

5G実現に向けて、高周波数帯電波伝搬特性の解明の取り組み及び5Gシステム評価用チャネルモデルの策定をするための標準化推進活動を紹介

特長

- 様々な環境における高周波数帯電波伝搬特性(伝搬損失特性、遅延特性、到来方向特性、人体遮蔽特性、粗面による影響の特性)の検討
- 検討結果をもとに5Gシステム評価用チャネルモデルの提案を行い標準化(3GPP、ITU-R等)を推進

今後

- 多様な環境における高周波数帯の伝搬測定・評価結果をもとに5Gシステム評価用チャネルモデルの提案を行い標準化を推進



～～担当者の想い～～

測定・解析にて、高周波数帯の電波伝搬特性を早期に明確化し、5Gシステム評価用チャネルモデルの提案・確立により、超高速データ通信可能な5Gシステムの実現に貢献して参ります。

5G無線アクセス伝送実験

NTT docomo ~15 GHz帯における新たな無線インターフェースの検証~

5Gの実現に向け、エリクソン社と共同で実施している15GHz帯を用いた新たな無線インターフェースを検証

特長

- 高周波数帯で使用可能となる超広帯域を用いることによる、20Gbps以上の超高速伝送
- 超多素子アンテナを用いたマルチビームフォーミング技術による、チャネル状態情報を用いるビーム選択と分散MIMO技術
- 無線パラメータの最適化による、15GHz帯における位相雑音への耐性向上と低遅延伝送

今後

- 屋外環境におけるユーザ移動速度(~40km/h)の影響を検証
- Dynamic TDDシステムにおける干渉制御の効果をフィールド実験により実証

実験システム構成

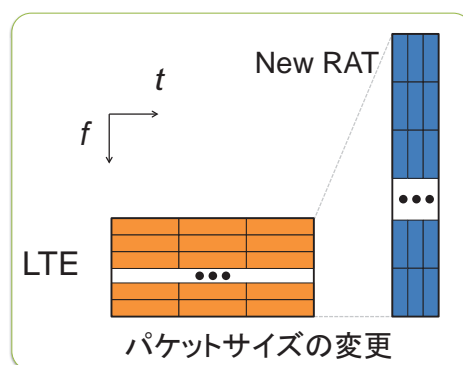


左: 移動局装置
右: 基地局アンテナユニット

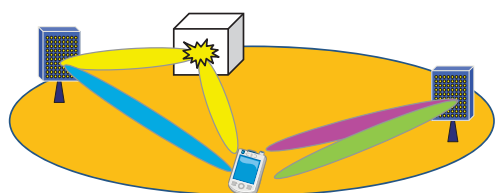


Product by
ERICSSON

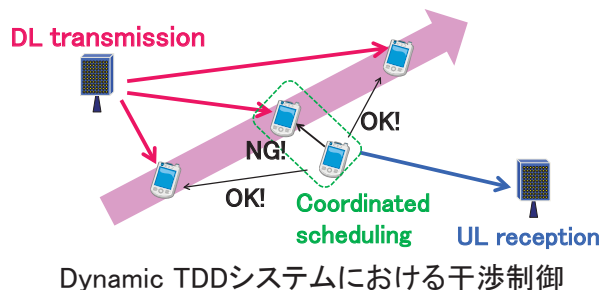
無線パラメータの最適化・低遅延化



超多素子アンテナを用いたビームフォーミングおよびDynamic TDDシステム



チャネル状態情報を用いるビーム選択
および分散MIMOビームフォーミング



~~担当者の想い~~

5Gでは、多様なアプリケーションサービスの普及や接続端末数の指数的增长に伴うモバイルデータトラフィックの爆発的増加に対応する必要があります。2020年以降の5G実用化に向けて、お客様に快適な通信サービスを提供できるように研究開発に尽力して参ります。

超高密度分散アンテナ技術

NTT
docomo

～ダイナミック仮想セル制御による大容量化～

第5世代(5G)移動通信システムにおいて、超高密度に分散配置した小型基地局を互いに協調させて通信しエリア内の大容量化を実現する超高密度分散アンテナ技術を、ドコモと富士通が協力して取り組み中

特長

- 無線の制御を行う装置に、複数の小型基地局(分散アンテナユニット)を接続する構成(C-RAN)において、分散アンテナユニットを超高密度に配置します
- 様々な環境に対応できる、柔軟な分散アンテナユニット構成を実現します
- 多数の分散アンテナの協調伝送アルゴリズムにより、端末の位置に応じて仮想セルを構築するダイナミック仮想セル制御技術を確認し、端末の受信電力を向上させ、エリア内の大容量化を実現します

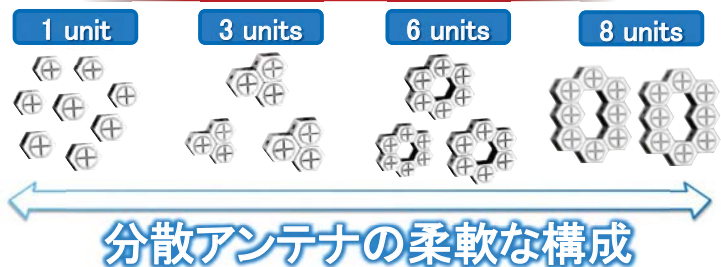
今後

- 屋内外実験を通して、分散アンテナユニットの設計や、協調伝送アルゴリズムを確認し、大容量通信の実現を目指します

分散アンテナの利用イメージ



分散アンテナの構成例



屋内実験(オフライン処理)

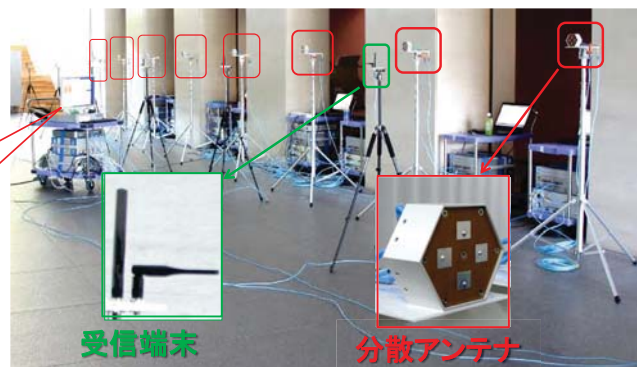
分散アンテナの設計やダイナミック仮想セル制御技術実現のための屋内外実験を実施

- 8個の分散アンテナと8台の受信端末を分散配置しマルチユーザ伝送を実施
- 中心周波数4.65 GHz、帯域幅200 MHzで、8ストリーム多重時に7 Gbps以上のシステム容量を確認

