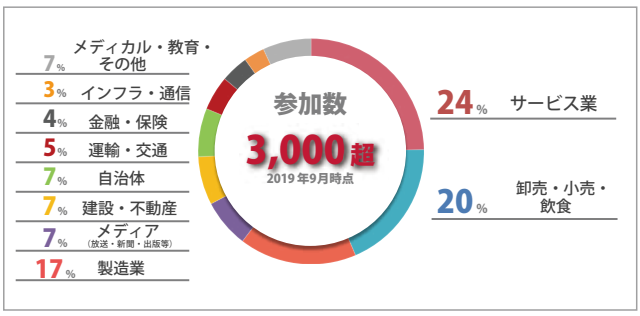
❷ 5G 時代のサービス協創とシステムトライアル

―幅広い業界における新たなパートナーシップと地方創生・社会課題解決にも繋がる 5G サービスの実証試験―

奥村幸彦 ｜（株）NTT ドコモ　　須山　聡 ｜（株）NTT ドコモ

5G の特長と活用

第 5 世代移動通信システム（5G）は，従来使用されている周波数帯よりも高い周波数帯の電波を使用することで，無線伝送信号の広帯域化を行い，超高速・大容量の情報伝送を提供するとともに，超低遅延，多数同時接続などの特長を持ったシステムである．これらの特長は一般の消費者だけでなく，ビジネスユーザ向けのサービスにも活用でき，5G 時代の新しいサービスやアプリケーションの創出を目的として，全国でシステムトライアル／実証試験が進められている．これらの動きは，移動通信業界のみならず，幅広い業界が関与する形で加速してきており，5G による新たな産業創出，社会的課題の解決，地方創生への貢献も期待されている．また，2017 年度からは 5G の実現による新たな市場や新しいサービス・アプリケーションの創出を目的に，さまざまな利活用分野の関係者が参画する総務省の「5G 総合実証試験」も開始され，2019 年度まで継続されている．以下では，5G 時代のサービス協創に関するドコモのプログラムとその取り組み，ならびに総務省の 5G 総合実証試験において，5G の超高速・大容量の特長を活かし，従来世代では実現し得なかった新サービスや，必要な通信速度の確保が困難であったユースケースについて，2017 年度および 2018 年度にドコモが取り組んだ代表的な実証事例について概説する．



■図 -1　ドコモ 5G オープンパートナープログラム参加パートナーの業界別内訳

ドコモにおける新たな 5G サービスの協創

2019 年 4 月に総務省は日本における 5G 用周波数の割り当て結果について発表を行った．3.7GHz 帯，4.5GHz 帯，28GHz 帯において，移動通信事業者 4 社への割り当てが行われ，2020 年春からの 5G 商用サービス提供に向けて各社ともその準備を加速している．

ドコモは 2019 年 9 月 20 日よりラグビーワールドカップ 2019 日本大会に合わせて 5G のプレサービスの提供を開始した．また，プレサービスに先駆けて，5G 時代の新たなサービスを幅広い業界のパートナーと連携して創出するためのプログラム「ドコモ 5G オープンパートナープログラム（OPP）」を設立しており，その参加パートナー数は 2019 年 9 月時点で 3,000 社を超え，図 -1 に示す多様な業界

のパートナーが参加している．

OPPでは，パートナーとなる企業・団体に対して，5Gに関するさまざまな情報を提供するとともに，パートナー間の交流，意見交換を促進するためのワークショップを随時開催し，これまで接点がなかった業界や業種の企業・団体同士が議論し，新たなパートナーシップを構築することで，まったく新しい革新的なサービスを生み出せるようにしている．加えて，5Gとクラウドを組み合わせた協創プラットフォームや常設の5G技術検証環境も提供している．

一方，OPPメンバを中心に，より実践的なシステムトライアルが5Gの多様なユースケースについて行われてきており，これまでに，働き方改革，生活サポート，観光・まちづくり，医療，在宅勤務，教育，防災・防犯，一次産業，スポーツなどの応用分野に関連した約200件を超えるトライアルが行われている．以下では，その中でも各分野においてユニークかつ有用性の高いサービスを総務省の5G総合実証試験として取り組んだ結果を紹介する．

総務省5G総合実証試験におけるドコモの取り組み

実施概要

2017年度の総務省5G総合実証試験において，ドコモは人口密集地における10Gbpsの超高速通信の実証試験（GI）を実施し，応用分野として，エンタテインメント，スマートシティ，医療の3つの分野において，4.5GHz帯および28GHz帯の5Gを用いたサービス・アプリケーションの実証を行った．また，ドコモは，NTTコミュニケーションズが実施主体となる高速移動時における2Gbpsの高速通信の実証試験（GII）にも参画し，エンタテインメント分野において，時速90kmで移動する高速移動体に対して28GHz帯の5Gを用いた実証を行った．

