

RANオープン化（Open RAN）に向けた取組み

無線アクセス開発部 ひらつか だいすけ 平塚 大輔 くりう けいこ 栗生 敬子
ウメシュ アニール
 R&D戦略部 もり はるき 森 晴基

5Gのモバイルネットワークは、従来に比べて多岐にわたるサービスへの対応が求められている。これを満たすために、サービスに応じた柔軟なネットワークを構築する必要があり、それを実現するのがRANのオープン化である。本稿では、RANオープン化の概要を説明し、オープン化の標準化を担うO-RAN ALLIANCEの現況、およびドコモの新たなRANオープン化の取組みである5GオープンRANエコシステムについて解説する。

1. まえがき

すべてのモバイルオペレータは、顧客のニーズにより適切に対応するために、新しいネットワーク機器を追加したり、既存の機器を交換したりして、ネットワーク機能を拡張し続けることが求められる。このため、ネットワークには柔軟かつ機敏に拡張性を実現できる能力が必要である。そこで、ドコモではインタフェースのオープン化を推進している。オープンインタフェースを使用することで、オペ

レータは必要な機器やコンポーネントを必要なときに追加、または交換することができる。これにより、さまざまなベンダ製品の中から最適なソリューションを自由に選択して採用することができる。

本稿では、RAN（Radio Access Network）^{*1}オープン化の概要とO-RAN ALLIANCE^{*2}の現況に触れるとともに、グローバルへのオープン化推進に向けてドコモが立ち上げた5GオープンRANエコシステムについて解説する。また、オープン化による性能、インテグレーション^{*3}そして相互運用検証における

©2022 NTT DOCOMO, INC.

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

本誌に掲載されている社名、製品およびソフトウェア、サービスなどの名称は、各社の商標または登録商標。

*1 RAN：コアネットワーク（*24参照）と端末の間に位置する、無線レイヤの制御を行う基地局などで構成されるネットワーク。

*2 O-RAN ALLIANCE：次世代の無線アクセスネットワークの拡張性をより高く、オープンでインテリジェントにすることを目的に活動している電気通信事業者および通信機器サプライヤによる団体。

課題に対し、本エコシステムで解決するアプローチを紹介する。

2. RANのオープン化

(1)オープンRANの3つの要素

無線アクセスネットワークのオープン化（以降オープンRAN）は、主に以下3つの要素で構成されている（図1）。

- ①さまざまなベンダのRAN装置の組合せを実現するオープンインタフェース
- ②RAN装置内のハードウェア（HW）とソフトウェア（SW）の分離を可能にする仮想化（vRAN（virtualized RAN）*4）
- ③RANの運用の最適化および自動化を実現するインテリジェント化

(2)オープンRANがもたらす効果

オープンRANでは、基地局装置を複数のコンポーネント（子局（RU：Radio Unit*5）、親局（DU：Distributed Unit*6およびCU：Central Unit*7））に分離し、それぞれを標準化されたインタフェースで接続することができる。これにより、通信事業者はベンダロックイン*8から解放され、商用導入までの時間を短縮でき、消費者向けに最適化されたサービスを提供するための最善の機器構成を採用できるようになる。また、RANの仮想化は汎用HWの利用によるコスト削減や、柔軟性および拡張性の向上をもたらすことができる。さらに、今後のモバイルネットワークは複雑化していくため、オペレーションを従来のように人手で対応することが困難になってくるが、RANのインテリジェント化によりその困難を解消することが可能になる。

