

NTT DOCOMO

テクニカル・ジャーナル

Technical Journal

Vol.30 No.1 | Apr. 2022



DOCOMO Today

- シリコンバレーが映す将来の技術と社会

Technology Reports (特集)

無線ネットワークのオープン化とインテリジェント化

- RANオープン化(Open RAN)に向けた取組み
- RAN仮想化(vRAN)に向けた取組み
- RANインテリジェント化に向けた取組み

Technology Reports

- SMSを用いたフィッシングを防止する検知・防御技術概要
- イベント開催時の混雑に対応した鉄道駅利用者数の予測技術

Event Reports

docomo Open House'22

—あなたと未来を協創するイベント—

シリコンバレーが映す将来の技術と社会

アメリカは遅い。このコロナ禍においても成長と変化を続けています。2021年、株価指数は連日最高値を更新し、GDPも過去最高を見通します。スタートアップへの年間投資総額は3,295億ドルに達し、過去最高だった2020年を2倍近く上回りました [1]。また、私を取り巻くシリコンバレーの生活も数年で大きく変化しました。ギグエコノミー*1が生活インフラとしてコロナ禍に定着し、また小規模な店舗や地方機関でも非対面システムが導入されました。街には電気自動車が溢れ、今後も政府主導の社会インフラの大きな変化が見通されます。

最も大きな社会変化の1つは「非中央化 (Decentralized)」でした。多くの企業活動がオンラインとなった結果、企業はオフィスに求める機能と形を再定義して中心部から移転する傾向にあり、社員は恒常的なりモートワークの選択が当然の権利となってオフィスの場所に縛られず居住地を選択することが増えました。この急速な変化を支えた主たる技術は通信であり、企業活動のデジタル化であり、多彩なクラウド型SaaS (Software as a Service) 群でした。今後も自動運転からメタバース*2までエッジコンピューティング*3の拡大や、仮想通貨やNFT (Non-Fungible Token) に代表されるブロックチェーン*4技術の普及、クラウド・ネイティブ・コンピューティングのエッジサイドへの拡大など、分散型の技術の進化が社会や経済のシステムの「非中央化」を加速させていくと考えられます。

一方、ドコモのR&Dとして社会課題解決に向けた重要なフレームワークは「サイバー・フィジカル融合 (CPF: Cyber-Physical Fusion)」 [2] です。これは、現実世界のデジタル情報化、サイバー空間へのデータの蓄積・整理、データ分析による知の発見と未来の予測、そして現実世界へのフィードバックという4つの機能連携により、空間や業界、時間を超えて繋ぎ昇華し、価値創造するプロセスループです。

では、「非中央化」する社会と技術の方向性を踏まえ描かれるCPFとは、一体どういうもののでしょうか？ GPU (Graphics Processing Unit) などの小型化・高性能化に伴い、ドローン・ロボティクスの制御から無線基地局の運営までの、AIによる自律的な意思決定と相互承認は、情報の量と鮮度が最も豊かなエッジサイドに主導権を移します。同時に、拡大したクラウド技術によって多様なエッジサイドの実行環境を意識せず開発できる柔軟性が提供され、システムのスケーラビリティの確保とエコシステムの構築を促します。これらを紡ぐBeyond 5G/6Gの通信ネットワークはあらゆるクラウドサイドの提供機能を結び、「エッジ主導のCPF」のフィードバックループを支えます。

つまり、IoE (Internet of Everything) の概念をそのままに、中央集権システムがすべてを収集・コントロールする形から、それぞれのヒト・モノ・コトが主役となってこのループをリードし、クラウド側はそれをサポートする形へとシフトしていきます。そのエッジとクラウドが主従逆転したCPFを、多元的な市場と複線的な価値観を前提とした社会構造に求められる、分散と統合が融和したインフラとして我々ドコモ・イノベーションズは理想視し、「Edge-Centric CPF」と呼んでいます。



DOCOMO Innovations, Inc.
President & CEO

はら たかし
原 尚史

新型コロナウイルス感染症の猛威により、都市集中型の社会システムの限界が浮彫りになりました。場所や時間に縛られない分散型の生活様式への変化は必然の一步であり、そこに通信は大きな役割を担う責任を負いました。そしてその先に見えたのは、個々人が各々の創造性を発揮しながら多様な生活スタイルを選択できる環境と社会でした。育児・勤務・趣味・介護などで生きる場所を自由に選べる社会は、地域間の経済格差や機能格差が縮小した社会へ繋がります。そしてより多くの人が多様な価値観に基づいて自ら構想し実行できる社会は、1人ひとりが輝ける社会 (= Well-Being Society) の実現へと繋がっていきます。その中で「Edge-Centric CPF」の概念はこれを実現する方向性であり、日本の社会課題解決に貢献するものだと考えています。昨今のアメリカ社会の姿は、その方向へ遅く確かな動きを見せていると感じます。

文献

- [1] Crunchbase news: "North American Startup Funding Scaled Unprecedented Heights In 2021."
<https://news.crunchbase.com/news/na-vc-startup-funding-2021-recap/>
- [2] 谷 直樹: "新たな事業価値を生み出し続けるR&D," 本誌, Vol.28, No.4, p.1, Jan. 2021.

- *1 ギグエコノミー: 特定の企業に就職せず、インターネットやスマホ・アプリを通じて、プロジェクト単位でタスクを請け負う働き方を前提として提供されるサービスとその経済圏。
- *2 メタバース: コンピュータネットワークに構築された3次元の仮想空間およびそれを利用したサービス。
- *3 エッジコンピューティング: システムのよりエッジ (末端) にデータ処理や保管の機能を分散配置することで、通信量や遅延、より上位ノードの演算負荷などを抑える手法。
- *4 ブロックチェーン: 分散型台帳技術。ネットワークを構成する複数のコンピュータに、暗号化技術を使って取引情報などを鎖のように繋げて記録する手法。

[Contents]

DOCOMO Today



シリコンバレーが映す将来の技術と社会 原 尚史 1

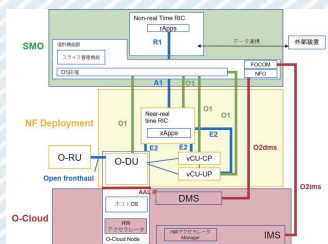
特別寄稿



大企業と零細企業の狭間で 神山 剛 4

Technology Reports (特集)

無線ネットワークのオープン化とインテリジェント化



(P.14)

RANオープン化 (Open RAN) に向けた取組み 6

vRAN

仮想化

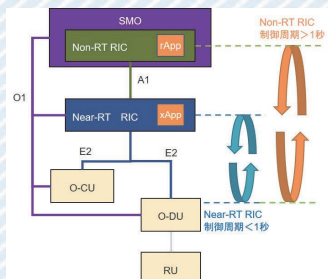
Open RAN

RAN仮想化 (vRAN) に向けた取組み 14

vRAN

仮想化

Open RAN



(P.27)

RANインテリジェント化に向けた取組み 27

RIC

AI/ML

自動化

Technology Reports



(P.42)

SMSを用いたフィッシングを防止する検知・防御技術概要 37

SMS

フィッシング

セキュリティ

イベント開催時の混雑に対応した鉄道駅利用者数の予測技術 42

混雑予測

位置情報

モバイル空間統計



(P.49)

Event Reports

docomo Open House'22 —あなたと未来を協創するイベント— 49

協創

Open House

展示会レポート

News

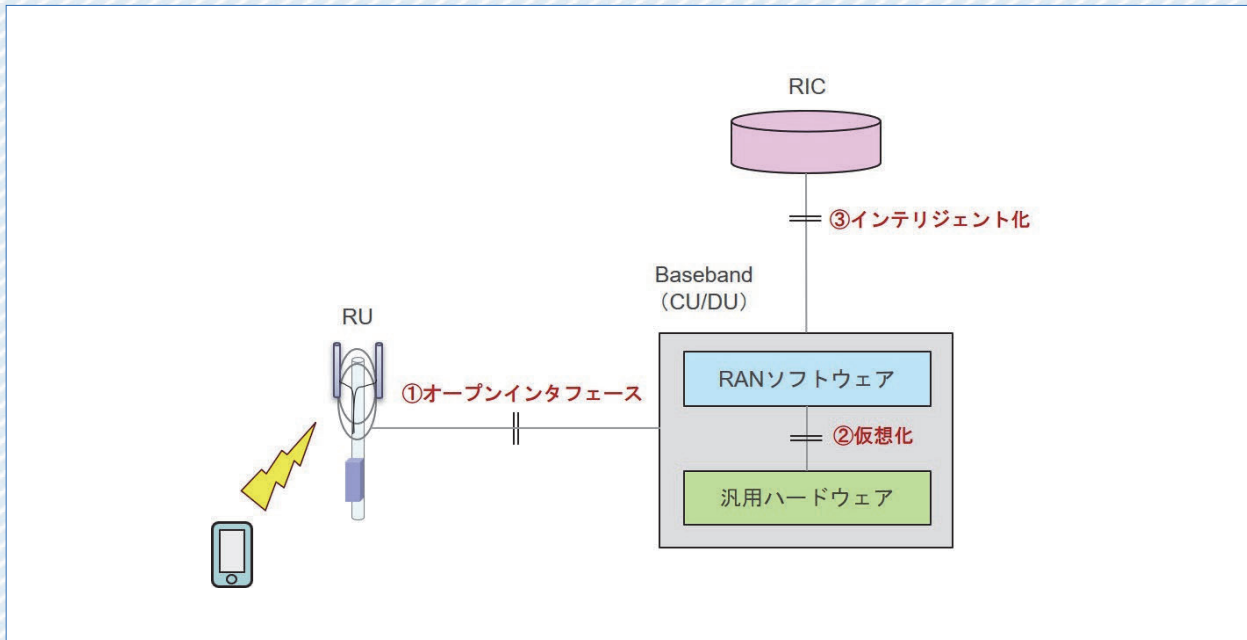
SCAT表彰「会長賞」受賞 54

第4回日本オープンイノベーション大賞「総務大臣賞」受賞 55

フィッシング対策協議会より2021年度「チャレンジコイン」を受贈 56



(P.56)



Technology Reports (特集) RANオープン化に向けた取組み (P.6)
オープンRANの主要素

大企業と零細企業の狭間で

長崎大学 情報データ科学部 准教授 かみやま たけし 神山 剛さん

「一度、大きな会社に入った方がいい。大きな会社の人間がどのように考え、物事がどのように決まってくるのか、これらは入って見ないと絶対に分からない。」

大学生をやりながら小さな会社をやっていたころ、とある経営者の方からいただいたお言葉をきっかけに、なんとなく、ドコモという大企業の門戸を叩いた。幸運にも入社することができ、そこから約15年間、端末やさまざまなサービスに関する研究開発に従事した。そして2年前、新型コロナウイルス感染症の拡大で出社できないままドコモを去り、大学教員として今に至る。元同僚の皆様退職の挨拶もできず心苦しく思っていたところ、偶然にもいただいたこの場をお借りして、これまでの一風変わった私の歩みを振り返り、ドコモの一員としての時間を通して学んだこと、思うことを書きたいと思う。

中学生くらいの頃、まだWindows95も登場していない時期から、同世代よりも早くコンピュータやネットワークに触れていた私は、この道で将来を目指すべく、迷うことなく情報通信分野の大学に進学した。

大学生になったばかりの私は、知人を通じて知り合った会社にて、アルバイトとして、システム開発の仕事にかかわることになった。このアルバイトを通して、大学で学ぶよりも先に、ソフトウェア、データベースなどの各種サーバ、ネットワークといったシステム開発に必要な一連の技術に触れることができた。結果、学生ながらフリーランスとして仕事を受けるようになっていた。

そんなある時、自分と同じくフリーランスとして活動している友人達とともに会社を設立し、私が代表になった。その頃は、学生の起業が流行っていたが、我々の場合はベンチャー的なキラキラしたものではなく、あくまで仕事の受け皿として会社を作ったに過ぎない。自分も別に経営者になりたかったわけでもない。家が貧しかった私は、学費から生活費まで、東京での大学生活にかかるすべての費用を自分で工面する必要がある、リスクを負わざるを得な

いというのが起業した一番の理由だった。

当時の世の中は、IT化の流れが加速しつつも、それはまだ大企業に限定されていた。今でこそ、あらゆる業界のサービスがオンラインで提供されるのは一般的だが、当時はEC（Electronic Commerce）サイト*1の普及すらこれからといった時代だった。一方、自分達の会社は、小さいながらも、世間の流れに乗って、IT業界に限らず物販や飲食などいろいろな業界のお客様から、開発だけでなくITシステムを用いた業務改善などさまざまな仕事をいただく機会に恵まれていた。

我々は常に、とにかく顧客の信頼を得ることを強く意識していた。これは当り前のことだが、信用のない小さな会社に機会を与えてくださるお客様の期待に絶対に応えたいということ、「学生が中途半端に会社の真似事をしている」などと絶対に言われたくないという強い気持ちがあったからだ。

実際、少なくともその点においてはうまくいったと自負している。どんなに泥臭い仕事でも、少しずつ着実にお客様との信頼を積み重ね、それがお客様のビジネスにさらに深くかかわる形で、次の仕事に繋げることを実践できたのだ。私を含め技術者ばかりの会社だったが、単に技術を駆使するだけでなく、IT業界とは全く異なるさまざまな業界のビジネスや商習慣を肌で感じ、知ることができたことは、自分の引出しを増やす貴重な経験だった。もちろん、良いことばかりでなく、思い出したくもない失敗を何度も経験したことは言うまでもない。とにかく必死だった。

数年後、学業も会社も落ち着いた頃、とある企業の経営者の方から、冒頭のお言葉をいただいた。しかし、当時の自分にはその意味がよく分からなかった。

ちょうど、この先どうしようかと悩んでいた時期でもあった。もともと、技術者として高みを目指していたことを思うと、日銭を稼ぐことに精一杯になりがちな状況では、先行きに限界を感じていた。大



Profile

2003年(株) イージス代表取締役, 2006年同社退社, 東京大学大学院新領域創成科学研究科修士課程修了。同年(株) NTTドコモ入社。総合研究所, 先進技術研究所, サービスイノベーション部, IoTビジネス部を経て, 2020年より現職。2018年九州大学にて博士(工学)を取得。モバイルコンピューティング, ソフトウェア省電力化, 分散システム, ソーシャルメディアなどのデータ解析, 交通需要予測, スマートシティに関する研究に従事。

学と会社の二足の草鞋を履き続けた4年間を振り返り, 自分は, 技術を使うだけの技術者ではなく, 技術をつくる研究者になりたいと気付いた。

そこで, 会社を畳むことを決め, 就職先としてドコモを志望する。幸運にも入社できただけでなく, 希望していた研究所にも配属された。配属後の立ち上がりはスムーズで, 外注しなくても自分で試作システムを作れ, 仕様書も書けた。取引先とのやり取りも難なくこなせた。しかし, すでに零細企業のご感覚に染まりきった私は, その先もさまざまなカルチャーショックを受け続けることになる。ここにはとても書ききれない。

まず, 大きな組織において, 自分の仕事をいかに成立させるか, 大いに学んだ。もともと自分がやっていた仕事は, 例えるなら「来店したお客さんにハンバーガーを作って売る」といったように, ものづくりから利益を得るまでの距離が短い個人商店的なものだった。しかしここでは違う。自組織だけでも100人を超え, サービス提供に至るまでにさまざまな組織を横断させなければいけない。ましてや, 研究という新しい技術を作る仕事は, さまざまな不確定要因を含むものであり, 他組織と時間軸を合わせて仕事を進めることが特に難しい。

そのためには, 目指すべきサービスとその提供価値を, 自組織を超えて発信し, 他組織とコンセンサスを得て, その上で, 自組織で技術戦略・計画を策定し, 自分の仕事を位置付ける, 極めて大局的な視点での企画力が必要である。私は新しいハンバーガーの試作はいくらでもできた。しかしそれだけでは, グローバルに何百店舗も展開するハンバーガーチェーンでは通用しないのだ。

一方で, 自分の個人商店的な仕事観や経験が役立ったこともあった。とある商業施設でのO2O(Online to Offline)マーケティングに関する技術実証を企画していた時のことである。当時の仲間に悪いので具体的に書かないが, 当初の内容や進め方ははっきりいって大企業感覚の押付けで, 現場には響かない

ものだった。私はさまざまな疑問を仲間に投げかけた。現場ではいかに, 数円レベルの材料高騰や人件費に神経をすり減らし, それでも低い利益率で日銭を稼ぐ商売をしているか。さまざまな制約や商習慣の下で成立しているオペレーションを変えることがどれだけ大変か。マニュアル以前に彼らとの直接の対話が何より重要であるかなど, 私には数々の問題点や解決策が具体的にイメージできていた。結果, いろいろな軌道修正を図り, 企画を前向きに進めることができた。

私からすると, 「知っていた」ことを仕事に活かしたに過ぎない。ただそれは, かつて実践してきた, さまざまなお客様と泥臭くも密な関係を築き, ミクロに向き合う姿勢があってこそできたことと思う。小さな会社でしか得られないかもしれないが, 「それは自分達の仕事ではない」と軽視していないだろうか?

そして現在, 良くも悪くも, あのお言葉の意味が今なら分かる気がする。

大学教員というのは, 誰とも利害関係がなく浮世離れしつつも, なぜか権威のある不思議な存在故に, 行政などから政策提言を求められることが多い。こういう場面では, ビジネスだけでなく社会全体を俯瞰し, あるべき将来像を描く, 極めて大局的なものの見方が求められる。これはまさにドコモでの学びが大いに活かしている。

一方で, 大学での研究は非常に自由度が高い反面, 教員単位の独立採算で, 予算や人員が限られる中, あらゆることをすべて自分達でやらなければならない。不思議と, 昔の小さな会社に戻ったような感じだ。でもあの頃とは違う。多分, なんとかなるだろう。

*1 ECサイト: 商品やサービスを販売するウェブサイト。

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。

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 くりう けいこ
平塚 大輔 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る。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、

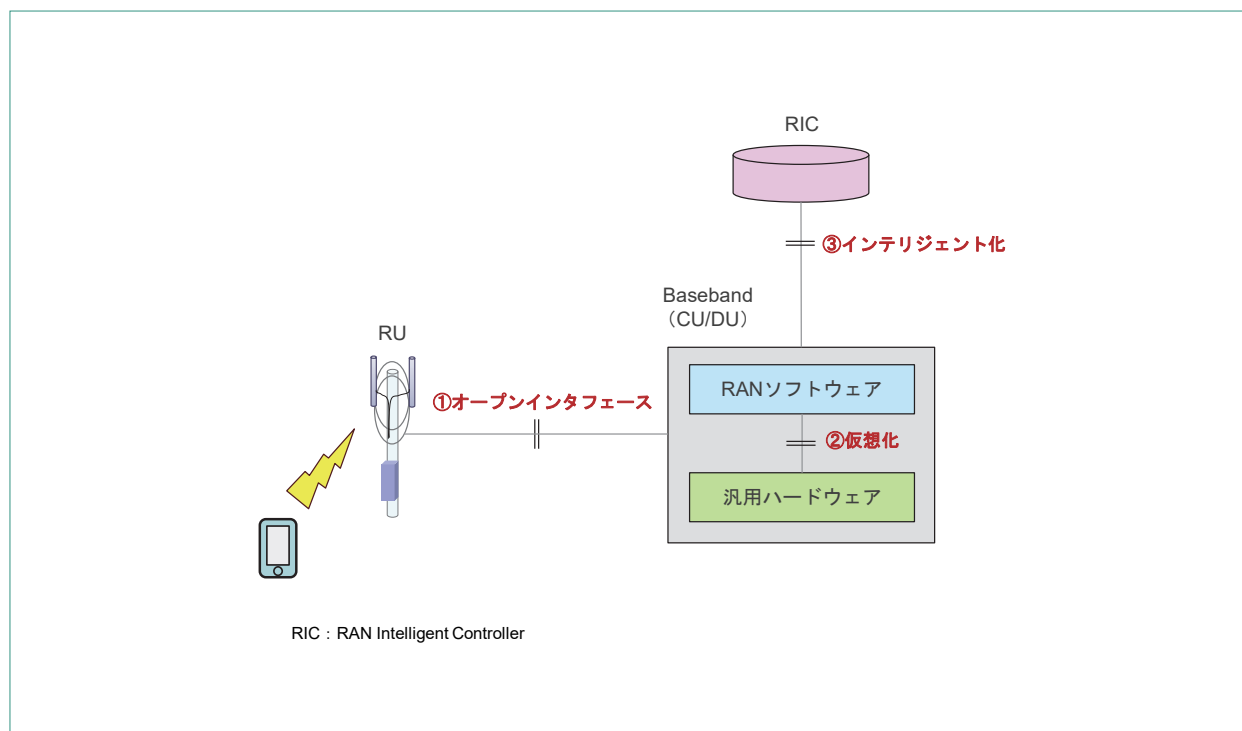


図1 オープンRANの主要要素

*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	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うデメリットもある。

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別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、

