



Open RANの技術動向

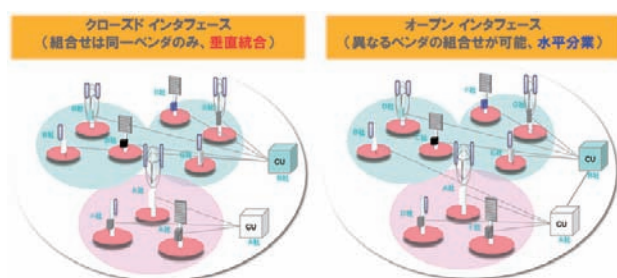
株式会社NTTドコモ 無線アクセス開発部 担当部長

ます だ まさふみ
増田 昌史



1. はじめに

移動通信システムの世代は本格的な5G時代に入りました。ニーズやユースケースはますます多様化し、求められるタイム・トゥ・マーケットは短縮化の一途をたどる。通信事業者にとって、市場の多様な通信機器ベンダ製品を柔軟に取り込むことができれば、顧客のニーズに応えた迅速で効率的なサービス提供が可能になる。このためには、グローバルで共通化されたオープンインタフェース及びあらゆる機器がオープンに相互接続可能な生態系（エコシステム）が必要である。本稿では、世界的な気運の高まりを見せる無線アクセスネットワーク（Radio Access Network：RAN）のオープン化、すなわちOpen RANの技術動向について、ご紹介する。



■図1. オープンインタフェースとは

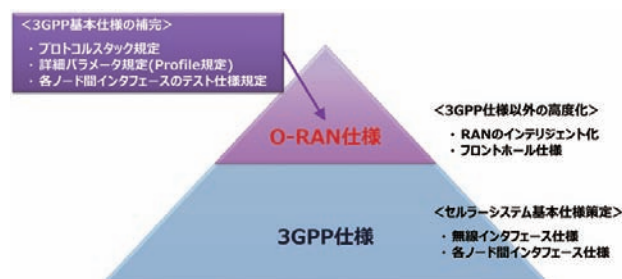


■図2. Open RANの意義

2. Open RANの分類と動向

NTTドコモは2018年2月、世界の通信事業者と連携し、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。2022年3月末時点で、世界の主要な通信事業者31社及びRANの大手ベンダ、新興ベンダを含め330を超える企業や団体が加盟しており、

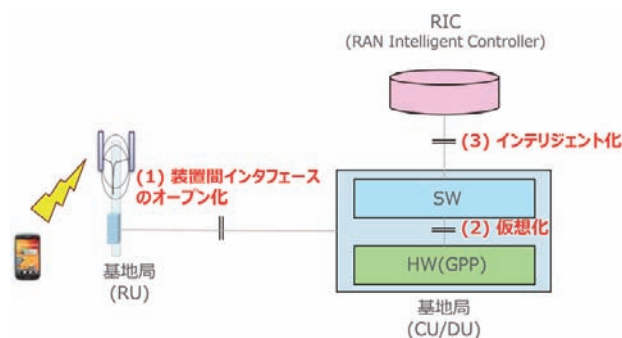
3GPP（Third Generation Partnership Project）を補完する形での標準仕様やテスト仕様の策定、オープンソースの作成、相互接続環境の構築を推進している。



■図3. O-RAN ALLIANCEと3GPPとの関係

O-RAN ALLIANCEのスコープは幅広く、大別して以下の3つのオープン化に取り組んでいる。

- 1) オープンインタフェースを用いた異なるベンダ装置間の相互接続の実現
- 2) 装置内のハードウェアとソフトウェアの分離及び仮想化による、より拡張性の高い基地局装置の実現
- 3) 人口知能（AI）や機械学習（ML）を活用した無線アクセスネットワークのインテリジェント化



■図4. Open RANの分類

1) オープンインタフェース

従来、基地局装置を構成する無線装置とベースバンド装置は同一ベンダによって提供される形態が通常であった。無線装置とベースバンド装置を接続するフロントホールを介して異なるベンダ装置を組み合わせることができれば設備構築の柔軟性が大きく向上する。

NTTドコモは2020年3月の5G商用サービス開始当初



からO-RAN ALLIANCEの仕様に準拠したオープンフロントホールインタフェースにより、マルチベンダ構成で5Gネットワークを展開してきた。また、4Gと5Gのシステム間を同じくO-RAN ALLIANCE仕様準拠のX2インタフェースで接続し、EN-DC (E-UTRA NR Dual Connectivity) をマルチベンダ構成で実現した。さらに、オープンインタフェースによりミリ波の展開やキャリアアグリゲーションの高度化、装置ラインナップの拡大を行っている。5Gエリア構築のスケジュールを加速し、2024年3月までに全国1,741*すべての市区町村への展開及び人口カバー率90%以上の実現をめざす。