これらは、RAN業界が多様化する需要に対応し、

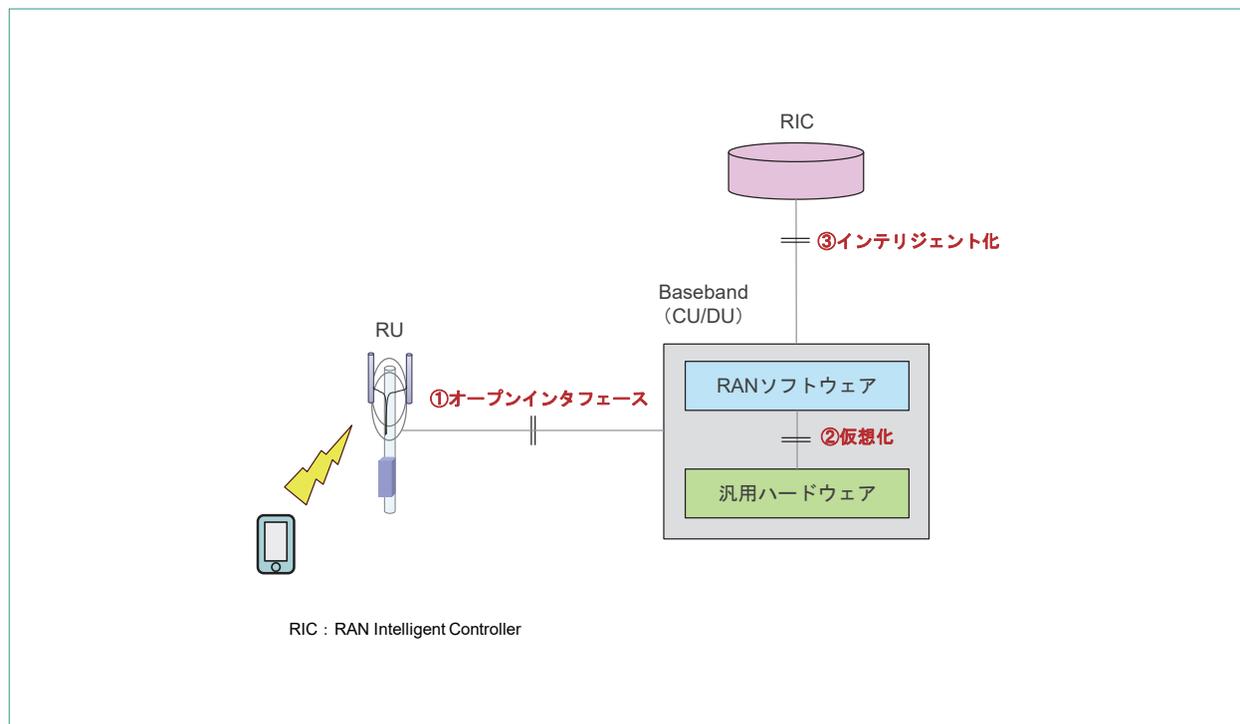


図1 オープンRANの主要要素

*3 インテグレーション：装置、またはシステムを、オペレータが運用しているネットワークに組み込むこと。
 *4 vRAN：RANの仮想化を表す。なお、仮想化された無線基地局自体を表す用語として使用される場合もある。
 *5 RU：無線基地局の無線部。
 *6 DU：基地局の構成要素で、無線信号の処理および電波の送受

信を行うノード。
 *7 CU：ベースバンドユニットと接続され、無線リソース制御を行う装置。
 *8 ベンダロックイン：基地局を構成する装置が同一ベンダにより提供され、かつベンダ独自のインタフェースにより接続されることで、通信事業者が他ベンダ装置の導入をすることが困難になる状態。

モバイルシステムの複雑化をサポートするために不可欠であると考える。

3. オープンRANの標準化状況

ドコモは、2018年2月、世界のオペレータと連携し、RANのオープン化やインテリジェント化を目的とした業界団体「O-RAN ALLIANCE」を設立した。O-RAN ALLIANCEの概要については、本誌過去記事にてすでに紹介しているため [1]、本稿では2019年から現在までの新たな取組みについて紹介する。

まず、2019年時点では19社のオペレータおよび55社のベンダなどがメンバだったが、2022年2月22日現在、31社のオペレータメンバ、294社のベンダなどのメンバにまで拡大されている。

また、2019年時点ではWG（Work Group）4のFronthaul^{*9}仕様のみが公開されていたが、2022年2月22日現在では各WG/FG（Focus Group）^{*10}から新たに仕様が公開されている。その中から、ドコモが共同議長を務めているWG4とWG5において、新たにリリースされた仕様を以下で紹介する。