8端末合計
システム容量

ダイナミック仮想セル制御
Dynamic Virtual Cell Control

ON OFF
7.27 [Gbps] 0.64 [Gbps]



※本内容には、総務省からの委託を受けて実施した「第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発」の成果の一部が含まれています

～～担当者の想い～～

お客様へ快適なネットワーク環境をご提供できるよう、超高密度分散アンテナ技術による5Gでの大容量通信の実現をめざし、研究開発に尽力してまいります。

5G無線技術の実証実験

NTT docomo ～広エリア・大規模なマルチユーザ環境でのフィールド実験～

- 人と人をつなぐコミュニケーションに加え、今後爆発的な普及が見込まれるIoTや低遅延・高信頼化技術も対象にした5G無線アクセス技術を検証
- ファーウェイとの共同での6GHz以下の周波数帯を用いた大規模なマルチユーザ・デバイス環境でのフィールド実験

特長

- 5Gの候補技術である超多素子アンテナ技術(Massive MIMO)、SCMA(Sparse Code Multiple Access)技術、Filtered-OFDM技術、Polar Code技術をひとつの5Gプロトタイプ装置に実装したフィールド実験
- 横浜メディアタワー周辺の広いエリアにおいてMassive MIMO(SU/MU)技術の検証や非直交マルチプルアクセス技術の検証
- 異種トラフィックに最適化された複数の無線インタフェースを同一帯域内に混在した際のFiltered-OFDM技術・Polar Code技術の検証

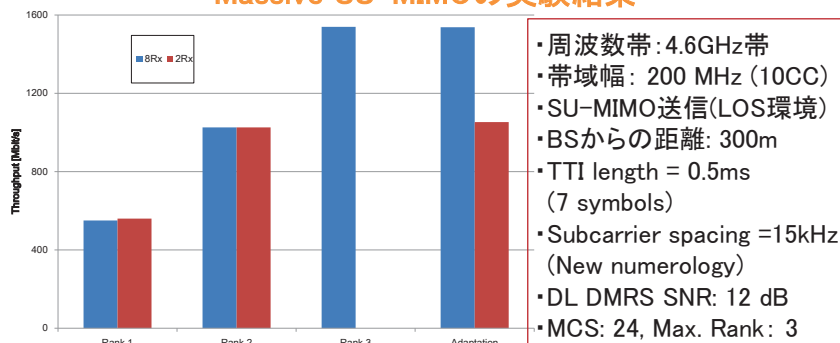
今後

- 超高速・超大容量・超多数接続に加え、超低遅延伝送を含めた5G無線アクセス技術の総合的実験を実施

横浜でのフィールド実験の様子



Massive SU-MIMOの実験結果



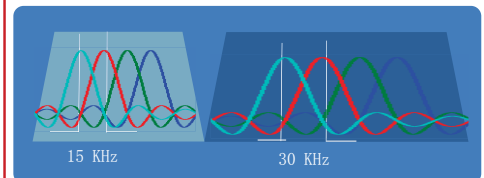
Massive SU-MIMOを用いて300mの距離にて1.5Gbpsを達成

～～担当者の想い～～

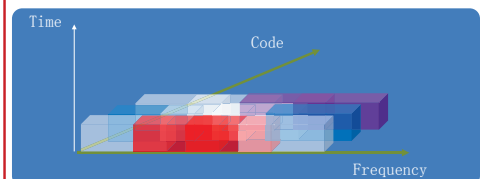
今回得られた結果を活かし、5G技術のさらなる進展に繋げていきます。今後もフィールド実験において目覚ましい成果が得られるよう頑張っていきたいと思っております。

新しい無線インタフェース

Filtered-OFDM

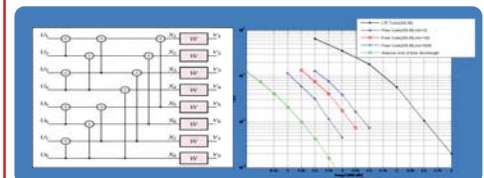


非直交マルチプルアクセス(SCMA*)



* SCMA: sparse code multiple access

Polar Code



5Gマルチバンド伝送実験

NTT
docomo

～小型・低消費電力な5G端末の実現に向けて～

2020年における次世代移動通信5Gの端末実現に向け、小型・低消費電力な5G通信用チップセットの開発を見据えた5G伝送実験を5Gマルチバンド対応移動局を用いてインテルと共同で実施

特長

- 2016年7月に北米でドコモ-インテル共同実験を6GHz以下及び28GHzの周波数で実施
- 6GHz以下と28GHzの周波数帯を1つの筐体で対応
- 5G端末を見据えたポータブルサイズの5G伝送実験装置を開発予定
- Massive-MIMOを用いたビームトラッキング技術・LTEと5Gの同時接続技術などを検証し、より高品質な5G端末をお客様に提供

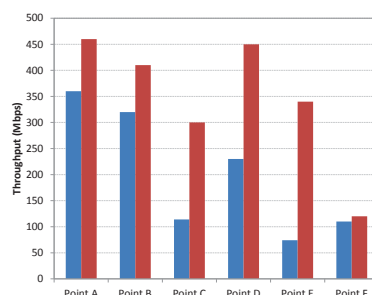
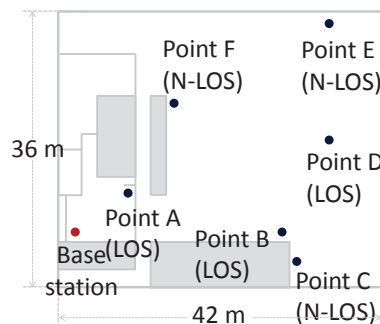
今後

