

[CTOインタビュー]

次世代通信6Gで期待されるテクノロジーと、最先端技術に貢献するアンリツの取り組み

無線通信ネットワークにおける5Gの普及が進むなか、次世代通信規格である6Gへの注目が高まっています。

6Gは5Gの特徴である高速・大容量・低遅延をさらに高度化することに加え、超低消費電力・自律性・拡張性の実現によりさまざまな分野に革新をもたらす可能性を秘めています。今回は6Gによる未来の通信市場をテーマに、6Gの技術革新がもたらす可能性、注目するテクノロジーとその将来展望について、CTO先端技術研究所長 野田華子が語ります。



アンリツ株式会社 理事 CTO 先端技術研究所長 野田 華子

6Gが実現するサイバーフィジカルシステムが、さまざまな社会課題を解決する時代へ

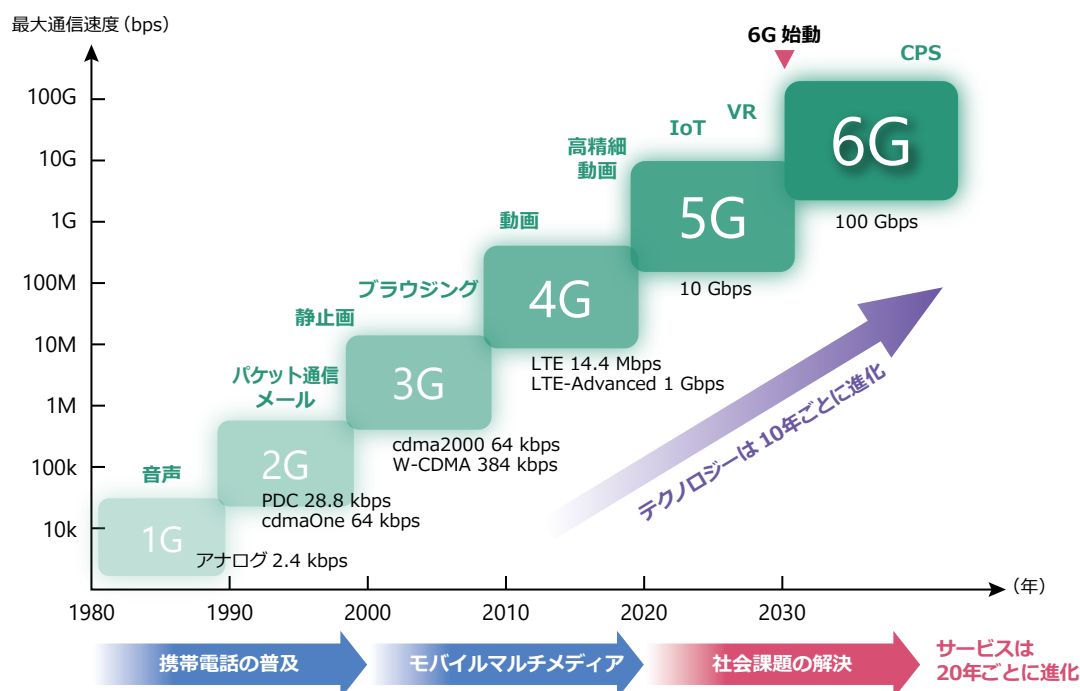
— 6Gが導入されると、未来はどのように変わるのでしょうか。

野田: 1980年代に初めて携帯電話が登場して以来、モバイル通信のテクノロジーは10年ごとに新世代方式へと進化してきました。これをサービスという視点で見ると、約20年のサイクルで大きな変化を遂げてきたことがわかります。

まず1G・2Gの時代には音声通話の携帯電話が普及しました。次の3G・4Gでは、モバイルマルチメディアとして写真や動画をどこでも見られるようになりました。2020年以降の5Gの時代には、少子高齢化や労働力不足などの社会課題に対して遠隔操

作・遠隔医療・産業のスマート化といった解決策が提供されるなど、5Gが重要な社会インフラの一部として社会課題解決に貢献する時代に入っています。

来るべき6Gの時代には、ビッグデータやAIの普及を背景に、AIが実世界をサイバー空間上に「デジタルツイン」として再現して、実世界の制約を超えたシミュレーションを行うことで、「未来予測」や「新たな知の発見」が実現するようになります。そしてその成果が実世界へフィードバックされることにより、さまざまな社会課題の解決や新たな価値提供が行われる「サイバーフィジカルシステム」が実現していくと考えています。



