

東海道新幹線における5G無線通信実験について

株式会社NTTドコモと東海旅客鉄道株式会社は、東海道新幹線車内における、更なる快適なモバイル通信環境を実現するための検討の一環としまして、第5世代移動通信方式(以下、「5G」)による無線通信実験を実施しました。

高速で走行する鉄道車内との5G無線通信を実現するためには、実際の走行環境における基地局の配置と移動端末への追従性、お客様の実利用シーンにおける周囲の遮へい物の影響など、技術的に検証すべき事項が多くありました。

これら技術的検証のため、東海道新幹線沿線に仮設した実験用5G基地局(以下、「地上基地局」と、N700S確認試験車内に搭載した実験用5G移動端末(以下、「移動端末」と)との間の5G無線通信実験を行い、高速走行中の実験に成功しましたので、お知らせいたします。

200km/h以上で走行する高速鉄道車内と、地上との間の5G無線通信実験の成功は世界で初めてであり、将来の高速鉄道車内における5G通信サービスの本格利用に向けた、重要なデータを得ることができました。

1. 5G無線通信実験の概要

- (1) 実験期間 2019年 8月24日(土)～ 9月 7日(土)
- (2) 実験場所 静岡県 富士市内(三島駅～新富士駅間)
- (3) 使用周波数帯 28GHz帯
- (4) 実験内容(実験システム構成は別紙1参照)

① 5G無線データ伝送実験

- ・ 地上基地局、移動端末の双方が持つ機能(ビームフォーミング機能、ビーム追従機能)を駆使した超高速データ伝送
- ・ 移動端末が接続する地上基地局(3箇所)を順次切り替える連続ハンドオーバー

② 5G無線映像伝送実験

- ・ 超高精細の8K映像コンテンツを、地上基地局から移動端末へ5Gを介して高速ダウンロード配信
- ・ N700S確認試験車内に設置した4Kカメラにより撮影中の車窓映像を、移動端末から地上基地局へ5Gを介してライブ中継