WG4では、Fronthaul仕様（CUS-Plane（Control, User and Synchronization Plane）^{*11}、M-Plane（Management Plane）^{*12}）に加えて、新たに下記3種類の仕様がリリースされ、バージョンアップもすでに実施されている。

- ・テストについての仕様
 - Open Fronthaul Conformance Test Specification
 - Fronthaul IOT（InterOperability Test）Specification
- ・CTI（Cooperative Transport Interface）についての仕様
 - Fronthaul CTI Transport Control Plane Specification

オープンRANを構築する際には、異なるベンダの装置がO-RAN ALLIANCEのインタフェース仕様に準拠してマルチベンダ接続ができることを、試験によって実際に確認する必要がある。そのためにはFronthaul仕様だけではなく、上記のようなテストについての仕様が必要である。

またWG5では、新たに以下の仕様のリリースおよびバージョンアップが実施されている。

- ・X2^{*13}についての仕様
 - NR（New Radio）^{*14} C-plane（Control plane）^{*15} profile
 - NR U-plane（User data plane）^{*16} profile
- ・伝送路についての仕様
 - Transport Specification
- ・監視制御についての仕様
 - O1 Interface specification for O-CU-UP and O-CU-CP
 - O1 Interface specification for O-DU
- ・IOTについての仕様
 - Interoperability Test Specification

また、RANのオープン化やインテリジェント化というビジョンを実現するために、新たにいくつかのWGやFGが新設されたので、改めて活動内容を表1に示す。

2019年の設立時から現在に至るまでの間に、新たに追加されたWG/FGはWG9、WG10、SFG（Security FG）、TIFG（Test & Integration FG）、OSFG（Open Source FG）、SDFG（Standard Development FG）である。

特にオープンRANの課題の1つとして、セキュリティの懸念が挙げられるが、O-RAN ALLIANCEではSFGにてセキュリティリスク分析および対策検討を実施している。

*9 Fronthaul：無線基地局において、デジタル信号処理を担うベースバンド処理部と無線送受信を担う無線部との間を光ファイバーで接続するリンクのインタフェース。

*10 FG：O-RAN ALLIANCEにおいて、WGに閉じない全体的なトピックについて扱うグループ。

*11 CUS-Plane：C-Plane（*15参照）、U-Plane（*16参照）、S-

Planeの総称。

*12 M-Plane：保守監視信号を扱うマネージメントプレーンのこと。

*13 X2：3GPPで定義されたeNodeB間のリファレンスポイント。

表1 O-RAN ALLIANCEの技術検討グループ

	WG/FG	検討スコープ
WG1	Use Cases and Overall Architecture	アーキテクチャ, ユースケース, スライシング, デモ
WG2	Non-real-time RIC and A1 Interface	Non-RT RIC, A1, rApp
WG3	Near-real-time RIC and E2 Interface	Near-RT RIC, E2, xApp
WG4	Open Fronthaul Interfaces	フロントホール
WG5	Open F1/W1/E1/X2/Xn Interface	X2, Xn, F1などの相互接続プロファイル, DUとCUへのO1
WG6	Cloudification and Orchestration	O-Cloud, vDU/vCU, AAL, O2
WG7	White-box Hardware	主にRUのハードウェアの参照デザイン
WG8	Stack Reference Design	DUとCUのソフトウェアアーキテクチャ参照デザイン
WG9	Open X-haul Transport	トランスポート装置, トランスポートNWの制御・保守プロトコル
WG10	OAM for O-RAN	SMO, O1 (全体調整)
SFG	Security	オープンRANのセキュリティリスク分析, 対策検討
TIFG	Test & Integration	テスト仕様とりまとめ, Plugfest, OTIC, 認証・バッジングプロセス
OSFG	Open Source	O-RAN Software Community
SDFG	Standard Development	標準化戦略, 他SDOとのインタフェース

4. ドコモのオープンRANについての取組み

4.1 ドコモのマルチベンダネットワークの取組み

従来、基地局はシングルベンダ構成で親局と子局共に同一ベンダで提供されてきた。シングルベンダのメリットの1つとしては、オペレータがベンダに導入から保守運用までワンストップで委ねられる点にある。一方で装置間のインタフェースがベンダ独自のインタフェースであるため、他ベンダの装置への更改ができず柔軟性に欠けるといったデメリットもある。