2017年度の試験に続いて，2018年度の総務省5G総合実証試験においては，5Gの最大性能だけではなく，平均的な性能を検証するため，ドコモは屋外環境における平均4～8Gbpsの超高速通信の実証試験（GI）を実施し，2017年度の3つの応用分野に加えて，ワークプレイス分野での実証も行った．また，時速60～120kmで移動する高速移動体に対して平均1Gbpsの高速通信に関する実証試験（GII）を実施し，エンタテインメント分野に加えて交通分野での実証を行った．

2017年度および2018年度に実施した5G総合実証試験の実施場所および実施内容について図-2および表-1にまとめる．以降では，ドコモが実施した上述の実証試験に関して各分野における代表的な事例について紹介する．

エンタテインメント分野

GIのエンタテインメント分野での事例として，図-3(a)～(d)に実証試験の様子を示す．

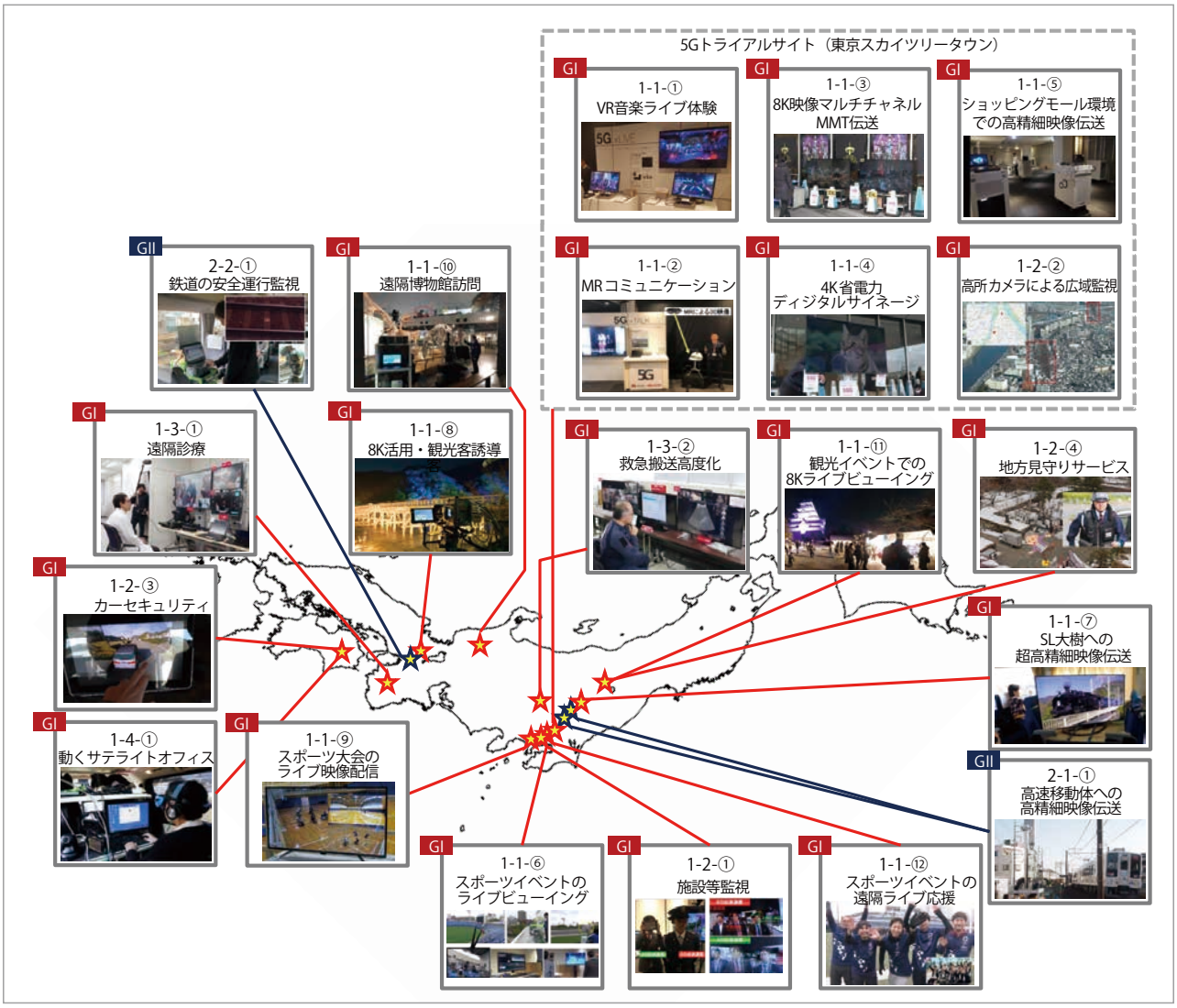
まず，図-3 (a)の実証試験では，5Gを介した8K映像のマルチチャネルMMT（MPEG Media Transport）伝送の実証試験を行い，無線レイヤ（物理層）と映像レイヤの双方での前方誤り訂正処理により移動環境を模擬した通信路の伝送においても安定した映像品質が得られることを確認した．事前に実施した室内実験では，H.265/HEVC（High Efficiency Video Coding）の映像符号化により平均80 Mbpsの伝送レートを必要とする8K映像を5Gで12チャネル伝送することにも成功しており，さまざまなイベントにおける仮設パブリックビューイングなどへの応用が期待される．