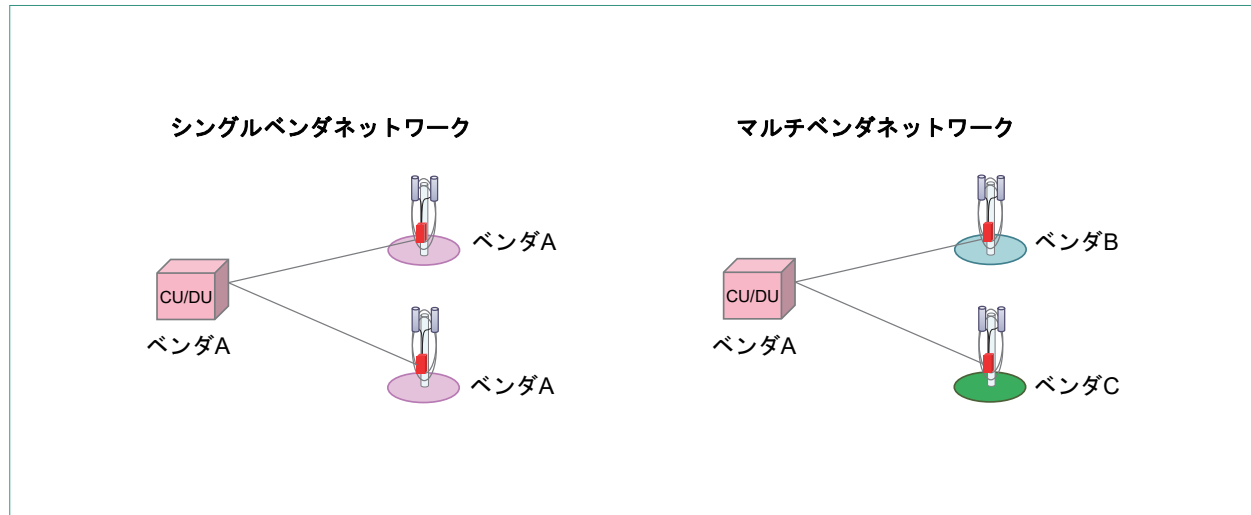


図2 シングルベンダネットワークとマルチベンダネットワーク

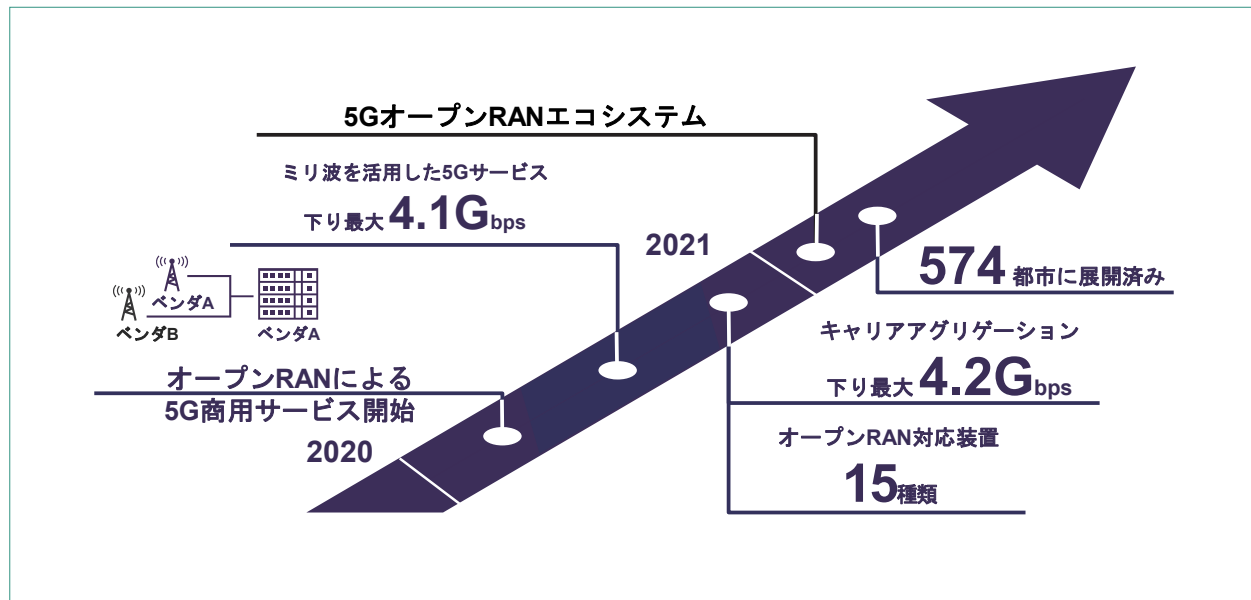


図3 ドコモのオープンRANのこれまでの取組み

*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：スタンドアロン方式。端末が単独の無線技術を用いて移動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の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。

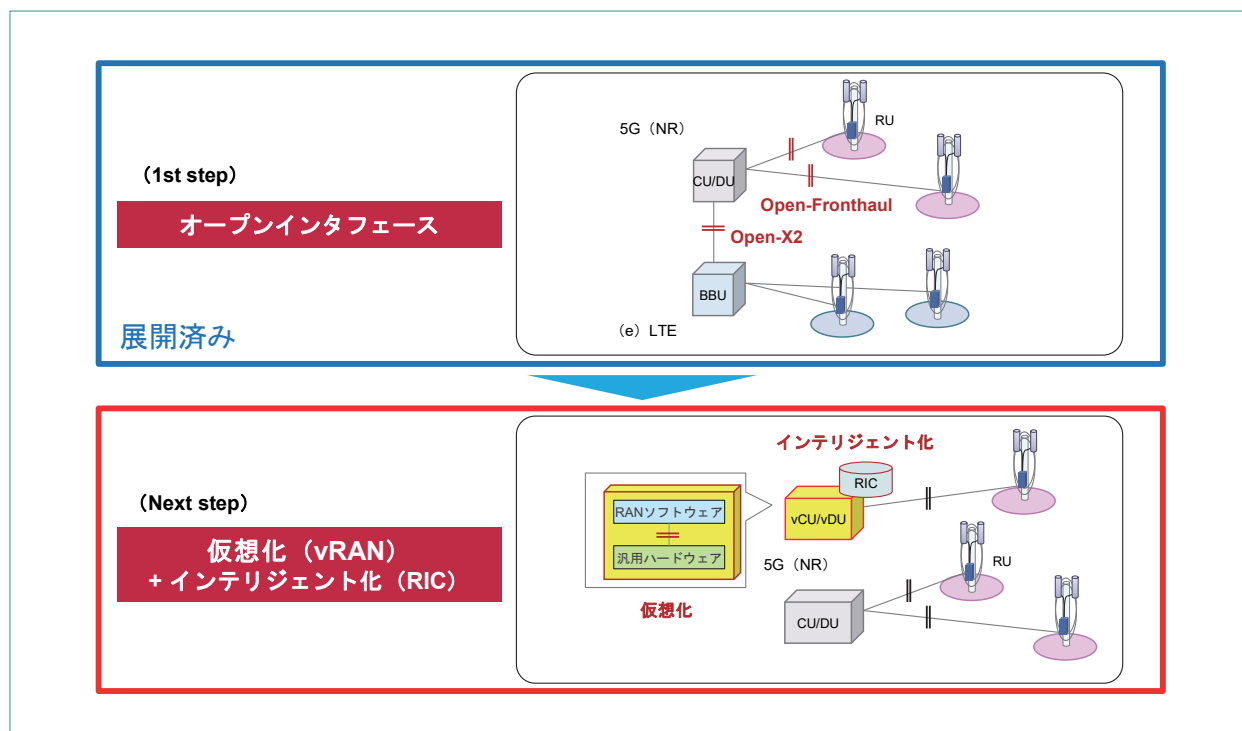


図4 ドコモのオープンRAN導入ステップ

(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り組みを行っている。

(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。

RAN仮想化 (vRAN) に向けた取組み

無線アクセス開発部 みずた しんじ 水田 信治 ウメシュ アニール
 ネットワーク開発部 なかしま よしひろ 中島 佳宏 く の ゆうや 久野 友也

LTEや5Gのさらなる高速・大容量化が進みつつある中、無線基地局装置において高い処理性能が求められている。ドコモは、このような要求を実現するために、これまで専用開発されたHWとSWを用いてきた。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とSWの分離（仮想化／クラウド化）が進んでいる。それら技術を取り込んだ、優れた無線基地局装置の実現が可能になりつつあり、RANの仮想化として開発・商用化が進められている。本稿では、RAN仮想化技術に関するドコモでの取組み状況について解説する。

1. まえがき

ドコモでは、2020年3月から第5世代移动通信システム（5G）サービスの提供を開始しており、現在、5Gエリアの拡大に取り組んでいる。既存のLTE基地局装置を最大限に活用しつつ5Gを展開するために、5Gサービスを実現する必要最小限のハードウェア（HW）とその上で動作するソフトウェア（SW）を開発し、それらをLTE基地局装置へ追加

した。

一方、昨今のIT分野における技術革新は目覚ましく、汎用HWの性能向上や、仮想化技術を利用したHWとSW分離によるHWリソースの有効活用、共通機能のプラットフォーム化によるクラウド化が急速に進んでいる。また、データ暗号化、AI技術や機械学習^{*1}などを実現するために、さまざまな各種計算に特化したHWアクセラレータと呼ばれる製品が開発・販売されている。

©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 機械学習：サンプルデータから統計処理により、有用な判断基準をコンピュータに学習させる仕組み。

このようなIT分野で利用されている汎用的なHWや無線処理にカスタマイズしたHWアクセラレータをベースに仮想化技術を無線基地局に適用する取組みが始まっており、無線アクセスネットワーク (RAN: Radio Access Network)*²の仮想化 (vRAN (virtualized RAN)*³) と呼ばれている。vRANには、これらの技術を有効活用しつつ、汎用HWを利用することで、インフラ投資削減効果が見込める可能性がある。ドコモは、vRANの効果を最大化するために、本特集冒頭記事に記載のとおり、vRAN関連技術を有するパートナー企業と2021年2月より5GオープンRANエコシステム (OREC: Open RAN ECosystem)*⁴の協創プログラムを開始した [1]。また、ドコモではコアネットワーク*⁵装置の仮想化技術をすでに導入済みであり、その運用経験も最大限に活かしつつ、vRAN導入の取組みを進めている。

本稿では、vRANを実現するための技術的課題とそれに対するドコモのアプローチを説明する。また、コアネットワークの仮想化の経験から、汎用製品は一般にサポート期間が短いことや、導入装置の製品サポート期間が終了するなどの問題を解決するために、標準化に取り組む重要性と標準化の取組み状況についても合わせて解説する。

2. RAN仮想化技術

2.1 ネットワーク仮想化技術

ネットワーク仮想化技術とは、汎用HW上に仮想化レイヤを導入し、SWを仮想リソース上で動作させるIT仮想化の技術とオーケストレーション技術*⁶を利用して、従来、高信頼性や高性能などの通信事業者が用いるシステムの要件を満たすため最適化された専用のHWとSWを用いて提供してきた通信サービスを、仮想化技術により実現するものである。

ネットワーク仮想化技術の適用により、HWとSWの分離が可能になり、最先端のHWの早期導入やSWのアップデートのみによる新規機能の提供が可能となる。さらに、オープンソースの適用やIT分野で培われた効率的な開発手法などを利用することにより、サービス開始までのリードタイム*⁷の短縮などのメリットが享受できる。

ドコモでは、2010年代前半よりネットワーク仮想化技術の研究開発とETSI (European Telecommunications Standards Institute)*⁸ NFV (Network Functions Virtualisation)*⁹を中心とした標準化を進め、2015年度より商用ネットワークのコアネットワーク装置へ仮想化技術の導入を開始した。2020年度末でのLTE装置以降のコアネットワーク装置の仮想化適用率は約50%を超え、2021年度に導入された5Gのコアネットワークはすべて仮想化されている [2]。コアネットワークにおけるネットワーク仮想化により、ドコモでは以下4つのメリットを享受できた [3]。

① ネットワーク設備の経済性向上

従来は装置ベンダごと・通信機能ごとの装置および通信SWとなっており、それぞれの装置および通信SWごとの保守が必要であったが、本技術により複数ベンダの通信SWを統一的な仮想化基盤上で動作させることが可能となり、経済性の向上、運用保守の統一化と単純化、低コストな汎用HWの利用・共用化を実現した。

② サービスの早期提供

新サービスの導入時に、個別のHWの準備と構築が不要になり、サービス開始までのリードタイムの短縮化を実現した。

③ 通信混雑時の繋がり易さの向上

災害時などに発生する輻輳*¹⁰や急激なトラフィックの集中に対し、短時間でネットワーク

*2 無線アクセスネットワーク (RAN): コアネットワーク (*5参照) 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。

*3 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。

*4 5GオープンRANエコシステム (OREC): 多様なニーズに応えられる柔軟なネットワークの構築を可能とする、オープンな無線アクセスネットワークの海外展開を目的としたドコモとパートナー会社との取組み。

*5 コアネットワーク: パケット交換装置、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。

*6 オーケストレーション技術: アプリケーションやサービスの運用管理を自動化するために、必要となるリソースやネットワークの接続性の管理・調停を実現する技術。

*7 リードタイム: さまざまな分野で使用されるが、本稿では開発着手や設備構築からサービス提供開始までの期間を示す。

*8 ETSI: 欧州電気通信標準化機構。欧州の電気通信技術に関する標準化団体。

設備容量を自動的に拡張し、通信の繋がり易さの向上を実現した。

④通信サービスの信頼性向上

低コストのHWの利用により冗長性をもたせたHW構成が実現でき、HWの故障を検知した際、冗長化された正常なHWに通信SWを自動構築させることが可能となり、短時間での通信機能の自動復帰を実現した。これにより即時の駆けつけ保守作業が不要になり、高い保守性と信頼性の通信を実現した。

2.2 期待されるvRANの導入効果

近年のIT仮想化技術、汎用HW、HWアクセラレータの進展により、仮想化が可能な領域が広がり、高処理性能や高いリアルタイム性などのサービスレベル要求がより厳しい無線レイヤのベースバンド*11処理も対応可能になってきた。このため、国内や海外のいくつかのオペレータでは、仮想化技術を用いてvRANの実用化に取り組み、導入を始めている。

期待されるvRANの導入効果は以下のとおりである(図1)。

(1)HWとSW分離による最適なソリューションの組合せの実現

- ・汎用的かつ標準的なHW活用による設備の経済化
- ・最新HW活用による性能向上や低消費電力化
- ・SW更新のみによるRAN系サービス・機能の拡張
- ・新規ベンダの収容の容易化

(2)仮想化・自動化によるシンプルかつインテリジェントなRANの保守の実現

- ・設置済みリソースプール*12を最大限に利用したSWでの設備構築によるリードタイム短縮やデプロイメント*13の柔軟性の向上
- ・SW化に伴う遠隔保守範囲の拡大と現地作業削減
- ・変動するトラフィック需要への容量拡大による柔軟な対応による繋がり易さの向上
- ・HW故障時の短時間での自動復旧や高い信頼性の向上
- ・RIC (RAN Intelligent Controller)*14によるト

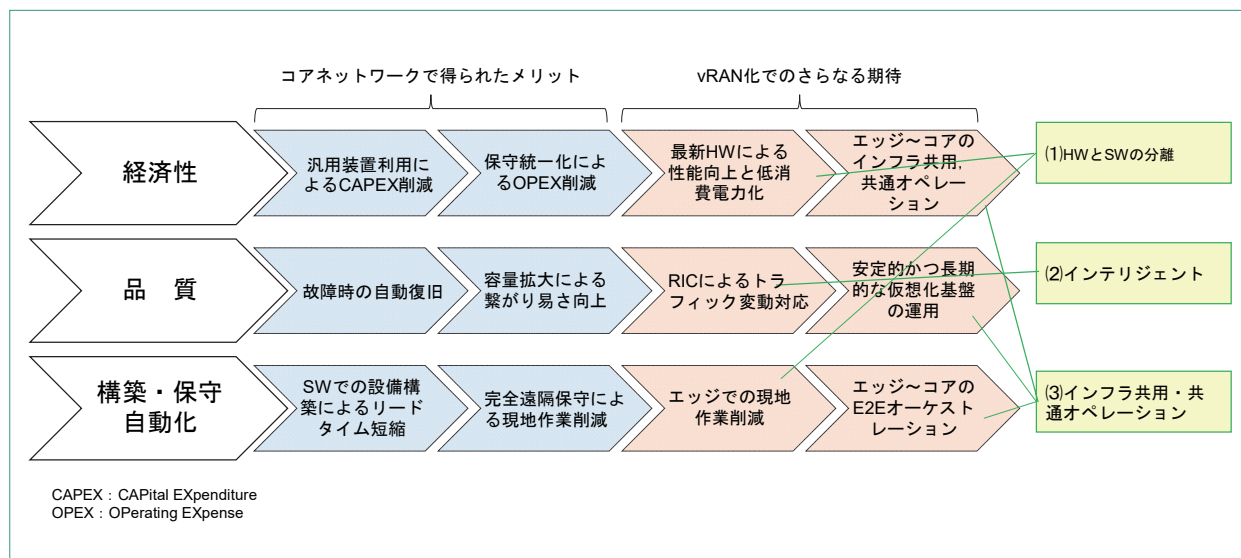


図1 期待されるvRANの導入効果

*9 NFV：ネットワーク仮想化。通信キャリアのネットワークを仮想化技術により汎用HW上で実現すること。
*10 輻輳：通信の要求が短期間に集中してネットワークの処理能力を超え、通信に支障が発生した状態。
*11 ベースバンド：無線通信の送信側および受信側において、無線周波数帯に変換する前／後の情報信号の帯域のこと。普通は低い周波数帯であり、デジタル信号処理にて実現されている。

*12 リソースプール：計算機の予備などを束ねて、計算機のCPUやメモリを束ねて仮想的なコンピュータとして管理する仕組み。
*13 デプロイメント：アプリケーションをそれらの実行環境に配置して展開し、使用可能な状態にすること。
*14 RIC：RANのインテリジェント化を担う制御部。

ラフィック変動対応

(3)エッジからコアネットワークでのインフラ共用化・共通オペレーションの実現 (図2)

- ・ RANのアプリケーションを中心に、エッジからコアネットワークに加えて、5G時代の新しいネットワーク設備に向けた共通基盤化と共通なオペレーションの実現
- ・ 安定的かつ長期的な仮想化基盤の運用
- ・ E2E (End to End) でのオーケストレーションの提供

コアネットワークに加えてRANが仮想化される特長も活かすことで、MEC (Multi-access Edge Computing) *15などのお客様により近い位置に設置を求められるサービス基盤をエッジサイトに設置することも容易となる。こういったさらなる付加価値の実現についても期待されている。

2.3 vRAN要件に対するネットワーク仮想化技術の課題

上記vRANのメリットを享受するためには、従来のコアネットワークの仮想化の技術課題に加え、RAN特有の要件も考慮した上での技術課題に取り組む必要がある。

(1)課題①：HWとSW分離による最適なソリューションの組合せの実現に向けた課題

(a)汎用HW・SWによる高性能処理とリアルタイム性のサポート

従来の基地局装置では、計算量が膨大でリアルタイム性が求められる無線レイヤの処理を、最適化されたFPGA (Field Programmable Gate Array) *16・ASIC (Application Specific Integrated Circuit) *17に代表される専用のHWと、専用のSWで実現してきた。これらHWとSWが密結合している従来の基地局装置のアーキテクチャを、vRANでは汎用HWとその汎用HW上

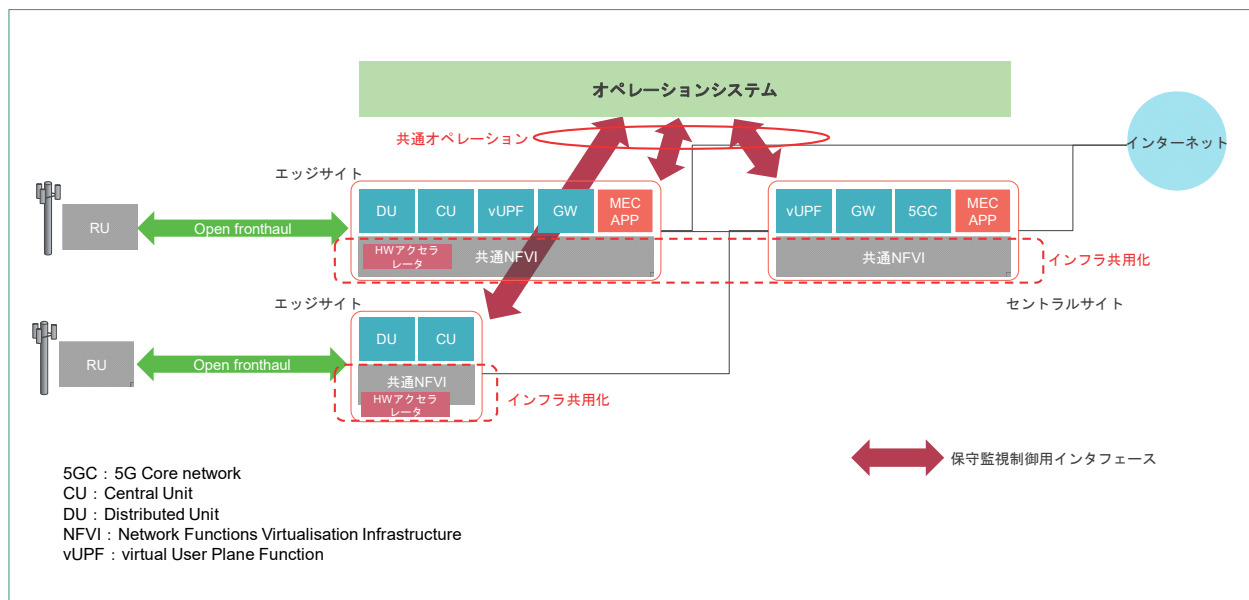


図2 エッジからコアネットワークでのインフラ共用化・共通オペレーション

*15 MEC：移動通信網において、お客様により近い位置にサーバやストレージを配備する仕組み。低遅延によりリアルタイム性の高いサービス提供が可能となる。

*16 FPGA：アレー状に並んだセルと配線用素子で構成されている書換え可能で、論理回路を自由に設計することができる大規模集積回路。

*17 ASIC：特定用途向けに設計し、製造された集積回路。

で動作するSWで実現することが求められる。特に基地局装置の性能に影響を与える無線レイヤの処理タイミングの揺らぎの低減や低遅延化が必要であり、そのためにも、最適な汎用HWの選択やSW実装の工夫、実行環境としての仮想化基盤環境の対応が必要になる。加えて、特に処理要件が厳しい箇所については、さらなるSW処理の最適化を進めるか、もしくは、無線レイヤの処理の一部をHWアクセラレータへオフロードすることを検討し、HWとSWの密結合を解決した上で、高性能処理と高いリアルタイム性を実現する必要がある。

- (b)基地局装置の設置環境に対応できる仕組みの構築
コアネットワークの仮想化ではサーバの設置に適した拠点（データセンタ）に設備を集約して設置することができたが、RANではデータセンタへ集中配備するだけでなく、ビルの一室や屋外へ小規模かつ分散的に設置される基地局サイトも多くある。このため各設置場所により、要求される性能、設置スペース、電力の制限も異なる。さらに、防塵性能や、極端な温度への適応など、より厳しい環境に対応した汎用HWも求められる。SWとHWを分離しつつ、このようなさまざまな設置環境の条件下でスケラブルかつフレキシブルな設置形態へ柔軟に対応できる仕組みが求められる。

(2)課題②：仮想化・自動化によるシンプルかつインテリジェントなRANの保守の実現に向けた課題

- (a)RANアプリケーションに提供する仮想リソースの関係性管理

従来の基地局装置では、基地局の機能が特定のHWにくくり付いているため、HWとSWをセットで管理することができ、これにより基地局の保守を実現することができていた。vRAN

では、複数のHWから実現される仮想的なリソースに対して、RANアプリケーションの管理システムが動的に必要な仮想リソースを要求し、その仮想リソース上でRANのアプリケーションを動作させる。この手法では、SWと仮想リソースは分離して管理されるため、SW、仮想リソース（論理）、HW（物理）を関連付けして、基地局機能の保守を実現することが求められる。さらに、前述のHWアクセラレータなどの新規HWも、他の仮想リソースと統一的に扱いRANアプリケーションに提供することも求められる。

- (b)保守運用ユースケースの対応

従来の基地局装置では、ベンダごとにHWの構成、構築、保守などの運用方法が異なっていた。仮想化に際し、これらの運用方法を変更せず単純に実現する場合、ベンダごとに異なる運用方法のすべてをサポートしようとする開発規模の増大や検証量の増加が想定される。そのため、自動化の促進や、また複数ベンダから提供されるアプリケーションの利用も考慮し、vRANを実現する各システムにおける機能分担の明確化や保守運用方法の共通化に向けてユースケースの標準化が求められる。

- (c)現地作業や手作業の削減

全国に分散する基地局装置や仮想化基盤の構築から故障対応までの自動化を実現するために、全体のワークフローを設計する必要がある。特に、vRAN化に伴ってSW制御できる範囲を広げることで、現地作業を最小化し自動化の範囲を拡大することが重要である。そのため、汎用機器のキッティング*18を含めた構築業務や予備部材の共通化や、作業遠隔化のための各種接続インタフェース (IF) の整備も必須である。

