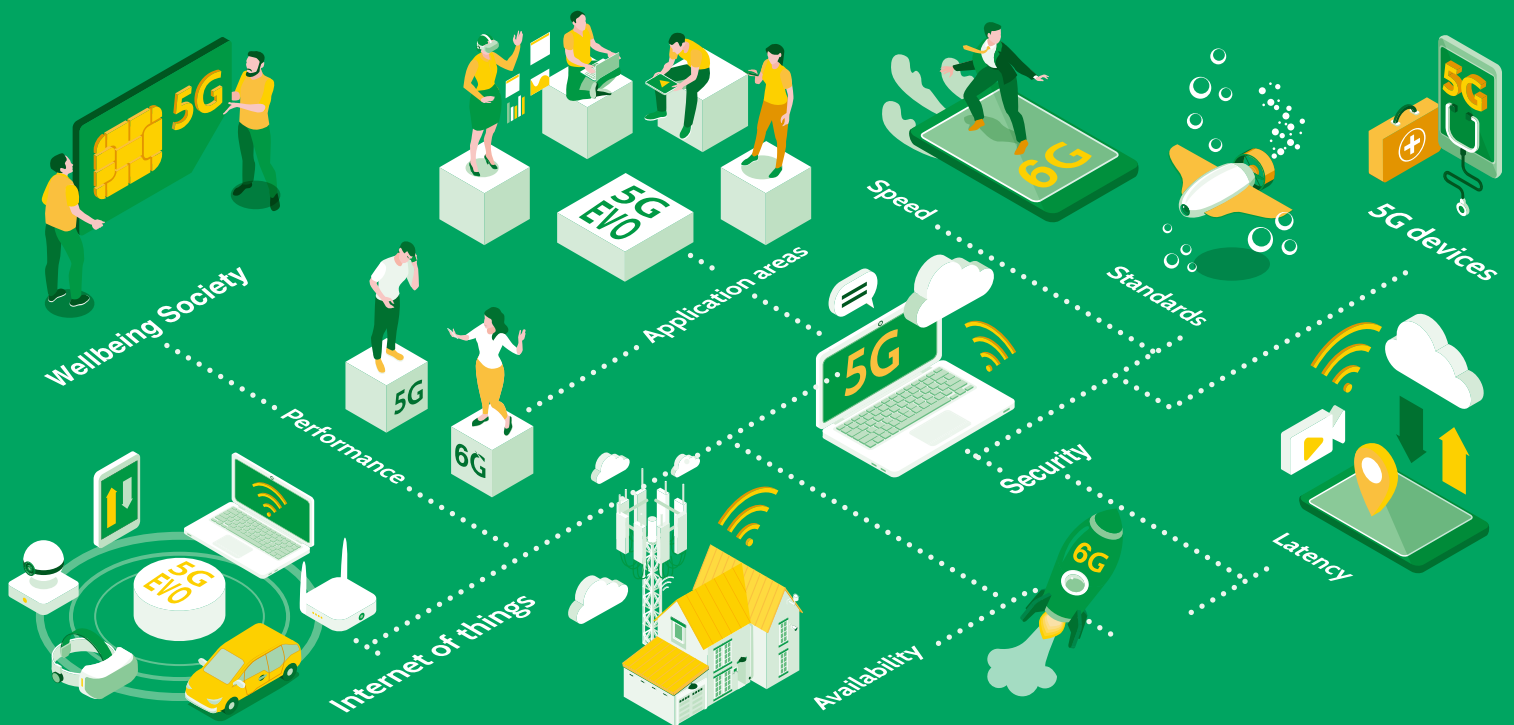


NTT DOCOMO

テクニカル・ジャーナル

Technical Journal

Vol.30 No.2 | Jul. 2022



DOCOMO Today

- 新規事業創出とRaaS

Technology Reports (特集)

XR特集 —XRエコシステム形成に向けたドコモの取組み—

- 「いつでもどこでも」イベント参加可能なプラットフォームの開発
- 空間に紐付くARサービスをワンストップで開発可能な空間AR開発パッケージ
- XRコンテンツの撮影・編集・配信向けスタジオ「NTT XR Studio」
- 都市空間データセットを活用したバーチャル銀座の開発

Technology Reports

- IoTデバイスの遠隔制御を実現する汎用プラットフォーム開発

新規事業創出とRaaS



イノベーション統括部 部長

いながわ たかゆき
稲川 尚之

2021年6月より現職に就いた私は、現在新規事業創出に取り組んでおり、3～5年後先を見据えてサービスの弾込めを行っています。イノベーション統括部では「39works」という事業創出活動によって、新規サービスを、スピード感をもって世に送り出し、マーケットにフィットするかを検証します。前職ではベンチャー投資をしていたこともあって、スタートアップなどの新規事業創出の営みをよく見てきましたが、この営みを大企業の中で行うことは、取組み方の性質が違うこともあり、決して易しいものではないと実感しています。

2020年以降のコロナ禍でリモート環境における活動が増えるに連れて、生活にインターネットやデジタルがますます浸透している世の中になりました。ドコモのR&D中期戦略でもサイバー・フィジカル融合 [1] について言及していますが、現在ではさらに、メタバースや仮想通貨、NFT (Non-Fungible Token)*1 などさまざまなデジタル化が進んでいます。

購買活動におけるサイバー・フィジカル融合として、何年も前からShowrooming & Webroomingがうたわれ、実店舗と仮想店舗のシナジーが追い求められてきました。以前は商業スペースの問題や在庫保管の観点から不動産にまつわる工夫がなされてきましたが、近ごろは購買体験に主軸が移り変わってきています。実店舗と仮想店舗の割合の境界線は曖昧ですが、仮想店舗の割合を増やすことでコスト効率を上げることもできますし、ユーザの導線に関するデータやマーケティングデータがより多く取れるようにもなります。これらのデータの分析結果を店舗側にフィードバックすることによって消費者行動についての付加価値を生み出すことができ、購買行動の促

進とユーザの利便性向上に繋がります。RaaS (Retail as a Service)*2の本質は、購買活動をEコマースやメタバースに単に移行させることなく、購買体験や商品価値提供・販売の仕組みを高度化させることです。

2022年3月18日～4月5日に船橋のららぽーとTOKYO-BAYにおいて、三井不動産のブランド支援プロジェクト「NEW POINT」に、ドコモが開発中のRaaSソリューション「THE-ST (ザスト)」を掛け合わせて、リアルとメタバースの両空間を使って展開する体験型ストアを開設しました [2]。そこでは、スマートToyを通じて新たな購買体験が得られ、ストアでは最大30分間スマートToyで実際に遊べるほか、店内に設置されているPCからアクセスすることでメタバース空間に入りゲームやスマートToyの解説映像などが楽しめました。一方で、ストアの天井にはWebカメラが設置され、来場客の匿名性を保証した上でトラッキングすることで来場客の行動情報が収集でき、これらは店舗側にフィードバックされました。このように、遊ぶ子どもと購入する親には商品体験の機会を提供し、玩具メーカーには行動データに基づく顧客インサイト*3を提供しました。

こういった取組みをはじめとして、仮想空間の利用はますます増えていくと思われます。メタバースが話題となっている昨今ですが、仮想空間のみをつくるだけでは不十分で、この空間でマネタイズ*4するためにどのような商店を広げていくのが肝心であり、この領域での事業創出の醍醐味はそこにあります。まさに今後目指すべきはサイバー経済圏の確立とサイバー・フィジカル融合でしょう。

文献

- [1] 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.
- [2] NTTドコモ報道発表資料：“リアルとメタバースの2つの空間で様々なスマートToyを体験できるストア「NEW POINT×THE-ST」,” Mar. 2022.
https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_220310_00.pdf

*1 NFT：ブロックチェーン技術を活用することでデジタルデータに対して唯一無二であることを証明できる技術。
*2 RaaS：メーカーと消費者をデジタルで繋ぎ、消費者に体験を、メーカーに情報を提供するプラットフォーム。
*3 インサイト：ユーザの本質的な欲求、本音。
*4 マネタイズ：サービスの提供を通じて収益を得ること。

[Contents]

DOCOMO Today

新規事業創出とRaaS 稲川 尚之 1



特別寄稿

不易流行 —変わらないものと変わるもの— 榎橋 祥一 4



Technology Reports (特集)

XR特集

—XRエコシステム形成に向けたドコモの取組み— 6

「いつでもどこでも」 イベント参加可能なプラットフォームの開発 7

VR パーチャルイベント プラットフォーム



(P.15)

空間に紐付くARサービスをワンストップで開発可能な
空間AR開発パッケージ 15

空間認識型AR ARコンテンツ開発ツール ARクラウド

XRコンテンツの撮影・編集・配信向けスタジオ「NTT XR Studio」 21

Volumetric Video モーションキャプチャ コンテンツ配信



(P.27)

都市空間データセットを活用したバーチャル銀座の開発 27

クラウドレンダリング MEC モバイル空間統計

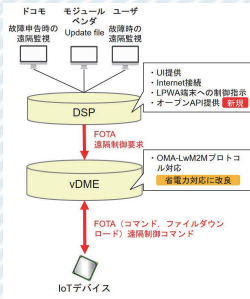
Technology Reports

IoTデバイスの遠隔制御を実現する汎用プラットフォーム開発 36

LwM2M

オープンAPI

IoTデバイス管理



(P.36)

Topics

法人統合OPSの実現
—顧客とのエンゲージメントを高める法人統合OPSの導入— 41

保守品質

プロダクトミックス

ゼロタッチオペレーション

News

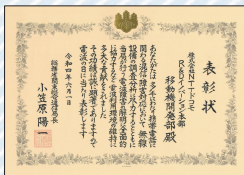
MCPC award 2021 「モバイルテクノロジー賞」「医療貢献特別賞」
「優秀賞」「一次審査員特別賞」受賞 45

2021年度電子情報通信学会 フェロー称号受贈 47

第67回「前島密賞」受賞 48

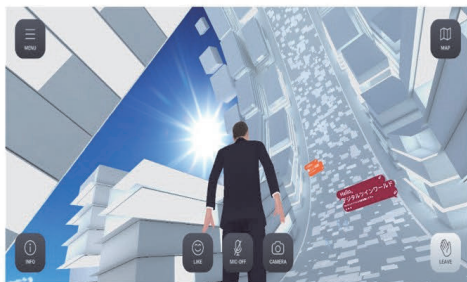
2022年「日本ITU協会賞」受賞 49

令和4年度「電波の日」関東総合通信局長表彰 50

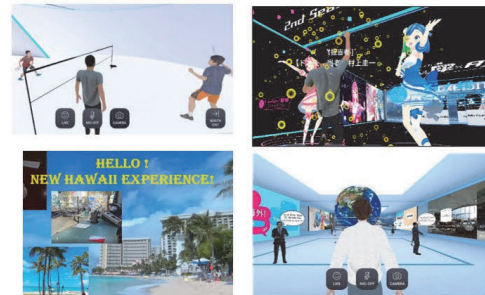


(P.50)

■アプリを起動して、バーチャルイベントへ参加



■展示ブースにて、各種技術・取組みを体験可能



会場内の展示
ブースに入室

Technology Reports (特集) 「いつでもどこでも」イベント参加可能なプラットフォームの開発 (P.7)
フロア空間と展示ブース空間

不易流行

—変わらないものと変わるもの—

摂南大学 理工学部 電気電子工学科 教授 ならはし 榎橋 しょういち 祥一さん

毎年、沈丁花の香りとともに春の訪れを感じます。この春で私は大学に着任して6年目を迎えました。このたび、執筆の機会をいただきましたので、これまでを振り返るとともに、対面授業からオンライン授業に切り替える過程で思ったことを記します。

私が無線に興味をもつようになったきっかけは、中学生のころに夢中になっていた、ラジオ放送を受信して楽しむこと、いわゆるBCL（Broadcast Listening）といえます。BCLの主流は海外の短波放送受信なのですが、私はもっぱら国内の中波放送を聞いて楽しんでいました。特に、昼間は聞くことができない遠方の放送局の番組が夜になると聞こえることは面白くもあり、不思議でもありました。また、印象的な思い出として、中波放送の周波数が1978年11月23日を境にして、10kHz間隔から9kHz間隔に変更されたことがありました [1]。周波数変更の目的は近隣諸国の中波放送の混信軽減でしたが、周波数間隔を狭めることで中波放送局に割当て可能な周波数も増えますので、周波数の有効利用のためでもありました。当時聴取していた中波放送では、周波数変更の前後で3kHzの差が生じました。前日の夜にラジオの同調（選局）つまみを固定して就寝翌日、そのままラジオのスイッチを入れました。中波放送は受信できたのですが、前日より聞きづらくなったので少しかだけ同調つまみを回して同調し直したことを覚えています。同時に「本当に周波数が変わった。周波数って大切なんだ」と思いました。ついでに申し上げますと、当時の私にはラジオ局の選局に使われる同調回路*1の働きが不思議で仕方がありませんでした。そればかりでなく、いくつかの解説書を読みましたが、共振周波数を表す式は同じにもかかわらず、直列共振と並列共振の違いがよく分かりませんでした。

NTT入社後、無線システム研究所に配属され、当時の上司であった野島 俊雄主幹研究員（現北海

道大学名誉教授）のご指導の下で第2世代移動通信システムの基地局装置の研究開発に従事しました。具体的には、装置の要となる電力増幅器についての、複数の無線信号を一括して増幅する共通増幅技術に取り組み、その結果フィードフォワード増幅器 [2] が第2世代方式のすべてと、第3世代方式の一部の基地局増幅装置で導入されました。この間、仕様書作成、国内・海外企業との技術打合せ・進捗管理、実験、国際会議投稿・発表など、未熟な私にまたとない機会を与えていただきました。このときの経験は、自身のキャリア形成に大きく影響しました。その後、基地局受信装置、端末用無線回路技術など、主として周波数の有効利用に資する無線装置・回路技術研究に従事しました。入社以来、一貫したテーマに携わることができた点は、大変に恵まれていたと思います。ドコモから大学に移り、これまでの経験を基にして大学での教育や研究に着手しました。

しかし、2019年末に発生した新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の拡大により、状況は一変しました。これまで対面形式で実施していた授業を、オンライン形式に変更せざるを得なくなりました。学生の集中力が途切れない時間を考慮して講義ごとの解説資料をどう構成するか、盛り込む演習問題は何題が適切かなど、検討しなければならない項目は多く、オンライン授業の経験の無かった私は、とりあえず対面授業の経験に基づいてオンライン授業の準備を始めました。しかし、「本当にこれでよいのだろうか？」という悩みは消えず、悶々とする日々を過ごしていたとき、国立情報学研究所主催の「4月からの大学等遠隔授業に関する取組状況共有サイバーシンポジウム」を聴講する機会を得ました。このシンポジウムでご講演いただいた熊本大学の鈴木克明先生による「平時に戻るまでの遠隔授業のデザイン7か条」 [3] により、オンライン授業の準備で困っていた私は目から鱗が落ちました。中でも



Profile

1988年熊本大学大学院工学研究科修士課程修了。2008年北海道大学大学院情報科学研究科博士課程修了。博士（工学）。1988年NTT入社、無線システム研究所配属。1992年NTT移動通信網（現NTTドコモ）へ転籍。デジタル移動通信基地局増幅装置、超電導受信フロントエンド、移動通信用無線回路などの研究・開発に従事。2017年より摂南大学理工学部電気電子工学科教授。電子情報通信学会業績賞、論文賞受賞。電気学会、IEICE、IEEE会員。

「同じ形ではなく同じ価値を追求する」という視点は、対面形式と同じことをオンライン形式に持ち込もうとして行き詰っていた私には全くありませんでした。その後この視点、すなわち、授業における学習目標（本質）は変えてはならないが、学習目標に迫る形（手法）は変えてもよいという視点を意識することで、オンライン授業の準備を進めることができました。

話は変わりますが、不易流行という言葉があります。松尾芭蕉が提唱する俳諧の理念で、弟子の向井去来による去来抄の修行教に次のように記されています [4]。

「去来曰、蕉門に千歳不易の句、一時流行の句と云有。是をニツに分かつて教へ給へども、其基は一ツ也、不易を知らざれば基立がたく、流行を辨へざれば風あらたならず。」

要約すれば、「変わることをない本質的なものに、時代に合わせて新しい変化を取り入れる」となります。電波法の目的、または先ほど述べた授業での学習目標や大学における建学の精神を「不易」とするならば、中波放送の周波数再配置やCOVID-19拡大状況下でのオンライン授業という形態は「流行」といえるでしょう。オンライン授業の準備を通して、改めてそう思いました。不易流行は俳諧に限らず、教育研究をはじめ、さまざまな分野に通じる理念だと思います。

私の周りの学生にオンライン授業について尋ねた限りでは、「対面授業よりも質問しやすい」「何度も繰り返し学習できるので対面授業よりも理解が深まる」「通学途中でも予習・復習できる点が良い」などが利点として挙げられました。新しい授業形態として、今後もオンライン授業を活用できればよいと思います。一方、「リアルタイム配信授業の場合、動画がコマ落ちする」「実験には不向き」といった欠点も聞かれました。通信環境は学生によりまちま

ちであること、オンライン形式になじまない実験内容もあることから、これらの解決には時間が必要かもしれません。

また、「友だちができない」「クラブ活動に参加したいけれど、難しい」といった悩みも聞かれました。ドコモが提供する「XR World」は、こういった悩みに対する解決策の1つとして、また、学生同士の新しいコミュニケーション形態として、とても興味があります。

無線通信技術はドコモの企業理念を支える中核といっても過言ではなく、その意味で無線通信技術は「不易」であり、XR Worldのような新しいサービスは「流行」といえるでしょう。移動通信業界のリーディングカンパニー*2として、世界の無線通信技術の中心であり続けるとともに、わくわくするようなサービスの創出を期待しています。

文 献

- [1] 中村 禎昭：“中波放送用周波数の変更。”テレビジョン学会誌、Vol.32、No.10、pp.902-904、1978。
- [2] 野島 俊雄、橋橋 祥一：“移動通信用超低歪多周波共通増幅器—自己調整形フィードフォワード (SAFF) —。”電子情報通信学会、技術研究報告RCS90-4、Apr. 1990。
- [3] 鈴木 克明：“無理はしないで同じ形を目指さないこと：平時に戻るまでの遠隔授業のデザイン。”国立情報学研究所教育機関DXシンポアーカイブズ。
<https://edx.nii.ac.jp/lecture/20200417-09>
- [4] 頼原 退蔵校訂：“去来抄・三冊子 旅寝論。”岩波書店、1976。

*1 同調回路：コイルとコンデンサの組合せにより、特定の周波数を選択する回路。

*2 リーディングカンパニー：特定の業界や業種を先導・主導する条件を備えた企業。

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。

XR

特集

— XR エコシステム形成に向けたドコモの取組み —

XR (Extended Reality) は、高臨場感や双方向性により新たな価値の提供が可能となる技術として注目されており、NTT グループでも共通 XR 事業ブランド「NTT XR」を掲げ、グループ各社でさまざまな取組みを行っている。その中でもドコモでは、リアル空間とサイバー空間とを融合させ、距離や時間を超越した XR による空間価値の向上を目指し、顧客接点を確保する「①フロント・ポータル」、高精度位置情報によるデジタルツインを整備する「②空間プラットフォーム」、コンテンツの作成・権利保護の「③3D コンテンツ」、多様なユーザーニーズに応える「④デバイス・UI」という4つの戦略によるエコシステム形成の取組みを行っている。

