

ITU ジャーナル 10

Journal of the ITU Association of Japan
October 2020 Vol.50 No.10

特集

アンテナ及び関連技術の最新動向

新しいアンテナをつくるときに考えること

移動通信システムのサービスエリア拡充に向けたガラスアンテナ技術
メタマテリアルアンテナ

準ミリ波/ミリ波帯の柔軟なエリア構築に向けたメタサーフェス技術

スポットライト

将来の航空交通システムに関する長期ビジョン

鯉に恋する郡山プロジェクト「鯉養殖技術IoT導入プログラム」

タイ国モンクット王ラカバン工科大学 (KMITL) 創立60周年拾遺物語

会合報告

ITU-R: SG5 (地上業務)

ITU-T: SG16 (マルチメディア)、SG20 (IoTとスマートシティ・コミュニティ)
FG-QIT4N (ネットワークのための量子通信技術)

APT: WTSA-20準備会合 WTDC-21準備会合



神戸女学院文学館

2020



特集

アンテナ及び関連技術の最新動向

新しいアンテナをつくるときに考えること

3

広川 二郎

移動通信システムのサービスエリア拡充に向けたガラスアンテナ技術

7

猪又 稔/山田 幸司

メタマテリアルアンテナ

11

道下 尚文

準ミリ波/ミリ波帯の柔軟なエリア構築に向けたメタサーフェス技術

17

来山 大祐

スポット
ライト

将来の航空交通システムに関する長期ビジョン

22

本江 信夫/和田 英嗣/森井 智一

鯉に恋する郡山プロジェクト「鯉養殖技術IoT導入プログラム」

26

中戸川 将大

タイ国モンクット王ラカバン工科大学 (KMITL) 創立60周年拾遺物語

29

KMITLのもう一つの記念碑 ーラカバンの高い鉄塔と4名の留学生ー

沼田 尚道

会合報告

ITU-R SG5 WP5D (第35回) の結果について

34

丸橋 弘人

ITU-T SG16 (Multimedia) 第6回会合

36

山本 秀樹

ITU-T SG20 (IoT及びスマートシティ)

41

渡邊 敏康/大塚 智史/佐々木 俊哉

第4回 ITU-T FG-QIT4N報告

46

銀吉 薫

APT WTSA-20準備会合第3回の結果概要

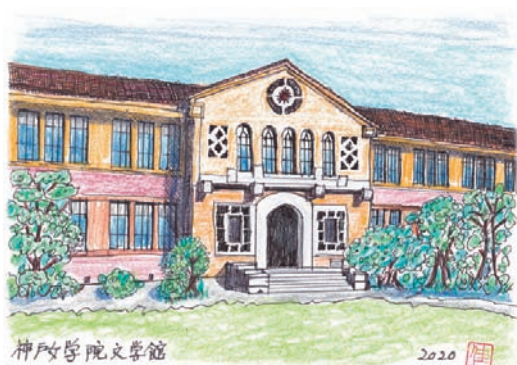
50

総務省 国際戦略局 通信規格課

APT-WTDC-21第1回準備会合の結果

53

横山 隆裕



〔表紙の絵〕

NPO法人次世代エンジニアリング・イニシアチブ 理事 池田佳和

●神戸女学院文学館（兵庫県西宮市）

昭和8年ヴォーリスの設計で建てられたスパニッシュ・ミッション風の建築である。神戸女学院は昭和初期にアメリカ婦人宣教師によって開かれた私塾に始まる。この建物を含め統一されたデザインの校舎12棟が並び、学校としての機能性にも優れた国の重要文化財に指定されている。

免責事項

本誌に掲載された記事は著者等の見解であり、必ずしも当協会の見解を示すものではありません。

本誌掲載の記事・写真・図表等は著作権の対象となっており、日本の著作権法並びに国際条約により保護されています。これらの無断複製・転載を禁じます。



ITU (International Telecommunication Union 国際電気通信連合) は、1865年に創設された、最も古い政府間機関です。1947年に国際連合の専門機関になりました。現在加盟国数は193か国で、本部はジュネーブにあります。ITUは、世界の電気通信計画や制度、通信機器、システム運用の標準化、電気通信サービスの運用や計画に必要な情報の収集調整周知そして電気通信インフラストラクチャの開発の推進と貢献を目的とした活動を行っています。日本ITU協会 (ITUAJ) はITU活動に関して、日本と世界を結ぶかけ橋として1971年9月1日に郵政大臣の認可を得て設立されました。さらに、世界通信開発機構 (WORC-J) と合併して、1992年4月1日に新日本ITU協会と改称しました。その後、2000年2月15日に日本ITU協会と名称が変更されました。また、2011年4月1日に一般財団法人へと移行しました。



新しいアンテナをつくるときに考えること

東京工業大学 工学院 教授 ひろかわ じろう
広川 二郎



1. はじめに

今回、編集事務局から新しいアンテナにかかる理論、材料、製作技術、使用法・要求条件の観点から原稿を書いてほしいとの依頼を受けた。本稿では、これらの観点に関する私見を述べる。筆者自身、長年、導波管型平面アンテナの研究をしており、新しい動作のアンテナの研究、低損失な材料、新しい製作技術のアンテナへの適用を行っており、そこでの経験に基づき述べる。

2. 理論

時々、アンテナで大きい受信電力を広い範囲で実現できないかといわれる。アンテナでは、その面積に対して実現できる利得（一方向に電力をどれだけ集中できるかを表す数値）には限界があり、また、アンテナのビーム幅はアンテナの大きさにほぼ反比例する。上記を実現するには、アンテナのビーム幅を細くして切替あるいは走査して使うか、アンテナのビーム幅は広くしてアンテナへの入力電力を大きくする必要がある。アンテナには理論限界があり、それを越えたことはできないので、そのことをきちんと理解したうえで、考えていく必要がある。

昨今、使用される周波数が高い方へ移動している。周波数が高くなると、一般に、広い周波数帯域が使用でき、多くの情報を送ることができる。しかし、周波数が高くなると、低い周波数のときと同じ受信電力を得ようとするには、アンテナの電気的大きさ（物理的大きさを周波数で決まる波長で割ったもの）を大きくする必要がある。一点から等方的に電力が広がる場合の、その点からある距離の位置での電力密度は周波数によらず一定である。アンテナの受信電力は、その電力密度とアンテナ面積の積となるが、低い周波数のときと同じアンテナ面積を得るには、周波数が高くなり波長が短くなっているため、アンテナの電気的大きさを大きくしなければならない。これも理論限界の一つといえよう。

アンテナは1890年代のヘルツの実験に始まり、長い歴史がある。アンテナ理論はほぼ確立されているといえよう。ただ、同じ現象を違う観点でみることで、新しいアンテナの実現につながることは考えられる。新しいアンテナではないが、同じアンテナを違う使用法に用いることで、展開を

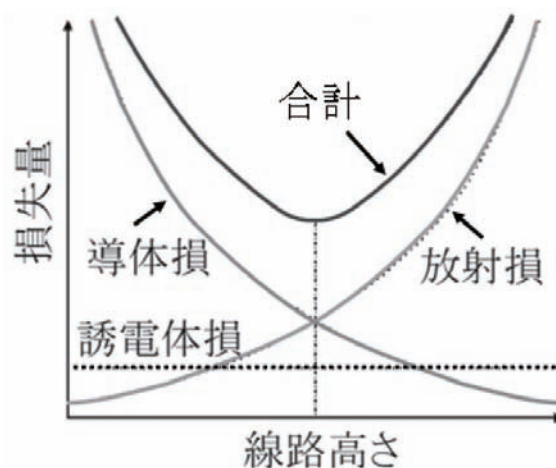
図った例として、私の研究室で検討した2次元モノパルス回路一体型導波管スロットアレーアンテナ^[1]がある。当初モノパルス回路本来の使い方である、アンテナ正面方向に和パターンと差パターンを形成し2つのパターンの受信レベル差から方向を推定する回路としての利用を想定していたが、同じアンテナ2つを非遠方界領域で対向させ通信させると多重伝送が同時に行えることが分かった^[2]。ちなみに、モノパルス回路による多くのビームは正面方向に電波を放射せず、伝送距離が長くなるにつれてこれらのビームが離れていくため、前述の多重伝送では遠方界領域では使用できない理論限界がある。

3. 材料

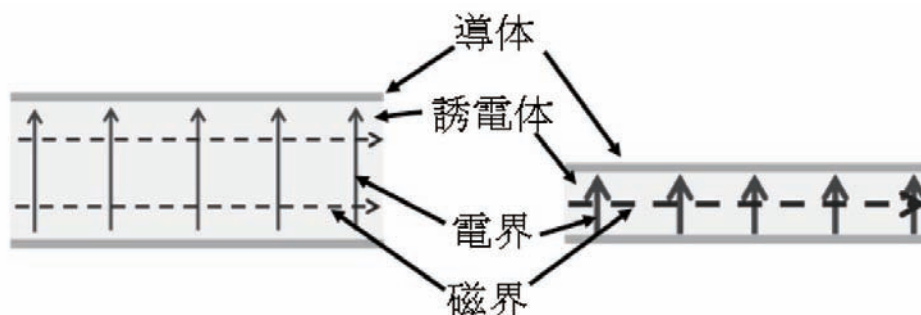
アンテナを構成する材料は主に導体と誘電体である。昨今、メタマテリアルなど波長に対して極めて小さい構造が用いられ、周波数が高くなったりすると、損失が大きくなる。そこで、材料の損失に関する基本的な考えを以下にまとめておく。

図1に、給電線路の損失を示す。横軸は線路の高さ、縦軸は損失量を表す。一般に、誘電体損は線路の高さによらずほぼ一定であり、導体損は線路の高さが小さくなると大きくなる。これは以下のように説明できる。

図2に、高さの異なる2つの平行平板導波路を給電線路の例として示す。ここでは、線路の幅は高さに対して十分



■ 図1. 給電線路の損失



■図2. 高さの異なる給電線路

大きく、端部効果は無視する。左側は高さが大きい場合であり、右側は高さが小さい場合である。誘電体損は誘電体内の電界強度に誘電体の体積をかけたものである。例えば、高さを半分にすると電界強度は2倍になるが体積は半分になるので、それらをかけたものは変わらないことになる。一方、導体損は導体表面の磁界強度に導体面積をかけたものである。例えば、高さを半分にすると、導体面積は変わらないが、磁界強度は2倍になる。よって導体損は線路の高さにほぼ反比例することになる。また、マイクロストリップ線路のような開放型給電線路の場合には、線路を曲げたり分岐したりする際に放射や誘電体内に電波が伝搬する。これらの損失をまとめて放射損という。一般に放射損は線路の高さが大きくなると大きくなる。開放型給電線路の場合にはこれら3つの損失の和になり、図2に示すようにある高さで極小値をもつ。以上をまとめると、誘電体はどのように用いても誘電体損は避けられないので、材料の損失そのものを減らす必要がある。導体の場合は、もちろん材料の損失そのものを減らす必要があるが、導体上を電流が流れると損失になる。特に狭い間隔の複数の導体の間を電波が伝搬すると大きな損失になる。

周波数が数十GHzと高くなってくると、材料の形成法によっても特性が変わってくる。PTFE基板の表面に用いる銅箔の種類を、電解銅箔と圧延銅箔で変えると導電率の周波数特性にも違いが生じる。電解銅箔は、誘電体基板の表面を少し荒らしたところにメッキにより銅膜を形成する。一方、圧延銅箔は銅箔を圧着して形成する。圧延銅箔の方が、電解銅箔よりも導電率が高くなる。また、導電率は周波数が高くなるにつれて小さくなる。すなわち損失は大きくなる。周波数が高くなることで波長が短くなり、同じ荒れに対する影響が大きくなり損失が増えるためである。

また、数十GHz以上の高い周波数では、誘電体の比誘電率や損失を表す誘電正接、導体の導電率などの材料定

数の値そのものが、低い周波数とは異なってくる。これらを測定する方法としては、平行平板で両端を短絡した円形誘電体共振器を用いるもの^[4]、波長に対して十分大きな円形誘電体共振器を用いて材料定数の周波数を測定するもの^[5]などがある。

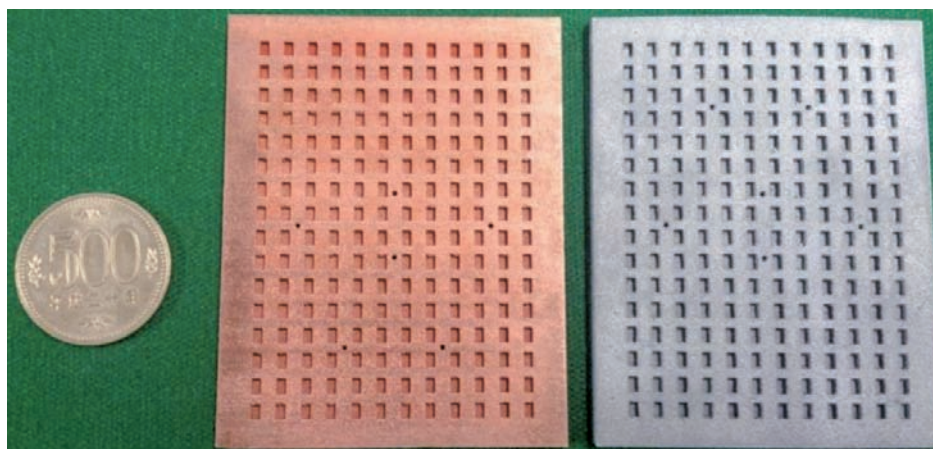
4. 製作方法

製作方法は日々進化しており、一般に必要な個数に適した製作方法は異なる。本章では、筆者が研究している導波管型平面アンテナの製作方法を中心に述べる。

製作方法には、機械加工、射出成型、エッチング、メッキ、3Dプリンタなど数限りなくある。導波管の製作方法には、引き抜き、放電加工、電铸、切削などがあり、接合方法には、圧着、ねじ止め、接着、はんだ付け、ロウ付け、拡散接合などがある。

前章で述べたように誘電体を用いると誘電体損を避けることはできない。アンテナの規模が大きくなると材料による損失が顕著になる。そのような場合には、誘電体を用いない中空の導波管アンテナが望ましい。中空導波管構造は、従来製作が複雑で民生用にはほとんど普及していない。そこで、簡易な方法での実現が望まれている。

筆者は、図3に示すような積層薄板拡散接合による中空導波管アンテナを検討している^[6]。導波路パターンが異なる複数の薄板をエッチングし、それらを積層して加圧加温真空下で拡散接合し、中空導波管アンテナを実現する。拡散接合は複数の金属を真空中高温加圧し分子の拡散により電気的結合を得るものである。水冷式のヒートシンクとしてステンレスを用いてパイプ構造を構成するのによく使われているとのことである。ステンレスは銅に比べ約7倍導体損が大きいので、筆者は無酸素銅、あるいは軽量化のためアルミ合金を用いている。アンテナではホーンアンテナの製作に使われていた例がある^[7]。60GHz帯16x16素子アン



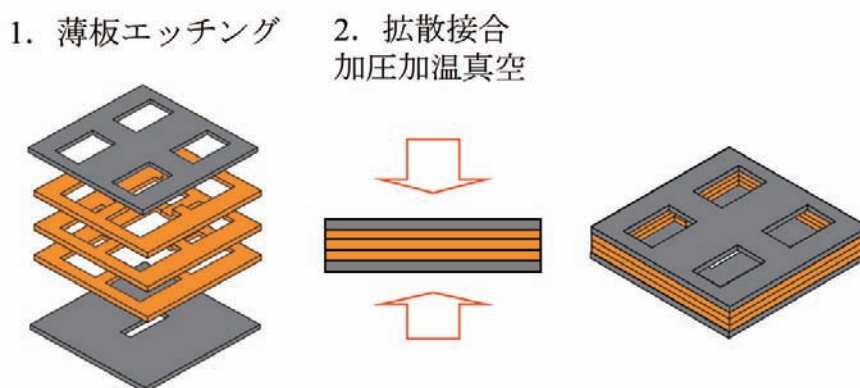
■図3. 金属粉末レーザプロセスを用いた導波管アンテナ（左：無酸素銅，右：アルミ合金）

テナにおいて、83.6%の高いアンテナ効率を得ている^[6]。また、導体損失は0.3dBと小さい。厚さ0.2mmの銅薄板を用いたエッチングでは20 μ m程度の寸法ばらつきがある。また、薄板積層時にはノックピンによる位置決めを行うが若干の位置ずれがおこる。この寸法ばらつきと位置ずれの効果を等価的にアンテナの寸法誤差に置き換えて解析し、実験値と設計値の違いを説明できる場合がある。現在では汎用電磁界シミュレータにより複雑な3次元構造でも解析できるので、製造法に再現性があれば説明できる。

導波管アンテナの軽量化のために、プラスチックで成形し、その表面をメッキで形成する方法がある。前章でも述べたが、メッキの付きをよくするために、プラスチック表面を荒らす場合があり、メッキが薄い場合には、その荒れが損失になることがある。ニッケルなど鉄系の材料は比透磁率が高いため導体損失が大きいので、周波数が高いときには、金など導電率の大きい材料で覆うような場合もある。また、温度変化による形状変化も考える必要がある。自動車

レーダなどでは-40度から85度の広い温度範囲をカバーする必要がある。形状変化による動作周波数の変化、温度変化の繰り返しによる材料の収縮の繰り返しのためにメッキがはがれるなどの問題がある。

最近では、3Dプリンタを用いたアンテナ製作が数多く検討されている。プラスチック材料を用いた場合には、かなり表面の平滑性の良いものが製作でき、数十GHz以上の高い周波数で使用されつつある。図4に、金属粉末レーザプロセスを用いた60GHz帯導波管アンテナを示す。左側が無酸素銅、右側はアルミ合金を用いたものである。金属粉末レーザプロセスは、直径10～38 μ mの粉末を約30 μ mの厚さに敷き、レーザを照射して溶解固結させている。これを繰り返して3次元構造を形成する。図4をみると分かるが、表面に荒さが残っている。粉末直径を小さくすれば荒さは減るが、粉末自身が凝集しやすく扱いにくいとのことである。表面の荒さは研磨等で除けるが内部ではそれができない。筆者が行った60GHzでの12x16素子アレーアンテナ試作では



■図4. 積層薄板拡散接合



荒さによる特性劣化が大きいが、小規模な8x8素子アレーアンテナをAlSi10Mgの金属粉レーザ溶着により15GHzで製作した例があり、それでの材料損失は0.2dB程度である^[6]。

5. アンテナ構成

アンテナは、一般に給電線路と放射素子の組合せで構成される。組合せに関しては、周波数帯、作りやすさ、損失等を考慮しなくてはならない。例えば、マイクロストリップアンテナとマイクロストリップ線路は金属箔付き誘電体基板のエッチング等で同時に構成できる。

電磁波の現象は長さが原則自由空間波長で規格化した値が同じであれば同じ現象になる。周波数が n 倍になれば、長さを $\frac{1}{n}$ 倍にすれば同じ現象（スケール則）になる。これは誘電率、導電率などの材料定数が周波数依存性を持たないことが前提であるが、実際には周波数依存性がある。また、数十GHz以上の高い周波数では、物理寸法が小さくなるので、スケール側を適用できない形状パラメータがある。例えば、スロットアンテナにおける金属板の厚さなどである。さらに、単にアンテナの構成を考えるだけでなく、アクティブデバイスとの接続や、大規模アレーアンテナでの近傍界測定、小型アンテナでの放射効率測定なども含めた評価法も検討する必要がある。

6. おわりに

新しいアンテナの実現には、アンテナの電気設計だけでなく、材料、評価法、製造方法等における諸問題の解決が必要である。これらも日々進化しており、アンテナ特性向上につながっている。異分野との連携、広い範囲の知識の習得がますます重要になってくると考えられる。

参考文献

- [1] X. Xu, J. Hirokawa, and M. Ando, "Plate-laminated Waveguide Monopulse Slot Array Antenna with Full-corporate-feed in the E-band," IEICE Trans. Commun., vol. 100, no. 4, pp. 575-585, Apr. 2017.
- [2] K. Tekkouk, J. Hirokawa, and M. Ando, "Multiplexing Antenna System in the Non-Far Region Exploiting Two-dimensional Beam Mode Orthogonality in the Rectangular Coordinate System," IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 66, no. 3, pp. 1507-1515, Mar. 2018.
- [3] T. H. Tran, Y. She, J. Hirokawa, K. Sakurai, Y. Kogami, and M. Ando, "Evaluation of Effective Conductivity of Copper-Clad Dielectric Laminate Substrates in Millimeter-Wave Band using a Whispering Gallery Mode Resonator," IEICE Trans. Electron., vol. 92, no. 12, pp. 1504-1511, Dec. 2009.
- [4] Y. Kobayashi, and M. Katoh, "Microwave Measurement of Dielectric Properties of Low-Loss Materials by the Dielectric Rod Resonator Method," IEEE Trans. Microw. Theory Techn. vol. 33, no. 7, pp. 586-592, July 1985.
- [5] H. Tamura, Y. Kogami, and K. Matsumura, "Improvement of the Relative Permittivity Evaluation with a Whispering-Gallery Mode Dielectric Resonator Method," IEICE Trans. Electron., vol. 86, no.8, pp.1665-1671, Aug. 2003.
- [6] Y. Miura, J. Hirokawa, M. Ando, Y. Shibuya, and G. Yoshida, "Double-Layer Full-Corporate-Feed Hollow-Waveguide Slot Array Antenna in the 60GHz-Band," IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 59, no. 8, pp. 2844-2851, Aug. 2011.
- [7] R.W. Haas, D. Brest, H. Mueggenburg, L. Lang, and D. Heimlich, "Fabrication and performance of MMW and SMMW platelet horn arrays," Intl. J. of Infrared and Millimeter Waves, vol.14, no.11, pp.2289-2294, Jan. 1993.
- [8] T.-H. Chio, G.-L. Huang, and S.-G. Zhou, "Application of Direct Metal Laser Sintering to Waveguide-Based Passive Microwave Components, Antennas, and Antenna Arrays," Proc. IEEE, vol. 105, no. 4, pp. 632-644, 2017.



移动通信システムのサービスエリア拡充に向けた ガラスアンテナ技術



株式会社NTTドコモ
5Gイノベーション推進室
(現所属 日本電信電話株式会社
アクセスサービスシステム研究所)

いのまた みのる
猪又 稔



株式会社NTTドコモ
無線アクセスネットワーク部

やまだ こうじ
山田 幸司

1. まえがき

近年のスマートフォン普及に伴い、移动通信システムのトラフィックが著しく増大している。通信が集中する都市部のような高トラフィックエリアにおいては、ビル局や鉄塔局よりもアンテナ高が低くエリアカバレッジが小さいスモールセル基地局を密に設置し、トラフィックを分散させることが重要となる。スモールセル用のアンテナは通常、理想的なエリアカバレッジを構築するために、建物の中低層階への設置が望ましいが、街の景観を損なう等の理由で設置が困難な場合が多くあった。街の景観を損なわないようにするためには、建物内にアンテナを設置し、屋内から屋外のエリア化をすることが考えられる。しかし、一般的に電波は屋内から屋外、もしくは屋外から屋内に伝搬する際には、建物の窓に遮蔽され、大きな損失が発生するため、理想的なエリアカバレッジを構築できないという課題があった。

また、現在、携帯事業者において第5世代移动通信システム(5G)が導入されており、仮想現実(VR: Virtual Reality)や大量のIoT(Internet of Things)デバイスによる産業の高度化や自動化、自動運転等の自動車用無線通信(V2X: Vehicle to everything)といった新たなユースケースへの適用が期待されている^[1, 2]。5Gで利用される28GHz帯は、これまで第4世代移动通信システム(LTE)などで利用していた周波数帯よりも波長が短くなり、自動車などの車室内や建物の室内で通信するときには電波が遮蔽されやすく、弱まってしまう傾向がある^[3, 4]。

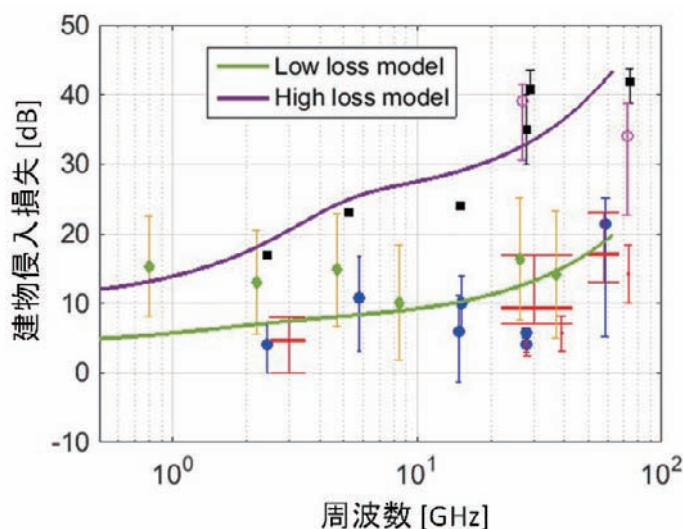
そこで、筆者らは既存窓ガラスの屋内側に貼り付けができる透明なLTE、5G用ガラスアンテナを新たに開発した^[5-8]。ガラスアンテナは、窓ガラスの屋内側に貼り付けられたアンテナ素子で電波を送受信することで、電波がガラスを通過する際の遮蔽損失を小さくすることができるため、理想的なエリアカバレッジを構築することが可能になる。かつ、本アンテナは透明性が高いため、窓に設置しても視界を遮らず、

課題とされていた景観を損なうことがない。本稿では、開発したLTE、5G用ガラスアンテナと建物や自動車に適用した実証例を紹介する。

2. ITU-R M.2412における侵入損失特性

景観を損なわないようにアンテナを設置するには、屋内にアンテナを設置し、屋内から屋外のエリア化をすることが考えられるが、建物や自動車の屋内から屋外もしくは、屋外から屋内へ電波が伝搬したときに伝搬損失が発生する。この伝搬損失を侵入損失と呼ぶ。IMT-2020の無線インタフェース評価手法をまとめているITU-R M.2412において記載されている建物侵入損失特性を図1に示す^[3, 4]。図1における各マークは様々な機関で建物侵入損失を測定した結果であり、各線は測定結果の平均的な特性を表現するために構築されたモデルを用いて計算した結果である。Low loss modelとHigh loss modelは、コンクリート、複層ガラス、遮熱ガラス等の建物壁面の材質の混合割合に応じて利用する。Low loss modelは、複層ガラスとコンクリートの割合が30%と70%のときのモデルであり、3GHz帯における侵入損失は約7dB程度、28GHz帯における侵入損失は約14dB程度と報告されている。また、ITU-R M.2412では自動車への侵入損失についても記載があり、0.6GHzから60GHz帯において、平均9dB程度の損失が発生すると報告されている。このことから、電波が建物や自動車の窓に遮蔽されることで、大きい損失が発生し、エリアカバレッジが縮小してしまうことが分かる。

また、侵入損失特性は、屋外区間の距離減衰、建物侵入時に発生する損失及び屋内距離減衰の和で表現され、屋内距離減衰は窓から屋内に設置されたアンテナまでの距離が減少するにしたがって、損失が小さくなる。そのため、窓からアンテナまでの距離をできるだけ短くすることで、屋内距離減衰を軽減することができ、侵入損失を軽減できる