*18 キッティング：サーバなどの機器に対してアプリケーションのインストールや各種設定・登録などを行い、即座に使える状態にする作業。

(3)課題③：エッジからコアネットワークまでのインフラ共用・共通オペレーションへの課題

(a)さまざまなアプリケーション実装の収容

将来の新たなネットワークの配備に対応すべく、vRANの仮想化基盤には、基地局装置機能、コアネットワーク機能、またより上位のサービスを収容できることが求められている。また、サポートする実行環境にも、ネットワーク仮想化で用いられた仮想マシン環境に加えて、近年利用が増えているコンテナ*19環境も求められる。さらに、運用効率化のため、各ネットワークドメインのアプリケーション要件をサポート可能な仮想化基盤が求められる。

(b)全国に分散された仮想化基盤の長期運用の課題

vRANが商用化された場合、全国に小規模な仮想化基盤が多数分散することが想定され、これらの維持管理も重要な課題である。新しい汎用HWやHWアクセラレータの導入、セキュリティのための更新、アプリケーションの進化などを踏まえると、一定期間で仮想化基盤の更改や保守などを行う必要があり、加えて、すべての仮想化基盤のバージョンアップ作業は、通信サービスを継続したまま実施することが求められる。また、最近のコンテナ基盤の開発トレンドを想定すると、基盤を含めて短期間で更改が求められるが、オペレータが大規模な更改開発や工事作業を実施し続けることは現実的ではない。そのため、長期間安定的に基盤運用を行うための仕組みが望まれる。

3. 課題解決に向けたアプローチ

ドコモでは、これまでのコアネットワークの仮想化・運用と無線基地局の開発・運用で得られた知見

やノウハウを融合し、これにより上記の課題を解決するとともにvRANの実現を目指す。特にO-RAN (Open RAN) ALLIANCE*20やETSI NFVにおけるvRANを実現するための標準化の推進と、ORECによるマルチベンダ環境における相互接続検証の2つのアプローチを進める。

RAN仮想化の技術課題である「HWとSW分離による最適なソリューションの組合せの実現」の課題①に対しては、RANアプリケーションベンダと汎用HWベンダが連携した技術検討と実装、性能向上のための最適化が必要になるため、ORECを活用し推進している。ORECでの取組みについては後述する。

「仮想化・自動化によるシンプルかつインテリジェントなRANの保守実現」に向けた課題②と「インフラ共用・共通オペレーション」への課題③に対しては、過去のコアネットワーク仮想化の開発の経験を踏まえ、vRAN自体とそれに関連するシステム間のIF・情報モデル*21の策定とオペレーションの共通化が最重要であるとの認識のもと、標準化を推進している。また、標準化を行うことで、複数ベンダから提供される各種プロダクトを組み合わせることが可能となり、かつ、1つの構成部品がサポート期間終了した場合でも、標準化に準拠した別の製品が販売されれば、それを利用することで、周辺構成部品や周辺システムへの影響を最小限に抑えることが可能になる。さらに、業界におけるネットワーク仮想化の標準仕様において、同様の目的のものが複数規定されることの防止と、ドコモがこれまで積極的に標準化を進めた仮想化の仕様を最大限活用するために、標準化団体間での調整を推進する。

vRANに関する標準化についてはO-RAN WG (Work Group) 6にて取組みが進められており、最新の標準化状況を後述する。ここでは、O-RANでの全体アーキテクチャ (図3) をベースに、ドコモ

*19 コンテナ：コンピュータ仮想化技術の一種で、1つのホストOSの上にコンテナと呼ばれる専用領域を作り、その中で必要なアプリケーションソフトを動かす方式のこと。

*20 O-RAN ALLIANCE：5G時代におけるRANのオープン化、インテリジェント化の推進を目的に、2018年2月にドコモと海外の主要なオペレータにより設立された団体。

*21 情報モデル：システムが有するHWリソースなどを外部装置などから扱いやすくするためにモデル化すること。

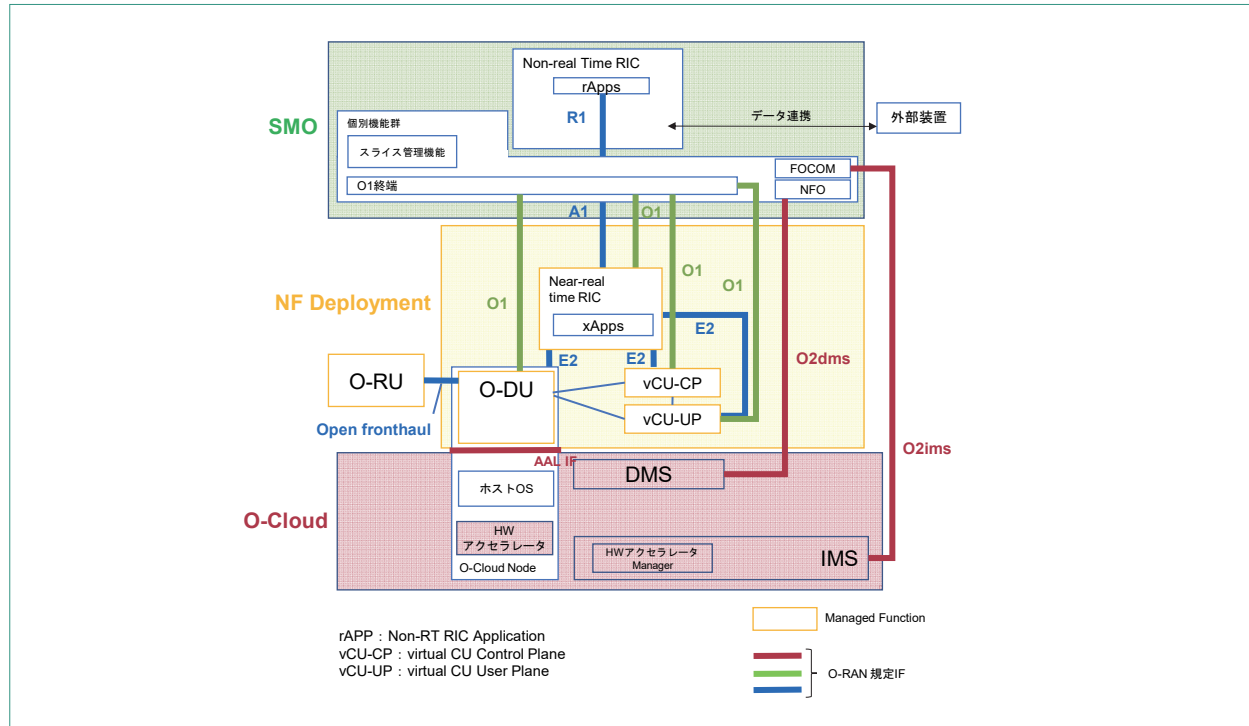


図3 O-RANの全体アーキテクチャ

が標準化でアプローチすべき点を以下にまとめる。
 なお、図に記載される各コンポーネントの詳細については4、5章や本誌過去記事を参考にされたい [4].

- ・ SMO (Service Management and Orchestration) とマルチベンダの vCU-CP/vCU-UP/ Near-real time RIC/O-DUの機能を有するvRAN アプリケーションのIF (図3 O1)
- ・ SMOとDMS (Deployment Management Services) /IMS (Infrastructure Management Services) の機能を有するマルチベンダ仮想化基盤の収容を可能とするIF (図3 O2dms/O2ims)
- ・ SMOおよび、複数の仮想化基盤による、統一的なオペレーション (インスタンス化*22, スケーリング*23, ヒーリング*24, ターミネーション*25).

- ・ 運用自動化に向けた、SMOで管理するvRAN アプリケーションや仮想化基盤の情報モデルの統一化、パッケージの統一化
- ・ vRANを含めたコアネットワーク機能やMECの収容が可能な共通仮想化基盤
- ・ 既存のオペレーションシステムと連携する関連システムへの後方互換性を維持した安定的なIFとシステム間の情報流通方法
- ・ オペレータの既存資産を最大限活用した拡張性の高い機能分担やIF仕様

4. O-RAN WG6標準化最新状況

O-RANでの、仮想化とオーケストレーションについての標準化の議論は、主にWG6 (Cloudification

*22 インスタンス化：仮想マシンを生成することを意味する。物理マシンへの仮想マシンのインストール、仮想ネットワーク設定、仮想マシン起動、その他各種設定の投入を経てSWが起動され、利用できる状態にする一連の動作を指す。

*23 スケーリング：HWや仮想マシンの負荷状況に応じて通信SWとしての処理能力が不足、あるいは余剰になった際に、通信SWを構成する仮想マシンを増減することにより処理能力を最適化すること。

*24 ヒーリング：HW障害や仮想マシン障害が発生した際に、正常なHW上に仮想マシンを移動、または再生成することで通信

SWとして正常な状態に復旧する手続き。

*25 ターミネーション：仮想マシンが終了すること。

& Orchestration WG) にて行われている。

O-RAN WG6の仕様は、全体コンセプトであるGAP (General Aspects and Principles)、システム間を連携するユースケース仕様書、そしてデータモデルやプロトコルを規定するIF仕様書から構成されている。

各仕様の詳細を以下に示す。

①GAP

WG6においてO-Cloudを中心とした機能名の定義や関係性が記述されたもので、O2IFとAAL (Acceleration Abstraction Layer)^{*26}の2種類のGAPが規定されている。

②ユースケース仕様書

O-Cloud/NF (Network Function)^{*27}/xApp (Near-RT RIC Application)^{*28}のProvisioning^{*29}, Fault Management^{*30}, Performance Management^{*31}の代表的なユースケースが規定されている。

③IF仕様書

O2ims, AAL FEC (Forward Error Correction)^{*32}, AAL High-PHY^{*33}のサービスおよびプロトコルが規定されている。また、現在O2dmsのプロトコルも規定中である。

vRANを実現する構成要素には、vRANアプリケーションの仮想リソースを規定するNF Deployment, NF Deploymentに仮想リソースを提供する仮想化基盤であるO-Cloud, そしてNF DeploymentとO-Cloudを管理制御するSMOがある (図3)。O-RAN WG6では主に、SMOとO-Cloudのリファレンスポイント^{*34}であるO2と、NF DeploymentにO-CloudがHWアクセラレータを提供するリファレンスポイントであるAALの仕様策定を進めている。

4.1 SMO

SMOは、NF DeploymentとO-Cloudを制御するためにFOCOM (Federated O-Cloud Orchestration and Management) とNFO (Network Function Orchestration) の論理機能をもつ。FOCOMはO-CloudのInventory管理^{*35}・Alarm管理^{*36}・Performance管理^{*37}を行う。NFOはO-Cloudと連携してNF Deploymentのライフサイクル管理・Alarm管理・Performance管理を行う。

4.2 O-Cloud

O-Cloudは、NF Deploymentに仮想リソースを提供するO-Cloud Node, NF Deploymentを管理するDMS, O-Cloud NodeとDMSを管理するIMS, そしてHWアクセラレータを管理するHWアクセラレータManagerから構成される。O-Cloud NodeはComputeリソース, Networkリソース, Storageリソースから構成され、ComputeリソースにはAALを実現するための機能が含まれる (後述)。DMSはKubernetes^{*38}やOpenStack^{*39}のような仮想化基盤が想定され、SMOとはO2dmsで接続される。IMSは主にO-Cloud NodeのInventory管理・Alarm管理・Performance管理, DMS自体のデプロイメントを担い、SMOにO2ims IFを介して接続される。

4.3 HWアクセラレータ

ETSI-NFVでは、vRANで必要となるHWアクセラレータに関する規定が存在しておらず、O-RANにて議論が進められている。AALには、物理装置としてのHWアクセラレータと、これを利用してvRANのさまざまな処理を実現するAAL Profile, および、AAL ProfileとvRANのIFであるAALI (AAL Interface) が含まれる。AAL ProfileはHWアクセラレータManagerから制御され、HWアクセ

*26 AAL : O-Cloudに搭載されるHWアクセラレータでのHWとSWを分離するレイヤであり、HWアクセラレータの使用形態やIFを規定することにより、異なるベンダ間でのHWアクセラレータとSWとを組合せできることを目的としてO-RANで規定が進められている。

*27 NF : システムを構成する基地局、交換局および中継装置などの個々のネットワーク機能を識別する論理的な単位。

*28 xApp : Near-Real Time RICのプラットフォーム上で動作するアプリケーション。

*29 Provisioning : サービスを提供するために必要となるネット

ワークなどのリソースを稼働させるためのHWおよびSWの各種設定・試験業務を指す。

*30 Fault Management : 管理オブジェクトのアラーム一覧取得、アラーム通知、削除などの故障管理のこと。

*31 Performance Management : 管理オブジェクトの性能測定情報の登録、取得、通知などの測定項目管理のこと。

*32 FEC : 送信側にて冗長な情報を付加し、受信側ではこれを用いて、データの伝送中に生じる誤りを訂正する方式。

*33 High-PHY : 無線の物理レイヤ (Physical layer) の上位側の処理で、DUに実装される機能。

ラレータ Manager はNF Deploymentを制御するDMSやIMSと連携しながら、O-Cloud上のAAL Profileを管理しNF Deploymentと接続する。

HWアクセラレータにおける無線処理のオフロード実現方法は、大きく分けてLook-aside型とInline型と呼ばれる2つの方法が提案されている。前者は無線レイヤ1の一部、特に暗号化・復号化といった処理負荷が高い部分を、後者は無線レイヤ1すべてをオフロードする形態となっている。いずれの形態であっても、仮想化・オーケストレーションが実現できるように規定が進められている。

今後O-RAN WG6では、O2dmsのIF仕様書、AALのユースケース仕様書、vRANアプリケーションのPackage、そしてオペレータにとっても最

も大切な機能分担と機能定義された仕様書が規定される予定である。

5. 標準化でのドコモの取組み

ドコモは、これまで積極的にETSI-NFVにてコアネットワーク仮想化の標準化を進めてきた。その仮想化の仕様を最大限利活用し、かつ、業界におけるネットワーク仮想化の標準仕様と同様の目的のものが複数規定されることを防止するため、上記仕様に対して、図4のとおりO-RAN仕様とETSI-NFV仕様を対比しながら検討を進めている。具体的には、O-RAN WG6においてO2dmsのIF仕様の策定を行いつつ、ETSI-NFVにおいては、ETSI GR NFV-IFA 046 [5]

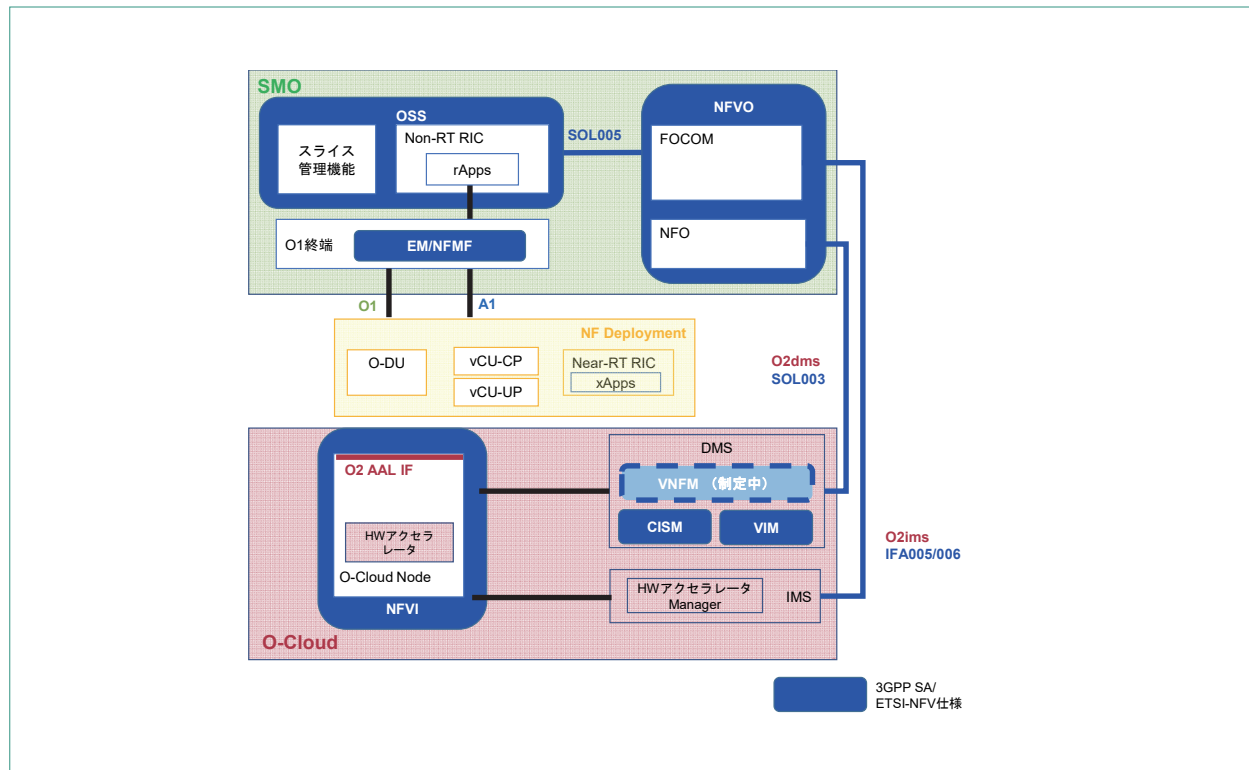


図4 O-RANとETSI-NFV仕様の関係

- * 34 リファレンスポイント：標準化においてコンポーネント間のIF仕様などの規定点のこと。
- * 35 Inventory管理：物理装置や仮想化されたネットワーク装置などのリソースの状態や使用状況を管理すること。
- * 36 Alarm管理：物理装置や仮想化されたネットワーク装置などの障害 (Alarm) を管理すること。
- * 37 Performance管理：物理装置や仮想化されたネットワーク装置などのトラフィックやCPUやメモリなどのリソースの使用率を管理すること。
- * 38 Kubernetes：複数サーバで構成される大規模環境向けのコンテナ

- ナ管理を目的としたコンテナオーケストレーションツール。
- * 39 OpenStack：サーバ仮想化技術を用いて、一台の物理サーバを仮想的に複数のサーバのように動作させ、仮想サーバをユーザが利用するクラウドサービスごとに割り当てるクラウド基盤のSW。オープンソースSWとして提供されている。

によるO-RAN仕様とNFV仕様のギャップ分析に取り組んでいる。

将来的には、図5のようなRANからコアネットワークまでの統合NFV Platformを目指し、標準化を推進していく。なお基地局の分散的な設置は、基地局とRU (Radio Unit)*40間のフロントホール長の制限などのように、各機能部固有の制約や特徴が必要となり、それら制約や特徴を考慮した最適な提供形態を継続して検討していく。O-RANとETSI NFVの標準化を進めていく上でドコモが重要と考えているポイントを以下に示す。

5.1 SMOにおけるETSI NFVのNFVOのポジショニング

O-RAN仕様上のSMOは、3GPP-SA (Service & Systems Aspects)*415仕様のOSS (Operations Support System)*42とEM (Element Manager)*43/NFMF (Network Function Management Function)*44, ETSI-NFV仕様のNFVO (NFV Orchestrator)*45を含む非常に巨大な機能部となっている(図4)。マルチベンダに対応したSMOの実現に向けては、標準化上のアーキテクチャをより小さな機能群に分割することが必須であると考えている。特にOSS機能部はオペレータごとに既存設備、運用フロー、接続す

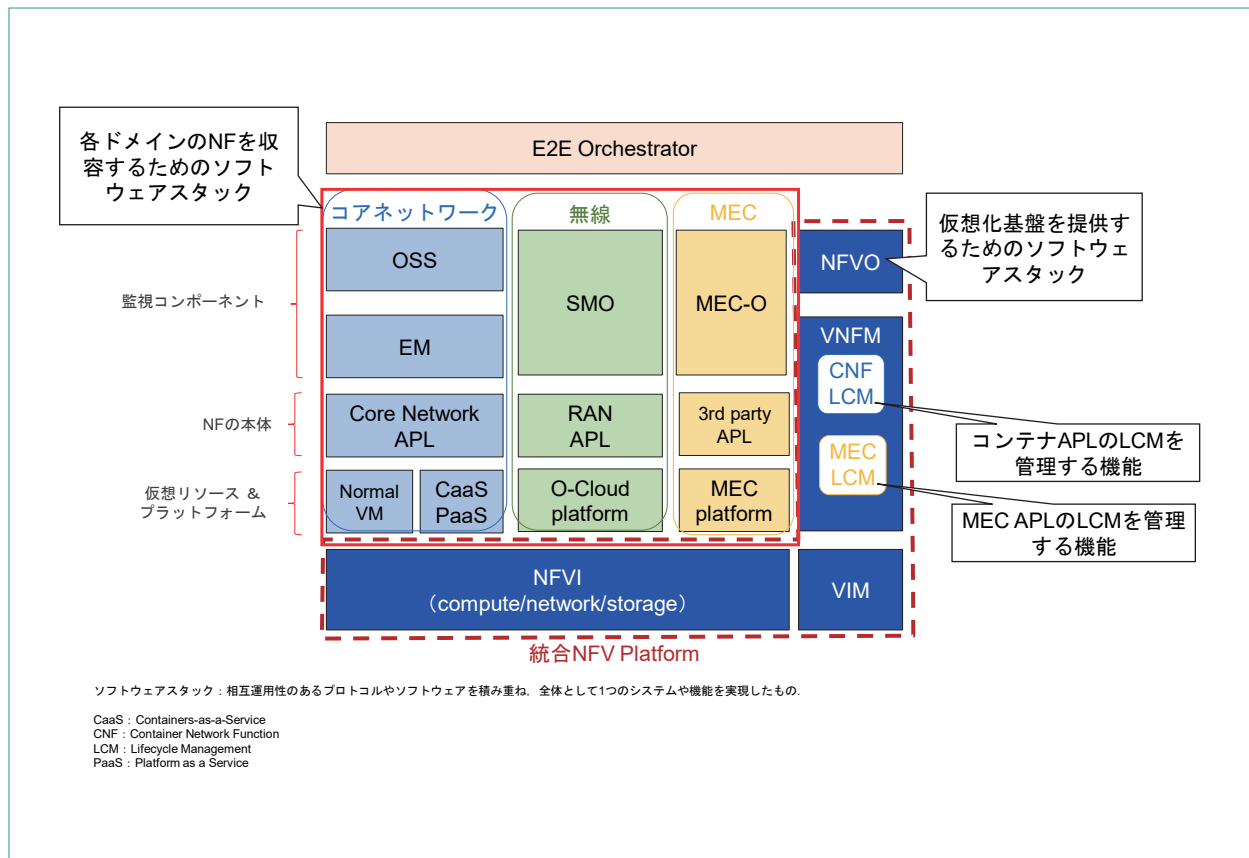


図5 RANからコアネットワークの統合NFV Platform

*40 RU：基地局を構成する装置の1つで、送受信するデジタル信号を無線周波数に変換し、送信電力の増幅やアンテナ素子での送受信などを行う装置。Massive MIMOにおけるビーム生成に必要な処理についても行う。
 *41 3GPP-SA：3GPPにおいて、サービス要求条件、アーキテクチャ、セキュリティ、コーデック、ネットワーク管理に関する仕様化を行っているグループ。
 *42 OSS：移動通信網で発生している故障や輻輳の発見とそれに対する制御・措置を行っている事業者の運用支援システム。通信事業者の場合、提供しているサービスを利用するために、ネッ

