbps	300Mbps 500Mbps
	下り	300Mbps 2.4Gbps	800Mbps
出力	基地局	6.4W	不明
	端末	200mW	不明
通信形式	Ethernet Ethernet	Ethernet Ethernet	
通信方法	1:1, 1:n	1:1, 1:n	
システム構成 (4G基地局の要否)	不要(SA)※1	必要(NSA)※2 必要(NSA)※2	
無線局名称	基地局	その他の無線局(ローカル5Gマニュアルより)	
無線従事者免許	特定無線局(ローカル5Gマニュアルより)	第三級陸上特殊無線技士(空中線電力100W以下) 第一級陸上特殊無線技士(空中線電力100W超過)	
免許人の条件 (図-4.2参照)	建物や土地の所有者 電気通達受業者は免許申請ができない	免許申請から1.5ヶ月 ただし、総合通達へ領出しが必要であり、実際には6ヶ月程度必要	
免許申請期間			
技術基準適合証明の要否		必要	
電波利用料	基地局	1局当たり 2,600(円/年)	
	端末	1局当たり 370(円/年)	

※1 SA: Stand Alone ※2 NSA: Non Stand Alone

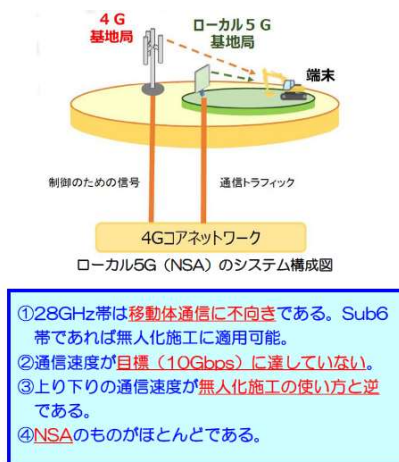


図2-6 5Gの機器仕様・性能・構成
(一般財団法人先端建設技術センター/5Gを活用した無人化施工の可能性について/令和3年先端建設技術セミナー)

2. 5G導入の課題

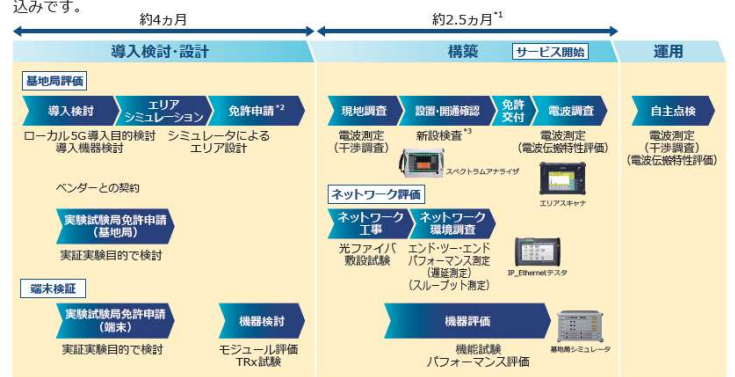
②5Gの制度・法令手続き

- ・ **申請から取得までに約6か月**かかる

(緊急性の高い災害時で無人化施工を適用する場合にも、事前の申請等が必要になることがあり、既免許取得事業者との予めの連携が必要)

導入検討からサービス開始までのスケジュール

ローカル5Gの導入運用を検討する際は、サービス開始時期を見据えた事前準備が重要です。導入検討から運用までは以下の流れで進み、サービス開始までの目安として、トータル約6.5か月かかる見込みです。



*1:新設検査を実施しない場合は約1か月期間短縮 *2:P17参照 *3:技術基準適合証明を受けた機器を使用する場合は不要
ローカル5G入門ガイドブック 13

図2-7 導入運用までの流れ
(5G利活用型社会デザイン推進コンソーシアム／ローカル5G入門ガイドブック2.0版)

免許制度の必要性和申請時の留意点

免許制度の必要性

電波利用については公共性・有限性という観点から**免許制度**が設けられています。免許制度があるメリットとしては、免許制により**電波を占有**して利用することができ、隣接事業者や他の通信システム事業者との混信を回避できます。