■図1. 建物侵入損失特性

ため、窓ガラスにアンテナを近接して設置することで、理想的なエリアカバレッジを構築できる可能性がある。しかし、アンテナ設計においては一般に空気インピーダンスとアンテナのインピーダンスを整合させて設計するため、アンテナと窓ガラスとが近接して設置された場合には、不整合を起し、電波が減衰する等のアンテナ特性の劣化を引き起こしてしまう。そこで、筆者らは、アンテナと窓ガラスが近接しても、アンテナ本来の特性が損なわれないガラスアンテナを新たに開発した。

3. ガラスアンテナの開発

3.1 建物用ガラスアンテナ

建物用の3GHz及び4GHz帯におけるガラスアンテナの外観を図2に示しアンテナ諸元を表1に示す^[5, 7, 8]。アンテナ構造には、自動車のフロントガラスとして使われる合わせガラスの製造方法を応用した。図2に示すように、ガラス基板に透明な平面アンテナを4素子実装したガラスアンテナ基板などを一体化した合わせガラス構造となっている。また、一般に建物窓ガラスのインピーダンスは、ガラスの厚さや種類によって変化するが、厚さや種類は建物や階層によって異なり、建物ガラス自体がアンテナ性能に影響するために、

最適な整合層を選択する必要がある。図2においては、中低層階への単層ガラスに対して設置可能な整合層を選択している。また、平面アンテナは高い透明性を実現するために、透視性・透光性のあるアンテナ部材を使用した。本構造により、透明性を保ちながら、アンテナが建物の窓ガラスに近接しても、各偏波のアンテナ利得が9dBi程度となり、アンテナ本来の性能となることを確認している（表1）。



■図2. 建物用ガラスアンテナ（※ケーブル接続なしの状態）

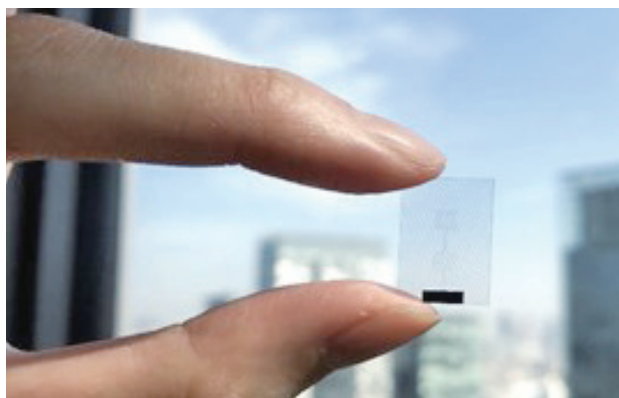
■表1. アンテナ諸元

周波数帯	3.44～3.52GHz帯	3.6～3.7GHz帯	4.5～4.6GHz帯
アンテナ利得	約9.0dBi	約9.5dBi	約9.0dBi
ビーム幅（垂直面）	約30度	約30度	約30度
ビーム幅（水平面）	約30度	約30度	約30度

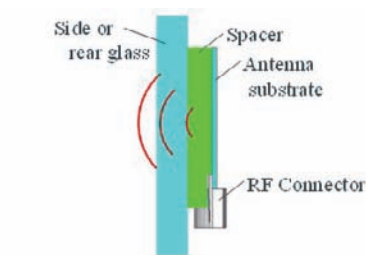


3.2 自動車用ガラスアンテナ

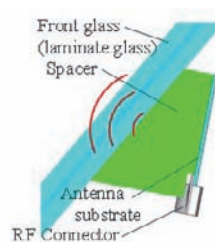
自動車用の28GHz帯におけるガラスアンテナの外観を図3に示し、アンテナ構造を図4に示し、アンテナ諸元を表2に示す[6, 9, 10]。28GHz帯では、電波放射効率を向上させるため、優れた低誘電率、低誘電正接をもつアンテナ基板材料が求められる。そこで、図4に示すように、誘電率3.7、誘電正接1/10000の透明な合成石英基板にV偏波とH偏波の平面アンテナを2素子ずつ実装した。本アンテナを、窓ガラスに設置するために、窓ガラスとアンテナとの間に窓ガラスに接着可能な整合層を備えて、車両のフロントガラスとサイド/リアガラスに取り付けた。整合層は、誘電率3、誘電正接1/1000、厚み2mmとし、典型的な自動車窓ガラスの厚さに整合するようにした。また、図4のように車両フロ



■図3. 自動車用ガラスアンテナ

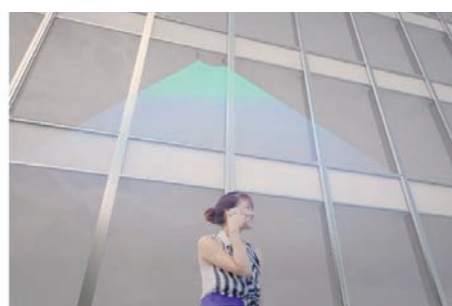
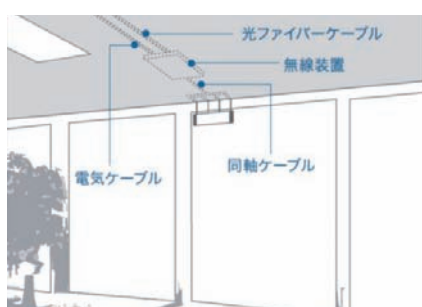


(a) サイドガラスとリアガラスの構造



(b) フロントガラスの構造

■図4. 自動車用ガラスアンテナのアンテナ構造



■図5. 建物用ガラスアンテナの装置構成と屋外エリア化イメージ

■表2. アンテナ諸元

周波数帯	28 GHz帯
アンテナ利得	約6.0dBi
ビーム幅（垂直面）	約40度
ビーム幅（水平面）	約90度

ントガラスには傾きがあるため、自動車が基地局から遠方にいる場合において、最大のアンテナ利得が得られるように、整合層の形状を上下非対称としてアンテナ指向方向を水平方向にチルトさせた。平面アンテナは高い透明性を実現するために、透視性・透光性のあるアンテナ部材を使用した。本構造により、アンテナが窓ガラスに近接しても、各偏波のアンテナ利得が6dBi程度、水平面のビーム幅が90度となり、アンテナ本来の特性が損なわれないことを確認した（表2）。

4. ガラスアンテナの適用事例

4.1 “窓の基地局化”

前章で紹介した建物用の3.44～3.52GHz帯ガラスアンテナを用いて実証実験を行った。実証実験では、都内の建物中低層階の窓ガラスに、ガラスアンテナと天井裏に設置した無線装置を同軸ケーブルで接続し、“窓の基地局化”を実現した^[5]（図5）。ガラスアンテナを用いたときのエリアカバレッジは、見通し環境下で従来のスモールセル基地局



とほぼ同等のエリアカバレッジを実現した。なお、3.44～3.52GHz帯におけるガラスアンテナは2019年10月からLTE商用サービスにて既に実用化されており^[7]、さらに、3.6～3.7GHz帯と4.5～4.6GHz帯に対応したガラスアンテナについても、従来の機能・デザイン性を継続したまま開発を完了した^[8]。

4.2 V2Xアンテナへの適用

自動車の28GHz帯ガラスアンテナを用いて、都内のモールセル見通し環境で実証実験を行った^[6, 9, 10] (図6)。実証実験は、時速約30kmで走行中の実験用車両の窓ガラスに、28GHz帯ガラスアンテナを貼り付け、ガラスアンテナを接続した5G試作端末と5G試作基地局との間で28GHz帯の400MHzの帯域幅を用いて実施した。本実験では自動車への5G適用を想定し、アンテナを車両の複数個所(フロントガラス、サイドガラス、リアガラスの合計4か所)に分散して配置することで、無指向性を形成し、もっとも電波が強い方向を選択してデータを送受信できるようにした。実証実験結果は、最大エリアカバレッジを最低スループットとなる送受信間距離と定義したとき約180m程度となり、また、スループットは下り最大3.8Gbps程度となり、ガラスアンテナを試作装置に接続して28GHz帯の高速大容量通信が実現できることを確認した。

本稿では、筆者らが開発したLTE、5G用ガラスアンテナとその適用事例を紹介した。今後、5Gの特徴である高速・大容量、低遅延、多数端末接続通信の実現に向けて、従来に増して様々な利用環境においてきめ細かなエリア構築が求められるため、ガラスアンテナの需要もますます高まっていくと考えられる。引き続き、ガラスアンテナを用いたサービスエリア拡充を継続して検討する予定である。

参考文献

- [1] NTT DOCOMO, INC. “DOCOMO 5G white paper, 5G radio access: Requirements, concept and technologies,” Jul. 2014.
- [2] NTT DOCOMO, INC. “White Paper, 5G Evolution and 6G,” Jan. 2020.
- [3] ITU-R M.2412 : “Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-2020,” Oct. 2017.
- [4] NTT DOCOMO, INC. et al., “5G Channel Model for bands up to 100GHz,” Oct. 2016.
- [5] 株式会社NTTドコモ, AGC株式会社, 報道発表資料, “ドコモとAGCが提携し、世界初『窓の基地局化』に成功,” https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2018/11/07_00.html, Nov. 2018.
- [6] 株式会社NTTドコモ, AGC株式会社, エリクソン・ジャパン株式会社, 報道発表資料, “世界初、28GHz帯に対応する5G端末向けのガラスアンテナで通信に成功～室内や建物内での安定した5G高速通信が可能に～,” https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2019/05/29_00.html, May. 2019.
- [7] 株式会社NTTドコモ, AGC株式会社, 報道発表資料, “ドコモとAGC、『窓を基地局化するガラスアンテナ』によるサービスエリア提供を開始～5Gに対応するガラスアンテナの開発もスタート～,” https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2019/10/01_00.html, Oct. 2019.
- [8] AGC株式会社, 報道発表資料, “AGCの『窓を基地局化するガラスアンテナ』5G対応の開発が完了,” https://www.agc.com/news/detail/1200821_2148.html, June. 2020.
- [9] 猪又 稔, ほか: “車両デザインを損なわず、安定した5G通信を実現する車載用アンテナ技術—車載用5Gアンテナ—,” NTTドコモテクニカルジャーナル, Vol.27, No.3, pp.51-56, Oct. 2019.
- [10] M.Inomata, et al., “Transparent Glass Antenna for 28GHz and its Signal Reception Characteristics in Urban Environment,” EuCAP2020, 2020.



■図6. 実験環境



メタマテリアルアンテナ

防衛大学校 電気電子工学科 准教授 みちした なおぶみ
道下 尚文



1. はじめに

メタマテリアルとは、自然界にはない特性を有する人工的な電磁構造である^[1]。誘電率と透磁率が同時に負となる媒質の電磁界が理論的に考察されたのは1967年であるが、2001年に負の屈折率が実証されたのを機に、欧米を中心にメタマテリアル研究が盛んになった。また、2002年に発表された伝送線路アプローチは、マイクロ波回路やアンテナ設計に有効な設計法であったため、メタマテリアルは特にアンテナ分野で研究が加速した。メタマテリアル前史や現代史の詳細はハンドブック^[2]などで補っていただきたい。

メタマテリアル研究は、理論解析や電磁界シミュレーションによる新奇な電磁現象の発見から、実用化のフェーズへ移行してきた。近年では、テラヘルツあるいは光領域におけるメタマテリアル研究の進歩も著しい。伝熱、流体、構造、音響などとのマルチフィジックス解析も注目されている。本稿では、メタマテリアルアンテナを理解するために、アンテナを構成する伝送線路として左手系はしご型構造を取り上げ、各種アンテナへの応用例を解説する^[3-5]。また、メタマテリアルの概念を応用した高度な分散設計による実用アンテナの例を紹介する。

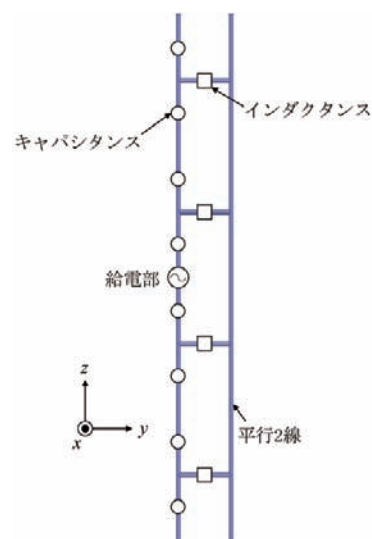
2. 左手系はしご型構造

メタマテリアルアンテナは、周期構造を利用したアンテナである。従来のアンテナは右手系伝送線路で構成され、波長に依存する長さで共振する。メタマテリアル技術を用いると、同じアンテナサイズで、右手系共振周波数よりも低い周波数で左手系共振が得られるため、アンテナの小型化が可能になる。しかし、アンテナ特性は狭帯域あるいは低放射効率となる。本章では、左手系はしご型構造のアンテナ応用例を解説する。

2.1 ダイポールアンテナの小型化

図1に左手系ダイポールアンテナ構造図を示す。この構造は長さ100mmの2本の銅線と長さ10mmの4本の短絡銅線からなる、はしご型線路の構造である。銅線の半径は0.45mmである。図中の○で示す部分に集中定数のキャパシタンス、□で示す部分に集中定数のインダクタンスを装

荷する。それぞれ直列キャパシタンス C_L 、並列インダクタンス L_L として動作する。2本の銅線に生じるインダクタンスとキャパシタンスがそれぞれ、右手/左手系複合伝送線路理論に基づく直列インダクタンス L_R と並列キャパシタンス C_R に相当する。



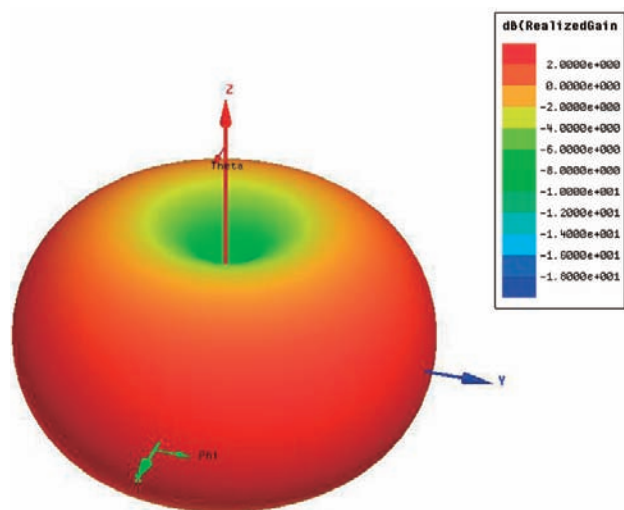
■図1. 左手系ダイポールアンテナ

メタマテリアルの重要な概念の一つが分散特性の設計である。例えば、図1のアンテナはT型回路からなる単位セルが4つ縦続接続された構成である。この線路の位相定数 β は単位セルの等価回路パラメータから求めることができる。通常の右手系線路の位相速度 v_p と群速度 v_g (エネルギーの流れ)の符号は等しくなる。しかし、図1のように左手系素子である C_L 及び L_L を装荷すると、右手系線路と左手系線路が複合した線路となり、 v_p と v_g の符号が反対となるため、左手系のバックワード波が伝搬する。この左手系帯域で動作するように設計した線路をアンテナに用いることでアンテナの小型化が可能になる。

単位セルに装荷する左手系素子 C_L 及び L_L を変化することで、分散特性を設計する。 $C_L=1\text{pF}$ 、 $L_L=27\text{nH}$ としたとき、782MHzにおいて位相変化量 $\beta p=45^\circ$ となった。ここで、周期長 $p=25\text{mm}$ である。この単位セルを4つ縦続接続すれば、本アンテナ上には、基本モードである半波長(位相変化量 180°)の電流が分布することになる。図2に $C_L=1\text{pF}$ 、



$L_L=27\text{nH}$ としたときのダイポールアンテナの750MHzにおける3次元放射パターンを示す。ここで、観測周波数750MHzは分散設計で得られた位相変化量 45° となる周波数782MHzとは異なっている。これは、分散設計では単位セルが無限に周期配列された際の位相定数を求めているためである。750MHzにおいて、垂直面内は8の字、水平面内は無指向性のパターンとなることが分かる。なお、アンテナ長は750MHz



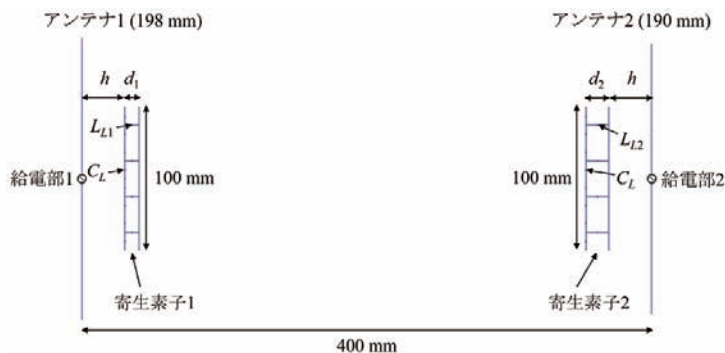
■図2. 左手系ダイポールアンテナの3次元放射パターン

に対し0.25波長であり、従来のダイポールアンテナの半分の長さである。動作利得は1.7dBiとなった。

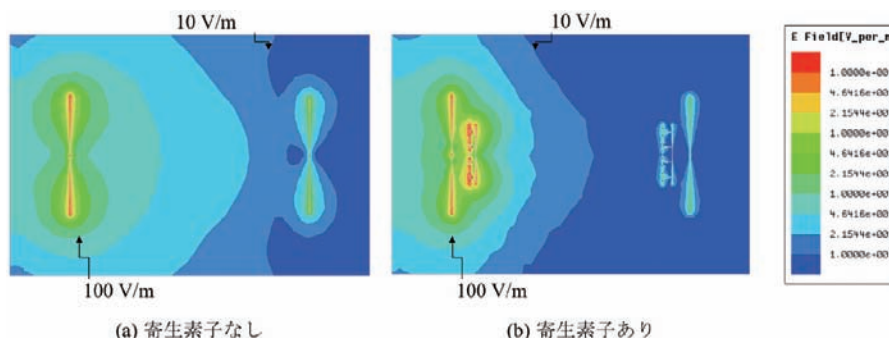
2.2 左手系寄生素子による相互結合抑制

無線通信システムでは、周波数帯域を効率良く利用するために、それぞれのシステムの隣接する周波数帯域が他のシステムで使用されている。したがって、アンテナの後段にフィルタを挿入し、隣接システムへの干渉を抑制する必要がある。しかし、隣接システムの使用周波数が近い場合には、急峻な特性を有する高アイソレーションフィルタが要求される。そこで、アンテナ自体にフィルタ機能を持たせる高アイソレーション実現法が提案されている。また、アンテナの形状や配置を工夫することで阻止帯域を制御する方法が提案されている。このように急峻な帯域阻止特性により、アンテナ特性を維持したまま近接システム間の結合を抑制することは重要な課題となっている。前節では、左手系はしご型構造をアンテナ素子に適用したが、本節では、左手系線路の狭帯域特性を利用することを考える。

左手系寄生素子付ダイポールアンテナの構造を図3に示す。寄生素子1は、図1と同じ構成である。アンテナ1及び2の共振周波数は720MHz及び750MHzであり、寄生素子1



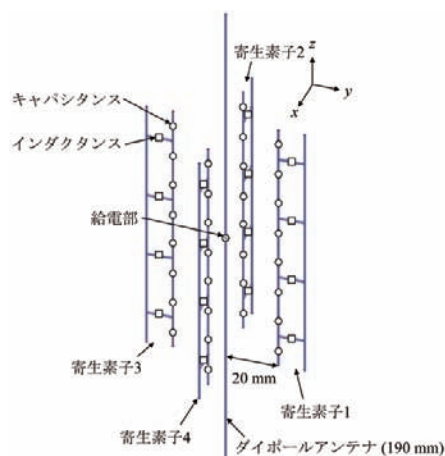
■図3. 左手系寄生素子付ダイポールアンテナの構造 ($d_1=10\text{mm}$ 、 $d_2=16\text{mm}$ 、 $h=30\text{mm}$)



■図4. ダイポールアンテナ間の電界分布 (750MHz)



及び2の阻止周波数は750MHz及び720MHzである。まずアンテナ1及び寄生素子1の組合せの場合、アンテナ1の近傍に左手系寄生素子1を配置すると、750MHz付近でダイポールアンテナと左手系線路の主線路に流れる電流は逆相となり、阻止帯域を生成できる。次に、アンテナ2と寄生素子2の組合せでは、元のダイポールアンテナの共振周波数より低域側に阻止帯域を生成する必要がある。しかし、アンテナ1と寄生素子1の配置のように左手系線路の直列 C_L が装荷されている線をアンテナ側に配置すると、元のダイポールアンテナの特性を維持しながら低域側に阻止帯域を生成できない。そこで、左手系はしご型線路のグランド線をアンテナ2側に配置してパラメータを検討した。その結果、寄生素子のパラメータは $L_{L1}=27\text{nH}$ 、 $L_{L2}=22\text{nH}$ 、 $C_L=1.0\text{pF}$ 、 $d_1=10\text{mm}$ 、 $d_2=16\text{mm}$ 、 $h=30\text{mm}$ となった。750MHzにおける左手系寄生素子付ダイポールアンテナ間の電界分布を図4に示す。寄生素子なしの場合、電界はアンテナ1から2に対し広く分布している。一方、寄生素子を配置すると電界はアンテナ1の近傍に集中することが分かる。この結果、



■ 図5. 小型指向性可変アンテナ

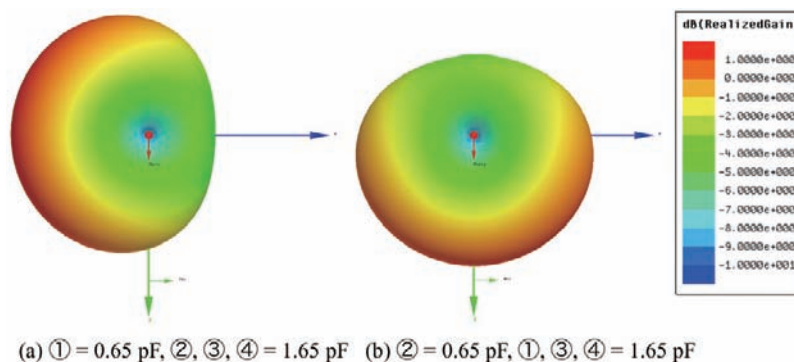
アンテナ間の相互結合は、寄生素子なしの場合 -25dB であるが、寄生素子を配置すると -36dB となり、 11dB の結合抑制を実現できる。

2.3 指向性切換アンテナ

放射素子からある程度離れた位置に導波素子、反射素子を配置すると、アンテナの放射特性に指向性をもたせることができる。この導波素子、反射素子として、図1と同じ構成の左手系寄生素子を用いると、放射素子と導波素子、反射素子との間隔を短くすることができる。図1の左手系ダイポールアンテナを寄生素子として利用した、指向性制御小形アンテナの構成を図5に示す。図5のように、ダイポールアンテナを中心として、左手系寄生素子①～④を配置し、寄生素子①の C_L の値を 0.65pF 、その他の素子の C_L の値を 1.65pF としたときの760MHzにおける水平面放射パターンを図6 (a)に示す。寄生素子①は760MHzにおいて反射器として動作することが分かる。同様に、図6 (b)に示すように、寄生素子②の C_L の値を 0.65pF 、その他の素子の C_L の値を 1.65pF としたときは、寄生素子②が反射器として動作する。したがって、 C_L を制御することで所望の指向性を切り換えることが可能となる。アンテナと寄生素子の間隔は 0.05 波長であり、従来と比べ $1/5$ の細径な構成を実現できる。また、自動車などの移動体に搭載する場合は、アンテナの低姿勢化が必要となる。そこで、低姿勢化された放射素子の周りに、マッシュルーム構造からなる左手系寄生素子が配置された、高さ 0.03 波長の低姿勢アンテナが提案されている。

3. メタスリーブアンテナ

ここでは、左手系線路として同軸線路を採用し、小形アンテナとして応用した例を解説する^[6]。通常の右手系同軸線路の等価回路は前章のはしご型線路と同様に直列 L と

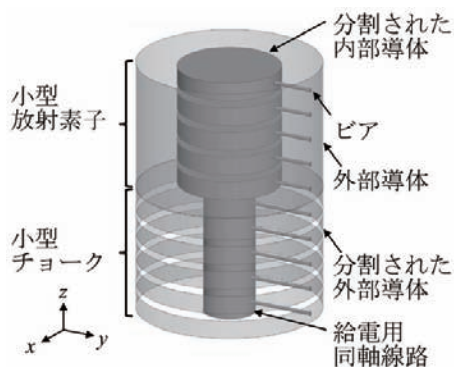


■ 図6. 水平面放射パターン

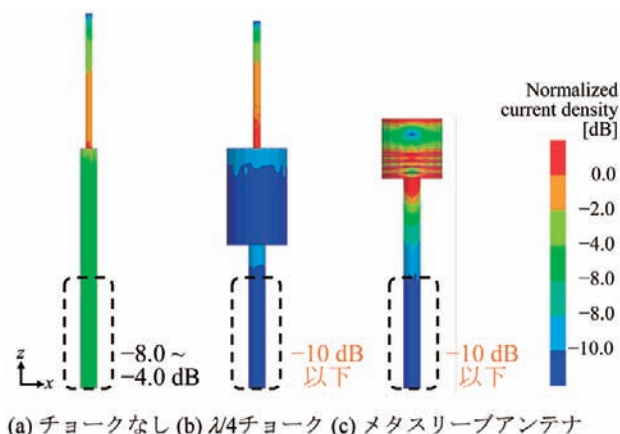


並列Cで表される。したがって、左手系の素子として、内導体を分割し直列Cを追加し、内導体と外導体をビアで接続することで並列Lを追加することになる。図7にメタスリーブアンテナの構造を示す。メタスリーブアンテナは小型放射素子と小型チョークによって構成される。小型放射素子と小型チョークはそれぞれ構造の異なる単位セル（周期長5mm）が5セル配列されている。小型放射素子の上端と小型チョークの下端は開放端である。給電用同軸線路の外導体（直径14mm）は小型チョークの内導体も兼ねている。小型放射素子の内導体の直径を28mm、内部導体を分割するギャップの長さを0.3mm、ビアの長さを11mm、ビアの直径を0.5mmとし、小型チョークの外部導体を分割するギャップの長さを0.5mm、ビアの長さを18mmとした。

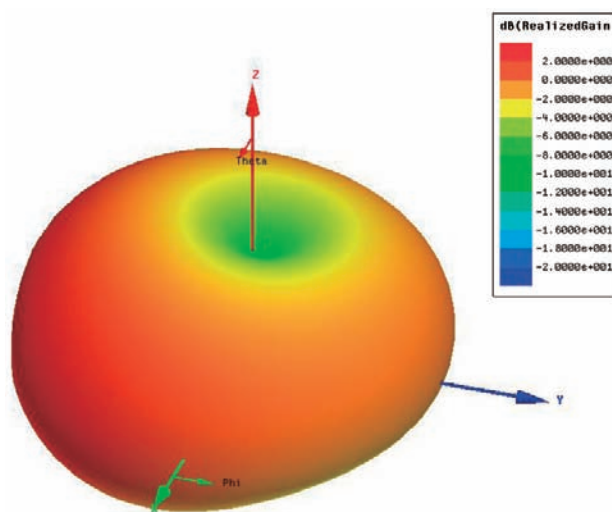
図8に710MHzにおける電流分布を示す。それぞれの電流値は給電部の内部導体に流れる電流値で規格化している。チョークがない場合は、-8dBから-4dBの漏れ電流が流れている。 $\lambda/4$ チョークあるいは小型チョークを取り付けると-10dB以下に抑制されることが分かる。また、 $\lambda/4$