— 6Gが実現する世界を、具体的な例で説明してください。

野田：私がアンリツに入社した頃は、業務でハードウェア設計を行う際に、実際に部品を入手してプリント板上に回路を組み上げて実験・評価し、実機ベースで性能を検証していました。しかし今は、回路の設計において、回路や部品データ、材料などの情報を入力してシミュレーションすることにより、実物を製作する前に性能を確認して最適化することが可能となっています。これと同様に、現実社会の情報をサイバー空間に取り込み、そのデータを基に分析や予測が可能となる世界が拡張されと考えています。

人と人とのコミュニケーション領域では、ウェアラブルデバイスや人体に装着されたマイクロデバイスで人の思考・行動・経

験値を完全にコピーしたロボットがサイバー空間で議論し、それが未来予測という形で実空間にフィードバックされる、といったことも可能になるでしょう。

これらに共通するのは、いま私たちがいるフィジカル空間のデータがセンサーと通信によってサイバー空間に吸い上げられ、サイバー空間に実空間が再現されることにより、未来予測のシミュレーションが可能になる世界観です。6Gにより今以上にあらゆる物がネットワークと接続し、AIと連携することで、さまざまな分野で社会課題の解決が実現していきます。スマートシティ、コネクテッドカー、スマートファクトリー、遠隔医療などの分野で6Gの高度な技術が活用され、より便利で快適な社会が実現していくと考えています。



「5Gの更なる高度化」と「持続可能な社会実現」を両立させる、6Gの新しいテクノロジー

— そうした未来を切り拓く6Gの主要なテクノロジーには、どのようなものがありますか。

野田：まず「5Gの更なる高度化」として、「超高速・大容量」、「超低遅延」、「超多数同時接続」が挙げられます。これらはすべて5Gに比べて10倍以上の高度化という、画期的な技術革新であることがポイントです。

そして、「持続可能な社会の実現」として新たな機能拡張も6Gに期待されています。5Gを高度化する際に、AIの進化によるデータセンターやネットワーク機器などでのデータ通信の増加に伴い、関係する電力需要が大幅に増加すると予測されています。この事態を避けるために、通信ネットワークをオール光ネットワー

クにすることによる「超低消費電力化」が検討されています。

また現在の通信ネットワークのコントロールは、トップダウン型が主流になっています。これを、基地局や端末が分散するネットワーク構成にして、「自律性」を持たせるように連携することで効率化することが求められます。