- 日本国内で屋外伝送実験を実施予定

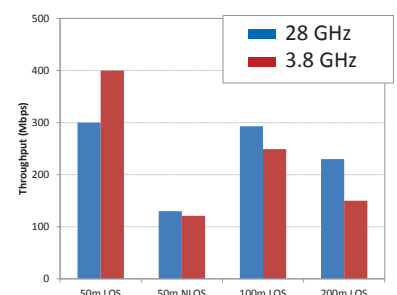
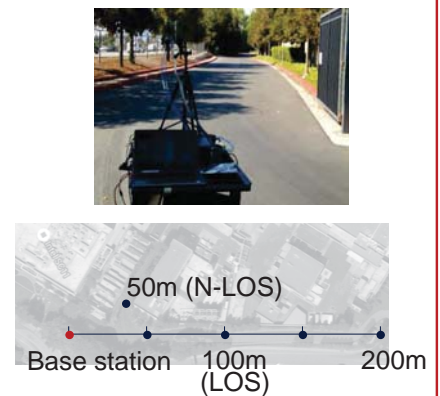
5G実験装置



2016年北米実験



屋内試験



屋外試験

～～担当者の想い～～

2020年に先進的・魅力的な5G移動機のお客様への提供をめざします。

- 5Gシステムではより高い周波数(～100GHz)による超高速データ通信を想定
- 60GHzにおける測定を実施し、高周波・広帯域信号の伝搬特性モデル(チャネルモデル)構築に向けて、キーサイト・テクノロジー社と共同検証

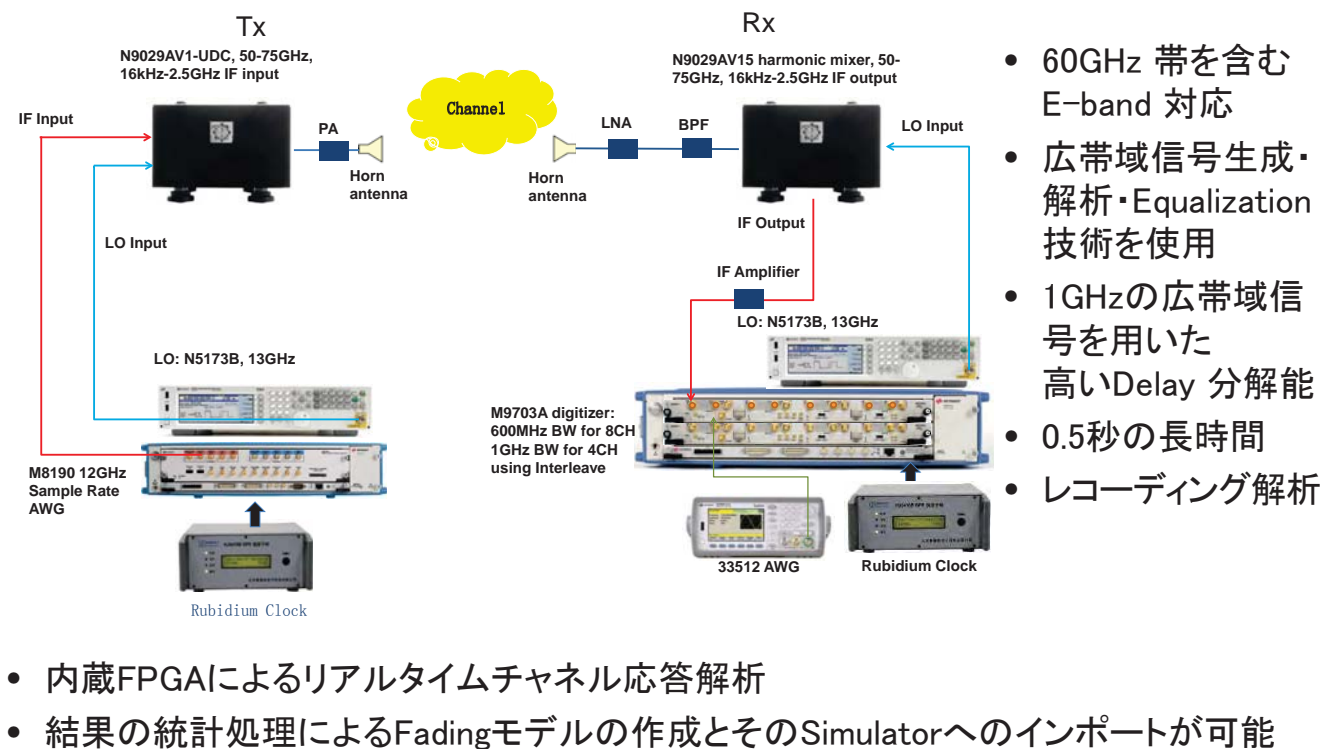
特長

- 伝搬特性として、伝搬損失(パスロス)、到来角プロファイル、遅延プロファイルの測定、評価を予定、反射や遮蔽物がある状況での特性の把握
- 計測システムは、広帯域任意波形発生器と信号源、アップダウンコンバータ、アンテナ、広帯域デジタル・レシーバと解析用ソフトウェアの組み合わせで、非常に高い周波数帯において広帯域信号の送受信、計測、解析が可能

今後

- 屋内及び屋外実験・解析
- 伝搬チャネルモデルの検討

電波伝搬環境 評価装置の概要



～～担当者の想い～～

非常に高い周波数帯も含めた電波伝搬特性を明らかにすることにより、お客様に満足して頂けるサービスを提供できる5Gシステムの構築を目指します。

高SHF帯超高速Massive MIMO

NTT
docomo

～16ビーム多重による高効率な超高速伝送の可能性を検証～

第5世代(5G)移動通信システムにおける高SHF帯広帯域超多素子アンテナを用いて超高速通信を提供するマルチビーム多重技術をドコモと三菱電機が協力し研究開発

特長

- 28 GHz帯において16ビーム多重による高効率伝送を実現することで、500 MHzの帯域幅を用いて20 Gbps以上のデータレートを提供
- 低消費電力でMassive MIMO伝送を実現するため、1024素子以上の超多素子アンテナを用いたハイブリッドビームフォーミング装置を開発
- ユーザ配置や伝搬チャネルの状況に応じてユーザの選択および空間多重数を適応的に変更するアルゴリズムを検討