ドコモでは、第5世代移動通信システム（5G）以前から先んじてマルチベンダネットワークを実現してきた。具体的には、親局と子局との間のインタ

フェースを独自に規定することで、異なるベンダ同士の接続を可能とした。これにより柔軟性のある基地局構成が実現できた（図2）。

また、基地局装置ベンダの選択肢が複数あることにより、コスト、性能面で最適なベンダを選択することができるため、装置導入のコストを抑えることができた。

4.2 ドコモの5GにおけるオープンRANの取組み

ドコモは2020年の5G商用サービス開始時に、O-RAN ALLIANCE準拠のインタフェースを用いたオープンRANを世界で最初に商用網において実現した。また、現在ドコモが展開している5G基地局のすべてがO-RAN ALLIANCEのフロントホールおよびX2の仕様に準拠したものである。さらに、

*14 NR：5G向けに策定された無線方式規格。4Gと比較して高い周波数帯（例えば、3.7GHz帯以下や28GHz帯）などを活用した通信の高速化や、高度化されたIoTの実現を目的とした低遅延・高信頼な通信を可能にする。

*15 C-Plane：制御信号を転送するためのプロトコル。

*16 U-Plane：ユーザーデータを転送するためのプロトコル。

オープンRANであるため、5Gプレサービス当初から今に至るまで徐々に導入装置ベンダおよび装置種類のバリエーションが拡大し続けている（図3）。

具体的には、ミリ波（mmW：millimeter Wave）*17対応、Sub6*18 Inter-band CA（Carrier Aggregation）*19対応、SA（Stand Alone）*20対応などが行

われてきた。また装置種別については、5Gサービス開始当初は、アンテナ分離型とアンテナ一体型のスモールセル用RU（SRU：Small RU）のみであったが、現在ではマクロセル用RU（RRU：Regular power RU）および5G FHM（FrontHaul Multiplexer）*21も装置ラインナップに追加されており、