■図7. メタスリーブアンテナ構造



■図8. 電流分布



■図9. 3次元放射パターン

チョーク付きアンテナの長さは0.44波長であるのに対し、メタスリーブアンテナは0.12波長に小型化されている。710MHzにおける3次元放射パターンを図9に示す。漏れ電流を抑制しているため、垂直面内の放射パターンは8の字となっている。しかし、水平面内の動作利得は偏差があり、+y方向では-1.8dBi、-y方向は+2.4dBiとなる。これは、ビアが+y方向だけに装荷されるためである。

スリーブアンテナはバランや地板が不要で、測定用の同軸ケーブルを直接接続しても漏れ電流は抑制されるため、測定用途や無線LAN、防災無線など実用的なアンテナとして広く利用されている。本章で解説したメタスリーブアンテナは、放射素子とチョークに左手系線路を用いることで、サイズを大幅に削減した。これは上記の用途などに非常に有用な実用アンテナといえる。今後は、細径化や広帯域化が課題である。

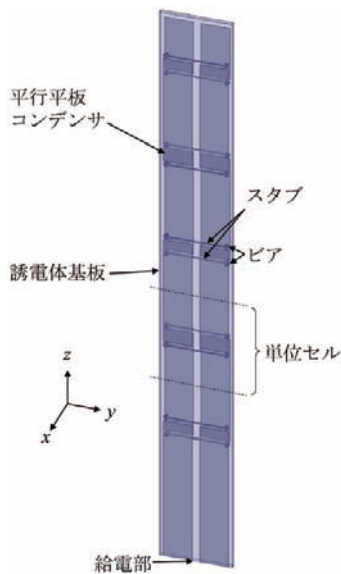
4. メタロッドアンテナ

LTE-Advancedにおいて、スモールセル用の基地局アンテナに要求される性能としては、水平面内無指向性、垂直面内高チルトの放射特性が挙げられる。また、アンテナを数多く設置する必要があるため、目立たない構造で、かつ、安価なアンテナが求められている。従来の無指向性の偏波共用アンテナは、垂直偏波・水平偏波共用のアンテナが主に使われているが、水平偏波無指向性を有するアンテナでは、アンテナ径を細くすることが困難であるという問題があった。この問題に対して、偏波合成方式という偏波共用法が提案されており、無指向性偏波共用アンテナの細径化

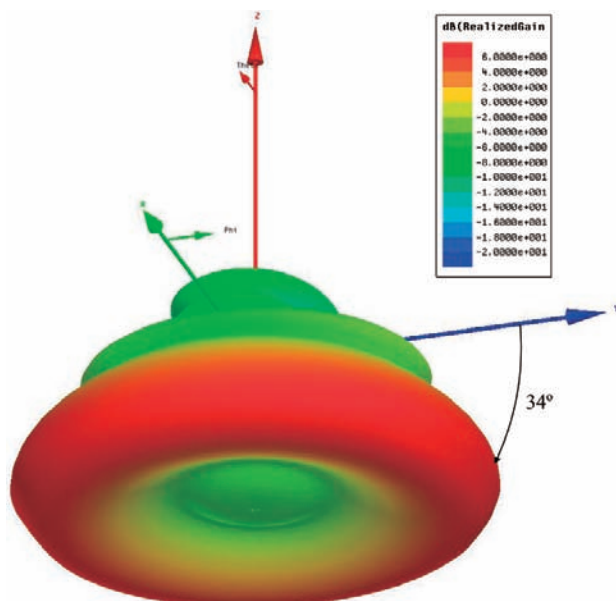


の有効な手段の一つと考えられる。

そこで、移動通信基地局アンテナ、特にスモールセル用アンテナへの応用を目的に、図10に示すようなコプレーナストリップ型の左手系線路を用いた無指向性の漏れ波アンテナが提案されている^[7]。基板と平行な y 軸方向には垂直偏波成分、基板と直交する x 軸方向には水平偏波成分が放射する構造であり、設計周波数で左手系の速波帯となるように設計される。アンテナは誘電体基板の両面を用いており、アンテナ下部から差動モードで給電される。単位セル



■図10. メタロッドアンテナ



■図11. メタロッドアンテナの3次元放射パターン

は、直列のキャパシタンスとして平行平板コンデンサ、並列のインダクタンスとして水平方向のスタブがビアでコプレーナストリップに接続されている。アンテナ幅は10mmであり、0.12波長である。

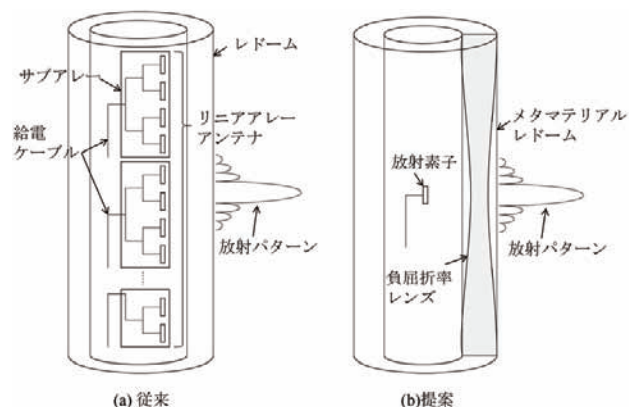
次に、20セル配列したアンテナの3次元放射パターンを図11に示す。設計周波数3.5GHzにおいて、水平面指向性については偏波合成方式によって偏差0.8dBの無指向性が得られ、垂直面指向性についてはチルト角34°の高チルト特性が得られた。動作利得は6.3dBiである。なお、本アンテナと同一の構造のアンテナを直交的に組み合わせることによって、2ブランチ化が可能である。2本のアンテナを直交的に組み合わせるため、アンテナ間の相関は低く、また、アンテナ径も変わらないので、非常に細径なMIMOアンテナが実現可能である。

メタロッドアンテナの垂直面指向性の周波数に対するビーム方向の変化（ビームスキント）は、200MHzの帯域で18°変化する。今後は、ビームスキントの低減が課題である。

5. メタレドーム

レーダーや移動通信基地局用の成形ビームアンテナは、レドームで保護されている。従来、ビーム成形や高利得化は、移相器や放射器の数により達成されてきた。ITSレーダー用アンテナとして、従来の誘電体レンズと、給電回路でビームパターンを成形した放射器との組合せにより、小型で高利得なアンテナが実現されている。しかし、従来の給電回路による放射器のビームパターン成形には限界があり、設計の自由度を上げる必要がある。

そこで、レドーム材料をメタマテリアルレンズに置き換え

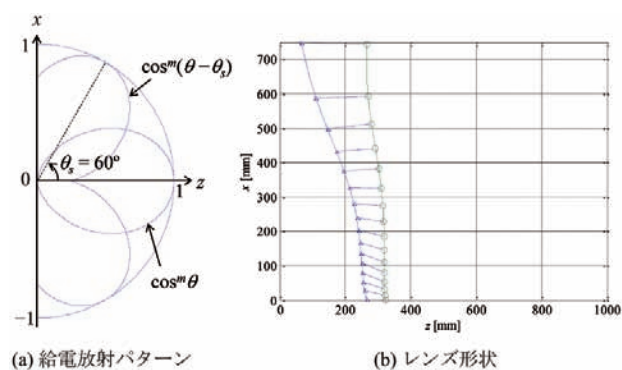


■図12. 移動通信基地局用アンテナの構成

ることで、アンテナ全体を簡素化する構成法が提案されている^[8]。図12に示すのは、従来及び提案する基地局アンテナの構成である。従来の基地局アンテナでは、リニアアレーアンテナがサブアレーに分割され、それぞれのサブアレーは複数の放射素子からなる。例えば、16素子アレーでは4つの放射素子からなるサブアレー4組で構成される。給電ケーブルはサブアレーごとに接続されるため、周波数共用化においてレドーム内にはケーブル用の広い空間が必要となる。

通常の誘電体材料で製作されたレンズは一般的に凸形状である。このレンズ効果をレドームに付加する場合、レドームは厚くなり、基地局アンテナの直径は増大する。これは風圧荷重の点からも問題となる。一方、負屈折率レンズの焦点距離は短くできるため、メタマテリアルレンズで構成されたレドームは細径でビーム形成することができる。

ここで、基本的なレンズ整形のための設計パラメータを説明する。レンズは z 軸に対し軸対称構造であり、給電放射パターンと開口分布を与えることで、レンズ形状をレイトレース法により求める。レンズ表面の修整には、レンズ内・外面における屈折の法則とエネルギー保存則を同時に満たすように設計する。



■ 図13. メタマテリアルレンズアンテナ

図13 (a)に給電放射パターンを示す。給電放射パターンは $\cos^m(\theta - \theta_s)$ で表される。ここで、 θ_s はビーム方向であり、 m はビームの鋭さである。 θ_s が0度のときは、放射のピークは z 軸方向となる。ここでは、図13 (a)に示すように、 θ_s を60度とした。この放射パターンは、約1波長のダイポールアンテナで実現できる。メタマテリアルレンズの屈折率を -4 とし、給電からレンズ端部の見込み角 θ_M を85度、開口分布のエッジレベルを $1/15$ 、レドームの全長を1500mmとしたときのレンズ形状を求めた結果を図13 (b)に示す。図13 (b)から、負屈折率メタマテリアルレンズレドームの半径は

300mmまで低減することができた。

本章で解説したメタレドームを構成する材料は屈折率の周波数特性を考慮していない。一方、左手系線路からなる3次元メタマテリアル構造は周波数分散や異方性を持つため、これらの特性を考慮したレンズ表面の形状設計法の開発が求められる。

6. おわりに

本稿では、メタマテリアルアンテナを構成する伝送線路の選定から各種アンテナ性能向上のためのプロセスを解説し、高度な分散設計による実用アンテナの例を紹介した。本稿では紹介できなかったが、近年では、メタサーフェスの研究も盛んになってきた。メタサーフェスは部分反射表面や周波数選択板、電磁バンドギャップ構造など2次元構造体で構成され、やはりアンテナ分野で多くの応用例が発表されている。アクティブメタサーフェスや非相反メタサーフェスなどの研究も進んでいるため、これらを応用したアンテナの実用化に期待したい。

参考文献

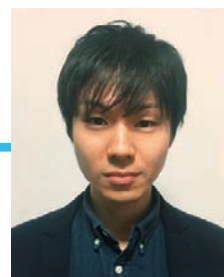
- [1] C. Caloz and T. Itoh, *Electromagnetic Metamaterials: Transmission Line Theory and Microwave Applications*, Wiley-Interscience, 2005.
- [2] 萩行正憲, 石原照也, 真田篤志, *メタマテリアルハンドブック基礎編*, 講談社, Nov. 2015.
- [3] 石原照也, *メタマテリアルー最新技術と応用ー*, シーエムシー出版, Dec. 2007.
- [4] 新井宏之, 道下尚文, *アンテナの基礎と小形化手法ーメタマテリアル技術のアンテナ応用ー*, リアライズ理工センター, Feb. 2010.
- [5] 石原照也, 真田篤志, 梶川浩太郎, *メタマテリアルII*, シーエムシー出版, June 2012.
- [6] T. Fukushima, N. Michishita, H. Morishita, and N. Fujimoto, "Coaxially Fed Antenna Composed of Monopole and Choke Structure Using Two Different Configurations of Composite Right/Left-Handed Coaxial Lines," *IEICE Trans. Commun.*, vol.E102-B, no.2, pp.205-215, Feb. 2019.
- [7] 大島一郎, 関卓也, 道下尚文, 長敬三, "左手系漏れ波オムニアンテナ," B-1-99, 信学総大, March 2015.
- [8] N. Michishita and Y. Yamada, "Metamaterial Radome Composed of Negative Refractive Index Lens for Mobile Base Station Antennas," *Int. Conf. Adv. Technol. Commun.*, Hanoi, Vietnam, pp.60-63, Oct. 2014.



準ミリ波/ミリ波帯の柔軟なエリア構築に向けたメタサーフェス技術

株式会社NTTドコモ ネットワークイノベーション研究所

きたやま だいすけ
来山 大祐



1. はじめに

第5世代移動通信システム（5G）が商用サービス開始となり、スマートフォンによる大容量コンテンツの利用だけでなく、RealとVirtualとの融合を目指したVR/AR/MR/SR等のxR技術や大多数のIoT（Internet of things）デバイスによる産業/インフラの高度化、移動の安全/効率化を実現するセルラーV2X（Vehicle to everything）等様々な分野への5G技術の適用について期待が高まっている^[1, 2]。これまで我々は5Gから利用される準ミリ波帯において、5Gにおけるキーテクノロジーである超多素子アンテナ（Massive MIMO）によるビームフォーミングを実装した5G伝送装置を用いて様々な実証実験を実施し^[3, 4]、高速大容量・超低遅延・高信頼といった5Gのポテンシャルを示してきた。

一方これら実験を通して、セルラー方式の無線通信で準ミリ波帯をより有効に活用する上での課題も見えてきた。5Gで利用される28GHz帯は第4世代移動通信システム（LTE）等で利用されている電波より周波数帯が高いため、電波伝搬の直進性が強く、そのふるまいが光に近くなってくる。これは電波が物の陰に回り込む（回折する）性質が弱いことを意味しており、基地局アンテナから見通し外となる建物、樹木等の遮蔽物の陰をどのようにエリア化するのが大きな課題となる。

そこで筆者らは、見通し外環境のエリア化及び通信品質の改善に向けて、波長よりも小さい構造体を周期的に配置することにより構成されるメタマテリアル/メタサーフェス技術の利用を検討している^[5-7]。メタマテリアル/メタサーフェス技術を適用した反射板は、反射板の設置方向/サイズによらず反射波の伝搬方向及びビーム幅を自由に設計可能となるため、ビル壁面などに設置し特定の方向に反射波を誘導できる。これにより反射板を街中に設置する施工上の制約が低くなり、準ミリ波/ミリ波帯の高速・大容量エリア拡大が可能になる。本稿では、本技術の実環境における有効性を検証した結果を示す。また、メタサーフェス反射板のさらなる高度化に向けて筆者らが開発をした透明動的メタサーフェスについても簡単に紹介する^[8]。

2. 5G testbed概要

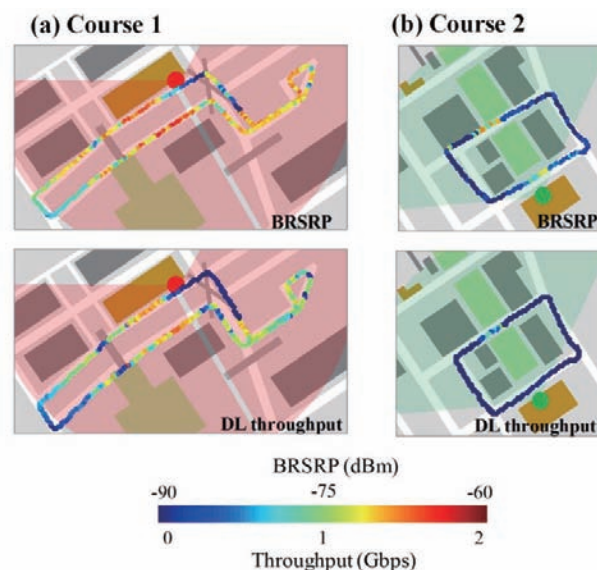
本検証では参考文献[4]で説明された基地局・移動局ビームフォーミングを実装した5G伝送実験装置を用いている。本実験装置では28GHz帯において無線アクセス方式としてOFDMA（Orthogonal Frequency Division Multiple Access）を上りリンク及び下りリンクで用いる。サブキャリア間隔は75kHz、サブフレーム長は0.2msecとしている。Component Carrier（CC）当たりの実効帯域幅は90MHz、サブキャリア数は1200であり、27.5GHzから27.9GHzにおいて4CCのキャリアアグリゲーション（CA）を行う。上りリンクと下りリンクのフレーム構成は対称であり、上下サブフレームの時間比率は1:1とした。基地局（BS）と移動局（MS）はそれぞれ垂直・水平の両偏波を受信可能なアンテナパネルを搭載しており、最大のMIMOストリーム数は2となる。基地局アンテナは64素子で構成され、48通りのアンテナビーム候補を形成する。一方、移動局アンテナは16素子で構成され、40通りのアンテナビーム候補を形成する。移動局はビーム選択のために基地局から送信されるBRS（Beam Reference Signal）を用いてBRSRP（Beam Reference Signal Received Power）を算出し、上位のビームインデックスと対応するBRSRPをBSにフィードバックすることで最適なビームの組合せが選択される。

3. 実環境における28GHz帯カバレッジ評価

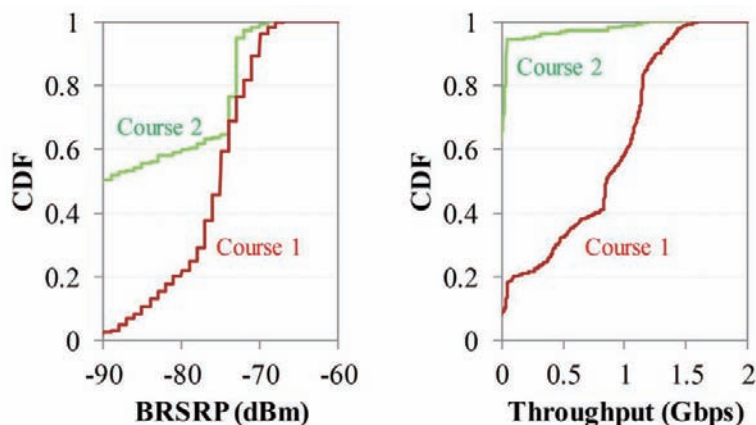
はじめに、我々が東京都お台場地区にて実施した、28GHz帯カバレッジ評価結果について紹介する（図1）。本評価では、フジテレビ本社社屋及びテレコムセンターに基地局アンテナを設置し、アンテナ高はそれぞれ114m、96mとした。1セクタ当たりのビームトラッキングの水平方向の範囲は $\pm 60^\circ$ 、垂直方向の範囲は $\pm 15^\circ$ である。測定結果の内、見通しの有無の影響がよく確認できるコースの測定結果を図2に示す。Course1はフジテレビ本社社屋に設置した基地局から近く見通しの良いコースである。一方、Course2はテレコムセンターに設置した基地局から近いが、周辺の高い建築物等の影響で基地局正面方向以外がほぼ見通し外となるコースである。なお、移動局アンテナは測定車両の屋根に搭載しており、アンテナ高は約2mとなる。また、移動速度は約



■ 図1. 実験サイトと測定コース（お台場）



■ 図2. 受信電力及びDLスループット分布の測定結果



■ 図3. 下りリンク伝送特性の累積分布図

20km/hとした。受信電力及び下りリンク（DL）スループット分布から、Course1ではBS正面や各所にある歩道橋により遮蔽される見通し外環境及び垂直方向ビームトラッキングの範囲外となってしまう基地局足元を除き信号を受信でき、受信電力の変化に応じてスループットが変動することが確認できる。Course2では周辺建物によって遮蔽されない正面方向を除き、ほとんどのエリアにて受信電力が低く、スループット特性も低い結果となった^[4]。図3にBRSRP及びDLスループットの累積分布図を示す。図示のとおり、CDF値60%においてCourse1は約1Gbps、Course2はほぼ0Gbpsのスループットであり、見通し外が主なCourse2はCourse1

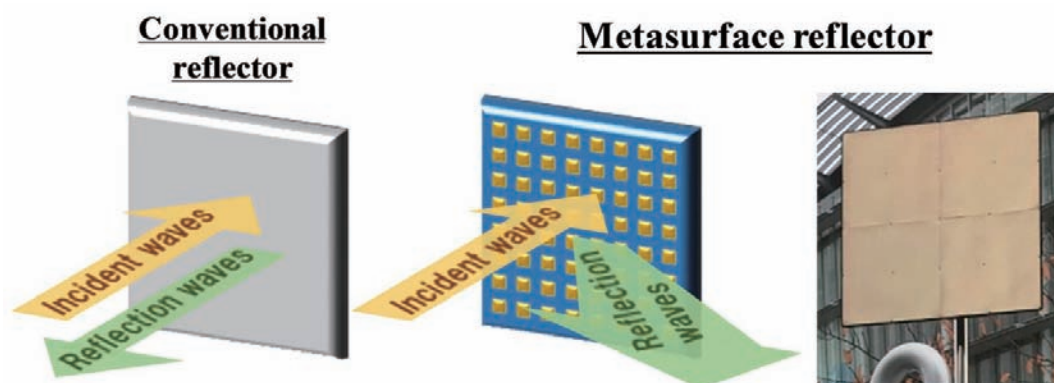
に対して5Gカバレッジが大幅に小さい結果となった。

4. メタサーフェス技術を活用したエリア構築

4.1 メタサーフェス反射板

前セクションにて示したとおり、28GHz帯を含む準ミリ波/ミリ波帯をセルラー方式無線通信に適用する上で、遮蔽物による見通し外環境における5Gエリア構築が大きな課題となる。また今後、より高い周波数帯を利用すると予想される6G以降の世代においても本課題が生じることは容易に想像できる。

解決策の一つとして、反射波を積極的に活用して見通し



■図4. メタサーフェス反射板の概念図と本実験で用いたメタサーフェス反射板

外をエリア化することが考えられる。28GHz帯はLTE等で用いられてきた電波に比べて波長が約1cmと短いため、反射損失を抑制するために必要な、波長に対して十分大きいサイズの反射板を街中に設置することは現実的な手法といえる。しかし、通常の金属反射板を考えた場合、反射波を所望の方向に反射させるには電波の入射角を考慮して角度をつけて金属板を設置する必要があるため設置面積が大きくなる。さらに、十分なエネルギーを反射させるために反射板を波長に対して大きくすると反射波の半値角が非常に小さくなってしまう（40cm角の反射板で反射波半値角 $<5^\circ$ ：反射板-アンテナ間距離が反射板サイズに対して十分大きい、つまり反射板に対して平面波が入射する場合）。

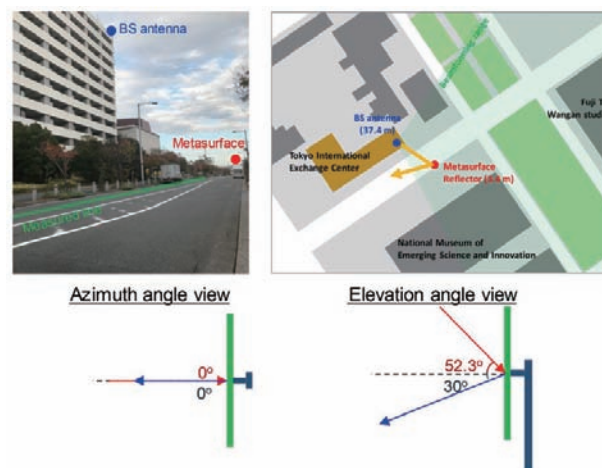
そこで我々は、波長に対して非常に小さな構造体をアレー状に配置し、配置場所によって構造体を異なる形状とすることで所望の散乱位相分布を設計し、設置角度やサイズによらずに任意の反射方向やビーム形状を実現することが可能なメタマテリアル/メタサーフェス技術の反射板への適用を検討しており、メタサーフェス反射板（図4）を検証した結果を紹介する^[5-7]。

4.2 メタサーフェス反射板の実証実験結果

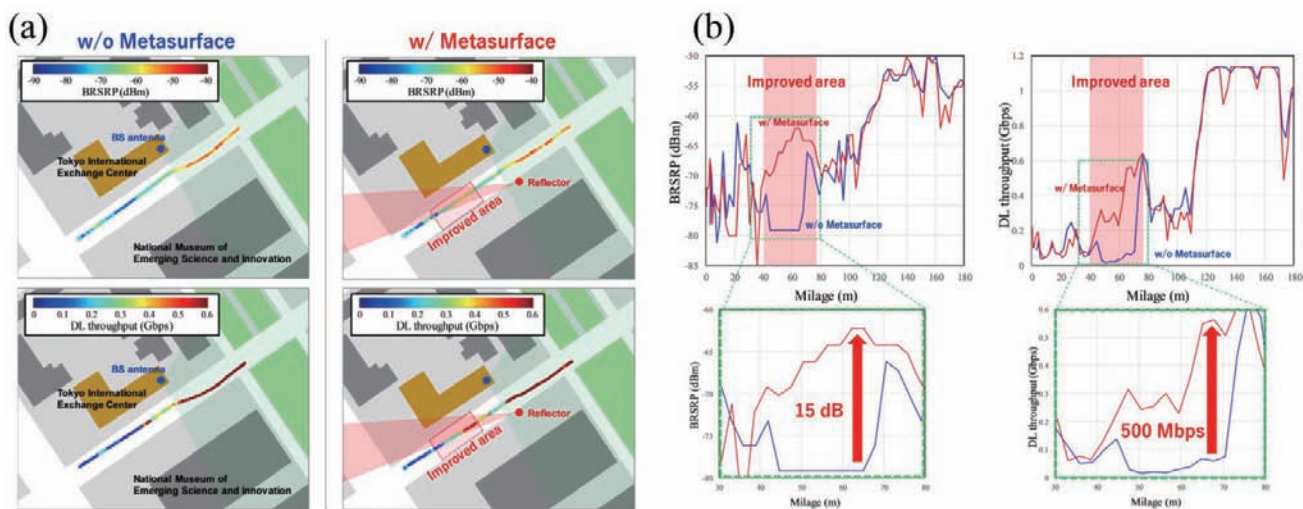
実験は東京都お台場地区の東京国際交流館屋上（37m）に基地局アンテナを設置して行った。本建物正面の道路は設置建物自身が遮蔽となって通信品質が劣化してしまうため、BSから見通しとなる位置にメタサーフェス反射板を設置し、メタサーフェス反射板からの反射波により建物正面道路に5Gエリアを構築することを検討した。なお、本メタサーフェス反射板の製造はMetawave Corporationに協力いただいた。

図4の右に本実験で用いたメタサーフェス反射板を示す。

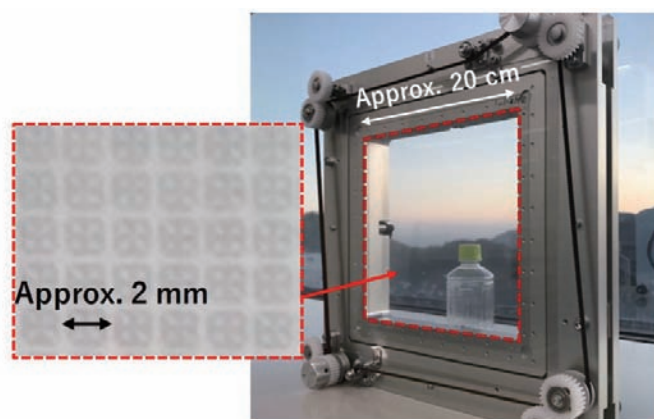
本メタサーフェスの単位セル構造は基板表面にパッチタイプの金属パターンが形成されており、裏面はベタの金属で覆われている。裏面メタルを含む金属パッチの構造により固有振動数が決定され、この固有振動数の周辺では散乱位相が大きく変化する。そのため、エリア構築をしたい周波数に対応した固有振動数を有する金属パッチパターンを中心に、基板内でパッチサイズを分布させることにより任意の反射波面を設計できる。本検証で用いたメタサーフェス反射板は垂直方向の入射角/反射角が約 $50^\circ/30^\circ$ となるように設計されており、メタマテリアル反射板の設置高は3.4mとした。また、十分な電力の反射波を形成するため、反射板のサイズは80cm×80cmとしているが、入射波を平面波と仮定した場合、本開口面積では非常に狭いビーム（半値角：約 $2\sim3^\circ$ ）が形成され構築エリアが細くなってしまうため、反射角だけでなく、反射波の半値幅も 18° となるように波面を設計している（図5）。