今後

- 5Gのサービス展開が想定される環境におけるMassive MIMOの性能評価、超高速伝送の実現に向けたアンテナ構成の検討および装置開発を推進

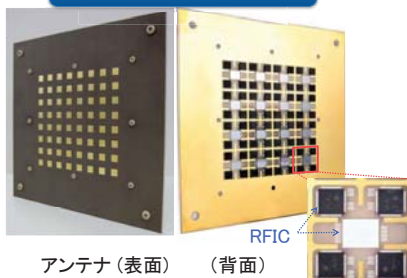
高SHF帯広帯域超多素子アンテナを用いた高効率超高速伝送

高SHF帯広帯域
超多素子アンテナ



1024素子以上の多素子

今回の展示



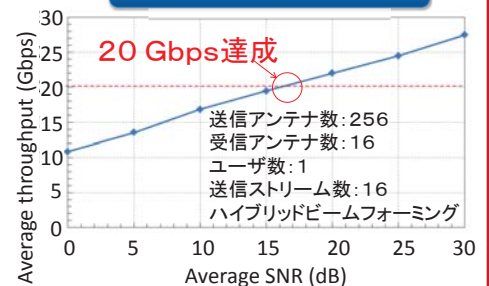
アンテナ(表面) (背面)

帯域幅500 MHz



16ストリーム
以上の空間多重

伝送特性検証



- ・20 Gbps達成の可能性を確認
- ・今後、屋外伝搬実験のデータを用いた伝送特性評価および屋外伝送実験を実施予定

- ・64素子サブアレーを試作・評価完了 → 展示中
- ・素子間結合の影響を考慮した設計により、ビーム制御方向によらない均一なビーム利得を実現
- ・高周波回路部をIC化により小型化

※本内容には、総務省からの委託を受けて実施した「第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発」の成果の一部が含まれています

～～担当者の想い～～

本実験を通して、超多素子アンテナによるマルチビーム多重技術の効果検証を進め、5Gにおいて多くのお客様が超高速通信を体験できるシステム作りに貢献して参ります。

フルデジタルMassive MIMO

NTT
docomo

～デジタルビームフォーミングによる高速通信～

第5世代(5G)移動通信システムにおいて、中心周波数3-6 GHz(低SHF帯)に着目し、フルデジタルMassive MIMOの試作装置を用いて、デジタルビームフォーミング技術の研究開発を行っています

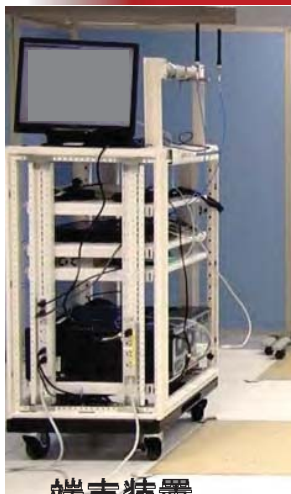
特長

- デジタル信号処理によるビームフォーミング(デジタルビームフォーミング)における、高速通信実現のためのビーム制御アルゴリズムを検討しています
- アンテナ部と無線部が一体となったアクティブアンテナシステム(AAS)の試作装置をドコモとNECが協力して開発し、複数ビーム多重技術やビーム追従技術を用いた最大8端末の同時通信により、帯域幅100 MHzで5 Gbps以上のスループット達成を目指します

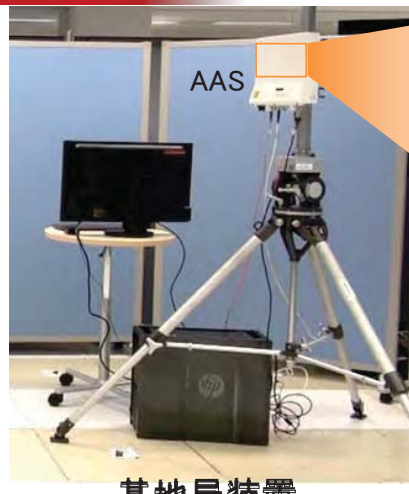
今後

- 屋内外実験を通して、デジタルビームフォーミングアルゴリズムの有効性検証を進め、超高速通信の実現を目指します

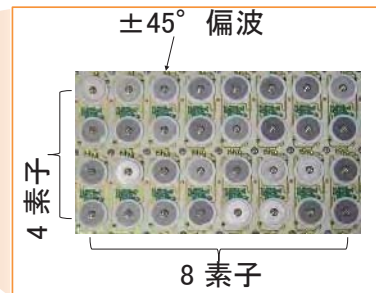
実験システム構成



端末装置



基地局装置



アンテナ素子配置

- 屋内外実験をNECと協力して実施
- ビーム多重技術の検証や、5.2 GHz帯伝搬特性解析を実施

屋外実験

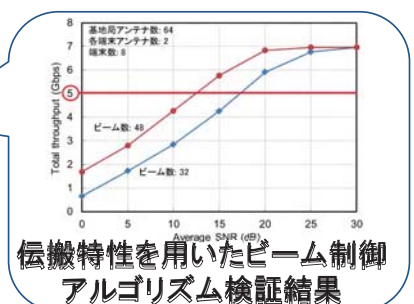


端末

屋内実験



端末



※本内容には、総務省からの委託を受けて実施した「第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発」の成果の一部が含まれています