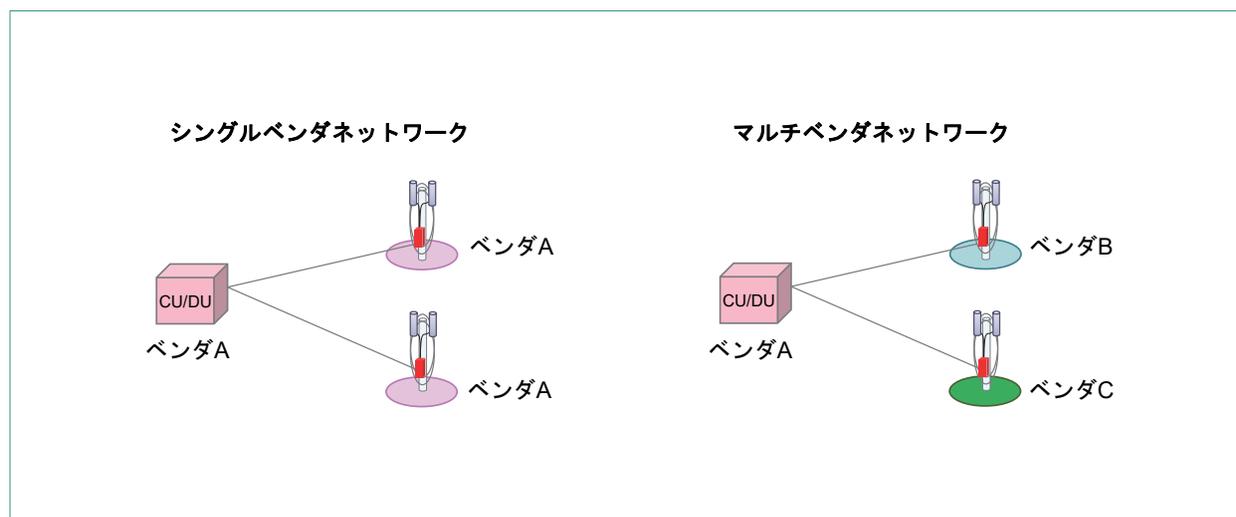


図2 シングルベンダネットワークとマルチベンダネットワーク

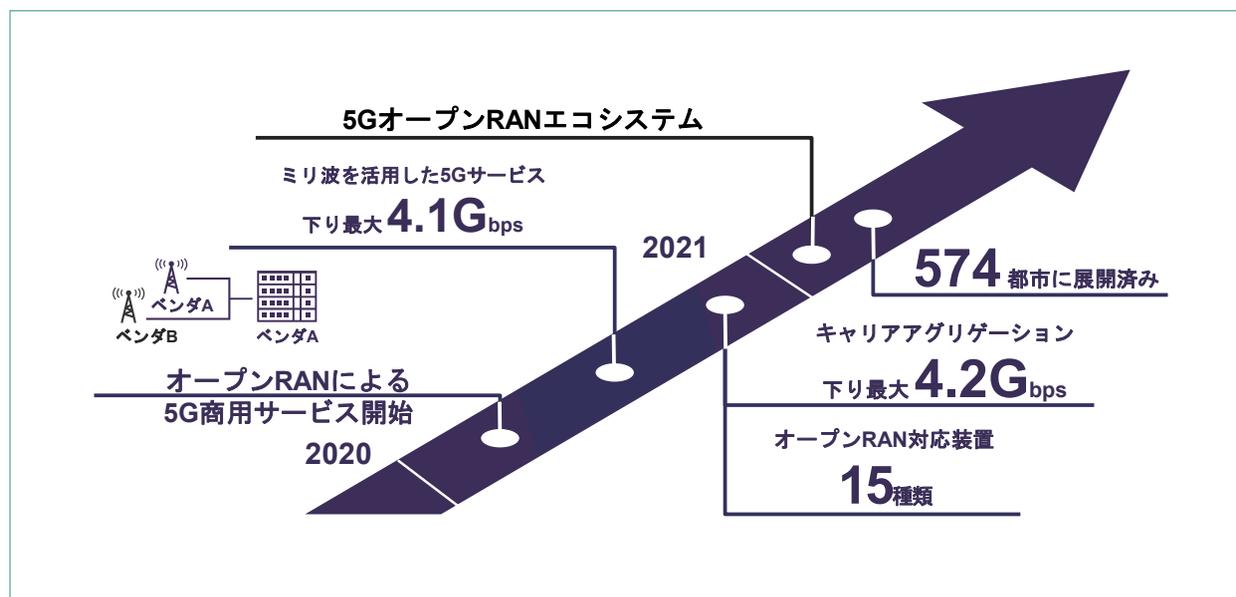


図3 ドコモのオープンRANのこれまでの取組み

*17 ミリ波：周波数帯域の区分の1つ。30GHzから300GHzの周波数であり、5Gで使用される28GHz帯を含めて慣習的にミリ波と呼ぶ。
 *18 Sub6：周波数帯域の区分の1つ。3.6GHzから6GHzの周波数をもつ電波信号。
 *19 Inter-band CA：異なるバンドのキャリアを用いたCA。

*20 SA：スタンドアローン方式。端末が単独の無線技術を用いて移动通信網に接続する形態。
 *21 FHM：ベースバンド処理部と無線装置間のフロントホール回線を複数に分配する装置。

CU/DUとRUもそれぞれ新しいベンダを採用している。

ドコモでは、ここまでのオープンインタフェースによる装置間のマルチベンダ化を、オープンRANの1st stepとして考えており、Next stepとして前述したオープンRANの残りの2要素（仮想化およびインテリジェント化）の実現に向けた検討を進めている（図4）。そのための取組みが以下で示す5GオープンRANエコシステムである。