2) RANの仮想化

無線通信の高速化・大容量化により、基地局装置には高い処理性能が求められる。このため、従来は専用に開発されたハードウェア (HW) とソフトウェア (SW) の組合せにより実装されてきた。一方、IT分野における技術革新は目覚ましく、HWの性能向上やHW/SW分離 (仮想化) が進んでいる。これらの技術を取り込むことによる基地局の実装が可能になりつつあり、SW化による拡張性向上や仮想化による運用の効率化を狙ったRANの仮想化 (vRAN) として標準化や実装が進められている。また、オープン化とSW化に伴い基地局実装におけるオープンソースの取り込みも現実味を帯びてきており、O-RAN ALLIANCEはLinux Foundationとの連携によるO-RAN Software Communityとして、Open RAN構成要素のオープンソースの供給に取り組んでいる。将来的には、RANからCN (Core Network)、MEC (Multi-access Edge Computing) までマルチドメインでの基盤共通化や、仮想化資源及びアプリケーションのライフサイクルマネジメントの統合化の実現が期待される。

NTTドコモはvRAN関連の技術を有する12社のパー

1. ソフトウェアとハードウェアの分離による、best-of-breedの製品選択

- ・ 汎用サーバの活用による、CAPEX/OPEXの低減
- ・ ソフトウェア化による、拡張性の向上
- ・ 最新ハードウェアの取り込みによる、処理性能の向上・消費電力の低減

2. 仮想化による保守運用の効率化

- ・ 仮想化技術による、保守運用の効率化 (スケールイン・アウト、オートヒーリングなど)

3. エッジからコアネットワークまでの基盤共通化

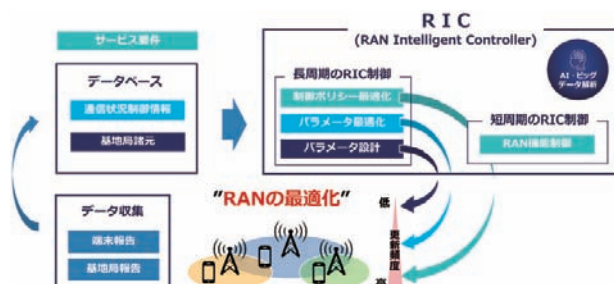
- ・ RANからCN、MEC (Multi-access Edge Computing) までの基盤共通化
- ・ 仮想化資源やアプリケーションのライフサイクルマネジメントの統合

■ 図5. RANの仮想化 (vRAN) によるベネフィット

トナー企業と2021年2月より「5GオープンRANエコシステム (OREC)」の協創プログラムを開始した。既に商用導入済みのコアネットワーク装置の仮想化の知見も活かしつつ、基地局装置市場においては新興となるパートナーも含めた多様なプレイヤーの強みをオープンに取り込み、2022年度末までに高性能・高品質なvRANを商用化すべく実機検証などの取組みを進めている。

3) インテリジェント化

通信ネットワークの設計や構築、運用を自動化する技術の研究開発は長年取り組まれてきており、一部で商用化も実現している。3GPPはSON (Self-Organizing Networks) として、RANの構築・最適化・障害復旧の自律制御を仕様化している。従来、基地局装置の制御アルゴリズムはブラックボックスであり、自動化・最適化機能も同一ベンダによる提供が一般的であったが、Open RANにより人工知能 (AI) や機械学習 (ML) など特定技術分野に強みを持つベンダによる参入が可能になる。O-RAN ALLIANCEではインテリジェント機能部をRIC (RAN Intelligent Controller) と呼称し、自動化・最適化のユースケースの定義やRICと基地局本体の間のインタフェース仕様策定に取り組んでいる。



■ 図6. RANのインテリジェント化

3. Open RANの技術課題

Open RANはこれまで述べてきたように様々な利点がある一方、実現にあたって取り組むべき課題もある。主要な技術課題としては、以下が挙げられる。

1) マルチベンダ・インテグレーション

従来は単一の基地局ベンダが垂直統合で担っていたインテグレーションをマルチベンダで実現する必要がある。通信事業者自身が担うか、基地局アプリケーションベンダが代表して役割を果たすか、あるいはシステム・

