

O-RAN: 5G アプリケーションを支えるオープンなエコシステム

オープン無線アクセスネットワーク (O-RAN) は、インフラの展開コストを削減し、新たな製品イノベーションに対する参入障壁を下げるために、世界中のオペレータや機器メーカーによって採用されています。このホワイトペーパーでは、このテクノロジーの概要、IT を標準化および検証するための業界の取り組み、IT を中心に開発しているエコシステムについて説明します。[O-RAN 仕様のコンパニオンテストスイート](#)は、ラボ検証、フィールド展開、およびサービス保証のためのモジュールを備えた包括的なテストスイートです。

O-RAN の概要

5G に対する期待は、ネットワークインフラに膨大な量のデータを、達成困難なレイテンシで多数のユーザーに大量のスペクトルで配信する非常に大きな需要をもたらします。この課題に対処するには、ネットワークのさまざまな論理機能を異なる物理的な場所に柔軟に配置し、新しい RAN インテリジェントコントローラ機能によって調整することが必要になります。

従来、図 1 に示すように、無線やデジタルベースバンドなどの RAN コンポーネントは、独自のハードウェア上に構築されており、これらのコンポーネントは通常、通信にベンダー固有のプロトコルを使用します。異なる RAN コンポーネント間のソフトウェア機能とインターフェイスは、その独自のハードウェア用に最適なパフォーマンスを提供するように設計されています。たとえば、一般的には LTE フロントホール (無線ユニットとベースバンドユニット間のリンク) には共通公衆無線インターフェイス (CPRI) が使用されますが、ベンダー固有の実装では多くの場合、マルチベンダーの操作性が制限されます。

5G で RAN 機能の分離とオープンインターフェイスを導入するために、3GPP はリリース 15 で gNB の上位レイヤースプリット (HLS) オプションとオプション 2 NR-PDCP スプリットオプションを指定しました。このオプションでは、gNB は集約ノード (gNB-CU) と F1 インターフェイスを介して接続された 1 つ以上の gNB 分散ノード (gNB-DU) で構成されます。3GPP は F1 インターフェイスの仕様のセットを提供していますが、これらの仕様は、ベンダーの実装に応じて異なる方法で使用できるオプションを備えて定義されているため、F1 インターフェイス上でのマルチベンダーの相互運用性を実現することは非常に困難であることを認識しました。

3GPP は、リリース 15 で下位レイヤー分割 (LLS) に関する研究を開始し、その中で複数の下位レイヤー分割オプションが特定されました。しかし、3GPP コミュニティが 3GPP で単一の分割オプションを指定することで収束することは困難であり、研究は完了しましたがさらなるアクションは計画されていません。今日の市場では、下位レイヤー分割のベンダー固有の実装の多くが存在します。これらの実装は、調整利得による無線パフォーマンスの向上など、下位レイヤー分割の利点を活用するように最適化されていますが、これらのクローズドシステムはマルチベンダーの相互運用性をサポートしていません。

O-RAN は、完全に分離されたモジュール型の O-RAN ネットワーク機能で構成される O-RAN ベースのプログラマブルネットワークの展開を可能にするために、明確に定義された仕様を業界に提供しています。これらは、クラウドベースの仮想システム上で実行されるオープンインターフェイス上でマルチベンダー間で相互運用可能になるように設計されています。これにより、事業者は、同一の O-RAN インフラでユースケースの組み合わせを提供するための鍵となるネットワークスライスとともに、マルチベンダーネットワークを設計および導入できます。