■図5. メタサーフェス反射板の実験環境及び反射板の入射/反射設計角度



■図6. 受信電力及びDLスループットの (a) 分布 (b) 走行距離特性の測定結果



■図7. 透明動的メタサーフェスのプロトタイプ

図6 (a) に、移動局車両を国際交流館前にて走行させて測定したBRSRPの分布を示す。メタサーフェス反射板を設置しない場合、建物正面におけるBRSRPは-70dBm以下のレベルで推移しており、見通しエリア (>-50dBm) に比べて受信電力が大きく劣化している。一方、メタサーフェス反射板を設置した場合、建物正面におけるBRSRPが改善し、またこれに伴ってスループット特性も向上していることが確認できる。図6 (b) に移動局車両の走行距離に対するBRSRP及びDLスループットの測定結果を示す。メタサーフェス反射板の設置により走行距離40～75mの35mの範囲でBRSRPが向上しており、最大で約15dBの改善を確認した。また、スループットについても、同様の範囲で改善が見られ、最大で約500Mbpsの向上 (反射板無：60Mbps⇒反射板有：560Mbps) を実現した。

4.3 透明動的メタサーフェス

上記のとおり、メタサーフェス反射板は見通し外における準ミリ波/ミリ波のエリア構築に対して有効であるが、このままでは設置場所・基地局位置・対策箇所から算出される入射/反射角に応じて設計する必要がある、反射板の裏が新たな見通し外となるといった課題もある。加えて、比較的大きな構造体であるため、街中の景観に溶け込むような意匠であることが求められる。そこで我々は、AGC株式会社の協力の下、高い透明性を維持しながら電波の反射・透過を動的制御可能な「透明動的メタサーフェス」も開発している (図7)。メタサーフェス基板を透明化したものに透明なガラス基板を重ね、重ねたガラス基板を微小に可動させることで、入射電波を透過するモード、電波の一部を透過し一部を反射するモード、すべての電波を反射するモードの3パターンを動的に制御することを可能とした。本メタ



サーフェス動的化手法は、半導体を用いたこれまでの手法に対して、“透明性を維持したまま動的制御が可能”、“基板の大面积化が容易”という優位性があり、景観や既存のデザインを損なうことがないため、建築物や看板、広告、車両などへの設置の可能性が広がり、端末位置や伝搬環境の変化に応じて電波伝搬を制御することで適応的なエリア構築が期待できる(図8)。引き続き、透過/反射の割合だけでなく透過/反射方向の制御機能実装等、高機能化に取り組む予定である。

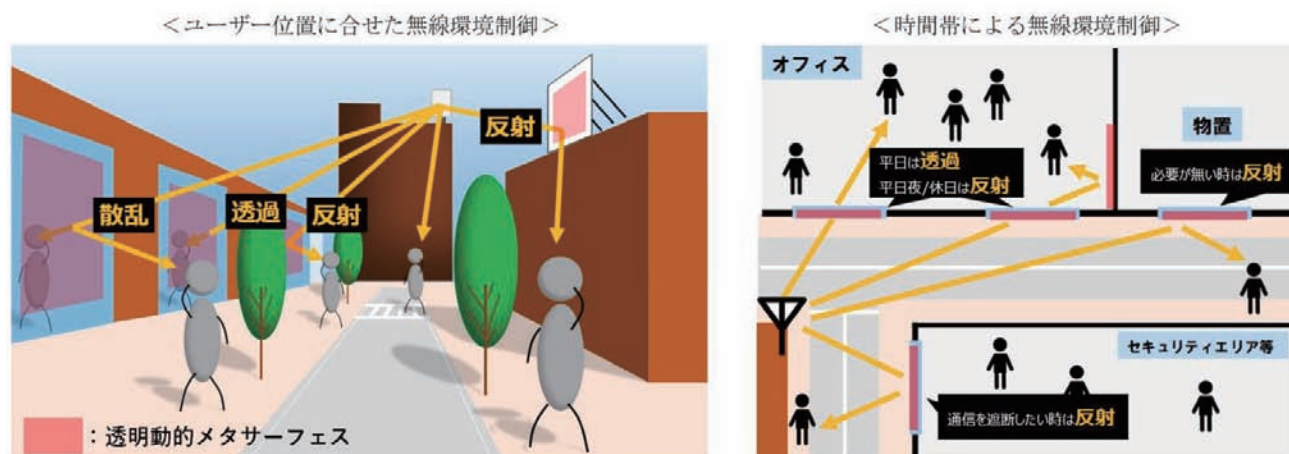
本稿では、準ミリ波/ミリ波帯で課題となる見通し外のエリア構築に向けた、メタサーフェス技術を適用した反射板の有効性を示した。さらに、メタサーフェスの特性を動的制御する仕組みについても紹介した。本技術は5Gのみならず、利用周波数が高くなると予想される6G以降の無線システムにおいても、エリア構築における基盤技術の一つになると考えられる。

参考文献

- [1] NTT DOCOMO, INC. “DOCOMO 5G white paper, 5G radio access : Requirements, concept and technologies,” Jul. 2014.
- [2] NTT DOCOMO, INC. “White Paper, 5G Evolution and 6G,” Jan. 2020.
- [3] D. Kitayama, K. Tateishi, D. Kurita, A. Harada, M.

Inomata, T. Imai, Y. Kishiyama, H. Murai, S. Itoh, A. Simonsson, and P. Okvist, “High Speed Mobility Experiments on Distributed MIMO Beamforming for 5G Radio Access in 28-GHz Band,” IEICE Trans. Commun., vol. E102-B, No. 8, Aug. 2019.

- [4] D. Kurita, K. Tateishi, D. Kitayama, A. Harada, Y. Kishiyama, H. Murai, S. Itoh, A. Simonsson, and P. Okvist, “Indoor and Field Experiments on 5G Radio Access for 28-GHz Band Using Distributed MIMO and Beamforming,” IEICE Trans. Commun., vol. E102-B, No. 8, Aug. 2019.
- [5] D. Kitayama, M. Yaïta, and H. J. Song, “Laminated metamaterial flat lens at millimeter-wave frequencies,” Optics Express, vol. 23, 18, pp. 23348-23356, 2015.
- [6] T. Maruyama, T. Furuno, Y. Oda, J. Shen, and T. Ohya, “Capacitance Value Control for Metamaterial Reflectarray Using Multi-layer Mushroom Structure with Parasitic Patches,” ACES Journal, vol. 27, no.1, pp. 28-41, Jan. 2012.
- [7] D. Kitayama, D. Kurita, K. Miyachi, Y. Kishiyama, S. Itoh, and T. Tachizawa, “5G Radio Access Experiments on Coverage Expansion Using Metasurface Reflector at 28 GHz,” 2019 IEEE Asia-Pacific Microwave Conference (APMC), pp. 435-437, 2019.
- [8] 株式会社NTTドコモ, 報道発表資料, “世界初、28GHz帯5G電波の透過・反射を動的制御する透明メタサーフェス技術の実証実験に成功—高い透明性で景観を損ねずに柔軟な5Gエリアの拡大を実現—,”



■図8. 将来ユースケースのイメージ



将来の航空交通システムに関する長期ビジョン



国土交通省 航空局
交通管制部
交通管制企画課

ほんこう のぶ お
本江 信夫



国土交通省 航空局
交通管制部
管制技術課（執筆時）

わだ ひでつく
和田 英嗣



国土交通省 航空局
交通管制部
管制技術課
航行支援技術高度化
企画室

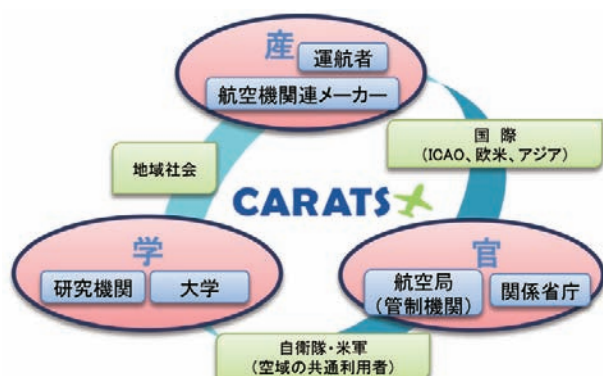
もり い ともかず
森井 智一

1. はじめに

世界的に航空交通管理（ATM: Air Traffic Management）の高度化が求められており、ICAO（国際民間航空機関）においてもGANP（世界航空交通計画）と呼ばれる長期計画が策定されている。我が国においても、航空交通量の増

大や運航者、利用者のニーズの多様化に対応し、我が国の経済成長に寄与するとともに、地球温暖化対策等の世界共通の課題にも対応するため、2010年に産学官一体となって「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン」（CARATS: Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems）を策定した（図1）。将来の航空交通システムへの変革を具体的に実現していくため、ロードマップの策定や施策の推進を行っている。

本稿ではそのCARATSについて述べるとともに、CARATSにおける具体的な施策実現の一例として、SBAS（後述）について紹介し、今後のロードマップ刷新について触れさせていただく。



■ 図1. 産学官連携のイメージ

2. 将来の航空交通システムの目指す目標

将来の航空交通システムの構築に当たっては、運航者や航空利用者のニーズ、社会経済の動向等を踏まえた上で、

■ 表. CARATSの目標指標

目標	指標の概要
1.安全性の向上 【安全性を5倍】	航空保安業務に起因する航空機事故及び重大インシデントの発件数 → 過去5か年の平均発件数によって評価
2.航空交通量の増大への対応 【管制処理容量を2倍】	混雑空域のピーク時間帯における処理機数 → 単位時間あたりの処理機数を2倍
3.利便性の向上 【サービスレベルを10%向上】	(定時性)到着便に対する15分を超える到着遅延便の割合によって評価 (就航率)到着便に対する自空港の気象の影響による欠航便の割合 → 過去3か年の平均欠航率によって評価 (速達性)主要路線におけるGate To Gateの運航時間によって評価
4.運航の効率性向上 【燃料消費量を10%削減】	1フライト(大圏距離)当たりの消費燃料によって評価
5.航空保安業務の効率性向上 【効率性を50%以上向上】	管制官等1人当たりの飛行計画取扱機数によって評価 3か年平均の整備費当たり飛行計画取扱機数によって評価
6.環境への配慮 【CO2排出量を10%削減】	1フライト(大圏距離当たり)のCO2排出量によって評価



目標を明確にする必要があり、CARATSでは当面の計画年次として、2025年を想定し、目指す目標の達成度合いを検証しながら、効果的に施策を推進していくため、表の項目について、我が国の航空交通の特徴、社会情勢等を踏まえた具体的な数値目標を設定している。

3. 変革の方向性

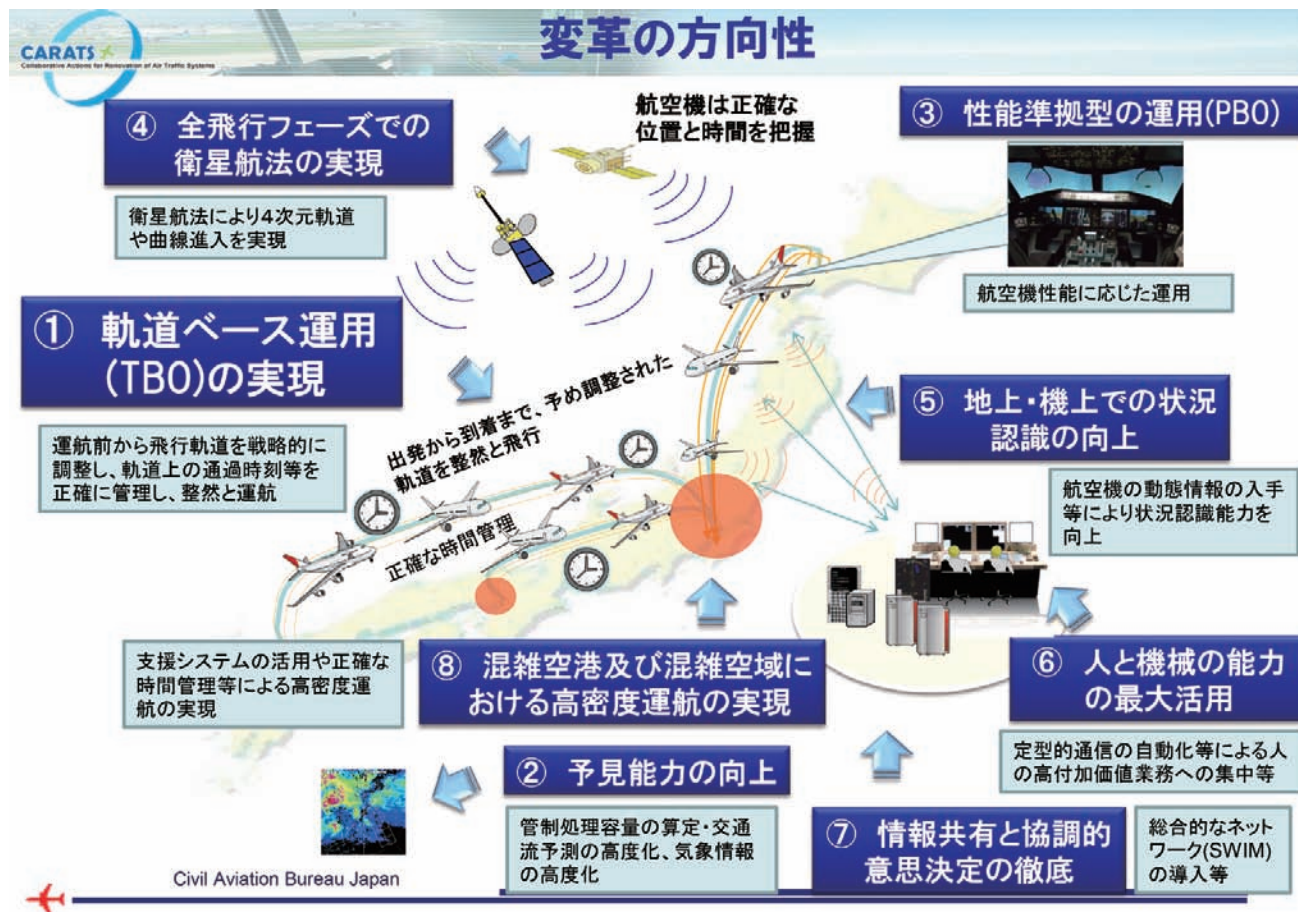
現行の航空交通システムには、特定の空域及び経路への交通流の集中による遅延の常態化など効率的で秩序ある流れを維持することが困難となってきたこと、出発から到着までの全体を通した飛行経路等の最適化が十分に図れないことなどの『空域ベースのATM運用』に係る課題をはじめとし、様々な課題や限界が存在しており、いずれも従来の延長線上だけで解決することは困難である。このため、将来の航空交通システムの目指す目標を達成していくためには、運航の制約を極力なくし、柔軟で効率的な飛行を実現するとともにトータルとしての航空交通のパフォーマンスの最適化を目指す戦略的な『①軌道ベース運

用(TBO: Trajectory Based Operation)の実現』への移行をその中核に据え、このほかに②予見能力の向上、③性能準拠型の運用、④全飛行フェーズでの衛星航法の実現、⑤地上・航空機上での状況認識能力の向上、⑥人と機械の能力の最大活用、⑦情報共有と協調的意思決定の徹底、⑧混雑空港及び混雑空域における高密度運航の実現の合計8つの方向性を示している(図2)。

4. 長期ビジョンの実現に向けた取組み

長期ビジョンの実現に向けた取組みを推進するため、CARATSでは産学官が連携し「将来の航空交通システムに関する推進協議会」(CARATS推進協議会)を設置し、検討を進めている。2011年3月にはCARATSの実現に向けた「CARATSロードマップ」を策定した。当ロードマップには、長期ビジョン(CARATS)の実現に向けて必要となる、運用改善とそれを実現するために必要な技術等に関する施策を定義、設定している。

CARATSでは、ロードマップに基づき施策を進めるだけ



■図2. 変革の方向性



でなく、必要に応じて施策の見直しやロードマップへの施策の追加を行っている。これまでの取組み状況として、全150の施策のうち、ほぼ2/3の導入を意思決定し、約30施策は既に運用を開始している。

5. 具体的な施策実現の検討事例 (SBAS)

GPSは、自動車のカーナビをはじめとした様々なシーンで活用され、インターネットと同様に重要な社会インフラとして認知されており、航空の分野でも衛星航法としての利用が進んでいる。このGPSを、航空機の着陸進入に利用する場合には、更に精度と信頼性の確保が求められるため、測位補強サービス (GPS信号の誤差や異常を地上で監視し、誤差補正や利用可否の信号を静止衛星から航空機へ送信する衛星経由送信型衛星航法補助システム (SBAS: Satellite-Based Augmentation System) や同信号を地上施設から航空機へ直接送信する地上直接送信型衛星航法補助システム (GBAS: Ground-Based Augmentation System)) 等の利用が必須となる。

特に、我が国のSBASの歴史は古く、1991年にICAOにおいて取りまとめられた、衛星システムや自動化システムを含む新しい航空航法システム技術のあり方に関する構想 (通称FANS (Future Air Navigation System) 構想) を背景に、1994年の航空審議会第23号答申において、「航

空交通容量の拡大を図るという考え方のもと、我が国の航空交通の実態に適合し、かつ効率的な次世代の航空保安システムを早急に構築することが必要である」とされたことに端を発する。

具体的には、運輸多目的衛星 (MTSAT: Multifunction Transport Satellite) を中核とした次世代航空保安システムの導入が決定され、航空局では、1993年度からMTSAT衛星及びSBASの整備に着手し、2005年及び2006年のMTSAT-1R及びMTSAT-2の2機の打ち上げを経て、2007年9月から、神戸及び常陸太田 (茨城県) の地方航空局航空衛星センターを拠点としたSBASサービスが開始された。

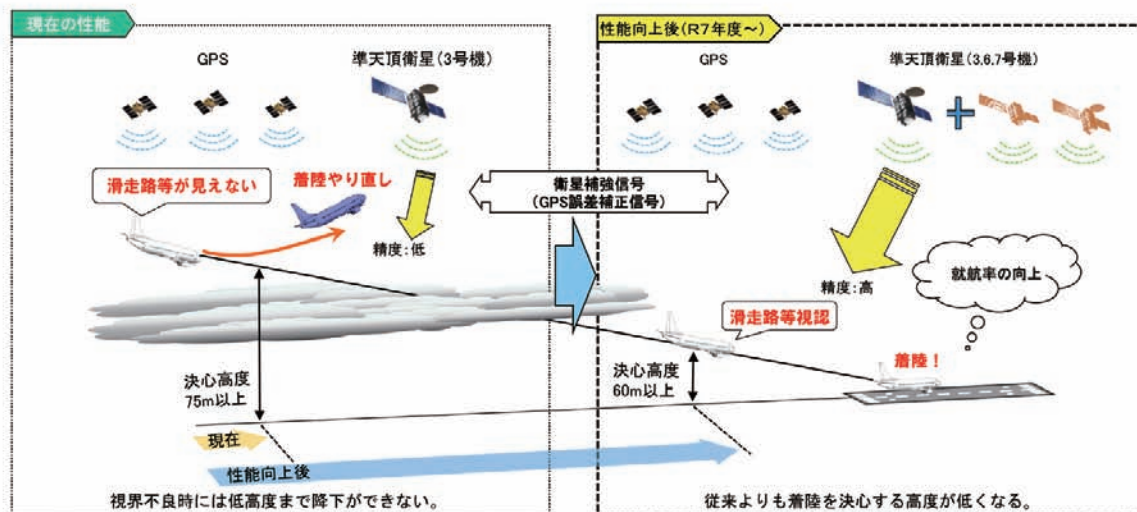
これら2機のMTSATも、2015年12月に1号機が、2020年3月末に2号機が退役を迎え、その役割を終えた。2020年4月からは、内閣府が整備する準天頂衛星システム「みちびき3号機」を利用したSBASサービスの提供を、常陸太田市に同じく4月に発足した航空局性能評価センターにおいて開始している。同センターは、従前MTSATを利用し提供していた航空管制サービスに加え、航空交通管制に用いるネットワークの性能を24時間体制で監視・分析し、全国の関係機関との調整を行う役割を担う全国唯一の組織として設置されたものである。

従前より、航空機によるSBASの利用は、SBAS受信機が早期より普及していた小型機を中心としたものであったが、

衛星航法サービスの高度化

○就航率の向上を図るため、衛星航法システムの性能向上を行い、視界不良時において現状より滑走路近くまで航空機の着陸進入を可能とします。

○令和2年度は、衛星航法の精度や安全性を向上させるための施設整備を行います。



■ 図3. 衛星航法サービスの高度化 (SBAS LPV) の効果



大型機のSBAS搭載機の拡大や宇宙基本計画（2016年4月1日閣議決定）に基づく準天頂衛星7機体制に向けた衛星開発・整備の事業化（静止衛星の冗長化）を踏まえ、2018年3月13日に開催されたCARATS推進協議会において、より高精度な航法となるSBAS LPV（Localizer Performance with Vertical Guidance：垂直ガイダンス付き進入）（図3）の導入に向けたMSAS性能向上（MSAS：準天頂衛星「みちびき」を利用したSBAS）を産学官で決定した。

LPV進入方式の導入により、悪天候等で視界が悪い場合にパイロットが着陸のやり直しを判断する限界ポイント（決心高度）が、高度75メートル以上から60メートルにまで下がる（水平方向では300メートルほど滑走路に近づくことになる）ため、従来は着陸が困難であった気象条件下でも着陸機会が増加し、就航率の向上が期待される。また、SBASシステムは、静止衛星から日本全土に補正信号を送信する性質を有するため、個別の空港ごとの施設整備は不要であり、上記のLPVによる就航率向上の効果を、離島の空港をはじめ全国ほぼすべての空港で発現させることが可能となる。LPV導入事業は、2020年度から2024年度までの5か年を予定しており、初年度となる2020年度は、準天頂衛星から送信する補正信号を生成する地上システムの設計を行う

こととしている。

6. ロードマップの刷新について

本協議会は発足から間もなく10年を迎え、この間、航空交通システムを取り巻く環境も刻々と変化していることから、中長期的（2025年～）な航空交通システムの推進計画も将来ニーズを的確に反映していくことが求められる。

国際的にもICAOや欧州において、デジタル化等の更なる新技術の導入を目論み、2040年を見据えた将来計画の改定が行われたところ、CARATSにおいても2019年度末に世界の将来計画と調和を取る観点から、現ロードマップの計画年を2025年から2040年に拡張した。

7. おわりに

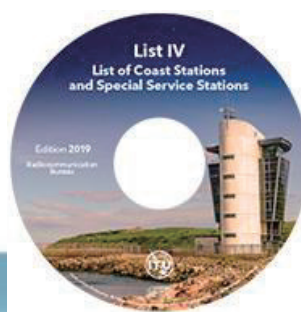
航空交通管理の高度化については産学官一体となって検討を進めており、その検討内容が施策に反映されていることを紹介させていただいた。CARATS推進協議会及び国土交通省航空局は、皆様が安全・安心に、より便利に航空交通を利用いただけるよう、引き続き検討を続けていく。

日頃より航空行政に様々なご助言をいただいているCARATS推進協議会に関わる皆様方に感謝申し上げます。

国際航海を行う船舶局に必須の書類 好評発売中！



船舶局局名録
2020年版
-NEW!-



海岸局局名録
2019年版
-NEW!-

海上移動業務及び
海上移動衛星業務で使用する便覧
2016年版

お問い合わせ：hanbaitosho@ituaj.jp





鯉に恋する郡山プロジェクト 「鯉養殖技術IoT導入プログラム」

東日本電信電話株式会社 経営企画部 営業戦略推進室 主査

なか とかわ まさひろ
中戸川 将大



1. はじめに

福島県は鯉の生産量トップを争う鯉の名産地となっており、その中でも郡山市の鯉は福島県全体のシェア9割にあたり市町村別生産量でいえば日本一を誇っている。そもそも、郡山の鯉養殖が盛んになったのは、明治時代に猪苗代湖から引かれた安積疏水を利用した開拓事業により、安積平野が一面田園地帯に開拓されたことが発端となっている。そして、安積疏水完成により、利用されなくなった灌漑用のため池を利用し、養蚕が盛んだったこともあり、鯉の餌となる「蚕のさなぎ」が手に入りやすかったことが鯉養殖が盛んになった理由だといわれている。また、当時の開墾者の貴重なタンパク源として鯉の養殖が盛んに行われ、全国でも有数の生産量を誇る産地に成長したのである。(図1)



■図1. 福島県郡山市逢瀬町多田野（鯉養殖池）

しかし、郡山は日本一の鯉の生産地であったにも関わらず、意外にも鯉を食べることができるお店が少なかったようだ。お正月やハレの日の行事食としても最高のおもてなし料理として欠かすことのできない存在であったが、あくまで家庭料理としてであり、外食用ではなかったためである。さらに、日本の食生活の変化により家庭でも飲食店においても鯉を食べることが激減し、生産量は減衰の一途を辿ってきている。また、更に追い打ちをかけたのが東日本大震災による風評である。安全性でも問題ないといわれ、品質は全国で一番と評価されているのに「福島鯉」というだけで、取引先が減り、全国一だった価格の下落は止まらず、一時期の売上は半分以下に落ち込んでしまった。それでも

郡山の鯉養殖事業者は鯉を育て続けたのである。徹底した放射性物質検査実施や安積疏水の清水を引いた生け簀の中で、飼育時間を長くする等の努力を継続して実施してきた。(図2、図3)



■図2. 出荷前の調整用生簀



■図3. 生簀で出荷を待つ鯉

2. 2015年度「鯉に恋する郡山プロジェクト」始動

2015年4月に郡山市役所農林部園芸畜産振興課に「鯉係」が新設され、鯉養殖事業者の後押しをする動きが起きた。そして同年11月に「鯉に恋する郡山プロジェクト」を始動させ、様々な取組みが行われるようになった。品川萬里郡山市長は、郡山市民全体で鯉食文化復活の実現をすることで、「郡山といえば鯉」と認知され、郡山全体の活性化につながると期待していた。そして郡山市は「鯉食キャンペーン」



や小学校・中学校の給食でのメニュー利用、鯉を伝統食とするハンガリーとの交流、市場関係者を対象とした講習会等、多彩な取組みを行ってきた。さらには、6次産業化を実現すべく各業界との連携を深め、郡山の鯉がブランド鯉として海外にも広がることを目指して普及活動を着実にやってきた。その結果、郡山の鯉をメニューに取り入れたお店はプロジェクト開始前の3店舗から現在は約100店舗まで増えている。しかし、郡山の産業として確立させるには、消費量の拡大や風評の払拭に加えて、解決しなければならない鯉養殖事業者の「高齢化」という問題が出てきた。かつて12人いた養殖業者は5人に減ってきており、いずれも高齢であることから、事業の生産性向上や稼働軽減、後継者に対する養殖技術継承などの必要性が出てきている。

