

次世代移動通信規格(5G)を用いた建設生産システムの構築 ～屋外におけるローカル5Gの通信実験～

大成建設(株) 技術センター 生産技術開発部 正会員 ○青木 浩章
大成建設(株) 技術センター 生産技術開発部 正会員 遠藤 亮雄
沖電気工業(株) ソリューションシステム事業本部 金丸 忠宏
沖電気工業(株) ソリューションシステム事業本部 浅野 欽也

1. 目的

次世代移動体通信規格(以降、「5G」)は、高速大容量(eMBB:最大10Gbps以上)、超低遅延(URLLC:片道伝送遅延1ms以下)、多数同時接続(mMTC:100万デバイス/km²)を実現する2020年代の主力通信インフラとして期待されている。本題である「ローカル5G」は令和2年12月18日から本格的な運用が始まっており、地域におけるローカルニーズに基づく通信環境を構築でき、通信事業者以外でも免許取得が可能であるため、建設現場でも活用を検討したいと考えている。建設現場ではi-Constructionの推進によりICT機器の導入が進んでおり、大容量のデータを低遅延で送受信することが望まれるようになってきている。ローカル5Gの通信性能(特に屋外環境下)がこれを満足できるのかを知り得る必要があると考えて通信実験を行った。

2. ローカル5Gの特徴と構成

・特徴

ローカル5Gの周波数帯として、「Sub6」と呼ばれる4.7GHz帯の300MHzと「ミリ波」と呼ばれる28GHz帯の900MHzが規定されているが、屋外利用はそれぞれ4.8~4.9GHzと28.2~28.45GHzとされている。ミリ波は直進性が強く、遮蔽物に弱い特性であるため、他の建設機械や土砂等による遮蔽が発生する建設現場のような場所ではSub6の利用が望ましい。ローカル5Gは、その形態として、SA(Stand Alone)とNSA(Non-Stand Alone)の2種類が規定されているが、初期導入コストの観点からSA形態が建設現場向きかと考える。またローカル5Gでは、通信事業者提供の「キャリア5G」のDownLink偏重のスロット割当(同期)の他に、UpLink偏重のスロット割当(準同期)が許容されており、現地カメラ映像データ等のUpLink伝送が多く必要とされる建設用途ではローカル5Gの活用が有効である。なおローカル5Gの運用にあたっては、無線局免許の取得が必要となっており、他のシステムとの干渉がない前提であるため、高信頼かつ安定した通信品質が期待できる。

・構成

ローカル5Gシステムは、5GC(5G Core)、CU(Central Unit)、DU(Distributed Unit)、RU(Radio Unit)、およびUE(User Equipment)にて構成される。また、他のキャリア5Gやローカル5Gシステムと同期するためのGNSSアンテナ等も必要になる。図1に、ローカル5Gシステムの基本構成と、後述する実験部分の範囲を示す。機器ベンダーによっては、ターゲットとするユースケースの違いにより、複数の構成要素を1つの装置として実装するケースもある。システム構成が簡易になるというメリットがあるが、各構成要素間のインターフェース仕様(O-RAN: Open Radio Access Network)に準拠しないシステム・装置は、マルチベンダ化を阻害するというデメリットもある。

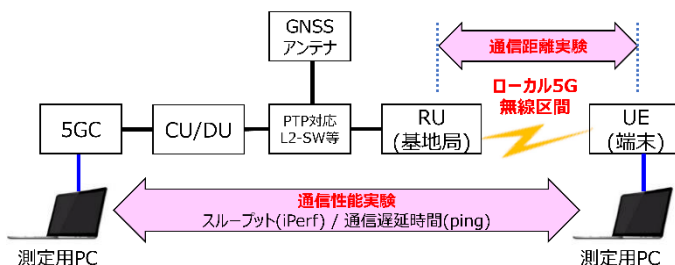


図1 ローカル5G基本構成

キーワード ローカル5G, 通信インフラ, 準同期, 通信品質, 通信性能
連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター生産技術開発部 TEL 045-814-7247
〒108-8551 港区芝浦4-10-16 沖電気工業(株)ソリューションシステム事業本部 TEL 03-5445-6318

3. 実験の内容と結果について

本実験は、システム構成が異なる2社のローカル5Gシステムを模擬建設現場へ構築し、無線通信特性の比較検証を実施した。表1に、本稿での比較検証に用いたローカル5Gシステムの無線諸元等をそれぞれ示す。RUは5mの高さに、UEは2.5mの高さに設置した。基地局からの距離数十m毎に通信が切断する地点迄の各地点で、スループットとRTT(Round Trip Time)の測定を行った。スループットの測定にはjPerf、RTTの測定にはExPingを使用した。測定結果を図2、3に示す。参考として、汎用Wi-Fi(IEEE802.11ac)を用いて同条件下で測定した結果も合わせて表示している。

