

3. 研究開発の成果

研究開発目標

研究開発成果

研究開発項目 2 仮想化された Open RAN のアンテナビーム制御等によるインテリジェント化に関する研究開発

a) マルチベンダー接続を前提としたRICアプリケーションの研究開発

- 異なるベンダーにより提供されるRICアプリケーションの開発・検証
- 異なるベンダーの仮想化基地局を制御可能なRICアプリケーションの開発・検証

異なるベンダーの仮想化基地局からのフィードバック情報

異なるベンダーの仮想化基地局への制御情報

仮想化Open RAN

基地局アンテナビーム制御技術による干渉回避や、AI/MLを用いたRAN制御の技術の適用による周波数の効率的な利用

b) 周波数の有効利用に資するアンテナビーム制御技術による干渉回避機能を実装可能なRICアプリケーションの研究開発

研究開発成果 a)

- 異なるベンダーの仮想化基地局を制御可能なRICアプリケーションの検証として、検証環境の構築、および、検証を実施し、異なるベンダーの仮想化基地局装置に対してRICアプリケーションによる制御が適切に動作することを確認した。
- さらに、RANシミュレータを用いた大規模RAN環境を構築し、RICアプリケーションの制御によるRANパフォーマンス改善の効果検証を完了した。

Non-RT RIC

rApp

ベンダーA

ベンダーB

シミュレータ (NWデータの模擬生成)

RICアプリケーションによるマルチベンダーの仮想化基地局を制御

シミュレータを利用し、大規模RANを模擬

研究開発成果 b)

- Massive MIMO Beamforming Optimizationのユースケースについて、セル間のビーム干渉を回避するようなビーム制御・スケジューリングを行うアルゴリズムを実装し、実装したアプリケーションを実行し評価する環境構築を実施。
- Traffic Steeringのユースケースについて、周波数利用効率向上のためのトラヒック分散アルゴリズムを実装、実装したアプリケーションを実行し評価する環境構築を完了。トラヒック分散アルゴリズムの評価を開始した。
- 次年度はアルゴリズム評価の継続と、アルゴリズムの改善、再評価を実施予定。

②隣接セルのビーム情報を含む品質劣化情報と発生時刻をNear-RT RICに報告

③互いに干渉しあうビームを特定し、制御対象のビームを特定

④制御対象ビームを基地局に通知

⑤Near-RT RICから報告されたビームに基づいてスケジューリングを実施

Massive MIMO Beamforming Optimization

①PM情報収集(O1)

②RB使用率上限決定

③A1ポリシー

④PRB使用率、UE情報収集(E2)

⑤UE移動判定

⑥異周波測定指示(E2)

⑦異周波測定結果(E2)

⑧H.O対象UE決定

⑨H.O指示(E2)

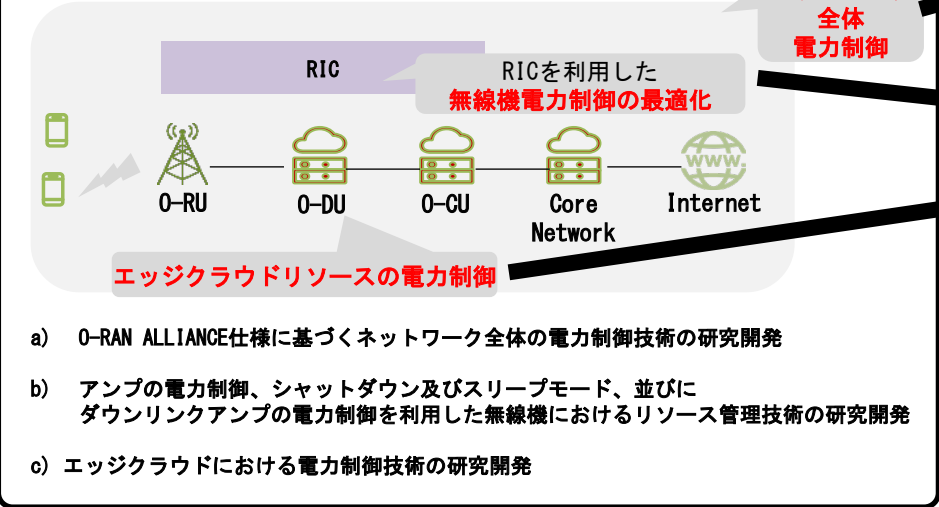
Traffic Steering

3. 研究開発の成果

研究開発目標

研究開発成果

研究開発項目 3 アンテナ送信制御とOpen RANの電力制御最適化による周波数利用効率向上の研究開発



研究開発成果 a)

- RANとエッジクラウドの使用状況・電力メトリクスを集約するビッグデータプラットフォームを構築。電力制御技術をSMO (Service Management and Orchestration)に統合。
- 商用ネットワークデータで、4Gマクロセル無線周波数チャネル再構成と4Gスモールセルスイッチ制御をスケジューリングする機械学習モデルを構築。
- 0-RAN SuFG共同議長として、0-RANネットワークの省電力化に関する検討を主導。