トワークやシステムの「障害管理」「構成管理」「課金管理」「性能管理」「セキュリティ管理」のすべて、もしくは一部を行う。
 *43 EM：個々のネットワーク装置に対する障害 (Fault)・設定 (Configuration)・課金 (Accounting)・性能 (Performance)・セキュリティ (Security) (通例FCAPSと呼ばれる) の管理・監視を担う機能ブロック。
 *44 NFMF：1つ以上のNFに対して、マネジメントサービスを提供する機能部。
 *45 NFVO：複数のVIMを跨る仮想リソースの統合的な管理システム。

るOSS機能部外の装置が異なるため、現在議論されているSMOだけではすべてを担うことは難しく、OSS機能部はSMOの装置に含まれなくなる可能性があると考えている。また、O1の終端点は現状3GPP-SA5で定義されているEM/NFVが想定されているが、これまでのようなNFとEMが1セットでベンダから提供される導入形態よりも、より汎用性のあるEM (Generic EM) の導入によるシンプル化が望まれている。その結果、SMOは仮想化観点ではO1を終端するGeneric EM機能部とO2を終端するNFVO機能部を担う必要があると考えている。

5.2 O-CloudとETSI NFVのCISM/VIMとの関係性

現在O2dmsのIFはO-RANにて規定中であり今後詳細仕様が決定される見込みであるが、DMSと関連が深いETSI-NFVの仕様として、CIS (Container Infrastructure Service)^{*46}とCISM (CIS Manager)^{*47}といったコンテナ基盤、VIM (Virtual Infrastructure Manager)^{*48}とNFVI (Network Functions Virtualisation Infrastructure)^{*49}といったVM (Virtual Machine)^{*50}基盤の2種類の基盤が規定されており、これらがDMSに該当すると考えている (図4)。現在O2dmsは、ETSI-NFV仕様のCISM向けIFであるETSI GS NFV-SOL 018 [6] とVIM向けIFであるETSI GS NFV-SOL 014 [7] と、それらの制御を抽象化したVNFM (Virtual Network Function Manager)^{*51}向けIFであるETSI GS NFV-SOL 003 [8] の利用を検討している。これによって、VNFMがSMOに属するか、O-Cloudに属するかが決まる。IMSはETSI-NFVの仕様に該当する機能部が無いため、ETSI GR NFV-IFA 046 [5] のギャップ分析後にIMSやその関連機能をNFVがサポートできるようにETSI-NFV仕様が拡張されると考えられる。

*46 CIS : ETSI-NFVで規定されたコンテナSWを実行するためのコンテナの実行環境とコンピュータリソースやネットワークリソースをコンテナに提供する基盤であり、KubernetesのWorker Nodeに相当する。

*47 CISM : ETSI-NFVで規定されたCISのリソースや設定を管理するシステム。

*48 VIM : 仮想化基盤の物理コンピュータ、物理ストレージ、物理ネットワークの各リソースを管理するシステム。

*49 NFVI : VMを実行するための物理リソースであり、クラウド基盤を構成する汎用サーバ、ストレージ、NW機器、およびそれ

6. ORECでの取組み

標準化にて規定されない実装依存の要素やオプションとなっている機能も多くあり、商用運用レベルの5Gサービスを提供するvRANを開発するためには、各種プロダクトを組み合わせるために使用するオプションやIFの合わせや検証も併せて進めていく必要があると考えている。そのためドコモは、O-RANおよびETSI-NFVの標準化推進に加えて、ORECにおいて以下の点を重点的に進めている。

(1)vRANソリューション提供に向けた、運用方法やネットワーク設計のガイドライン作成

vRANアプリケーションベンダ、HWアクセラレータベンダ、O-Cloudベンダによるさまざまなプロダクトの組合せにおいても相互接続を担保できるvRANソリューション提供に向け、各種運用方法やネットワーク設計のガイドラインの作成を行っている。また、クラウド環境においてはネットワークや管理ノードの冗長構成は必須だが、基地局サイトでは設置環境により十分な冗長構成がとれない可能性もあり、ネットワーク切断や管理ノードのみダウンするケースも多々ある。これらを踏まえたさまざまなオペレーションなどが必要となるため、その観点でも設計方針の検討を進めている。ドコモが目指す具体的なオープン化の姿を図6に示す。VNFMを中心に、各IFをオープン化することでETSI-NFV仕様を最大限活用し、マルチベンダでのvRANアプリケーションや仮想化基盤の相互接続の実現を目指す取組みを進めている。

(2)ソリューションの検証環境の提供とE2Eでの機能・性能検証

vRANにおいては各種技術を新規に使用するため、機能面・保守面の動作検証が必須となる。また、HWアクセラレータを新規に利用するため性能面

らを仮想化する仮想化層のソフトウェアの総称。

*50 VM : SWによってコンピュータ内に仮想的に構築されたコンピュータ (仮想マシン)。

*51 VNFM : 仮想化された通信機能や通信システム (VNF) のライフサイクル制御として起動や停止などVNFの制御を担うシステム。

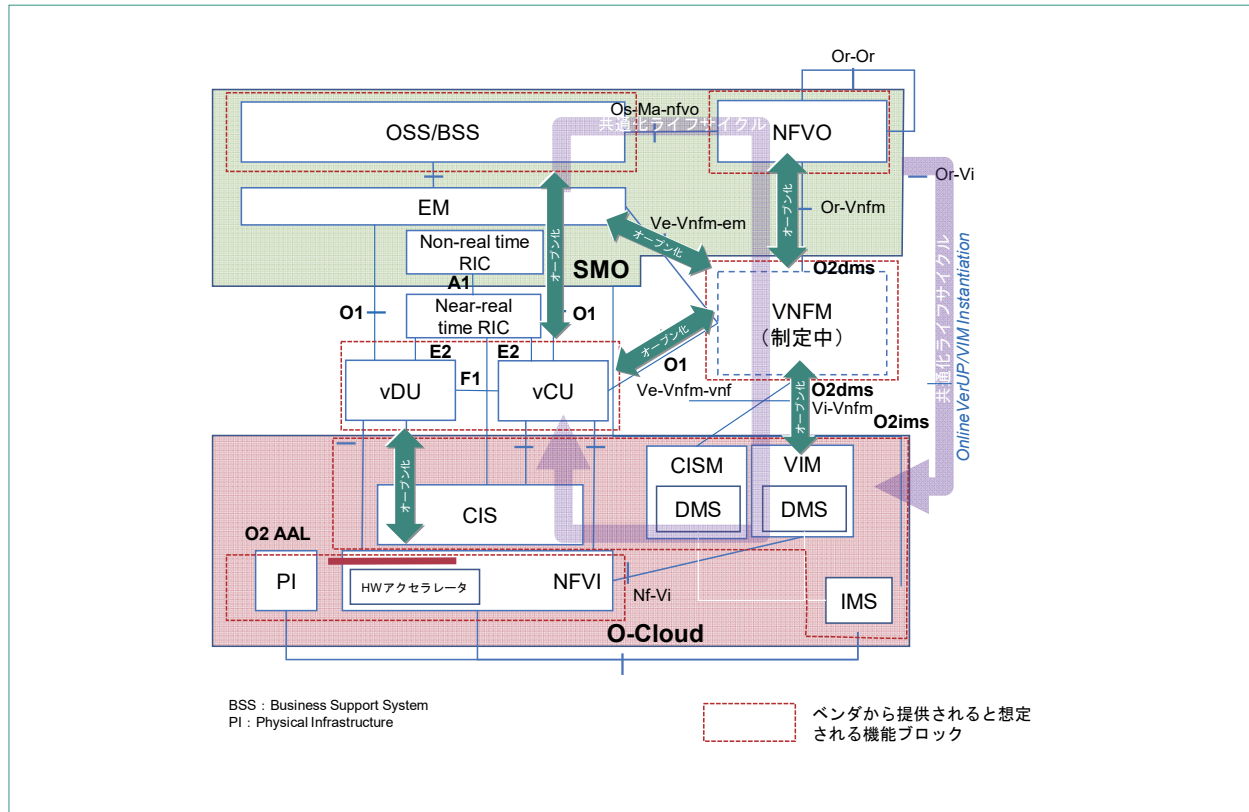


図6 ドコモが目指すオープン化

の検証も必要となる。加えて省スペースな基地局サイトに最適なHWでの検証も必要となる。これらの検証環境を提供し、上位装置から端末までのE2Eでの検証を進めている。

現状、ORECラボでの検証では、vRANアプリケーション、仮想化基盤、汎用サーバ、HWアクセラレータについて数パターンの組合せで検証を進めている（図7）。先行して商用化が進められているLook-aside型のHWアクセラレータに加えて、Inline型のHWアクセラレータについても5G SA（Stand Alone）構成での通信の疎通確認も完了しており、今後、本特集冒頭記事に記載する性能目標 [1] を目指しつつ商用品質に到達するように、さらに検証

を加速していく。

7. あとがき

本稿では、まず、ネットワーク仮想化の概要を述べ、RANへ仮想化を導入した場合の効果や、導入にあたっての課題、また課題解決に向けたアプローチについて解説した。そしてO-RANでの標準化最新状況について説明し、ドコモの標準化での取組みを述べ、最後にORECでの取組みについて解説した。

ドコモは、コアネットワークで効果をあげたネットワーク仮想化を、vRAN要件に対応しながら基地局に適応させるために、標準化とORECの2つのア



図7 vRAN検証環境

プローチでvRAN実現に取り組んでいる。現状では、標準仕様もORECも発展途上であり、今後の各種要求に適した最適な組合せを実現できる世界を目指して、パートナーとvRAN開発や、ORECラボでの検証を進めている。また、引き続きオペレータにとって重要な機能を安定的に提供し続けられるように、ユースケースの拡張やIF策定による標準仕様にも貢献していく。

文 献

- [1] 平塚, ほか: “RANオープン化 (Open RAN) に向けた取組み,” 本誌, Vol.30, No.1, pp.6-13, Apr. 2022.
- [2] 田村, ほか: “ネットワーク仮想化基盤におけるETSI NFV stage3仕様に準拠したマルチベンダ対応MANOへの移行,” 本誌, Vol.29, No.4, pp.65-75, Jan. 2022.
- [3] 鎌田, ほか: “ドコモネットワークにおける仮想化基盤システムの実用化,” 本誌, Vol.24, No.1, pp.20-27, Apr. 2016.
- [4] 安部田, ほか: “O-RAN Alliance標準化動向,” 本誌, Vol.27, No.1, pp.36-42, Apr. 2019.
- [5] ETSI GR NFV-IFA 046: “Report on NFV support for virtualization of RAN,” Jul. 2021.
- [6] ETSI GS NFV-SOL 018: “Profiling specification of protocol and data model solutions for OS Container management and orchestration.”
- [7] ETSI GS NFV-SOL 014: “YAML data model specification for descriptor-based virtualised resource management,” May 2021.
- [8] ETSI GS NFV-SOL 003: “RESTful protocols specification for the Or-Vnfm Reference Point,” Jul. 2021.

RANインテリジェント化に向けた取組み

無線アクセス開発部

かつらがわ	たいち	かわな	あきひろ
桂川	太一	川名	昭博
いとうえ	よしお	たていし	たかひろ
井上	義雄	立石	隆浩
はしもと	えいな	ふじつか	たくみ
橋本	英奈	藤塚	拓実

5G時代のネットワークは、多種多様なアプリケーションへの対応が求められ複雑化が進んでいる。従って、ネットワークのオペレーションや最適化を、従来のように人手で対応することが困難になると予想される。

ドコモでは、機械学習に代表される人工知能やビッグデータを活用し、より自律的かつ自動化されたRANオペレーションの実現、すなわち、RANインテリジェント化に向け、O-RAN ALLIANCEで標準化が進められているRICの技術開発を進めている。

本稿では、O-RAN ALLIANCEにおけるRICの標準化状況を解説し、加えて、RANインテリジェント化を実現するユースケースやロードマップについてドコモの考え方を示す。

1. まえがき

第5世代移动通信システム（5G）時代のモバイルネットワークでは、高速・大容量、低遅延、多数端末同時接続など、さまざまな形の要求条件を満たすサービスを提供していくことが期待されている。このような高度なサービス要求に対応するため、オペレータはRAN（Radio Access Network）*1機能の高度化やネットワーク規模拡大を継続的に実施してい

るが、その結果として、RANの設計や運用が複雑化している。そこで、これまで3GPP（3rd Generation Partnership Project）において、オペレータのRAN構築・運用の負担軽減のため、ネットワーク構築、エリアや運用パラメータの最適化、障害復旧を自動で行う技術としてSON（Self Organizing Network）*2の標準化が行われたが、近年の人工知能（AI：Artificial Intelligence）技術の進化に伴い、ビッグデータやAI／機械学習（ML：Machine Learn-

©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：コアネットワークと移動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 SON：eNB設置時の自動設定やパラメータの自動最適化などを含む、無線ネットワーク自己最適化機能の通称。

ing) を活用したインテリジェントな方式による自動化の導入が求められている。RAN制御の観点でも、AI/MLの活用によりプロアクティブ*3な制御が可能となりRANパフォーマンスや顧客満足度の向上が期待できる。

O-RAN ALLIANCE*4では、RANインテリジェント化を目的として、ビッグデータやAI/MLを活用した運用・制御を実現するためのアーキテクチャや各種制御インタフェースの標準化が行われている。前述のようにRANインテリジェント化は、オペレータに運用コスト低減のメリットをもたらすだけでなく、RANパフォーマンスやUX (User eXperience)*5の向上といったユーザ観点のメリットも期待できるため、ドコモも技術検討を積極的に進めている。

本稿では、O-RAN ALLIANCEで仕様化が検討されている、RANインテリジェント化のためのアーキテクチャや各種インタフェースが提供する機能や制御手順について解説し、ドコモにおけるRANインテリジェント化のロードマップについて、ドコモの考えの概要を説明する。さらに、RANインテリジェント化に向けた課題と将来の展望について述べる。

2. O-RAN ALLIANCEにおけるRICの標準化の概要

2.1 RICのアーキテクチャ

O-RAN ALLIANCEのRANアーキテクチャでは、AI/MLを活用したインテリジェントなネットワーク運用を実現するため、基地局のパラメータ設計と設定、および運用の自動化・最適化を行う論理ノードとしてRIC (RAN Intelligent Controller) が定義されている。

図1に示すとおり、RICは、Non-RT (Real Time) RICとNear-RT RICの2種類が定義され、それらのうちNon-RT RICは、RANの監視・保守やオーケス

トレーションを行うSMO (Service Management and Orchestration) の内部に配置される。Non-RT RICはA1インタフェースを介してNear-RT RICと接続し、さらにNear-RT RICはE2インタフェースを介してO-CU (O-RAN Central Unit)*6やO-DU (O-RAN Distributed Unit)*7といったE2ノード*8と接続する。また、E2ノードやNear-RT RICはO1インタフェースによってSMOと接続している。O-RAN ALLIANCEにおいて検討されているRANアーキテクチャに基づいて、使用する制御インタフェース、AI/MLの機能配置を組み合わせることにより、さまざまな形態のインテリジェントな制御が実現可能となる。

(1)Non-RT RIC

Non-RT RICはSMO内部のOAM (Operation Administration and Maintenance)*9サービスを提供する機能部と連携することで、E2ノードからO1インタフェースを通じて、PM counter (Performance Management counter)*10、FM data (Fault Management data)*11、TM data (Trace Management data)*12といったE2ノード内で蓄積された各種データを収集する。Non-RT RICは、AI/MLを活用した

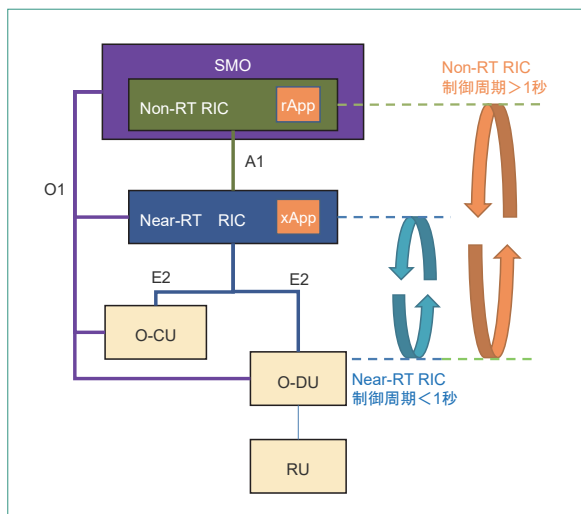


図1 O-RAN ALLIANCEにおけるRANアーキテクチャ

*3 プロアクティブ：事前措置を指す。

*4 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。

*5 UX：ある製品やサービスの利用・消費を通じて得られる体験

の総称。

*6 O-CU：無線基地局の無線リソース制御を行う装置。

*7 O-DU：無線基地局のリアルタイムなL2制御などを行う機能部。

*8 E2ノード：E2が接続する装置のことであり、具体的にはO-CU-CP、O-CU-UP、O-DU、O-eNBのことを指す。

*9 OAM：ネットワークにおける保守運用管理機能。

高度な分析によって設定パラメータの最適化を行い、無線環境やトラフィック負荷に合わせて最適化した設定パラメータを、O1インタフェースを介してE2ノードに反映することができる。また、RAN制御にかかわるポリシーの生成を行い、A1インタフェースを通じてNear-RT RICにポリシーを通知することができる。これらの制御は1秒以上の比較的長い制御周期で実施される。

(2)Near-RT RIC

Near-RT RICはE2ノードからE2インタフェースを用いて、E2ノードの情報を収集し、また内部で分析した結果をNon-RT RICから通知されたポリシーに従ってE2ノードの制御に反映することが可能である。Near-RT RICはE2インタフェースを介してE2ノードと直接接続することで、制御周期が数10m秒～1秒程度の高速な制御を行う。

(3)rApp

Non-RT RICでは、各種情報の分析やポリシーの生成を行うため、rApp (Non-RT RIC Application) と呼ばれるアプリケーションが用いられる。rAppはNon-RT RICフレームワーク^{*13}から独立したアーキテクチャとなっており、R1インタフェースによりNon-RT RICフレームワークと接続される。

(4)xApp

Near-RT RICのフレームワーク上で各種情報の分析や制御を実行するアプリケーションはxApp (Near-RT RIC Application) と呼ばれる。Near-RT RICにおいても、フレームワークとアプリケーションは分離されており、O-RAN ALLIANCEが仕様化するNear-RT RIC API (Application Programming Interface) により接続される。

2.2 O-RAN ALLIANCEで規定される インタフェース

(1)O1インタフェース

O1インタフェースは、SMOがE2ノードやNear-RT

RICに対して、FCAPS (Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security)^{*14}、ソフトウェア管理、ファイル管理といったOAM機能を提供するインタフェースである。Non-RT RICは、SMO内のOAMサービスを提供する機能部と連携して、E2ノードが生成するPM counterを、O1インタフェースを用いて取得し、またNon-RT RIC内のrAppが最適化したConfiguration設定値をE2ノードへ反映することができる。さらに、Near-RT RICにおいてMLを適用するケースでは、MLモデルのデプロイ^{*15}にもO1インタフェースを利用することが想定されている。

(2)A1インタフェース

A1インタフェースは、Non-RT RICとNear-RT RIC間のインタフェースである。A1インタフェースには、①A1 Policy Management Service (以下、A1-P) と②A1 Enrichment Information Service (以下、A1-EI) と③A1 ML Model Management Service (A1-ML) の3つの機能が規定されている。

①A1-PはNon-RT RICがNear-RT RICに対してポリシーを発行する機能であり、Near-RT RICは、指定されたポリシーに従って対象のE2ノードを制御する。A1インタフェースで通知されるポリシーは、A1ポリシーと呼ばれ、特定のユーザやスライス、あるいは、セルに対して、スループットや遅延時間といった、パフォーマンス目標を指定するものである。Near-RT RICは、配下のE2ノードがNear-RT RICに対して公開する機能を踏まえて、サポート可能なポリシーのタイプをNon-RT RICに通知することが可能である。

②A1-EIはNear-RT RICに対して、Enrichment Informationを提供する機能である。Enrichment Informationとは、RAN内のE2ノードやRAN外部の情報ソースから収集したデータを分析・加工した情報を指す。

*10 PM counter：性能情報に関するデータ。

*11 FM data：障害情報に関するデータ。

*12 TM data：シグナリング情報やユーザデータの特性に関するデータ。

*13 フレームワーク：ある領域のソフトウェアに必要とされる汎用的な機能や基本的な制御構造をまとめたもの。ライブラリで

は、開発者が個別の機能を呼び出す形となるが、フレームワークでは、全体を制御するのはフレームワーク側のコードで、そこから開発者が個別に追加した機能を呼び出す形となる。

*14 FCAPS：Fault (障害管理)、Configuration (構成管理)、Accounting (課金管理)、Performance (性能管理)、Security (機密管理) のこと。

③ AI-MLはxAppが使用するML関連のワークフロー制御のために使用される想定であるが、詳細は未規定である。

(3) E2インタフェース

E2インタフェースは、Near-RT RICとE2ノード間のインタフェースである。E2インタフェースが提供する機能は、E2ノードの制御機能情報や制御履歴情報のNear-RT RICへの公開とE2ノードに対する制御コマンドの通知である。E2ノードに対しては、RRC (Radio Resource Control) *16のHO (Hand Over) 制御*17や、S1*18/X2*19/NG*20/Xn*21/F1*22/E1*23プロシージャ*24の制御を行うことができる。また、制御はセル単位、スライス単位、またはUE単位で指定できる。

(4) R1インタフェース

R1インタフェースは、rAppとNon-RT RICフレームワーク間のインタフェースである。機能はrAppとNon-RT RICフレームワーク間でデータや制御情報を送受信することである。R1インタフェースの主要な機能に、サービスの管理公開機能としてSME (Service Management and Exposure) services, データの管理公開機能としてDME (Data Management and Exposure) servicesがあり、その他にAI-related services, O1-related services, O2-related services, AI/ML workflow servicesが規定されている。

SMEには、Non-RT RICフレームワークが提供する各種サービスのエンドポイント*25を伝えるBootstrap, rAppが提供するサービスの登録を行うRegistration, Non-RT RICフレームワークやrAppが提供するサービスを探すDiscovery, rAppの状態監視を行うHeartbeat, rAppが提供するサービスの認証・認可を行うAuthenticationとAuthorizationといった機能がある。

DMEには、Non-RT RICフレームワークやrAppが提供可能なデータを登録するData registration,

登録済みのデータ (データカタログ) を取得するData discovery, データを要求するData request/subscription, データを収集するData Collection, データを送信するData deliveryといった機能がある。

O1-relatedは、SMOが取得できるNF (Network Function) *26のコンフィグやステータスなどを取得するNetwork Information service, FMとPM情報をそれぞれ取得するFM/PM serviceが現状では規定されている。AI-relatedとO2-relatedとAI/ML Workflowの機能詳細は未規定である。なお、R1インタフェースはO-RAN ALLIANCEでも標準化を開始したばかりであり、詳細は未規定であるため、今後機能の更新や変更が入ることが想定される。