O-RAN とは

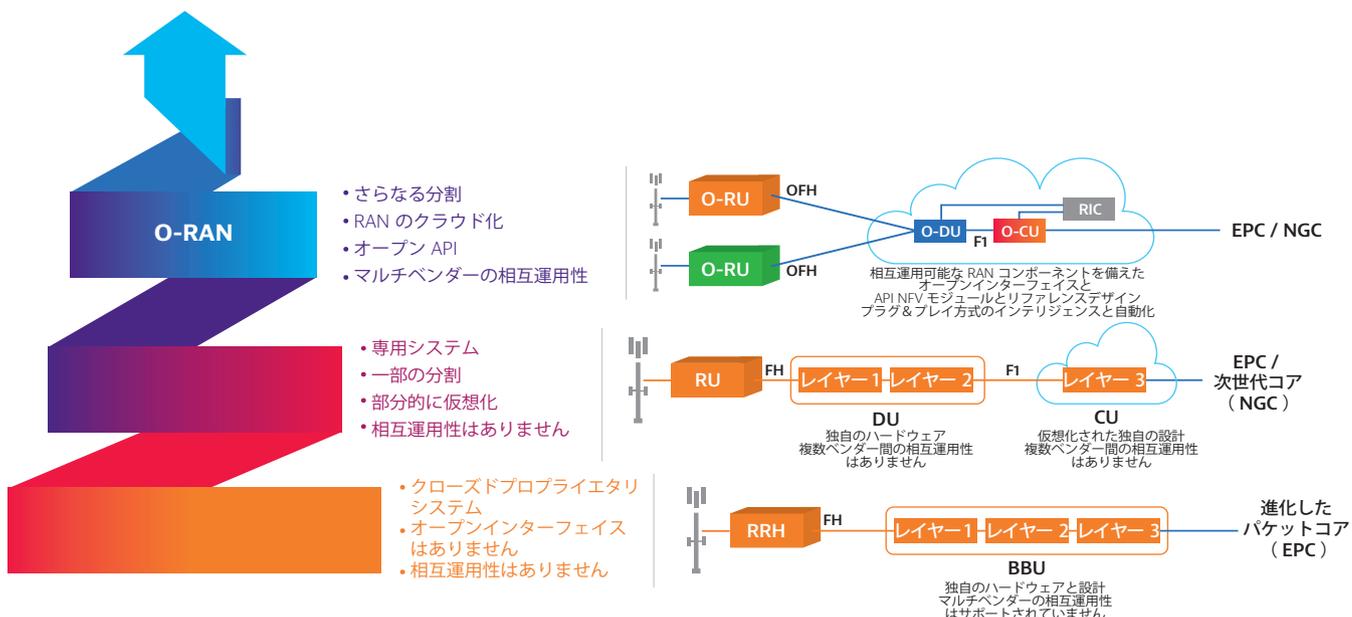


図1. RAN の進化

この結果、より複雑で柔軟性の高い 5G ネットワークの重要な課題は、ネットワークの導入、最適化、管理、オーケストレーションの拡張性と柔軟性になりました。新サービスの提供と RAN 容量の管理を手動で行うことは、現実的ではなくなっています。CAPEX と OPEX の両方を削減するには、インテリジェンスと自動化をネットワークライフサイクルのあらゆる面に統合する必要があります。RAN の分離は、5G の課題に対処するために必要な複雑さの管理を容易にするため、RAN アーキテクチャのすべてのレイヤーのインテリジェンスが、オープン RAN テクノロジーの中核となっています。これにより、オペレータは、完全に自己管理されたゼロタッチの自動ネットワークを展開できます。予期しないネットワークイベントの発生時に、ベースバンド容量がボトルネックになりうる例を考えてみましょう。人工知能および機械学習ツールを使用すると、このイベントを短時間で検出して特性評価することができ、小規模のセル注入容量などの自動最適化が行うことができます。このような革新的なソリューションは、ホワイトボックスプラットフォーム上で迅速かつ効率的に展開できます。

上記のようなオープン無線アクセスネットワークの目標を達成するために、ネットワークオペレータは、要件を明確に定義し、イノベーションを推進するための既存および新規ベンダーの環境を整備するサプライチェーンエコシステムの構築を支援するために、O-RAN アライアンスを設立しました。O-RAN アライアンスの憲章に則り、O-RAN アライアンスのメンバーと貢献者は、世界中で無線アクセスネットワークの進化に取り組んでいます。将来の RAN は、仮想化ネットワーク要素、ホワイトボックスハードウェア、および標準化されたインターフェイスの基盤上に構築され、O-RAN のインテリジェンスとオープン性というコア原則を完全に取り入れたものになります。

O-RAN アライアンスの主な原則は、図 2 に示すように、次のとおりです。

- オープンで相互運用可能なインターフェイス、RAN の仮想化、ビッグデータ対応の RAN インテリジェンスに向けて業界をリードする。
- API とインターフェイスを指定し、必要に応じて標準採用するように推進する。
- 一般的な市販のハードウェアと市販シリコンを最大限に使用し、独自ハードウェアを最小限に抑える。

オープンな RAN エコシステムを一般的に構築することを目的とした、オペレータ主導の業界イニシアチブはいくつかありますが、O-RAN アライアンスは最も多くのサポートを受けています。このドキュメントでは、「O-RAN」を使用して、O-RAN アライアンスのオープン RAN エコシステムターゲットを意味するものとして使います。

O-RAN の利点

5G の多様なユースケースと規模により、オペレータはインフラストラクチャを迅速に進化させて 5G がもたらす新たなビジネス機会を収益化し、同時に OPEX を管理しながら CAPEX を削減することが求められています。