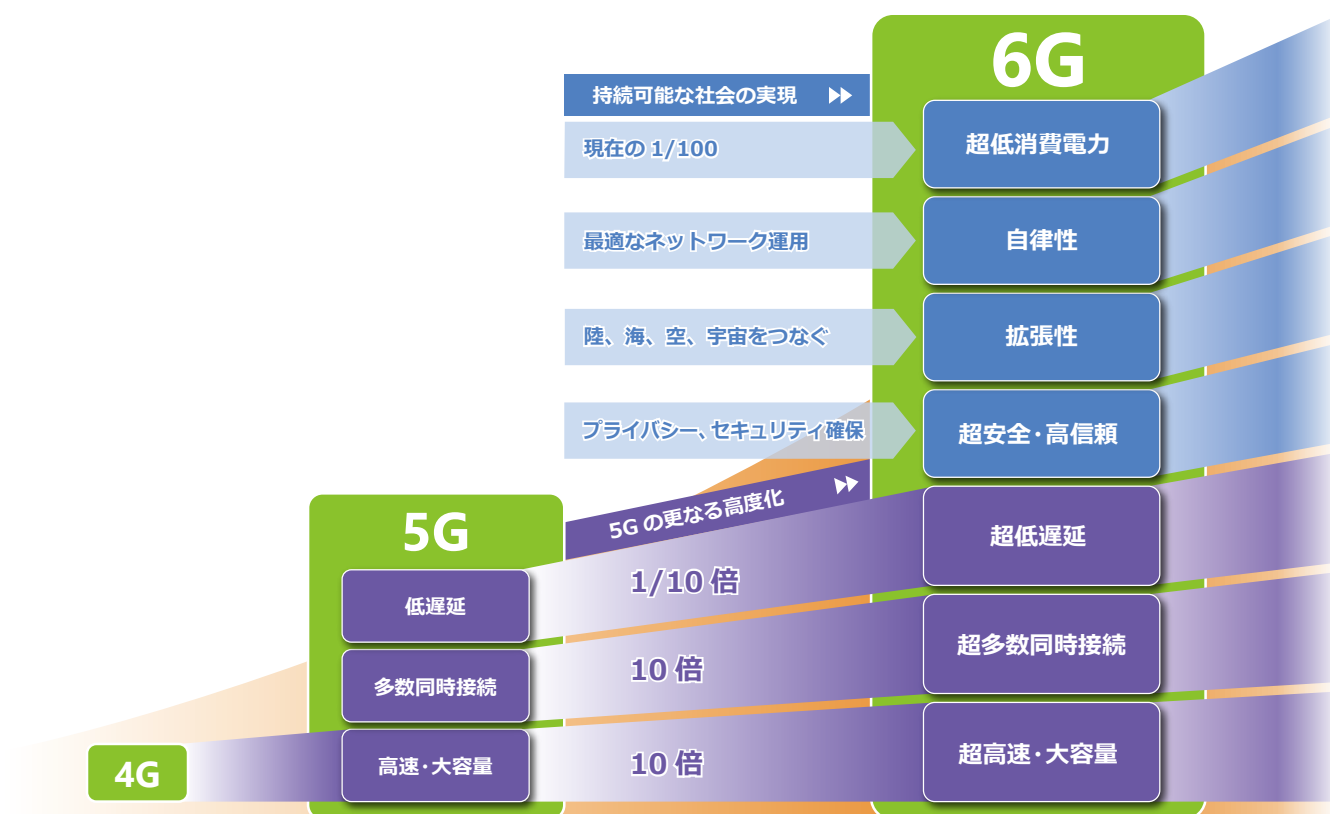
さらに、今の基地局の電波は地上の通信に特化して使用されています。今後は、その状況が海・空・宇宙のあらゆる場所で通信が可能になるようカバレッジの「拡張性」が期待されています。たとえば、ドローンによる物流を可能にするためには、ドローンの航路で5G・6G通信により継続的に管制し、衝突しないように制御する技術が必要となります。

次世代通信6Gで期待されるテクノロジーと、最先端技術に貢献するアンリツの取り組み

非常に多くのデータが取得されて処理される6Gにとって、プライバシーやセキュリティが確保されることは絶対条件であり、通信インフラとして「超安全・高信頼」も重要となります。

こうした6Gで求められる要素技術のなかで、特にアンリツと

して注視しているのは、超高速・大容量を実現するミリ波・テラヘルツ波と、超低遅延の実現、そしてネットワークの仮想化を支援するAI技術の導入、さらに超低消費電力を実現するオール光ネットワークです。



6Gの注目技術、ミリ波・テラヘルツ波と、AI導入によるネットワークの効率化

— それらの技術のなかで、野田CTOが特に注目されているテクノロジーと、その技術的課題を教えてください。

野田: 私自身が注目しているのは「ミリ波・テラヘルツ波」と「AIの導入」です。

まずミリ波・テラヘルツ波がなぜ重要かというと、いくつかある高速大容量化の手段のなかで、広帯域を利用することが最も効率的だと考えているからです。100 GHzを超えるテラヘルツ波帯と呼ばれる周波数帯では、まだ利用されていない周波数も多いため連続した広い帯域を確保する事が可能です。

ミリ波・テラヘルツ波は、水蒸気や酸素分子などに吸収されやすく伝搬損失が大きいため、通信距離が短くなります。また建物や壁などの障害物によって遮断されやすいという課題もあ

るため、中継機や反射板を設置が必要となり、その反射方向を制御するReconfigurable Intelligent Surface (RIS) といった技術も研究開発されています。

ミリ波・テラヘルツ波に対応した測定器は、その実現の難易度が高く、また市販部品を使用して実現することは困難ですので、部品から自社開発を行う必要があるなど技術的なハードルも高くなります。

当然ながら測定器の性能は、お客様の製品性能よりも高い必要があります。加えてその測定器は、お客様の開発スケジュールに間に合うように早期に提供する必要があります。これらを踏まえて、アンリツはこれまで蓄積した測定器に関わる技術を結集して、ミリ波・テラヘルツ波に市場要求の早い段階で対応しています。