(5) Near-RT RIC APIs

Near-RT RIC APIsは、xAppとNear-RT RICフレームワークの間のAPIである。AI related APIs, E2 related APIsのほか、xAppとAI/MLモデルの管理 (登録, 更新, 削除, コンフィグ), ログイン*27, トレース*28, メトリクス収集*29を扱うManagement APIs, SDL (Shared Data layer) *30関連機能へのアクセス機能であるSDL [3] APIs, xAppがAPIを使用するための認証や登録などを行うEnablement APIsが規定されている。

2.3 rApp/xApp

Non-RT RIC, Near-RT RIC上で動作する制御アルゴリズムは、前述のとおりそれぞれrApp, xAppによって実装され、それらがR1インタフェース, Near-RT RIC APIsによってNon-RT RIC, Near-RT RICから分離されることにより、オペレータは自由にアプリケーションを選択できる。すなわちオペレータは、Non-RT RICフレームワークを提供するベンダのrAppだけでなく、第三者が提供するrAppを採用することも可能である。また、オペレータがRANの運用経験やノウハウに基づいて、RANの制

*15 デプロイ：アプリケーションをそれらの実行環境に配置して展開すること。

*16 RRC：無線ネットワークにおける無線リソースを制御するレイヤ3プロトコル。

*17 HO制御：UEが接続する基地局を変更する制御。

*18 S1：EPCとeNB間のインタフェース。

*19 X2：eNodeB間のインタフェース。

*20 NG：5GCとgNB間のインタフェース。

*21 Xn：gNB間のインタフェース。

*22 F1：O-CUとO-DU間のインタフェース。

*23 E1：O-CU-CPとO-CU-UP間のインタフェース。

*24 プロシージャ：各インタフェースを使った信号処理手順。

御ポリシーをrAppのアルゴリズムに反映し、さまざまな要求条件を満たすサービス提供を実現していくことも可能になる。

rAppはDMEを介して他のrAppとデータ共有することが可能であり、例えば、データの集計・分析に特化したrApp、その結果を受け取ってMLモデルを生成するrApp、MLモデルを利用して推論を行い、その結果に基づいてE2ノードに対する制御コマンドや制御ポリシーの生成を行うrApp、といった異なる機能をもつrAppが連携して1つのユースケースを実現することも考えられる。

さらに、自動化・最適化の目的（ユースケース）ごとに異なるrAppまたはxApp（以下、App）を複数適用し、例えば、App_AとApp_Bを並列して動作させる（図2①）など、柔軟な自動化サービスの適用が可能である。また、エリアごとに異なるAppを適用したり（図2②）、同一のAppであってもコンフィグ設定を変更して自動化や最適化の動作を変更したりする（図2③）ことも可能である。

2.4 MLの適用

近年、クラウド技術の発達などにより大量のデータ蓄積が容易となったことから、さまざまな分野へのMLの適用が注目されている。インテリジェントRANの実現を目指すO-RAN ALLIANCEにおいて

も、RAN分野へのMLの適用によるネットワークパフォーマンスの向上が期待されており、それを実現するアーキテクチャが用意されている。

MLの適用には、学習および推論のプロセスが必要となる。学習プロセスでは、データレイク^{*31}に格納されているネットワークパフォーマンスデータを用いて、RICアーキテクチャの内部、もしくは外部に配置されるML Training Hosts^{*32}がMLモデルを学習し、RIC上に保存する。推論プロセスでは、MLモデルをRIC上のrAppもしくはxApp上にロードし、RICアーキテクチャの内部、もしくは外部に配置されるML Inference Hosts^{*33}が対象パラメータの最適値を推論する。最適化されたパラメータは、AIインタフェースやE2インタフェースを介してO-CU、O-DUに設定される。

他の機能部であるModel Management^{*34}、Data Preparation^{*35}、AI/ML Training^{*36}の実装シナリオは、さまざまな構成方法が検討されている。典型的なシナリオの例を以下に示す（図3）。

- ① Model Management, Data Preparation, AI/ML TrainingなどをすべてNon-RT RIC上で実施するパターン
- ② Model ManagementをSMOのNon-RT RIC外で実施し、Data PreparationやAI/ML TrainingをNon-RT RIC、Data Collection^{*37}やAI/ML

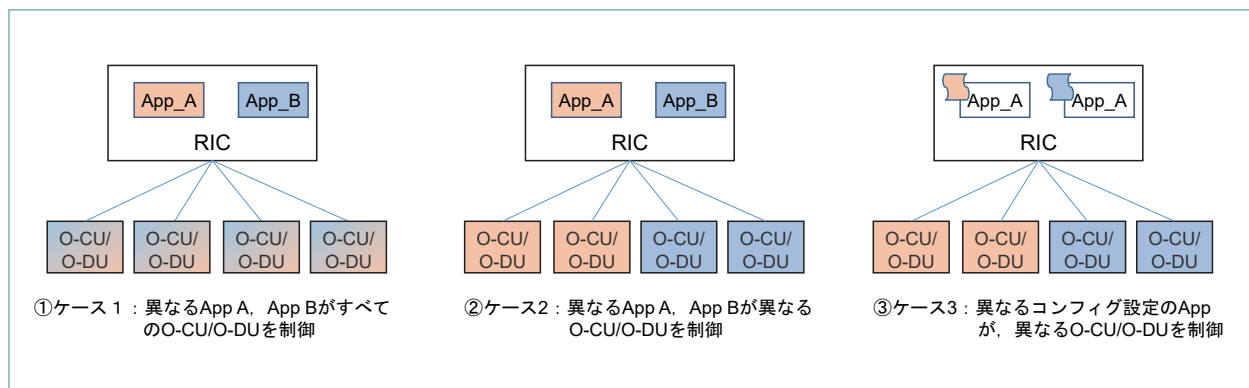


図2 rApp/xAppのデプロイメントシナリオ

*25 エンドポイント：APIにアクセスするためのURI。
 *26 NF：個々のネットワーク機能を識別する論理的な単位。
 *27 ロギング：オペレーションやパフォーマンスの履歴を生成すること。
 *28 トレース：ワークフローやサブスクリプションの履歴を残すこと。
 *29 メトリクス収集：パフォーマンスや障害情報などを収集すること。

*30 SDL：データベースに対するアクセスを簡単にする機能部。
 *31 データレイク：データを格納するストレージポジトリ。
 *32 ML Training Hosts：MLモデルのトレーニングをホストする機能。
 *33 ML Inference Hosts：MLモデルの推論をホストする機能。
 *34 Model Management：推論ホストによりデプロイされるMLモデルを管理する機能。

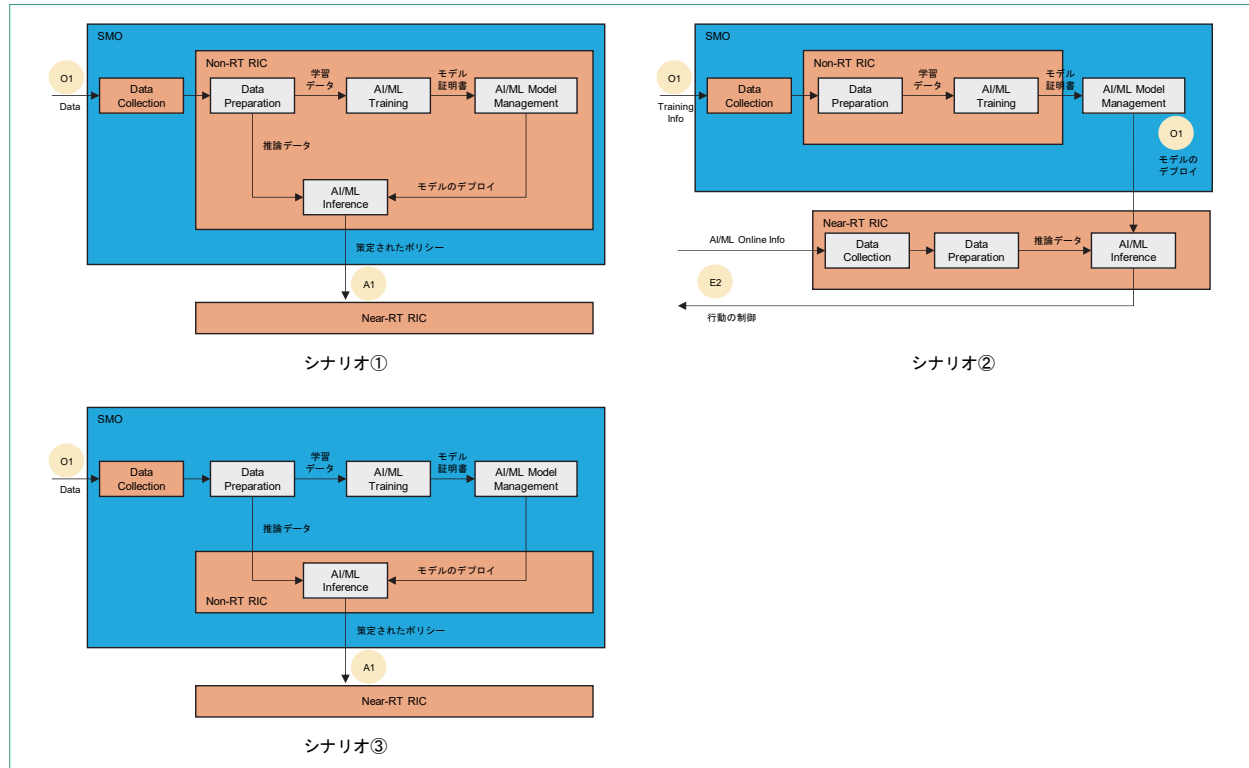


図3 MLの実装シナリオの例

Inference^{*38}をNear-RT RIC上で実施するパターン

- ③ Model Management, Data Preparation, AI/ML TrainingをSMOのNon-RT RIC外で実施し、AI/ML InferenceをNon-RT RIC内で実施するパターン

3. RANインテリジェント化の導入シナリオ

3.1 RANインテリジェント化のロードマップ

RICによるRANインテリジェンスの導入に際しては、採用するユースケースによって、必要となる機能や制御インターフェース、最適化のための分析に必要なデータ収集項目が異なり、また、RAN装置(gNB (next generation NodeB)^{*39})においても対

応が必要なインターフェースや機能が異なる。従って、これらを考慮した導入計画の策定が重要となる。さらに、O-RAN ALLIANCEにおけるユースケースに関連する仕様策定の進捗状況や成熟の見通しも考慮した上で、段階的にRANインテリジェンスの高度化を図っていく必要がある。

図4に示すとおり、ドコモでは、初期のユースケースとして、従来のRAN運用システムで保守者を介して実施していた業務の自動化をターゲットと考え、運用コストの削減を図ることを考えている(図4①)。具体的には、基地局運用パラメータやアンテナ指向方向の自動最適化、トラフィック負荷の予測に基づく省電力化のための基地局スリープ制御などが想定される。無線環境の変化やトラフィック負荷の変動に応じて数時間～数日の制御周期で適応的にネットワークの設定を最適化することにより、

*35 Data Preparation：MLモデルの学習に必要なデータを用意する機能。

*36 AI/ML Training：モデルの学習を行う機能。

*37 Data Collection：モデルを実行した結果データの収集を行う機能。

*38 AI/ML Inference：モデルの推論を行う機能。

*39 gNB：NRのスタンドアロン向けのRANにおいてNR無線を提

供する無線基地局。

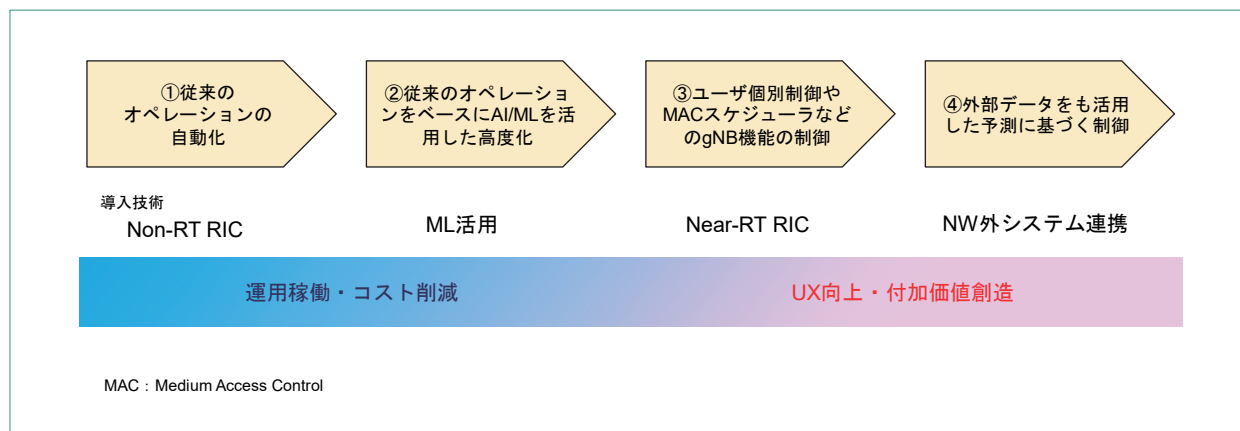


図4 RANインテリジェント化の導入シナリオ

ユーザ観点でも快適なネットワークの提供を目指す。また、これらのユースケースは、Non-RT RICによるO1インタフェースを用いた制御によって実現でき、RAN装置（gNB）側の機能対応のインパクトも比較的小さいと想定され、導入時のコストを低く抑えられる。さらにAI/MLなどの適用領域を段階的に増加していき、RANの運用におけるより高度なインテリジェンスを実現する（図4②）。

次の段階では、制御スキームの強化（例えば、低速制御から高速制御へ、セルごとの制御からユーザごとの制御へ）によってRANパフォーマンスと顧客満足度の向上に繋がるユースケースをターゲットとする。具体的には、ユーザやネットワークスライス^{*40}ごとにサービス要件に応じたリソース制御の最適化を行う「トラフィックステアリング」や「QoS/QoE最適化」などを想定している（図4③）。これらのユースケースの実現には、Near-RT RICの導入に加えAI/E2インタフェースの対応が必要となり、RAN装置（gNB）においてもO-RAN ALLIANCEのWG3が仕様化するE2SM-RC（E2 Service Model RAN Control）で規定される各種機能の対応が必要になるため、RAN装置の機能追加、または、更改も視野に入れた中長期的なマイグレーションが必要になる（図5）。さらに、将来的には外部システム

との連携や予測技術の適用も視野に入れ、モバイルネットワークによる新たな価値創造を目指すことを考えている（図4④）。

3.2 各フェーズのユースケース例

初期段階のユースケース例として、(1)HO制御パラメータの最適化と、次段階のユースケース例として、(2)トラフィックステアリングをそれぞれ紹介する。

(1)HO制御パラメータの最適化

基地局とUEの間でHOの実施が早すぎる場合や遅すぎる場合、HOの失敗となり、UEは一時的にネットワークから切断されてしまう。このようなHOの失敗を防ぐために、Non-RT RICはセル環境の情報や切断事象の情報を分析することで、HO制御に用いるしきい値やタイミングを調整する。Non-RT RICによるHO制御パラメータの最適化の手順を図6に示す。セル単位や時間単位で図6の①～⑤を自律的かつ自動的に繰り返すことで、常に最適なHO環境をUEに提供する。

(2)トラフィックステアリング

5Gシステムは、NRやLTE、Wi-Fiなどのさまざまなアクセスネットワークの組合せをサポートすることができる。それらには複数の周波数帯域での無線環境と、多様なユーザアプリケーションによるト

^{*40} ネットワークスライス：5G時代の次世代ネットワークの実現形態の1つ。ユースケースやビジネスモデルなどのサービス単位で論理的に分割したネットワーク。

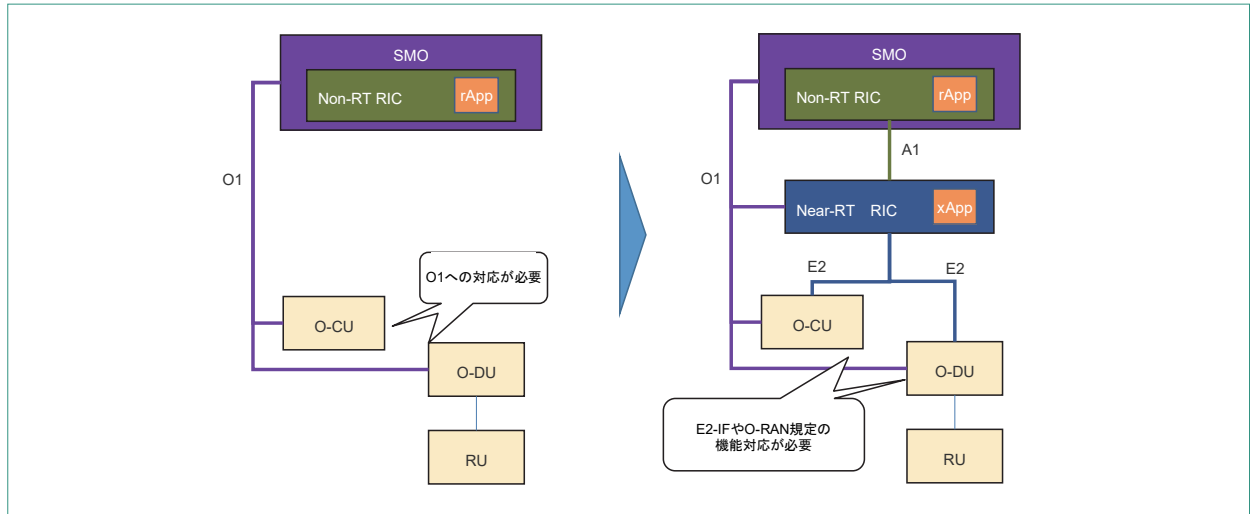


図5 RANアーキテクチャのマイグレーションシナリオ

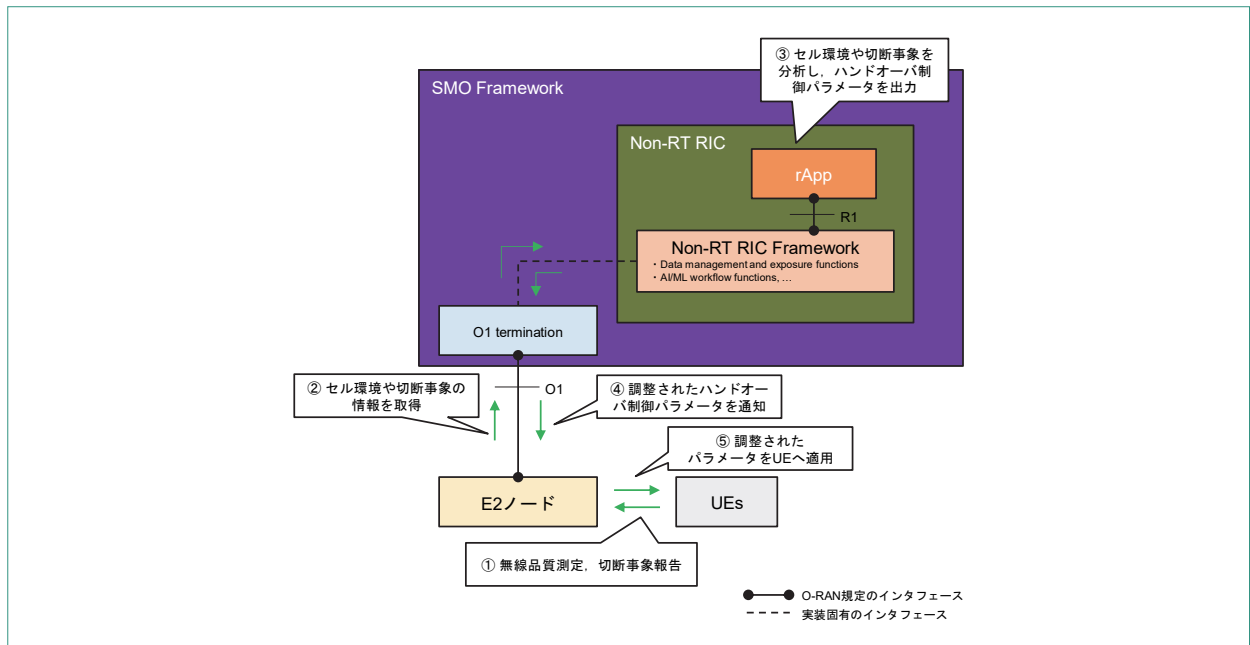


図6 Non-RT RICによるHO制御パラメータの最適化制御例

ラフィックの変化があり、安定した商用ネットワークを提供するため、以下に示すようなこれまで以上に高度なトラフィック管理が必要とされる。

- ・これまでのセル単位から多様な要件をもつUE単位の無線リソース管理（RRM：Radio Resource Management）

source Management)

- ・マルチアクセスのネットワークとUEのパフォーマンス予測による負荷分散
- ・適切なタイミングでのトラフィック制御の適用

RICによりオペレータは、上記内容の実現を目的とした、ネットワーク運用の目的に応じた最適化ポリシーを柔軟に構成し、リアルタイムでのネットワークやUEの適切なパフォーマンス測定を行い、プロアクティブなトラフィック管理を行っていく。Non-RT RICとNear-RT RICによるトラフィックステアリングの手順を図7に示す。図7の①～⑨を自律的かつ自動的に繰り返すことで、負荷分散された快適なネットワークを常に提供する。

4. まとめ

4.1 今後の課題

今後の課題として、マルチベンダオペレーション

の実現に向けた以下の課題があると考えている。

O-RAN ALLIANCEのWG5でRAN装置インタフェースを対象に、マルチベンダでの相互接続の実現を目的とした活動が進められてきたが、RICインタフェース（R1インタフェース、AIインタフェース、E2インタフェース、Near-RT RIC APIs、外部サービス/アプリケーション間の外部インタフェース）も対象に相互接続性が求められる。これらのインタフェースは、WG2、WG3で仕様化が進められているが、ベンダ間でパラメータ解釈が異なることがないよう、ユースケースごとにE2ノードに対する制御や動作を明確化していく必要があると考えている。

