

次世代移動通信技術「5G」を用いた実証実験への取り組み

～ 高速5G × 変電所巡視ロボット ～

1 はじめに

中部電力グループでは、現場業務のさらなる安全確保や効率化に加え、災害発生時の迅速な設備復旧などが課題となっています。現在、各種課題解決のために、ICT・IoT活用が進められており、次世代移動通信技術「5G」は、これらを構成する通信技術の一つとして有望視されています。

先端技術応用研究所では、KDDI株式会社様のご協力により、商用の高速5G通信環境を構築し、変電所等の実環境における通信性能の把握を行うとともに、ロボット・高精細カメラ・スマートグラスなどを用いた遠隔からの巡視や監視、作業支援などへの適用について実証実験を実施しました。

今回は、その取り組み概要と、変電所環境における高速5G通信の測定結果、巡視ロボットの走行試験結果について、ご紹介します。

2 5Gについて

次世代移動通信技術である5Gは、各通信キャリア事業者により、2020年春から商用サービスがスタートしました。主に高速・大容量、低遅延、多接続という3つの特徴を有しており、将来的な目標性能として、現在多く利用されている4Gに比べ、各要素において10～20倍程度の性能向上が期待されています。



図1 5Gの特徴

図2 通信速度の例

現在、5Gサービスは、3つの特徴のうち、高速・大容量のみが実現されています。図2は研究所に設置した5Gによる速度計測例で、下り約1.5Gbps 上り約56Mbpsと、4Gに比べ高速な通信が実現できています。

先端技術応用研究所では、新技術の有効活用を目指し、この高速5Gについての実証実験に取り組みました。

3 5G実証実験の取り組み概要

実験では5G環境を構築した変電所および研究所において、現状の通信性能の把握と、ユースケースを想定したアプリケーションの試行を行いました。

高速5Gは、主に利用する周波数の帯域幅を増やすことで実現されています。この帯域幅確保のため、利用

周波数は、既利用に比べ高い周波数帯となる6GHzに近いサブ6帯や、数十GHzとなるミリ波帯が使用されます。電波は高い周波数になるほど直進性が高くなり、障害物の後ろに回り込みづらくなるなど、利用上のデメリットが生じます。特にミリ波帯は、この影響を受けやすいことが懸念されました。

そこで一つ目の取組として、高速5Gエリア化を行った変電所屋外と研究所屋内について、通信速度や電波受信状況の計測、電波到達範囲の確認を行うとともに、大型変圧器や建物などの遮蔽物による通信への影響などを調査しました。

二つ目に、図3に示す変電所におけるユースケースを想定した実証実験を行い、利用要件の把握やその有用性・利便性の評価、課題事項の把握を進めました。

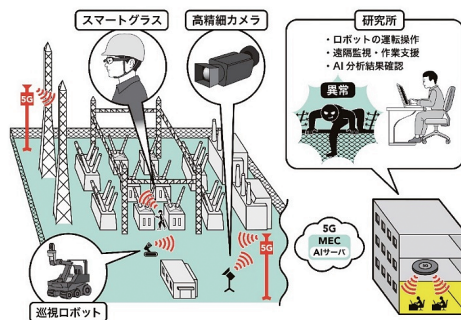


図3 ユースケース実証実験

このうち、現場業務の効率化や災害時の迅速な情報収集を目的として開発中の巡視ロボットについては、リアルタイム性が要求される遠隔からの運転操作における5Gの実用性を検証しました。

4 5G実験設備について

今回、KDDI様のご協力により、商用5G設備を大高変電所と研究所の2拠点に構築しました。変電所の大きさは約200m四方で、5G基地局・アンテナ設備は、敷地角2箇所に対向で設置しています。利用周波数は、ミリ波帯の28GHzと、サブ6帯の3.7GHzを用い、高速通信が可能な設備構成となっています。

図4は、変電所に設置した5G設備で、高さ約14mの位置から変電所内中央へ向け、アンテナが設置されています。（上がミリ波用の多素子アンテナ、下がサブ6用の平面アンテナ）



図4 変電所設置の5G設備

現在、3.7GHz帯は衛星地上局との干渉を避けるた

め、地域によっては電波出力を下げる必要があります。今回の変電所環境はこれに該当するエリアのため、基地局2箇所の構成となりました。

また、実験時の設備は、通信速度の理論値が、下り最大2Gbps前後、上り最大80Mbps前後でした。

変電所構内全体の通信状況を計測した結果、構内全体で5G通信が可能であることが確認でき、通信速度は、ミリ波では下り 1.85Gbps～870Mbps、上り125Mbps～35Mbps、サブ6では下り 820Mbps～340Mbps、上り 90Mbps～15Mbpsでした（5Gおよび4G通信が一束化された状態で計測）。また、敷地内の約9割以上の範囲において上り下り 20Mbps以上で通信可能でした。