3. IoTを活用した鯉養殖におけるデータ可視化

郡山市が解決に向けて期待を寄せるのは、IoTの利活用である。IoTセンサーやネットワークカメラで鯉養殖池を遠隔監視し、水中の溶存酸素量や水温等が異常時にアラートを通知。遠隔地にいても管理ができれば作業効率化や経済的損失抑止にもつながると考えた。

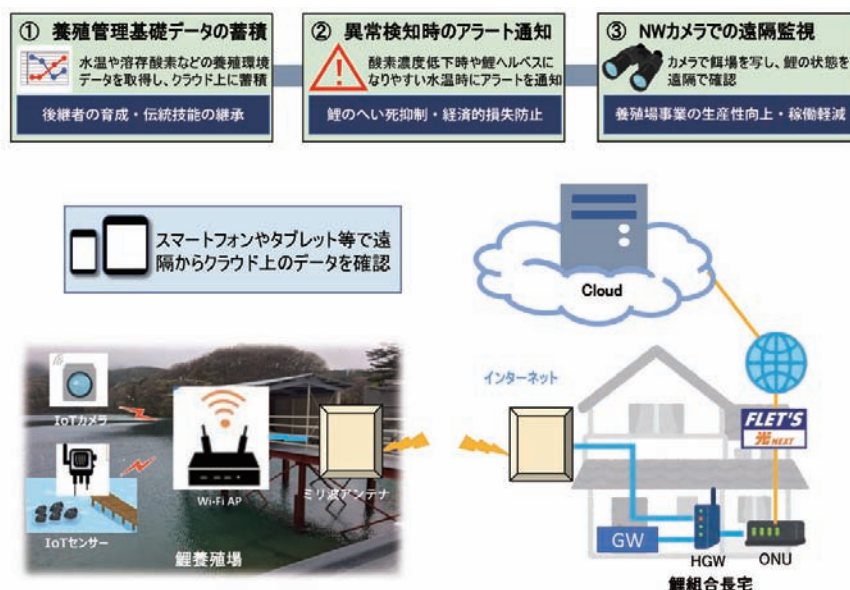
また、養殖データの蓄積・分析を実施することで、養殖技術のアーカイブ化や品質向上を目的として検証を行っている。

4. 2019年6月26日 産官学共同「鯉養殖技術IoT導入プログラム」検証始動

郡山市では産官学のプレイヤー（福島県内水面水産試験

場・福島大学・県南鯉養殖漁業協同組合・NTT東日本）と連携し、鯉に恋する郡山プロジェクトの第2弾「鯉養殖技術IoT導入プログラム」を立ち上げた。養殖技術の伝承や品質向上のために「養殖環境のデータ収集」と「作業の省力化」を目的とした検証となっている。各関連プレイヤーの役割としては、郡山市がプロジェクト運営、県南鯉養殖漁業協同組合の熊田氏養殖場を実証池とし、福島県内水面水産試験場が鯉の品質向上のための調査や研究及び養殖技術の指導、福島大学が取得データ解析、NTT東日本がセンサーやカメラのシステム構築を行うこととし、各参画機関が得意分野を担当することで効果的な検証にする狙いがある。熊田氏の養殖池は市街地より離れているため、「ミリ波」による長距離無線通信を導入。具体的には、IoTセンサーとIoTカメラを養殖池の餌場に設置して、水温、溶存酸素、pH、酸化還元などのデータやカメラ映像をWiFiとミリ波による通信方式によりクラウド上にデータ収集して、スマートフォンやタブレットでデータの状況を見ながら養殖池管理を実施する仕組みとなる。そして、長年の経験や勘での餌やりのタイミングや量、養殖池の環境判断等の技術をデータとして蓄積し、可視化することによって、後継者育成にも役立て、高齢化対策を考えた取組みとなっている。（図4、図5、図6、図7）

また、今回の取組みの最大のポイントは、学術機関による連携体制である。福島県内水面水産試験場の佐々木主任研究員や福島大学の和田准教授がNTT東日本のシステムで取得したデータを基に解析や研究を行い、データの裏



■ 図4. IoT養殖管理システム実装概要



■図5. センサー取得データ画面



■図6. 設置されたIoTカメラ



■図7. 設置されたIoTセンサー

付け根拠を導き出してくれている。

データ取得にとどまることなく、データ活用方法までを鯉養殖事業者へフィードバックすることで養殖に関わる1日の作業工程の組み立て等に、役立てていただく狙いがある。このような根拠を示していくことこそ本当の意味でのIoTやAIといったものが世の中に浸透していくものであると考えている。

5. 鯉養殖技術の発展

鯉養殖技術IoT導入プログラムについては今年度も継続して行っている。餌場に設置したセンサーとの比較対象（深い池と浅い池）を作るために、複数地点にデータロガーを設置して、より詳細な環境データ取得を試みている。また、餌の成分により鯉の成長に大きな関連性（鯉の肉の付き方）があるので、餌の成分分析も研究機関に依頼して実施する

予定としている。そして、鯉養殖組合長の作業記録と環境データから導き出した「鯉養殖マニュアル」を完成させ、誰でも鯉養殖業に参入できる体制作りに寄与したいと考えている。

6. おわりに

新技術の取組みは、機器導入をしてコスト削減や作業効率化ができるという検証のためだけでなく、地域を活性化させるビジネスとして成長させていくことを目指すべきだと考えている。また、地域課題に対して地に足をつけ着実に解決していくことが、結果としてビジネスにつながっていくと信じている。これからも、郡山市を中心として、福島県内水面水産試験場、福島大学、県南鯉養殖漁業協同組合、NTT東日本にて共同実証を進めていき、地域活性化の実現した未来を創り出していきたい。



タイ国モンクット王ラカバン工科大学(KMITL)創立60周年拾遺物語 KMITLのもう一つの記念碑 ーラカバンの高い鉄塔と4名の留学生ー

ぬまた なおみち
沼田 尚道



プロローグ

今年(2020年)8月24日、KMITLは創立60周年を迎えた。

この60年の間に、日本のODAを取り巻く環境は大きく変化した。2015年に定められた『開発協力大綱』^[1]には、「地域別重点方針」としてアジア地域について「ハード・ソフト両面のインフラ整備支援」「ASEAN全体としての包括的かつ持続的な発展を支援」が掲げられた。1960年に始まり2002年9月まで取り組んだKMITLにおける技術協力の内容は、この最新の大綱が示した指針と方向性を一にしている。KMITLにおける技術協力が時代を先取りしていた証といえよう。詳しくは本誌2020年6月号の特集記事を参照されたい。

本稿では、ReCCITプロジェクト時の技術協力を取り巻くタイの経済社会環境の変化等を概観するとともに、6月号の特集記事に書けなかったKMITL黎明期の秘話を拾遺する。

1. KMITL周辺の経済社会的状況を概観する

(1) 21世紀における対タイ経済協力のことなど

2000年3月外務省策定の『旧国別援助計画(タイ)』^[2]には、「タイは、93年までには一人当たりGDPが安定して2000ドルを超えるに至ったこともあり、94年度以降は文化無償、草の根無償、緊急無償援助等を除く無償資金協力の対象国から「卒業」することとなった」ことが記されている。2006年5月付の『対タイ経済協力計画』^[3]では「現在のタイは、「途上国から中進国へ」あるいは「被援助国から援助国へ」と、多くの面で変化ないし発展してゆく過渡期にある」との認識がなされ、「地域におけるタイの重要性とタイの援助国化の動きを踏まえ、二国間協力に限定することなく、タイとともに行う広域協力を積極的に推進する」との方向が示された。21世紀の始まりは日本とタイとの関係の大きな転換点であった。そして、次のように展開されていった。

2015年11月2日、新たに『開発協力大綱』^[1]が定められた。これは1992年に閣議決定された『政府開発援助大綱(ODA大綱)』が2003年に改訂され、更に2013年12月17日閣議決定の国家安全保障戦略も踏まえて再改訂されたものである。この大綱は、我が国が「1954年以降一貫して、国際社会の平和と繁栄を希求し、政府開発援助(ODA)を中心とする開発協力を通じ、開発途上国の開発努力を後押しす

るとともに、地球規模課題の解決に取り組んできた」とした上で、重点課題として「開発途上国の自立的発展に向けた、人づくり、インフラ整備、法・制度構築、そしてこれらによる民間部門の成長等を通じた経済成長の実現が不可欠である」と指摘している。そして、この大綱は、「地域別重点方針」として、アジア地域について「日本と密接な関係を有し、日本の安全と繁栄にとり重要な地域であることを踏まえた協力を行う。特に、東南アジア諸国連合(ASEAN)地域については、連結性の強化を含むハード・ソフト両面のインフラ整備支援、域内及び各国内の格差是正を柱として、共同体構築及びASEAN全体としての包括的かつ持続的な発展を支援する」との方向性を示した。

(2) バンコクの在留邦人をとりまく環境の変化

ここで、KMITLの発展の時代背景を知るための参考として、この30年間のタイの発展ぶりを最低賃金の動向や在留邦人数などを通じて概観しておくことにしたい。

米や果物などの農産品からシルクなどの工業製品、そして、各種ハイテク製品へと主要産業が移り社会構造が変化中、タイにおける賃金は急激に高騰してきた。タイにおける1日の最低賃金は1990年には90バーツであったところ、2018年には325バーツに跳ね上がっている。1990年頃までのバンコク在留邦人のほとんどの家庭には「アヤさん」と呼ばれる住み込みで家事を手伝うタイ人女性が居り、加えて、



■図1. バンコクの街並み(2018年6月筆者撮影)
ラマIV世通りとシープラヤ通りの交差点から南西方面を望む。
写真左下にワット・ホワンポン寺院。その南側がシーロム通り。
遠景には中央郵便局やオリエンタルホテルが見える。



私用車のための運転手さんを雇っていた。が、今日ではそうした人を雇っている家庭は少ない。バンコクの街に目を転じれば、東京や欧米主要都市をも凌ぐという発展ぶりであり、高架鉄道BTSや地下鉄MRTの駅から颯爽と歩き出すタイ人たちの姿はとても都会的になった。その一方で、街中のそこそこに仏教寺院があり、早朝には裸足の僧侶が托鉢に歩く姿が見られるという伝統的な風景も共存するのが今日のバンコクである(図1)。

タイにおける在留邦人数は、1930年には253名だったが、1980年には6,424名へと半世紀で実に25倍強となった。そして、KMITLが創立30周年を迎えた1990年には14,289名となり、その後増加の一途を辿る。参照可能な最新のデータによれば、2018年には75,647名を数えるに至っている^[4]。

今日、バンコクの在留邦人の多くは日本企業から臨海工業地域の生産拠点等における技術管理・指導のために派遣された技術者の家庭である。バンコクの日本人学校(日泰協会学校)の児童生徒たちはそうした親の背中を見ているため技術的興味がとても高く、技術的内容の講演会を催すと目を輝かせて聴き入る、と同校職員の方から伺ったことがある。当地では期せずして日本技術の海外展開を担うような将来有望な人材が育まれているようだ。

2. KMITL黎明期に描かれた構想

(1) タイ文部省職業訓練局ボンサック次長の来日

ノンタブリ電気通信訓練センター設立前から関わり、教員としても活躍した長井淳一郎氏(NTT)は、センター設立の協議のために来日したボンサック元学長の逸話をKMITL創立30周年誌^[5]に記した。その内容を以下に短く要約する。

- ・タイ文部省職業訓練局次長ボンサック氏(後に、局長、KMIT学長)は、帰国の前日、長井氏、郵政省守屋氏と共に箱根の小涌園で一泊して歓談した。丁度その日は日本のカラーTVの試験放送の初日であった。それを見ながら、将来を語り合い、「タイのMITをつくり」「TVと通信網で結ばれた総合大学の設立」について熱っぽく話がはずんだ。
- ・10数年後に工科大学としてKMITが設立され、ボンサック氏はKMIT学長として国王臨席での設立式典会場を主催していた。その会場で長井氏の肩をかかえて「約束通りMITをつくりましたよ」と興奮して叫んだ。

長井氏はボンサック文部省職業訓練局次長の帰国前日の箱根での送別会の日付を明示していないが、その日は日本でカラーテレビ試験放送が開始された日というから、

1956年12月20日だったことが分かる^[6]。

(2) 黎明期の構想「タイにMITをつくる」

—KMITLが「I」を使い続けるのは?—

それから14年後の1971年4月24日(承認は1970年)、ノンタブリ電気通信大学(NIT)は、他の2つの学校と共にモンクト王工科大学(KMIT)となった。

大学の名称に戴かれた「モンクト王」は、タイの現王朝であるチャクリ王朝の第4代国王。第5代チュラーロンコーン大王の父、第9代プーミポン大王の曾祖父、現国王の第10代ワチラーロンコーン王の高祖父にあたる。モンクト王は1868年8月18日にタイ湾で見られた皆既日蝕の時刻を非常に正確に予報した。モンクト王のこうした科学的知見を称えて、タイ政府は、チャクリ王朝200周年となる1982年に8月18日を「タイ国科学の日」と定め、モンクト王を「タイの科学の父」と呼ぶこととした^[7]。

開校時、共にKMITを構成した北バンコク校とトンブリ校は、1986年に3校がそれぞれ独立の大学となった後に、その略称であるKMITNB、KMUTTの「I (Institute)」を「U (University)」に変更して新略称をKMUTNB、KMUTTとした。その一方、ラカバンだけは引き続きKMITLの「I」を「U」に替えることなく、「I」を使い続けている。

構想期に日本との調整のため来日し、KMIT設置当時学長であったボンサック元学長の「タイのMITをつくる」という熱い思いが込められた名称ゆえ、ラカバンだけは「I」を変更せずに「KMITL」であり続けているのではないだろうか。

(3) 黎明期の構想「TVと通信網で結ばれた総合大学」

—ラカバン・キャンパスの高い赤白鉄塔—

KMITLのキャンパスには、同学が1960年8月24日の日本タイ両国間の協定に基づいて設立された旨を記す記念碑が建っている。この記念碑は、KMITLの創立の地であるノ



■図2. KMITLに立つ記念碑と高い赤白鉄塔(2018年6月筆者撮影)



■ 図3. 高い赤白鉄塔上部に設置されたノンタブリ・キャンパス向けのUHFアンテナ (2020年2月ナロン先生撮影)

ンタブリ・キャンパスが閉鎖されるのに伴い、2000年に同地からラカバン・キャンパスに移設されたものだ^[8]。

この記念碑から北西方向に視線を転じると、KMITL工学部の敷地に高くそびえる赤白に塗られた鉄塔が目に入る。その空をスワンナプーム国際空港に着陸するために高度を下げた航空機が横切っていく。この高い赤白鉄塔はラカバンのもう一つの記念碑と呼ぶにふさわしい。「タイのMIT」をつくり、「TVと通信網で結ばれた総合大学」にするというボンサック元学長の描いた将来像を実現するための象徴であったと言っても良いだろう (図2)。

1976年6月に新たに設けられた広大なラカバン・キャンパスに新校舎が完成した際、ラカバン・キャンパスには50m高の鉄塔が、ノンタブリ・キャンパスには30m高の鉄塔が建てられた。これらの鉄塔の上には両キャンパスを結ぶUHF無線回線のためのアンテナが設置された。建設費用はすべてタイ政府が負担した。このアンテナは、その後暫くの間、両キャンパス間を結ぶ5回線分の電話回線用に利用された。当時、郊外のラカバンには未だ電話網が敷設されていなかったのだ。なお、ラカバン・キャンパス開設以降も一部の授業はノンタブリで開講されており、両キャンパス間の移動にはバスで2時間半かかった。学生たちは苦勞したようだ。

今日ノンタブリ・キャンパスが廃止されてから20年が経過しようとしているが、工学部の敷地に立つ高い赤白鉄塔の上部を見上げると、そこにはノンタブリ向けに使われた古いUHFアンテナが撤去されずに残されていた (図3)。

1975年10月付けのJICA報告書には、ラカバンに立つ50m鉄塔の背景と経緯が、以下のように記録されている。「当初学生にTV放送の実習をさせるため、TV放送用アンテナを設置する計画でタイ政府が建設したものである。放

送用機器は日本政府から供与されることを期待していたが、当初TV放送局に使用し得る周波数がなかったこと及び放送機器類は高価であるので、それだけの投資をするなら、ほかにもっと必要な実習機器類が沢山あることから日の目を見ていない。この鉄柱は、ラカバン校舎とノンタブリ校舎との間に実習用マイクロ回線を設置する際にパラボラアンテナを設置するのに当面使用する計画である。」

結局、その後、TV送信用アンテナもマイクロ波回線も敷設されることはなく、その代わりに両キャンパスを結ぶUHFによる電話回線が設けられるにとどまった (図4)。

「タイにMITをつくる」と構想したボンサック氏は、ラカバン・キャンパスが開設されKMITL学長となってほどなく、喘息治療用の酸素ボンベの事故で亡くなっている^[5]。

3. 将来を担う4名の留学生と松前重義博士

(1) 日本への最初の4名の留学生

KMITLの前身であるノンタブリ電気通信大学では、その卒業生から将来の教員候補者を育成すべく4名の優秀な学生の日本留学が計画された。調整の結果、この計画は日本政府の国費留学生として実施されることとなった。しかしながら、諸般の事情から、ほとんどの日本の大学が、ノンタブリからの留学生受入れを躊躇した。そうした中であって、東海大学はこれを快く受け入れたと伝えられている。4名の優秀な学生とはプラキット、マヌーン、ナロン、ギントンの各氏である。1965年9月、彼らは東海大学に留学生として迎えられた。ここに、今日まで続くKMITLと東海大学との協力関係が始まった。そして、東海大学に受け入れられた最初の4名の留学生は、その後長きにわたってKMITLの発展の礎となり原動力となった。特に1997年10月1日に始まるReCCITプロジェクトではKMITL側カウンターパートの中心となって活躍した。プラキット (Prakit Tangtisanont) 先生は学長となりKMITLの発展に貢献した。マヌーン (Manoon Sukasem) 先生はタイ国内に限られた人数しか居ないProfessorとなった。ナロン (Narong Hemmakorn) 先生はタイにおける衛星通信関係の重鎮の一人となった。ギントン (Tawil Kingtong) 先生は残念ながらReCCITプロジェクト開始の少し前に他界している。彼ら4名の先生方は日本タイ友好の無形の記念碑と言っても過言ではないだろう。

(2) KMITLにおける最後のODAプロジェクト

KMITLにおける我が国最後のODAプロジェクトとなったのが「情報通信技術研究センター (ReCCIT)」プロジェ



クトである（プロジェクト期間：1997年10月1日～2002年9月30日）。ReCCITプロジェクトでは「日本からの技術協力の仕上げるの意味で、情報通信分野における研究能力を充実させ、東南アジア地域におけるセンター・オブ・エクセレンスとなる」^[9]ことがプロジェクト開始当初より目標に掲げられた。タイの大学ではProfessorの肩書きを持つ研究スタッフは極めて数少なく、ReCCITプロジェクト期間中にProfessorの肩書きを有するKMITL研究スタッフは2名のみだった。そのうち1名は「日本への最初の留学生」の一人のマヌーン先生である。ReCCITプロジェクトは、その終了後にProfessor9名（最新の資格取得者は国王の承認待ち）を輩出したと聞く。これはこのプロジェクト開始当初に掲げられた目標結実の証の一つと言えよう。

また、KMITLは、1978年から2003年までの間、積極的に第三国研修に取り組んだ。講師の大部分はKMITLの教員が務め、周辺諸国のみならず、遠くアフリカのザンビアからも研修生を受入れた。日本の技術協力によって培われたタイ国KMITLの技術が広く第三国へ展開されたのだった。この間受け入れた研修生は514名に上る。

(3) 1937年、アジア歴訪中のバンコクで見たもの

東海大学による最初の4名のタイ人留学生受入れの背景には、東海大学創立者松前重義博士に対する海外技術協力事業団（OTCA、JICAの前身）等からの要請があったと伝えられている。しかしながら、松前重義博士を動かしたのは、こうした公式な受入要請だけではなかったように思われる。

ここでKMITL構想期の1950年代末から時計を約20年巻き戻し、1937年のシャム（暹羅、現在のタイ）に注目する。

1937年当時、日本の対シャム輸出が急激に躍進の一途をたどり、在留邦人による通信ニーズも高まってきていた。それにも関わらず、シャムの電気通信インフラは極めて貧弱だった。1937年の首都バンコクの加入電話数は、この当時人口約8万人の栃木県宇都宮市の加入電話数とほぼ等しく、人口50万人に対して約2,000件に過ぎなかった。

通信省工務局無線課の松前重義通信技師（当時。以下敬称略）は、1937年1月から3月にかけてシャムを含むアジア諸国を歴訪している。この歴訪はアジア諸国の無線施設と日本シャム間の無線通信接続状況の視察を目的としていた。松前重義は後に通信省工務局調査課長、同工務局長に進み、1945年8月～1946年4月まで逓信院総裁を務めた。

歴訪中バンコク滞在は3月6日から12日。この際、松前重義が目にした無線用機器のほとんどがテレフンケン製と

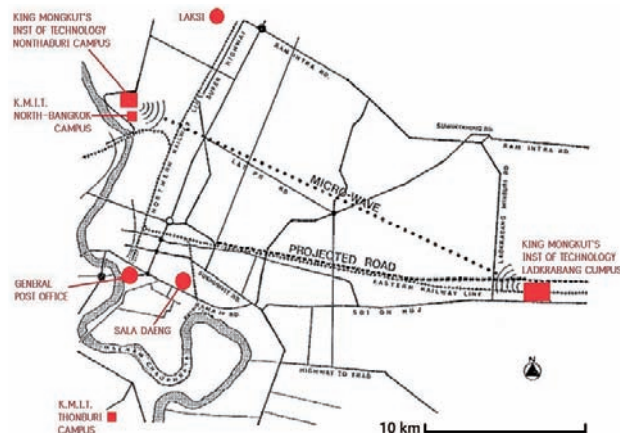
ジメンス製、電話交換機はGE製とエリクソン製、放送局用送信機はフィリップス製であった。

松前重義のバンコク執務最終日3月11日には、中央郵便局で日本シャム両国間直通無線電話による公衆通信取扱開始の祝賀式典が催された。当時、国際電話回線はチャオプラヤ川近くのニューロードにある中央郵便局からサラデー送信所とラクシー受信所を遠隔操作していた（図4）。1935年に両国間の通話試験を開始して以来、バンコク側設備に装備されていなかった秘話装置の付加等設備改善を重ねて、1937年になりようやく開通にこぎ着けたのだった。日本側は児玉通信大臣、シャム側はポリバン経済大臣の両大臣が記念通話を行い、開通の祝意を交換している。

(4) 独創的な国産技術の研究開発・普及促進

この松前重義のアジア諸国歴訪と無装荷ケーブル論の『通信協会雑誌』連載開始とは期を一にしている。祝賀式典を報じる記事「日本暹羅間の国際電話開通 三月十一日より」が掲載された『通信協会雑誌』昭和12年4月号^[10]には、無装荷ケーブル論の連載2回目も掲載されている。無装荷ケーブルは、若き日の松前重義が研究開発に取り組んだ技術であり、今日につながる大容量伝送の基礎となった。

当時は米国コロンビア大学のビュービン博士による装荷ケーブルが世界中の主流をなしており、この方式に異論を唱えることははばかれる風潮さえあったが、松前重義は装荷ケーブルが高い周波数を通せないという欠点を指摘し、長距離を品質の劣化なく伝送できる方式として無装荷方式を提唱したのだった。松前重義は一貫して独創的な国



■ 図4. KMIT各キャンパス、国際無線電話施設の位置（1983年12月のJICA報告書掲載図に筆者加筆）
■でKMIT各キャンパス（ノンタブリ、北バンコク、トンブリ、ラカバン）の位置を示す。ノンタブリ・キャンパス（左上）とラカバン・キャンパス（右側）の間が破線で結ばれ、「MICRO-WAVE」と添え字が付されている。
●は1935年当時の国際無線電話の施設（ラクシー受信所、サラデー送信所、バンコク中央郵便局）を示す。



産技術の研究開発・普及促進に力を入れた。その背景には、独創的研究の成果を以て国家社会に裨益することを学風とする東北帝国大学工学部電気工学科において抜山平一教授（後に、同大学電気通信研究所初代所長）に学び厳しく鍛えられたことや、大学卒業後、梶井剛通信省工務局長（後に、東海大学初代学長、日本電信電話公社初代総裁 等）の下に勤務し陰に陽に激励されたという経験があった^[11-13]。

(5) 「一日も早く留学生を呼んで親切に教授すべき」

このアジア諸国歴訪について綴った『南洋諸邦に於ける電気通信事業』^[14]において、松前重義はタイ（当時はシャム）の様子について、「国内電話事業は未だ眞に幼稚である」としつつ、「技術上頗る寒心に堪えないものがある。一日も早く留学生を呼んで親切に教授すべきである。しかしながらこれ等に従事する技師はすべて英仏国に留学したるものみにて言葉はすべて我等以上であるが如何にせん技術は全く素人である」と述べている。さらに、「今後シャムは我重工業の市場として真に有望である。しかしながら警戒すべきは今の当事者のほとんどすべては欧州留学者であり、英仏語の達人たるの故を以て高位にあるのである。…中略…何れにしても今後我国に対して大いに此の国より留学生を送り将来ある青年を教育することである」と記した。

英仏の影響を強く受けていたシャムの現状を見た松前重義は、日本との貿易が急激に進展していくシャムの人々が英仏語は堪能なのだが技術力において大きな遅れを取っている現状を見て大いなる危機感を持ち、シャムの経済発展のための支援対象として、社会経済活動の基盤をなす電気通信網開発に対する日本の技術協力の必要性和その展開を支える現地人材の育成の重要性を強く感じ取ったようだ。

アジア諸国歴訪時のシャムでの見聞が、後に松前重義にノンタブリの卒業生の東海大学留学受入れを英断せしめた大きな要因のひとつとなったと考えていいだろう。

*** *** ***

ところで、松前重義の訪タイ時の駐タイ特命全権公使は石射猪太郎であり、その前任者は矢田部保吉（1928-36年駐タイ）であった。この当時のタイ（シャム）は、ギリシャ、ペルシャと共に「三シャ」^[15]と言われ、外務省内での位置付けは低かった。しかし、矢田部保吉は「教育も十分普及せず、民度も低いタイの現状から、教育面での協力が重要と考え」、「タイの青年を日本に留学させることを発想し」、「主体的発展のための支援」^[16]が必要との立場に立って、日タイ間の文化事業の実現と発展、タイの人材造りに尽くした。松前重義と矢田部保吉の着眼には共通するものがある。

4. おわりに

2020年8月24日、KMITL構内で創立60周年記念式典が挙行され、梨田和也大使から総務大臣表彰状の授与と、吉田真人総務審議官のビデオメッセージの上映がなされました。