5. グローバルに向けたオープンRANの推進

5.1 5GオープンRANエコシステムの設立

ドコモは、オペレータへのオープンRAN導入を加速させるために、2021年2月に12社と5GオープンRANエコシステムを設立した。ドコモは、本エコ

システムを通して、vRANの検証を加速させていく。そして、オープンRANの導入を検討しているモバイルオペレータの要件に基づいた最高水準のRANをパッケージ商材化し、オープンRANの導入・運用・維持管理を提供する。ドコモは、長年にわたり培ってきたオープンRANに関するノウハウを活用することで、5GオープンRANエコシステムを推進し、高品質で柔軟なネットワークを提供するという企業の強みを最大限に発揮することに取り組んでいく。

5.2 オープンRANの課題とソリューション

オープンRANは、前述のとおりメリットもある一方で、いくつかの課題も挙げられる。ここでは、主要な課題の概要と、その課題に対して5GオープンRANエコシステムがどのように取り組んでいくかを解説する。

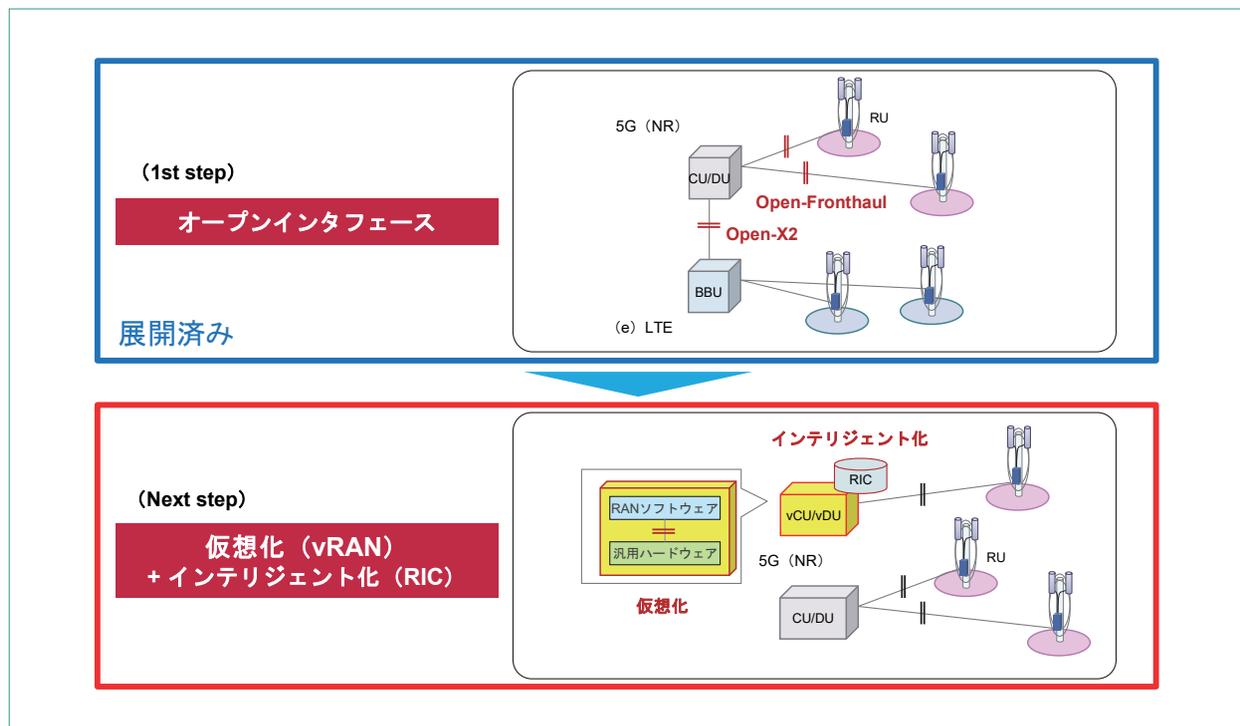


図4 ドコモのオープンRAN導入ステップ

(1)性能

オープンRANの要素の1つであるvRANでは、HWとして汎用サーバを用いるが、汎用サーバ上でRANアプリケーションを動作させる場合、無線特性や収容容量が落ちる可能性がある。この課題に対するソリューションとして、本エコシステムではアクセラレータ*22を活用し、E2E（End to End）でのvRAN検証を進め、現行の2～3倍程度の性能の達成を目指している。2021年6月にはこれらのターゲットパフォーマンス（図5）も含めたホワイトペーパーを公開しているため、併せて参照されたい[2]。