なお、変電所の各種情報伝送には主に上り通信が必要とされます。しかしながら、現在、日本の各通信キャリアから提供される5Gは、下り通信に通信リソースが多く配分されています。

図5に変電所構内における上り通信速度の測定結果を示します。障害物等の影響が最も懸念された28GHz帯のミリ波は、アンテナからの電波の見通しが無くなる建物陰や距離が最も遠くなる構内角で、速度低下が発生しましたが、通信は十分可能でした。サブ6帯である3.7GHzについては、基地局アンテナのカバーエリア境界となる中間地点で通信速度が低下する事象が発生しました。

この測定から、今回の設備では、ミリ波は多素子アンテナの活用もあり200m程度まで利用可能であること、サブ6帯は、今回の変電所では基地局2台構成が必要であり、局間境界における課題等が把握できました。

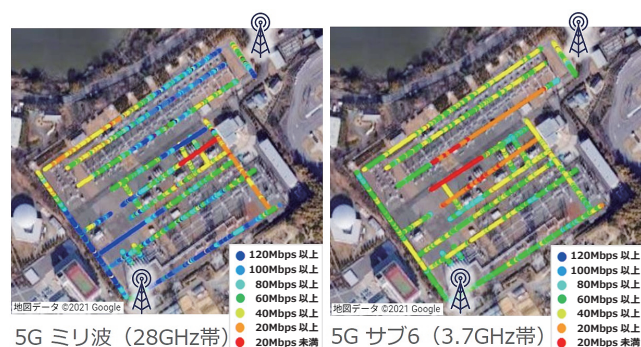


図5 5G通信速度（上り）測定結果

測定結果より、この高速5G設備でアプリケーションを活用する際の通信速度は、上り最大20Mbpsまでを一つの目安としました。これは今回の実証実験で使用する高精細4K映像等が伝送可能な通信速度です。

5 変電所巡視ロボットへの適用

中部電力パワーグリッドでは、故障・災害発生時における初動対応の迅速化を目的に、変電所巡視ロボットの開発に取り組んでいます。

ロボットは、自律走行および遠隔操作・監視機能を有しており、遠隔操作に必要なリアルタイム映像伝送用カメラに加え、人に近い視点でカメラ撮影が可能なロボッ

トアームや、監視項目に合わせたセンサー類の搭載が可能で、高画質映像と大容量のデータ取得を実現します。

一方、従来の無線によるロボットの遠隔操作実験ではリアルタイム性に課題があり、大量かつ低遅延な情報伝送を必要としていました。このため、今回、高速通信が期待できる5Gを用い、変電所内で走行実験を行いました。巡視ロボットは、中部電力パワーグリッドと三菱電機株式会社様との共同開発中のプロトタイプを利用しました。



図6 変電所巡視ロボット

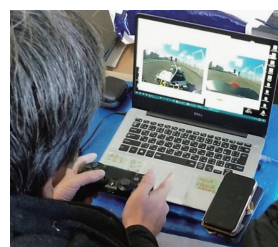


図7 ロボット遠隔操作の様子

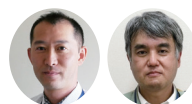
遠隔走行では、巡視ロボットに搭載された操作専用カメラ2台の映像を確認しながら操作を行います。カメラ映像の伝送は、遅延を減らすために適した方式を採用しており、HD映像を8Mbps前後の通信速度で送信する装置を採用しています。このため、カメラ2台からの映像情報量は16Mbps程度となり、上り20Mbpsの通信が行える5G環境であれば、十分走行可能と想定していました。

走行試験の結果、概ねの場所で、従来に比べ安定的に高品質の映像が送信できることを確認しました。走行試験を積み重ねてきた実験メンバーも、従来実験より快適な操作を実感することができました。ただし、今回使用する映像データは可変方式を用いたため、通信速度が設定値の2倍近くになるケースがあり、1～3秒程度の映像遅延が発生する場合や、操作が困難となるケースも見られました。これは、映像データのビットレート制御方法の選択やエリア品質に起因し、必要とする通信量が十分確保できなかったためで、用途に応じたシステム設計や、エリア設計が重要であることが分かりました。

5Gは、まだ発展途上の技術であり、通信システムの改良・改善により、通信速度や安定性の向上が実現される可能性があります。より様々な目的に5Gが活用できるよう、今後の技術進展に期待するところです。また一方、アプリケーション側の映像送信技術も同様に技術進展が期待されます。

6 おわりに

今回の実証実験を通し、高速5G環境で安定的に高品質の画像データなどを概ね送信できることが確認できました。5G自体はさらなる性能の向上や機能の追加といった『進化』が期待されるため、今後も実験を重ねることで利用ノウハウの獲得や課題把握に努め、中部電力グループやお客さまへのICTシステム構築に向けて活用していきたいと考えています。



執筆者／瀧本 隆・波多野亮介