～～担当者の想い～～

フルデジタルMassive MIMOによるデジタルビームフォーミング技術を確立し、超高速通信をお客様へご提供できるよう、研究開発に尽力してまいります。

低SHF帯Massive MIMO伝送技術

NTT
docomo

～試作装置による10Gbps、1ms以下の低遅延の実証～

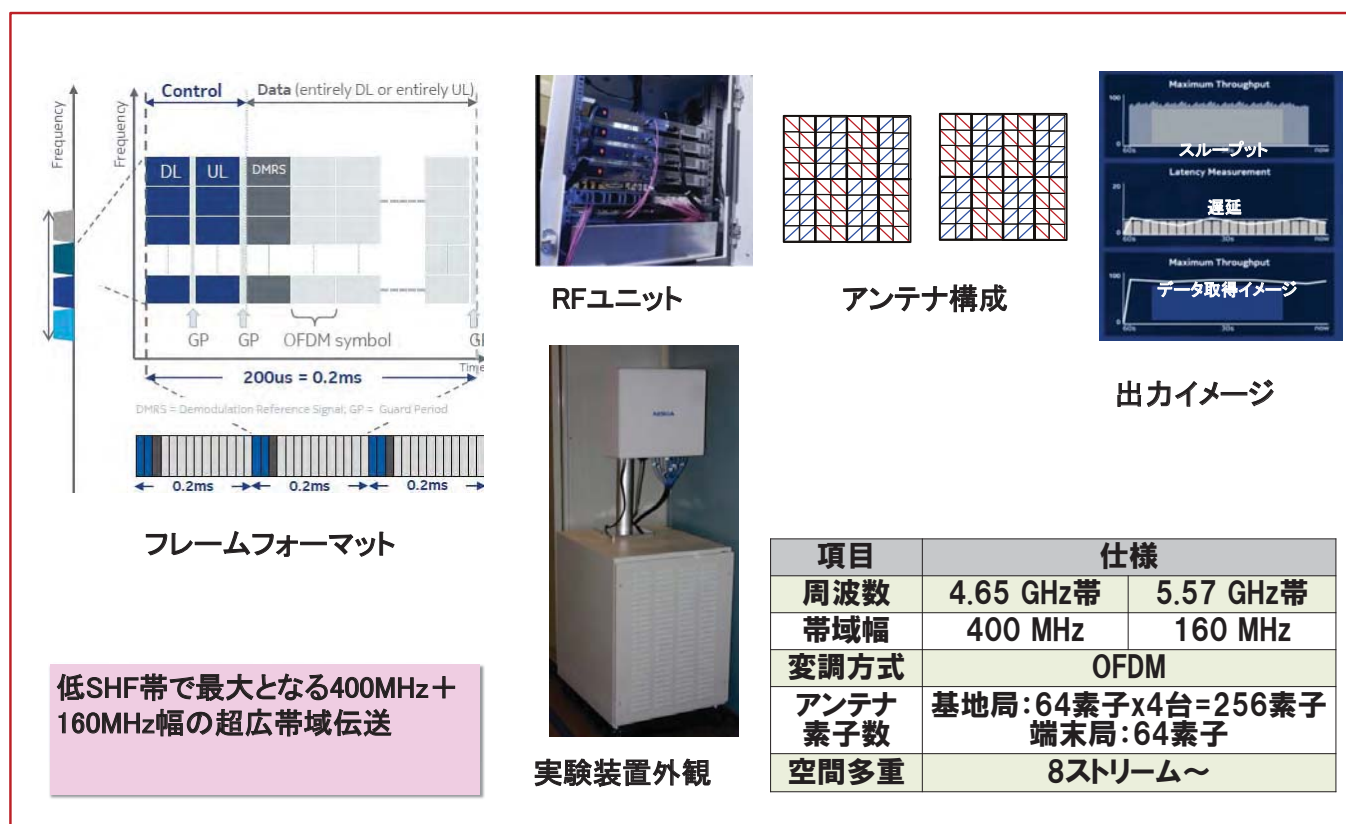
低SHF帯(4.7 GHz帯および5.6 GHz帯)を用いた10 Gbps、1 ms以下の低遅延実現に向けた試作装置をノキアで開発、ドコモと共同で実験検証を実施

特長

- 最大『スループット』10 Gbpsを実現し、無線区間で1 ms以下の『超低遅延』に対応した新たな無線フレーム構成
- 低SHF帯で最大となる400 MHz + 160 MHz幅の超広帯域伝送
- IP伝送を実現し、VRカメラOZOとの連携による360° 立体映像伝送等、5Gに向けた新たな『ユースケース』を実現可能

今後

- 5GにおけるLAA、LTEと5Gのデュアルコネクティビティ、ブランチ数の拡張についても実験検証予定



～～担当者の想い～～

2020年の5G実現を目指し、様々なユースケースにおける技術検証を進めます。

超広帯域ミリ波無線通信

NTT
docomo

～70 GHz帯でのビーム追従及びダイナミックTDD～

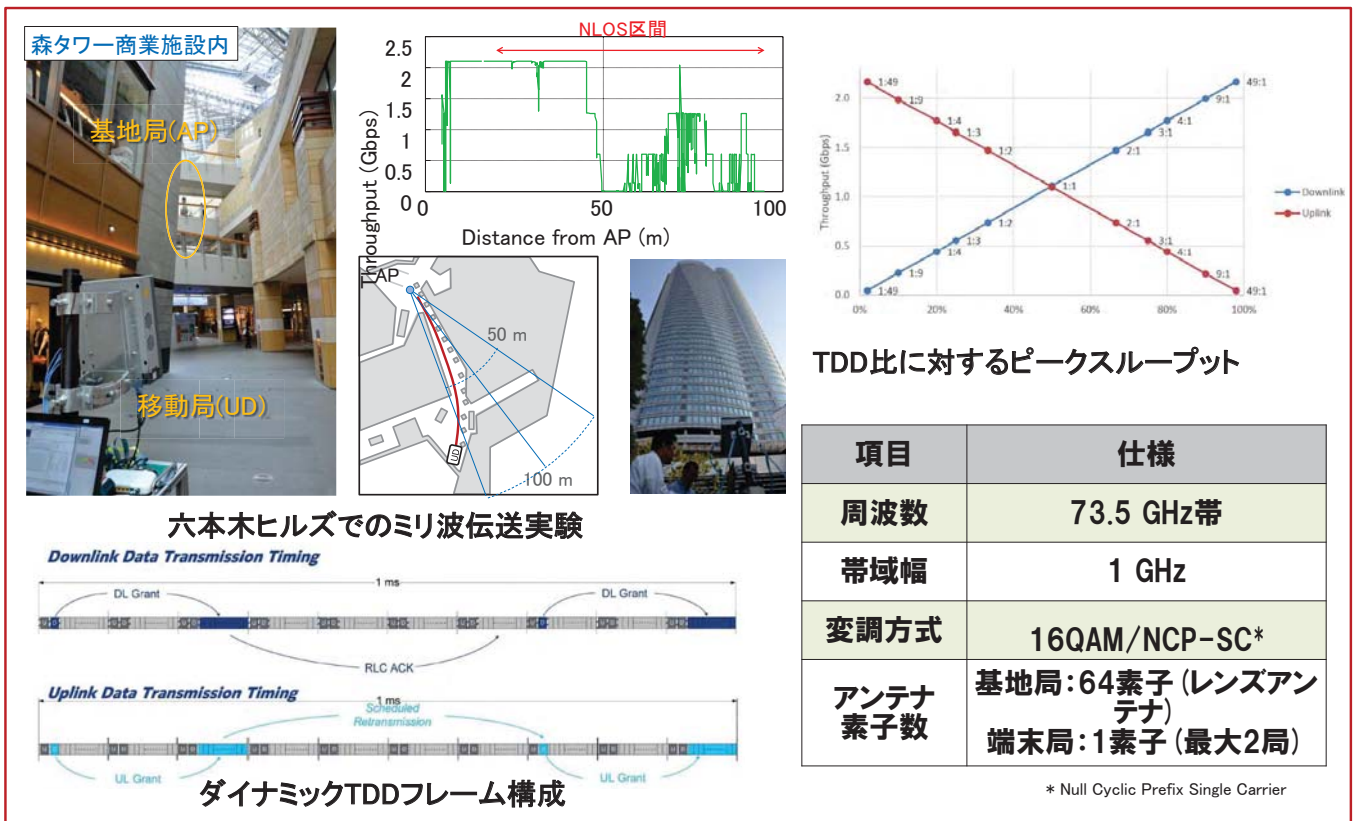
70 GHz帯、1 GHz幅の超広帯域においてビーム追従伝送実験の5G試作装置をノキアで開発、ドコモと共同で実験検証を実施