また、オペレーションの課題としては、Apps（rApp、xApp）で提供するAI/MLモデル管理、

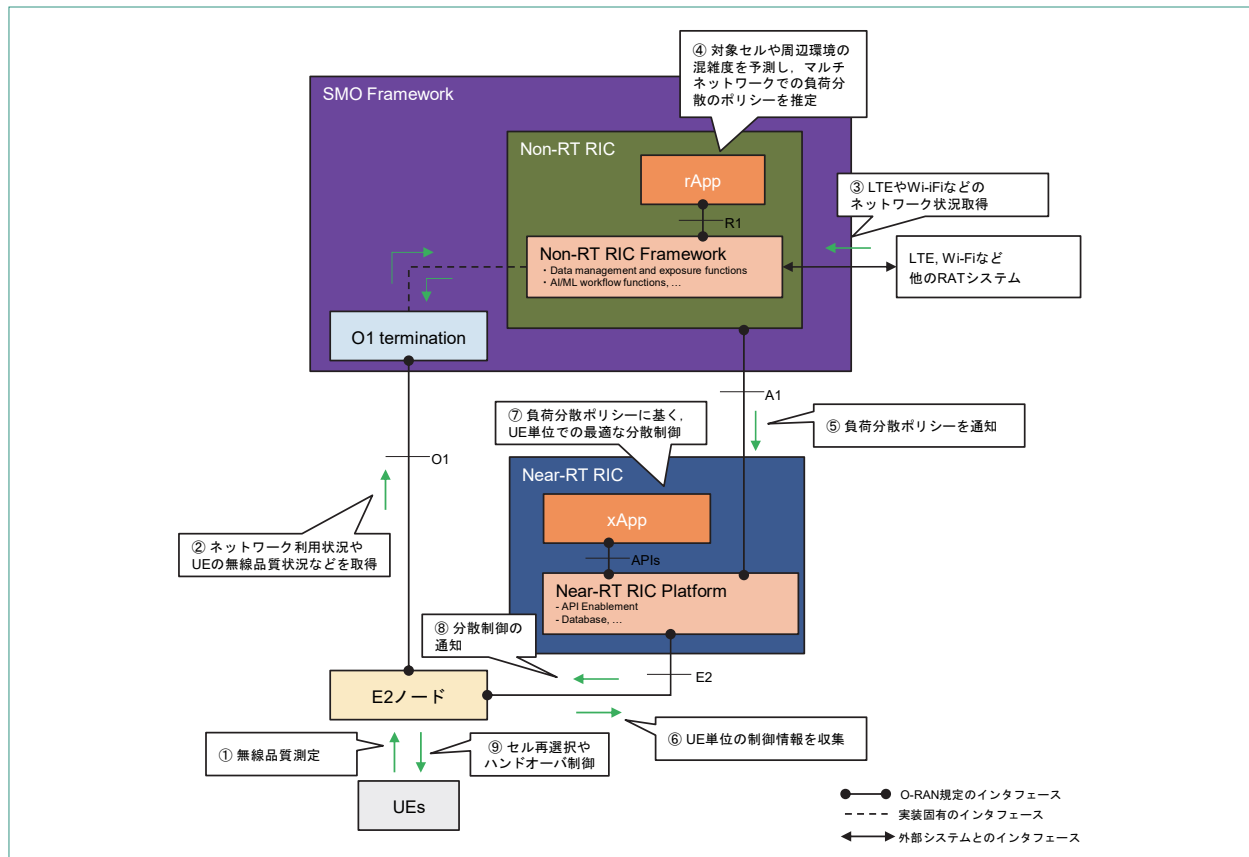


図7 Non-RT RIC, Near-RT RICによるトラフィックステアリング制御例

Apps間での競合管理、システム導入時のRIC機能の適用／非適用エリアの運用管理などが挙げられる。これらの運用管理は、初期導入段階においては保守者が判断して手動で運用することを想定しているが、RIC機能に組み込んで自動化する検討も必要になると考えている。

4.2 将来的なユースケース

将来的には、RANドメイン以外のデータを活用してのRANのパラメータ最適化も考えられる。

一例として高速道路でのモビリティ最適化に関して、高速道路付近の基地局のデータだけでなく高速道路管理会社のリアルタイム渋滞情報や渋滞予測データも用いて、端末の移動速度や密集度に応じた基地局パラメータの最適化をRICで行うことが考えられる。さらには、車載センサで取得したデータをスマートフォンなどの車載インテリジェント端末からインターネット経由でRICが取得することで、状況に合わせた最適化も可能になる。具体的には、局所的なモバイルネットワークの混雑を予測して混雑解消のための対策を行ったり、ユーザ端末の移動速度や移動先の予測に基づくハンドオーバー制御の最適化や移動先のリソースを確保したりすることが考えられる。

また、電力供給が不安定な国や地域、状況において、電力供給量に見合ったネットワーク運用を行うために、電力事業者などの停電・通電予定のデータを活用し、停電エリアの基地局の停止と通電エリアの基地局のカバレッジ拡大を自動的に実現することが考えられる。電力供給が安定していても、複数の

電力小売り事業者や基地局付属の太陽光発電装置、蓄電池などの電力供給源を選択できる場合、各電源の電力供給量とコストのデータを活用し通信品質を維持したまま電力費用の最小化を行うこともできる。

さらに、大規模なスポーツイベント、音楽フェス、花火大会などの集客イベントがある場合、インターネット上のSNSの投稿などから判明した開催場所と時刻をRICに通知し、あらかじめ当該基地局のパラメータを調整することで同時接続数の拡大を行い、基地局の混雑による繋がりにくさの解消といった対応をとることも可能になる。

こうした都市インフラ関連のデータの公開が進めば、RANインテリジェント化を通じたスマートシティの実現に向けて貢献できることになる。

5. あとがき

本稿では、O-RAN ALLIANCEで標準化が進められているRICの概要と、RANインテリジェント化の導入シナリオとしてロードマップと各ユースケースを解説し、まとめとして今後の課題と将来のユースケースについて述べた。

ドコモは、今後も継続してO-RAN ALLIANCEにおけるRANインテリジェント化に向けた仕様策定に寄与していく。また、現在推進している「5GオープンRANエコシステム（OREC：Open RAN ECosystem）」の取組みにおいても、RANインテリジェンスの高度化やマルチベンダでの相互接続の実現に向けた検討を牽引していく。

SMSを用いたフィッシングを防止する検知・防御技術概要

ネットワーク開発部 いわい 岩井 りょうた 遼太 はらだ 原田 しょう 翔
くぼ 久保 ようすけ 耀介

近年、SMSから偽のウェブページにアクセスするよう仕向けられ、情報を盗み取られるフィッシングの被害が拡大している。手口も多様化、巧妙化しており、フィッシングSMSと受信者が気付くことも容易ではなくなりつつある。そこでドコモは、ユーザがSMSを受信する前にそれがフィッシングSMSかどうかを判定し、フィッシングSMSであればユーザへ送信する前に破棄することで被害を防止するシステムを開発した。本稿ではその技術概要を解説する。

1. まえがき

近年、実在する有名企業やサービスからのメッセージを装ったSMS^{*1}（以下、フィッシングSMS）により、偽のウェブページへ誘導させられ、ユーザ情報やクレジットカード情報を盗み取られる、あるいはマルウェアを端末にダウンロードさせられるなどのSMSを用いたフィッシング被害が拡大している。偽のサイトに誘導する手口も巧妙化しており、宅配業者の不在通知を装ったメッセージや、携帯電話料金の未払い通知を装ったメッセージなど、本文やウェブサイトを見ただけでは、実際に利用してい

るサービスのサイトであるか、あるいはフィッシングサイトであるかの区別をすることが極めて困難なケースも存在し、被害規模も拡大している状況にある。そこでドコモでは、ユーザが希望する場合において、SMSを受信する前にフィッシングSMSかどうかをドコモにて自動判定し、フィッシングSMSである場合は、ユーザへ送信する前に該当のSMSをドコモネットワーク内で破棄することで、フィッシングSMSの被害を防止するフィッシングSMS検出・防御システムを開発した。本稿では、その技術概要について解説する。

©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 SMS：主に移動端末同士でテキストベースの短い文章を受信するサービス。

2. フィッシングSMS検知・防御システムのアーキテクチャ概要

2.1 ネットワーク構成

ネットワークの全体構成を図1に示す。ドコモは、独自のフィッシングSMSに関するDBをもち、フィッシングSMSであるかどうかを判定する機能を具備するシステムであるSMSI (SMS Inspector)^{*2}を新たに構築した。また、SMSの中継・蓄積・配信を行う役割をもつSMS-GMSC (Gateway Mobile Switching Center) /SMS-Router^{*3}にSMSIと接続するための新規のインタフェースを設けることで、従来のSMS処理を行うネットワーク基盤とSMSIとの連携を行う。SMS-GMSC/SMS-Routerは、全国のドコモ拠点をつなぐ専用ネットワークであるドコモIPルータ網を介して、SMSIと接続する。なお、全国のドコモ設備を監視するシステムであるドコモO&M (Operation & Maintenance) システムとSMSIに関してドコモIPルータ網を介して接続を

行い、装置監視および運用・制御を行う。

2.2 基本制御方式

フィッシングSMS対策機能の処理を含む、SMS制御に関する処理シーケンスを図2に示す。SMS標準で規定される処理 [1] に対して、新たにフィッシングSMSに関する判定および破棄の処理を追加し、それらを基本制御方式にて実装している。まず、SMS-GMSC/SMS-RouterはSMSをユーザへ送信する前に、加入者情報を参照し危険SMS拒否設定の利用有無を確認する (図2②)。なお、危険SMS拒否設定の利用有無の確認は、既存機能である加入者情報の収集/応答とともに行うよう実装しており、処理にかかる時間は既存のSMS送信とほとんど変わらない。危険SMS拒否設定利用が有効である場合は、SMSに含まれるヘッダ情報や本文情報などを用いて、フィッシングSMS検知問合せメッセージを作成しSMSIへ送信する (図2③)。なお、SMS-GMSC/SMS-RouterはSMSそのものをSMSIへ送信

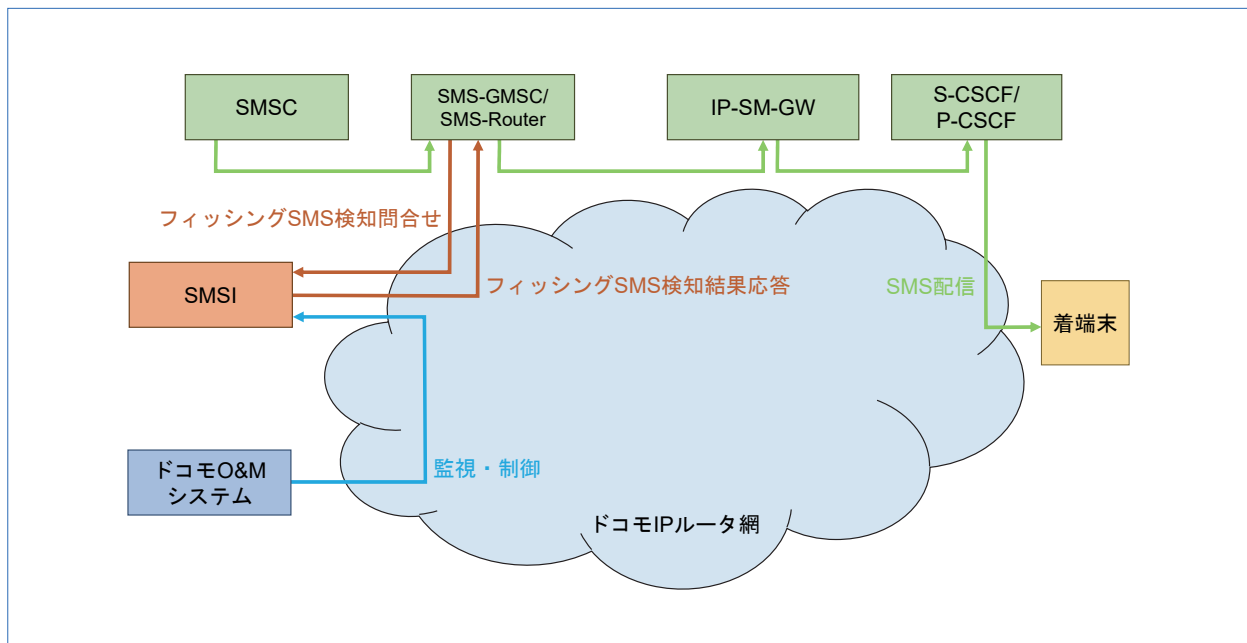


図1 ネットワーク構成

*2 SMSI：独自のデータベースを用いたフィッシングSMS判定処理を行う装置。

*3 SMS-GMSC/SMS-Router：SMSセンタサーバとSMS送受信ユーザの在圏交換機との間にあり、信号のルーティングを担う装置。

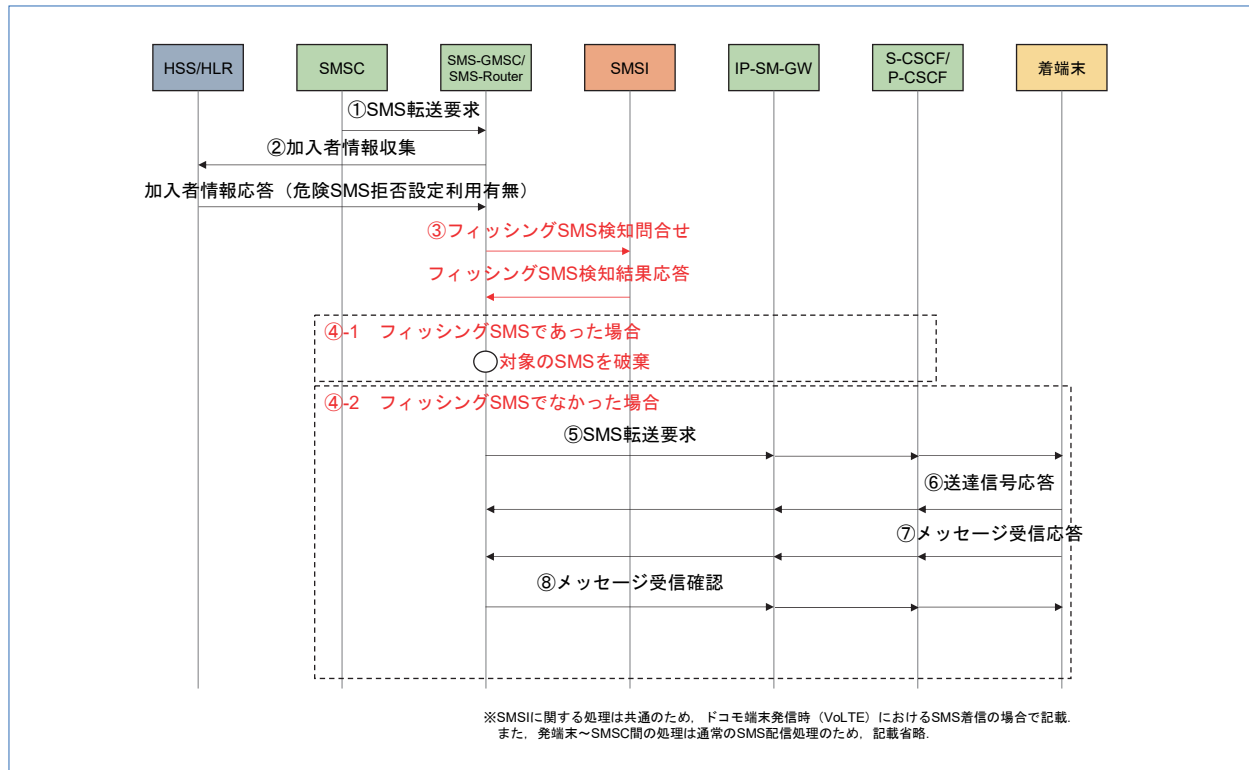


図2 SMS制御処理シーケンス

するのではなく、SMSメッセージのプロトコル変換によりフィッシングSMSであるかどうかの判定のリクエストメッセージを生成し、送信する。SMSIは、全国に設置された各SMS-GMSC/SMS-RouterからのフィッシングSMS検知問合せメッセージに対して、独自のデータベースを用いたフィッシングSMS判定処理を実行し、フィッシングSMSである、あるいはフィッシングSMSではない、という判定処理結果を、フィッシングSMS検知結果応答メッセージとして問合せ元のSMS-GMSC/SMS-Routerに送信する。フィッシングSMS検知結果応答メッセージを受信したSMS-GMSC/SMS-Routerは、該当のSMSがフィッシングSMSであった場合は破棄を(図2④-1)、フィッシングSMSでない場合は、従来のSMS制御処理に基づき、配信を実行する(図2④-2)。なお、SMSI異常動作時にSMS配信不可とな

ることの無いよう、SMS-GMSC/SMS-RouterはSMSIアクセス不可時の処理機能を実装している。本機能はSMSIからの応答がない場合、あるいは、SMSIからのフィッシングSMS検知結果応答メッセージの内容が適切でない場合は、保守者へ通知するとともに、一時的にフィッシングSMS検知問合せメッセージの送信を停止し、従来どおりSMS配信を実施する。さらに、SMS-GMSC/SMS-Router側で信頼できるSMSメッセージとして定義されたSMSに関しては、SMSIへの問合せを省略することができる機能を具備している。信頼できるSMSメッセージかどうかの判定では、SMSの複数のパラメータにさまざまな判定ロジックを組み合わせることで、細やかな制御が可能となり、SMSIの負荷を50%以上軽減するなど、SMSIの判定処理の高速化および負荷軽減を実現している。

2.3 フィッシングSMS判定処理更新手法

SMSIはフィッシングSMSに関する独自のデータベースを保持しており、複数の判定手法により各SMSがフィッシングSMSかどうかを判定している。データベースには大量のデータがあり、あらゆるフィッシングSMSに対応しているものの、フィッシングの手口は社会のトレンドなどを取り込み、常に変化しており、多様化・巧妙化を続けているため、それに追隨してデータベースを更新する必要がある。しかしデータに誤りがあると、フィッシングSMSを見逃すなどの不具合が発生する恐れがあり、データベース更新の前にそのデータが妥当か検証する必要がある。そこでドコモでは、複数のチャネルから収集した新規のフィッシングSMS情報に対して、データベースへの反映を実施する前に、その妥当性を評価するための手段を保持している。新規のフィッシングSMS情報に関する評価手法を図3に示す。複数のチャネルから収集したフィッシングSMS情報（フィッシングSMSそのものや、フィッシング

サイトのURL情報など）を基に、試験SMSIの検知ルールDBおよびシミュレータのテストデータをそれぞれ同時に更新する（図3①）。なお、このシミュレータはSMS-GMSC/SMS-RouterからSMSIへのフィッシングSMS検知問合せメッセージを作成、送信する機能、およびSMSIからのフィッシングSMS検知結果応答メッセージが想定される結果であるかを評価する機能を具備している。更新されたテストデータは試験SMSIを通して判定処理され、シミュレータは既存のフィッシングSMSと追加したフィッシングSMSの判定処理の評価を行い（図3②）、適切な結果が得られた場合に、実際にユーザーのSMSに対して判定処理を実施している商用SMSIのデータベースへの適用を実行する（図3③）。ドコモでは、本評価手法を自動化する専用のシステムを独自に開発・構築しており、本自動化システムにより最小の工数・期間で試験を実施することができ、これにより新規手口発生時にも速やかに対応することが可能である。

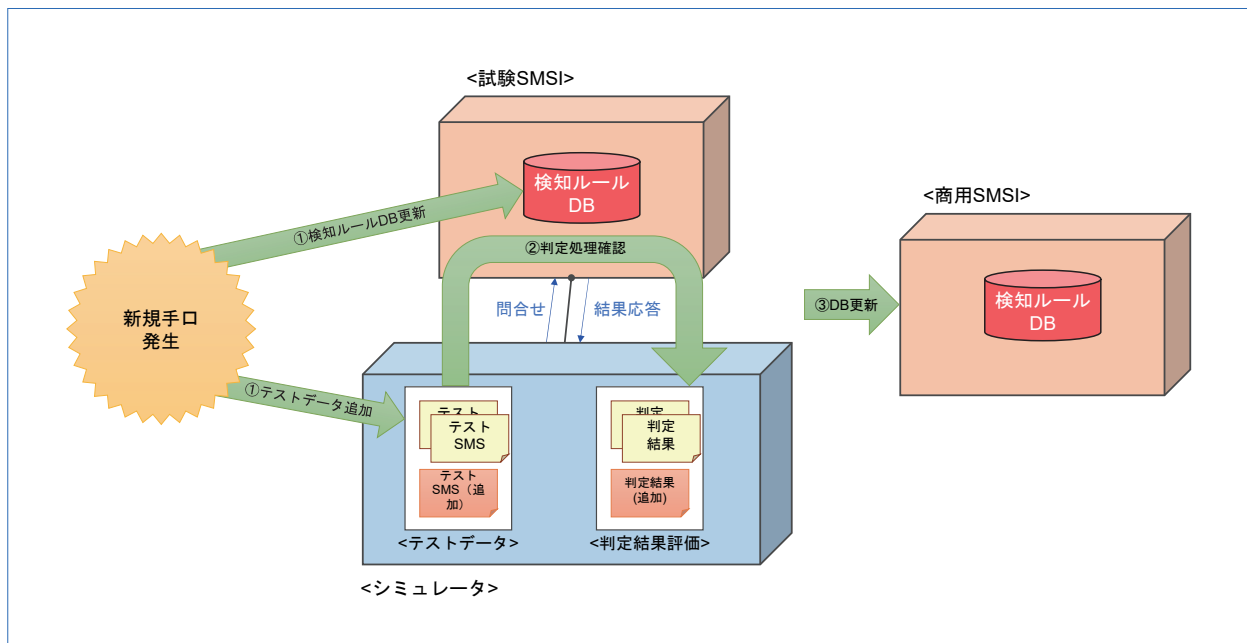


図3 新規フィッシングSMS情報に対する評価手法

3. あとがき

本稿では、フィッシングSMSをネットワーク内で判定し、フィッシングSMSである場合は破棄をすることのできるフィッシングSMS検知・防御システムに関する技術概要を解説した。ドコモは情報通信業界や官公庁、金融機関などと合同でフィッシングSMS被害者削減に向けたスミッシング*4対策ワークショップを定期的を開催しており、社会全体でのフィッシングSMS対策に取り組むとともに、

今後も新規フィッシングSMS情報の収集に関する関連技術との連携や新規手口に対する対策技術の高度化、フィッシングSMS判定精度の強化などを通じて、継続的にフィッシングSMS対策を実施していきたい。

文献

- [1] 3GPP TS23.040 V17.1.0: “Technical realization of the Short Message Service (SMS),” Jun. 2021.