今回の NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナルの特集では、ドコモの XR に関するさまざまな取組みの一部として、「①フロント・ポータル」としてのオンラインイベントソリューションである“VEP (Virtual Event Platform)”や「②空間プラットフォーム」である“AR 開発パッケージ”，「③3D コンテンツ」の作成・編集などを行う“NTT XR Studio”について紹介する。また、XR による空間価値の向上に関する検証として“バーチャル銀座”についても紹介する。

(編集部)

- 「いつでもどこでも」イベント参加可能なプラットフォームの開発 7
- 空間に紐づく AR サービスをワンストップで開発可能な空間 AR 開発パッケージ 15
- XR コンテンツの撮影・編集・配信向けスタジオ「NTT XR Studio」 21
- 都市空間データセットを活用したバーチャル銀座の開発 27

「いつでもどこでも」イベント参加可能なプラットフォームの開発

移動機開発部 田中 祐貴†1 野村 貴則†2
むらかみ けいいち 村上 圭一†1

近年、企業や個人・団体によるイベント開催の、グローバル展開に対する需要が高まり、また昨今の新型コロナウイルス感染症の影響によりリアルイベント開催が困難なため、オンラインイベントのニーズが高まっている。

ドコモでは、マルチデバイスに対応し、「いつでもどこでも」オンラインでのイベント参加が可能なプラットフォームを開発した。本稿では、開発に至った背景、本プラットフォームの特長、実際の活用事例について解説する。

1. まえがき

近年、企業や個人・団体によるイベント開催の、グローバル展開に対する需要が高まり、また昨今の新型コロナウイルス感染症の影響によりリアルイベント開催が困難なため、オンラインイベントのニーズが高まっており、Webブラウザで体験可能なイベント、VR (Virtual Reality)*1アプリによるバーチャルイベントなど、さまざまな形でオンラインイベントが行われている。2020年には約8割のイベントがリアルイベントからオンラインイベントへ移行したという結果が出ている [1]。また、オンライン

イベントはグローバル需要に対応できる利点もあり、今後もオンラインイベントが広く展開されていくことが予想される。

このような状況の中、ドコモでは、マルチデバイスに対応し、「いつでもどこでも」オンラインでのイベント参加が可能なプラットフォームを開発した。本プラットフォームは、顔写真から生成したアバターでのイベント参加、仮想3D空間でのコミュニケーションが可能で、また8KVR/Volumetric Video*2/モーションキャプチャなどの技術を独自に取り入れており、これによりオンラインでのイベント体験の価値向上を実現している。本稿では、開発

©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 現在、XR推進室

†2 現在、プロダクト部

*1 VR：仮想現実のこと。

*2 Volumetric Video：人物・物体の3D動画データのこと。対象物の形状データと表面のテクスチャデータで構成されている。

に至った背景、本プラットフォームの特長、実際の活用事例について解説する。

2. オンラインイベントの課題

新型コロナウイルス感染症の影響により、昨今多くのオンラインイベントが開催されているが、オンラインイベントには大きく分けて以下の2つの課題があると考えられる。

(1)リアルイベントの利点が失われる課題

オンラインイベントはバーチャルな体験が主体となるため、リアルイベント会場での体験と比べると理解を深めづらい側面や、臨場感が失われることがあると考えられる。

(2)バーチャルでのイベント構築・運用コストの課題

バーチャル体験に特化したオンラインイベント実施では、多大な運営コストがかかる。例えば、イベントごとの専用アプリケーションの開発や、フロア空間・展示ブースの構築、リリース後のサーバ運営などがあり、1イベントの実施のために非常に高いコストを要することになる。

そこで、ドコモはこれらの課題を解決するために、

仮想3D空間でのオンラインイベント体験が可能なプラットフォームを開発した。

3. 本プラットフォームの特長

3.1 課題への対応

(1)リアルイベントの利点が失われる課題

本プラットフォームでは、仮想3D空間により展示物や人が立体的な表現となり、リアルイベントに近い体験価値、および、バーチャルならではの付加価値を加えた体験が可能になる。ドコモでは、バーチャルでのイベント体験のための基本機能と独自技術の導入について検討した。

(a)バーチャルでのイベント体験のための基本機能

本プラットフォームでは、フロア空間と個別の展示ブースがあり、ユーザは自身のアバターを操作しながら両空間を歩き回り、さまざまな体験をすることができる(図1)。フロア空間は、リアルイベント会場の移動導線に代わるものであり、ユーザはフロア空間に配置されているさまざまな展示ブースの中から、自らが興味をもった展示ブース内に入ることができる。

本プラットフォームはグループ機能を具備し



図1 フロア空間と展示ブース空間

ており、ユーザは知人同士でグループを組んで複数人で入り、一緒に会場内を回ることが可能である。グループ内では、音声通話やテキストチャット、アバターでのリアクション動作によりコミュニケーションをとることが可能である。

また、マルチデバイスとして、スマートフォン・タブレット (Android/iOS)、PC (Windows/Mac)、Meta Quest2^{*3}に対応している。

(b)付加価値を与える独自機能

①ドコモ・アバターポータル [2] との連携

ユーザは、イベント参加時は先に述べたようにグループを組むことで一緒に回ることができるが、より臨場感を高めるために本プラットフォームは、ユーザ自身のオリジナルアバターが選択できる仕組みである。ドコモ・アバターポータルと連携している。ユーザは、顔写真から生成したアバターを用いてイベント会場に入ることができ、知人同士でイベント会場を回る場合は、よりリアルに近い形でイベントを楽しむことができる (図2)。

②8KVR

360度のVR映像のリアルタイム配信を視聴できる技術である。ユーザは、遠隔地にいたとしてもその場にいるかのような臨場感のあるVR映像が体験可能である [3]。例えば、観光地のツアー映像を専用機材で録画しておくことで、360度の現地映像が高解像度のVR映像で体験可能である (図3(a))。

③Volumetric Video

多角的に撮影された被写体を、展示ブース内で立体 (3次元) として視聴できる技術である。「NTT XR Studio」[4] [5] などの撮影設備で撮影したVolumetric Videoを本プラットフォームで体験することが可能である。例えば、アーティストのライブやスポーツの視聴体験で、自身が見たい角度に視点を変えたり、通常なら近づけない位置まで近づいたりすることで、リアル体験以上の没入感の高い視聴が可能である (図3(b))。

④モーションキャプチャ

モーションキャプチャシステムを用いて取



図2 顔写真から生成したオリジナルアバター

*3 Meta Quest2: Meta社が提供するVRヘッドセット。

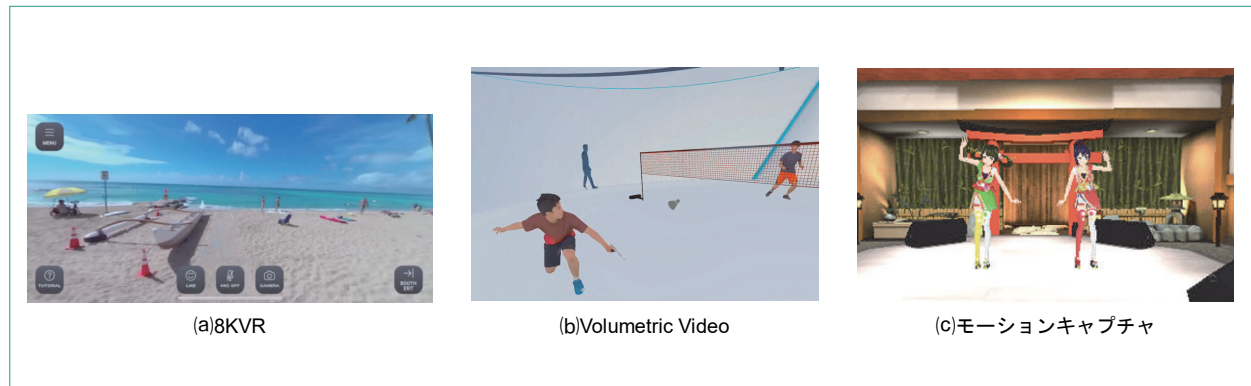


図3 付加価値を与える独自機能

得したモーションデータを展示ブース内の3Dアバターに反映し、リアルタイムに動かす技術である。ユーザはそれを自由な視点から見ることができ、これにより没入感の高い体験が可能である [6] (図3(c))。キャラクター物などのアクターによる3Dアバターのショーで実用化が可能であり、ユーザはバーチャルならではのアミューズメント体験が可能である。

⑤ AIアバター

展示ブースには説明員を配置することも可能であるが、生身の人間が操作する必要があるため、すべての展示ブースに説明員を長期間配置することは難しい。そこで本プラットフォームでは、ドコモAIエージェントAPI® [7] を用いたAIアバターを開発し、無人ブースへのAI説明員の配置を可能とした。これにより、ユーザはバーチャル空間でAIアバターから展示の説明を受けることができる。ユーザは展示ブースに入ると、AIアバターによる展示ブース紹介を受け、また、質問をすることで、事前に設定したシナリオに沿った自動回答がAIアバターによって行われる。

(2)バーチャルでのイベント構築・運用コストの課題
本プラットフォームでは、イベントを安価に構築・運営する仕組みを開発した。

(a) イベント空間を自由に構築できる仕組み

本プラットフォームでは、Unity*4による開発キットを用意しており、イベント作成者はそれを利用して自由にバーチャル空間を構築することができる。構築対象として、フロア空間と展示ブースの2点を設けている。

①フロア空間

個々の造形を自由につくることはもちろん、マップをつくったりBGMを設定したりすることも可能である。イベント作成者はイベント別に異なったテーマを、小さな街をつくるように表現することが可能である。

②展示ブース

自由な3D空間の構築はもちろん、2D動画、BGM、Volumetric Videoなどの配置が可能である。空間のサイズも自由に設定可能なため、巨大な物体を仮想空間内で展示することも可能である。これにより、展示ブース別に異なったテーマで出展が可能となる。

(b) イベント管理を容易にする仕組み

本プラットフォームでは、イベント管理をより簡単にするための管理者用のWebサイトを

*4 Unity : Unity Technologies社により提供されているゲームエンジン。

用意している。この管理者用サイトは、以下の通り、複数のイベントを開催する機能を持ち、フロア空間、展示ブースなどの3D空間にかかわる設定や、開催期間などのイベント運営にかかわる設定が可能であり、データ分析もすることができる。

①複数のイベントを開催する機能

管理者用サイトには、複数のイベントを同時開催するための機能が具備されている。カスタムされたフロア空間や展示ブースをイベントごとに登録し、個別に運営することが可能である。

②フロア空間設定

掲示板の設定ができ、運営から周知したい内容をタイムリーに発信することができる。

③展示ブース設定

動画や静止画像については、Unityによる開発をしなくとも、管理者用サイトを通して配置することができる。また、管理者用サイトから説明員配置の設定を行うことができ、さらに配置する説明員の数についても、展示ブースに応じて設定をすることが可能である。

④開催期間設定

フロア空間や展示ブースは、開催期間の設定を行うことが可能である。開催期間外にはユーザは入室することができず、その間にコンテンツのメンテナンスを実施することが可能である。

⑤データ分析

イベント実施により、参加者数（総参加者数、ユニークユーザ数）、展示ブースデータ（入室数、滞在時間、展示ブース評価）、アンケート評価などのデータを取得することが可能である。これらは、イベント内でのユーザの行動に関する匿名データであり、イベントの傾向分析に役立てることが可能である。例

えば、人気のある空間やコンテンツを分析することで、次のイベント開催に向けた改善に活かすことができる。

これらのイベント管理を容易にする仕組みにより、イベント個別でのハードコーディング*5による実装が不要になり、円滑な運営の実現およびイベント運営コストの低減が可能となった。

3.2 システム構成

次に、これらの機能を実現するために構築したシステム構成図について解説する（図4）。

本システムは、クライアントアプリとサーバ群からなるプラットフォームであり、Webサイトについては前述した管理者用サイト、および、ユーザ向けのポータルサイトがある。イベント作成者は、各展示ブースや自由な造形、コンテンツの制作をUnityで行い、実行形式のファイルを管理者用サイトからアップロード（コンテンツ登録）することで、クライアントアプリには最新のコンテンツを配信できる。アバター、音声、テキストチャットの機能実装では同期エンジンを利用しており、また、コンテンツ配信を効率的に行うためのコンテンツ・デリバリー・ネットワーク*6を構築している。

これにより、1つのアプリで複数のイベントの同時開催が可能なプラットフォームを実現している。

4. 活用事例

本プラットフォームを活用した事例をいくつか紹介する。

(1) docomo Open House 2021

2021年2月4日から7日の4日間にわたり、ドコモは本プラットフォームを用いたバーチャル展示を実施した（図5）[8]。本イベントでは、8KVRやVolumetric Videoを含む十数個の展示ブースを比較

*5 ハードコーディング：特定の動作環境を前提としたソースコードの実装のこと。

*6 コンテンツ・デリバリー・ネットワーク：コンテンツを高速、大規模配信するためのネットワークのこと。

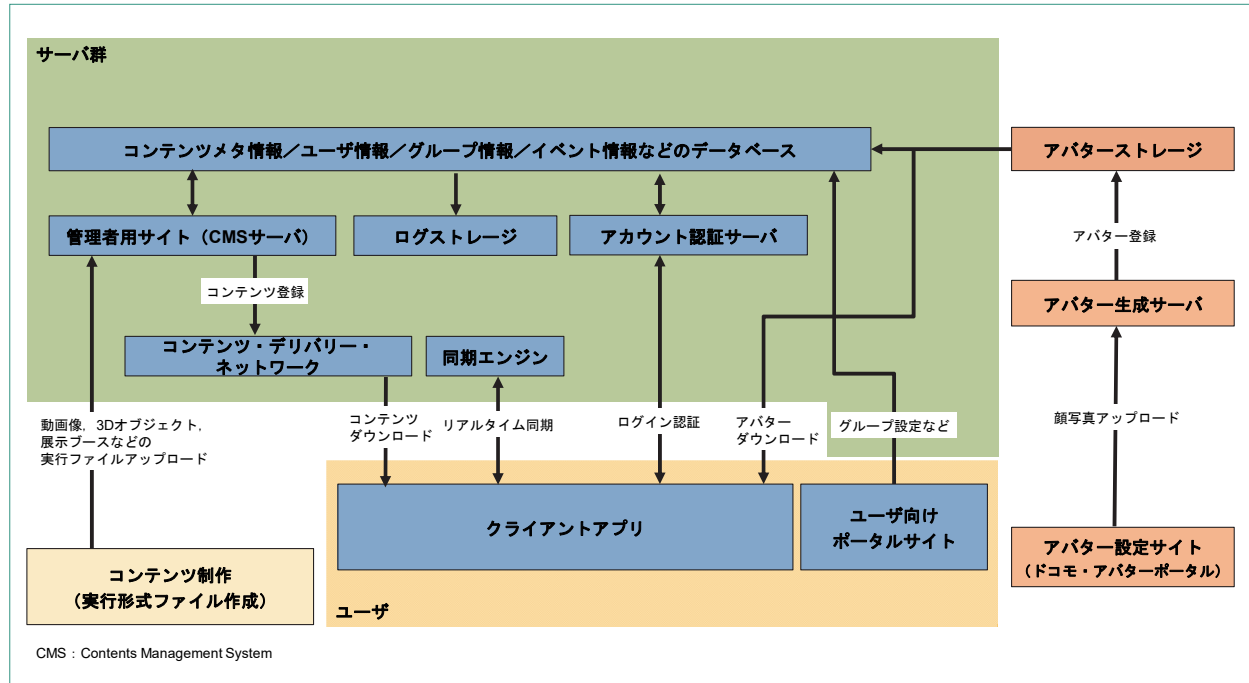


図4 システム構成図



図5 docomo Open House 2021

的短期間で用意でき、出展を実施した。中でも Volumetric Videoを用いた展示ブースの反響が大きく、コンテンツへのニーズがあることが分かった。

(2)NTT Communications Digital Forum

2021年10月20日から22日の3日間にわたり、NTT

コミュニケーションズにより本イベントが開催された [9]。本イベントの特徴として、説明員の配置に力を入れており、ユーザは、各展示ブースでのセミナー動画を閲覧した後、説明員との対話でイベントをより楽しむことができた。また、テキストによ

るチャットボット*7にも対応しており、説明員が不在の場合においても質疑に対応することができた(図6)。

(3)NTT R&D FORUM — Road to IOWN 2021

2021年11月16日から19日の4日間にわたり、本イベントの出展物の1つとして本プラットフォームを用いた出展がNTTにより行われた(図7)[10]。本イベントでは、Volumetric Videoを用いたコンテンツや8KVRによる視聴体験が可能なブース展示を行った。

(4)docomo Open House'22

2022年1月17日から19日の3日間にわたり、ドコモは本プラットフォームを用いたバーチャル展示を実施した(図8)[11]。本イベントの特徴は、モー

ションキャプチャ技術を活用したドコモ初の出展を行ったことである。モーションキャプチャ技術を活用した展示に関しては特に多くのユーザからの反響があった。

5. あとがき

本稿では、マルチデバイスに対応しており、「いつでもどこでも」オンラインでのイベント参加が可能なプラットフォームについて、開発に至った背景やそれらを踏まえて開発した本プラットフォームの特長、また実際の活用事例について解説した。

本プラットフォームは、複数のイベントの開催、VRならではの体験コンテンツ、その他バーチャル



図6 NTT Communications Digital Forum



図7 NTT R&D FORUM — Road to IOWN 2021

*7 チャットボット：音声やテキストチャットを介して、人との会話を自動的に行うプログラム。



図8 docomo Open House'22

イベントで必要と考えられる特長を具備している。また、フロア空間や展示ブースの造形は自由に構築できることから、イベント以外の用途でも利用可能であり、メタバースでの提供も考えられる。今後は、これまでのイベントでのユーザーの声を踏まえた改善を行ったり、イベントをより盛り上げる要素を取り入れたりしながら、より良い体験ができるプラットフォームになるよう検討を進めていき、主に法人向けソリューションとしての展開を進める。

文 献

- [1] Peatix Japan株式会社：“2021年Peatixイベント調査レポート,” Nov. 2021.
https://documents.peatix.com/2021_Peatix_Event_Survey.pdf
- [2] NTTドコモ報道発表資料：“XR空間におけるお客さまのアバターを作成・管理できる「ドコモ・アバターポータル」を開発,” Jan. 2022.
https://www.docomo.ne.jp/info/news_release/2022/01/11_00.html
- [3] NTTドコモ：“高精細映像伝送ソリューション NTT XR Live EX 8K.”
<https://www.docomo.ne.jp/biz/service/1e8kvr/>
- [4] NTTドコモ：“お台場にXR専用の撮影スタジオ「docomo XR Studio」を開設,” Jan. 2021.
https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_210114_00.pdf
- [5] 阿部, ほか：“XRコンテンツの撮影, 編集, 配信向けスタジオ「NTT XR Studio」,” 本誌, Vol.30, No.2, PP.21-26, Jul. 2022.
- [6] NTTドコモ報道発表資料：“リアルタイムに配信したモーションデータを3Dモデルへ反映し, 視聴可能にする技術を開発,” Jan. 2022.
https://www.docomo.ne.jp/info/news_release/2022/01/11_01.html
- [7] NTTドコモ：“ドコモAIエージェントAPI®.”
https://www.ntt.com/business/services/ai_agent_api.html
- [8] 玉置：“docomo Open House 2021—ここから, みんなの, あたらしい社会がはじまる. Hello, Transformation. 一,” 本誌, Vol.29, No.1, pp.67-71, Apr. 2021.
- [9] @Press：“デジタル空間で展開する「NTT Communications Digital Forum 2021」を開催,” Sep. 2021.
<https://www.atpress.ne.jp/news/278150>
- [10] NTT R&D Webサイト：“NTT R&D FORUM — Road to IOWN 2021.”
<https://www.rd.ntt/forum/2021/exhibits.html>
- [11] NTTドコモ報道発表資料：“「docomo Open House'22」をオンラインで開催 —あなたと未来を協創するイベント—,” Nov. 2021.
https://www.docomo.ne.jp/info/news_release/2021/11/17_00.html