— AIはさまざまな分野で活用が進んでいますが、6G時代の通信とはどのような関係があるのでしょうか。

野田: 6G時代に「AIの導入」が重要である理由は、それにより通信ネットワークの効率化が格段に進展すると考えるからです。

たとえば、ある基地局で、環境の変化や時間帯によって利用者が減り、接続数も少なくなる場合でも、基地局自体がサービス運用を調整する権限は持っていませんでした。一方で、基地局はミリ波で端末と通信する際には、電波を送受信できる方向を絞り込むビームフォーミング技術を使っています。電波の状況を今より細かく確認してAIを活用することにより、基地局は高度な通信制御や自律的な運用を行うことができるようになります。基地局と端末が自律的に連携することで、通信ネットワークの効率が一挙に高まることが期待されるのです。

アンリツは、以前より検査器の検出精度向上、工場の温湿度管理、製造検査工程のタクトタイム向上にAIを活用してきました。AIの進化のスピードをキャッチアップするように研究開発を進めていく必要があると考えています。

少し話はそれますが、アンリツの測定器はAIの進化に貢献しています。AIは複数のサーバーが連携することで大規模な深層学習モデルを生成していますが、その連携には高速通信が必要です。この通信の高速化と品質確保にアンリツの測定器が活用されており、生成AIの進化に貢献できていることを誇りに思います。



動的な環境下でのチャネルサウンディングなどアンリツの技術的優位性をさらに進化させる

— その他に、アンリツが技術的に貢献できていると考える6Gのテクノロジーは何でしょうか。

野田: 6Gでは、新しい機能を統合することで、従来の無線通信の枠を超えた新しい応用領域を切り開くことが期待されています。その一つに通信波をセンシングに活用し両方を効率的に実現するIntegrated Sensing and Communication (ISAC)があります。これを実現するための重要な技術が「チャネルサウンディング」です。

チャネルサウンディングとは、電波の伝搬特性を測定・解析する手法で、5Gまでは通信を成立させるための条件を算出するために用いられてきました。伝搬特性とは、電波や信号が空間をどのように伝わって、どのように変化するかを示す性質を指します。ミリ波・テラヘルツ波は周波数によってさまざまな特性を持っています。たとえば、水蒸気や酸素分子による吸収されやすさ、反射性や直進性など、周波数によって伝搬特性はさまざまです。さらに通信経路にある障害物の材質によっても伝搬特性に違いが出ます。同じ樹木でも、夏と冬では樹木の水分量により伝搬特性が変化することはお分かりいただけるでしょう。6Gで利用される周波数帯の電波伝搬特性を、実際に電波を使用する前に確認しておく必要があるわけです。アンリツのチャネルサウンディングは、こうした電波伝搬状況を広帯域かつ動的な環境で評価する技術であり、ミリ波・テラヘルツ波の時代には特に貢献できる技術と考えています。

— アンリツが蓄積した測定技術は、6Gの時代にはどのように活かされますか。

野田: ミリ波・テラヘルツ波は信号の取り扱いが非常に難しいため、測定器を設計するには部品の開発から自社で行う必要があることは先述のとおりです。この周波数帯の通信機器や測定器に必要なデバイスは、まだ技術進化の過程にあり需要数も多くないため高価です。近年では半導体技術などの進歩によりデバイスの高周波化が進んでいますが、実用化にはさらに技術革新が必要です。また高周波動作・高帯域信号を処理するためには高性能な信号処理技術も必要となります。こうした領域でもアンリツが蓄積した測定技術の優位性が生かされるといえるでしょう。

