

技術紹介

5G および Beyond 5G に向けた
通信エリア拡張技術

藪 和哉* 高橋 行隆** 三浦 進*
 佐藤 啓介*** 大島 一郎*** 高橋 久枝*
 佐々木 希*

Communication Area Expansion Technology for 5G and Beyond 5G

*Kazuya Yabu, Yukitaka Takahashi, Susumu Miura,
 Keisuke Sato, Ichiro Oshima,
 Hisae Takahashi and Nozomu Sasaki*

第5世代移動通信システム(5G)およびBeyond 5Gの通信エリア拡張技術として、無線中継技術が注目されている。無線中継技術は以前から導入されているが、5G以降でも重要な通信エリア拡張技術になると考え、当社でも開発を進めている。本稿では、通信エリア拡張技術としてDAS^{*1}、無線中継装置、反射板の概要について触れる。また、当社の無線中継装置の取り組みにフォーカスを当てて紹介する。さらに、国内外の標準化、制度化状況について述べる。

Wireless relay technology is attracting attention as a communication area expansion technology for the 5th generation mobile communication system (5G) and Beyond 5G. Although the wireless relay technology has been introduced for a long time, we are developing it as an important communication area expansion technology even after 5G. In this paper, distributed antenna system, wireless relay devices, and reflectors as communication area extension technologies are overviewed. In addition, our efforts for wireless repeaters are introduced. Furthermore, the status of domestic and international standardization and regulation is described.

1. はじめに

5G向けに新たに割り当てられた周波数(3.7GHz帯、4.5GHz帯、4.7GHz帯、28GHz帯)は、従来よりも高い周波数帯であり、これまでの周波数帯に比べて電波が届きにくい性質がある。そのため、当社では通信エリア拡張技術を検討している。通信エリア拡張を目的とした無線中継装置は以前から導入されているが、無線特性として5Gでは4Gよりも広い帯域幅(4Gでは最大20MHzに対して、5GではSub6帯で最大100MHz、28GHz帯で最大400MHz)、低遅延特性が求められている。また、今まで以上に設置の容易性や小型化なども求められている。2章以降では当社での取り組みについて紹介する。

2. 通信エリア拡張技術

通信エリア拡張技術としては、以前からDASや無線中継装置などが用いられている⁽¹⁾⁽²⁾。どちらの技術も電波を中継し、電波が届き難いエリアを補完する目的で使用される。基地局が増えるわけではないのでシステム全体の通信容量に変更はないが、無線リソースの効率的な使用が期待できる。

DASは、ダウンリンク(基地局装置が送信して端末が受信)は、基地局装置と、親機となる装置とを接続(一般的には同軸ケーブル)し、親機の配下に接続された子機から電波を発射する。また、アップリンク(端末が送信して基地局装置が受信)は、端末からの電波を子機で受信し、親機を介して基地局装置に

* 機器統括部 移動通信技術開発部

** 元電気興業株式会社

*** R&D統括センター ワイヤレス研究所

*1 DAS: 分散アンテナシステム(Distributed Antenna System)

送信する。親機と子機間の伝送に光ファイバケーブルを用いたデジタル信号伝送方式を使用することで、長距離伝送が可能になるため、主にビル内や地下街、商業施設など、比較的規模が大きい場所に設置される。

一方、無線中継装置の場合、ダウンリンクは基地局からの電波を基地局に対向するアンテナ(以下、ドナーアンテナ)で受信し、端末に対向するアンテナ(以下、サービスアンテナ)から電波を発射する。また、アップリンクは端末からの電波をサービスアンテナで受信し、ドナーアンテナから基地局装置に電波を発射する。無線中継装置は必ず、ドナーアンテナを基地局装置からの電波が届いている場所に設置する必要があるが、DASと比べて設置が容易である。そのため、主に宅内などの小規模な屋内やルーラルエリアに設置される。

その他の通信エリア拡張技術として、今後周波数割り当てが期待されている準ミリ波以上の周波数に対して、メタマテリアル技術を使用した反射板の検

討が進んでいる⁽³⁾⁽⁴⁾。

表1にDAS、無線中継装置、反射板の比較表を示す。それぞれの技術において一長一短あり、用途に応じて使い分けられていくと考えられる。

3. DKKの無線中継装置への取り組み

当社では4G以降、DASや無線中継装置、反射板の開発に取り組んでいる。ここでは5Gのエリア拡張のために欠かせない技術である無線中継装置について述べる。

図1に無線中継装置のユースケースを示す。屋外でのユースケースとしてはビル影に対して、また、屋内(工場など)でのユースケースとしてはメイン通路から枝分かれする通路に対して無線中継器を設置することでエリア拡張が可能になる。特にFR1(Sub6帯)よりもFR2(準ミリ波以上)帯域に於いて効果が大きい。

表2に当社が開発している無線中継装置の主な諸

表1 エリア拡張技術

	DAS	無線中継装置	反射板
主な適用場所	ビル、地下街、商業施設などの大型施設	宅内などの小規模な屋内、ルーラル	今後使用が期待されている
拡張エリア	数10m～数100m	屋外：～数100m 屋内：～数10m	～数10m
電源	必要	必要	不要
導入コスト(装置+設置)	△	○	◎
拡張性	◎	○	△



図1 無線中継装置のユースケース (左：屋外, 右：屋内)