空間に紐付くARサービスを ワンストップで開発可能な 空間AR開発パッケージ

移動機開発部

くりばら	たくろう	くらち	りょうすけ
栗原	拓郎	倉地	亮介
やまもと	たいし	ごとう	おさむ
山本	泰士	後藤	修
きむら	しんじ		
木村	真治		

近年、スマートフォンやグラス型デバイスを用いた空間認識型のARサービスが登場し始めている。空間認識型のARサービスを提供するためには、自己位置推定やARコンテンツ管理・配信などの必要とされる技術やシステムが多く、サービス提供の敷居が高いことが課題となっている。このためドコモは、この敷居を下げることを目的に、空間AR開発パッケージを開発した。これにより、必要技術やシステムを揃えて実施する従来のARサービス開発と比較して短期間・低コストの、ワンストップでの開発が可能となる。

1. まえがき

近年、スマートフォンやグラス型デバイスを用いた空間認識型のAR (Augmented Reality) サービス*1が登場し始めている。空間認識型のARサービスでは、空間に紐付くAR体験をユーザに提供することができるため、現実世界の街や商業施設といった特定の空間における、バーチャル広告やクーポンなどのデジタル情報の提供やエンターテインメント

コンテンツの提供などのさまざまな用途が期待される。その一方で、画像認識型のARサービスと比べて、サービス提供の敷居が高いことが課題となっている。これは、デジタルツイン*2を構築するための現実空間のデータ取得技術、ARコンテンツを空間に紐付けて配置する技術、ARコンテンツを共有・配信するためのサーバ準備など、複数の技術やシステムを用いる必要があるためである。

このような課題を解決するため、ドコモではAR

©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。

† 現在、XR推進室

*1 空間認識型のARサービス：特定の場所にARコンテンツを登録しておき、その場所に来た人に、ARデバイスを通して、ARコンテンツを現実空間に重畳して表示させるARサービス。

*2 デジタルツイン：現実世界に存在する場所、モノや事象を、さまざまなデータを基にデジタル空間上に双子のように再現する技術。

クラウド^{*3}の研究開発を進めており [1]、これらの研究成果および実証実験を通して培ってきた知見を基に、ワンストップで開発可能な空間AR開発パッケージを開発した。本パッケージでは、空間認識型のARコンテンツ開発に必要な技術・システムを1つのパッケージとして提供しているため、サービス提供者は必要技術やシステムを揃えて実施する従来の開発と比較して、短期間・低コストでARサービスを提供することが可能である。本パッケージを用いることで、例えば以下のようなAR体験を提供するARサービスが開発できる。

- ・グラス型を含む多様なデバイスでの共通的なAR体験
- ・同一空間内にてユーザ属性に応じて広告やクーポン、表示言語が切り替わるAR体験
- ・友人や家族間でのインタラクティブなコンテンツ共有

- ・IoTセンサ（人感センサなど）で取得されたりアルタイム情報を活用したAR体験

本稿では、ドコモにて開発した空間AR開発パッケージを構成する特徴的な技術について解説する。

2. 空間AR開発パッケージ

空間AR開発パッケージの構成図を図1に示す。本パッケージはデジタルツインを構築するためのスキャンツール、ARコンテンツを開発するためのオーサリングツール^{*4}、ARコンテンツを配信・共有するためのARクラウドサーバ、ARコンテンツを体験するためのビューワアプリから構成される。さらに、ARクラウドサーバは、自己位置指定サーバ、空間構造サーバ、コンテンツサーバ、同期サーバ、ログ管理サーバにより構成される。各機能ブロック

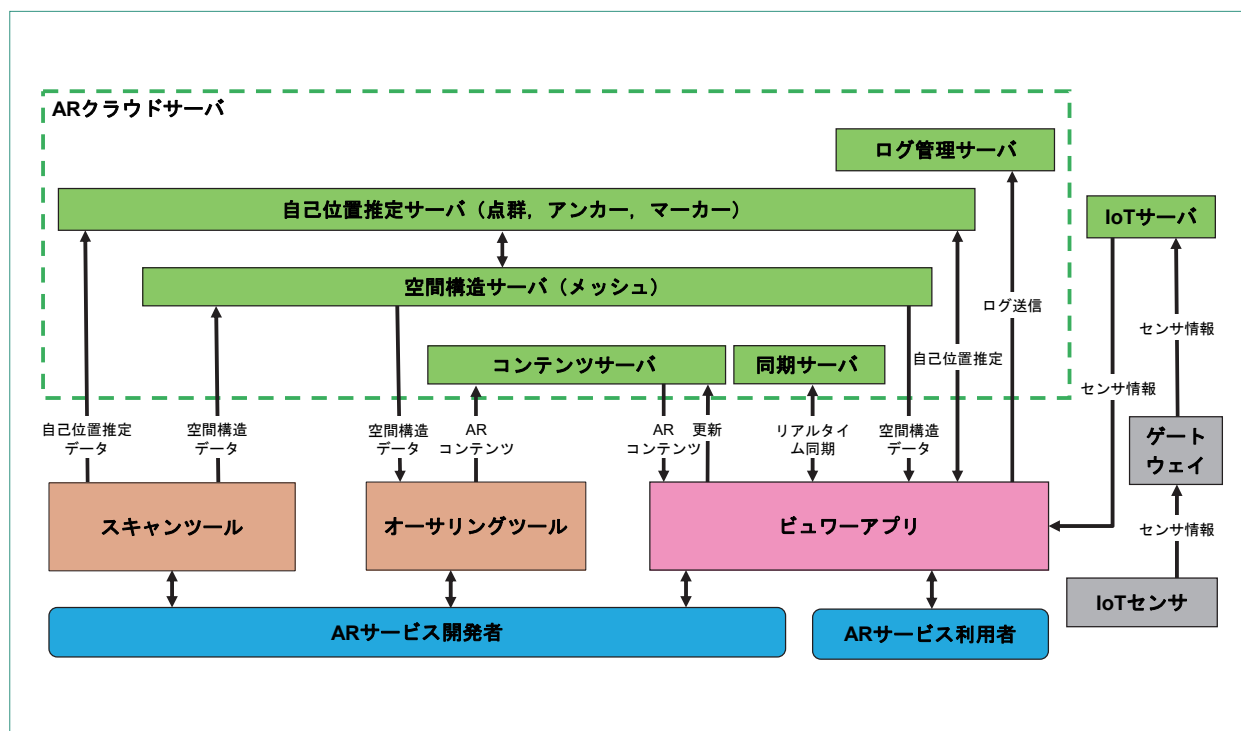


図1 空間AR開発パッケージの構成図

^{*3} ARクラウド：現実空間にARコンテンツを重畳表示し、複数デバイス間で共通のARコンテンツをインタラクティブに共有可能にする技術基盤。

^{*4} オーサリングツール：文字や画像といった異なる種類のデータを編集して、1つのソフトウェアやコンテンツをつくるためのアプリケーションソフトウェア。本稿ではARコンテンツをつくるための空間AR開発パッケージ独自のアプリケーションソフトウェアをいう。

を用いたARサービス開発のフローは以下のとおりである。

- ①開発者は、スキャンツールにより現実空間のデータ取得を行う。取得されたデータは、自己位置推定に用いる情報（点群やアンカー*5）とARコンテンツ開発に用いる空間構造情報（メッシュ*6）の2種類である。取得したデータについては、データ間の座標系*7を統一した上で、それぞれ自己位置推定サーバ、空間構造サーバに保存する。
- ②開発者は、オーサリングツールによりARコンテンツ開発を行う。オーサリングツールは、空間構造サーバから空間構造情報を取得して参照することによりARコンテンツの配置場所を決定する。ARコンテンツは、コンテンツサーバに保存する。
- ③ビューワーアプリはグラス型を含む多様なデバイスで動作するアプリであり、ARコンテンツおよび自己位置推定に用いる情報を自己位置推定サーバ、空間構造サーバ、コンテンツサーバから取得する。ユーザは、ビューワーアプリを通してARサービスを体験する。

このARサービス開発のフローにおいて、特に重要な検討すべき技術要素として「自己位置推定技術」「ARコンテンツ開発」「ARコンテンツ管理・配信技術」がある。これらの要素について以下に述べる。

2.1 自己位置推定技術

「自己位置推定技術」は、ARデバイスの現実空間内の位置と方位を推定する技術である。この技術により、現実空間の任意の場所にARコンテンツを重畳表示できる。空間認識型のARサービスでは、一般的な測位システムであるGPS（誤差10m程度）よりも高い精度が求められるため、本パッケージではカメラ画像を使った測位を採用している。また、ロ

ケーションに応じて最適な自己位置推定技術が使えるように、本パッケージではカメラ画像を基にしたマーカー方式、アンカー方式、点群方式の複数の自己位置推定技術に対応している。

- ・マーカー方式とは、開発者が基準となる画像（マーカー）を事前に登録し、ユーザのカメラにてそのマーカーを認識した際に、その位置を推定する技術である。この方式では、画像に関連したARオブジェクトを表示するなど、簡易な利用を想定している。
- ・アンカー方式とは、開発者が事前にARコンテンツを配置したい場所周辺を撮影することによりアンカーとして登録し、ユーザのカメラにてそのアンカーを認識した際に位置を推定する技術である。この方式では、狭域でのAR体験を提供するために利用することを想定している。
- ・点群方式とは、開発者が事前に取得した「特徴点マップ」とユーザのカメラにて取得した特徴点の比較により自己位置推定を行う技術である。この方式は、広域でのAR体験を提供するために利用することを想定している。具体的には、開発者が事前にARコンテンツを配置したい場所を含む広い範囲を撮影することにより特徴点マップを作成し、ビューワーアプリによりユーザのカメラに写った画像を定期的（数秒に1枚程度）に自己位置推定サーバに送信することで、自己位置推定サーバでは、ビューワーアプリから送信された画像の特徴点を抽出し、特徴点マップと照合することにより、位置を推定する。

2.2 ARコンテンツ開発

本パッケージでのARコンテンツ開発は、オーサリングツールにより実施される。オーサリングツールは、PC上にて動作するアプリケーションである。開発者は、オーサリングツールを用いることで空間構造サーバに保存した空間構造情報（メッシュ）を

*5 アンカー：ARコンテンツを配置する際の基準とする現実の場所を示す情報。

*6 メッシュ：三角形や四角形などのデータの集合により3次元の物体形状を表現する空間モデルデータ。

*7 座標系：任意の座標を表現するための、原点と座標軸のとり方。座標と座標系の組より、唯一の点を表すことが可能となる。

取得し、空間構造情報に紐付いたARコンテンツの開発および配置が可能である。

本パッケージでは、ARコンテンツ開発の難易度を下げするため、プログラマー以外でもARコンテンツ開発ができるよう、ビジュアルスクリプティング*8を採用した。ARコンテンツ開発では一般的にプログラミングの知識を必要とするが、ビジュアルスクリプティングの採用により、本パッケージでは提供されたノード*9を繋げるだけでARコンテンツ開発が可能になった。さらに、ビューアアプリ間の位置情報の共有や、ARコンテンツの連動のような複雑な機能もノードとして提供しているため、マルチプレイやネットワーク連動コンテンツも容易に開発できる。2021年3月に行った実証実験 [2] では図2(a)に示すように、この同期機能を用いたARコンテンツであるドラゴンバトルを開発した。このARコンテンツは複数のユーザが同時にドラゴンと戦うというものであり、他ユーザの位置や行動がリアルタイムに反映されている。さらに、2021年7月に行った実証実験 [3] では図2(b)に示すように、VR (Virtual Reality) にてARコンテンツと同一空間をリアルタイムに体験できる機能を開発した。これにより、遠

隔地から会場を回遊したり、現地のAR体験ユーザーと一緒にドラゴンバトルなどのフィールドゲームを楽しんだりすることができる。この機能を用いて、現地でのAR体験に加え、PCやVRゴーグルを介した遠隔地でのVR体験が可能であることを実証した。このように、本パッケージでは、場所を問わず、同じ体験の共有を可能とするXR空間の開発が可能である。

また、ARコンテンツは現実空間に紐付くため、当該地に設置された開発中のARコンテンツの確認・調整ができることが望ましい。オーサリングツールでは、ビューアアプリおよびコンテンツサーバと連携することによりこれを実現している。開発者は、ビューアアプリで実際に現地にてARコンテンツを表示させながらARコンテンツの位置調整を行い、その結果をコンテンツサーバに保存する。その後、開発者はコンテンツサーバからオーサリングツールに調整されたARコンテンツの位置情報を取得・反映させることができる。さらに、オーサリングツールには下書き機能も取り入れている。下書きとして保存されたARコンテンツは開発者のビューアアプリ限定で表示され、すでに公開されている



図2 ネットワーク連動コンテンツであるドラゴンバトル

- *8 ビジュアルスクリプティング：視覚的にわかりやすいオブジェクト（ノード（*9参照））を組み合わせて接続していくことでさまざまなロジックを記述する手法。
- *9 ノード：ビジュアルスクリプティングにて使用する部品。ノードを組み合わせてロジックを組む。

ARコンテンツには影響を与えない。そのため、下書き機能を活用することにより、気軽にARコンテンツの調整が可能となる。

2.3 ARコンテンツ管理・配信技術

「ARコンテンツ管理・配信技術」は、物体や場所に紐付いたARコンテンツを管理・配信する技術である。本パッケージでは、コンテンツサーバがARコンテンツの管理を行い、ビューワーアプリに対して配信を行う。

一般的なアプリケーションの場合では、ARコンテンツを変更する場合はアプリケーションを作り変えて再ビルドし、再インストールが必要になる。一方、本パッケージではARコンテンツをオーサリングツールとビューワーアプリ共通で管理することができるため、オーサリングツールから登録されたARコンテンツは再ビルド不要でビューワーアプリにてすぐに確認できる。ビューワーアプリは多彩なデバイス環境に対応しており、現時点ではiOS/Android/MagicLeap/Windows (VR) に配信できる。なお、ビューワーアプリからは各種ログを出力することもで

きるため、自己位置推定結果をトレースした詳細な回遊ログや、ARコンテンツの視聴回数などをログ管理サーバに保存し、開発者が取得することが可能となる。

また、本パッケージでは環境をセンシングするIoTセンサ（人感センサ、ビーコン、開閉センサなど）と連携するノードも提供する。センサ情報はゲートウェイ*10経由で収集され、ビューワーアプリに配信される。図3に示すようにセンサと連携することにより、例えば館内エリアの混雑状況やビーコンを持った子どもの位置情報、トイレの空き情報をリアルタイムにARで表示するといったことが可能である。

さらに、ARコンテンツはレイヤという単位で管理されており、ビューワーアプリは複数のレイヤを同時に、または切り替えて表示できる。レイヤを切り替えることにより同一空間に異なるARコンテンツを表示した例を図4に示す。このレイヤ機能によって、ARならではの多層的な空間表現を実現することができる。



図3 センサ連携によるリアルタイム情報表示

*10 ゲートウェイ：プロトコル変換やデータの中継機能などを有し、デバイスとの通信を可能にする中継デバイス。本稿では、センサからサーバに送信するデータの集約および中継する専用機器として独自に開発しているものを指す。

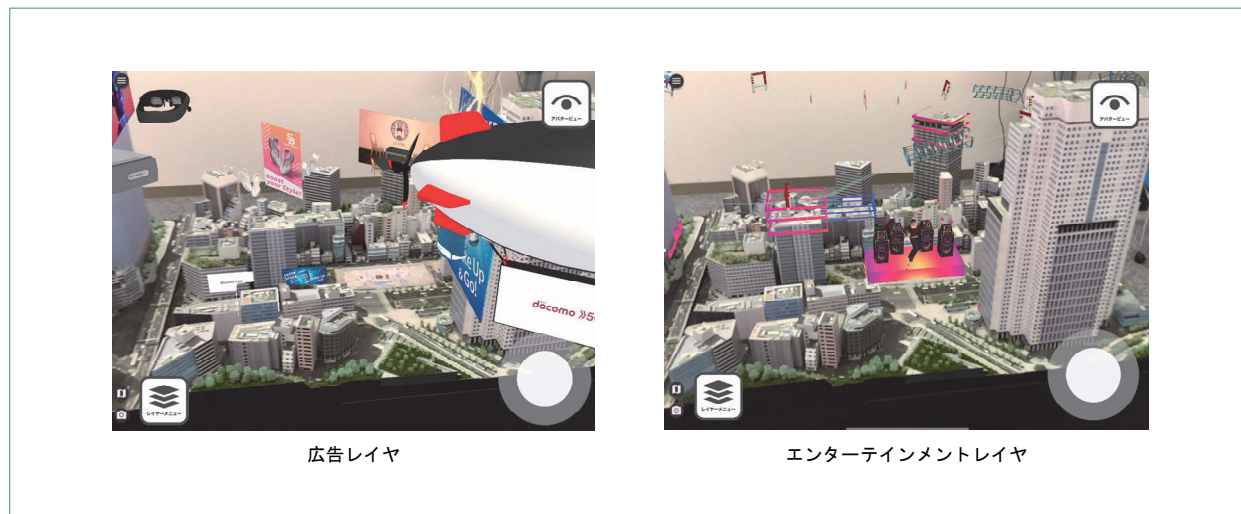


図4 レイヤを切り替えることによるARコンテンツの変更

3. あとがき

本稿では、空間に紐付くARサービスをワンストップで開発可能な空間AR開発パッケージについて解説した。また、本パッケージの構成と、本パッケージの特徴的な技術要素として「自己位置推定技術」「ARコンテンツ開発」「ARコンテンツ管理・配信技術」について述べた。今後もドコモでは、本パッケージを活用したARサービスの展開と、ユーザからのフィードバックを基に継続的な機能改善およびアップデートを行っていく予定である。本パッケージにより、ARサービスがより普及してくことを期待している。

文献

- [1] 林, ほか: “マルチデバイスでの共通のAR/MR体験を提供可能なAR/MRクラウド技術,” 本誌, Vol.28, No.4, pp.39-44, Jan. 2021.
- [2] 森ビル株式会社, NTTドコモ: “ヴィーナスフォートAR実証実験.”
https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_210309_00.pdf
- [3] 森ビル株式会社, NTTドコモ: “お台場ヴィーナスフォートでインタラクティブなXR体験提供の実証実験を実施.”
https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/topics/2021/topics_210706_00.pdf

Technology Reports (特集)

Volumetric Video

モーショキャプチャ

コンテンツ配信

XR特集 —XRエコシステム形成に向けたドコモの取組み—

XRコンテンツの撮影・編集・配信 向けスタジオ「NTT XR Studio」

移動機開発部	あべ	ももこ	ふじもと	ようへい
	阿部	桃子†1	藤本	洋平†2
	かとう	さだあつ	まとは	なおと
	加藤	禎篤†2	的場	直人†2
よしやま	かずゆき	あさかわ	えいいち	
	吉山	和志†2	浅川	栄一†2

近年、XRサービスの本格的な普及に向けて、コンテンツの制作や編集、配信技術の確立が重要となっている。そこでドコモは2021年1月、東京台場のテレコムセンタービルにXR専用の撮影、編集、配信向けスタジオ「NTT XR Studio」を開設した。本稿ではこのスタジオ設備、およびスタジオ内に設置している各システムの技術や特長について解説するとともに、実際の活用事例について紹介する。