また、前述したISACは、情報通信用の無線信号をセンシングにも共用することで、物体の形状、位置や動きを高精度に検知する技術として期待されています。

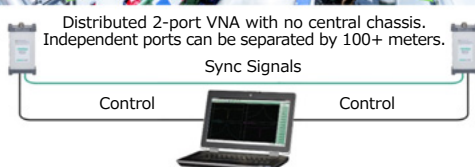
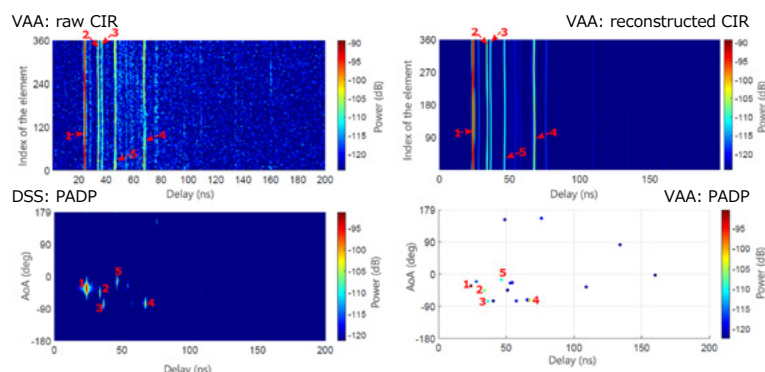
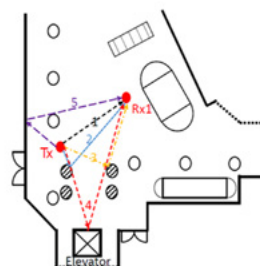
ISACの技術は空間にいる人の存在を知り、人の鼓動を感じるところまで来ています。さらに、今後は人のジェスチャーを理解し、感情も理解できる時代も来るかもしれません。また、電波の不感地帯をなくすためにシミュレーションを活用するのが効率的ですが、空間に存在する物体の材質によって伝搬が異なります。シミュレーションの確度を上げるためにISACと組み合わせさせてサイバーフィジカルシステムを構築するのだろうと考えています。

6Gの時代に対応するため、測定技術を進化させるアンリツの技術的取り組み

— 6Gへ向かうアンリツの具体的な取り組みをご紹介します。

野田：3つの事例をご紹介します。まず、デンマークの大学との共同研究によるもので、ISACの実現に向けたチャネルサウンディングの評価です。アンリツのベクトルネットワークアナライザ(VNA)を使った最新の測定機能と、その大学のアンテナ測定システム技術を連携させ、6Gの周波数帯のチャネルサウン

ディングと無線チャネルセンシングに関する新技術を開発しました。実際の課題解決事例として、お客様が金属の遮蔽物や生産設備が多くある工場内での電波の伝搬状況を観測するシステムとして活用しました。アンリツ独自のモジュール型のVNAは光ファイバーで接続するため、100メートル以上の距離の伝搬状況を移動しながら観測することが可能となっています。



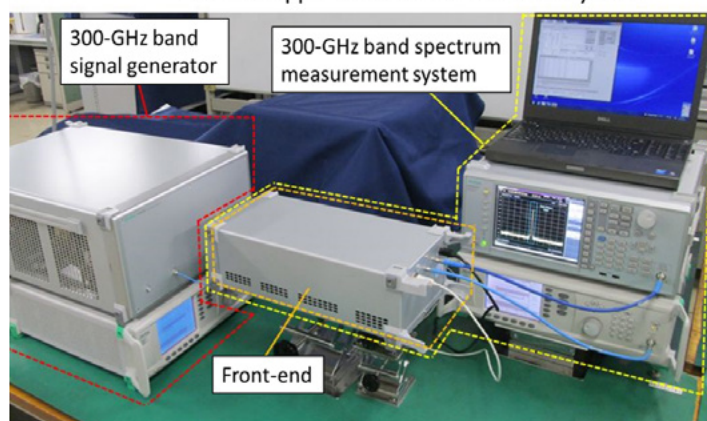
Beyond5G/6G : チャネルサウンディング

2つ目は、高周波数帯の測定技術開発です。100 GHzを超えるサブテラヘルツ帯のスペクトル測定の取り組みとして、アンリツは2010年頃から総務省の電波資源拡大のための研究開発において100 GHzを超えるスペクトラム評価システムを開発しています。システム全体が低ノイズかつ低歪みで動作するように設計されており、高精度な測定が可能です。