ご承知のように、RAN の導入と管理はワイヤレスネットワークの最も高価な部分です。つまり、現在のネットワークの進化、成長、保守へのアプローチでは、5G の課題と機会に対応するために拡張できないということです。そのため、オペレータは、これらの目標を達成するのに最も実行可能な選択肢として O-RAN に着目しています。

1. オープンでマルチベンダーが相互運用可能なエコシステムを実現し、競争の健全化、RAN 機器のコスト削減、より多くのベンダープールの提供を可能にします。
2. 自動化を実現し、展開コストと管理コストを削減できます。
3. 拡張性と俊敏性を提供します。ソフトウェア機能として実装されたネットワークコンポーネントは、ネットワーク機能と容量の要件に合わせて拡張できます。

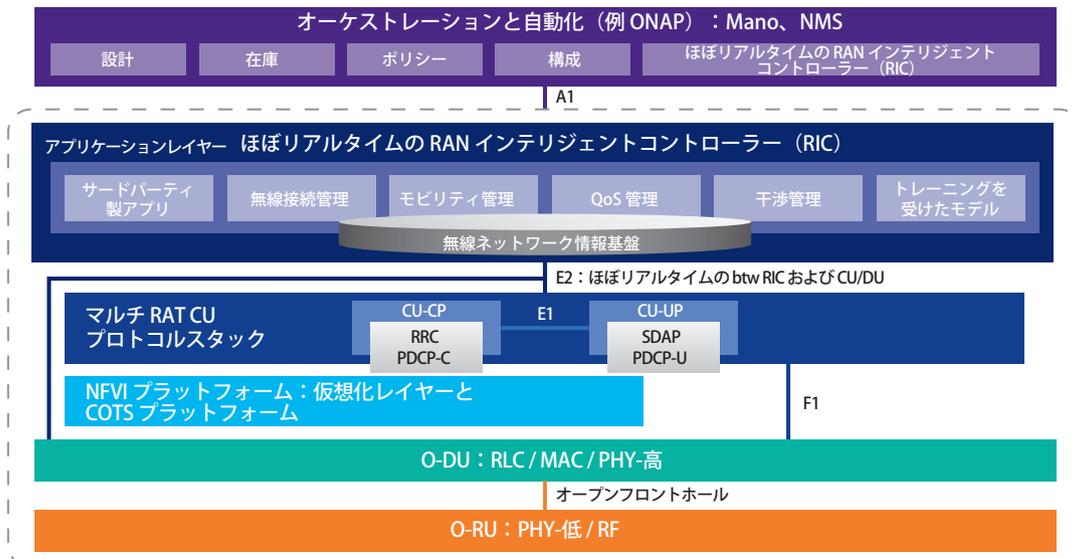


図2. O-RAN のアーキテクチャ

O-RAN ベースのネットワークの展開と管理の課題

相互運用性と End-to-End のパフォーマンスは、O-RAN 環境におけるベンダーとオペレータにとって、間違いなく最大の懸念事項です。マルチベンダー RAN における高度な調整機能、電力制御アルゴリズム、テクノロジー内の相互作用をすべて想像してみてください。1 つのベンダーだけを採用するのあればすべては簡素化されます。また、製品に関連するネットワークパフォーマンスの問題が発生した場合(必ず発生します)、サービスプロバイダーは 1 つのベンダーとのみ協力して問題の解決にあたることができます。集約ノード、分散ノードなどの RAN コンポーネントと無線機ユニットが複数のベンダーによって提供されサポートされているネットワークを想像してみてください。オペレータやベンダーは、問題の特定と切り分けの両方、さらには、最適化された単一ベンダーのソリューションと比較してコストパフォーマンスを確実に良いものにするという大きな課題に直面することになります。O-RAN ベースのマルチベンダーネットワークのもう 1 つの重要な課題は、ネットワーク管理とリソース管理です。マルチベンダー・ネットワークを維持するためのマルチベンダースペアおよびトレーニングリソースの管理は、サービスプロバイダーの運用チームにとって学習曲線となります。忘れてはならないことですが、新しい機能の統合と、O-RAN ベースのネットワークにおけるさまざまなベンダーの新しいサービスのオーケストレーションは、もう 1 つの重要な課題となります。

上記の課題を克服するために、O-RAN アライアンスは、次世代 RAN インフラを実現するために設計された **リファレンスアーキテクチャ** を提供するために、**VIAMI** を含むメンバーおよび貢献者と協力してきました。このリファレンスアーキテクチャは、明確に定義された標準化されたインターフェイスに基づいており、3GPP およびその他の業界標準団体によって推進される標準を完全にサポートし、補完するオープンで相互運用可能なサプライチェーンエコシステムを実現します。組織および作業グループの詳細については、付録 1 をご参照ください。