1. まえがき

近年、XRサービスの普及に向けて、コンテンツの制作や編集、配信技術の確立が重要となっている。特にアバターとして人物を立体的（3次元）に表現する技術や、人物の外見や動作を「あるがまま」の3次元動画として保存するVolumetric Video*1の撮影技術は、XR空間を活用したサービス上で「自分」を含む「人物」を表現するために重要な技術となる。さらに、撮影したものや外部から取得したXR向けコ

ンテンツの編集から配信までを一元的に行う「ワンストップサービス」の実現により、XR向けコンテンツ制作・配信サービスの円滑な普及が可能になると考えられる。

ドコモは2021年1月、東京台場のテレコムセンタービルにXR専用の撮影、編集、配信向けスタジオ「NTT XR Studio」を開設した。スタジオ内ではVolumetric Videoの撮影や、撮影したコンテンツの編集、配信を行うための一連のシステムを配備している。また、人物の動きをリアルタイムにキャプ

©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 現在、プロダクトデザイン部

†2 現在、XR推進室

*1 Volumetric Video：人物・物体の3D動画データのこと。対象物の形状データと表面のテクスチャ（*2参照）データで構成されている。

チャして配信する「モーションキャプチャ」システムも構築している。本稿ではこれらのスタジオ内に設置している各システムの技術や特長について解説するとともに、これまでの活用事例について紹介する。

2. Volumetric Video撮影システム

NTT XR Studioには、多角的に撮影された被写体がデジタル空間上に立体（3次元）として再構成されたVolumetric Videoを生成するための最新機材を設置している。その中で特に特徴的なものが、TetaVi社（イスラエル）の「TetaVi Studio」という撮影機材で、通常はVolumetric Videoの撮影を行う際に必要なグリーンバック（緑色の単色背景）が不要である。これは、本機材が3次元のテクスチャ*2を撮影する通常のカメラとは別に、対象物までの深度情報*3を取得する手法をもつことで、撮影対象の人物の領域を抽出することが可能となるためである（図1）。

本撮影システムは、撮影対象が主に「人物」（1～2名）であり、直径2.9m、高さ1.8mの仮想円筒内の領域で撮影可能である。静止状態だけでなく動いている状態も撮影することができ、被写体が動いている場合は立体（3次元）のデータが時系列で記録される。撮影されたデータは360度どの方向からも視

聴することが可能であり、また視聴位置を前後に調整することによる拡大、縮小表示を実現できる。さらに本システムは、ライトによる明るさ制御が可能な屋内であれば移動して設置、撮影することも可能であり、背景の制限を受けることなく演劇用の舞台装置やスポーツ設備を背景に撮影することもできる。

本システムの活用事例としては、WebARを活用したVolumetric Videoの視聴が挙げられる（図2）。スマートフォンのブラウザを使い、外部カメラで撮影された背景映像上にVolumetric Videoの人物を重ねることで、例えば、手のひらの上に乗せるなど、自分の部屋の中にあたかも撮影された人物が存在するようにも見せることができる。視聴者がスマートフォンを任意の空間に向けると画面上にコンテンツが表示され、それに対してスマートフォンの角度や距離を変更することで、Volumetric Videoの人物の周りを移動したり、近づいたりするように感じられる。XRコンテンツならではの体験が可能である。

3. Volumetric Videoの配信システム・プレイヤー

NTT XR Studioは、前述したVolumetric Video撮影機材に加えて、マルチデバイスに対応したVolumetric Videoストリーミング配信システム・プレイヤーを備えており、撮影からコンテンツ配信まで

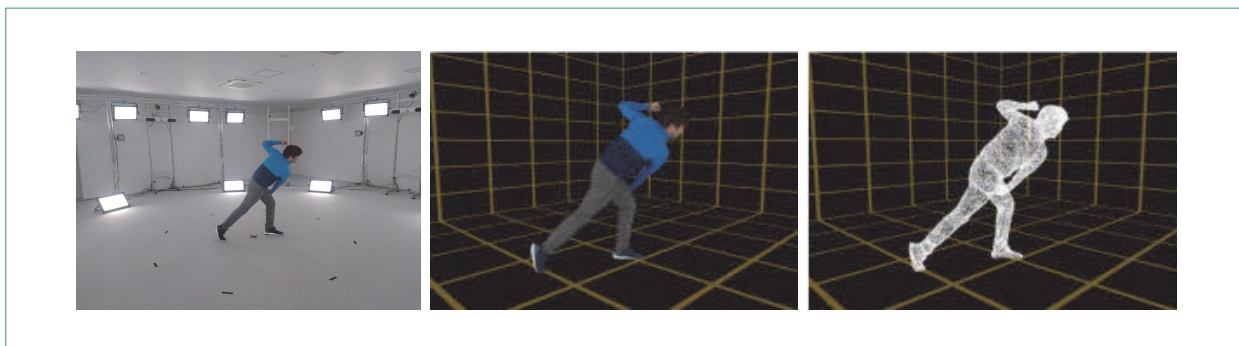


図1 TetaVi Studioの撮影例，データ作成例

*2 テクスチャ：3D形式のデータにおいて、物体表面の質感を表現するために物体表面に貼り付ける画像のこと。

*3 深度情報：本稿では、カメラ位置からの距離（奥行き）を表す。

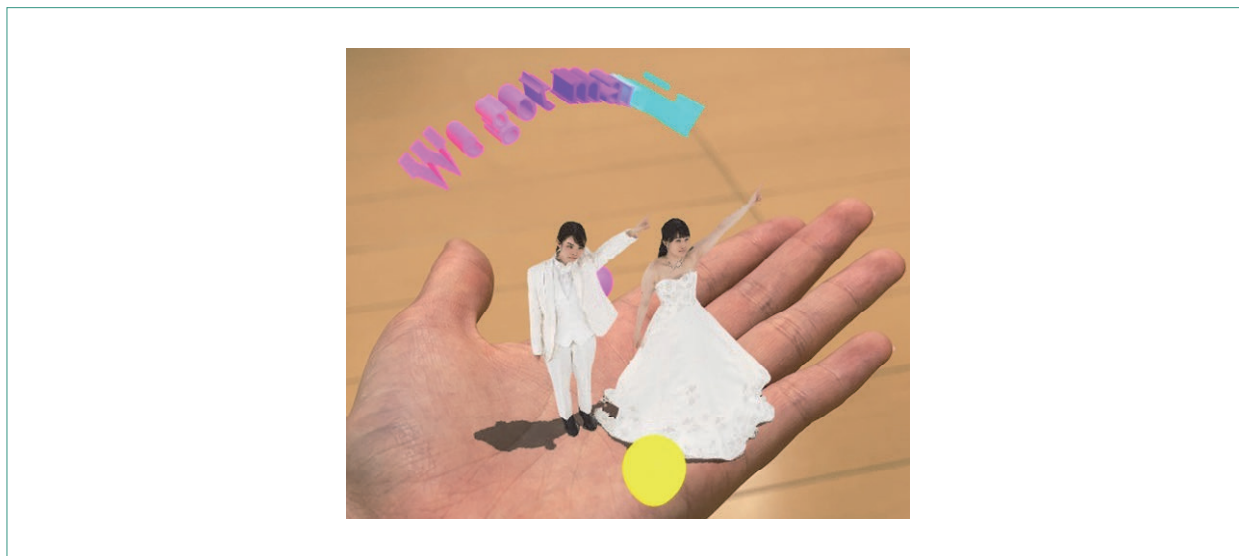


図2 Tetavi Studioで撮影したVolumetric Videoの活用事例

の一気に通貫したサービスをワンストップで提供可能である。

3.1 Volumetric Video配信における課題

Volumetric Videoは、臨場感と存在感のある自由視点立体映像を表現することが可能であるが、2D動画に比べて情報量が多いため、ファイルサイズが比較的大きくなる。このため、Volumetric Videoの再生をダウンロード方式で行う場合、コンテンツを選択してから再生するまでにかかる時間が長くなり、ユーザ体験が損なわれることが懸念される。このような背景から、これまでのVolumetric Videoを用いたコンテンツ配信では、主にファイルサイズが小さい短尺コンテンツ配信が行われてきた。

ユーザ体験を損なうことなくファイルサイズが大きい長尺コンテンツを配信するためには、2D動画の配信方式で採用されているストリーミング配信方式を行うことが望ましい。ストリーミング配信は、コンテンツファイルを時系列に沿って細かく分割した上でサーバへ配置する。プレイヤーはコンテンツ冒頭のファイルのダウンロードを完了した時点で再生

を開始し、その後続く時系列データのダウンロードを継続しながらコンテンツの再生を行う。コンテンツファイルのすべてをダウンロードしてから再生を開始するダウンロード方式とは異なり、コンテンツ冒頭の小さなファイルをダウンロードした時点で再生を開始できるため、コンテンツ再生までにかかる時間を短縮することができる。しかし、Volumetric Videoのファイルフォーマットは2D動画とは異なるため、2D動画で用いられるストリーミング配信方式をVolumetric Videoへ単純に適用することはできず、Volumetric Video用の新しい配信方式が求められていた。

3.2 Volumetric Videoストリーミング配信

前述の課題を解決するため、ドコモはArcturus Studios Holdings, Inc. [1] の技術協力により、長尺コンテンツのストリーミング配信技術、およびコンテンツのクオリティを一定以上に保ちながら配信時のビットレートを最適化する技術を開発した(図3)。まずVolumetric Video撮影システムで被写体を立体のデータとして収録し、そのデータをストリーミン

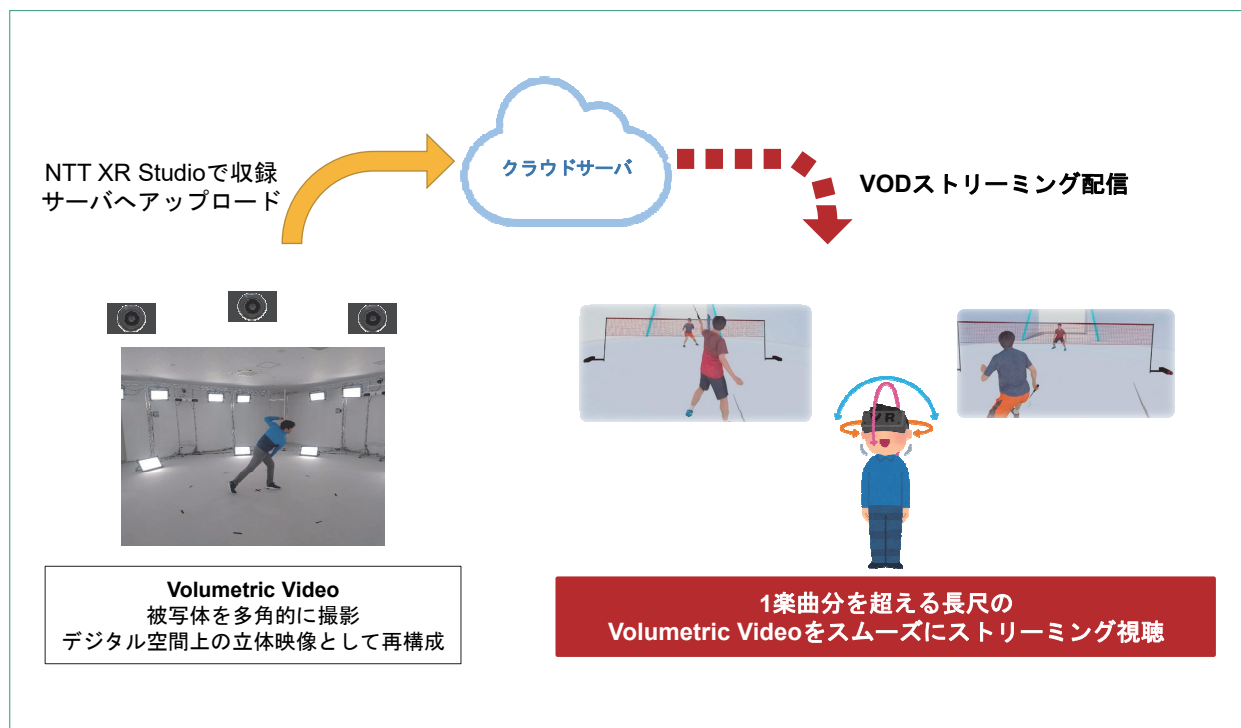


図3 Volumetric Videoストリーミング配信システム構成図

グ配信用データへ変換した後にクラウドサーバへアップロードする。ユーザはVolumetric Videoプレイヤーを備えたデバイスからそのサーバへアクセスすることで、コンテンツを視聴することができる。長尺で高品質なVolumetric Videoのストリーミング配信が可能となることで、ユーザの再生コストの低減や配信コンテンツの幅が広がることが期待される。本技術を利用したVolumetric Videoプレイヤーは、VR (Virtual Reality) ヘッドマウントディスプレイ*4やMR (Mixed Reality)*5デバイス、スマートフォン、PCといった多様なデバイスに対応しており、ユーザは場所や用途を問わずさまざまなシーンでVolumetric Videoコンテンツを視聴することが可能である。

また、Volumetric Videoは未だ統一されたファイルフォーマットが存在せず、各撮影機材によって異なるファイルフォーマットが採用されている。本技

術によるストリーミング配信では、代表的な複数のVolumetric Videoファイルフォーマットの入力に対応した専用の編集ツールを活用することで、撮影機材やファイルフォーマットに囚われないストリーミング配信が可能である。

4. モーションキャプチャによる動き情報の取得とデータ配信技術

NTT XR Studioには、光学式モーションキャプチャ機材が導入されている。モーションキャプチャとは、現実のヒト・モノの動きをデジタルデータとして取得する技術であり、スポーツや医学的な動作解析といった用途や、映画やゲームにおけるコンピュータグラフィックス (CG) を用いた映像制作といったエンターテインメント用途などに幅広く活用されている。

*4 VRヘッドマウントディスプレイ：頭部に装着するディスプレイ装置の総称。目のすぐ前における映像提示を可能とし、片目だけに映像を提示する単眼タイプと、両目に映像を提示する両眼タイプがある。メガネやゴーグルなどのレンズ部分に映像を提示するものが代表的である。

*5 MR：現実世界を写した映像に、電子的な情報を重ねて、ユーザに提示する技術。ARと異なり、自由視点での表示など情報を実際にそこにあるかのように提示する。

4.1 光学式モーションキャプチャ

光学式モーションキャプチャは、撮影対象である物体の動きを3次元データとして取得するシステムである。この方式では、まず撮影対象の各部位にマーカーを取り付け、そのマーカーの位置を複数台のカメラで撮影することでそれぞれのマーカーの3次元位置を推定する。対象物体がヒトである場合は、得られた各部位のマーカーの3次元位置を、あらかじめ定義された人体モデルと照らし合わせることで、撮影対象の関節位置や角度を推定することが可能となる。

光学式モーションキャプチャは、撮影のためにカメラを複数台設置する必要があり比較的広いスペースを必要とするが、他の手法に比べ検出精度が高く、撮影対象の動きが大きく制約されないことなどが特長として挙げられる。

4.2 モーションキャプチャを用いたエンターテインメントコンテンツ制作・ライブ配信

前述のとおりモーションキャプチャは、映画やゲームのCG映像制作といったエンターテインメント用途で広く使われている。特に近年のエンターテインメント業界では、モーションキャプチャと3DCGを用いて制作した2D映像のライブ配信がさかんに行われている。このような映像は、モーションキャプチャにより取得した演者の動きを用いて3DCGのアバターキャラクターをリアルタイムに操作することで生み出される。クオリティの高い3DCGアバターをリアルタイムに操作することで、演者とユーザがライブならではのリアルタイムコミュニケーションを行えることが特長である。

この2D映像配信では、3DCGの描画は配信者側で行い、その描画結果を2D映像としてキャプチャしユーザへ配信することが一般的である。これは、ユーザがコンテンツ視聴に利用するデバイスにとって3DCG描画の処理負荷が大きいことや、3Dコンテン

ツ視聴に対応したデバイスがこれまで少なかったことが主な理由である。しかし、近年VRヘッドマウントディスプレイやMRデバイスなどの3Dコンテンツ視聴に特化したデバイスの普及が進み、それらデバイスの中には3DCG描画をリアルタイムに行うことができるものが存在する。これらデバイスに向けて2D映像よりも豊かな体験をユーザへ提供できる3Dコンテンツ配信の需要が高まっており、その対応が求められている。

4.3 モーションキャプチャで取得したモーションデータのライブ配信技術

ドコモは、前述の課題に対して、モーションキャプチャを用いた3DCGコンテンツのユーザへの提供を目的とし、モーションキャプチャで取得したモーションデータを、音声データとともにユーザのデバイスへライブ配信するシステムを開発した（図4）。このシステムでは、取得したモーションデータと音声データの処理を配信PCで即座に行い、配信サーバへデータをアップロードする。また、ユーザのデバイスにインストールされたプレイヤーアプリケーションは、更新されていく配信サーバのデータを逐次的に受信する。プレイヤーアプリケーションには事前に3DCGアバターデータを送付しておき、デバイスが受信したモーションデータを基にアバターを描画することで、臨場感と存在感のある3Dコンテンツをユーザへ提供する。

本システムでは、モーションキャプチャデータの配信プロトコルとして2D映像配信で一般的に広く使われる方式を採用しており、既存の配信ファイル暗号化手法の実装やコンテンツ・デリバリー・ネットワーク^{*6}を用いた大規模配信へ容易に対応可能である。

また、本システムではモーションキャプチャデータに加えて、表情解析によりリアルタイムに取得した演者の表情データとマイクにより取得した音声

*6 コンテンツ・デリバリー・ネットワーク：コンテンツを高速、大規模配信するためのネットワークのこと。

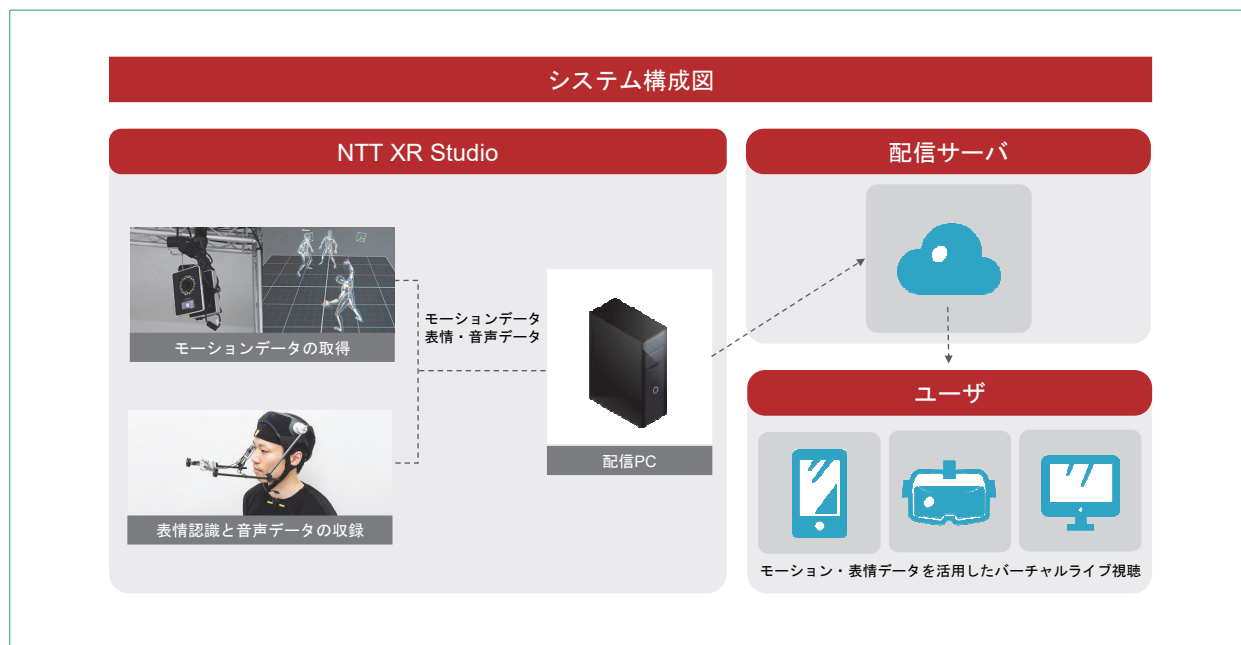


図4 モーションキャプチャデータライブ配信システム構成図

データを配信することが可能である。ユーザは自身のデバイスでこれらのデータを受信し、ユーザのデバイスにあらかじめ保存していた3DCGアバターデータに受信した動き、表情、音声を適用させることにより、ユーザは3DCGによる豊かなライブコンテンツを自由視点から鑑賞することができる。