表2 無線中継装置の主な諸元

	28GHz帯	3.7GHz帯	4.5GHz帯/4.7GHz帯
帯域幅	400MHz	100MHz	100MHz
1送信当たりのダウンリンク送信電力	+34dBm(EIRP)	+30dBm	+10dBm
送受信回路数	1T1R	2T2R	2T2R
アンテナ構成	内蔵	分離	分離
装置構成	2筐体 (ドナーユニット, サービスユニット)	1筐体	1筐体
装置外観			
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ビームステアリング ・基地局に自動同期 ・低遅延 	<ul style="list-style-type: none"> ・基地局に自動同期 ・低遅延 	<ul style="list-style-type: none"> ・基地局に自動同期 ・低遅延 ・準同期対応

元を示す。主に実証実験を目的としたパラメータになっているが、今後、実証実験結果をもとにさらなる最適化を進めていく予定である。

図2に28GHz帯無線中継装置の3D指向性を示す。28GHz帯無線中継装置はビームステアリング機能を有し、水平面 $\pm 30^\circ$ 、垂直面 $\pm 15^\circ$ に指向性をステアリングすることが可能である。無線中継装置はドナーアンテナのビームを基地局側に向ける必要があるが、本機能があることで、装置筐体を基地局側に向けることなく、対向する基地局に最適なビームを設定できるので、設置性が向上する。当社の28GHz帯無線装置を使用した、屋内でのエリア改善効果についても報告されている⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

図3に4.5GHz帯無線中継装置の有無によるダウンリンクにおけるRSRPのシミュレーション結果を示す。最適な場所に無線中継装置を設置することでRSRPが約20dB改善していることがわかる。当社ではこのように、エリアシミュレーション技術と組み合わせ最適装置の開発を進めている。

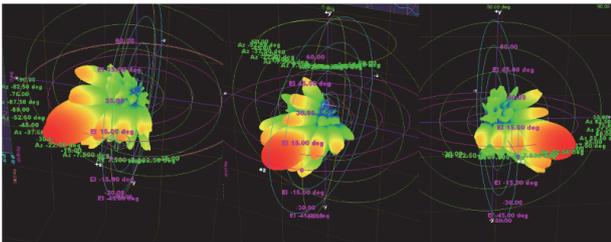


図2 28GHz帯無線中継装置の指向性
(左： -30° ，中： 0° ，右： $+30^\circ$)

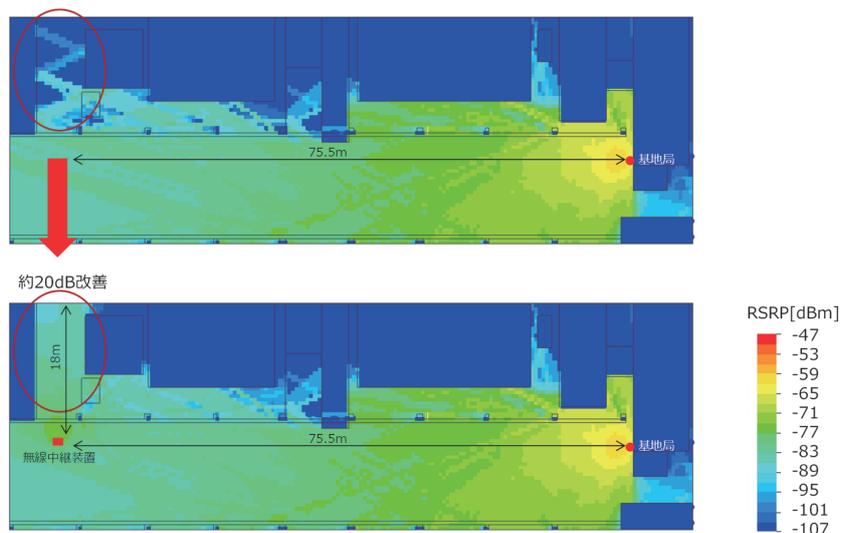


図3 エリアシミュレーション
(4.5GHz帯無線中継装置)

4. 標準化、制度化状況

国際標準化団体である3GPPでは、Release17として2022年中の完成を目指して5G NRに対応した無線中継装置の仕様検討が進められている。表3に策定中の技術仕様書を示す。TS 38.106に無線特性などの仕様が、TS38.115に適合性試験が、TS38.114にEMC関連の仕様が規定される予定である。これを受けて、国内においても総務省の新一代モバイル通信システム委員会で5Gに対応した無線中継装置の制度化に向けた検討が進んでいる⁽⁷⁾。

また、3GPPではRelease18に向けてエリア拡張技術の高度化として、NR Network-controlled Repeater (Smart repeater) や RIS (Reconfigurable Intelligent Surfaces) などの議論も開始されており⁽⁸⁾、引き続き、標準化動向を調査しつつ、当社でも技術開発を検討していく予定である。さらに、中継装置はBeyond 5G以降でも適用が検討されている。

表3 策定中の技術仕様書

TS number	Title
TS 38.106	NR repeater radio transmission and reception
TS 38.114	NR; Repeaters ElectroMagnetic Compatibility (EMC)
TS 38.115-1	NR; Repeater conformance testing – Part 1: Conducted conformance testing
TS 38.115-2	NR; Repeater conformance testing – Part 2: Radiated conformance testing