ベンダーとオペレータの主要なテスト領域

O-RAN の成功は、真のマルチベンダー環境でオペレータがネットワーク KPI を統合し、それを満たすことができるかどうかにかかっています。この目標を達成するには、オペレータは、O-RAN ネットワークのすべてのコンポーネントが信頼性の高い制御された環境でテストされ、すべてのオープンインターフェイスとコンポーネントが正しく動作していることを確信する必要があります。これにより、マルチベンダーの O-RAN ネットワークのパフォーマンスに対するコスト比が、従来の単一ベンダーのネットワークものよりも高くなります。オペレータは、コストパフォーマンス目標を満たし、ネットワーク統合が堅牢である場合に限って、O-RU はあるベンダー、フロントホールは別のベンダー、ベースバンドは 3 番目のベンダーのものを使用してネットワークを展開することになります。

VIAMI は、O-RAN 仕様の開発に貢献するとともに、O-RAN 準拠製品の相互運用性、商業的な堅牢性、および高パフォーマンスを保証するためのテスト方法の開発において、積極的に貢献しています。実際、VIAMI は、複数の O-RAN グループ(テスト統合フォーカスグループおよび WG9) で共同議長を務める唯一の T&M ベンダーであり、いくつかの相互運用性仕様(WG4 および WG5) の編集者の職務も担っています。また、VIAMI は、オープンで相互運用可能な 5G および 4G 無線アクセスネットワークの採用を促進するために実施されるイベントである、O-RAN アライアンスのプラグフェストの主要な貢献者です。VIAMI は、2020 年 9 月と 10 月に、5 か国にわたるグローバルな [プラグフェスト](#) に参加し、業界をリードする 4G および 5G のテストおよび検証プラットフォームを提供しました。O-RAN アーキテクチャは、堅牢なオープン RAN エコシステムを提供するために、複数の標準化団体と連携しています。VIAMI は、ITU-T、3GPP、ONAP、IEEE (ネットワークトランスポート、タイミング、同期ワークグループの仕様) などの団体とそのワークグループに参加しています。このため、VIAMI はテストソリューションの提供を容易にし、VIAMI でテストされたネットワークが複数の必要な標準および仕様に準拠していることに、オペレータが確信できるようにします。

VIAMI は、O-RAN マルチベンダーネットワークが発足する前から、ネットワークパフォーマンスの問題を特定、分離、解決するために役立つさまざまなユースケースを見出してきました。

ラボ検証、フィールド展開、およびネットワーク保証に重点を置いた主な分野を次に示します。

- 機能性、パフォーマンス、信頼性、堅牢性、耐障害性のためのマルチベンダー相互運用性テスト (MV-IoT)
- O-RU、O-DU、および O-CU のサブシステム (ラップアラウンド) のテスト
- システムレベルテスト
- ベンダーペアリングの評価
- オープンインターフェイスおよびプロトコルのプロトコル準拠
- 継続的な統合と継続的な配信テストの自動化
- ライフサイクル全体にわたる継続的なテストプロセス
- 複数の RAN 展開オプションの総合的な評価 (RAN の分割、スペクトラムバンド、遅延管理、機能、ベンダー、など)
- 最適な動作を保証するためのオープンインターフェイスおよびプロトコルのパフォーマンスモニタリング