5. あとがき

本稿では、「NTT XR Studio」の設備、およびスタジオ内に設置している撮影・編集・配信用の各シ

ステムの特長とその活用事例について解説した。ドコモは、今後も自社でXR Studioを構築することで撮影から配信までの一気通貫の環境を整備するとともに、この環境を外部のパートナーにも公開、開放して、社内外のコンテンツ開発者のフィードバックを得ながら協創することで、XR向けコンテンツの円滑な生成・普及に向けた活動を進めていく。

文献

- [1] ARCTURUS : “Powers volumetric video.”
<https://arcturus.studio/>

都市空間データセットを活用した バーチャル銀座の開発

日本電信電話株式会社 新ビジネス推進室
サービスイノベーション部

いけだ だいぞう
池田 大造
ゆぐち まさひろ
湯口 昌宏
おさだ ともあき
長田 和明
やまぞえ たかふみ
山添 隆文

ドコモは、“Wellbeing Society”の実現を目指したライフスタイル共創ラボの取組みの一環として、バーチャル空間上に銀座を「バーチャル銀座」という名称で再現し、周遊体験やゲーミフィケーションを通じて地域活性化を中心とした3D空間の提供価値の検証を進めている。

docomo Open House'22では、ドコモOICにバーチャル銀座をクラウドゲーミングシステムとして構築し、5G SAの高速・大容量・低遅延の通信を用いて端末にユーザが操作するアバター視点のバーチャル空間の映像を送信するシステム構成を実現した。これにより、ユーザの利用端末の処理性能に依存することなく、広大な銀座のフィールドを舞台とした没入感・爽快感のあるゲーミフィケーション体験を提供可能とした。

1. まえがき

ドコモは、“Wellbeing Society^{*1}”の実現を目指したライフスタイル共創ラボの取組みの一環として、バーチャル空間上に銀座を再現（以下、バーチャル銀座）し、地域活性化を中心とした3D空間の提供価値の検証を進めている。

近年では、コミュニケーションを行うためのバー

チャル空間はメタバース^{*2}と呼ばれており、3D空間データ、3Dアバターや地物をはじめとしたオブジェクト、センサデータの投影、シミュレーションの実行、3Dアバターとオブジェクト間などのインタラクションの定義などによって構成される。国内では、実世界を仮想世界に投影したデジタルツイン^{*3}の開発の促進およびユースケース開拓を目的に、国土交通省が「Project PLATEAU」として全国の3D

©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 Wellbeing Society：ドコモR&Dが目指す、1人ひとりが輝き、寄り添いながら、あらゆる可能性が広がっていく社会。

*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。

都市モデルのデータセット整備を主導しオープンデータとして提供している [1]。この3D都市モデル*4と呼ばれる都市空間データセットは、国際標準データフォーマットであるCityGML (Generalized Markup Language)*5 [2] に準拠し、ベースである都市計画の用途で整備した平面地図としての建物に関する基礎データに、航空画像による3D情報が加えられ、生成されたものである。ポリゴンデータのような都市空間の形状情報だけでなく、建物や街路などの地物をオブジェクト単位で生成・定義することができるため、それらの名称、種類、建築年などの属性データを保持することが可能となっている。そのため、3D都市モデル上で、デジタルツインに欠かせないシミュレーションや3Dアバターを通じたインタラク션을効率的に実装することができる。

また、3D都市モデルは、LOD (Level Of Detail)*6 という概念で都市空間の詳細度が規定されており、

東京23区エリアとしてLOD2と呼ばれる建物の屋根形状が表現されたデータセットを活用することができる (2022年3月時点)。

バーチャル銀座では、銀座の再現にあたって、銀座の中心を走る晴海通り、銀座通りを含む約1km四方の区画に該当する3D都市モデルを活用した (図1)。また、バーチャル銀座ではゲーミフィケーション*7の体験を提供することから、LOD2の3D都市モデルをパステルカラー調に変更した上で用いることとし、銀座4丁目交差点周辺の建物の一部については、詳細なモデルを作成した上で配置した (図2)。銀座の広大なフィールド上での3Dアバター間のコミュニケーション空間として、5G SA (Stand Alone)*8のモバイルネットワークのクラウドダイレクト*9を用いてマルチプレイシステムを構築することで、高速・大容量・低遅延な通信を可能としている。また、クラウドレンダリング*10技術を適用することで、

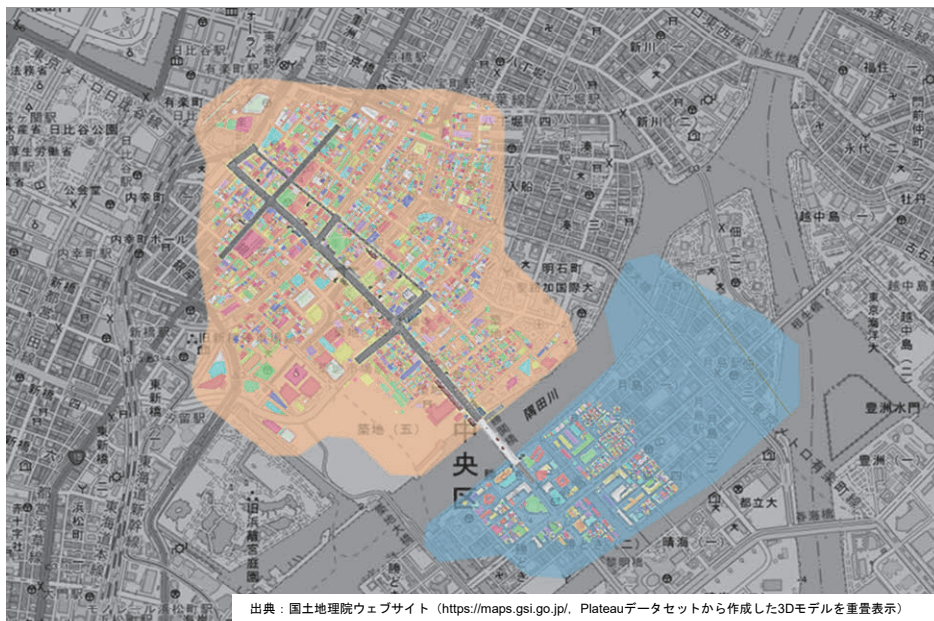


図1 CGで再現した銀座の範囲

- *3 デジタルツイン：現実世界に存在する場所、モノや事象を、さまざまなデータを基にデジタル空間上に双子のように再現する技術。
- *4 3D都市モデル：国土交通省がProject PLATEAUの一環として整備する、実世界（フィジカル空間）の都市を仮想的な世界（サイバー空間）に再現した3次元の地理空間データ。

- *5 CityGML：地理空間情報分野における国際標準化団体であるOGC (Open Geospatial Consortium) が国際標準として策定した3D都市モデルのデータフォーマット。
- *6 LOD：3DCGにおいて段階分けされたモデリングの詳細度を表す。
- *7 ゲーミフィケーション：ゲームのデザインやルールをゲーム以外の分野に応用すること。



図2 CGで再現した銀座の街並み

デバイス側のアプリケーションのインストールを不要とし、Webブラウザ経由でのリアルタイムコミュニケーションを実現した。さらに、3D都市モデルとモバイル空間統計^{*11} [3] を活用し、NPC (Non Player Character)^{*12}群を生成することで、銀座の賑わいを再現している。

本稿では、バーチャル銀座の概要、設計および docomo Open House'22に出展した5Gを活用した検証システムについて解説する。

2. バーチャル銀座の概要

銀座は歴史・文化をもち、また観光・エンターテインメント・ショッピングなど多様な側面をみせる、近代的な魅力にあふれた国際都市であり、昨今の新型コロナウイルス感染拡大の影響を大きく受けた街の1つである。バーチャル銀座は、3D都市モデルを活用してバーチャル空間上に銀座を再現し、さまざまな体験を通じてニューノーマル^{*13}時代の地域活性化に繋げることを目的として開発されたもので、

2021年3月に実証実験が開始された。

バーチャル銀座では、ゲーミフィケーションを中心とした3Dアバターによる周遊体験、競争ゲーム体験を提供している。銀座の歴史・文化の象徴である銀座発祥の地・歌舞伎座などのスポットを、詳細なモデルを作成した上で配置し、歴史・文化スポットを巡りながらかつて銀座でつくっており名称の由来ともなった銀貨を集めるゲーミフィケーション体験を導入することで、歴史ある街並みが残る銀座の魅力度の向上を図ることを狙いとしている。また、銀座の活気ある街の様相を表現するため、モバイル空間統計を活用し、人流データが示す銀座の来訪者数に応じた群衆をNPCとして配置した。モバイル空間統計は、24時間365日全国の人口統計を生成できるものであり、新型コロナウイルス感染拡大前の銀座の人口に基づいた賑わいの再現や、リアルタイムの人口に追従したNPCの配置などが可能である。

3Dアバターによる周遊体験では、歴史・文化スポットを訪れるだけでなく、いくつかの屋内空間スポットを訪問し、デジタルアイテムの購入、アバ

^{*8} 5G SA：SA方式による5Gサービス。4Gの装置を流用したNSA（^{*23}参照）に対して、5G専用設備と5G基地局を組み合わせ提供される。

^{*9} クラウドダイレクト：ドコモの5G回線においてインターネットから分離された閉域通信を提供するサービス。

^{*10} クラウドレンダリング：ネットワーク上のサーバで描画（レン

ダリング）されたCG映像を遠隔地で利用すること。

^{*11} モバイル空間統計：モバイルネットワークの運用データから生成される人口統計であり、日本全国にわたり24時間365日生成することができる。

^{*12} NPC：ユーザが操作しないゲームキャラクターを指すゲーム用語。

ターの衣装替えを体験することができる。屋内空間スポットの1つであるドコモショップでは、歌舞伎にまつわるグッズなどの銀座を代表するモノをデジタルアイテムとして購入することができ、3Dアバターの走るスピードが向上するなど、3Dアバターの能力の向上に繋がる。ほかにも、歌舞伎座、ポーラギンザ、NISSAN CROSSINGなど銀座を代表するスポットを訪れることができ、ブランドの魅力の認知度向上や購買機会の創出、実店舗への送客に繋げていく。

このようなゲーミフィケーションを通じてバーチャル銀座は、銀座に関連したモノのプロモーションに繋げる効果も担う。例えば、銀座の街を走る通りには、大きなディスプレイを搭載したアドトラックを複数配置し、3Dアバターからアドトラックまでの距離や視点により聞こえてくる音量を変化させることで、バーチャル空間上でのデジタルサイネージ^{*14}を実現している（図3）。この3D音響効果により、3D空間を活かした臨場感を体験しながらユーザーの見えない範囲にある映像による広告に気付くことが

できる。

競争ゲームでは、二人一組のバディによるパルクールを導入し、ゴールを目指して銀座の街を駆け巡る体験をユーザーに提供している（図4）。道具を使わずに駆け巡る、よじ登る、飛び降りるなどのダイナミックなスポーツであるパルクールを、銀座を舞台にプレイすることで、非日常的な爽快感を演出する。また、二人が同時にジャンプ台に飛び乗ることで発射する、二人が揃うことでゴールできるなどの共同体験や、ボイスチャットなどのリアルタイムコミュニケーションを織り交ぜることで、銀座という街を通じて交流できる空間を形成している。

3. 都市空間表現の実現

バーチャル銀座では、3D都市モデルと建物に関するメタ情報、モバイル空間統計といった統計情報、3D空間でのゲーミフィケーションの実現を目的としたアイテムデータや、NPC、イベントスクリプトを合わせて都市空間データセットと定義し、ゲー



図3 フィールドに設置されたアドトラック

*13 ニューノーマル：社会の環境や情勢の変化に伴い、不可逆的に新たな常識が定着した状態。

*14 デジタルサイネージ：デジタル技術を用いた広告媒体のこと。ディスプレイやプロジェクタを用い、時間や場所などに応じて表示する広告内容を変化させることが可能であり、従来のポスターなどとは異なる広告メディアとして注目されている。

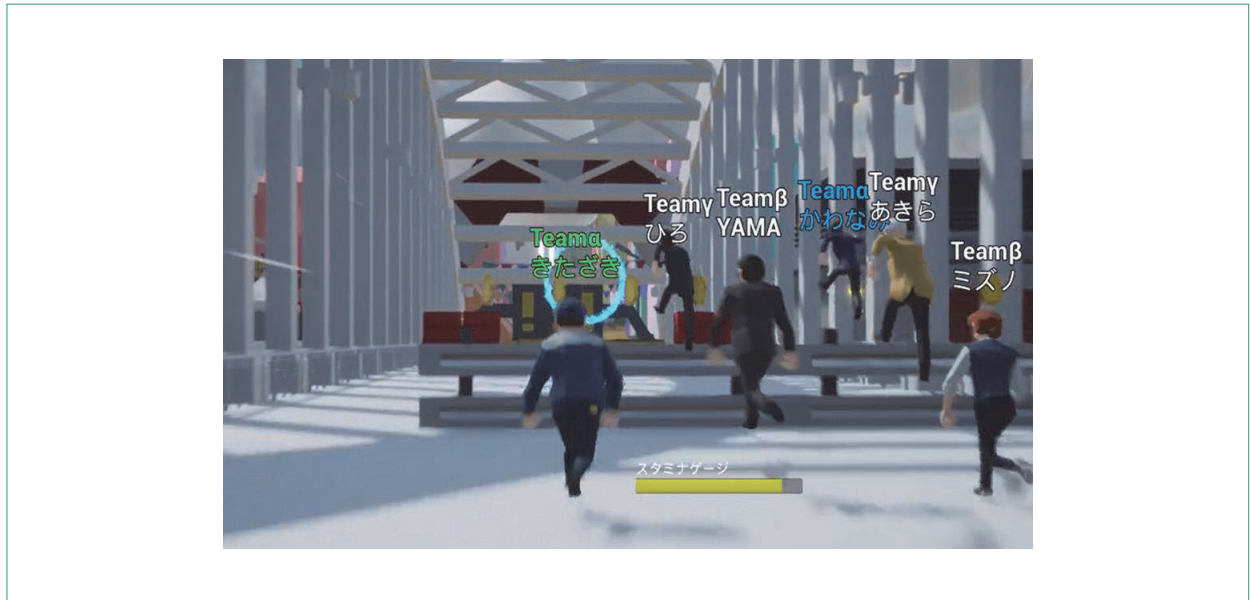


図4 競争ゲームのマルチプレイの様子

ムエンジン*15上での表現に利用している。近年、ゲームエンジンは、ゲームやVR（Virtual Reality）コンテンツの開発に限らず、建築ビジュアライゼーションや映像制作などの幅広い分野への応用が始まっている。本施策では、高度なグラフィック表現が可能なゲームエンジンであるUnrealEngine 4を用いた広大な都市空間の表現と、クラウド経由・ローカルネットワーク環境双方でのマルチプレイを実現し、マルチプレイ環境による周遊体験、ゲーミフィケーションの検証を行った。

3.1 3D都市モデル

バーチャル銀座の3DCGでの表現にあたっては、国土交通省のProject Plateauでの3D都市モデルデータセット（以下、Plateauデータセット）を活用した。Plateauデータセットは、都市単位での建物の3DCGデータとメタ情報がオープンデータとして順次公開されており、2022年3月時点で全国56都市のデータセットが公開されている。ただし、Plateauデータセットは、衛星写真の情報から3DCG

が生成されており、地上からの一人称視点での利用においてテクスチャ*16の解像度に課題があるため、一部の建物についてはドコモが独自に3DCGデータを作成した。また、都市空間を用いたイベントの検証のために、一部建物の内観のデータも作成した（図5、6）。

3.2 モバイル空間統計による人流データのビジュアライズ

モバイル空間統計では、日本全国の人流データが500mメッシュ*17などのエリアごとの人口統計として生成される。バーチャル銀座では人流を歩行者NPCの量として表現しているが、表示量が増えるほど描画処理負荷の増大に繋がる。そのため、ユーザ視点における視界の範囲のみを描画対象としたいが、人流データのメッシュとユーザの視界に相当する3D空間の描画の範囲の大きさが一致していない。

そこで、ユーザ視点での125mメッシュの範囲を通過する歩行者の表示量を N （人・時：街を行き交う人数（流動人口）） $\times t$ （秒：NPCがユーザ視点の

*15 ゲームエンジン：さまざまな形態のゲームを実現するためのフレームワーク。近年では、マルチプラットフォーム化や異業種への応用利用が進んでいる。

*16 テクスチャ：3D形式のデータにおいて、物体表面の質感を表現するために物体表面に貼り付ける画像のこと。

*17 メッシュ：緯度・経度に基づき、国土を網の目状に分けた区画。

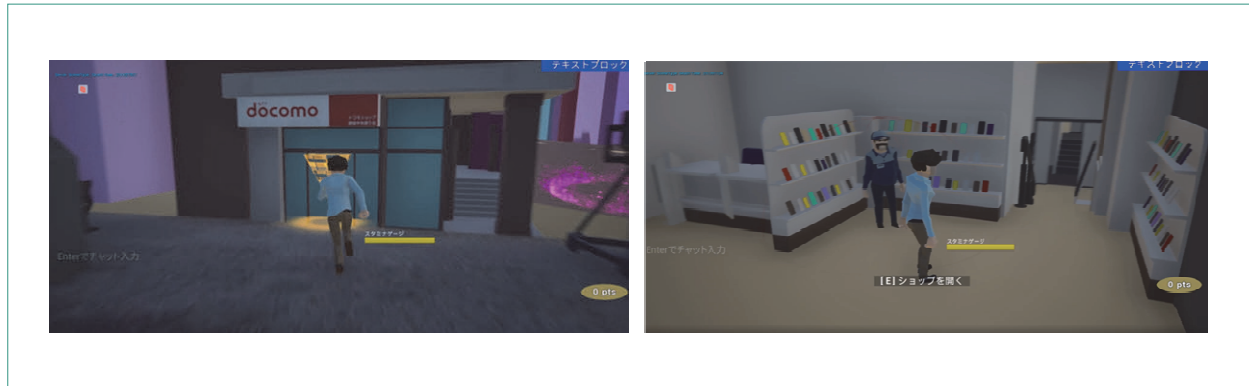


図5 ドコモショップの外観・内観



図6 銀座のフィールドから移動できるスタジアム（仮想の建物）の内部

範囲のメッシュを横断するのにかかる時間）として算出した。例えば、125mメッシュ当りの1時間（3,600秒）の流動人口 N が2,000人、NPCの125mメッシュの通過時間 t を90秒（時速5km相当）とした場合、同時に描画すべき人数は $2,000/3,600 \times 90 = 50$ 人となる。また、移動する歩行者とは別に、静止した群衆（動きの計算を行わない軽量モデル）も設定にあわせてランダムにユーザ視点の歩道などに配置することもできる設計としているので、処理負荷を下げずに描画人数を増やすことができる（図7, 8）。