- 免許制の無線システム(ローカル5G・BWAなど)**
システムごとの要件を満たして免許取得する手間がかかるが、無線ネットワークの安定稼働や品質担保がしやすい。
- 免許不要の無線システム(Wi-Fiなど)**
導入の手間はかからないが、利用している回線が保護されないため、安定稼働という点では不安が残る。

免許申請時の留意点

ローカル5Gをはじめとする無線免許の取得にあたっては、通信システム毎に**規格と審査の基準**が設けられており、その基準を満たす内容の申請だけが免許を取得できます。免許手続き上の主なポイントは以下です。

- Point 1 電波状況の確認・証明** 使用する電波の周波数や強度が適切であることを確認
- Point 2 無線設備の性能確認** 設置・使用する無線機の性能に問題がないことを確認
- Point 3 電波干渉の確認** 他の無線局から放射される電波から干渉されない(混信を受けない)ことを確認

無線局免許申請に際しての具体的な手続きを支援する手引きとして、第5世代モバイル推進フォーラム(5GMF)より、「ローカル5G免許申請支援マニュアル」が発行されています。 <https://5gmf.jp/case/>

図2-8 免許制度について
(5G利活用型社会デザイン推進コンソーシアム／ローカル5G入門ガイドブック2.0版)

2. 5G導入の課題

③5Gのコスト

- ・ 機器調達、設置含め多額の費用がかかる

導入・運用にあたって活用できるファイナンス

ローカル5Gの機器・設備、サービス導入にあたっては、導入時に数千万円～1億円程度の資金負担が想定されています。ファイナンス会社を利用することで、状況に応じた適切なキャッシュフロー管理を行うことができ、円滑なローカル5Gの導入が可能です。

導入の流れ	PoC	導入準備	設計・構築	運用・保守
ローカル5G導入の流れ	<ul style="list-style-type: none"> ・ PoC用基地局運用 ・ 技術検証 ・ プロトタイプング 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実験局免許申請支援 ・ 電波測定 ・ エリア調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実用免許申請支援 ・ ネットワーク設計 ・ 機器設定/試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運用管理 ・ 機器交換 ・ 定期点検
発生する費用	コンサル料・サービス料		<ul style="list-style-type: none"> ・ 機器購入代金 ・ 設置・工事費用 ・ 測定・検査費用 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保守・運用費用 ・ 電波利用料
自己資金以外の資金対応 (ファイナンスメニュー)	支払委託(立替払い) / 融資		リース/レンタル/割賦/支払委託/融資	
ベンダー・ファイナンス会社からの一括サービス導入による費用平準化				

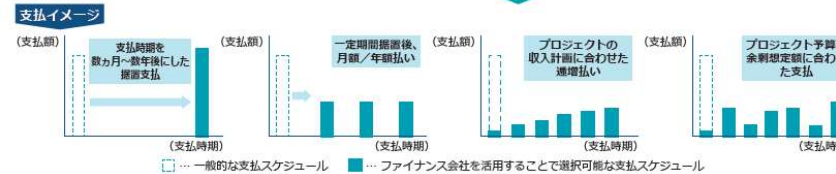


図2-9 ローカル5Gの導入から運用コスト
(5G利活用型社会デザイン推進コンソーシアム/ローカル5G入門ガイドブック2.0版)

3. 5Gの活用場面と工種

応急復旧工事（応急）

- ・災害（火山噴火・地震・土砂災害等）の初動対応の工事にかかる取組・検証は1件。
【工種】地すべり地の排土工、土石流災害箇所での除石工、斜面崩壊箇所での土提施工等

災害復旧工事（恒久）

- ・災害の復旧にむけた恒久的な工事にかかる取組・検証は2件。
【工種】砂防堰堤の新設等

計画的工事（平時）

- ・工事契約後に行う工事にかかる取組・検証は、取組・検証は14件あった。
【鉱山・採掘砕石工事】掘削工
【トンネル工事】掘削時のずり出し作業
【道路工事】掘削工、路体盛土工
【建設ビル工事】安全管理アラート
【施工管理】橋梁下部工のRC構築工、鉄筋コンクリート造
【他】土砂の掘削、積上、運搬、排土