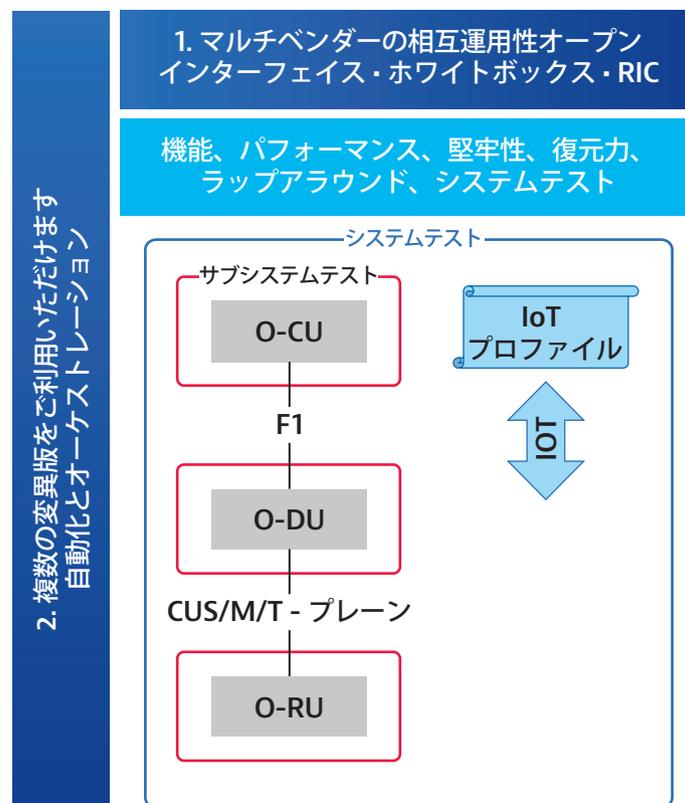


図3. O-CU、O-DU、およびO-RUを使用したO-RANサブシステムおよびシステムテスト

図3は、O-CUとO-DUを使用したシステムおよびサブシステムのテスト方法の範囲を示しています。コンパニオンホワイトペーパーである『[O-RAN仕様のためのテストスイート](#)』では、これらの課題を克服するためのいくつかのテスト課題と関連するユースケース、リソース、推奨事項を紹介しています。提示されたテストケースは、必要なすべてのテストケースの完全なリストではなく、潜在的なユースケースのサブセットであり、テスト要件に対する知見を提供し、より詳細なディスカッションの出発点として機能することを目的としています。マルチベンダーのテストの側面を重視しています。

マルチベンダーネットワークの導入には多くの選択肢があり、どれを選択するかによってテストの優先順位が決まります。1つの考えられるシナリオとしては、オペレータが1つのベンダーから O-DU と O-CU を調達し、異なるベンダーの O-RU でそれらを使用するケースです。このシナリオでは、単一ベンダーの O-DU と O-CU のテストを分離することで、ネットワークの単一ベンダー部分を、ベンダーの異なる O-RU によってもたらされる変動とは分離してテストし最適化することができます。これが完了したら、完全な ORU、ODU、O-CU チェーンを含む End-to-End のテストも実行する必要があります。

別のシナリオでは、O-DU と O-CU の間のインターワーキングに注目します。同様に、単一ベンダー部品の F1 インターフェイスから O-CU へのテストを、異なる ORU および ODU サプライヤによって導入された変動から分離することができます。

異なるベンダーとネットワークアーキテクチャの混在に関する決定に関係なく、特定のクリティカルなパフォーマンスの側面は変わりません。次のようなものがあります。

- ハンドオーバー時、モビリティおよびフェードテストシナリオを含む End-to-End のネットワークパフォーマンス
- X-haul トランスポートおよび同期ネットワークの堅牢性。
- マルチベンダー相互運用性テスト

VIAVI は、オペレータがテストを管理できるように、O-RAN アライアンスと緊密に連携して、相互運用性および適合性テストシナリオを開発してきました。こうした考えに沿って、さまざまなオペレータが、世界各地で O-RAN テスト&インテグレーションセンター (OTIC) を立ち上げています。OTIC の中核となる目的は、複数のベンダーの O-RAN コンポーネントが標準およびオープンインターフェイスをサポートし、O-RAN テスト仕様に従って相互運用できるようにすることです。主な目標は次の通りです。

1. 分割された RAN コンポーネントを検証、統合、およびテストする。
2. O-RAN ソリューションが、O-RAN アライアンスの仕様に機能的に準拠していることを保証します。
3. O-RAN ネットワークコンポーネントおよびソリューションのプラグ&プレイ (方式) モデルをサポートする、望ましいアーキテクチャを提供します。

付録 1:

O-RAN アライアンスの管理組織は、オペレータとテクニカルステアリングコミッティ (TSC) で構成される理事会からなります。9 つの技術作業グループが、TSC の監督下で、図 12 に示すように、特定の重点領域ごとに構成されています。

O-RAN 作業グループ
WG1 - ユースケースおよび全体アーキテクチャ
WG2 - 非リアルタイム RAN インテリジェント制御部および A1 インターフェイス
WG3 - 準リアルタイム RIC および E2 インタフェース
WG4 - オープンなフロントホールインターフェイス
WG5 - オープンな F1/W1/E1/X2/Xn インターフェイス
WG6 - クラウド化とオーケストレーション
WG7 - ホワイトボックスハードウェア
WG8 スタックリファレンスデザイン
WG9 - オープン X-haul 伝送

図12. O-RAN 作業グループ

参考資料

[1] O-RAN: オープンでスマートな RAN に向けて、2018 年 10 月