図-3 (b)の実証試験では，東武鬼怒川線沿いの鬼怒川橋梁付近に4.5GHz帯および28GHz帯の5G通信エリアを構築し，SLが5G通信エリアを通過する間に，橋梁から8Kカムコーダで撮影したSLのライブ映像を客車に向けて5Gで伝送した．将来的には，SLに乗車している乗客が，乗車中の客車を力強く牽引するSLの勇姿を超高精細ライブ映像で

楽しむ新観光体験の実現が期待される．

図 -3 (c) の実証試験では，車椅子バスケットボールの競技会場において，さまざまな角度から撮影した 4K 高精細競技映像と 180 度カメラで撮影した映像を 28GHz 帯 5G 試験装置を用いて観客席やロビーへリアルタイムに配信する試験を実施した．5G 試験装置は 500MHz 帯域幅を用いており，2 移動局環境において基地局あたり 6Gbps の平均スループットを達成できた．

図 -3 (d) の実証試験では，5G を活用して遠隔博物館体験できるサービスを実現するため，福井県立恐竜博物館と東京ソラマチの間を専用線で接続し，恐竜博物館の展示フロアに 5G 通信エリアを構築した．通信状況に応じて可変レートの映像符号化処理を行う装置を用いて，双方向の 4K 映像伝送を実現し，恐竜博物館には 4K360 度ライブカメラを配備し，博物館研究員の歩行に合わせて 5G 移動局とともに博物館内を移動させた．東京ソラマチから博物館研究員とのインタラクティブな会話を楽しみながら，VR ヘッドマウントディスプレイ越しに再現される博物館の様子に興奮し，迫力ある骨格標本を通常では見られない視点で観察できた．



■図 -2　2017 ～ 2018 年度 5G 総合実証試験の実施場所

一方，GII のエンタテインメント分野での事例として，図 -4 に 5G を活用した高速移動体への高精細映像伝送の実証試験の様子を示す．埼玉県春日部駅付近に 4.5GHz 帯および 28GHz 帯の 5G 通信エリアを構築し，時速 60km 以上で移動する東武鉄道の東武スカイツリートレインに移動局を搭載し，4.5GHz 帯では最大 540Mbps，28GHz 帯では最大 1.1Gbps のスループットを達成できた．5G を介して車内のキャッシュサーバに高精細映像をダウンロードし，40 台のスマートフォンに配信し再生することに成功した．車両内に設置した分散スマートアンテナシステム（D-SAS）を用いる高効率 Wi-Fi および PON（波長分割多重受動光ネットワーク）を連携させることで，スマートフォンに対して高品質なライブストリーミングやデータダウンロードが円滑に行えることを確認した．また，あらかじめ収録した 8K 映像を乗客に向けてストリーミ