*4 スミッシング：SMSを用いたフィッシング詐欺のこと。

Technology Reports

混雑予測

位置情報

モバイル空間統計

イベント開催時の混雑に対応した 鉄道駅利用者数の予測技術

クロステック開発部

 いしかわ
石川
おおたき
大滝

 しゅう
周
とおる
亨
いしぐる
石黒しん
慎

大型イベント開催時の会場周辺の鉄道駅で発生する混雑は、突発的かつ大規模となること
があり、それを事前に知っておくことは混雑を回避する上で重要である。そこでドコモは、
イベント開催による影響に対応した、将来の鉄道駅利用者数の予測ができる技術を開発し、
鉄道利用者の混雑回避のための支援を可能とした。さらに、NTTが開発し、オリン
ピック・パラリンピック等経済界協議会が配信したバリアフリールート案内Webアプリ
へ、本予測情報を提供した。

1. まえがき

鉄道利用者にとって鉄道の混雑状況をあらかじめ知っておくことは、快適に移動する上で重要である。鉄道利用者は、事前に情報が与えられれば、混雑が発生する場所や時間帯を避けて移動できるからである（図1）。また、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が流行している昨今では、人の密集を避ける意識が向上していることもあり、混雑回避のニーズはより高まっている [1]。従って、鉄道の混雑予測の技術が、鉄道の利便性向上と密集回避の

ために求められてきている。しかしながら、鉄道の利用状況はさまざまな事象によって変化する。特に数千人以上が参加するような大規模イベントが行われる際には、利用状況が劇的に変化するため、これまで混雑を正確に予測することは困難であった。この状況を踏まえ、ドコモは混雑回避のニーズに応えるために、携帯電話基地局の運用データ*を用いることで、リアルタイムに鉄道の混雑状況を把握し、鉄道駅ごとの乗降者数を予測する手法を考案した。

また、その手法を組み込んだ駅混雑状況予測システムを開発し、その実用性を検証するために、日本

©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。

*本システムで用いた携帯電話基地局の運用データは、パーソナルデータダッシュボード [5] において、「位置情報の利用」に同意いただいたお客様のものに限定される。分析によって推計されるすべての結果は、集団の人数のみを表す人口統計情報であり、お客様個人を特定することはできない。推計の過程で、個人識別性を除去する「非識別化処理」、ドコモの携帯電話普及率を加味して人口を拡大推計する「集計処理」、さらに少人数を除去する「秘匿処理」が適切に実施され、お客様のプライバシーは保たれている。

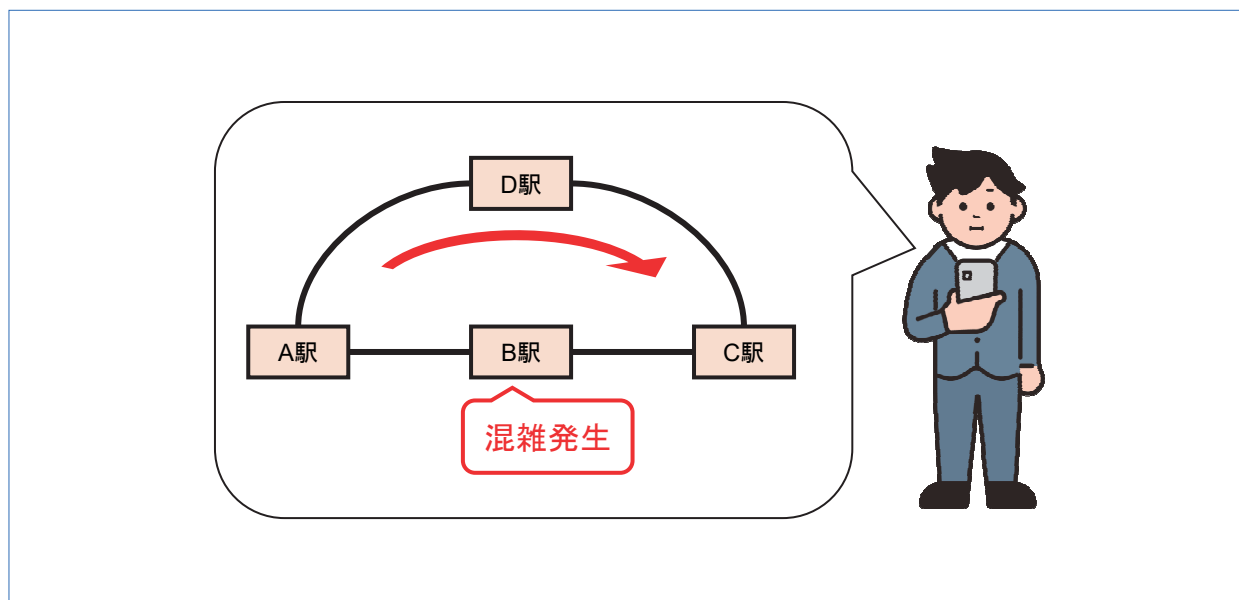


図1 駅混雑状況予測システムの利用イメージ

電信電話株式会社（NTT）が開発し、オリンピック・パラリンピック等経済界協議会が配信したバリアフリールート案内Webアプリ「Japan Walk Guide^{*1} [2] [3]」を通じて、予測結果を一般公開した。駅混雑状況予測システムから10分に1回の更新頻度で予測結果が提供され、これにより本アプリは各鉄道の将来90分先までの駅乗降者数を時系列で表示した。

将来的には本システムを活用し、混雑を回避できるような移動経路を推薦するサービスの開発などによって、移動者の快適な移動をサポートできるようになることを目指す。

本稿では、この駅混雑状況予測システムについて解説する。

2. 駅混雑状況予測システム

2.1 概要

駅混雑状況予測システムは、将来90分先までの所

定の駅における乗車人数と降車人数を予測するものである。なお、本稿では、乗車人数と降車人数をまとめて乗降者数、乗降者数が一定値よりも大きくなる状態を混雑とそれぞれ定義する。また、予測を将来90分先までとしたのは、その時間内が、後述するリアルタイム乗降者数予測技術を用いることによる予測精度の向上が認められる範囲であるためである。駅の乗降者数を予測する上で、課題は3つある。

- ・1つ目は、非日常的な混雑への対応である。例えば、ラッシュアワーにおける混雑は、発生する時刻と規模がほとんど変わらないため、予測が容易である。一方で、大型イベントの開催時に発生する混雑は、その内容により時刻や規模が特異に変化するため、予測が困難である。
- ・2つ目は、駅の乗降者数にかかわるデータの用意である。将来の乗降者数を精度良く予測するためには、予測対象とする全駅で十分な量の乗降者数の過去データが必要である。これらを効率的に取得することは、高精度な予測を実現す

^{*1} Japan Walk Guide：NTTが、公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団と協力して開発した、バリアフリールート案内Webアプリ。オリンピック・パラリンピック等経済界協議会から、競技ボランティアなどスポーツ大会関係者向けのサービスとして提供された。

るために重要である。

- ・3つ目は、リアルタイム性である。特にイベントの開催時には人の流れが急に変化し、不測の混雑が発生する場合がある。従って、より精度の高い予測を実現するためには、直近の混雑状況を予測に反映させる仕組みが必要である。

これらの課題に対応するために、本システムは①イベント参加人口抽出技術、②乗降者数推定技術および③リアルタイム乗降者数予測技術によって構成されている。

- ①イベント参加人口抽出技術は、非日常的な混雑を精度良く予測するための、人口データの加工技術である。当日の人口から平常時の人口を差し引くことにより、一定エリア内の全人口からイベントに関係のある人口のみを抽出することを可能とした。
- ②乗降者数推定技術は、ドコモの携帯電話基地局の運用データから乗降者数データを生成する技術である。統計情報に加工した基地局ごとの在圏端末数の変遷を基に、乗車駅から降車駅までの移動人数を推計することで、予測対象駅の乗降者数を推計する。
- ③リアルタイム乗降者数予測技術は、直近の駅周辺の混雑状況を考慮した予測を行う技術である。連続値である将来の乗降者数を予測するため、連続値を出力する際に一般に用いられる回帰モデル^{*2}を採用した。このモデルの説明変数として、「モバイル空間統計[®] 国内人口分布統計 (リアルタイム版)^{*3}」を①の技術によって整形されたものが用いられる。また、目的変数としては、②で推計された乗降者数が用いられる。「モバイル空間統計 国内人口分布統計 (リアルタイム版)」からは、直近の人口分布データを逐次的に取得できるため、常に予測を更新し

ながらより正確な将来の乗降者数を出力可能にした。

2.2 イベント参加人口抽出技術

イベント参加人口抽出技術は、人口分布データの値からイベントに関連する人口（以下、イベント参加人口）のみを抽出する技術である。なお、イベント参加人口とは、ある一定エリアで算出される人口から、通勤通学などによって日常的に現れる人口（以下、定常人口）が除かれたもので、イベントがある日のイベントの参加者やスタッフなどの人数が算出されたものである。

本システムにおける予測では、当日のイベント会場や予測対象の駅付近の混雑状況を考慮するために「モバイル空間統計 国内人口分布統計 (リアルタイム版)」を用いた。「モバイル空間統計 国内人口分布統計 (リアルタイム版)」からは、地域メッシュ^{*4} [4] (以下、メッシュ) ごとの人口分布データを取得できる。これによりイベント会場のあるメッシュの人口をそれぞれ取得する。

この人口分布データをそのまま用いた場合、イベント参加人口と定常人口の合算値が用いられることとなる。この場合、開催されているイベントの参加者規模と、それに伴って発生する突発的な混雑との関係性を抽出することが困難となり、予測も難しくなる。そのため、人口分布データからイベント参加人口を抽出する方法が必要となる。

「モバイル空間統計 国内人口分布統計 (リアルタイム版)」では、「イベント人口」として一般的なメッシュにおけるイベント参加人口と定常人口が取得可能である。しかし、高頻度で大規模イベントが開かれるような施設^{*5}が位置するメッシュでは、平常時の人口の時間変化となる日数の方が少なくなることがあり、これらの算出が困難となることがある。イベント参加人口抽出技術では、人口分布データの

*2 回帰モデル：連続的な値をもつ目的変数に対して、説明変数を用いた式としてモデル化したもの。

*3 モバイル空間統計 国内人口分布統計 (リアルタイム版)：ドコモの携帯電話ネットワークの仕組みを使用して作成される人口の統計情報「モバイル空間統計」の1つで、最短1時間前までの人口分布データを提供している。モバイル空間統計は、ガイドラインに沿って作成された集団の人数のみを表す人口統計情報であるため、お客様個人を特定することはできない。なお、

モバイル空間統計のガイドライン [7] では、お客様のプライバシーを保護するため、個人識別性を除去する「非識別化処理」、ドコモの携帯電話普及率を加味して人口を拡大推計する「集計処理」、さらに少人数を除去する「秘匿処理」を適切に実施することを定めている。

*4 地域メッシュ：国土を緯度・経度に基づき地域を隙間なく網の目の区域に分けたもの。

各メッシュについてクラスタリング*6による統計処理を行うことでこのようなメッシュにおいてもイベント参加人口と定常人口を算出することを可能とした。

イベント参加人口抽出技術では定常人口を求めるため、以下の操作を行った(図2)。まず、同一の曜日をもつ日付を列挙し、各日24時間分の人口変動を取得する。なお、人口変動とは、該当メッシュ内に存在した人口の時間変化である。次に、各日の人口変動をデータとしてクラスタリングを行い(図2①)、似たような人口変動をもつ日付でまとめられたクラスタを取得する。そして、取得されたクラスタのうち、最も人口の平均値が小さいクラスタを定常人口として得る(図2②)。このように得られた定常人口を用いて、元データの人口から定常人口を減算したものをイベント参加人口として取得する(図2③)。

この処理によって、イベント施設が位置するエリアにおけるイベント参加人口が取得できるようになり、イベントの影響のみによって発生する人口変動の特徴を学習可能となった。従って、非日常時的な状況下での混雑もより高い精度で予測が可能になる。

2.3 乗降者数推定技術

乗降者数推定技術は、「モバイル空間統計 国内人口分布統計(リアルタイム版)」からは得られない、鉄道駅における過去の乗降者数を推計する技術である(図3)。

乗降者数を予測するモデルを学習するためには、一般に十分な量の過去の乗降者数データが必要になる。そこで、ドコモの携帯電話基地局の運用データから乗降者数を推計する方法を用いた。なお、ここ

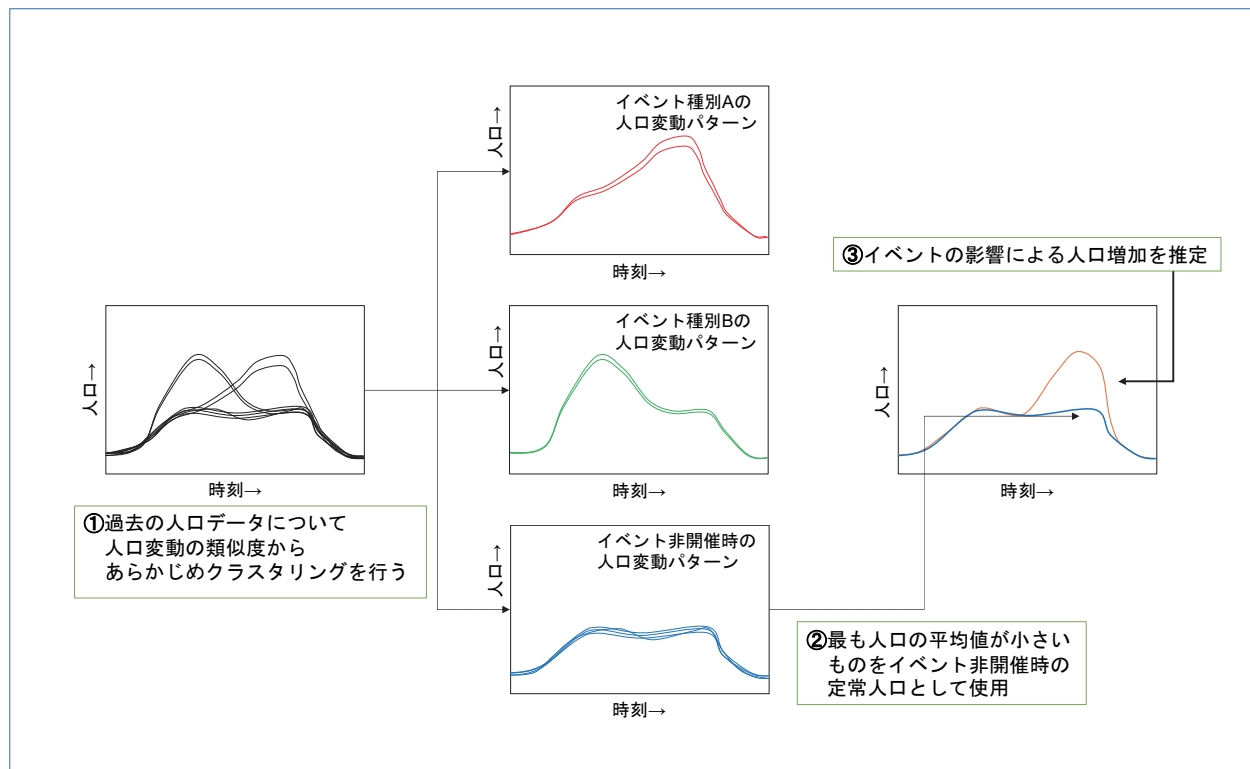


図2 高頻度でイベントが開催される施設のあるメッシュのイベント参加人口抽出技術の手順

- *5 高頻度で大規模イベントが開かれるような施設：収容人数および1年間に開かれるイベント数が一定以上のもの。
- *6 クラスタリング：データ同士の類似性や任意の尺度における距離を基に、データ集合を部分集合に分割する分析方法。

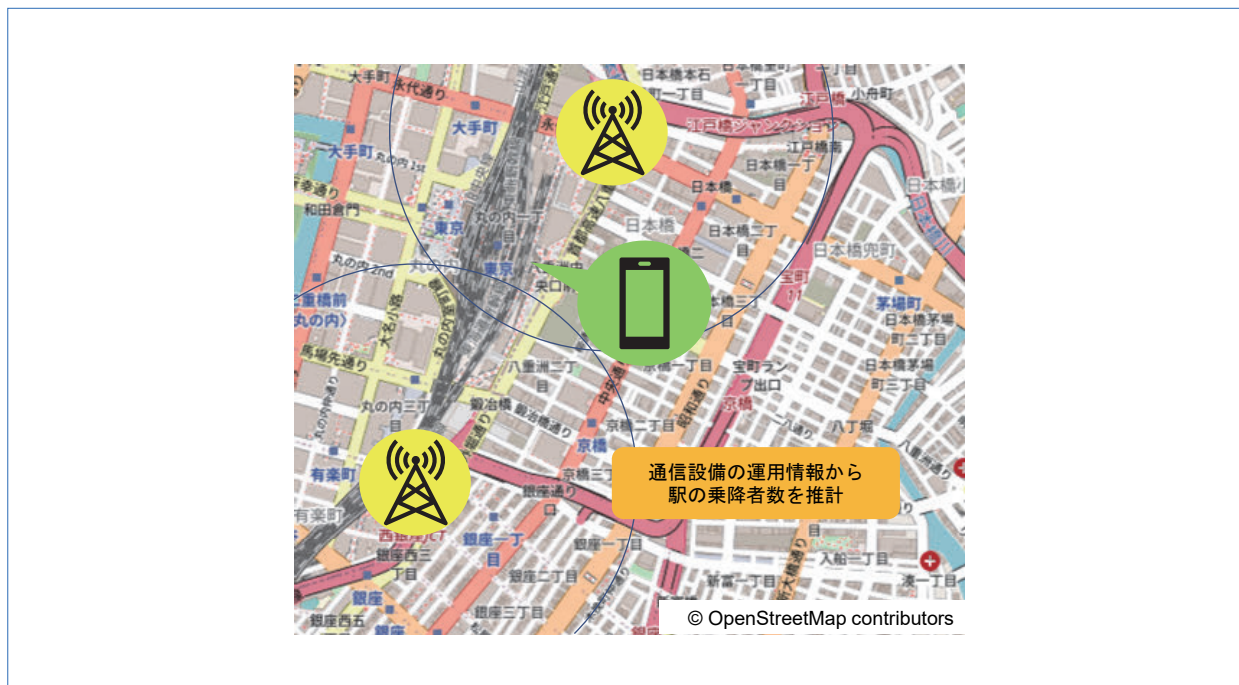


図3 乗降者数推定技術の仕組み

で用いられる運用データは、パーソナルデータダッシュボード [5] において、「位置情報の利用」に同意いただいたお客様のものに限定している。

乗降者数の推計は、この運用データからユーザ端末の在圏情報を集計することで各鉄道路線の移動端末の台数を求め、国勢調査 [6] の結果を基に拡大推計を実施し、特定の路線についての任意の乗車駅と降車駅の組合せにおける乗車人数や降車人数を算出するという方法で行った。なお、本技術における乗降者数の推計の際には、非識別化処理・集計処理・秘匿処理の3段階処理が実施されている。

本仕組みを用いて乗降者数を推計することで、後述のリアルタイム乗降者予測技術において、用いられる学習データを高頻度に更新することができ、より新しいデータで学習を行うことが可能となるため、高い予測精度をもつモデルの作成に繋がる。

2.4 リアルタイム乗降者数予測技術

リアルタイム乗降者数予測技術は、「モバイル空間統計 国内人口分布統計 (リアルタイム版)」から取得される、最短1時間前までの人口分布データを用いて、高精度な将来の乗降者数を予測する技術である (図4)。学習モデルにはXGBoost (eXtreme Gradient Boosting)*7を採用した。モデルの説明変数は、イベント会場や最寄り駅付近の人口分布データ、イベント日程データ、気象データを加工し組み合わせ合わせたデータで、目的変数は乗降者数の90分先までの値である。モデルの学習時には、乗降者数推定技術で算出した過去の乗降者数を用いる。予測時には、10分間に一度取得する直近 (最短1時間前) の人口分布データを用いることで、予測結果も10分間に一度最新のものへ更新されるようにした。このようにして、人口分布データを高頻度に取得することができるため、最新の人口増減の状況を考慮した予

*7 XGBoost: 多数の異なる決定木による予測モデルから多数決をとることで、高い精度での回帰予測を実現する機械学習手法。

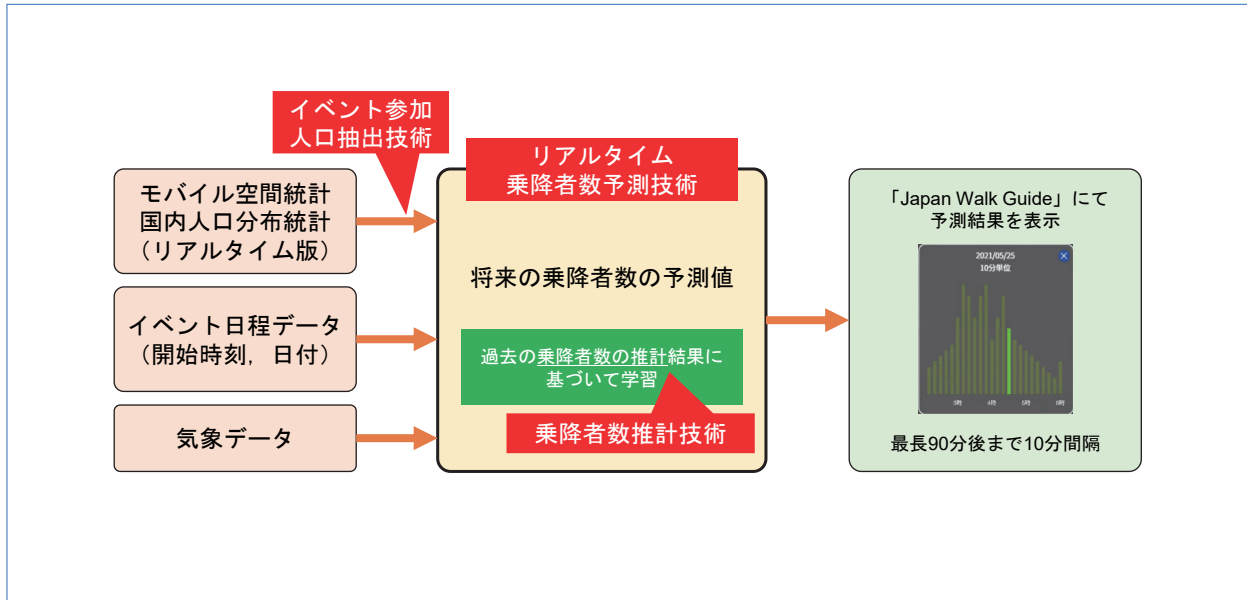


図4 リアルタイム乗降者数予測技術の構成

測値の更新を行うことで、精度を高めることができた。なお、学習時と予測時に用いられる人口分布データは、イベント参加人口抽出技術によってイベント参加人口へ加工される。

3. Webアプリへの混雑情報の提供による実用性の検証

本システムの実用性を検証するために、本システムの出力を前述の「Japan Walk Guide」へ接続した。ユーザは本アプリを利用する際に、地図上に表示される駅の中から混雑状況を知りたい駅を選択することで90分先までの乗降者数の予測結果を閲覧することができた。乗降者数の予測結果は棒グラフで表示された（図5）。

4. あとがき

本稿では、将来の乗降者数を予測できる駅混雑状

況予測システムの詳細について解説した。予測が困難とされるイベント開催時への対応や乗降車数データの作成、直近の混雑状況の反映などによって実用性の高い予測モデルの構築を実現した。今後は、多様な大規模イベント時においての実証が求められる。さらに本システムの応用として、路線バスや商業施設などの鉄道以外の混雑の予測ができる技術開発に取り組んでいきたい。

文献

- [1] 国土交通省 鉄道局都市鉄道政策課：“鉄道利用者アンケート調査結果,” Jan. 2021.
<https://www.mlit.go.jp/tetudo/content/001401393.pdf>
- [2] NTTドコモ報道発表資料：“イベント初開催の場所でもイベント終了後の混雑が予測可能な「駅混雑状況予測技術」を開発,” Aug. 2021.
https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_210819_01.pdf
- [3] 市川 裕介, 阿部 裕文, 伊藤 達明, 小長井 俊介, 佐久間 聡, 深田 聡, 木下 真吾：“バリアフリールート案内×MaPiece®,” NTT技術ジャーナル, Vol.34, No.1,

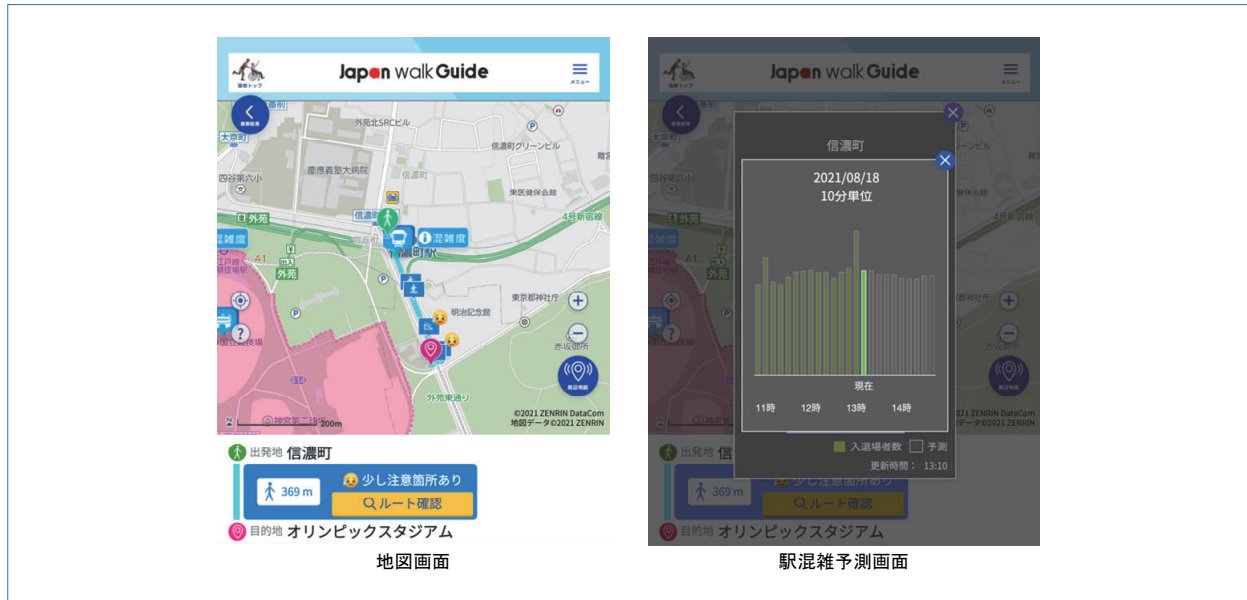


図5 Japan Walk Guideでの混雑予測の画面例

pp.34-38, Dec. 2021.