(2)インテグレーション

オープンRANでは、基地局の各コンポーネントが分離可能となる一方で、各コンポーネント間のインテグレーションが課題としてあげられる。vRANではHWとSWの分離が可能となり、異なるベンダのコンポーネント同士を統合し提供することが考えられる。その場合、従来のRANに比べてインテグレーションが必要なインタフェースの数が増える。

この課題に対する解決策として、本エコシステム

では後述するオープンRANの検証環境を立ち上げ、RANを検証・運用する海外オペレータに対しマルチベンダのインテグレーションの検証を提供するための取組みを行っている。

(3)その他

その他コスト、自動化、装置展開においてもオープンRANでは課題があるが、それらに対するドコモのソリューションについては、本誌特集別記事で説明する [3] [4]。

5.3 オープンRAN検証環境の共有化を実現

前述したとおり、マルチベンダ製品を活用するには、製品を適切に選択してインテグレーションを検証する必要がある。テストケースは製品やインタフェースの数に応じて増加し、また検証に応じた環境を各オペレータが準備する必要があるがあり、非効率である。

ドコモは、日本に本エコシステムのオープンなテストベッド*23を設置した。テストベッドの主な機能の1つは、それが各国モバイルオペレータのラボにあるかのように、リモートで制御できることであ



図5 5GオープンRANエコシステムのターゲットパフォーマンス

*22 アクセラレータ：コンピュータ（CPU）や画像表示などの処理性能を向上させるための周辺機器や付加装置のこと。本稿では、通信用CPUの処理速度を向上させるために追加したLSIをいう。

*23 テストベッド：技術方式の実現性確認や性能評価などを行うための実証検証設備。

る。つまり、オペレータは、拠点に関係なく、テストベッドを利用できるようになる。さらに、テストベッドをオペレータのコアネットワーク*24設備に接続することで、複数のベンダ製品を用いたvRAN装置のテストを簡単に実施することができる。これにより、オペレータは検証に費やす時間やコストを劇的に削減できるようになるため、本テストベッドがタイムリーなオープンRANの導入に貢献できると考えられる。テストベッドは2021年の夏に運用開始しており、エコシステムパートナーによる製品は、2021年10月より提供され検証が開始している。本テストベッドをシェアードオープンラボとして2022年2月に公開し、世界中のオペレータが海外にしながらvRANを検証できる環境を提供している。ドコモは、本シェアードオープンラボを活用し、オペレータも含む幅広いステークホルダーとの連携をさらに深め、多様化するニーズに柔軟かつ迅速に応えられるオープンネットワーク、特にオープンRANやvRANの早期普及に向けて、技術やノウハウの確立に貢献していく。

6. あとがき

本稿では、RANのオープン化の概要説明、オープン化の標準化を担うO-RAN ALLIANCEの現況、およびドコモの新たなRANのオープン化の取組みである5GオープンRANエコシステムについて解説した。ドコモは、今後もオープンRANのパイオニアとして、自社のネットワークだけでなく、グローバルに実現すべくオープンRANを推進していく。

文 献

- [1] 安部田, ほか: “O-RAN Alliance標準化動向,” 本誌, Vol.27, No.1, pp.36-42, Apr. 2019.
- [2] NTTドコモ: “5G Open RAN Ecosystem Whitepaper,” Jun. 2021.
https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/whitepaper_5g_open_ran/OREC_WP.pdf
- [3] 水田, ほか: “RAN仮想化（vRAN）に向けた取組み,” 本誌, Vol.30, No.1, pp.14-26, Apr. 2022.
- [4] 桂川, ほか: “RANインテリジェント化に向けた取組み,” 本誌, Vol.30, No.1, pp.27-36, Apr. 2022.

*24 コアネットワーク：交換機、加入者情報管理装置などで構成されるネットワーク。移動端末は無線アクセスネットワークを経由してコアネットワークとの通信を行う。