* 総務省が公表する市町村データ1,718 (北方領土6村を除く) に、東京23区を加えた数。2022年3月10時点。

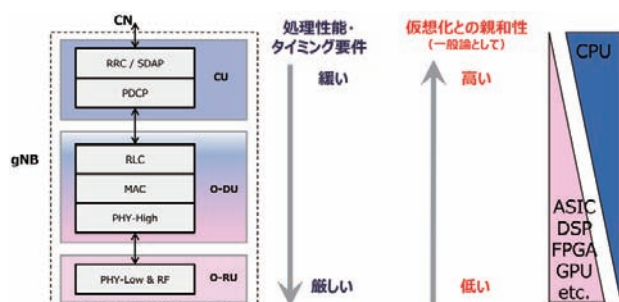


インテグレータの参入機会となるか、役割分担や責任分界点の定義が求められる。当該のプレイヤーによる実行能力の獲得、中間製品調達モデルを含むビジネスモデルの確立、持続可能なエコシステムの形成も課題となる。

O-RAN ALLIANCEはOTIC (Open Testing and Integration Centre) の枠組みにより相互接続検証の環境整備を推進している。認証やバッジの発行機関としての役割も期待されている。商用レベルでのインテグレーションには更なる対応も求められる。

2) vRANの性能確保

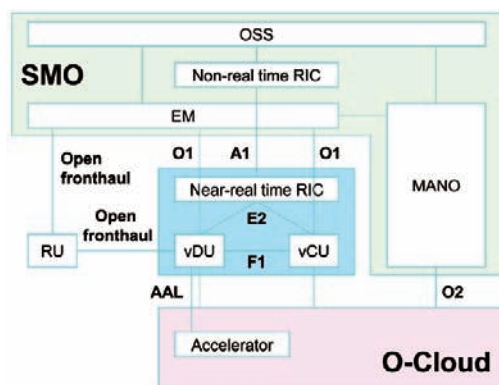
無線物理層の処理には膨大な演算能力が求められ、vRANの構成としてはHWアクセラレータを用いる実装が一般に想定されている。汎用サーバの活用によるコスト低減が期待されているが、所定の性能を確保した上での低コスト化を実現する必要がある、導入シナリオに応じたHWアクセラレータの効果的な活用が1つの鍵となる。



■ 図7. vRANの性能課題

3) 保守監視システムの実現

vRANのライフサイクルマネジメントやオーケストレーション、RICによるインテリジェント機能を実現するための保守監視システムが必要となる。O-RAN ALLIANCEはSMO (Service Management and Orchestration) としてアーキテクチャの定義やインタフェースの仕様化



■ 図8. SMO (Service Management and Orchestration) の構成

を進めている。

4) 商用運用システムのマイグレーション

新規参入のケースを除き多くの通信事業者はネットワークを既に構築して運用しており、経済性や提供サービスの連続性の観点から一朝一夕に新しいシステムに置き換えることはできない。Open RANの導入にあたっては、旧システムとの相互接続性の課題をクリアしつつ実現可能で経済合理性のあるマイグレーションシナリオを策定して実行する必要がある。

特にvRANは将来的な設備構築・運用の効率化やSW化による拡張性の向上が期待される一方、前述のSMOを含む標準化や、性能課題対応を含む技術の成熟化には一定の時間を要する見込みである。通信事業者による導入・運用ノウハウの蓄積と知見のフィードバックなくして技術の進化やエコシステムの発展は見込めないことから、例えば、当初はvRANのベネフィットを直ちに享受可能な適用領域に絞って導入し、技術の進化に応じて拡大していくマイグレーションシナリオが考えられる。