3.3 周遊体験・ゲーミフィケーションの効果検証

バーチャル銀座の実証実験では、国土交通省の2020年度Plateauプロジェクトにおけるユースケース開発施策 [4] の一環として、延べ40人の被験者を対象にゲーミフィケーションを通じた地域の魅力向上の有効性検証を行った。被験者アンケートのほか、プレイログ、インタビューによりユーザ体験の評価を行い、その結果デジタルアイテム獲得やパルクールなどのゲーミフィケーションを通じてバーチャル空間における周遊体験の価値を向上させ、さ



図7 通行人NPCの変動の様子



図8 通行人NPCと静止しているNPC

さまざまな場所を回遊するきっかけを生むことが明らかとなった。また、バーチャル空間での周遊体験を通じて銀座の現地訪問への関心を喚起する可能性があることも示唆された。

4. ドコモOICを活用したクラウドゲーミング

2022年1月に開催されたdocomo Open House'22では、5G SAの実運用環境での低遅延性と安定性の実

証のために、5G回線直結のMEC (Multi-access Edge Computing)*18環境であるドコモオープンイノベーションクラウド* (以下、ドコモOIC) を活用したクラウドゲーミング*19方式で、バーチャル銀座のデモンストレーションを実施した。

4.1 Webブラウザ上でのシームレスなオープンワールド体験の実現

バーチャル銀座のように、3DCGで構成された広大なフィールドをシームレスに移動できる体験が提

*18 MEC：移動通信網において、ユーザ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。

*19 クラウドゲーミング：クラウドレンダリングされた映像を遠隔から操作する形でゲームを実現するシステム。

※現在のdocomo MEC。

供されているオープンワールドゲーム*20でのコンテンツは、一般的に精密なレベルデザイン*21や動的な各種データのローディングなどユーザの手軽な体験に向けた設計がなされている。一方で体験にはゲーミングPCと呼ばれるGPU (Graphics Processing Unit)*22搭載の高スペックPCの利用が推奨されることが一般的である。

特にモバイル環境の場合、3DCGの処理能力やメモリ使用量の制約があり、広大なフィールドをシームレスに移動する体験の提供は、制作にかかる負担が大きい。また、コンテンツの設計によっては利用開始時にデータローディングに長時間を要する状況が生まれてしまい、ユーザが気軽にコンテンツを利用することへの障壁となる。さらに、ブラウザベースの場合、データのローディングだけでなくWebアプリケーションとしての起動時間の解決も考慮した設計・開発が必要となる。

本施策では、利用デバイスの制約やアプリケーションのインストールなどのユーザの障壁を軽減しつつ、銀座の広大なフィールド上で3Dアバターを介したリアルタイムのコミュニケーション体験ができる環境の提供を目指し、クラウドレンダリング技術を用いたクラウドゲーミング方式によりWebブラウザ経由でのリアルタイムコミュニケーションを実現した。

クラウドゲーミングでは、サーバサイドで各種処理を行い、コンテンツを操作する端末では入力と表示のみを行うため端末側で高度な処理能力を必要とせず、端末と高性能なGPUを利用するサーバ環境との間での通信品質の安定性と低遅延性を確保することができれば、コンテンツを利用する端末の性能に依存せずに豊かな3D空間表現が可能となる。

4.2 ドコモOIC環境と5G SAの活用

docomo Open House'22時点では、バーチャル銀座は商用サービスではなく検証システムとして構築

されており、5G SAも一部ロケーションでの限定的な法人ソリューション提供（クラウドダイレクトでのクローズドな接続環境での提供）となっている。そのため、展示会などの設置できる機材が限られた環境では、5G SAが利用できない外部環境と接続するための一般的な有線インターネット環境や、ドコモOIC環境でのマルチプレイ・クラウドゲーミング、ボイスチャットを組み合わせる必要がある。そこで、それぞれインターネットとドコモOIC間の通信、ドコモOICと5G端末間の通信（5G SAでのクラウドダイレクト接続）、インターネットと5G端末間の通信（クラウドダイレクトとインターネットを繋ぐ通信路バイパス）とレイヤの異なる通信を組み合わせることでシステムを実現した（図9）。これらの構成によりdocomo Open House'22では、同一ロケーションでの複数台の長時間運用も安定して実施できた。

クラウドゲーミングに関しては、LTE、現行の一般的な5G環境である5G NSA (Non-Stand-Alone)*23、5G SAでの応答時間を比較し、それぞれ5~10ミリ秒程度ずつの遅延の差があったことから5G SAの低遅延性を確認した。なお、クラウドゲーミングの操作における体感遅延はいずれの通信方式でも特に感じることはなかった。

クラウドゲーミングでは、高価かつ高性能なGPUの利用が前提であり、1時間あたり3GBの通信量を必要とする状況であることから、運用および利用（主に映像伝送による通信量）の両面でコストが課題となる。一方で、上記の5Gの閉域網接続を用いた構成では、ローカルPCでアプリケーションを動かす場合と比較して建築ビジュアライゼーションにおける大容量データの最適化やマルチプレイでのセキュリティ設計などが容易であり、短期的・限定的なコンセプトの実現やスポットのイベント運用での有効性が確認できた。コンテンツ制作においては稼働量とのトレードオフで上記構成の検討ができるものとする。

*20 オープンワールドゲーム：3DCGで構成された広大なフィールドをシームレスに移動できる体験を提供するタイプのコンピュータゲーム。

*21 レベルデザイン：もともとはコンピュータゲームにおける難易度設計を指す言葉で、ゲームエンジンではCG空間における処理・挙動や、CG表現の詳細度の設計を含んだ言葉となっている。

*22 GPU：並列的な計算処理に優れたプロセッサ。並列計算を要する深層学習と相性が良い。

*23 NSA：LTE (eLTE (enhanced LTE)) との併用を前提とした5Gの無線アクセスネットワーク。

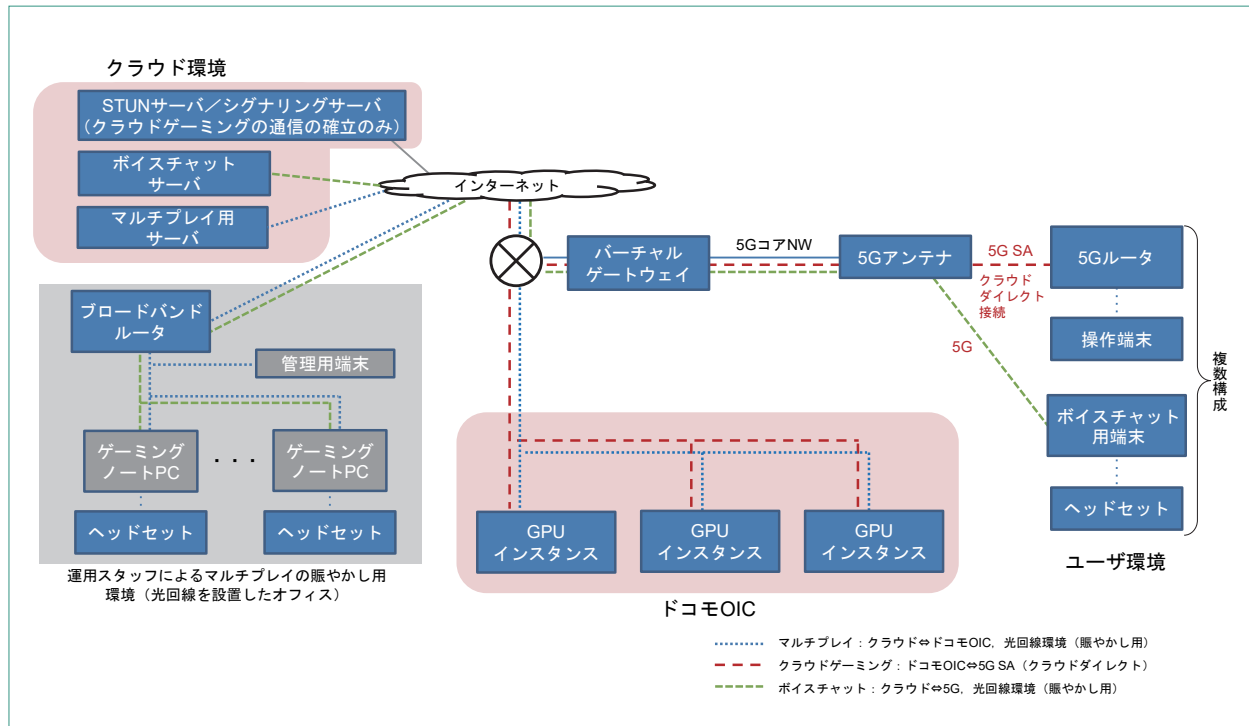


図9 docomo Open House'22におけるシステム構成

5. あとがき

本稿では、バーチャル銀座について、マルチプレイでの広大な3DCGのフィールドを活用したゲーミフィケーションによる地域活性化と、docomo Open House'22での5G SAユースケースとしてのシステム構築の観点から解説した。

検証を通じて提供価値の確認を行うことができたので、今後はパートナー企業との連携および銀座以外の地域でのユースケース開拓を進め、“Wellbeing Society”の実現に貢献していく。

また、システム課題としてはクラウドゲーミングにおけるコスト効率化があるが、単純なデータの軽

量化ではなく、MECでの処理最適化など5G環境を活用することで課題を解決し、より手軽に試行錯誤や運用が可能な設計の実現を目指す。

文献

- [1] 国土交通省：“PLATEAU by MLIT.”
<https://www.mlit.go.jp/plateau/>
- [2] 岡島, ほか：“携帯電話ネットワークからの統計情報を活用した社会・産業の発展支援 —モバイル空間統計の概要—,” 本誌, Vol.20, No.3, pp.6-10, Oct. 2012.
- [3] Open Geospatial Consortium：“CityGML,” May 2022.
<https://www.ogc.org/standards/citygml>
- [4] 国土交通省：“3D都市モデル活用サービス事例.”
<https://www.mlit.go.jp/plateau/new-service/>

IoTデバイスの遠隔制御を実現する 汎用プラットフォーム開発

ネットワーク開発部

おかむら けんじ やまかど あや
 岡村 健司 山門 彩
 くろかわ ゆういちろう
 黒川 祐一郎

近年、IoTデバイスやIoT関連サービスが普及するにつれ、膨大な数のIoTデバイスの制御・メンテナンスの効率化が課題となっている。例えば、IoTデバイスを管理するシステムのUIがブラウザを使ったWeb UIのみで、多数のIoTデバイスに一括で処理を投入する場合、ユーザは1つひとつブラウザで手作業することが必要であり、非効率的であるため、任意の一括処理を容易に実行可能な仕組み作りが課題である。そこで、IoTデバイスの遠隔管理・制御の操作性や利便性の向上を目的として、「オープンAPI」と「Web UI」を提供するドコモIoTデバイス管理プラットフォームを開発した。これにより、ユーザ環境からプラットフォームへの接続手段やユーザが利用するIoTデバイスの選択肢が増え、IoTデバイスとの接続容易性が向上した。

1. まえがき

ドコモでは以前よりAWS（Amazon Web Services）^{*1}上でIoTデバイス管理プラットフォーム（以下、旧システム）を提供してきた。このシステムではIoTデバイスを、Webブラウザを使いアクセスするWeb UI^{*2}から管理でき、IoTデバイスのファームウェアアップデートも可能であった。しかし、IoTデバイスの需要増加に対応できるシステムのスケラビリティやWeb UI以外からの管理、IoTデバイスのさらなる省電力化が求められるようになり、この

ためドコモは既存システムの機能を流用しつつ、それぞれのニーズに応えた新たなシステムを開発した。

また、システムの実現に際し旧システムの構成を、IoT標準仕様であるOMA-LwM2M（Open Mobile Alliance Lightweight Machine to Machine）^{*3}プロトコルを用いてIoTデバイスと通信を行うIoTデバイス収容ノード（vDME（virtualized Device Management Equipment）^{*4}）と、IoTデバイスを管理、制御するインタフェースであるサービス制御ノード（DSP（Device Service Platform）^{*5}）に分離した事で、将来の機能追加やサービスの拡張を柔軟に行え

©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 AWS：Amazon Web Services社が提供するクラウドコンピューティングサービス。

*2 Web UI：Webブラウザ上でユーザとコンピュータとの間で情報をやり取りする際の操作画面や操作方法。

*3 OMA-LwM2M：Open Mobile Allianceによって、IoTデバイス管理を目的として標準規定された通信プロトコル。

*4 vDME：IoTデバイスを含むさまざまな種類の通信端末を収容し、制御するノード。仮想化基盤上に構築されている。

るようにした。

本稿では、開発したシステムの全体構成、スケーラビリティの実現、vDMEとDSPの機能分担、新たに開発したオープンAPI（Application Programming Interface）*6、および省電力化を実現するための工夫点について解説する。

2. IoTデバイス管理プラットフォームの開発経緯および全体像

ドコモが提供してきた旧システムでは、Web UIをドコモが提供し、ユーザはそこでIoTデバイスへの制御指示やIoTデバイスの管理が可能である。しかし、近年のIoTデバイス数増加に伴い、旧システムでのIoTデバイス収容数の逼迫が課題であった。さらに、機能的な面についても旧システムでは不足

しており、新たなニーズへ対応するために機能追加する必要があった。そこで、IoTデバイス収容数の柔軟な拡大を実現するため、ドコモの仮想化技術を使ったプラットフォーム上で動作可能とするシステムを開発し、機能追加についても対応を行った。今回開発したシステムを「ドコモIoTデバイス管理プラットフォーム」（以下、本プラットフォーム）と呼ぶ。

本プラットフォームの開発に際し、旧システムの機能やプログラムを流用することで開発効率を上げ、機能拡充・IoTデバイス収容数の拡大・IoTデバイスとのOMA-LwM2Mプロトコルのパラメータに着目した制御による省電力化を行った。

旧システムと本プラットフォームの全体構成の比較を図1に示す。本プラットフォームのシステム構成を、IoTデバイスの管理、制御を行うWeb UIを

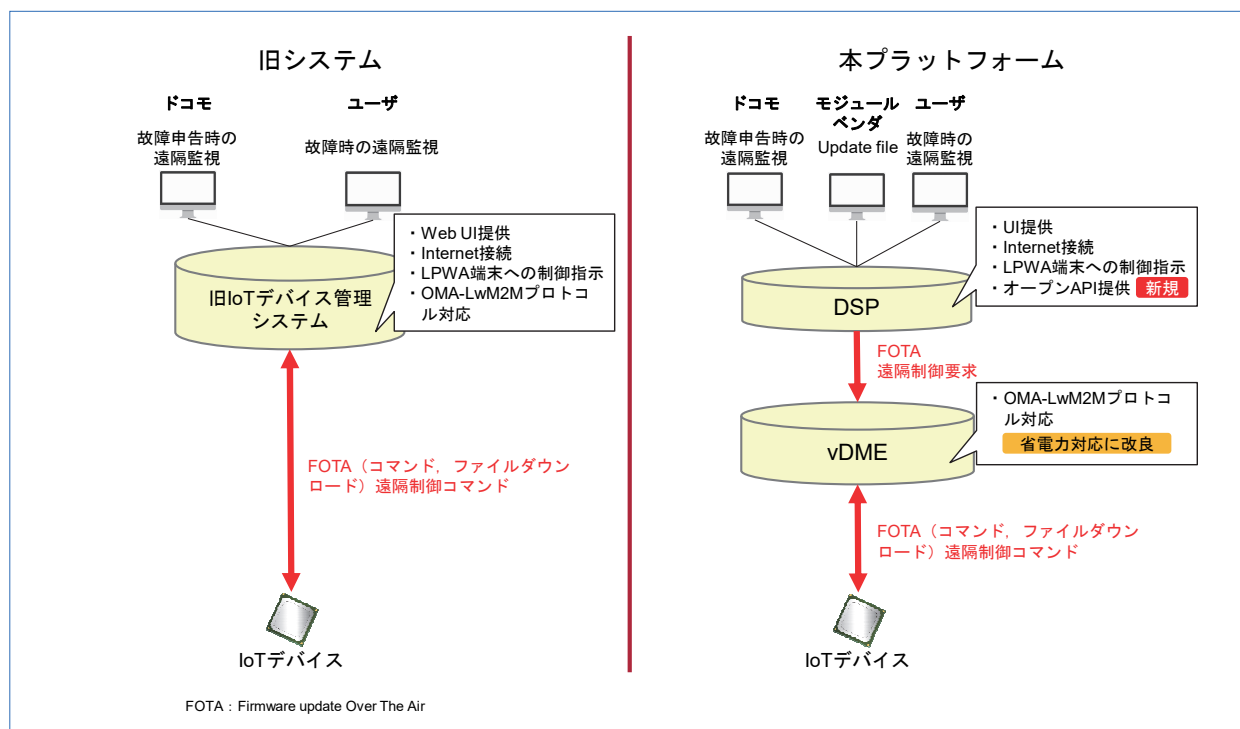


図1 旧システムと本プラットフォームの比較

- *5 DSP：IoTデバイスを含むさまざまな種類の通信端末を管理、制御するためのUIを提供するノード。
- *6 オープンAPI：アプリケーションから特定のサービスを利用するためにユーザへ公開（オープン）するインタフェース。本稿では、特にRESTful APIを指す。

提供するDSPと、IoTサービスモデルをベースとしたvDMEに機能分担した。DSPは、IoTデバイスを管理、制御するためのWeb UIや同様の管理、制御が可能なオープンAPIを提供する。vDMEは、IoTデバイスとのOMA-LwM2Mのアプリケーション層プロトコルであるCoAP (Constrained Application Protocol)^{*7}やHTTP (HyperText Transfer Protocol)^{*8}/HTTPS (HTTP Secure)^{*9}通信を終端し、IoTデバイスのファームウェアを管理するファイルサーバの役割を担う。本開発により、Web UI (Internet SSL (Secure Socket Layer)^{*10}) とオープンAPIの二通りの方式で本プラットフォームの利用が可能となった。また、ユーザPC・ユーザシステムとの間の通信は認証や暗号化技術を用いてセキュリティを確保した。

本プラットフォームが具備している機能をカテゴ

リごとに図示した機能マップを図2に示す。

3. 収容デバイス増加のための対応

プラットフォームに収容されるIoTデバイスの数は今後も増加が見込まれ、それに対して本プラットフォームの設備増設で対応する必要がある。

そこで、ドコモの仮想化基盤上にプラットフォームを構築することで、需要の増加に対して柔軟にシステム拡張できるスケーリング^{*11}を可能とした。

ドコモの仮想化基盤はNFV (Network Functions Virtualisation) 基盤^{*12}を用いることで、スケーリングの際に効率化された最小手順で対応できる。さらに、仮想化技術であるオートヒーリング^{*13}機能により、障害時の安定したサービス継続も可能となる。