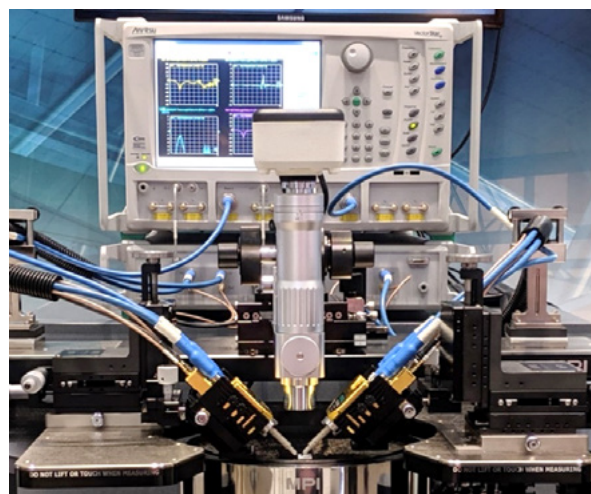
また、サブテラヘルツ帯の測定ニーズに対応した広帯域ベクトルネットワークアナライザ ME7838シリーズを提供しています。1回の掃引で70 kHz~220 GHz帯までを測定可能とする前例のない広帯域測定を提供しています。6Gに向けて、材料測定・回路評価・部品評価での採用が進んでいます。

300-GHz band spectrum measurement system

External appearance of measurement system



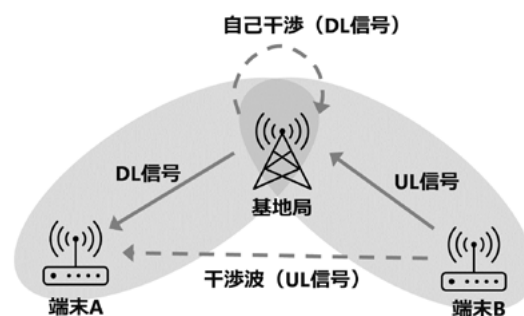
300 GHz帯スペクトラムメジャメントシステム



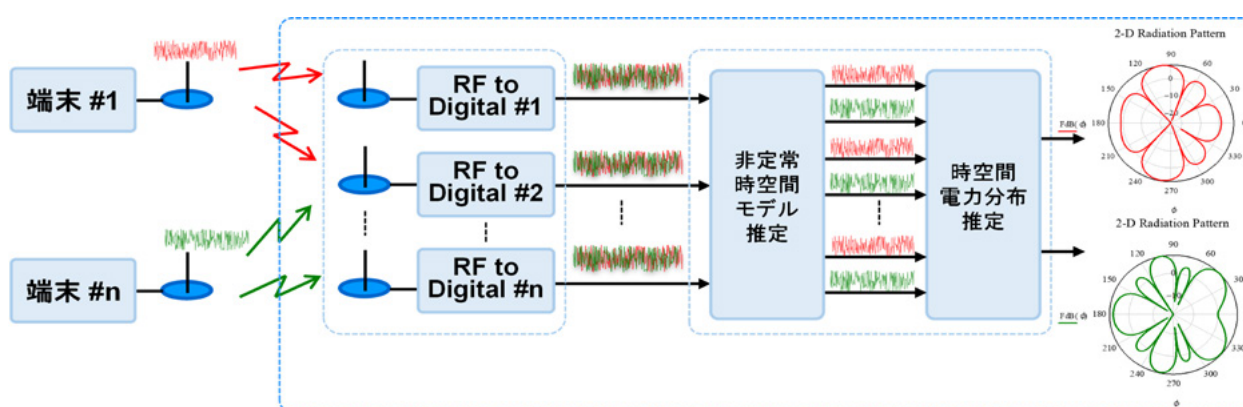
ベクトルネットワークアナライザ ME7838シリーズ

3つ目はフルデュプレックス(Full-Duplex)技術確立に向けた電波干渉モニタリングの実現です。6G時代に求められる周波数利用効率を向上する技術として、複数の通信を同一周波数で同時に実行する「帯域内全二重通信方式」(IBFD: In-band Full-duplex)が研究・検討されています。既存のTDD方式(時分割多重)の場合、一つの周波数帯域を複数の端末が時分割で利用するため、周波数帯域当たりの伝送容量を複数の端末で分け合う形になります。帯域内全二重通信方式では、同時に一つの周波数帯域を使えるようにすることで、理論的には伝送容量の総和を最大で2倍にすることができます。

これを実現するためには、各端末の信号同士が干渉しないように周辺の通信環境を正確に把握する必要があります。アンリツはAIの一種である独立成分分析の手法を用いて、複数の信号源から到来する混在したOFDM信号を分離し、それぞれの信号の各所における強度や到来方向などの情報を識別する技術確立しました。