A社は変調方式が64QAM固定であるため、スループットは高いが、QPSK固定であるB社に比べて通信距離が短いという結果となった。(スループット：64QAM>16QAM>QPSK、距離：64QAM<16QAM<QPSK)

表1 本実験に使用したシステムの仕様

項目	A社	B社
送信周波数	4850MHz	4850MHz
占有帯域幅	100MHz (4800~4900 MHz)	100MHz (4800~4900 MHz)
送信出力 (1アンテナあたり)	RU: 200mW (23dBm) UE: 200mW (23dBm)	RU: 100mW (20dBm) UE: 100mW (20dBm)
アンテナ数	RU: 2Tx/2Rx UE: 2Tx/2Rx	RU: 4Tx/1Rx UE: 1Tx/4Rx
MIMO	DL: 2 x 2 UL: 2 x 2	DL: 4 x 4 UL: (なし)
変調方式	OFDM (1次変調: 64QAM固定)	OFDM (1次変調: QPSK固定)
TDDスロット割当	準同期	準同期
システム構成	SA (Stand Alone)	SA (Stand Alone)
備考	3GPP Release15準拠 O-RAN未対応	3GPP Release15準拠 O-RAN対応

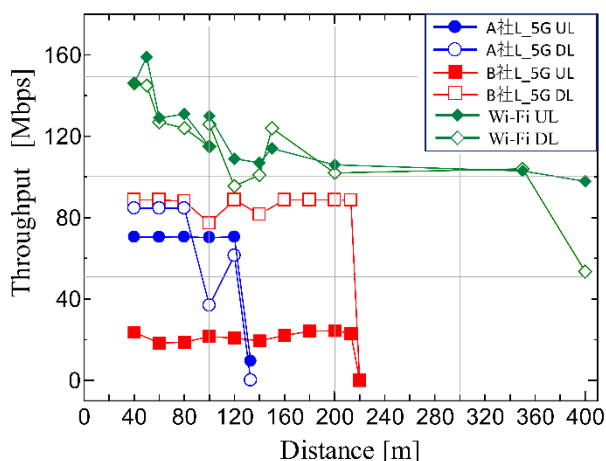


図2 jPerf 結果、A社B社

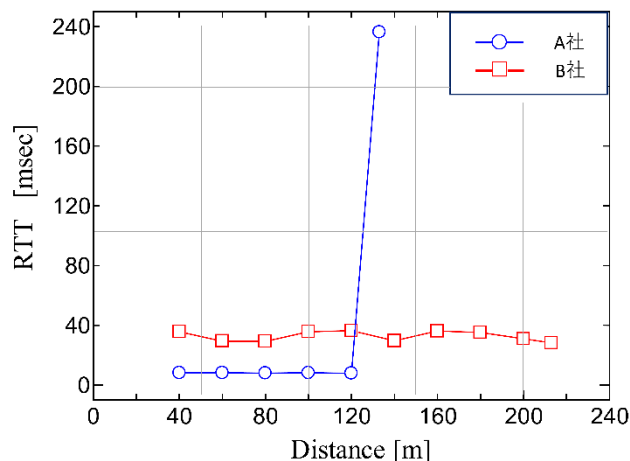


図3 RTT 結果、A社B社

4. まとめ

両社ともに自由空間伝搬損失を考慮した計算上の通信距離よりも短い結果となっている。これは、現地の電波伝搬環境やアンテナの設置方法等によるものと考えられる。また、図2のように汎用Wi-Fi(IEEE802.11ac)と単純比較をすると、ローカル5Gの通信性能が劣っているかのようにも見えるが、ローカルな(限定区間)においては両社ともほぼ一定の通信特性となっている点は、距離と共にスループットが低下する傾向にあるWi-Fiには無い特性であることを確認できた。建設用途では、カメラやセンサー等の固定利用だけでなく、端末を人間や建設機械に搭載して移動利用することの方が強いニーズがある。よって、Wi-Fi等の他の電波との干渉が懸念される環境で、基地局からの距離に関わらず、移動しながらでも安定した通信性能を強く要求する現場であれば活用検討できると考える。

また、今回試行した2社のシステムは変調方式が固定で、ある点まで到達すると通信が切断するという特徴があった。(A社130m、B社220m) Wi-Fiのように変調方式を動的に変えながら最大通信距離を伸ばすような処理は、将来的には5GCやCU/DUのソフトウェア改変で実装される計画とのことであるが、現在の通信可能距離やコスト感、免許取得の手間を考慮すると適用可能な建設現場が限られてしまうと思われるため、今後のローカル5G技術の深耕を期待したい。