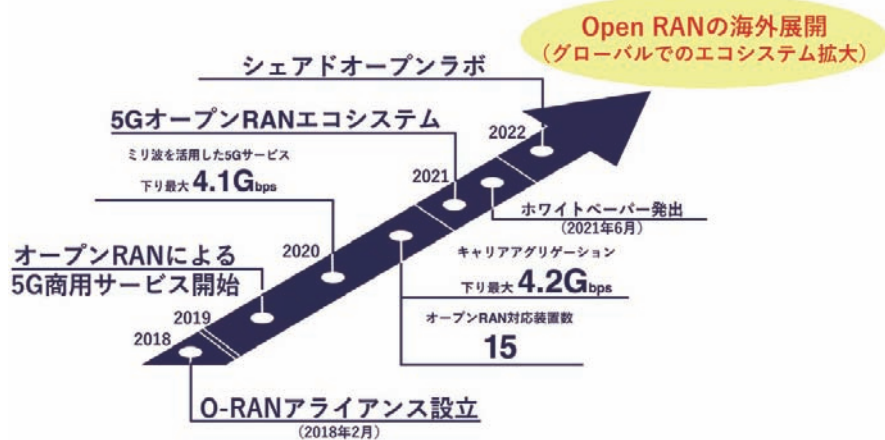
■ 図9. vRANへのマイグレーションシナリオ例

5) TCO (Total Cost of Ownership) の最適化

通信事業者にとって通信設備の構築から運用までを含めたTCOの最適化は重要な経営課題である。Open RANにより、多様な市場製品の柔軟な取り込みや、汎用サーバの活用、仮想化・インテリジェント化による運用の効率化といったCAPEX・OPEXの低減要素が見込める一方、前述のマルチベンダ・インテグレーション、vRAN性能確保、保守監視システム実現、マイグレーションといった技術課題への経済的なソリューションが求められる。Open RANは通信事業者の事業収支に見合ったTCOの実現に寄与するものである必要がある。

4. NTTドコモの取組み

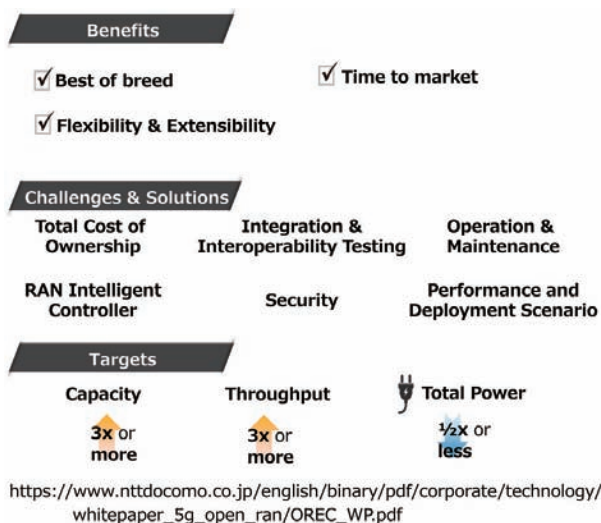
NTTドコモは前述のORECを通じて、マルチベンダ・インテグレーションやマイグレーションのノウハウ提供、Open



■図10. NTTドコモのオープンRANの取組み

RAN検証環境のシェアリングによるエコシステム全体のコスト抑制、複数ベンダのHWアクセラレータを含むvRANの性能評価、SMOの検討促進など、課題に対するソリューションを提供し、Open RANのエコシステム全体の拡大に寄与すべく取組みを進めている。これら取組みを事業化し、海外通信事業者へのOpen RANの提供を目指す。

2021年6月に発出したORECのホワイトペーパーでは、本稿でも述べているOpen RANのベネフィット、技術課題とソリューションに加え、ORECとしての目標性能を示している。NTTドコモでは当該目標性能の達成に向けた性能評価等の具体的な取組みを進めている。

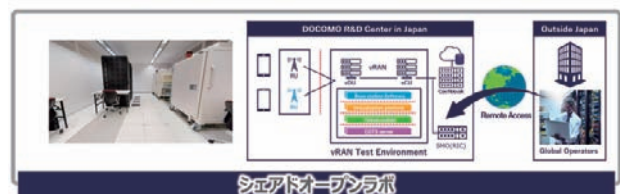


■図11. 「OREC (5G Open RAN Ecosystem)」ホワイトペーパー

2022年2月には、海外通信事業者が海外にしながらvRANの検証を行える「シェアドオープンラボ」を提供開始した。このオープンラボを活用することで、遠隔から

vRANの検証が可能となり、基地局ベンダのラボに訪問したり、自前でラボを構築したりすることなく、基地局導入前に機能や性能を確認することができる。これにより、新たに基地局を導入する前にかかっていたラボの構築や移動にかかるコストの低減が期待される。

海外通信事業者に対してオープンRANの検証環境を提供



■図12. シェアドオープンラボ

5. おわりに

Open RANは黎明期から普及のフェーズに入りつつあり、上述の課題に対して適切なソリューションが提供され、エコシステムが拡大していくことにより、今後の更なる発展が見込まれる。コアネットワークやITシステム、固定通信ネットワークにまたがった仮想化やオーケストレーションの共通化・統合も考えられる。単一ベンダへの依存性を下げることによるサプライチェーンリスクの緩和、低消費電力デバイスやアルゴリズムの取り込みによるカーボンニュートラルへの寄与など、世界規模の社会課題へのソリューションの提供にもつながる。

Open RANの重要性や課題の本質は5G時代を超えて6G/Beyond 5Gの時代においても不変であると考えられる。NTTドコモは標準化やシステム実装の研究開発、商用システム構築・運用ノウハウのフィードバック及び海外への事業展開を通じて、Open RANの更なる発展に寄与していく。