4. 新技術の動向

① ネットスライシング

- ・ 優先制御機能の検証 (①高速大容量②多数同時接続③低遅延を目的に応じて組み合わせ)

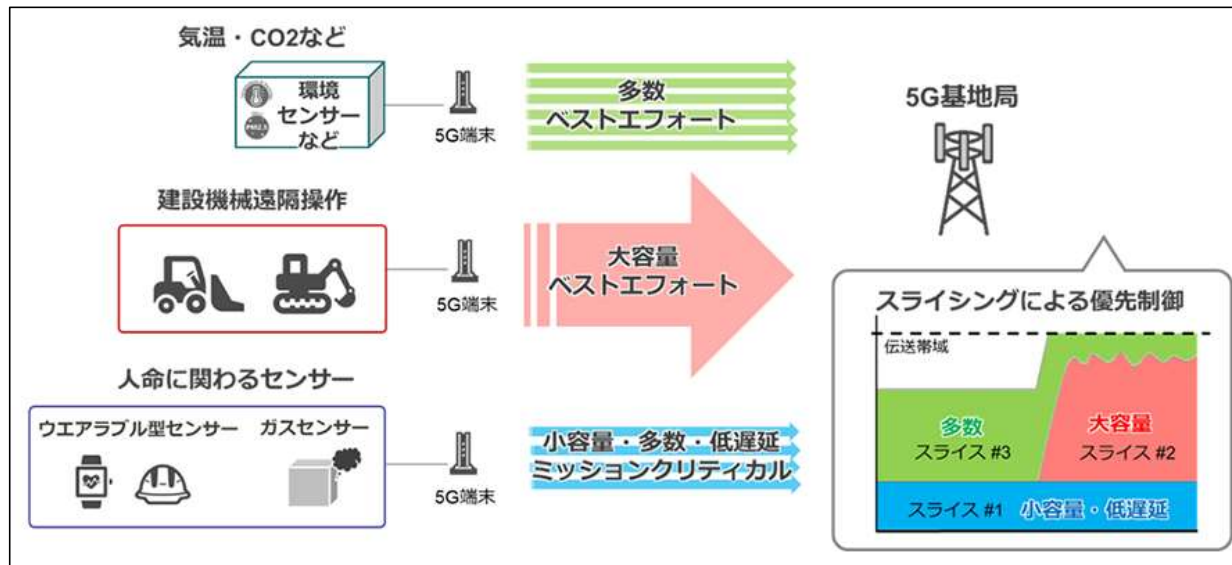


図2-14 ネットスライシング技術の実証試験
(ソフトバンク、大成建設(株)、WirelessCityPlanning(株)／
トンネル工事現場における作業員の安全管理を目的としたi-Constructionの実現に向けた実証実験)

4. 新技術の動向

②ICT技術

- ・ 仮想で搭乗時の環境化を再現するVR技術を活用した検証・自律施工等

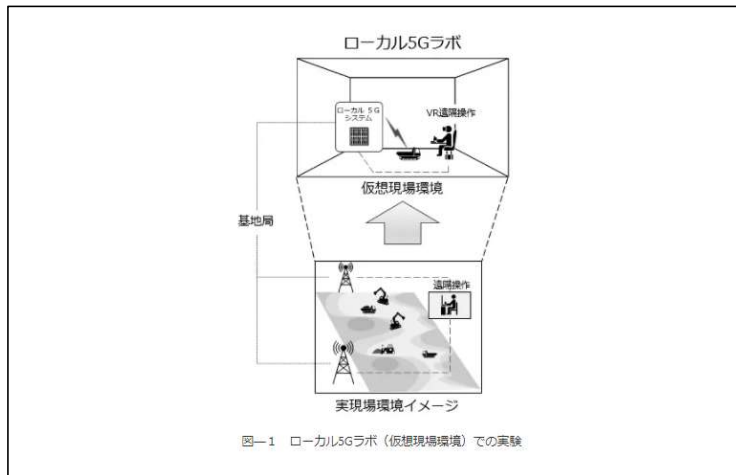


図2-15 搭乗時の環境化を再現する実証実験
(日本電気株、株熊谷組／4K映像の伝送および重機模型のVR遠隔操作)