特長

- 高周波数帯の超広帯域(1GHz)を活用し、2 Gbps超の高速データ通信を実現
- ダイナミックTDD(Time Division Duplex)による上下トラフィックに応じた柔軟なりソース割り当てを実現(新機能)
- 超多素子アンテナ(Massive MIMO)構成の検証:64個のアンテナ素子によるビームフォーミングとレンズアンテナの組み合わせにより実現
- シングルキャリア方式を用いたシンプルな設計とPAPR低減により回路への負荷を軽減し、高速なアンテナ切り替えと併せて低遅延化を実現

今後

- 1 ms以下の超低遅延伝送を実現。基地局切替制御、ビーム切替によるマルチユーザ収容など方式を拡張し追加の実証実験を今後実施



～～担当者の想い～～

高周波数帯の活用で、ユーザの皆様にご喜ばれるような、2020年以降の5Gの実現を目指します。

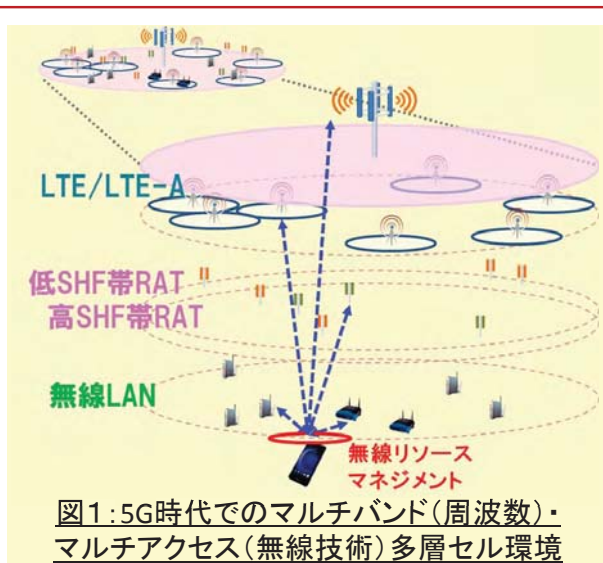
様々な周波数・無線アクセス技術が重畳して運用される5Gの世界で、効率的な接続先セル選択技術の開発をドコモとパナソニックが協力して取り組み中

特長

- サービス毎の目標ユーザ体感品質(QoE)、端末の移動状況、各セルの混雑度を考慮し、マルチバンド・マルチアクセス多層セルの無線環境において、最も効率的なセルを割り当てることで、快適な通信環境を実現
- システム容量の向上や制御頻度の低減を実現できるセル割当制御を検討
- 高精細画像伝送時にQoEを確保できる制御技術を検討

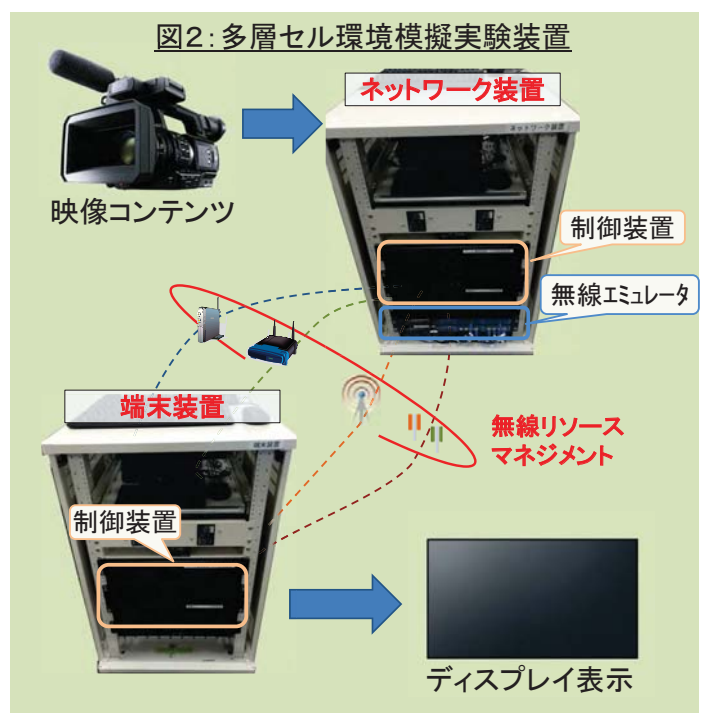
今後

- 想定されるユースケースや実際の無線伝送を接続した環境での実験を進め、5G時代でのさまざまなサービス／アプリケーションを効率的に収容する制御技術の確立をめざす



特徴

- 高精細画像伝送を行いながら無線状況の変化に伴うセル割当て制御を実施しサービス品質を評価
- 無線エミュレータにより5G時代の新たな無線アクセス技術を模擬



※本成果には、総務省からの委託を受けて実施した「第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発」の成果の一部が含まれています