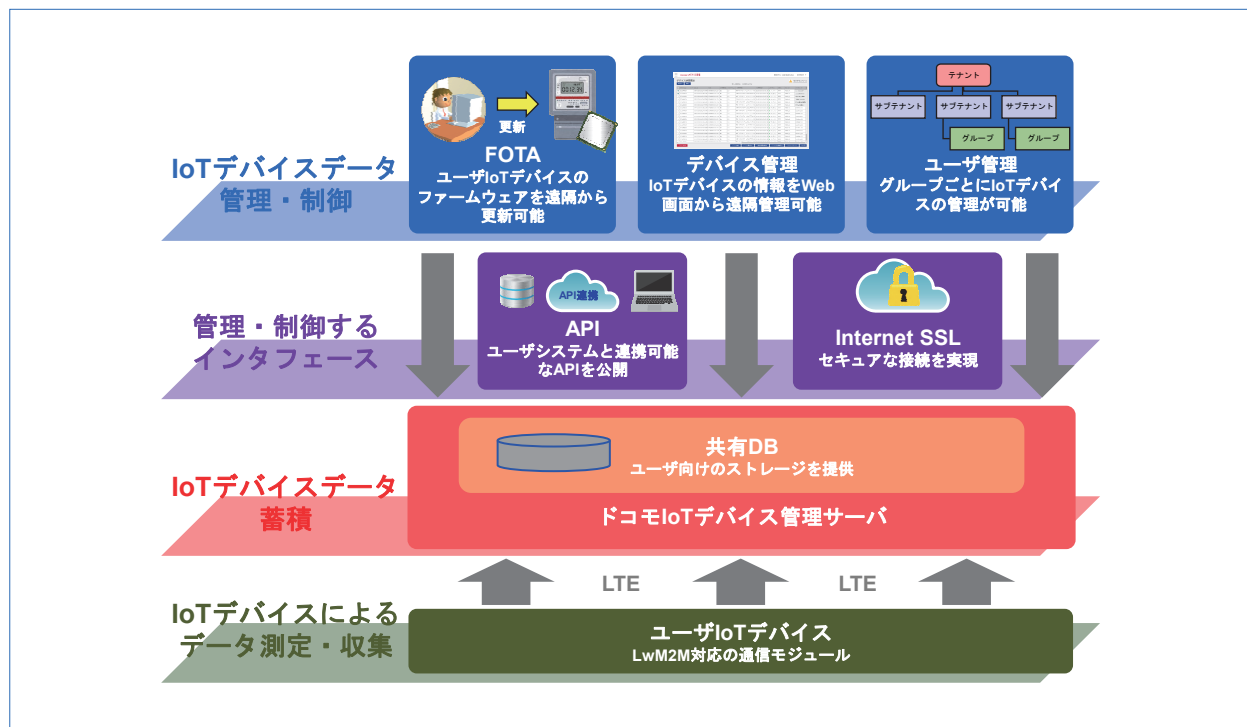


図2 本プラットフォームの機能マップ

- *7 CoAP：IoTデバイスのような省電力・低容量デバイス向けのUDP (User Datagram Protocol) を使ったHTTPのような動作をする通信プロトコル。
- *8 HTTP：WebブラウザとWebサーバの間で、HTML (HyperText Markup Language) などのコンテンツの送受信に用いられる通信プロトコル。
- *9 HTTPS：TLS (Transport Layer Security) プロトコルを用いて、HTTP通信を安全に行う通信手法。なりすまし・中間者攻撃・盗聴などの攻撃を防ぐことができる。

- *10 Internet SSL：主にインターネットを利用してクライアントとサーバとの間で通信を行う際に、通信を暗号化しデータの改ざんを発見することにより、安全に通信を行うためのプロトコル。
- *11 スケーリング：ハードウェアや仮想マシンの負荷状況に応じて通信ソフトウェアとしての処理能力が不足、あるいは余剰になった際に、通信ソフトウェアを構成するVM (Virtual Machine) を増減することにより処理能力を最適化すること。

4. オープンAPI開発

旧システムでは、ユーザのアクセス手段はWeb UIのみだった。そのため、ユーザが必要な機能のAPIを組み合わせたアプリケーションを自システムに実装し、そのアプリケーションを使ってIoTデバイスを管理、制御したいというニーズがあった。本開発では、それができるようにRESTful*14対応のオープンAPIの実装を行った。オープンAPIはインターネット経由で利用可能な、本プラットフォームユーザに公開されたものである。オープンAPI/Web UIの処理イメージを図3に示す。ユーザがオープンAPI/Web UIで本プラットフォームへアクセスすると、DSPはそれを受け付け、vDMEとのインタフェース仕様に従い、vDMEへ指示を渡す。vDMEはDSPから受けた指示をもとにIoTデバイスを制御する。

これにより、オープンAPIを使ってユーザのシス

テムから直接、IoTデバイス情報を取得したり、ファームウェアアップデートなどを管理、制御したりすることが可能となる。さらに、外部システムと本プラットフォーム間では、認証、暗号化技術を用い、セキュアな通信を通じてオープンAPIの仕様やSDK (Software Development Kit)*15サンプルをユーザに公開することで、オープンAPI利用の容易化を行った。

5. リアルタイムな通信状況取得と省電力化のバランスが取れる仕組みの実現

OMA-LwM2Mプロトコルの標準規定のパラメータに「LifeTime」がある。LifeTimeとは、IoTデバイスのBindingMode*16がQueueモード*17の際、本プラットフォームにRegister (登録) されている時間である。LifeTimeの時間内にIoTデバイスよりアップデート通信を受信しない場合本プラット

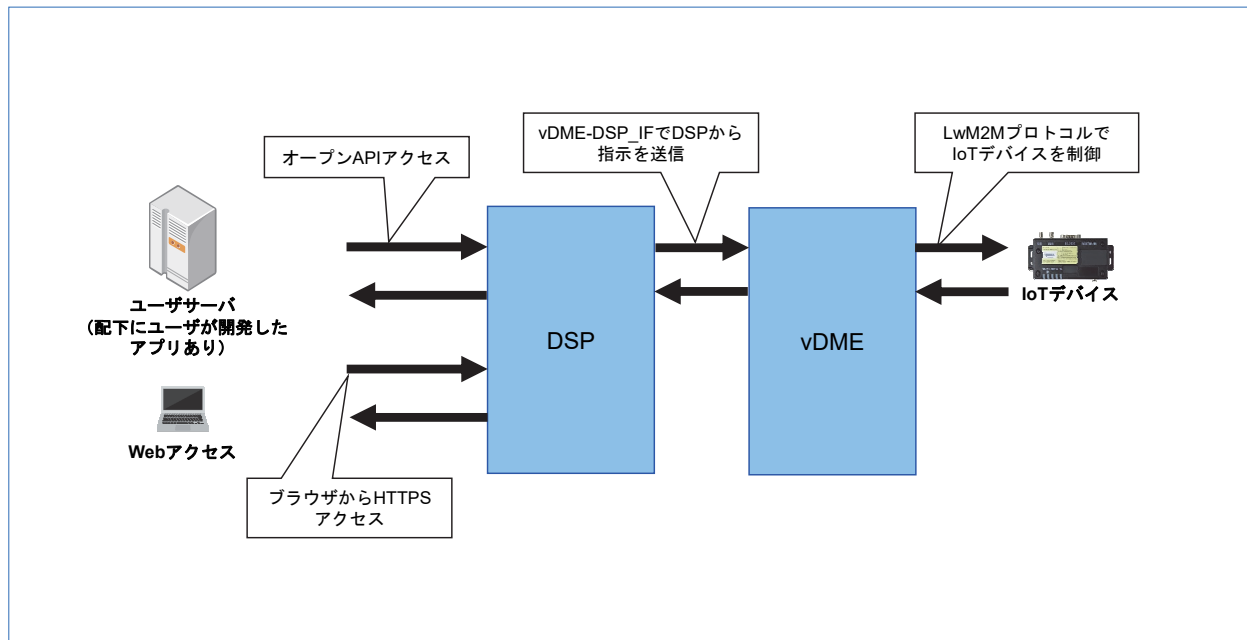


図3 オープンAPI/Web UIの処理イメージ

*12 NFV基板：通信キャリアのネットワークを仮想化技術により汎用ハードウェア上で実現した基盤。
*13 ヒーリング：ハードウェア障害や仮想マシン障害が発生した際に、正常なハードウェア上に仮想マシンを移動、または再作成することで通信ソフトウェアとして正常な状態に復旧する手続き。
*14 RESTful：提供される情報を直接指し示してステートレスに情報を取得/提供する考え方。

*15 SDK：アプリケーションを作成するときに必要な、ドキュメント、ツール、ライブラリ、サンプルプログラムなどからなる開発キット。
*16 BindingMode：OMA-LwM2Mで定義されているIoTデバイスの動作を決定するパラメータ。
*17 Queueモード：OMA-LwM2Mで定義されているIoTデバイスの動作モードの1つ。

フォームはIoTデバイスのRegisterを解除する。LifeTime値が小さい場合、Register期間が短く、IoTデバイスはアップデートを頻繁に送信するため、消費電力が多くなるが、本プラットフォームはリアルタイムな通信状況を取得することができる。一方、LifeTime値が大きい場合、Register期間が長く、アップデートの送信頻度が低いため省電力化が期待できるが、情報取得のタイムリー性が落ちる。つまり、ユーザのIoTサービス利用目的に応じてLifeTimeの値を設定することで、リアルタイムな通信状況取得と省電力化のバランスを取る必要がある。

本開発では、ユーザごとにLifeTime値を任意のタイミングで設定、変更することにより、柔軟にリ

アルタイムな通信状況取得と省電力化のバランスが取れる仕組みを実現した。

6. あとがき

本稿では、開発したシステムの全体構成、スケーラビリティの実現、vDMEとDSPの機能分担、新たに開発したオープンAPI、および省電力化を実現するための工夫点について解説した。

今後もIoTデバイス管理に対するニーズを集約し、必要に応じて本プラットフォームに要求される機能追加を進めていく。

Topics

法人統合OPSの実現 —顧客とのエンゲージメントを高める法人統合 OPSの導入—

ソリューションサービス部 谷口 卓弘^{†1} 石井 秀和^{†2}
ドコモ・テクノロジー株式会社 ソリューションサービス事業部 外村 淳一

ドコモの法人ビジネスを取り巻く環境は、大きな変革を迎えている。ドコモは新たな法人事業ブランドとして「ドコモビジネス」を展開し、「モバイル・クラウドファースト」で社会、産業にイノベーションを創出していくことになる。これまで以上に、ニーズに対応するために多くのサービスを創出し、さまざまな課題解決をより一層加速させる必要がある。本稿では、こうした課題解決のうちドコモの法人保守品質にかかわる現状と課題および改善策を解説する。

ドコモは法人顧客への満足度向上を念頭においた上で、日々故障を発生させないように努め、故障が発生した場合は、早期の措置と情報連携を行い、ビジネスへの影響を最小限に抑える不変な取組みを法人保守業務として遂行している。

法人保守業務の主な課題は、数多くあるサービスごとの顧客情報のデータと通信をつかさどるインフラの各種警報のデータが日々増大していることにより、業務フローや分析が複雑化し、業務の稼働量が増加していることである。また、既存システムだけでなく、新規システムの数が増えていることにより、ハード、ソフトなどのコストが増加傾向にあることも挙げられる。これらの課題を解決するためには、デジタルトランスフォーメーション（DX：

Digital Transformation）^{*1}の取組みが不可欠である。以下に述べる通り、顧客情報を取り扱うCRM（Customer Relationship Management）^{*2}業務の改革や、テレコムインフラのサービス確認と警報などのデータを保守システムに、シームレスに取り込む法人統合OPS（Operation System）^{*3}の開発を実現することで、業務フローや分析の複雑化からの回避・脱却とコスト低減を図り、顧客とのエンゲージメントを高めることができる。

(1)CRM業務の改革

CRM業務の改革には、①顧客との接点の強化、②業務フローの簡素化、③各種システムのデータベースの連携・一体化、④情報連携の強化が必要である。

①顧客との接点の強化については、顧客からのファーストタッチが重要な鍵と考える。従来、顧客からの問合せは、電話、メールが主流であったが、今後は顧客のアクセス方法が多岐にわたって用意されているチャンネルが期待され、さらに「欲しい情報を、欲しいタイミングで、好みのツールを用いて」などといった顧客の要望への対応が望まれ、これらに対してオムニチャンネル^{*4}が必要である。オムニチャンネル化により顧客がいち早く情報を得られるようにな

©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 現在、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社 ブラットフォームサービス本部

†2 現在、サービス運営部

*1 デジタルトランスフォーメーション（DX）：IT技術を活用してサービスやビジネスモデルを変革させ、事業を促進するとともに人々の生活をあらゆる面で良い方向に変化させること。

*2 CRM：顧客の情報や顧客とのやり取りなどの情報を一元的に管理し、顧客との関係性を継続的に繋げる取組み。

*3 OPS：通信ネットワークを保守・運用するシステムの総称。

*4 オムニチャンネル：顧客に繋がるさまざまなチャンネルを連携させ、利便性の高いサービスを提供するための手法。

り、さらに顧客の顧客といったその先にいる顧客にも伝達が早くなり、大きなメリットになる。

ドコモにとってもオムニチャネル化を推進することは、顧客満足度向上、業務効率化というメリットがある。オムニチャネル化の推進は、顧客満足度向上の観点において、各チャネルの情報を統合し、顧客ニーズを可視化する点でも有効である。各保守業務の部署が保持している情報を一元管理し、分析することで、顧客の求めているものが探求でき、顧客ロイヤルティ^{*5}を向上させることができる。また、業務効率化の観点において、チャネルごとにシステムが独立していると、スムーズな対応ができないという問題がある。常に迅速で的確な回答が求められるコンタクトセンタにとって、複数チャネルから得た情報を統合的に管理できれば、より短時間で回答することができる。

- ②業務フローの簡素化については、多くのサービスが開発されてリリースされる中、1つひとつの受付フローが異なっていると複雑化し、オペレータへの負担と業務処理に時間がかかるという問題がある。受付からクローズ処理、そして、アフターフォローまで業務に追われるオペレータの負担を軽減するため、業務フローの簡素化とパターン化をデザインして、改革をしなければならない。
- ③各種システムのデータベースの連携・一体化については、必要なデータを集約管理し、営業部門と技術部門が容易に警報やトラフィックなどを可視化することで、点在している各種システムの確認作業の複雑化から脱却できる。
- ④情報連携の強化については、CRMに求められる大きな要素と考える。故障が発生した場合、故障内容を営業部門と技術部門間で共有し、スピーディに連携する。営業部門は顧客へ迅速に報告し、技術部門はサービスの状況を把握した上で早急に措置を行うことが重要である。従って、リアルタイムに顧客と営業部門と技術部門がインシデント内容などを共有する仕組みをDXとして構築する必要がある。それにはCRMの顔であるWebポータルを通じて、インシデン

トと顧客データが連動した配信情報を共有し、各種連携を強化することが欠かせない。

加えて、今後は人による応対が必要な問合せをなくして、チャットボット^{*6}、ナレッジ^{*7}などを実装して自己解決できるような仕組みを導入していく必要がある。このような取組みを構築することで、顧客コール数が低減され、コンタクトセンタなどの負担が軽減される。

(2)法人統合OPSの各機能

以上の背景から、ドコモは新たなシステムである法人統合OPSを開発した。法人統合OPS基盤として、顧客の申告に対して迅速に対応を行うための顧客対応機能、故障監視を行うために必要な情報を一元管理する法人OPS機能を立ち上げ、End to Endでサービス状況を監視する既存のサービス確認システムと連携させることで、一体化した。

法人統合OPSの実現にあたり、①顧客対応機能についてはSaaS (Software as a Service)^{*8}型クラウドサービス^{*9}製品を利用して構築し、②法人OPS機能についてはETL (Extract Transform Load)^{*10}製品を利用してドコモ社内クラウドに構築した。また、既存のテレコムインフラの警報などの情報を各種データベースシステムと連携するためのインタフェースを法人統合OPS基盤とサービス確認システムとの間に新規構築した。法人統合OPSの全体構成を図1に示す。

- ①顧客対応機能は、機能（システム）の構築にあたり、運用ルールに基づき、柔軟にワークフローを組み込める製品を探求し、業務フローの標準化^{*11}やインシデント管理に強みがあり、

^{*5} 顧客ロイヤルティ：自社サービスに対しての顧客からの信頼。
^{*6} チャットボット：音声やテキストチャットを介して、人との会話を自動的に行うプログラム。
^{*7} ナレッジ：有用な知見や情報を形式的に残すこと。
^{*8} SaaS：ソフトウェアをネットワーク経由でサービスとして提供・利用する形態。
^{*9} クラウドサービス：利用者の手元にあるコンピュータ上ではなく、遠隔のサーバ上で動いているサービスをネットワーク経由で利用者に提供するもの。
^{*10} ETL：データを収集し、必要なデータを編集した上で、情報を格納する一連の処理。
^{*11} 業務フローの標準化：各種業務を行う上での流れを統一化すること。

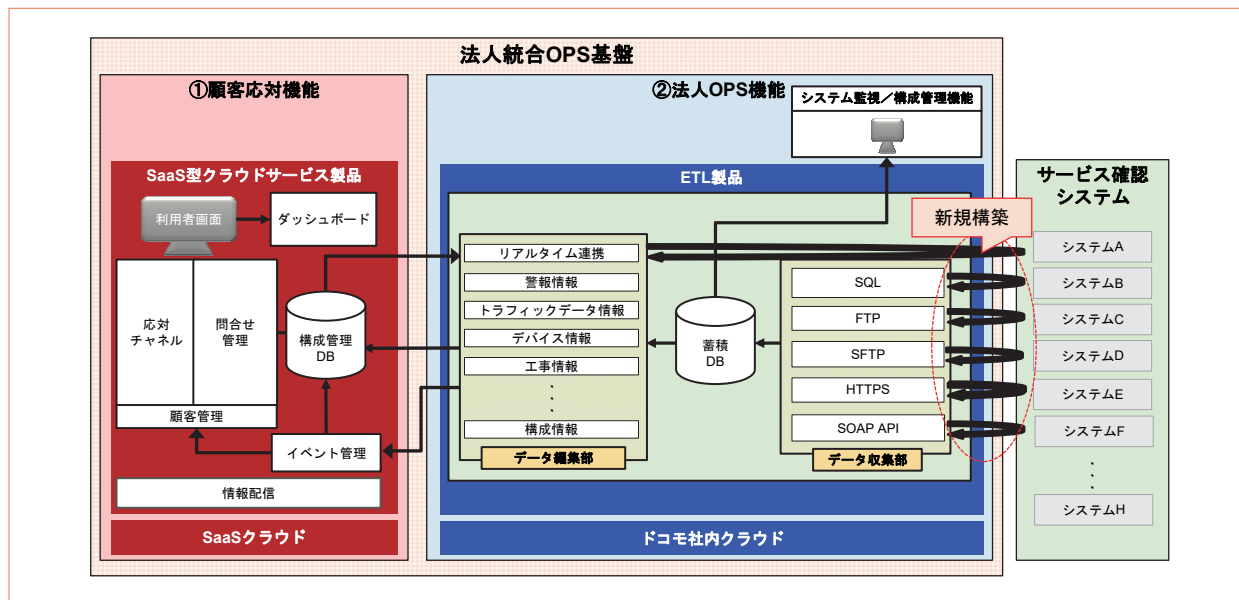


図1 法人統合OPSの全体構成

サービス確認やトラフィック監視のイベントも一元的に管理できるSaaS型クラウドサービス製品を選定した。本製品を導入することにより、顧客へのワンストップサービスの提供、部門間、担当間をまたぐプロセス統合管理、あらゆるデータ集約における作業迅速化を実現した。また、標準機能でないものについては、製品仕様に準ずる形でアジャイル開発^{*12}を実施した。

②法人OPS機能は、ドコモ網独自のインタフェースをもった各種システムと連携する必要がある。このため、容易に要件が実現できる製品を探求し、豊富なコンポーネントを標準提供していて、多様なデータ収集・編集・格納の実装が行える、先進かつ低価格のデータ統合・連携ソフトウェアのETL製品を選定した。本製品は、運用変更や負荷増大にも設定変更で対応できるなど、柔軟性・拡張性をもったシステム基盤のため、TCO (Total Cost of Ownership)^{*13}を抑えることができた。また、本システムで必要となるFTP (File Transfer Protocol)^{*14}やSQL (Structured Query Language)^{*15}、SOAP API (Simple Object Access Protocol Application Program Interface)^{*16}など、さまざまなデータ連携プロトコルに対応している。本製品は、GUI (Graphical User Interface)^{*17}画面でコンポー