■表 -1　2017 ～ 2018 年度 5G 総合実証試験の内容

G	分野	サービス	実施年度
GI	1-1 エンタテインメント	① 5G を活用した VR 音楽ライブ体験	2017
		② 5G を活用した MR コミュニケーション	2017
		③ 5G を活用した 8K 映像マルチチャネル MMT 伝送	2017
		④ 5G を活用した 4K 省電力ディジタルサイネージ	2017
		⑤ ショッピングモール環境での高精細映像伝送	2017
		⑥ 5G を活用したスポーツイベントのライブビューイング	2017
		⑦ 5G を活用した SL 大樹への超高精細映像伝送	2018
		⑧ 5G と 8K 映像を活用した観光客誘導	2018
		⑨ 5G を活用した車椅子バスケットボールのライブ映像配信	2018
		⑩ 5G と VR 技術を活用した遠隔博物館訪問	2018
		⑪ 5G を活用した観光イベントにおけるライブビューイング	2018
		⑫ 5G を活用したスポーツイベントの遠隔ライブ応援	2018
	1-2 スマートシティ	① 5G を活用した施設内監視	2017
		② 5G を活用した高所カメラによる広域監視	2017
		③ 5G を活用したカーセキュリティ	2018
		④ 5G を活用した地方見守りサービス	2018
	1-3 医療	① 5G を活用した遠隔診療	2017, 2018
		② 5G を活用した救急搬送高度化ソリューション	2018
	1-4 ワークプレイス	① 5G を活用した動くサテライトオフィス	2018
GII	2-1 エンタテインメント	① 5G を活用した高速移動体への高精細映像伝送	2017, 2018
	2-2 交通	② 5G を活用した高速鉄道の安全運行監視	2018

（a）8K映像マルチチャネル伝送

（b）SLへの超高精細ライブ映像伝送

（c）車椅子バスケットボールのライブ映像配信

（d）5GとVR技術を活用した遠隔博物館訪問

■図 -3　GI エンタテインメント分野の実証試験

ング配信し，列車内で視聴できることを確認した．

スマートシティ分野

GI のスマートシティ分野での事例として，図 -5 に高所カメラを活用した地方見守りサービスの実証試験の様子を示す．

この実証試験では，福島県会津若松市において，地方見守りサービスに関する実証試験を実施した．鶴ヶ城の天守閣に設置した高所 4K カメラで撮影した高精細映像を，4.5GHz 帯 5G 試験装置を用いて天守閣から地上の監視センターまで伝送し，伝送された映像を AI により処理することで，85m 離れた位置の突然うずくまった人を迅速に検出できることを確認した．さらに，スマートグラスによる警備高度化を目指し，警備員が装着するスマートグラスで撮影した映像を 5G により監視センターと共有し，うずくまった人を顔認証で特定し，その人物の情報に基づいた指示を警備員のスマートグラス上に送信する検証を行った．

医療分野

GI の医療分野での事例として，図 -6 に (a) 地域における遠隔診療, (b) 救急搬送高度化ソリューションの実証試験の様子をそれぞれ示す．

図 -6 (a) の実証試験では，循環器内科の訪問診療を想定した遠隔サポート試験と，医療分野における遠隔教育を想定した内視鏡検査の遠隔サポート試験を実施した．前者では，和歌山県日高川町にある国保川上診療所の医師が患者宅を訪問診療し，5G を用いてエコーの映像等を和歌山県立医科大学の専門

■図 -4　GII エンタテインメント分野の実証試験

■図 -5　スマートシティ分野の実証試験

(a) 地域における遠隔診療

受入先病院では5Gを介して救急車とドクターカーからの
情報を一元的に把握し，受入体制を整えることが可能

(b) 救急搬送高度化ソリューション

■図 -6　医療分野の実証試験

医に共有し，助言を得ながら診療を行った．また，後者は若手医師が操作する内視鏡映像・若手医師の俯瞰映像をベテラン医師が 5G によりリアルタイムに確認し，4K 超高精細 TV 会議システム越しに操作や確認点をサポートできるかを確認した．両試験ともに，高精細映像をスムーズに再生できることで，「遠隔地にいることを感じさせない」と医師から高評価を得た．

図 -6 (b) の実証試験では，日本で初めて 5G を活用した救急医療分野の実証試験を実施した．一刻を争う急患搬送の現場において，適切な処置を行うまでの時間を短縮するため，救急車，ドクターカーおよび救急指定病院の 3 者間を 5G で接続し，患者の容態などを高精細映像で共有した．前橋市役所に 5G 試験装置を設置して群馬県庁と前橋市役所間の公道を 5G 通信エリア化し，前橋市消防局の救急車とドコモの試験車両を架装したドクターカーを走行させた．患者を収容した救急車からは，医師を乗せたドクターカーと合流するドッキングポイントに向かうまでの道中，ベッドサイドモニタや俯瞰・接写カメラ映像等を統合した 4K 映像を，5G を介してドクターカーと受入予定の救急病院へ共有した．ドクターカーの医師は出血状況を確認して適切な初動措置を救急隊員に指示することができた．次いで，ドッキングポイントで患者をドクターカーに乗せ替えた後，ドクターカーに搭載された超音波診断装置（エコー）や 12 誘導心電計，俯瞰・接写カメラ等の映像を統合した 4K 映像を，5G を介してドクターカー・救急病院間で共有し，両拠点の医師間で所見の確認を行い，受入診療科の決定を行った．参加した医師からは，「5G で見る映像は鮮明かつ情報量が豊富」，「音声コミュニケーションに頼った従来の救急搬送時の推測とは異なり，実際に医療機関で患者を手当するのと同じ状況を再現できている」，「救急車の中の状況を克明に外部に発信できるようになることは意義が大きい」等の好評を得た．