2. 実験結果

- (1) 列車走行速度 283km/h
- (2) 実験内容別の結果【各実験成功は、高速鉄道における5G実験として全て「世界初」】

① 5G無線データ伝送実験

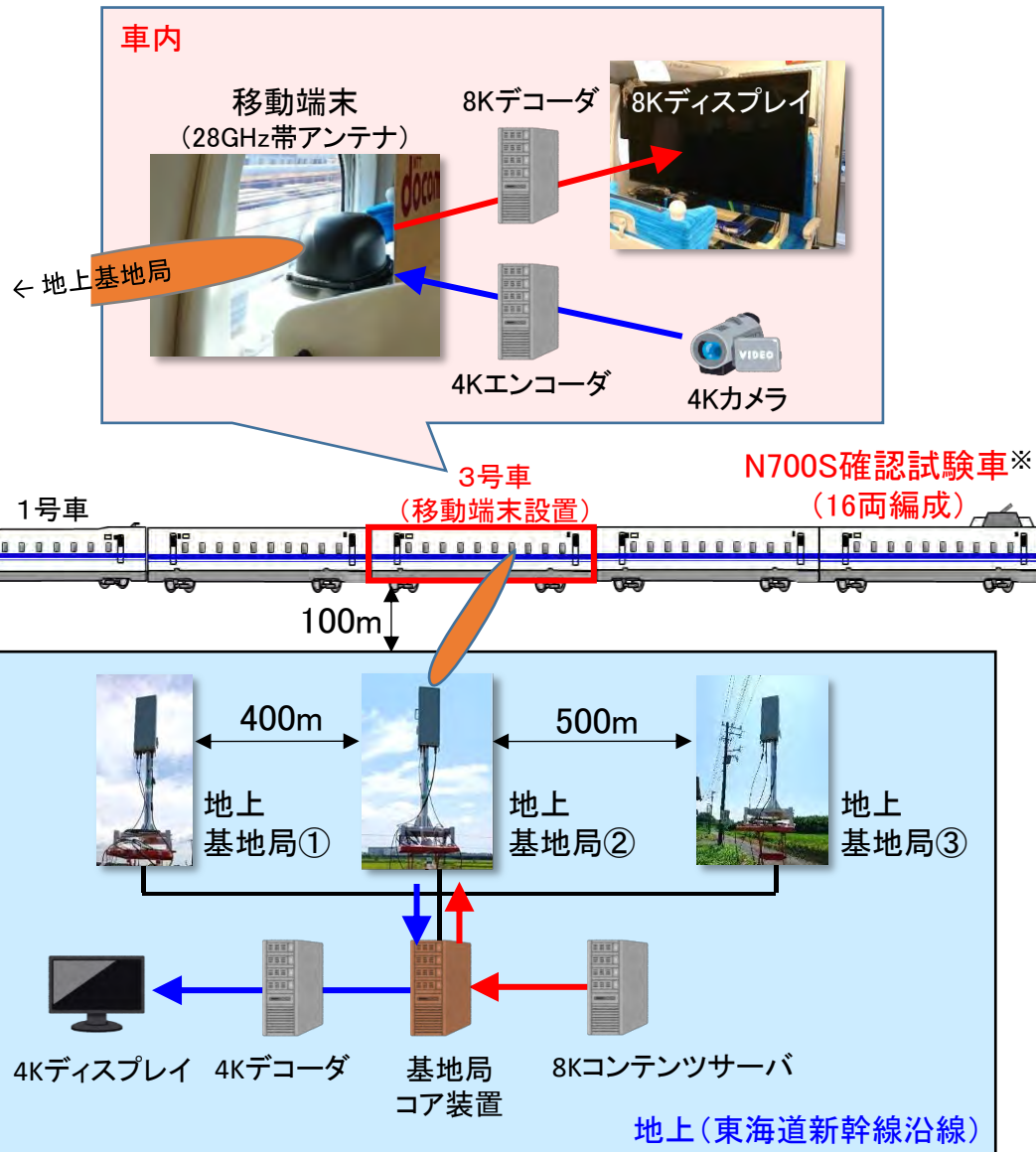
- ・ 最大データ伝送速度 1.0Gbps以上……………【成功】
- ・ 地上基地局間の連続ハンドオーバー……………【成功】

② 5G無線映像伝送実験

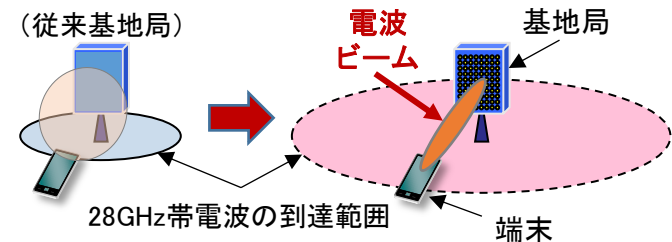
- ・ 8K映像コンテンツの高速ダウンロード配信……………【成功】
- ・ 4K車窓映像のライブ中継……………【成功】

【お問合せ先】

◆「移動端末」と「地上基地局」の構成

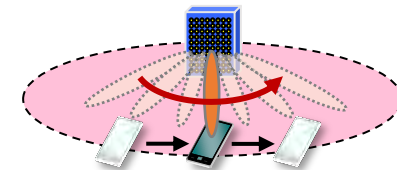


◆ビームフォーミング機能



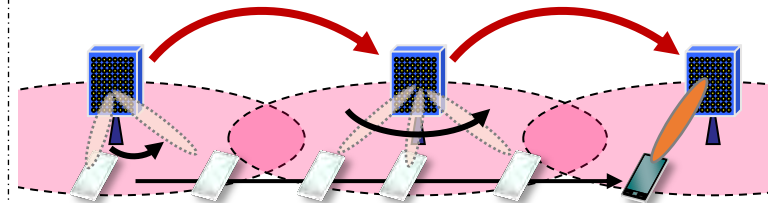
基地局から送信する電波の方向を絞り
端末方向に電力を集中させるビーム型に
することで電波の到達範囲を拡げる技術