～～担当者の想い～～

5G時代に向けて検討されている色々な周波数・無線アクセス技術を使いつくし、快適な無線通信環境の実現に向けて検討していきます。

5G統合プラットフォーム開発

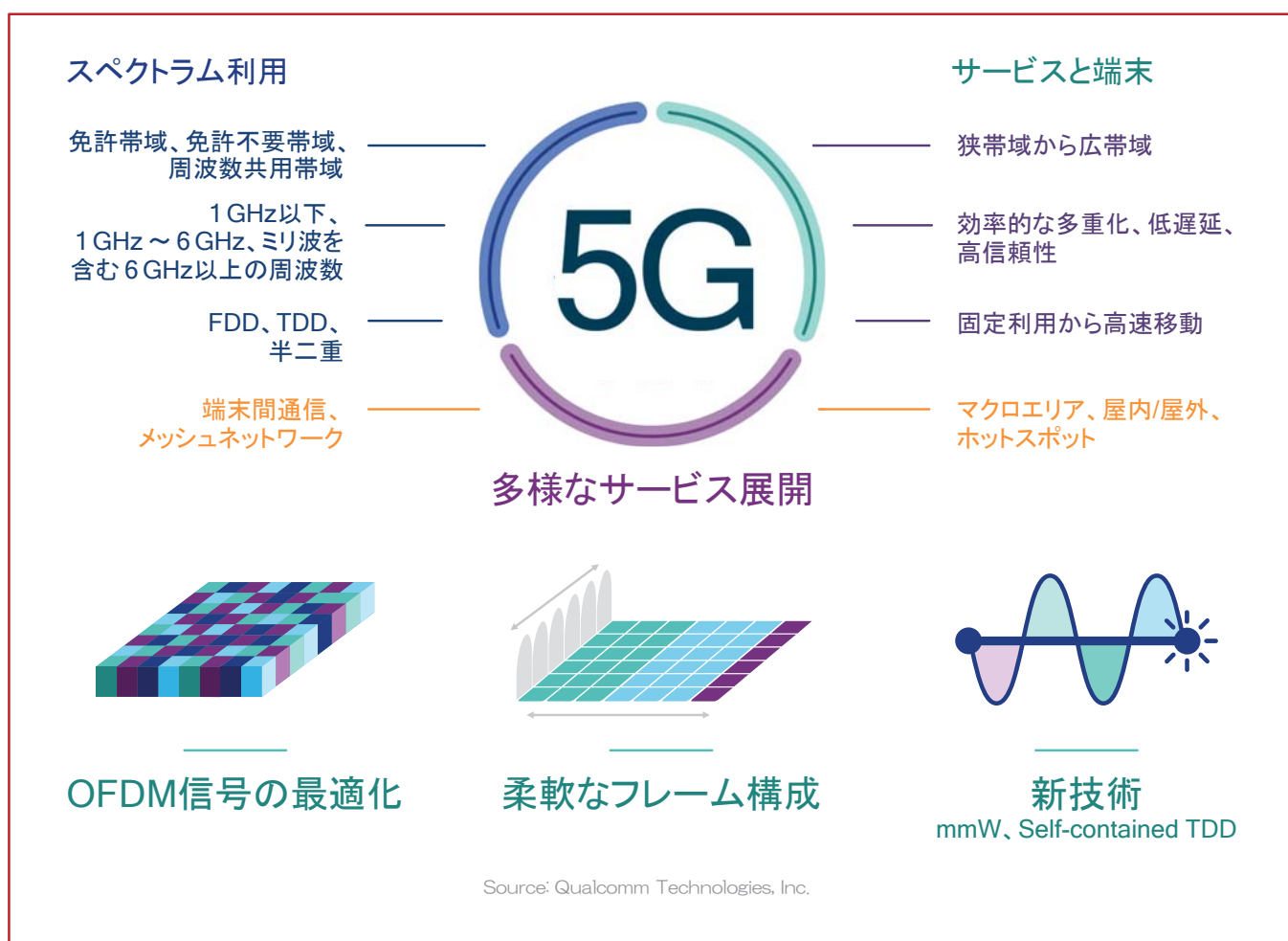
NTT
docomo

～2020年における5G端末の実現に向けて～

- 次世代移動通信5Gでは、より多様な携帯端末・利用シーン・通信環境・通信サービスが想定される
- これらに柔軟に適合する無線インターフェース・統合プラットフォームの開発を見据えた5G検討・伝送実験をQualcommと合同で実施

特長

- 統合プラットフォーム開発を見据え、新しい信号波形・柔軟なフレーム構成・可変なサブキャリア間隔の検討・検証などを実施
- 4.4～4.9GHz周波数のうち160MHzの帯域幅を使用し、数Gbpsを超える通信速度をめざす
- 更にミリ波技術・Self-contained TDD・Dynamic TDDなどを検証し、より高品質な5G移動機をお客様に提供



～～担当者の想い～～

2020年に先進的・魅力的な5G移動機のお客様への提供をめざします。

- 5Gシステムではより高い周波数(～100GHz)による超高速データ通信を想定
- 40GHz及び60GHzにおける測定を実施して、高周波・広帯域に対応した伝搬モデルを、Rohde&Schwartz社と共同検討

特長

- ハイエンド測定器を使うことで高い受信感度と広いダイナミックレンジ、リアルタイムでの解析と長時間の記録、再生が可能
- 非常にシンプルな構成で40GHz帯及び60GHz帯において、最大2GHz帯域幅までの測定が可能
- 送信側と受信側は非常に高安定な基準周波数を使用しており、送受信器間をケーブルで同期せず測定可能なため、屋外の長距離測定に最適

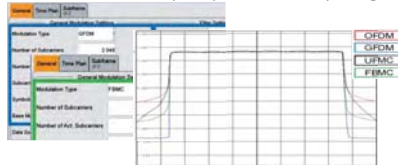
今後

- 屋内及び屋外フィールド試験の実施、測定結果に基づいた伝搬モデルの検討

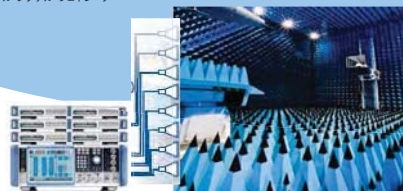
ミリ波帯伝搬特性の把握

新しいインターフェースの検討

UFMC: Universal Filtered Multi-Carrier
 FBMC: Filter-Bank Multi-Carrier
 GFDM: Generalized Frequency Division Multiplexing