KMITLの60年の歴史は大変多くの先輩方の御尽力の上に成り立っています。私が拾遺した話題はその一部に過ぎません。拙文への御指導を賜れましたら幸甚です。

参考文献

- [1] 『開発協力大綱』（平成27年2月10日）閣議決定
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072774.pdf>
- [2] 『旧国別援助計画（タイ）本文（平成12年3月策定）』外務省
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/enjoy/thai_h.html
- [3] 『対タイ経済協力計画』（平成18年5月）外務省
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/enjoy/pdfs/thailand0605.pdf>
- [4] 外務省海外在留邦人数調査統計
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/toko/tokei/hojin/index.html>
- [5] 『一つの国際協力－モンクット王工科大学ラカバン30年の足跡－』KMITL30年編集委員会 平成4年4月
- [6] 日本放送協会総合技術研究所『五十年史』（1981.03）
渋沢社史データベース <https://shashi.shibusawa.or.jp/>
- [7] His Majesty King Rama IV “Father of Science of Thailand”
Ministry of Science and Technology
<https://www.mhesi.go.th/main/en/366-ministry-of-science-and-technology/4503-history-of-science-in-thailand>
- [8] 「政府開発援助成功の足跡と日タイ友好のシンボル－KMITL創立記念碑－」沼田尚道『ITUジャーナル』2020年6月号
- [9] 「日本の技術協力成功の背景 情報通信技術研究センターの構想期」左藤清『ITUジャーナル』2020年6月号
- [10] 『通信協会雑誌』財団法人通信協会 昭和12年4月号
- [11] 『東北大学五十年史』東北大学 昭和35年1月20日
- [12] 『私の履歴書第三十一集』日本経済新聞社 昭和42年11月27日
- [13] 「梶井剛先生を偲ぶ」松前重義『電気学会雑誌』97巻2号
1977年2月20日発行 J-STAGE <http://www.jstage.jst.go.jp>
- [14] 『南洋諸邦に於ける電気通信事業』松前重義著述 電気日報社 昭和12年6月15日
- [15] 『外交官の一生』石射猪太郎 中公文庫 1986年11月10日
- [16] 『戦前期日本の対タイ文化事業』佐藤照雄博士論文2015年
早稲田大学大学院アジア太平洋研究科 指導教授村嶋英治

（前 総務省国際戦略局 技術調査専門官）



ITU-R SG5 WP5D (第35回) の結果について



総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課 新世代移動通信システム推進室
システム開発係長

まるばし ひろひと
丸橋 弘人

1. はじめに

国際電気通信連合無線通信部門 (ITU-R) SG5 (地上業務研究委員会) の傘下のWP5Dの第35回会合が、2020年6月23日 (火) から7月9日 (木) に、電子会議 (e-Meeting) で開催されたので、その結果について報告する。

(1) WP5Dの所掌及び会合の概要

WP5DはIMT (International Mobile Telecommunications: IMT-2000、IMT-Advanced、IMT-2020及びそれらの高度化・将来開発を包括する無線システム) の地上コンポーネント関連の検討のすべてを所掌しており、IMTに関する各種ITU-R勧告、報告類の策定、改訂作業及びWRC議題関連の検討を行っている。

前回第34回会合では、IMT-2020無線インタフェース提案技術の評価とともに、WRC-23議題に係る検討や新たな研究課題に対する検討が開始された。

今回の第35回会合は、新型コロナウイルスの影響により、すべて電子会議で行われ、世界各国の現地時刻を考慮してスイス時間の14時から17時15分までの約3時間 (日本時間の21時から24時15分) に、同時並行トラック数を2本に限って行われ、扱う議題を絞って当初の開催期間を6日間延長して開催された。

今会合には、65か国、77機関から525名が参加登録し、日本からは23名が参加した。日本寄書6件 (うち3件は中国・韓国との共同寄書) を含む87件の入力文書が検討され、44件の文書が出力された。

(2) 主要議題及び主な結果

①一般関連事項 (General Aspects関連)

- ・IMT-2020無線インタフェース技術勧告作成プロセスのステップ5~7が完了し、ステップ8 (最終勧告化) へ進む技術候補を決定したこと等を発表する回章5/LCCE/59 (IMT-2020無線インタフェース技術候補の提案及び評価への参加の募集) の追補版7を作成した。

②技術関連事項 (Technology Aspects関連)

- ・IMT-2020無線インタフェース技術について、7つの提案に対する外部団体評価結果、5つの提案 (3GPP (2つ)、韓国、中国及びTSDSI) が要求条件を満たしていることが認められ、それらを集約した3つの規格 (3GPP LTE+NR仕様、3GPP NR仕様、3GPP NRをベースとしたTSDSI独自仕様) をIMT-2020無線インタフェースとして新勧告に採用することを決定した。
- ・新勧告に採用するIMT-2020無線インタフェースの決定に合わせて、無線インタフェースの開発過程をまとめた新報告案を完成し、SG5に上程することとなった。また、IMT-2020詳細無線インタフェースの新勧告草案を暫定的に合意した。
- ・無線インタフェース提案のうち、外部団体から要求条件未達と評価された2つの提案 (ETSI/DECT Forum及びNufont) に対しては、特例として検討・評価期間を2021年10月の第39回会合まで延長し、IMT-2020詳細無線インタフェース勧告の改訂版に反映する方向で検討することとなった。第39回会合までの検討・評

■表. WP5Dの審議体制 (敬称略)

	担務内容	議長
WP5D		S. BLUST (AT&T)
WG GENERAL ASPECTS	IMT関連の全般的事項	K. J. WEE (韓国)
WG SPECTRUM ASPECTS AND WRC-23 PREPARATIONS	周波数関連	M. KRÄMER (ドイツ)
WG TECHNOLOGY ASPECTS	無線伝送技術関連	H. WANG (Huawei)
AH WORKPLAN	WP5D全体の作業計画等調整	H. OHLSEN (Ericsson)



価の具体的な進め方については、次回会合で議論する予定である。

③周波数及びWRC-23議題関連事項 (Spectrum Aspects and WRC-23 Preparation関連)

- ・周波数アレンジメントに関するITU-R勧告M.1036について、WRC-19でIMTに特定された周波数帯 (24.25–27.5GHz、37–43.5GHz、45.5–47GHz、47.2–48.2GHz、66–71GHz) 向けに、TDDの周波数アレンジメントを反映し、本会合で改訂案を完成する計画だったが、検討を要する課題があるとの意見がロシアより表明され、次回会合で継続議論することとなった。
- ・AAS (Advanced Antenna System) のアンテナパターンのモデル化に関する検討の作業文書及びWRC-23議題の共用検討に使用するIMTパラメータに関する作業文書の更新が行われた。
- ・AASを用いるIMT無線局にRR第21.5条 (1GHz超の宇宙業務の保護のための地上局のアンテナ入力電力制限値) を適用することの是非について、日本寄書等に基づき詳細作業計画の議論が行われ、作成文書の形式と各会合でのマイルストーンについて未合意の箇所を残した形のまま出力された。
- ・WRC-23議題1.1「4800–4990MHzにおける国際空域及び公海における航空、海上業務無線局の保護の検討と脚注5.441Bのpfd要件の見直し」、議題1.2「3300–3400MHz、3600–3800MHz、6425–7025MHz、7025–7125MHz及び10.0–10.5GHz帯における移動業務への一次分配を含むIMT特定の検討」、議題1.4「2.7GHz以下のIMT特定された周波数帯におけるIMT基地局としての高高度プラットフォームステーション (HIBS) 利用の検討」については、本会合では審議は行われなかった。
- ・2655–2690MHzのMSSとIMTの共存については、本会合では審議は行われなかった。

- ・WRC-19議題に関連し、前研究会期で作業を実施してきた1.5GHz帯のIMTとBSSシステムの共用検討に関する新報告草案及び2.1GHz帯地上IMTと衛星IMTコンポーネントの共存検討 (WRC-19議題9.1、課題9.1.1) に関する新報告草案について、本会合では審議は行われなかった。

2. 今後の予定

次回以降、各会合は以下のとおり開催される。

- ・WP5D会合 (第36回会合) : 2020年10月5日 (月) ~16日 (金) (電子会議)
- ・WP5D会合 (第36bis回会合) : 2020年11月17日 (火) ~19日 (木) (電子会議を予定)
- ・SG5 (第17回会合) : 2020年11月23日 (月) ~24日 (火) (電子会議を予定)

3. おわりに

今回のWP5D会合は、全期間を通じて電子会議で行う初の試みであった。約3週間にわたっての本格的な電子会議での開催は、ITU-Rの会合の中でもWP5Dが最初である。参加者においては、物理会合のときに普段行っている会議前後の関係者との意見の調整において、普段どおりには行えないことに苦慮されたものと思われる。

今回の電子会議を通じて、世界各地から1か所に集まり、同じ時間帯に作業を行うことの意義を改めて確認するとともに、新型コロナウイルスの影響を背景にした今後の電子会議の広がり・普及の可能性を感じられた。

今回の会合では、主にIMT-2020無線インタフェースとして勧告化される技術が決定され、日本の支持する3GPPの技術が採用された。日本から積極的に議論に貢献できたことは、長時間・長期間にわたる議論に参加された日本代表团各位、会合前の寄書作成や審議に貢献していただいた関係各位のご尽力のたまものであり、この場をお借りして深く御礼申し上げます。



ITU-T SG16 (Multimedia) 第6回会合 Digest of the 6th ITU-T SG16 (Multimedia) meeting



ITU-T SG16 副議長 WP2/16共同議長 やまもと ひで き
山本 秀樹
沖電気工業株式会社 ソリューションシステム事業本部 ネットワークシステム事業部

1. はじめに

今会期第6回目のSG16会合は、2020年6月22日から7月3日にかけて、バーチャル会議で開催された。本稿では、第6回会合の結果を報告する。他のSG会合同様にCOVID-19の影響で全日程がバーチャルとなった。2020年3月以降に開催された他のSG会合もすべてバーチャルであり、ITU側にもノウハウが蓄積された後の会議であった。すなわち、スイス時間の8:00（日本15:00）から1時間半のセッションが15分の休憩を挟んで5セッション連続で開催され、昼休みの長い休憩はないというものである。第5セッションの終了は日本時間で23:00であり日本からの参加でもあまり睡眠時間を削らずに済むようになっていた。バーチャル会合で参加が容易であったため今回の会合の参加者数は、総

計217名（前回161名）であった。

今会合で、審議された寄書は120件（前回120件）、処理された一時文書は341件（前回320件）であり寄書数は同じ、一時文書は増えている。今会合で Consent された勧告数は32件（前回24件）、承認された文書は4件（前回7件）と、Consent された勧告数では前回は上回っている。Consent された勧告及び承認されたドキュメントのリストを、それぞれ表1、表2に示す。なお、凍結、決定あるいは削除された勧告案はない。発行されたリエゾン文書は28件（前回22件）である。次回会合までに開催される各課題の専門家会合の予定を表3に示す。次回会合までの間に、ほぼすべての課題は中間会合を計画している。中間のワーキングパーティー会合は10月にWP2のみ計画されている。

■表1. 今会合で Consent された勧告のリスト

勧告番号(*)	勧告名	種別	文書番号(**)	課題番号
ITU-T F.735.1 (ex F.SDC)	Requirements for software-defined camera	新規	TD431	12
ITU-T F.743.11 (ex F.MPUVSReqs)	Requirements for video surveillance with mobile premises units	新規	TD435-R1	12
ITU-T F.743.20 (ex F.AFBDI)	Assessment framework for big data infrastructure	新規	TD417	21
ITU-T F.743.21 (ex F.DAM)	Framework for data asset management	新規	TD418	21
ITU-T F.746.10 (ex H.LLS-DIA)	Architecture for spontaneous dialog processing system for language learning	新規	TD420	21
ITU-T F.746.11 (ex F.IQAS-INT)	Interfaces for Intelligent Question Answering Service	新規	TD419	21
ITU-T F.748.11 (ex F.AI-DLPB)	Metrics and evaluation methods for deep neural network processor benchmark	新規	TD439-R1	5
ITU-T F.749.12 (ex H.CUAV-F)	Framework for communication application of civilian unmanned aerial vehicle	新規	TD421	21
ITU-T F.749.3 (ex F.VM-URVMN)	Use cases and requirements for the vehicular multimedia networks	新規	TD441	27
ITU-T F.751.0 (ex F.DLS)	Requirements for distributed ledger systems	新規	TD436	22
ITU-T F.751.1 (ex F.DLT-AC)	Assessment criteria for distributed ledger technologies	新規	TD437	22
ITU-T F.751.2 (ex H.DLT)	Reference framework for distributed ledger technologies	新規	TD451	22
ITU-T F.922 (ex F.ACC-ISSVReq)	Requirements of information service systems for visually impaired persons	新規	TD448	26
ITU-T H.266 (ex H.VVC)	Versatile video coding	新規	TD445	6
ITU-T H.274 (ex H.SEI)	Versatile supplemental enhancement information messages for coded video bitstreams	新規	TD446-R1	6
ITU-T H.430.5 (ex H.ILE-PE)	Reference models for ILE presentation environment	新規	TD447	8
ITU-T H.627 (V2)	Signalling and protocols for a video surveillance system	改訂	TD396	12
ITU-T H.644.3 (ex H.MCDN)	Functional architecture of multimedia content delivery networks	新規	TD422	21
ITU-T H.702 (V2)	Accessibility profiles for IPTV systems	改訂	TD443	26



ITU-T H.704 (ex H.IPTV-EUIF.1)	Enhanced UI framework for IPTV terminal device-Gesture control interface	新規	TD438	13
ITU-T H.841	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 1 : Optimized Exchange Protocol : Personal Health Device	改訂	TD423	28
ITU-T H.850.1	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 10A : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Gateway-Thermometer	改訂	TD424	28
ITU-T H.850.2	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 10B : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Gateway-Blood pressure	改訂	TD425	28
ITU-T H.850.3	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 10C : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Gateway-Heart-rate	改訂	TD426	28
ITU-T H.850.4	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 10D : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Gateway-Glucose meter	改訂	TD427	28
ITU-T H.850.5	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 10E : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Gateway-Weighing scales	改訂	TD428	28
ITU-T H.850.6	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 10F : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Gateway-Pulse oximeter	改訂	TD429	28
ITU-T H.850.7	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 10G : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Gateway-Continuous glucose monitoring	改訂	TD430	28
ITU-T H.862.1 (ex F.DM-SLM)	Data model for sleep management services	新規	TD432	24
ITU-T H.862.2 (ex F.AM-BS)	Framework of annotation methods for biosignal data	新規	TD433	24
ITU-T H.862.3 (ex F.VMI-HS)	Requirements of voice management interface for human-care services	新規	TD434	24
ITU-T T.701.11 (ex H.ACC.AltText) ISO/IEC 20071-11	Guidance on text alternatives for images	新規	TD440	26

(*) 括弧内のexは勧告草案時の名称を示す。(**) TD〇〇〇の正式名称は、SG16-TD〇〇〇/PLEN。

■表2. 今会合で承認されたその他のドキュメント

承認番号	文書名	文書種別	種別	文書番号(*)	課題番号
FSTP.ACC-ALD	Overview of assistive listening systems	技術文書	新規	TD450	26
FSTP.ACC-WebVRI	Guidelines on web-based remote sign language interpretation	技術文書	新規	TD449	26
HSTP.DS-Gloss	Digital signage : Glossary and definitions	技術文書	新規	TD398	14
HSTP-VID-WPOM	Working practices using objective metrics for evaluation of video coding efficiency experiments	技術文書	新規	TD444	6

(*) TD〇〇〇の正式名称は、SG16-TD〇〇〇/PLEN

■表3. 次回のSG16会合までに開催予定の専門家会合(*)

課題番号と略称	開催期間	開催地	会合内容
12 映像監視	2020年11月	BUPT/Xiamen, China (tentative) (またはe-meeting)	以下の議論 H.VSCC、F.FRAVSReqs、H.VSBD、F.ECVSReqs、F.MPUVSReqs、F.VRVS、F.SDC、F.BVSSI、H.VSECArch、Roadmap、Workshop & new things
13 IPTV、サイネージ、CDN	2020年8月19日 21:00 (日本時間)	e-meeting	AM.2、EUIF.1、MDS、TD ES.6、TD ES.7、H.721 (v3)、H.761 (v4)、LSFA、PS、VRS、TMRAPIに関する議論
	2020年12月9日 21:00 (日本時間)	e-meeting	
	2020年10月または11月	未定	



21 マルチメディアシステム	2020年11月	BUPT/Xiamen、 China (tentative) (or e-meeting)	F.742 (V2)、F.CMEGReqs、F.CUAV-C、F.CUAV-IXS、 F.CUAV-LX、F.ICNMMS (ex F.CCNMMS)、F.LPSReqs、 F.MPSReqs、F.MVSReqs、F.RIMSReqs、F.VDASAF、 F.VDSSReqs、H.CUAV-AIF、H.DLFrm、H.ICN-NRArch、 H.MPSArch、H.OIMSArch、H.VDSSArchの議論
22 分散電子台帳	未定	e-meeting/対面 (未定)	H.DLT-DE、H.DLT-INV、H.DLT-TFR、H.DLT-VERI、H.DLT-GTI、 F.DLT-FIN、HSTP.DLT-Riskの議論、新規作業項目の議論
23 デジタルカルチャー	未定 (2020年11月)	e-meeting/対面 (未定) (Xiamen、China)	F.ARMS、F.ARMSMeta、F.CGS-RAS、F.DECRM、F.DICHE-RC の議論、新規作業項目の議論
24 ヒューマンインタフェース	未定	e-meeting/対面 (未定)	既存の作業項目及び新規作業項目の議論
26 アクセシビリティ	未定 (2020年10月)	未定	既存の作業項目及び新規作業項目の議論
	未定	e-meeting/対面 (未定)	
27&JVDS ITS	2020年8月25日	e-meeting/対面 (未定)	H.VDS-UCを含む既存の作業項目及び新規作業項目の議論
	2020年10月6、7日	e-meeting/対面 (未定)	
	2021年4月	Geneva	
28 eヘルス	2020年8月	ITU (e-meeting)	Safe Listening、その他の議論
	2020年9月		
	2020年10月		
	2020年11月	ITU (e-meeting)	その他の議論
5 AIマルチメディア	2020年11月	未定 (e-meeting)	F.AI-DLFE、F.AI-DLPB、F.AI-MLTF、F.AI-SCS、F.SCAI、 F.IMCS、F.Supp-OCAIB、F.SBNG、F.AI-SF、F.AI-DMPC、 F.AI-RMCDP、F.AI-MKGDS、F.AI-FASD、F.AI-ILICSS、 F.REAIOCRの議論
	2021年3月		
6 & JVET コーデック	2020年10月7～16日	e-meeting	優先度の高い項目の議論
	2021年1月8～15日	ケープタウン (南アフリカ)	

(*) 開催時期と開催地が同じ会議は、同一会議場で開催することを検討していることを示している。詳細は以下を参照。網掛けは執筆時点で終了している会議を示す。

<https://www.itu.int/net/ITU-T/lists/rgm.aspx?Group=16>

2. 主要な成果

2.1 全体

今回、SG16の下3つのフォーカスグループのうち、期限が迫っている2つについて、期限が延長された。1つはWHOと協力して作業を進めている健康のためのAIに関するFG-AI4H (Focus group on AI for health) であり、2年間の延長を決めた。もう1つは、車載マルチメディアに関するFG-VM (Focus group on vehicular multimedia) であり、約1年間延長する。3つ目の、自動運転や運転支援のためのAIに関するフォーカスグループFG-AI4AD (Focus group on AI for autonomous and assisted driving) は、今回初めての進捗報告を行った。それによると、FG-AI4ADは2回の全体会合と複数回のWG会合を開催し検討を進めている。

第5回会合で提案された新たな課題「デジタルカルチャーに関連するシステムとサービス」は第6回会合の最初のプレナリでQ23/WP2として設立が正式に承認された。

本会合では、ITU-Tの次会期 (2021年から2024年の4年

間) の体制・方針を決定する会議 (WTSA-20) に向けての議論が継続して行われた。SG16全体レベルの寄書として提案された、「車載マルチメディアに関する新課題の設立」は、議論の結果、既存のQ27の役割を変更することが望ましいという結論になった。前回と今回の議論の結果、SG16の配下の14の課題の名称、役割及び指名の文書がすべて出そろった。これらはすべてまとめられて、WTSA-20に提出される。

2.2 ビデオ符号化 (Q6/WP3)

H.265より高効率の次世代の符号化技術Versatile Video Coding (VVC) が今回の会合でH.266として承認された。これは、ISO/IEC JTC1 SC29/WG11との共同作業としてJVETにおいて開発されたものである。VVCは、同様の画質のH.265/HEVCの画像に対して、約50%のビットレートの圧縮が可能である。4K/UHDの評価画像において40%のビットレートの圧縮が可能ながデモンストレーションさ



れた。VVCのターゲットは、既存の標準画質や高画質ビデオだけでなく、4K8Kビデオ、高ダイナミックレンジ・高色再現領域ビデオ、360度カメラなどの高臨場感の映像アプリケーションなどである。

そのほか、VVCに関連した、エンコードされたビデオのビデオ利用情報パラメータと補足拡張情報を指定する、「コード化されたビデオのビットストリームに関する多目的付加拡張情報」に関する勧告H.274が承認された。また、ビデオのエンコードの効率性の実験評価のメトリックスの実際の使い方を記したHSTP-VID-WPOMも承認された。

これまでは、ビデオコーデックごとに共同作業グループを作っていたが、今後は作業グループJVETで、過去のコーデックの維持管理と新しいコーデックの標準化も一緒に進めることになった。今後MPEG側の上位組織で検討し最終決定がなされる。

2.3 eヘルス (Q28/WP2)

国際保健機構 (World Health Organization : WHO) と共同で進めた、難聴を予防する (安全な) 音楽プレーヤーのためのデバイスとシステムに関する勧告であるH.870の改定版と、適合性試験のための文書に関して進展が見られた。

個人用健康機器に関するコンテニユア設計ガイドライン (Continua Design Guideline : CDG) の勧告は、第5回会合以降に行われたCDGの改版に沿って更新が行われた。主に個人健康機器システムのインタフェースに関するものである。

2.4 ヒューマンファクター (Q24/WP2)

ICTを使った睡眠管理サービスのための要求条件とフレームワークに関する勧告 (H.862.0) を補足する2件が勧告として承認された。1つは、睡眠管理サービスのためのデータモデルに関するH.862.1であり、もう1つは、生体信号の説明方法に関するH.862.2である。H.862.3は、ケアサービスのための音声管理インタフェースの要求条件に関する文書である。ケアサービスには、人々の健康、福祉、保護などを含む。この文書は、介護ロボットのような患者の世話をしたり、患者との会話を通じて現在または将来の健康の問題を発見したりするような新しいアプリケーションやサービスの開発に役に立つと考えられている。そのほか、F.746.10として、言語学習のための自発的対話処理のためのアーキテクチャが、F.746.11として、知的質問応答サービスのためのインタフェースが、勧告として承認された。

2.5 ITSと車載マルチメディア (Q27/WP2)

SG16とISO TC22/SC31/WG8との共同プロジェクトチームJVDSで検討されている、車両領域サービスのユースケースと要求条件の文書に関して進展が見られた。本会合後も、複数の中間会合を開催し、2021年4月会合での承認を目指している。

本会合の寄書及びFG-VMからのリエゾンをもとに議論を行った結果、車載マルチメディアに関するフォーカスグループFG-VMの最初の出力文書をベースにした、「車載マルチメディアネットワークのためのユースケースと要求条件」が勧告として承認された。上述の2.1に記載したようにFG-VMは活動期間を延長し、アーキテクチャに関する文書を作成している。今会合のプレナリ向けの寄書として新たに車載マルチメディアの課題設立の提案があり、Q27で議論を行った。その結果、Q27は、本会期は、車載ゲートウェイを中心とした標準化を行ってきたが、次会期は車載マルチメディアを含めるように、使命・役割の文書の変更を行った (2.1参照)。

2.6 IPTVとデジタルサイネージ (Q13、Q14/WP1)

IPTVの操作を利用者のジェスチャーによって行う、拡張ユーザインタフェースのフレームワークの文書が、H.704として承認された。利用者は、あらかじめジェスチャーを登録するか、あるいは決められたジェスチャーを使用して操作を行う。HSTP.DS-Glossは、デジタルサイネージに関する用語集の技術文書であり、今会合で承認された。

本会期で、デジタルサイネージは独立した課題としての活動は終了することになった。今後、新たなデジタルサイネージの勧告作成や既存の勧告の維持管理はIPTV等を所轄しているQ13で行うことになった。

2.7 コンテンツ配信ネットワーク (Q21/WP1)

H.644.3は、NGNベースではないCDN (Contents Delivery Network) のアーキテクチャの文書であり、今会合で承認された。この文書は、コンテンツ配送・配信機能、コンテンツルーティング・向き先変更機能及び管理機能から構成されるアーキテクチャを示している。F.743.20は、ビッグデータ基盤の評価のためのフレームワークを示している。F.743.21は、関連するオブジェクト、活用形態及び支援によるデータ資産管理のフレームワークを示している。このフレームワークは、企業や政府がデータ管理プラットフォームや製品を開発する際の参照として使用されることを想定している。Q21とQ13の議論の結果、次会期は、CDNはQ13に移すことに



なった。

2.8 映像監視 (Q12/WP1)

F.735.1は、ソフトウェアによって定義されるカメラの要求条件を記載している。F.743.11は無人航空機を含む無線接続された監視カメラの要求条件を記載している。F.627 (V2)は、映像監視システムのシグナリングとプロトコルを記載している。

顔認証を用いる映像監視に関する作業中の文書 (F. FRAVSReqs) の扱いに関する議論は、次回の専門家会合 (表3参照) で継続審議されることになった。

次会期に向けて、課題の使命・役割の文書の見直しの結果、課題名から映像監視を消し去り、知的映像システムとサービスに変更することになった。

2.9 無人航空機 (Q21/WP1)

F.749.12は、民生用無人航空機 (Civilian unmanned aerial vehicle) の機能構成要素と、航空制御、航空データ伝送、指令データサービス及び映像・画像サービスのための参照ポイントを含む通信と制御のためのフレームワークを記述している文書であり、本会合で承認された。

2.10 AIと機械学習 (Q5/WP3)

F.748.11は、SG16のAI機械学習に関する最初の勧告であり、深層ニューラルネットワークを用いたベンチマークプロセスのための評価方法に関して記述している。

2.11 分散電子台帳 (DLT) (Q22/WP2)

FG-DLTの出力文書をベースとした3件の文書が承認された。F.751.0は分散電子台帳システムの要求条件、F.751.1は分散電子台帳技術のための評価基準、F.751.2は分散電子台帳技術の参照フレームワークに関する文書である。

DLTに関する標準化を含むトピックスをDLTに関する他団体と継続して議論するために、「DLTミートアップ」を立ち上げることを決めた。他団体としては、サービスプロバイダー、研究機関、国連機関、制度設計部門及び関連する専門家を想定している。

2.12 アクセシビリティ (Q26/WP2)

Webなどのイメージに付与されているテキスト情報を視覚障害者向けの音声情報の題材として使用するための指針に関するISO/IECの標準文書 (ISO/IEC 20071-11) とのツ

インテキストがT.701.11として承認された。IPTVのアクセシビリティ機能のプロファイルを定義しているH.702は、知的障害者向けにも使用可能なことを明示するという変更がなされ第2版として承認された。F.922は、視覚障害者とボランティアを携帯網で結びボランティアから支援を受けられるシステムの概要を記述している。

2.13 超臨場感 (Q8/WP3)