研究開発成果 b)

- RUマイクロスリープモードによる電力抑制効果向上のため、DUSchedulerを開発しプレ実証。ETSI ES 202 706-1 Annex EのMedium/Busy負荷モデルで、RU単体と比較して10%以上の電力抑制と効果向上を実証。
- 商用ネットワーク展開に向け、より高い送信電力でのRUマイクロスリープモードの電力抑制効果の実証実験に着手。

研究開発成果 c)

- トラフィック傾向に応じたCPUコア・動作周波数の動的制御のため、CPU Cステート/Pステート制御による電力抑制効果と基地局処理への影響評価環境を構築。
- CU用エッジクラウドのCPU Cステート制御で、基地局処理への影響なく10%以上の電力抑制効果を確認。
- 低トラフィック条件下でDU用エッジクラウドのCPU Pステート制御で10%以上の電力抑制効果を確認。

The diagram illustrates the power control evaluation environment. It shows a flow from a 'DUシミュレーター' (DU Simulator) to a 'ビッグデータプラットフォーム' (Big Data Platform). The 'DUシミュレーター' is connected to a 'CU-CP及びCU-UP' (CU-CP and CU-UP) block via a 'UDPトラフィック' (UDP Traffic) connection. The 'CU-CP及びCU-UP' block is connected to an 'エッジクラウド' (Edge Cloud) block. The 'エッジクラウド' block contains two 'サーバー' (Servers) with 'CPU' (CPU) components. The 'エッジクラウド' block is connected to the 'ビッグデータプラットフォーム' via a '使用状況、電力関連指標等' (Usage status, power-related indicators, etc.) connection. The 'ビッグデータプラットフォーム' is connected to the 'DUシミュレーター' via a '通信等' (Communication, etc.) connection. Below the diagram, the text reads: 'CU用エッジクラウドの省電力Cステートによる電力削減の試験環境' (Test environment for power reduction by power-saving C state in CU edge cloud).

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
5 (4)	67 (51)	0 (0)	20 (8)	96 (44)	4 (0)	6 (5)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) 国内出願4件、外国出願51件

(2) 一般口頭発表8件

- ・楽天モバイル O-RAN ALLIANCE Global PlugFest Spring 2024で招待講演 Energy Saving RIC Test
- ・楽天モバイル ワイヤレスジャパン 2024×ワイヤレス・テクノロジー・パーク 2024で基調講演 楽天モバイルの5G展開状況とBeyond 5Gに向けた今後の展望
- ・楽天モバイル 第5回 Beyond5G IoT用SoC 勉強会で依頼講演 Beyond 5G SoCを活用した次世代NW実証
- ・楽天モバイル Open RAN Symposium 2024で招待講演 Rakuten O-RAN Commercialization and Future plan
- ・楽天モバイル O-RAN ALLIANCE Global PlugFest Fall 2024で招待講演
- ・楽天モバイル MWC Barcelona 2025で発表 Open RAN Security: Rakuten Mobile Zero Trust Model
- ・楽天モバイル 2025年情報通信マネジメントワークショップで招待講演 デジタルツインを実現するオープンでセキュアなネットワークインフラ
- ・NTTドコモ 電気電子情報通信学会総合大会で発表 セル間MIMO beamforming最適化のための干渉協調の方法

(3) O-RAN ALLIANCEのWGで合計44件標準化提案/採択済

(4) 展示会5件

- ・楽天モバイル Rakuten Optimismにて展示
- ・楽天モバイル YRP オープンイノベーションデー2024にて展示
- ・NTTドコモ O-RAN ALLIANCE Global PlugFest Fall 2024にて展示
- ・楽天モバイル SSSマッチングワークショップ 2024年秋にて展示
- ・楽天モバイル MWC Barcelona 2025にて展示

5. 今後の研究開発計画

中期段階である2023年度後半から2024年度前半は、初期段階で完成した要件定義とユースケースを基に、RICプラットフォーム、RIC周りのインタフェースとRICプラットフォーム上で動作するアプリケーションの開発を実施した。開発の成果物に関しては、初期段階で構築された検証環境で個別の項目毎に検証を実施しながら、初期段階で作成した要件定義において機能・性能を満たしているかを確認した。また、RIC周りのインタフェースのセキュリティや信頼性を、研究者の検証環境またはJapan OTICの環境で検証を実施した。基本的にはO-RAN ALLIANCEで規定している仕様に基づいて試験等を実施したが、まだ明確に定められていない内容に関しては、標準化に向けて積極的にフィードバックを行った。上記のそれまでの成果を踏まえ、最終段階である2025年度では、各研究項目で開発した成果物に対して、アウトプット目標を達成しているかを含めた、総合的な実証実験を実施する。さらに、本研究開発を実施する中で得られた成果や知見は、外部発表・展示会等を通して積極的にアピールする。