◆ビーム追従機能



端末の移動に追従して、基地局からの
電波ビームの方向を変える技術

◆連続ハンドオーバー



端末の移動に合わせて
接続 (通信) する基地局を
順次切り替える技術

東海道新幹線5G無線通信実験の詳細

1. 実験環境

ドコモはこれまでに、約200～300km/hでテストコースを走行する自動車を用いた5G通信実験^{*1}を段階的に行ってきました。これらの実験は高速鉄道を模擬した環境における基本実験で、ビームフォーミング・ビーム追従の各機能を用いて、5G基地局からの28GHz帯の電波の放射方向を自動車に搭載した5G移動端末に向けて維持しながら、高速走行する自動車と基地局の間で5G通信が可能であることを実証しました。しかしながら、電波を遮へいする物がない自動車のテストコースとは異なり、実際的高速鉄道の走行環境は、沿線の電柱などによって頻繁に電波が遮へいされる可能性があり、さらに自動車のフロントガラスや在来線車両の窓に比べ小さい新幹線車両の窓に電波を通過させるなど、直進性が高く遮へい物などで弱まりやすい28GHz帯の電波の使用においては通信速度の低下や不安定につながりやすい環境といえます。

今回の実験では、そのような通信環境での応用実験を行うべく、静岡県富士市の東海道新幹線沿線に28GHz帯の実験用5G基地局3局を400～500mの間隔で仮設置した5G通信実験エリアを構築するとともに、東海道新幹線の上り方向または下り方向を試験走行するN700S確認試験車内の座席に28GHz帯の実験用5G移動端末を搭載しました。



図1 実験用5G移動端末を搭載したN700S確認試験車の走行模様



図2 実験用5G基地局を仮設置した東海道新幹線沿線の実験エリア

<実験紹介動画>

実験環境及び実験実施模様を下記URLの動画でご覧いただけます。

<https://youtube.com/watch?v=cjwI7JFj6V0>

2. 実験に用いた各装置^{*2}の主な仕様

装置	機能等
実験用5G基地局	<ul style="list-style-type: none"> ・超多素子アンテナ(96素子) ・ビームフォーミング機能 ・ビーム追従機能
コア装置	<ul style="list-style-type: none"> ・基地局間の通信中連続ハンドオーバー制御機能
実験用5G移動端末	<ul style="list-style-type: none"> ・32アンテナ素子(×2面) ・ビームフォーミング機能 ・ビーム追従機能
実験用5G基地局／移動端末 共通	<ul style="list-style-type: none"> ・中心周波数:27.875GHz ・周波数帯域幅:700MHz幅 ・MIMO多重数:2レイヤ
8Kコンテンツサーバ	<ul style="list-style-type: none"> ・セグメント化機能 ・H.265コンテンツ配信機能(データレート:平均100Mbps)
8Kデコーダ	<ul style="list-style-type: none"> ・H.265リアルタイムデコード機能

	・キャッシュメモリ
8Kディスプレイ	シャープ製8T-C60AW1(60V型)
4Kカメラ	・SONY製FDR-AX45 ・HDMI映像出力
4Kエンコーダ・4Kデコーダ	・H. 264リアルタイムエンコード機能 ・リアルタイムデコード機能
4Kディスプレイ	・TOSHIBA製43C310X(43V型)

3. 実験実施体制

会社	役割
ドコモ・JR東海	・5G無線通信実験の計画と推進
ドコモ	・5G通信実験エリア構築と実験用5G基地局／コア装置の運用 ・実験用5G移動端末の運用と4K／8Kシステムの構築・操作
JR東海	・N700S確認試験車／車内実験環境の整備、運行

※1 https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2018/04/23_01.html

※2 表に記載の装置のうち、実験用5G基地局および実験用5G移動端末は、5Gプレサービス用の装置とは異なり、将来の5Gのさらなる拡張に向けた実験にも対応可能な装置として開発されたもので、実験試験局の無線局免許を取得して使用しました。また、実験用5G基地局および実験用5G移動端末は日本電気株式会社、8Kコンテンツサーバおよび8Kデコーダはシャープ株式会社よりそれぞれ提供を受けるとともに、実験の実施にあたって各社の協力を得ました。