今会合で勧告として承認されたH.430.5は劇場や競技場などに実際にいるのと同様の臨場感が得られる、超臨場感プレゼンテーション環境 (映像を見る側の環境) のリファレンスモデルに関する文書である。承認されたH.430.5は、関連諸団体にリエゾンとして送付された。次会期に向けて、課題の使命・役割の文書の修正が行われた。

3. 平行して開催された会議

以下の会議がSG16 (6月22日から7月3日) と並行して開催された。

- ・JVET会合及びJCT-VC会合 (6月22日から7月1日)
- ・MPEG (ISO/IEC JTC1 SC29/WG11) 会合 (6月29日から7月3日)
- ・JVDS会合 (6月24日)
- ・ITU-T JCA-AHF (7月1日)
- ・ITU IRG-AVA (6月25日)

4. おわりに

今回、初のバーチャル会合として開催された。移動が不要なためかいつもより参加者が多かった。バーチャルでの開催にかかわらず活発な議論が行われ、普段とほぼ同数の勧告が承認された。今回の会合から、デジタルミュージアムなどを対象とする「デジタルカルチャーに関連するサービスとシステム」(Q23/WP2) が立ち上がった。SG16配下のFGであるFG-VMとFG-AI4Hとは期間の延長が決まったため、FG-AI4ADとあわせて3つのFGが継続して進行する。今後、これらに関する議論がさらに活発化することが期待される。今後、今会期中は、WP2会合を10月か11月に開催する予定になっている。

次会期の第1回のSG16会合は、2021年4月19日から30日にジュネーブでの開催が予定されている。第2回も2022年1月にジュネーブでの開催が計画されている。それ以降は、ITU本部のビルの建て替えのためジュネーブ以外の開催となることである。継続して日本からの提案が期待される。



ITU-T SG20 (IoT及びスマートシティ)



NTTデータ経営研究所
アソシエイトパートナー

わたなべ としやす
渡邊 敏康



NTTデータ経営研究所
シニアコンサルタント

おおつか さとし
大塚 智史



NTTデータ経営研究所
コンサルタント

さ さ き としや
佐々木 俊哉

1. 会合概要

ITU-Tにおける国際標準化活動のうちIoT及びスマートシティ分野を対象とするSG20会合が、2020年7月6日～7月16日の日程で開催された。2017～20年会期としては7回目、通算10回目の開催となる。なお、本会合は新型コロナウイルスの感染拡大防止のため、電気通信標準化局 (TSB) が開発したWebベースの電子会議ツール「My Meetings」を用いたリモート会議の形態で開催された。

これまでのSG20会合同様に中国・韓国並びに中東・アフリカ諸国から積極的な活動が展開された。また、2020年5月から7月にかけて開催されたWTSA準備会合を踏まえて、ITU-Tの次回会期 (2021～24年会期) に向けたSG20の研究領域や研究課題の構成等に関する特別セッションが

複数回設けられた。

2. 主要結果

ITU-Tにおける公式発表によれば以下のとおり：

- ・参加者数：230名 (うち、日本からの出席者は14名)
- ・寄書数：95件 (うち、日本から4件)
- ・代替承認手続 (AAP) にて Consent された勧告草案：12件 (表1)
- ・伝統的承認手続 (TAP) によって決定/承認された勧告草案：3件 (表2)
- ・合意された補助文書草案：6件 (表3)
- ・作業開始が合意された作業項目：19件 (表4)
- ・作業中止について合意された勧告草案：なし

■表1. 代替承認手続 (AAP) にて Consent された勧告草案

課題番号	Working Title	勧告名	関連文書番号	エディタ所属国
Q2/20	Y.IoT-UM-Reqts	Requirements and use cases for universal communication module of mobile IoT devices	TD1806-R4	中国
Q3/20	Y.SSC-AISE-arc	Reference architecture of artificial intelligence service exposure for smart sustainable cities	TD1779-R1	エジプト、中国、韓国
Q3/20	Y.SCCE-arch	Reference architecture of spare computational capability exposure of IoT devices for smart home	TD1784	中国
Q4/20	Y.IoT-LISF	Lightweight intelligent software framework for IoT devices	TD1824-R1	韓国、中国
Q4/20	Y.smoke-detection	Requirements and functional architecture of smart fire smoke detection service	TD1825-R1	中国
Q4/20	Y.IoT-VLC-Arch	Functional architecture for IoT services based on Visible Light Communications	TD1827-R1	中国、韓国
Q4/20	Y.DPM-BC-ES	Blockchain-based data exchange and sharing for supporting Internet of things and smart cities and communities	TD1829	中国、韓国
Q4/20	Y.DPM-BC-DM	Blockchain-based Data Management for supporting Internet of things and smart cities and communities	TD1830-R1	韓国、中国
Q4/20	Y.DPM-ST-API	SensorThings API-Sensing	TD1828	中国
Q6/20	Y.API4IoT	Open data application programming interface (APIs) for IoT data in smart cities and communities	TD1737-R4	英国、エジプト、スイス
Q6/20	Y.IoT-DA-Counterfeit	Digital entity architecture framework to combat counterfeiting in IoT	TD1795-R7	サウジアラビア、ロシア
Q7/20	Y.SSC-BKDMS-arc	Reference architecture of blockchain-based unified KPI data management for smart sustainable cities	TD1792-R2	中国



■表2. 伝統的承認手続（TAP）によって決定/承認された勧告草案

課題番号	Working Title (勧告番号)	勧告名	関連文書番号	エディタ所属国
Q3/20	Y.NDA-arch (Y.4471)	Functional architecture of network-based driving assistance for autonomous vehicles	TD1787	中国
Q4/20	Y.UAV-BSI (Y.4559)	Requirements and functional architecture of base station inspection services using unmanned aerial vehicles	TD1826-R2	中国
Q7/20	Y.IoT-EH-PFE (Y.4908)	Performance evaluation frameworks of e-health systems in the IoT	TD1798-R3	中国

■表3. 合意された補助文書草案

課題番号	文書番号	補助文書草案名	関連文書番号	エディタ所属国
Q4/20	Y.Suppl.62 ITU-T 4000 series	Overview of blockchain for supporting Internet of things and smart cities and communities in data processing and management aspects	TD1823	中国、韓国
Q5/20	Y.Suppl.63 ITU-T.4000 series	Unlocking Internet of things with artificial intelligence	TD1786-R1	スイス、英国
Q6/20	Y.Suppl.61 ITU-T 4400 series	Features of application programming interface (APIs) for IoT data in smart cities and communities	TD1739-R4	UAE
Q7/20	Y.Suppl.33 ITU-T 4000 series	Smart sustainable cities-Master plan	TD1801	UAE、中国
Q7/20	Y.Suppl.32 ITU-T 4000 series	Smart sustainable cities-A guide for city leaders	TD1802	UAE、中国
Q7/20	Y.Suppl.34 ITU-T 4000 series	Smart sustainable cities-Setting the stage for stakeholders' engagement	TD1803	UAE、中国

■表4. 作業開始が合意された作業項目

課題番号	Working Title	タイトル	関連文書番号	合意予定時期 (エディタ所属国)
Q2/20	Y.IoT-CEIHMOn-Reqts	Requirements of IoT-based civil engineering infrastructure health monitoring system	TD1838-R1 A.1 [TD1839]	2021-Q4 (日本)
Q2/20	Y.SmartShoppingMall	Requirements and capability framework of smart shopping mall	TD1816-R3 A.1 [TD1817-R2]	2022-Q2 (中国)
Q2/20	Y.CS-framework	Service requirements and capability framework of IoT-related crowdsourced systems	TD1840-R1 A.1 [TD1841-R1]	2022-Q2 (中国)
Q2/20	Y.Sup.SmartAgri- usecases	Use cases of IoT based smart agriculture	TD1820-R1 A.13 [TD1821-R1]	2022-Q4 (韓国、ブラジル)
Q3/20	Y.DFR-SM	Data format requirements and protocols for remote data collection in smart metering systems	TD1785	2021-Q4 (ロシア)
Q3/20	Y.TM.SM-API	IoT Service Management API REST Specification	TD1783-R3	2021-Q4 (韓国、フィンランド)
Q3/20	Y.TM.DM-API	IoT Device Management API REST Specification	TD1782-R3	2021-Q4 (韓国、フィンランド)
Q4/20	Y.RA-PHE	Requirements and reference architecture of smart service for public health emergency	TD1844-R3 A.1 [TD1845-R2]	2021-Q4 (ギリシャ、中国)
Q4/20	Y.data-MP	Framework for data middle-platform in IoT and smart sustainable cities	TD1846-R1 A.1 [TD1847-R1]	2022-Q2 (中国)
Q4/20	Y.Smart-SBS	Requirements and functional architecture of smart sharing bicycle service	TD1848 A.1 [TD1849]	2021-Q4 (中国)
Q4/20	Y.RA-FML	Requirements and reference architecture of IoT and smart city & community service based on federated machine learning	TD1850-R2 A.1 [TD1851-R1]	2022-Q3 (中国)
Q4/20	Y.smart-PBRS	Requirements and functional architecture of smart power bank rental service	TD1852-R1 A.1 [TD1853]	2021-Q4 (中国)
Q4/20	Y.RA-SDL	Requirements and functional architecture of smart door lock service	TD1854-R1 A.1 [TD1855-R1]	2021-Q4 (中国)



Q4/20	Y.blockchain-terms	Vocabulary for blockchain for supporting Internet of things and smart cities and communities in data processing and management aspects	TD1857-R1 A.1 [TD1858-R1]	2020-Q3 (中国、韓国)
Q6/20	Y.IoT-Smartcity-Risk	Reference framework of cybersecurity risk management of IoT ecosystems on smart cities	TD1883-R1 A.1 [TD1884]	2021/2022 (エクアドル)
Q6/20	YSTR-IADIoT	Intelligent Anomaly Detection System for IoT	TD1885-R1 A.13 [TD1886]	2021/2022 (アルゼンチン)
Q7/20	Y.IoT-SQAF	Sensing quality assessment framework of IoT systems	TD1811-R1 A.1 [TD1812-R1]	2022-Q2 (中国)
Q7/20	Y.SSC-NGUM	A Methodology for Next Generation Urban Measurements	TD1863-R1 A.1 [TD1864-R1]	2022-Q2 (スイス)
Q7/20	Y.Sup-NGUM	Use Cases for Next Generation Urban Measurements	TD1865-R1 A.13 [TD1866-R1]	2022-Q2 (スイス)

3. 各課題での審議状況

(1) Q1/20 : End to end connectivity, networks, interoperability, infrastructures and Big Data aspects related to IoT and SC&C

Q1/20では、FG-DPM (Focus Group on Data Processing and Management to support IoT and Smart Cities & Communities、2017年3月から2019年7月まで設置)の成果物に基づく勧告草案2件「IoTにおけるデータ品質管理をサポートするための要件と機能モデル (Y.DPM-qm)」、「IoTにおけるデータ相互運用性をサポートするための要件と機能モデル (Y.DPM-interop)」に加え、中国主導で進めている勧告草案「都市インフラ用センシング機器管理システム」(Y.infra)について、それぞれ提出された寄書を基に作業が進められた。なお、新規作業項目の提案は行われなかった。

(2) Q2/20 : Requirements, capabilities, and use cases across verticals

Q2/20では、SG20第6回会合と同様に、既存の作業項目の進行を優先させる方針のもと、20件の寄書及び8件のTD (Temporary Documents) を基に議論が行われた。特に優先事項とされていた「モバイルIoTデバイスのユニバーサル通信モジュールの要件とユースケース (Y.IoT-UM-Reqts/Y.4210)」がコンセントされた。そのほか、沖電気工業から提案の「IoTを活用した土木インフラヘルスマニタリングシステムの要件 (Y.IoT-CEIHMMon-Reqts)」を含む新規作業項目4件の作業開始が合意された。なお、Y.IoT-CEIHMMon-Reqtsについては、各国の規制に影響を与える内容であるとの指摘を受けた結果、代替承認手続 (AAP) ではなく伝統的承認手続 (TAP) にて作業を進める方針とされた。

(3) Q3/20 : Architectures, management, protocols and Quality of Service

Q3/20については、審議の結果、中国勢中心で進められてきた3件の勧告草案「スマートホーム向けIoTデバイスの予備の計算機能公開のための参照アーキテクチャ (Y.SCCE-arch/Y.4669)」、「スマートサステナブルシティのための人工知能サービスの参照アーキテクチャ (Y.SSC-AISE-arc/Y.4470)」、「ネットワークを利用した自動走行車の雲煙支援機能の参照アーキテクチャ (Y.NDA-arch/Y.4471)」がコンセントされた。なお、Y.NDA-arch/Y.4471に関しては、複数のMember Stateからデータ交換について規制の観点による懸念が示され、承認プロセスを代替承認手続 (AAP) から伝統的承認手続 (TAP) に変更すべきとの意見が寄せられた。本件は、Q3のレベルでは合意に至らず、WP1レベルでの議論に持ち越された結果、伝統的承認手続 (TAP) のプロセスを取ることとして決定がなされた。

(4) Q4/20 : e/Smart services, applications and supporting platforms

Q4/20では、計30件の寄書が寄せられた。計6件の勧告草案がコンセント、1件の補助文書草案が合意された。その中には、FG-DPMの成果物であった「IoT及びSSCをサポートするためのブロックチェーンベースのデータ交換と共有 (Y.DPM-BC-ES/Y.4560)」、「IoT及びSSCをサポートするためのブロックチェーンベースのデータ管理 (Y.DPM-BC-DM/Y.4561)」、「Sensor Things API (Y.DPM-ST-API/Y.4473)」、「データ処理と管理の側面におけるIoT及びSSCをサポートするためのブロックチェーンの概要 (Y.Sup-DPM-OBC/Y.Suppl.62 ITU-T 4000 series)」が



含まれている。また、「無人航空機を利用した基地局検査サービスの要件と機能構成 (Y.UAV-BSI/Y.4559)」に関しては、米国、英国、カナダから承認プロセスを代替承認手続 (AAP) から伝統的承認手続 (TAP) に変更することの要求がなされ、WP1プレナリ及びSG20のクロージングプレナリでの議論を踏まえ、伝統的承認手続 (TAP) のプロセスを取ることに決定した。

(5) Q5/20 : Research and emerging technologies, terminology and definitions

Q5/20では、補助文書草案「人工知能によるIoTの解放 (Y.Sup.AI4IoT/Y.Supp.63 ITU-T.4000 series)」が合意された。そのほか、英国、中国、スイスらによる新規作業項目「センシング技術とIoTが都市に与える影響」の作業開始の提案がなされた。本提案には、United for Smart Sustainable Cities (U4SSC) のテキストが含まれていたことから、U4SSCにリエゾンを送り、パーミッションを得るとともに、U4SSCからの参加も呼び掛けることで合意がなされた。

(6) Q6/20 : Security, privacy, trust and identification for IoT and SC&C

Q6/20では、2件の勧告草案がコンセント、1件の補助文書草案が合意された。そのうち、「IoTにおける偽造に対抗するためのデジタルエンティティアーキテクチャフレームワーク (Y.IoT-DA-Counterfeit/Y.4808)」については、作業の進め方そのものに対して意見する寄書 (提出者：米国、英国、カナダ等) や、偽造IoTデバイスに関する問題の明確化の要求やSG20で議論する妥当性に関する質問を含む寄書 (提出者：GSMA) が寄せられた。本会合では複数セッションにまたがり、エディタ国であるロシアと欧米諸国の間で上記内容の議論が行われた結果、SG20第6回会合における「IoTの相互運用性アーキテクチャ (Y.IoT-Interop/Y.4459)」の審議結果と同様に、モノの識別技術であるDOA (Digital Object Architecture) の文言削除をはじめとした修正が行われた上でコンセントされた。

そのほか、セキュリティ関係の技術仕様 (Y.oneM2M.SEC.SOL) の勧告化に関してはoneM2Mの専門家も交えた上で審議が行われたものの、コンセントには至らず、引き続きoneM2Mと連携して作業を進める方針が示された。

(7) Q7/20 : Evaluation and assessment of Smart Sustainable Cities and Communities

Q7/20では、1件の勧告草案「SSCのためのブロックチェーンベースの統合KPIデータ管理の参照アーキテクチャ (Y.4907)」についてコンセントされたほか、3件の補助文書草案が合意された。

新規作業項目としては、スイス提案の「次世代の包括的な都市パラメータ測定方法論 (Y.SSC-NGUM、Y.Sup-NGUM)」、中国提案の「IoTシステムのセンシング品質評価フレームワーク (Y.IoT-SQAF)」計3件の作業開始が合意された。

SG20第6回会合で、Q7レベルで合意したがWP2プレナリで作業開始が見送られたFG-DPMの成果物に基づくデータエコシステムやデータ商業化に関する3件の新規作業項目に関しては、本会合で議論されることはなかった。

4. WTSA preparations & SG20

本会合では、ITU-Tの次回会期 (2021~24年会期) に向けたSG20の研究領域 (Mandate) や研究課題 (Question) の構成 (Structure)、付託事項 (Terms of Reference) に関する議論を目的とする特別セッションが複数回設けられた。SG20のマネジメントチームから提案された内容を基に議論がなされ、それらの議論結果はクロージングプレナリにて合意された (表5)。

なお、2020年5月から7月にかけて開催されたWTSA準備会合から本会合に際して、中国やエジプトが新たなトピック追加の主張がなされたものの、SG20マネジメントチームやカナダ等から慎重な姿勢を受け、本会合の合意文書には反映されなかった。中国からは、スマート海洋や産業インターネット等のトピックを前面に押し出す研究課題の構成や、それに伴うSG20の研究領域の追加についての提案がなされていた。しかしながら、準備会合で十分な議論時間を取ったにもかかわらず合意を得られなかったことから、本会合では確認程度にとどまり、議論はされなかった。エジプトからも、デジタルトランスフォーメーション (以下、DX) の研究領域への追加の提案がなされていた。本件は、先に実施されたWTSA準備会合の議論内容を引き継ぎつつ、本会合の特別セッションにおいても議論されたものの合意が得られなかった。SG20のクロージングプレナリまで議論がもつれ込んだ結果、合意文書には反映しないこととされた。



■表5. SG20で Consentされた次回会期におけるSG20のQ（課題）構成案

課題番号	課題名	今会期の課題番号との関連
QA/20	最先端デジタル技術によって強化される様々なパーティカルの要求条件、性能、アーキテクチャのフレームワーク Requirements, capabilities and architectural frameworks across verticals enhanced by emerging digital technologies	Q2/20全体とQ4/20の一部に対応
QB/20	IoTとスマートシティ・コミュニティに関するアーキテクチャ、プロトコル、QoS/QoE IoT and SC&C architectures, protocols and QoS/QoE	Q3/20全体に対応
QC/20	IoTとスマートシティ・コミュニティのアプリケーションやサービスに関する、相互接続性、インターワーキング Interoperability and interworking of IoT and SC&C applications and services	Q1/20全体とQ2/20、Q3/20、Q4/20の一部に対応
QD/20	IoTとスマートシティ・コミュニティに関する、ビッグデータの側面を含むデータの分析、共有、処理と管理 Data analytics, sharing, processing and management, including big data aspects, of IoT and SC&C	Q1/20とQ4/20の一部に対応 新規作業項目の追加
QE/20	最先端デジタル技術の研究、用語と定義 Study of emerging digital technologies, terminology and definitions	Q5/20全体に対応
QF/20	IoTとスマートシティ・コミュニティに関する、セキュリティ、プライバシー、トラストと認証 Security, privacy, trust and identification for IoT and SC&C	Q6/20全体とQ1/20、Q4/20の一部に対応
QG/20	スマートで持続可能な都市とコミュニティの評価とアセスメント Evaluation and assessment of Smart Sustainable Cities and Communities	Q7/20全体に対応

5. 今後の会合予定

WPIに関しては2020年11月2日から11月6日の日程で開催予定である。SG20全体の会合（e-plenary meeting）は2020年に開催される予定が示されている（日程等については調整中）。e-plenary meetingでは、TAP勧告に焦点を当てた議論を主に行う方針が示されている。

6. おわりに

本稿では、2020年7月に開催されたITU-T SG20第7回会合の審議結果について報告した。新興国・途上国の間でSG20への期待値及び注目度が高い旨は前回（ITUジャーナル2020年3月号）でも述べたとおりである。

今回合会においても、中国勢を中心にユースケースの追加や新規作業項目の提案が数多くなされた。一方で、それら提案に対して慎重な姿勢を取る国々（米国や英国、カナダ勢など）からは、各国の規制に関係するとの理由から承認プロセスを代替承認手続（AAP）から伝統的承認手続（TAP）への変更を要請する等、従来から見られた対立構造が本会合でもうかがえた。これらの対立構図は、次回会

期（2021～24年会期）に向けたSG20のQ構成の議論においても同様であった。中国からのスマート海洋や産業用インターネット、車載インターネットといったアプリケーションの要素を持つQを新規に立ち上げる提案に対して、マネジメントチームをはじめとした参加者からは、SG20をあらゆる要素を扱う場にすべきではないとの意見が挙がる等、真っ向から対立する構図も見受けられた。

上記の流れを踏まえ、我が国としての会合参加に際しては、我が国の方針にそぐわない動きがないか注視しつつ、我が国のスタンスを明らかにした活動を推進していくことが望まれる。SDGsやSociety5.0の文脈等を踏まえ、SG20における我が国のプレゼンスを高めていくことで、我が国が強みとするIoT・スマートシティの技術・サービスの海外展開に寄与することが今後ますます求められるだろう。

謝辞

本稿作成に際し、ITU-T SG20第7回会合日本代表団の皆様への報告資料を参考にさせていただきました。この場を借りて御礼申し上げます。



第4回 ITU-T FG-QIT4N報告

国立研究開発法人情報通信研究機構 イノベーション推進部門 参事

けんよし かおる
劔吉 薫



1. 会合の概要

2020年6月15日～26日第4回FG-QIT4N会合が開催された。当初はロンドン（英国）にて開催予定だったが、コロナウィルスの影響により完全Virtual会合として開催された。6月10日にはETSI ISG QKDとのジョイント会合も開催された。

- 参加者リストは公開されていない。
- 入力寄書数32件

2. WG1: Network aspects of QIT

Mr. Helmut Griesser (ADVA Optical Networking SE) の議長の下、2020年6月15、17、19、22日に4セッションを開催した。16件の寄書を議論し、Reportを含む4件の出力文書を作成した。

- WG1 draft agenda available in: [QIT4N-WG1-Agenda-7-R5](#)
- A revision of the draft of D1.1 Technical Report on QIT4N terminology part 1: Network aspects of quantum information technology ([QIT4N-O-040-R1](#));
- A revision of the draft of D1.2 Technical report on the QIT4N use case part 1: Network aspects of quantum information technology ([QIT4N-O-041](#));
- A revision of the draft of D1.3 Technical Report on the Implications of QIT for Networks ([QIT4N-O-042-R1](#));
- WG1 meeting report ([QIT4N-O-043-R1](#)).

2.1 Discussion of WG1 scope

Input documents

- [QIT4N-I-133](#) Considerations to approach the scoping of FG-QIT4N WG1 (Broadcom)
- [QIT4N-I-142-R1](#) Scope of D1.1-Terminology Report on quantum information networks and related quantum technologies (D1.1 Sub-group leader)
- [QIT4N-I-135](#) Call for Contributions for D1.3 Technical Report on Implication of QIT on Networks (D1.3 Sub-group leader)

- QIT4N-I-155 Scope of D1.2 Technical Report on QIT4N use case part 2: Quantum Information Technology for Network (China Academy of Information Communications Technology (CAICT); ZTE Corporation)

議論サマリ

- I-133は、Scopeの議論に対する貴重な入力として認められたが、詳細には議論されなかった。
- D1.1及びD1.3のScopeの定義に関するI-142-R1及びI-135は合意した。
- D1.2のScopeの定義に関するI-155-R3をレビューし、Scopeの共通見解に合意した。更新された定義は、0-041に以下の3つのカテゴリとして含まれる。

量子情報技術 (QIT) ユースケースのカテゴリ

- 量子情報ネットワーク (QIN) に基づくQITのユースケース:
これらの機能を実現するためにQINに依存するQITユースケース。例えば、分散量子コンピューティング、分散量子センシング、量子クロックネットワークなどを含めることができる。
- 古典ネットワークに有益なQITのユースケース:
古典的なICTネットワークに対して機能の追加、新しい特性または性能の改善を提供することができるQITユースケース。例えば、QRNG、量子時間同期、QKDを超える量子暗号などを含めることができる。これらに限定されるものではない。
- ネットワークがQITアプリケーションに固有の役割を果たすQITユースケース:
QITアプリケーションが、QIN及び/または従来のネットワークによって提供される機能によって定義または大幅に拡張され、従来のネットワークを介したQITアプリケーションへの単純なりモートアクセスを超えるQITのユースケース。例として、量子クロックの同期、スマートコントラクトのための分散QRNGビーコンなどが挙げられるが、これらに限定されない。



- WG1の成果文書のScopeを達成するプロセスを把握することは、QITに不慣れな人のためのリファレンスとして役立ち、大きな価値がある。この目的のために、WG1のコーピングプロセスを詳述するテクニカルレポートの作成が提案され、合意した。

2.2 D1.1 Terminology

Input documents

- [QIT4N-I-143](#) D1.1 Terminology-General terminology list submission (University of Science and Technology of China (USTC))
- [QIT4N-I-145](#) Proposed text for D1.1-Analysis of the collected QRNG terminology (Jinan Institute of Quantum Technology ; University of Science and Technology of China)
- [QIT4N-I-146](#) Proposed text for D1.1-Quantum Computing for Network-Terminology and Vocabulary (University of Science and Technology of China ; Jinan Institute of Quantum Technology China ; Institute of Computing Technology Chinese Academy of Sciences)
- [QIT4N-I-148](#) D1.1 Terminology-Suggestions for required and undefined terminology on quantum synchronization (China Academy of Information Communications Technology (CAICT), Jinan Institute of Quantum Technology, China)

議論サマリ

- D1.1の用語を提案するI-143、I-145及びI-148について議論し、必要に応じて改訂及び将来の更新が必要であることを示すノート付きで、それらを成果ドキュメントに含めることを合意した。
- ネットワークのための量子コンピューティングの用語を提案するI-146について議論し、他の成果文書に必要な用語を慎重にチェックしながら文書を改訂することが提案された。

2.3 D1.2 Use Cases

Input documents

- [QIT4N-I-147-R1](#) Proposed text for D1.2 : Modifications to Clause 6.6 in the Draft D1.2 Technical Report "QIT4N-O-022" (Jinan Institute of Quantum

Technology ; University of Science and Technology of China ; Tsinghua University)

- [QIT4N-I-141](#) D1.2 Use case-A quantum network of entangled clocks (China Academy of Information Communications Technology (CAICT), MIIT, China ; ZTE Corporation)
- [QIT4N-I-157](#) D1.2 Use case-Accuracy of Quantum Time Synchronization (QTS) (China Academy of Information Communications Technology (CAICT); ZTE Corporation)
- [QIT4N-I-160](#) D1.2 Use case-Centralized or distributed quantum computing applications enabled by classical communication networks (Huawei Technologies Co. Ltd, China Academy of Information and Communication Technology, MIIT, China)

議論サマリ

- I-147-R1、I-141及びI-157で提案されたユースケースについて議論し、成果文書D1.2に含めることを承認した。I-147-R1は、改訂されたターミノロジ文書の付録に追加された。
- 量子クラウドコンピューティングのユースケースに関するI-160について議論し、ネットワークの本質的な役割をより明確にする改訂版が求められた。

2.4 D1.3 Implications of QIT on networks

Input documents

- [QIT4N-I-156](#) D1.3 Contribution-Protocol of Quantum Clock Synchronization (China Academy of Information Communications Technology (CAICT); ZTE Corporation)
- [QIT4N-I-140](#) D1.3 Contribution-Implication of quantum light sources on quantum information networks (Huawei Technologies Co., Ltd.)
- [QIT4N-I-144](#) Contribution to D1.3-The impact of Quantum Random Number Generator to networks (Jinan Institute of Quantum Technology ; University of Science and Technology of China)
- [QIT4N-I-137](#) Internetworking methodology of quantum compound systems via satellite communications (United Nations Development Programme (UNDP))



議論サマリ

- I-140とI-144をレビューし、コメントを反映し、内容を修正することを合意した。I-144-R1には、提案された変更が反映されている。
- I-156をレビューし、量子ネットワークの要求条件を考慮した改訂版が求められた。
- I-137は受け入れられなかった。提案者は、追加情報を提出する前にWG議長と協議し、提案内容がスコープと整合していることを確認することが求められた。

2.5 D1.4 Outlook

- D1.4に提出された入力文書は無かったが、第2回FG会合からのD1.4出力文書O-016-R1の最新バージョンをレビューし、D1.4のステータスと今後の方向性について議論した。
- 第3回FG会合で行われた議論の結果、2つの入力文書(I-117とI-102)がD1.4に受け入れられたが、反映したD1.4出力文書が準備されていない。
- D1.4のエディタは、これらの合意した入力を反映した出力文書をドラフトし、D1.3のスコープの概要に基づきD1.4のスコープの定義を修正することが求められた。

3. WG2 : QKDN

Dr. Zhangchao Ma (CAS Quantum Network Co., Ltd., China) の議長の下、2020年6月16、18、23日に3セッションを開催した。15件の寄書を議論し、Reportを含む6件の出力文書を作成した。

- WG2 draft agenda available in : ([QIT4N-WG2-Agenda-4-R1](#)) .
- The updated draft of D2.1 Technical report on the QIT4N terminology part 1: quantum key distribution network ([QIT4N-O-034](#)) ;
- The updated draft of D2.2 Technical report on the QIT4N use case part 2: quantum key distribution network ([QIT4N-O-035](#)) ;
- The updated draft of D2.3 Technical report on QKDN protocols part1&2 ([QIT4N-O-036](#) and [QIT4N-O-037](#)) ;
- The updated draft of D2.5 Technical report on QIT4N standardization outlook and technology maturity part 2: quantum key distribution network ([QIT4N-O-038](#)) ;

- Report ([QIT4N-O-039](#))

3.1 D2.1 QKDN Terminology

Input documents

- [QIT4N-I-158](#) D2.1 Terminology-Terminology list from ISO/IEC SC27/WG3 Liaison officer to ISO/IEC JTC1 SC27/WG3 ;(CAS Quantum Network Co., Ltd.)
- [QIT4N-I-151](#) Proposed text for D2.1-Terminology contribution from ITU-T Q4/17 (CAS Quantum Network Co., Ltd., QuantumCTek Co., Ltd.)