<https://journal.ntt.co.jp/article/16488>

- [4] 総務省統計局：“地域メッシュ統計.”
<https://www.stat.go.jp/data/mesh/index.html>

- [5] NTTドコモ：“パーソナルデータについて.”
https://www.nttdocomo.co.jp/utility/personal_data/

- [6] 総務省統計局：“平成27年国勢調査.”
<https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2015/index.html>

- [7] NTTドコモ：“モバイル空間統計ガイドライン.”
https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/disclosure/mobile_spatial_statistics/guideline/

Event Reports

協創

Open House

展示会レポート

docomo Open House'22

—あなたと未来を協創するイベント—

R&D戦略部 **ときまさ 時政** **たけひこ 健彦** **よしおか 純平** **じゅんぺい**
ほしの 星野 **れいこ 玲子** **さわだ たくし** **たけし 岳志**

2022年1月17日から19日の3日間にわたり、東京ビッグサイトおよびオンライン上で「docomo Open House'22 —あなたと未来を協創するイベント—」を開催した。本稿では、本イベントの開催模様を紹介し、主だった展示の詳細について解説する。

1. まえがき

2022年1月17日から19日の3日間にわたり、東京ビッグサイトおよびオンライン上で「docomo Open House'22 —あなたと未来を協創するイベント—」を開催した。本イベントでは、IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）構想・5G Evolution & 6Gをはじめ、12のカテゴリに属するさまざまなテーマについて、ドコモの研究開発や最新技術を活用したソリューションなど幅広い取組みを紹介した。本稿では、本イベントの開催模様を紹介し、主だった展示の詳細について解説する。

2. 東京ビッグサイト会場展示

本イベントでは、東京ビッグサイトの2フロアを

使用し、11のエリア「IOWN・5G Evolution & 6G」「XR^{*1}」「デバイス」「ネットワーク」「AI」「スマートシティ」「教育・メディア・エンタメ」「働き方改革」「グローバル」「スタートアップ」「バーチャル展示」に分類して、パートナーおよびドコモによる100あまりの展示を行った。新型コロナウイルス感染症の感染拡大時期と本イベントの開催時期とが重なったこともあり、今回は完全招待制として開催した。会場では来場者の密集回避を考慮した会場造作や出展ブース配置を行い（写真1）、完全入れ替え制による会場内の人数コントロール、エリア別の混雑状況表示（写真2）などの徹底した感染拡大防止対策を施した上での開催となった。このような対策のため来場者数は3日間で2,506人となったが、在京キー局におけるニュース、情報番組の合計14番組で本イベントが取り上げられるなど、オン

©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 XR：仮想現実（VR）、拡張現実（AR）、複合現実（MR）などの総称。

ライン開催のみであった昨年と比べて注目度は高かった。

また、各展示ブースでは、展示内容のイラスト、キャッチコピーを掲示し、展示内容をお客様へ分かりやすく伝える工夫を行った（写真3）。

主だった展示として、以下の3つを紹介する。

(1)人間拡張基盤

第6世代移動通信システム（6G）では、超低遅延の実現により、神経の反応速度をネットワークの通信速度が超えることが想定されるため、脳や身体の情報ネットワークに接続することにより、人間の感覚を拡張することが可能になると考えられてい



写真1 密回避を考慮した出展ブース配置



写真2 展示エリア別に混雑状況を表示

る。ドコモは6G時代の新たな提供価値として、「身体のコビキタス化」「スキルの共有」「感情の伝達」「五感の共有」「テレパシー・テレキネシス」による「人間拡張」を実現する基盤の開発に取り組んでいる。

本展示では、「身体のコビキタス化」および「スキルの共有」の実現に向け、人とロボットなど、身体の大きさの違いを考慮した他者間の動作の共有を可能にするデモを行い、多数の来場者の注目を集めた（写真4、写真5）。

(2)「置くだけアンテナ」によるカバレッジ拡張

第5世代移動通信システム（5G）で利用しているミリ波や、6Gに向けて開拓を進めているさらなる高周波数帯の電波は直進性が強いいため、基地局から見通せない場所や周囲を障害物で囲まれた場所の通信エリア化が課題となっており、ドコモでもさまざまな技術が検討されている。本展示では、誘電体^{*2}導波路にアンテナを置くだけでミリ波エリアを構築するデモを行った（写真6）。

本アンテナは、誘電体導波路にプラスチック小片を接触させることで接触箇所から電波が漏洩する、という物理現象を利用している。ユーザへ効率的に電波を届けるため、放射部の形状や放射方向のコントロールなどの工夫を積み重ね、実用化を目指し検討を加速していく予定である。



写真3 展示内容のイラスト，キャッチコピー

*2 誘電体：直流電流が流れない絶縁体。プラスチックなどが含まれる。

(3)羽根のないドローン [1]

本展示では、従来のプロペラや翼などを用いたドローンとは異なる、安全・静音・長時間飛行が可能な飛行船型ドローンのデモを行った（写真7）。

本ドローンはヘリウムガスが充填された風船の浮力によって浮遊し、さらに空気ポンプとして動作する超音波振動モジュールによって推進力を生み出すことで空中を移動することが可能である。人やものに衝突しても大きなけがや破損につながりにくいいため安全性が高く、飛行時の静音性を兼ね備えており、イベントや商業施設などの人がいる環境での飛行に適している。

今回展示した新機体はフルカラーLEDやアクションカメラを搭載し、光りながら空中を飛び回る空間演

出や、高画質映像の撮影が可能となった。

3. オンライン展示

東京ビッグサイトでの展示と合わせ、オンライン上でイベントサイトを開設し、オンライン展示を行った（写真8）。オンライン展示では、パートナーおよびドコモの233の技術やプロジェクトを、12のカテゴリ「IOWN・5G Evolution & 6G」「XR」「デバイス」「ネットワーク」「AI」「スマートシティ」「教育・メディア・エンタメ」「働き方改革」「グローバル」「スタートアップ」「ヘルスケア・メディカル」「マーケティングソリューション」に分類して展示した。また、ドコモの幹部による講演や

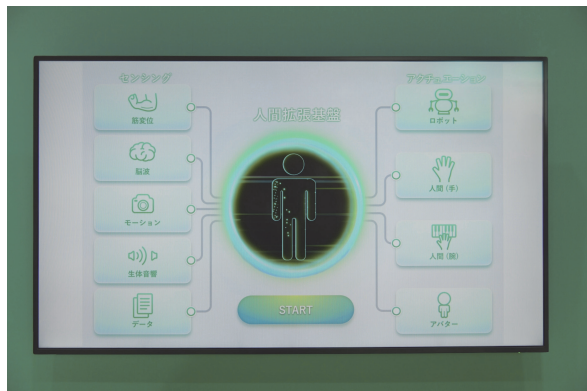


写真4 人間拡張基盤の構成図



写真6 「置くだけアンテナ」によるカバレージ拡張デモ



写真5 人やロボットが腕や手の動きを共有するデモの様子



写真7 発光しながら飛行する羽根のないドローン

パネルディスカッションに加え、各界の著名人による講演のVOD（Video On Demand）配信も行った。本イベントの登録者数は15,000人を超え、多くの来場があった。

オンライン展示では、新しい技術との偶然の出会いをコンセプトに、カテゴリごとに地図のように展示を配置したインタフェースを採用することで、関連する展示を直感的に探すことができるよう工夫した（写真9）。

また、各展示のトップにイラスト、キャッチコピーを表示し、展示内容や技術メリットが一目で分

かるよう工夫を行った（写真10）。さらに、技術情報の詳細とともに、オンラインでの「名刺交換」機能や気持ちを3段階で表現できる「いいね！」機能、気になった展示をまとめておくことができる「クリップ」機能など、来場したユーザーと出展者とを繋ぐインタラクティブな機能も提供した（写真11）。

キーノートなどの公演では、井伊 基之代表取締役社長によるWelcome Speechや、谷 直樹常務執行役員（CTO）R&Dイノベーション本部長による講演「サステナブルでWellbeingな社会の実現に向けたドコモR&Dの取組み」において、ドコモの先進技術やR&Dの取組みを紹介した（写真12）。



写真8 オンライン展示トップページ

4. バーチャル展示

バーチャル展示では、東京ビッグサイト会場において体験できるエリアを設けるだけでなく、オンラインからも体験できるようにした。

今回のバーチャル展示は、昨年度と異なり、スマートフォン用アプリケーションだけでなく、新たにPC（Windows/Mac）やMeta Quest2*3用アプリ

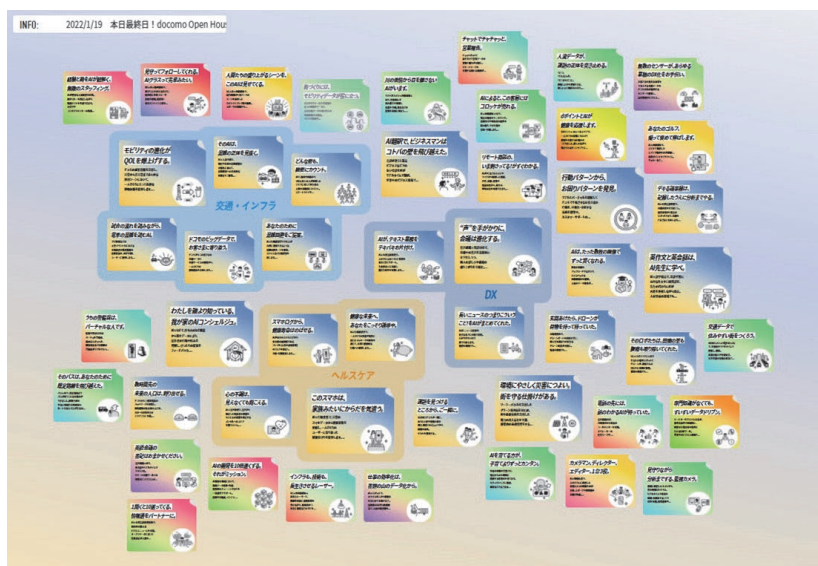


写真9 地図のように配置した展示

*3 Meta Quest2：Metaが提供するVRヘッドセット。



写真10 各出展のトップ



写真12 Welcome Speech

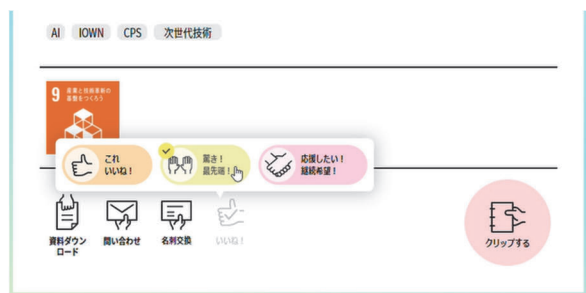


写真11 いいね！機能, クリップ機能

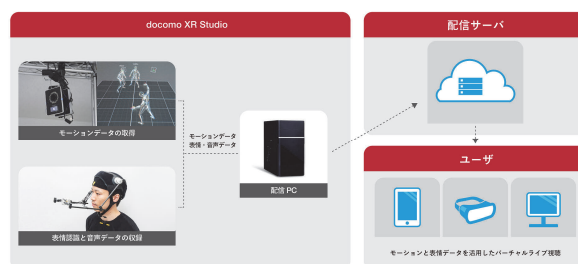


写真13 リアルタイムモーションキャプチャの構成

ケーションを提供し、マルチプラットフォームへ対応した。また、ドコモAIエージェントAPI® (Application Program Interface)*4を利用し、展示ブースの案内やお客様の質問に答えるデジタルヒューマンを導入することで、より広い間口とお客様に分かりやすい展示の提供を実現した。

さらに、新たな技術としてリアルタイムモーションキャプチャによる中継ライブを提供した。本技術は、XRスタジオで撮影したモーションアクターの動作を骨格データに変換して伝送し、数秒後にはバーチャル展示ブースのキャラクターの動作へ反映させるものであり(写真13)、臨場感のあるコンテンツの提供を実現している。

5. あとがき

本稿では、2022年1月17日から19日の3日間にわた

り行われた、「docomo Open House'22 —あなたと未来を協創するイベント—」の開催模様を紹介し、展示について解説した。

ドコモでは、今後も研究開発や最新技術を活用したソリューション開発を加速し、その先の6Gを見据え、「驚き」と「感動」を提供するとともに、さらに幅広いパートナーと新しい価値や協創の実現を目指して取り組んでいく。

文献

- [1] 山田, ほか: “羽根のないドローン,” Vol.27, No.4, pp.35-40, Jan. 2020.

*4 ドコモAIエージェントAPI®: NTTグループのAI「corevo®」の一部である、音声ユーザインタフェースをパッケージ化した対話型AIのASP (Application Service Provider) サービス。GUIによる簡単な対話の作成や、マークアップ言語であるAIML (Artificial Intelligence Markup Language) を利用することで複雑な対話シナリオが実現できる。また、QAリストから対話

シナリオを自動生成するFAQ用チャットボットとして、よくある問合せの対応に活用できる。corevoは、日本電信電話株式会社登録商標。ドコモAIエージェントAPIは(株)NTTドコモの登録商標。

SCAT表彰「会長賞」受賞

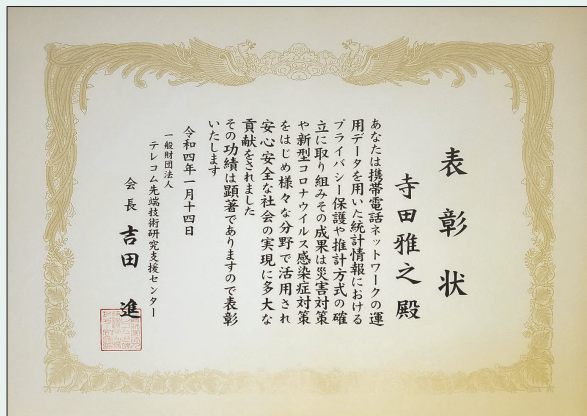
2022年1月14日（金）に、クロステック開発部の寺田 雅之が、「プライバシー保護方式の研究開発および本方式を適用したモバイル空間統計の活用」の功績により、SCAT表彰「会長賞」を受賞しました。

「SCAT表彰」は、（一財）テレコム先端技術研究支援センター（SCAT：Support Center for Advanced Telecommunications Technology Research）が主催し、情報通信技術の研究開発により国民生活の安全安心に寄与するなど多大な貢献のあった研究者を表彰する賞です。

寺田は、携帯電話ネットワークの運用データを用いた統計情報として実用化された「モバイル空間統

計」の推計方式の確立やプライバシー保護の取組みを主導し、さらに、本統計の高精度化・リアルタイム性の実現のため、新たに大規模データの高速計算技術、時系列データ解析技術、プライバシー保護技術を確立し、日本全国の人口分布の推移を500mメッシュ単位で、属性別に10分ごとに推計する「リアルタイム人口統計」を開発、実用化したことが評価され、今回の受賞に至りました。

本技術は各産業分野へ応用され、例えばAI渋滞予知により、渋滞予測精度は飛躍的に向上し、高速道路での実証において、その利用者の約3分の2が渋滞回避行動をとるなど、交通分散・渋滞緩和や、渋滞に伴う交通事故の回避や抑止などを実現する高い効果が認められました。昨今の新型コロナウイルス感染拡大においても、国や地方自治体による感染拡大対策の立案や、個人が混雑を避けて感染から身を守るための情報として活用されました。また、災害に対しても被災エリアの影響ユーザ数算出方法を確立し、効果的な復旧・支援に向けた被害状況の的確な把握を実現するなど、さまざまな安全安心に貢献しました。



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。

第4回日本オープンイノベーション大賞「総務大臣賞」受賞

2022年2月22日（火）に、サービスイノベーション部の池田 大造が法政大学 今井 龍一教授、国土交通省国土技術政策総合研究所 重高 浩一氏、新階 寛恭氏、関谷 浩孝氏と共同で、「携帯電話基地局データから生成される人口流動統計」の功績により、「日本オープンイノベーション大賞 総務大臣賞」を受賞しました。

「日本オープンイノベーション大賞」は、内閣府科学技術・イノベーション推進事務局が主催し、科学技術イノベーション創出に多大な貢献をし、オープンイノベーションのロールモデルとして期待される先導性や独創性の高い取組みを表彰するものです。「総務大臣賞」は、情報通信技術および消防防災技術の振興の視点から、特に顕著な取組みなどが認められる個人または団体を対象としています。

池田らは、国内最大規模の交通ビッグデータとなる「人口流動統計」を共同開発しました。本技術は、携帯電話基地局の運用データ（基地局で取得される

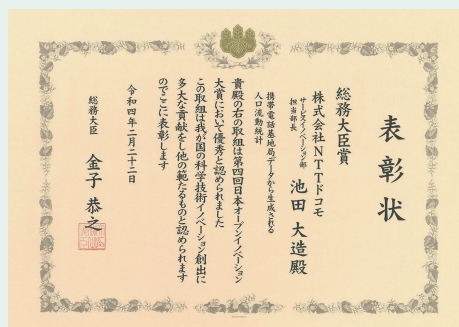
携帯電話の約7,600万台のサンプルから法人契約を除いて個人情報・プライバシーを保護した所在エリア情報（GPS以外の情報）を活用し、「エリア間の人の移動量を示す統計値（人口流動統計）」を生成するもので、広域にわたる移動経路・手段別（飛行機、新幹線、高速道路）の移動量を推計します。これにより、1km四方などのエリア間の人の移動実態を、日本全域で24時間365日にわたり把握できるようになりました。

人口流動統計を活用することで、人流を考慮した感染リスク分析やニュー・ノーマルに応じたまちづくりの統計情報などへの発展が期待され、これからのまちづくり、交通インフラ整備などに役立つポテンシャルがある取組みであることが評価され、今回の受賞に至りました。

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。



(写真中央) 池田



フィッシング対策協議会より 2021年度「チャレンジコイン」を受贈

ネットワーク開発部の久保 耀介，サービスデザイン部の儀間 哲仁，国際事業部の三谷 咲子，サイバーセキュリティ対策室の北出 卓矢，人事部の田中 威津馬，スマートライフ推進部の高橋 亮吉が、フィッシング対策協議会より「チャレンジコイン」を受贈しました。

「チャレンジコイン」は、フィッシング詐欺対策コミュニティにて顕著な活動を行っている有識者などに対して贈呈される記念品であり、2020年度に設けられました。

受贈者らは、「危険SMS拒否設定」の取組みなどに加え、以下のようなフィッシング対策の数々の技術検討および啓発活動に取り組んできました。

- ・モバイル業界内および異業種間におけるワークショップ開催とメディア説明会の企画（半期に1度開催）
- ・セキュリティ系イベント登壇（GSMA：Global System for Mobile Communications Association, JPAAWG：Japan Anti-Abuse Working Group, JANOG：Japan Network Operators' Group, ISAC：Information Sharing and Analysis Centerなど、国内外の団体での発表・議論）
- ・モバイル業界内合同プレスリリースの発出 [1]

- ・GSMAの技術部会における対策議論の寄書提案および情報共有

これらの活動により、フィッシング対策協議会の運営委員、ワーキンググループ主査、チャレンジコインホルダーらの推薦により、2021年度の受贈者として選定されました。

「危険SMS拒否設定」は、SMSの送信元情報や本文内容などに基づいてフィッシングSMSを判定し、ドコモのネットワーク上で検知・ブロックを行う機能であり、2022年3月より提供されています。本機能の技術概要については、本誌Technology Reports記事「SMSを用いたフィッシングを防止する検知・防御技術概要」をご参照ください [2]。

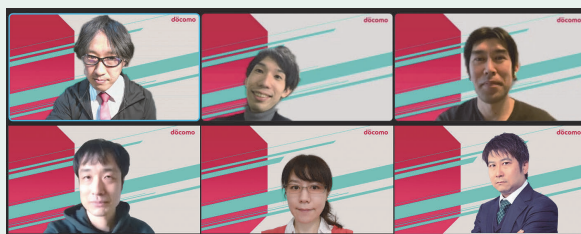
文 献

- [1] 日経新聞：“携帯4社、フィッシング詐欺の注意喚起,” Jul. 2021.
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC216UQ0R20C21A7000000/>
- [2] 岩井, ほか：“SMSを用いたフィッシングを防止する検知・防御技術概要,” 本誌, Vol.30, No.1, pp.37-41, Apr. 2022.

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。



チャレンジコイン（フィッシング対策協議会より提供）



（左上から）田中，久保，儀間
（左下から）北出，三谷，高橋

NTT DOCOMO
テクニカル・ジャーナル Vol.30 No.1

2022年4月発行

企画編集 株式会社NTTドコモ R&D戦略部
〒100-6150
東京都千代田区永田町 2-11-1
山王パークタワー39階

発行 一般社団法人 電気通信協会
〒101-0003
東京都千代田区一ツ橋 2-1-1
如水会ビルディング6階

本誌掲載内容についてのご意見は
e-mail: dtj@nttdocomo.com 宛

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です。
本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

© 2022 NTT DOCOMO, INC.