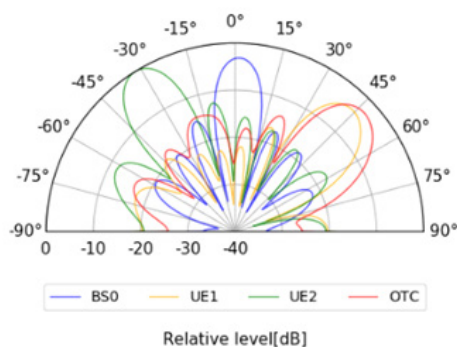


周波数有効効率向上にFull-Duplexが有効

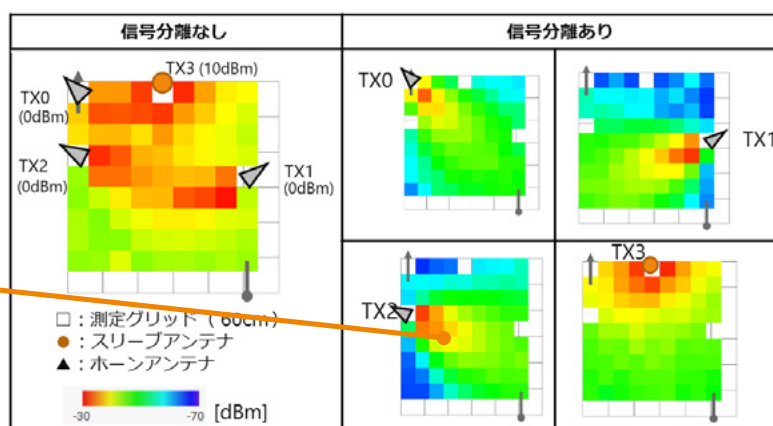


Full-Duplexが可能かどうか (= 干渉の有無) 判断する技術：電波干渉モニタリング

同一周波数の信号の分離に成功



中心部分の角度スペクトラム波形例



幅広い測定器でネットワーク全体をカバー、6Gの時代にアンリツが果たす役割は大きい

— 6G実現に向けて、今後アンリツはどのような役割を担っていくのでしょうか。

野田: 6Gが商用化される2030年頃に向けて、多くのお客様が準備段階に入っています。その方々が必要とされる製品とソリューションを提供していくことが、アンリツの役割だと考えています。

6Gにおける通信システムやセンシングシステムを検討するためには、電波伝搬特性を測定・評価することが大前提です。データ取得の支援を行うことはもちろんのこと、装置を開発されるお客様に対しては装置の評価や装置に用いる材料の評価に至るまで、必要なソリューションを提供していきます。

今後、さらに6G規格の策定が進むにつれ、携帯電話や基地局の信号品質や通信プロトコルの測定試験をサポートする必要も出てきます。アンリツはこれまでも携帯電話の端末と基地局を評価するソリューションを提供していましたが、今後はAIを実装した測定システム、AIを組み込んだネットワーク装置を評価するソリューションも提供することになると考えています。

— 最後に、来るべき6G時代への期待を聞かせてください。

野田: 個人的に、ミリ波・テラヘルツ波がモバイル市場に導入されることに大きな期待を寄せています。モバイルデバイスは日常生活に欠かせない存在であり、広範に普及しています。ここに導入されることでスケールメリットが生まれ、コスト面での問題が解消します。結果としてこのミリ波・テラヘルツ波が他の分野にも波及し、6Gがより身近で使いやすいものになるでしょう。

もう一つは、先述の超低消費電力を達成するために、ネットワークから端末まで、フォトニクス(光)ベースの技術を導入するオール光ネットワークの実現に期待しています。

また超低遅延を実現するためには、無線通信区間だけでなく、ネットワーク全体としての低遅延化も求められます。たとえば自動運転で危険回避を実現するためには、カメラの画像から人や障害物をとらえ、危険と判断してブレーキが作動するまでの全工程を超低遅延にする必要があります。

そうしたことを考えると、有線から無線まで幅広い測定技術を備え、ネットワーク全体の品質確保に貢献できるアンリツが果たすべき役割は非常に大きいのではないかと考えています。

6Gは単なる通信技術の進化にとどまらず、社会全体を変革するパワーを持っています。よりスマートで効率的な社会の実現に向け、6Gは不可欠な要素となるでしょう。将来的には通信インフラが見えない形で私たちの生活を支える「ユビキタス通信」の世界が実現すると考えています。アンリツも、その未来の実現に向けて、これからも技術革新を続けていきます。