ワークプレイス分野

GI のワークプレイス分野の事例として，図 -7 に動くサテライトオフィスの実証試験の様子を示す．本実証試験では，徳島県神山町において通勤時や移動時もサテライトオフィスと同程度の業務環境を 5G により実現する動くサテライトオフィスの検証を行った．図 -7 のように東京のオフィス，既存のサテライトオフィス，実験車両内による動くサテライトオフィスの 3 拠点による遠隔会議を実施した．特に，動くサテライトオフィスでは，360 度カメラ等の双方向 4K ライブ映像を 5G および光ファイバを通してサテライトオフィスとの間で伝送することで，移動中の車両からも遠隔で会議に参加できる環境を構築した．また，動くサテライトオフィス側で 5G を通して映像編集用である 300MB の大容量中間ファイルをダウンロードした後に，車内で編集し，それを移動しながらアップロードするといった映像

■図 -7　ワークプレイス分野の実証試験

■図 -8　交通分野の実証試験

編集にかかわる一連の業務を通し，動くサテライトオフィス環境が実用に耐え得ることを実証した．道路沿いに 28GHz 帯の 5G 試験装置を配置することで約 500m 区間の 5G エリアを構築した．動くサテライトオフィスを時速約 40km で移動させたところ，約 40 秒間接続し，最大 2.3Gbps のスループットが確認された．

交通分野

GII の交通分野の事例として，大阪府高槻市付近を時速約 120km で走行する特急列車「こうのとり」において実施した高速鉄道の安全運行監視の実証試験の様子を図 -8 に示す．本実証試験では，線路の傷みを効率的に検知したいという要望に応えるため，運行中の列車に搭載した 4K ハイフレームレートカメラによって撮影した線路の映像ファイルを列車から 5G で転送した．高速移動環境において 154MB の映像ファイルのアップロードに成功した．また，列車内から撮影した線路敷地内の 4K ライブ映像を可変レート映像符号化し，5G で車外に送信することで，線路敷地内の様子をリアルタイムに映像で確認できることを実証した．5G により鉄道における線路や敷地のリアルタイム監視が効率的に実現でき，安全運行に資することが期待される．

今後の取り組み

上述した，5G 時代のサービス協創に関するドコモのプログラムや各種取り組み，ならびに，5G 総合実証試験は，2020 年春に予定している 5G の商用サービス開始に向けて，今年度も継続して推進中である．これらの取り組みは，応用分野のさらなる拡大を図る一方で，当初の実証を終えた各ソリューションについては，商用のネットワーク・端末を前提とした性能対コストの最適化，ユーザの使い勝手向上など，より実用面を意識した次のステップへ取り組みを進めている．なお，2019 年度の 5G 総合実証試験については，その成果を発表するイベント等において，改めて報告したい．

最後に，各実証試験で用いた 5G 装置は試験用装置であり，5G 商用サービス向けの装置とは異なるため，これまで，同試験を完遂させるためには，パートナーおよび試験関係者の英知を結集し，並々ならぬ努力を要したことを触れておくとともに，関係各位に深く感謝の意を表する．

（2019 年 12 月 13 日受付）

■奥村幸彦（正会員） okumuray@nttdocomo.com

1992 年 NTT ドコモ入社以来，ディジタル移動無線アクセス方式・技術の研究，国際標準化，商用装置開発に従事．現在，同社 5G イノベーション推進室担当部長．第 5 世代モバイル推進フォーラム（5GMF）総合実証試験推進グループリーダ．博士（工学）．

■須山　聡 satoshi.suyama.zd@nttdocomo.com

2001 年東工大・大学院修士課程修了．同年同大学院・助手．以来，移動通信における無線伝送技術の研究に従事．2007 年同大学院・助教．2013 年 NTT ドコモ入社．現在，同社 5G イノベーション推進室担当課長．博士（工学）．