4. 新技術の動向

③農業分野

- 農機の遠隔操作制御の取組 (スマート農業)



図2-16 ローカル5Gとパブリック5Gの準同期運用を含めた共用検討 (自動トラクター等の農機の遠隔監視制御による自動運転の実現)

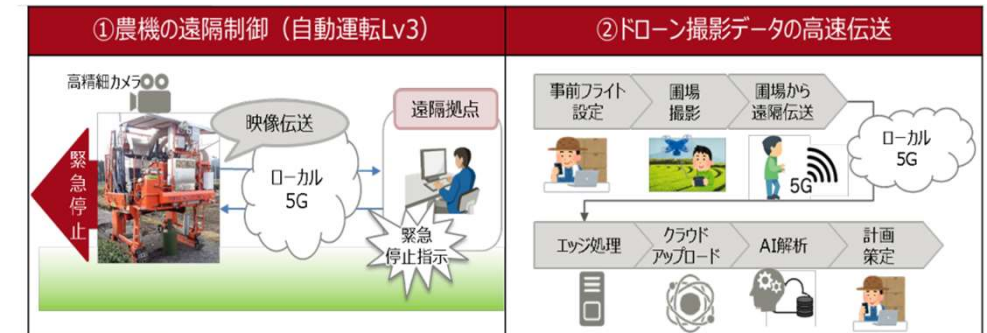


図2-17 農機制御の性能評価、周波数の干渉抑制評価、ドローン撮影データ伝送等の実証実験 (「農業ロボットによる農作業の自動化の実現」)

まとめ

- ◆ 無人化施工では、特に5Gの特長である高速大容量、低遅延を活かしてリアルタイムかつ高精細画像による現場状況把握に有効である
- ◆ 災害復旧（応急）ではパブリック5Gの活用が望ましく、恒久的な災害復旧ではローカル5Gの活用が望まれるが設置にはコスト・時間もかかるため、そのため事前の調査が必須
- ◆ 通信キャリア及び通信機器メーカーの技術開発・動向調査を平時から行っておき、災害時の5Gの適用可否の判断に資する基礎資料を整理しておく
- ◆ 現場に多くのセンサーや建機など複数のデバイスとの同時接続が可能となり、必要な情報の収集として利用することが望まれるが、本当に必要な情報についての検討が必要



5Gは、高品質、高画質、複数の画像及び動画の活用や多数同時接続や超低遅延等へのニーズが高く、これによる無人化施工の操作性、反応速度の向上等が期待される

キャリア5Gを提供する通信事業者や中継器等の対応機器を製造するメーカーとのマッチングをさせることで、技術開発が進み将来的には自動施工、自律施工への展開が期待できる

まとめ

- 5Gと従来方法で建機別の比較試験を行い、単位時間の作業量や施工精度等の確認
- 従来（無線LAN、Wi-Fi、4G）と5Gで、規格が同じ車載カメラを搭載し、実施することで、通信方法の違いによる結果の比較、効果の確認
- 応急復旧ではローカル5G、災害復旧（恒久）ではパブリック5Gの活用が望ましいが、ローカル5Gの設置にはコスト、時間もかかるため、そのため、事前の調査が必要
- 画像圧縮伸張装置も遅延時間を発生させる要素となるため、組合せ試験で効果の確認
- 中継器を用いる場合は、現場でのユースケース（活用シーンの検討）を想定し、中継機の具体的な機能や必要と性能について、屋内若しくは小規模エリアでの検証といった検討を進め、現場における通信環境の事前評価の実施を行うことが必要



5Gは、高品質、高画質、複数の画像及び動画の活用や多数同時接続や超低遅延等へのニーズが高く、これによる無人化施工の操作性、反応速度の向上等が期待される。
このため、キャリア5Gを提供する通信事業者や中継器等の対応機器を製造するメーカーとのマッチングをさせることで、技術開発が進み、将来的には自動施工、自律施工への展開が期待できる。