ネットを用いる開発基盤であり、ワンストップでデータのコントロールが実現可能である。

また、法人OPS機能は、既存の各サービス確認システムとの間で効率性が高いインタフェースを確立し、データ収集部にて収集した警報やトラフィックデータなどを蓄積DBに保存し、必要なデータをデータ編集部にて編集して顧客対応機能へ送信するという重責を担う機能であるため、ウォーターフォール開発^{*18}を実施した。

選定したSaaS型クラウドサービス製品とETL製品をプロダクトミックスさせ、また、アジャイル開発とウォーターフォール開発を組み合わせたハイブリッド開発を行うことにより、法人統合OPS基盤の

^{*12} アジャイル開発：迅速かつ適応的にソフトウェア開発を行う軽量なアプリケーション開発手法群の総称。
^{*13} TCO：システム運用にあたって必要な初期導入費用と運用管理費用の総額。
^{*14} FTP：インターネットなどのTCP/IPネットワーク上でファイルを転送する際に、一般的に用いられるプロトコル。
^{*15} SQL：データベースの定義や操作などに用いるデータベース操作用語のこと。
^{*16} SOAP API：他のコンピュータにあるデータやサービスをネットワーク経由で呼び出すためのプロトコル。
^{*17} GUI：操作や表示の対象がボタンやアイコンで表現され、直感的な操作や視認性に優れたインタフェース。
^{*18} ウォーターフォール開発：要件定義、設計、実装、評価を工程ごとに順序立てて実施していく開発手法。



図2 Webポータル画面イメージ

ローコーディング*19による開発コストの低減および開発期間の短縮化が図れた。

(3) サービス確認システムとの連携による実現機能

法人統合OPS基盤は、点在している各サービス確認システムと連携する必要がある。ドコモ網には多くの無線基地局が存在し、顧客からのインシデント申告時は、特別なことがない限り、基地局の状況を必ず調査する。調査項目は、顧客が在圏すると予測された複数基地局のトラフィック、インシデント情報などであり、各サービス確認システムの確認結果を保守者が集計・分析し、顧客へリプライする。

また、集計・分析のための莫大なデータ量によりリプライが遅くなるため、申告の位置情報を早く予測することと、トラフィック、インシデント情報と顧客の申告内容の結び付けを実現し、分析する必要がある。

ドコモは、過去のノウハウからすべての無線基地局の特性、緯度経度など、申告場所を即時に分析する機能を開発し、また、装置のトラフィック、インシデント、デバイスなどの分析結果を即時に分かるように可視化することで、顧客へのリプライを格段に早くする開発に成功した。

さらに、サービス確認システム内に、交換機に対して定期的に疎通を行い、品質状況を把握するシステムを開発し、インフラのインシデントの警報とサービス確認システムによる疎通・品質の確認結果を結び付けて、顧客ごとの品質状況が分かる仕組み

を提供した。

早期に不具合状況が分かる仕組みが構築でき、故障箇所の特定、申告時などの調査時間の削減が図れ、目的である顧客へのエンゲージメントを高めることが実現できた。

(4) 今後の展望

今後の展望として、IT環境がさらに複雑化し、運用の負担の増大が起こり得るため、DXをさらに推進することで、負荷を軽減するようなゼロタッチオペレーション*20を目指していく。サービス確認システムからの警報、チケット*21発行、保守者の現地手配および措置、そしてチケットクローズの一連の動作に加え、インシデント情報と顧客情報を結び付けた上での顧客への情報配信、さらにはWebポータルと連動させた情報発信を実施していきたい。Webポータル画面イメージを図2に示す。実際に対処したインシデント事例を基としたナレッジ化によるFAQや、チャットボットの活用などオムニチャネル化への機能拡大と、AIを駆使した段階的なオーケストレーションを実現し、人の手を介さないオペレーションに挑戦していきたい。

*19 ローコーディング：ソフトウェア開発において、コーディング作業を少なく抑えること。

*20 ゼロタッチオペレーション：人を介して保守業務を行っているものを自動化し、人手を介さないようにした保守業務。

*21 チケット：個々の問合せやそれに対する返答などを管理する単位。

MCPC award 2021 「モバイルテクノロジー賞」 「医療貢献特別賞」「優秀賞」「一次審査員特別賞」受賞

2021年11月25日、モバイルコンピューティング推進コンソーシアム（MCPC：Mobile Computing Promotion Consortium）が主催する「MCPC award 2021」の表彰式が開催され、「ユーザ部門」表彰として6G-IOWN推進部の堀瀬 友貴、油川 雄司、森広 芳文、青木 祐也、関西支社法人営業部の長坂 豪士、ドコモCS関西 神戸支店 法人営業部の吉田 太一およびR&D戦略部の奥村 幸彦が国立大学法人神戸大学および株式会社メディカロイドと共同開発した「5Gネットワークを活用する遠隔ロボット手術ソリューション」が「モバイルテクノロジー賞」を、第二法人営業部の仲西 祐二、内田 敦、川島 邦夫が学校法人東京女子医科大学先端生命科学研究所と共同開発した「アバターロボットによる医師向け遠隔教育サービス」が「医療貢献特別賞」をそれぞれ受賞しました。また、「サービス&ソリューション部門」表彰として、5G・IoTビジネス部の高橋 和彦、浪江 聡志がEDGEMATRIX株式会社と共同開発した「EDGEMATRIXサービス」が「優秀賞」を、第二法人営業部の西川 信広、牧瀬 哲朗、澁谷 伸子、仲沼 徹哉がNTTコンピュータ&データサイエンス研究所と共同開発した「パーソナルサウンドゾーンシステムおよび、その周辺技術との連携」が「一次審査員特別賞」をそれぞれ受賞しました。

MCPCでは2003年以降、「MCPC award」を開催し、モバイルシステムの導入により、IoT/AI分野での「業務効率化」「業績向上」「顧客満足度向上」「社会貢献の推進」「先進的なモバイル活用」などの成果を上げた事例を顕彰し、モバイルソリューション、IoT/AIシステムのさらなる普及促進を図っています。

5Gネットワークを活用する遠隔ロボット手術ソリューションは、5Gネットワークとクラウド基盤を活用して国産初の手術支援ロボット「hinotori™ サージカルロボットシステム」（株式会社メディカロイド製）を遠隔操作する外科手術ソリューションです。本ソリューションの実現に向けた実験では、世界初の商用5Gネットワークを介した手術支援ロボット

遠隔操作に成功 [1] しており、今後、短期的には熟練医による若手医師への遠隔ロボット手術支援・指導が可能となるようにし、将来的には専門医による遠隔ロボット手術の実現を目指します。本ソリューションにより、日本における外科医療の均てん化*1が推進され、高齢・過疎化社会への対応、働き方改革を見据えた医師の職場環境改善も期待されます。

アバターロボットによる医師向け遠隔教育サービスは、東京女子医科大学が海外の医科系大学と国際交流を実施するにあたり、新型コロナウイルス感染症により物理的な交流や対面授業が困難であるため、ドコモの5Gネットワークとavatarin社が提供するアバターロボット「newme」の活用により、遠隔で臨場感の高い医療教育を行える環境を実現したもの



（左から）メディカロイド社代表の方、油川、神戸大学代表の方、森広、堀瀬





東京女子医科大学の方々



です。モバイルの特性と受講者が遠隔から自由にロボット操作可能な機能により、どこでも簡単に交流が可能となっています。今回の事例をベースに、将来的には教育、研究、遠隔手術支援での利用や、クラウドと組み合わせた臨床データとの連携など、広く学術・研究機関への展開が期待できるものになると考えられています。

EDGEMATRIXサービス（エッジマトリックスサービス）は、映像データのエッジAI解析を簡易に低コストかつセキュアに導入するための、エッジデバイス、遠隔管理コンソール、AIアプリストアをワンストップで提供するプラットフォームです。本プラットフォームは、映像データをクラウドに送付することなく、エッジ（現場）でAI解析を行い、解析結果のデータ収集や、異常などのイベント検知をトリガとした録画やメール通知などのさまざまなアクションが実行可能です。

パーソナルサウンドゾーンシステム（局所再生）は、特殊なハードウェア技術・音響信号処理技術が組み込まれた専用スピーカーにより、イヤホンやヘッドホンといった装着型デバイスを使用せず、耳がオープンな状態で、自分が聞きたい音を限られた



西川（右）



領域だけで聴ける新しい音響信号制御技術です。乗用車・旅客機などの室内において、ヘッドホンなどを利用することなく座席ごとにパーソナルな音響空間を提供することが可能です。

文献

- [1] NTTドコモ：“世界初、商用5Gを介した国産手術支援ロボットの遠隔操作実証実験を開始～次世代通信ネットワークを用いた遠隔ロボット手術の実現に向け産官学が連携して実証実験施設を立ち上げ～。”
https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_210416_00.pdf

*1 均てん化：地域格差などをなくし、全国どこでも等しく高度な医療をうけることができるようにすること。

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。

2021年度電子情報通信学会 フェロー称号受贈

ドコモ・テクノロジーの奥村 幸彦は、2022年3月17日に開催された電子情報通信学会のフェロー贈呈式において同学会よりフェローの称号を贈呈されました。本称号は学問・技術または関連する事業に関して顕著な貢献が認められ、電子情報通信学会への貢献が大きいシニア会員に対して贈呈されるものです。2021年度は26名がフェローの称号を贈呈されました。

本贈呈は、「第5世代移動通信システムの研究開発と実用化」の貢献が認められたものです。奥村は、高速・大容量、高信頼・低遅延、多数端末接続などの特長をもつ第5世代移動通信システム（5G）の実現に向けた取組みを、2010年より約10年にわたり技術開発リーダーとしてドコモ社内および30を超す社外関係機関を牽引・主導する形で推進し、一連の5Gの研究開発と実用化に貢献しました。

具体的には、5Gの高速・大容量化に向け、逼迫状態の3G/4G用既存周波数帯に対して、より高い周波数帯を5G用に開拓し、既存周波数帯と高周波数帯を組合せ導入可能な無線アクセスシステムを提唱しました。同時に、従来詳細に検討されていなかった高周波数帯の移動電波伝搬特性について実環境測定を行い、基礎的モデルから実践的推定法に至る諸技術を確認しました。また、5Gの要求条件を満たす無線アクセスシステムの実現に向け、総務省の5G研究開発プロジェクトで、理論検討、シミュレーション、実機検証を通して標準化と実用化に資する多数の新技术構築を推進しました。



オンライン贈呈式模様

一方、新たな5G応用サービスの創出に向け、総務省5G総合実証試験に参画し、自治体、企業、大学などのパートナーと協力して社会課題解決や地方創生などにも寄与する多様なユースケースの実証試験を行い、5Gの高い性能が新サービスにおいて有効であることを確認しながら実証を進めました。特に、医療分野への5G応用検討と実証を、同分野において喫緊の課題となっている医療体制の充実・均てん化や感染症対策に寄与すべく重点推進しました。さらに、企業・団体・大学・自治体が参加して5Gの立上げ・普及を促進する第5世代モバイル推進フォーラム（5GMF：The Fifth Generation Mobile Communications Promotion Forum）において、5G実証試験推進グループのリーダーを務め、実証試験の推進支援と実証結果 [1] の国内外でのアピールにより、5Gの早期実用化と応用促進への機運を高めることに貢献しました。

これらの5Gの実現に向けた取組みを通じて、移動通信、電子情報通信の各分野の発展へ大きく貢献したことが、今回の贈呈に繋がりました。

文献

- [1] “General Report on 5G System Trials in Japan from 2017 to 2020,” 5GMF, Mar. 2021.
https://5gmf.jp/wp/wp-content/uploads/2021/07/5G-TPG_General_Report_2020_R2.pdf

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67回「前島密賞」受賞

無線アクセス開発部の増田 昌史、澤向 信輔、ウメシュ アニール、無線アクセスネットワーク部の大矢根 秀彦は、「5G無線アクセスネットワークのオープン化」への功績が認められ、2022年4月7日に公益財団法人通信文化協会より第67回「前島密賞」を受賞しました。

前島密賞とは、通信事業の創始者「前島 密」氏の功績を記念し、その精神を伝承発展せしめるため1955年に設けられ、情報通信および放送の進歩発展に著しい功績があった者に、公益財団法人通信文化協会により授与されるものです。ドコモは、昨年の「第5世代移動通信システム（5G）の開発と大容量無線アクセスの実用化」に続き12年連続の受賞となりました。

受賞の対象となった「5G無線アクセスネットワークのオープン化」は、これにより通信事業者は最適な通信機器の選択と組合せが可能になり、低消費電力化によるカーボンニュートラルに貢献するとともに、サプライチェーンリスクの緩和による社会インフラとしての通信サービスの安定提供にも寄与するものです。

増田らは、5G無線アクセスネットワークのオープン化に向け、2018年2月、世界の携帯電話事業者と連携し、無線アクセスネットワーク（RAN：Radio Access Network）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、同団体の活動を牽引し、2020年9月に「O-RAN ALLIANCE」の仕様を用いたマルチベンダ基地局による5G周波数のキャリアアグリゲーションに世界で初めて成功し、下り最大4.2Gbpsのサービスを2020年12月に開始しました。また、2021年2月には、RANの仮想化（vRAN）やインテリジェント化（RIC：RAN Intelligent Controller）の進化をさらに加速させるため、パートナー企業12社とともに柔軟で拡張性の高いvRANを

実現し、オープンRANのエコシステム拡大と海外展開を狙う「5GオープンRANエコシステム」を立ち上げ、RANのオープン化を世界でリードしました。

各受賞者の具体的貢献は以下のとおりです。

増田は、「O-RAN ALLIANCE」の技術統括やオープンソースのグループなどで活動するとともに、「5GオープンRANエコシステム」立上げの中核を担いました。このさまざまな企業が参画できるエコシステムの立上げにより世界のモバイル市場の活性化を促し、日本のモバイルネットワークの進歩発展に貢献しました。

澤向は、オープンRANエコシステムを実現する主要な技術仕様の策定を主導し、基地局装置開発に貢献しました。世界初の3.7GHz帯と4.5GHz帯の異なるベンダ間キャリアアグリゲーションでの高速通信サービスの提供も実現し、無線容量の拡大と効率的なエリア展開を同時に実現することでモバイルネットワークの発展に大きく貢献しました。

ウメシュは、4G時代より3GPPに参加し、キャリアアグリゲーション、5Gの標準仕様策定に貢献しており、「O-RAN ALLIANCE」のオープンフロントホールワーキンググループの共同議長を務め、異なるベンダの基地局装置間の相互接続を可能とする標準仕様を策定するなど、オープンRANの普及を推進しました。

大矢根は、基地局装置開発の長年の経験を活かし、5G基地局装置の開発・評価において、複数の基地局ベンダを牽引し、「O-RAN ALLIANCE」の仕様を用いたマルチベンダによる5Gプレサービスに世界で初めて成功し、その後も、パートナーを拡大し、マルチベンダによるキャリアアグリゲーションを成功させました。

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。



代表者・増田による受賞模様



(左から) 増田, 澤向, 大矢根, ウメシュ

2022年「日本ITU協会賞」受賞

2022年5月17日に開催された「第54回世界情報社会・電気通信日のつどい」において、ネットワーク開発部の秋山 晋作、6G-IOWN推進部の熊谷 慎也、無線アクセス開発部の下平 英和、電波企画室の谷田 尚子が日本ITU協会賞「奨励賞」を受賞しました。

日本ITU協会賞は、電気通信／ICTと放送分野に関する国際標準化や国際協力の諸活動において、これまでに優れた功績を遂げられた者ならびに今後の貢献が期待される者に贈呈されるものです。奨励賞は、世界情報社会サミットにおける基本宣言および行動計画の実現および国際標準化、国際協力に関するITU（International Telecommunication Union）などの活動または我が国におけるITUなどに関連する諸活動にすでに参加し、今後これらの領域において継続して寄与することが期待される者に贈られます。

秋山は、ネットワーク運用自動化の標準化を検討するETSI ZSM（European Telecommunications Standards Institute Zero touch network & Service Management）において、技術仕様策定に貢献しました。AIを活用した故障予知や運用自動化を実現するクローズドループ仕様、ネットワークスライスを含むEnd-to-Endサービスのライフサイクルマネジメント仕様の策定への貢献が評価されました。

熊谷は、3GPP標準化において、5G NR（New Radio）のアンライセンス周波数利用技術、産業向

けIoTおよび高信頼低遅延通信技術、簡易化機能端末の技術検討・仕様策定において技術議論を主導するなど、5Gの適用領域を拡大する技術仕様策定への貢献が評価されました。

下平は、移動通信分野において中心的な役割を果たしている標準化団体である3GPPにおいて、NRの技術提案を多数入力するなど、5G高度化の検討を推進しました。また、無線基地局のオープン化を目的とした団体であるO-RAN（Open Radio Access Network）アライアンスにおいて、基地局装置間インタフェースの技術議論を牽引するなど、その仕様拡張に大きく貢献したことが評価されました。

谷田は、ITU-R（International Telecommunication Union-Radio communication sector）標準化活動に従事し、WP5D（Working Party 5D）会合では、他業務とIMTの干渉計算パラメータの寄与文書提案とそのプレゼンなどを通してIMT周波数の国際標準化に寄与したことが評価されました。また、ARIB（Association of Radio Industries and Businesses）在籍中はITU-R WP 5D日本代表団事務局として、国内議論・審議の促進や会合の円滑な運営により、日本のITU-R WP5D活動活性化に貢献したことが評価されました。

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。



（左上から）秋山、熊谷、下平、谷田

令和4年度「電波の日」 関東総合通信局長表彰

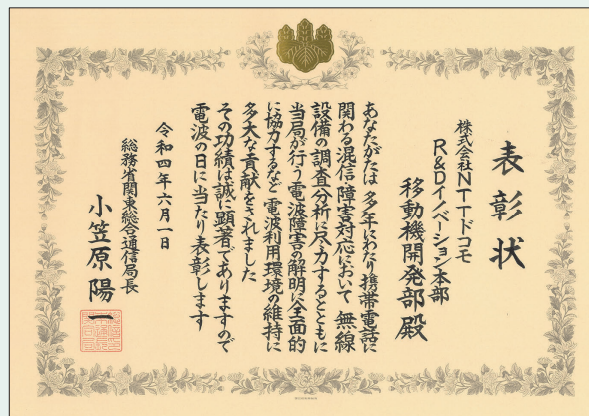
2022年6月1日に開催された「電波の日」記念式典において、樋口 健を代表者とする移動機開発部が関東総合通信局長表彰を受賞しました。

「電波の日」(6月1日)は、昭和25年(1950年)に電波法、放送法および電波監理委員会設置法が施行され、それまで政府専掌であった電波の利用が広く国民に開放されたことを記念して設けられたもので、国民各層の電波の利用に関する知識の普及・向上を図るとともに、電波利用の発展に資することとしています。総務省関東総合通信局は、「電波の日」

にあたり電波利用の発展に貢献された個人および団体の方々の表彰を行っています。今回の表彰では個人が2件、団体が3件受賞となりました。

ドコモは、多年にわたり携帯電話にかかわる混信・障害対応において、無線設備の調査分析に尽力するとともに、当局が行う電波障害の解明に全面的に協力するなど、電波利用環境の維持に多大な貢献をした点が評価され今回の受賞となりました。

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。



NTT DOCOMO
テクニカル・ジャーナル Vol.30 No.2

2022年7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.