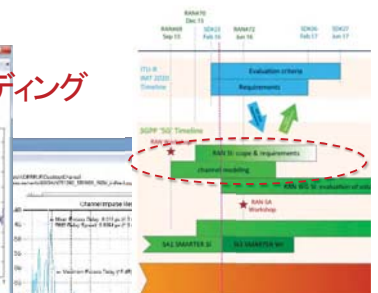
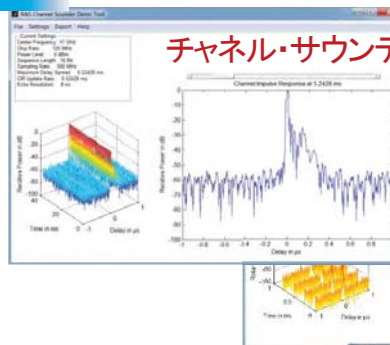


R&S®SMW200
ベクトル・シグナル・ジェネレータ



Beam Forming/ MIMO伝搬評価

チャンネル・サウンディング



R&S®FSW85
シグナルスペクトラム・アナライザ



新しい周波数帯の検討

～～担当者の想い～～

本検討によりミリ波帯における電波伝搬特性を明らかにし、お客様により快適なサービスを提供する5Gシステムの構築を目指します。

5G超広帯域伝送実験

NTT
docomo

～28 GHz帯ビームフォーミング技術で高速通信～

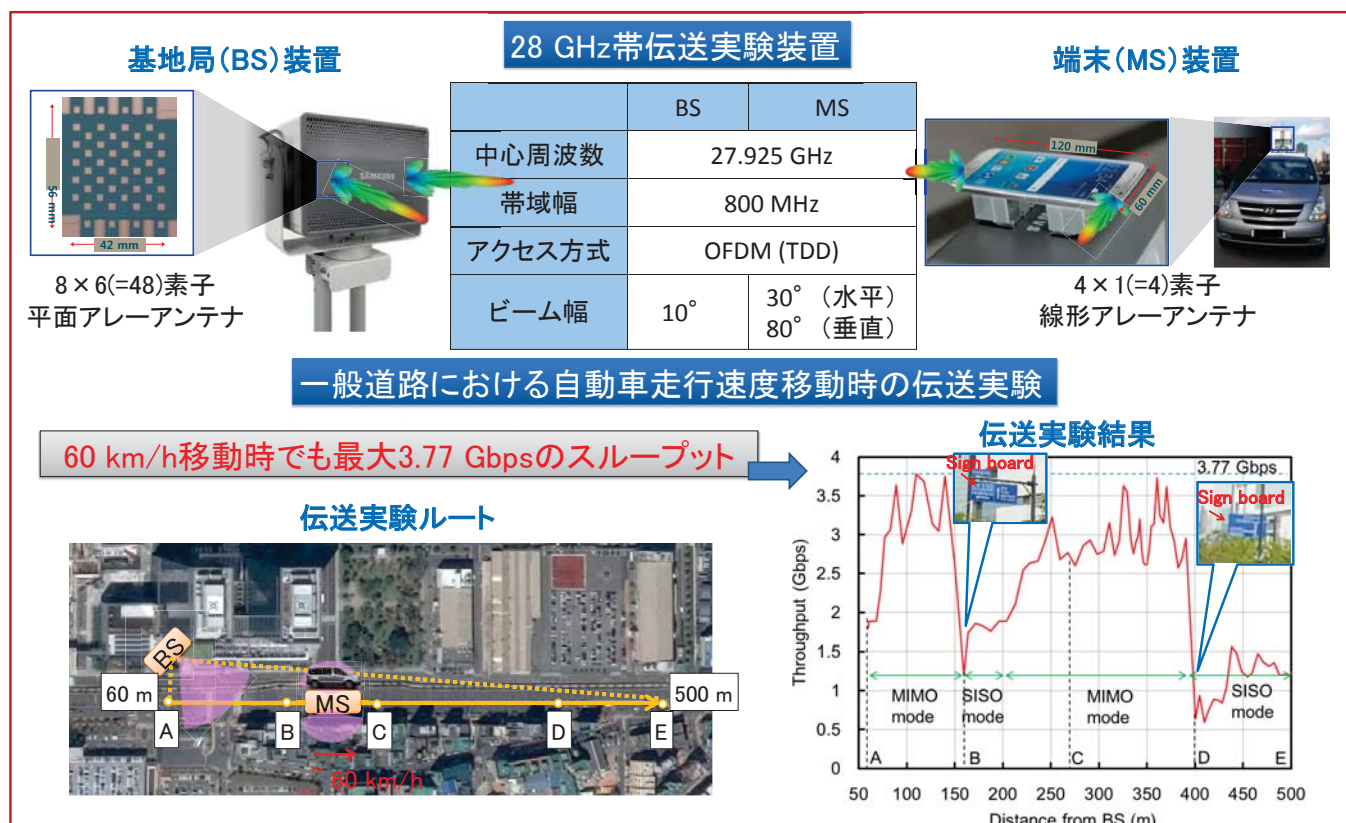
5Gの実現に向けて、28GHz帯におけるビームフォーミング技術を用いた超広帯域伝送実験にドコモとサムスン電子が協力して取り組み中

特長

- 28 GHz帯という高周波数帯で使用可能となる超広帯域(本実験では800 MHz)を用いることで、3 Gbps以上の高速伝送が可能
- 多数のアンテナ素子を用いたビームフォーミングにより高周波数帯で問題となる減衰を克服、長距離でも安定した通信が可能
- 実際の端末を想定した小型アンテナを使用して、端末側もビームフォーミング技術を用いて検証中

今後

- 更なる高速移動環境におけるビーム追従実験や現実の利用シーンを想定した空間多重実験を通して、28 GHz帯を用いた5G移動通信システムの実現性を明らかにする予定



～～担当者の想い～～

本実験を通して、高周波数帯を用いた超広帯域伝送の技術検証を進め、2020年代の5G実現に貢献して参ります。