議論サマリ

- ITU-T Q4/17及びISO/IEC JTC1SC27WG3からの2件の用語集 (I-151、I-158) を簡単にレビューし、D2.1の用語集テンプレートと整合させるための改訂を提供するよう提案者に要請した。
- 用語集調査に作業のために、I-151-R1及びI-158-R1の改訂版をD2.1に含むことを合意した。

3.2 D2.2 QKDN Use Case

Input documents

- [QIT4N-I-138](#) D2.2 Use case- “Multi-domain QKDN” (Beijing University of Posts and Telecommunications, China ; CAS Quantum Network Co., Ltd, China ; Ministry of Industry and Information Technology (MIIT), China)
- [QIT4N-I-139](#) D2.2 Use case- “General purpose long haul network based on multi-layer satellites” (Beijing University of Posts and Telecommunications, China ; CAS Quantum Network Co., Ltd, China ; Ministry of Industry and Information Technology (MIIT), China)
- [QIT4N-I-149](#) D2.2 Use case-Revised proposal for QKD-equipped SCION architecture (SK Telecom, ETH Zurich)
- [QIT4N-I-150](#) D2.2 Use case-Revised proposal of Sejong to Daejeon LTE backhaul (SKT, 2016) (SK Telecom)
- [QIT4N-I-161](#) Proposed new use cases on QKDN (5G fronthaul, industrial TSN, block chain) (CAS Quantum Network Co., Ltd.)
- [QIT4N-I-162](#) D2.2 Use cases-Quantum Enabled



Private Recognition of Composite Signals in Proteins and Genome, Madrid QKD network and Madrid TESTBEDs (University of Aveiro, Universidad Politécnica de Madrid (UPM))

議論サマリ

- I-138、I-139、I-149の改訂提案について議論し、これらのユースケースに対して提案された修正を受け入れ、さらにいくつかの修正を加えることに合意した。
- I-150とI-161で提案された既存のユースケースの改定について議論し、D2.2付録Iで収集される既存の新しいユースケースの修正を合意した。付録IIは、既存のユースケースを収集するために、1つのテンプレートを使用して単純化することも同意した。
- I-162で提案された新しいユースケースを受け入れることを合意した。次の会議では、不明確な詳細の明確化と、ユースケーステンプレートと一致するように、提案者に更なる改訂を要求した。

3.3 D2.3 QKDN Protocol

Input documents

- [QIT4N-I-152](#) Proposed text for D2.3 Part 1-Description of a continuous-variable quantum key distribution protocol (CAS Quantum Network Co., Ltd., XT Quantech Co., Ltd.)
- [QIT4N-I-154](#) Proposed modifications to Draft D2.3 Technical Report on Quantum key distribution network (QKDN) protocols part 2: Key management layer, QKDN control layer, and QKDN management layer (D2.3 Editors)
- [QIT4N-I-136](#) Proposal to D2.3: For the development of protocols and approaches for building large-scale quantum communication networks, including inter-operator connections (PJSC Rostelecom)
- [QIT4N-I-153](#) Revised baseline text for Draft D2.3 Technical Report on quantum key distribution network (QKDN) protocols part 1: Quantum layer (CAS Quantum Network Co., Ltd., QuantumCTek Co., Ltd., XT Quantech Co., Ltd.)

議論サマリ

- I-153及びI-152が提案したD2.3Part Iに対する修正は、エディトリアルな修正を行い受け入れることに同意した。
- I-154及びI-136が提案したD2.3Part IIに対する修正は、エディトリアルな修正を行い受け入れることに同意した。

3.4 D2.5 QKDN Outlook

Input documents

- [QIT4N-I-089-R1](#) IETF process and basis for standardization (IETF)
- [QIT4N-I-159](#) Proposed modifications to draft D2.5 on Clause 6 (CAS Quantum Network, China Academy of Information Communications Technology (CAICT), China Information and Communication Technologies Group Corporation (CICT), University of Science and Technology of China (USTC))

議論サマリ

- D2.5のQKDN技術概要部分に対してI-159の修正案を検討し、エディトリアルな修正を加えてこれらの修正を受け入れることに合意した。今後の検討では、アカデミア的な部分を除いて商業的な部分に焦点を絞ることを確認した。
- I-089-R1をレビューし、導入されたIETF標準化の概念がノートされた。

3.5 Joint session with ETSI ISG QKD

- 6月10日にETSI ISO QKDとFG-QIT4NのJointセッションを開催し、QKDNの標準化と将来の可能性について合計9件のプレゼンを行った。
- 主な目的は情報交換で、Output文書は作成していない。

4. おわりに

2019年12月に第1回会合が中国で開催された以後、第2回から第4回会合は完全Virtual会合として開催されている。WG1のScopeはどこまでを検討対象として含むかが継続議論となっていたが、今会合で量子情報技術(QIT)ユースケースの3つのカテゴリとして明確化された。WG2ではQKDNプロトコルなど、実装に近い議論が進んでいる。これらのDeliverablesは来会期に関連SGへ送付され勧告草案のベースとなるため、適切な内容になるよう関係者と協力して対応する。



APT WTSA-20準備会合第3回の結果概要

総務省 国際戦略局 通信規格課

1. はじめに

2020年7月13日から17日にかけて、APT WTSA-20準備会合（以下、APT WTSA-20）の第3回会合が開催された。

APT WTSA-20は、4年に1度開催される国際電気通信連合電気通信標準化部門（ITU-T）の総会であるWTSA会合（World Telecommunication Standardization Assembly：世界電気通信標準化総会）に向けて、APT（Asia-Pacific Telecommunity：アジア・太平洋電気通信共同体）共同提案の作成・検討を行う会合となる。

当初は2020年6月に中国（深圳）での開催を予定していたが、COVID-19の世界的な感染拡大の影響により、第2回に引き続き、開催時期の延期に加え、物理的に集まらない

完全リモートでの開催となった。本会合へはAPT加盟国のうち、16か国及び企業・団体から約200名が参加し、我が国からは、主管庁である総務省とともに、NTT、KDDI、NEC、富士通、OKI、NICT、TTC等から計21名が参加し対応した。

2. 審議体制と作業の流れ

2019年6月に東京で開催された第1回会合で、図2に示すようにPL（Plenary Session）の下に3つのWG（Working Group）を設置することに合意した。WGごとに審議内容が割り振られており、WG1ではITU-Tの作業方法に関する議題、WG2ではITU-Tの作業計画とSG（Study Group）再編・構成に関する議題、WG3では規制・政策と標準化課題全般に関して審議が進められる。

我が国からはPL議長として前田洋一氏（TTC）が、WG1副議長として永沼美保氏（NEC）が、WG2議長として荒木則幸氏（NTT）が、WG3副議長として本堂恵利子氏（KDDI）がそれぞれ第1回会合で選出されている。

WTSA-20へのAPT共同提案（ACP：APT Common Proposal）作成に向けた作業の流れは図3の通りである。各国からの寄書を基にWGで議論を行い、原案となるDraft PACP（PACP：Preliminary APT Common Proposal）を作成。作成されたDraft PACPについては、Plenary Sessionで合意後、APTの全加盟国に対して4～6週間の最終検討期間が設けられた後に、正式にACPとして承認される。



図1. 会合の様子（前田議長司会進行の様子）

審議体制及び割当て



図2. APT WTSA-20準備会合審議体制

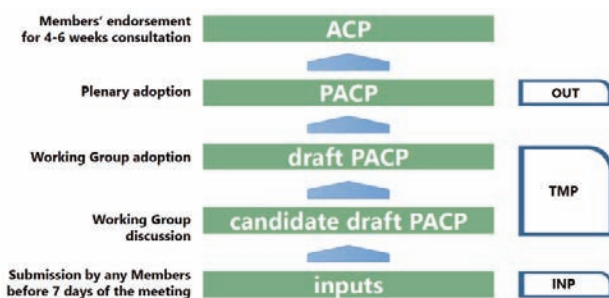


図3. ACP作成フロー

本会合は、第2回に引き続きFirst Stepとして各国からの寄書提出を求めるほか、各WGにおいては、各国からの寄書についてDraft PACPの素案となるCandidate Draft PACPの作成作業を今後進めるかどうかについて議論を行うとともに、Draft PACPとしての承認や、いくつかの決議についてはPlenary SessionにおいてPACPの承認まで議論が進められた。

3. 主な議論と結果

3.1 Opening Plenaryでの議論

開会に伴い、APT事務局長、TSB (Telecommunication Standardization Bureau) 局長及びPL議長の挨拶があった。

PL議長より、WG間の作業負担を平準化するため、新決議提案についてはWG2で議論を行うことが提案され、合意された。その際、韓国提案の新決議“世界的なパンデミックの拡大を防ぐためのICTの利用を促進するためのITU-Tの役割”と既存決議78“e-healthサービスへのアクセスを向上するためのICT活用と標準”は関連が深いことから同じWG2で議論が行われることも合意された。

加えて、Opening Plenaryでは事務局からの連絡のほか、APT以外の機関でのWTSA-20に向けた準備状況の情報共有が行われた。TSB局長からは、WTSA-20の開催に関して、現時点で開催地の変更は検討していないものの、日程の延期以外にも参加者のバーチャル参加を可能とするなどの対応も必要と考えている旨の共有があった。また、APTと同じ地域組織であるCITEL (The Secretariat of the Inter-American Telecommunication Commission: アメリカ大陸諸国間電気通信委員会) 及びRCC (Regional Commonwealth in the Field of Communications) の参加者から、各組織の準備状況について紹介がなされた。

3.2 WG1 “ITU-T Working Methods”

作業方法を担当するWG1関連では日本から下記の3件の

寄書を提出し、WG1全体では8件の決議と3件のAシリーズ勧告に対して、9件の寄書が提出され、議論が行われた。

・決議32 “ITU-Tの電子的作業方法の強化”に関する提案

COVID-19の世界的感染拡大の影響でITUの会議がバーチャル開催となっているものの、会議のバーチャル開催に関し十分なルール化がなされていないことから、会議へのリモート参加及びバーチャル会議開催のガイドラインの作成を提案するものである。議論の結果、Draft PACPとしてWGで合意し、最終日のPlenary Sessionに送られた。

・決議35 “ITU-TのSGとTSAGの議長／副議長の任命と任期”を、決議1へ合理化することで削除する提案

決議1へ合理化する内容の検討が必要であるため、今会合ではcandidate draft PACPとされ、次回会合で寄書を募集し引き続き議論することとなった。

・決議22 “WTSA間のTSAGの権限”及び決議45 “ITU-TのSGをまたがる標準化活動の効果的な調整とTSAGの役割”を合理化する提案

両決議ともTSAGの役割に関する内容であり、中国から合理化に際し含めて欲しい記載の要請はあったものの各国から大きな反対はなく、議論の結果、Draft PACPとしてWGで合意し、最終日のPlenary Sessionに送られた。

日本以外からはインド、中国、韓国から寄書が提出された。インドからの寄書は決議18 “ITU-R、ITU-T及びITU-D間の作業割当及び協力・調整の強化のための原則と手続き”に関し、記述の合理化を提案するものであり、PACPとすることで合意した。中国からは承認プロセスの明確化に関する寄書が2件提出され、このうち承認プロセスの再選択の明確化に関する寄書については、オーストラリア及び日本から承認プロセスの柔軟性が失われることを懸念する意見があり、今会合ではcandidate draft PACPとすることとされ、次回会合で寄書を募集し引き続き議論することとなった。韓国からは決議55 “ITU-T活動におけるジェンダー平等の促進”の修正に関する寄書が提出され、日本から参照している決議の一部が既に削除されているという指摘により一部の修正が行われ、PACPとすることで合意した。

3.3 WG2 “ITU-T Work Organization”

作業計画とSG再編・構成を担当するWG2では、SG再編に関する寄書が5件提出されたほか、WG間の作業負担を平準化する観点から、新決議提案及び決議78 “e-healthサービスへのアクセスを向上するためのICT活用と標準”がWG3



からWG2へ移管された。APT準備会合に対しては6件の新決議提案が行われており、今回のWG2全体としては12件の寄書について議論が行われた。

・SG再編に関する提案

オーストラリア・中国から第2回会合と同様に、SG再編に関するハイレベル原則について再度提案があったほか、次会期のSG構成として、マレーシア・インドネシアからはTSB局長提案に基づいた意見が提案され、日本からは技術的に類似した分野と思われるグループをマージする提案を行った。

しかし、SG再編については各国で意見が大きく異なっており、今会合においてはSG15の単独存続について合意したのみであるため、WG2議長から各国に対して、現体制から変更したいSGについて懸念を持っている内容を明確にすることが提案された。今後、2020年10月の中間会合と第4回会合で継続して議論が行われる。

・ITU電気通信標準化部門におけるマシンビジョンの標準化の強化（提案国：中国）

画像関連の多くのSGの既存活動を引用しており、既存の決議との重複を含む本決議提案の目的について複数の国から懸念が示された。WG2議長からスコープを絞り、対象とする特定の技術を明確にするよう指示された。

・ITU-Tにおける、垂直アプリケーションを支える将来のNW進化に関する検討・標準化活動の強化（提案国：中国）

“垂直アプリケーション”の用語が不明確であり、かつ将来NWの標準化という極めて一般的な内容であることから、新決議の必要性について複数の国から懸念が示された。

・世界的なパンデミックの拡大を防ぐためのICTの利用を促進するためのITU-Tの役割（提案国：韓国）

“non-contact application”の標準化について、各国の個人情報保護に関する規制や文化的相違を尊重する必要があるところ、パンデミック拡大防止に資するアプリケーションは他にもあるため、“non-contact”を削除することで合意した。また、一部の国から新決議ではなく決議78“e-healthサービスへのアクセスを向上するためのICT活用と標準”の修正とすべきとの発言があったところ、パンデミック拡大の防止に資するICTはeHealth関連だけでなく、リモート会議などもあるため、新決議とすることで合意した。

その他、“量子情報技術に関するITU-Tの標準化活動の強化”（提案国：中国）、“AI技術を活用したITU-T標準化

活動の強化”（提案国：韓国）、“NWを介したAI/MLへの公平なアクセスのためのオープンで共有されたりソースを可能にする”（提案国：インド）が提案されている。

3.4 WG3 “Regulatory/Policy and Standardization Related Issues”

規制/政策及び標準化課題を担当するWG3では、18の決議に対し33件の寄書が提出された。決議ごとにドラフティンググループが設立され、提案国からエディタが選出された。決議60“識別/番号システムの進化とIPベースのシステム・ネットワークとの統合に向けた検討”、決議76“適合性及び相互接続性試験、発展途上国支援、将来的なITUマークプログラムの実現に関する研究”、決議79“電気通信ICT機器から生じるe-wasteの扱いと管理における電気通信ICTの役割及びその手法”、決議92“IMTの非無線分野に関する標準化活動の強化”の4件について、Draft PACPとしてWGで合意し、最終日のPlenary Sessionに送られた。その他の決議について、中間会合及び第4回会合で引き続き議論が行われる。

3.5 Closing Plenaryでの議論

Closing Plenaryにて、WGごとのレポートが簡潔にレビューされ、PACP承認の審議が行われた。

決議22“WTSA間のTSAGの権限”、決議32“ITU-Tの電子的作業方法の強化”、決議45“ITU-TのSGをまたがる標準化活動の効果的な調整とTSAGの役割”、決議18“ITU-R、ITU-T及びITU-D間の作業割当及び協力・調整の強化のための原則と手続き”、決議55“ITU-T活動におけるジェンダー平等の促進”、決議76“適合性及び相互接続性試験、発展途上国支援、将来的なITUマークプログラムの実現に関する研究”及び決議79“電気通信／ICT機器から生じるe-wasteの扱いと管理における電気通信／ICTの役割及びその手法”について、PACPとして承認された。一方、決議92及び決議60については追加された“IMT-2020 and beyond”の用語が未定義であることについてオーストラリアより懸念が示され、PACPとしての合意は見送られた。

今後のスケジュールについて、2020年8月及び10月に中間会合を開催すること、また、次回APT WTSA-20の第4回会合は同年11月16日から20日までを予定している旨が共有され、最後に、APT事務局長、各WG議長及びPL副議長より挨拶がなされ、閉会となった。



APT-WTDC-21第1回準備会合の結果

前 総務省 国際政策課 技術協力専門官

よこやま たかひろ
横山 隆裕



1. 概要

2020年7月24日（金）、APT-WTDC-21第1回準備会合がWeb会議（日本時間の13時～16時45分）で開催された。2021年11月8日～19日にエチオピアでITU-Dの総会である世界電気通信開発会議（WTDC-21）が開催される。APT-WTDC-21準備会合は、このWTDC-21に向け、アジア・太平洋電気通信共同体（APT）加盟国の共同提案を作成するなど、APT域内の意見の調整・集約を図るために開催される準備会合であり、4回の開催を予定している。

我が国からは、横山隆裕総務省前技術協力専門官、山口典史同技術協力専門官、後藤晃同前ITU係長、大槻同主査、川角同参与、松本同参与らが参加した。参加者総数は約100名で、アリワンAPT事務局長、近藤同次長、ボグダンITU電気通信開発（BDT）局長も参加した。

今回の会合はキックオフ・ミーティングであり、検討体制、作業方法、会合計画を議論し、承認した。APT共同提案等の実質的な議論は次回会合以降に行われる。

2. 主な結果

(1) 検討体制

各国からの推薦に基づきAPT事務局が事前に調整して作成した体制案に、直前または会合中に中国、イラン及びインドが推薦したWG副議長を加え、表1のとおり承認された。我が国より、プレナリー副議長に山口専門官、WG3議長に大槻主査が就任した。

WGの所掌事項に関して、事務局の案では地域イニシアティブがWG2の担当となっていた。インドより、WG3との親和性が高いとの指摘があり、地域イニシアティブをWG3

に移管することになった。

(2) 作業方法

事務局より作業方法の案が示された。従前の作業方法からの改定事項は主に次のとおりである。コロナ禍のもと、物理的な会合を開催することが難しくなり、オンラインでの会合開催が常態化したことを受け、オンライン会合の規定を整備したこと。管理委員会で定めた横断的な項目を反映させたこと。全権委員会（PP）や世界無線通信会議（WRC）に向けてのAPT準備会合の作業方法との平仄を合わせたこと。

シャラファト議長より、必要に応じ臨時会合を開催することができるようにすべしとの提案があった。また、オーストラリアより、寄与文書の提出期限を前倒しすべしとの提案があった。これらの提案は作業方法に反映された。

(3) 会合計画

事務局より、今回会合を含め会合を4回開催する計画が提案された。これに関連してシャラファト議長より、WTDC-21の準備に関する臨時TDAG会合が2020年11月23日に開催予定であることが紹介され、この会合にAPTの意見を入れることのできるよう、その前のタイミングに追加のAPT-WTDC準備会合を開催することが提案された。10月または11月に追加して、臨時の準備会合を開催することが合意された。

APTにおけるWTDC-21に向けての準備活動は、ITU-Dでの準備活動と密接に関係する。そこで、読者の理解のため、ITU-Dの検討状況や今後のスケジュール等を説明し

表1. APT-WTDC-21検討体制

組 織	議 長	副 議 長
プレナリー（準備会合全体の統括及び意思決定）	Dr. Ahmad Sharafat（イラン）	山口典史氏（総務省） Mr. Sung Joon Choi（韓国）
WG1（SGの研究課題等）	Ms. Mina Seonmin Jun（韓国）	Ms. Yapeng Wang（中国） Ms. Maryam Espandar（イラン）
WG2（作業方法、宣言、行動計画等）	Ms. Alexandra Borthwick（オーストラリア）	Ms. Thasawan Samorwong（タイ）
WG3（地域イニシアティブ等、その他ICT開発全般）	大槻芽美子氏（総務省）	Ms. Anna Baweh（マレーシア） インドの被推薦者（次回、氏名を通知）



たい。

まず、経緯についてである。2019年のITU-D電気通信開発諮問委員会（TDAG）会合から、ボグダンBDT局長の主導のもと、WTDC-21の準備プロセス、WTDC-21の内容及び構成、ステークホルダの参加、サイドイベントの4つの論点について議論が重ねられてきた。その結果を踏まえ、ボグダン局長は、2020年6月に開催されたTDAG会合に、6つの地域代表を集めた事前調整会合（IRM）の開催、新たなステークホルダ（世銀等のドナー機関を想定）への参加呼び掛け、開発課題への対応策等をハイレベルで議論するセッション“Development Track”の開催などを内容とするWTDC改革案を提案した。局長提案は多くの国から途上国、先進国の別を問わず支持されたが、アラブ地域の国々及びロシアが拙速だとして反対したため、ワーキング・グループを3つ設け具体案を検討・作成することになった（表2）。

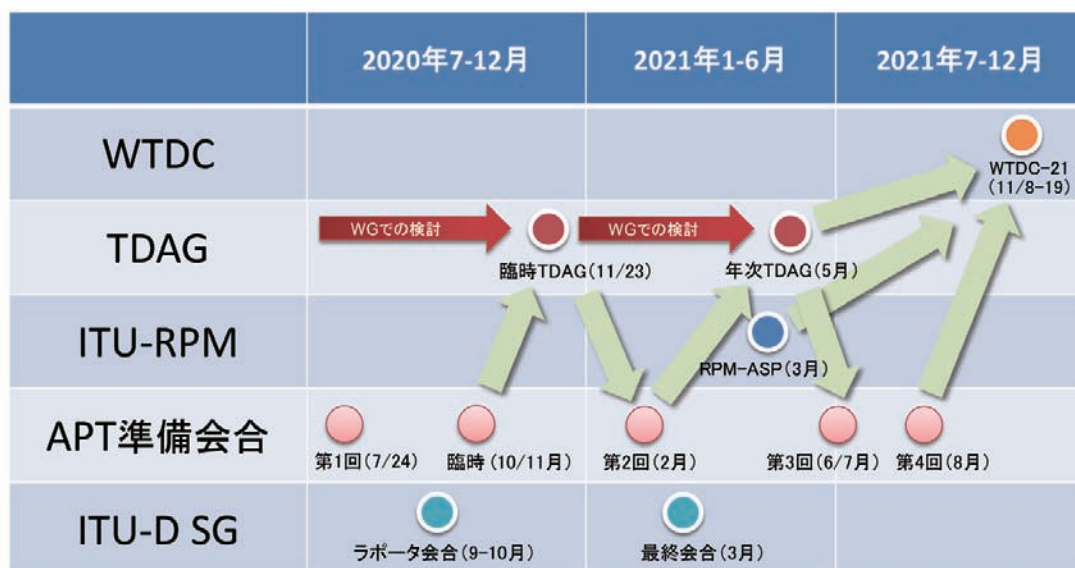
既に、これら3つのTDAG-WGはそれぞれ7月中旬に第1回会合を開催し検討を開始している。その結果を審議・承認するために、2020年11月23日に臨時TDAG会合を開くこと

としており、それまでに何回かWG会合を開催し、議論を深めていく予定である。臨時TDAG会合以降も検討を継続することになった事項については、2021年5月の定例TDAG会合で承認することとなる。図1のAPT-WTDC-21準備会合の会合計画にTDAGプロセスとの関係を図示した。TDAGプロセスとAPTでの準備会合とが今まで以上に絡み合って作業が進んでいくものと見込まれる。また、図1では割愛したが、これらに加え、ITU-Dでは、6つの地域機関の代表らによる事前調整プロセスを設ける方向で議論されている。

ボグダン局長より、APTを含む各地域機関に対し、フォーカルポイントを指名するよう要請があった。これは、TDAGプロセスや各地域機関の準備プロセスの連携を深めることを目的としたもので、TDAG-WGの審議事項について、まずは、地域内の準備活動を調整する役割が期待されている。シャラファト議長より、APT準備会合のWG議長をフォーカルポイントに指名してはどうかとの提案があり、そう決定された。TDAGでの議論によると、このフォーカルポイントは、地域間調整プロセスが動き出したのちは、出身地域を代表

■表2. 3つのTDAG-WGの所掌事項

TDAG-WG-Prep	WTDC-21の準備プロセスについて検討し、その事前準備及び本番のアレンジメントに関する提案を作成する。
TDAG-WG-RDTP	WTDC決議を簡素化する。ITU-Dのテーマ別優先事項と地域イニシアティブとを整合させる。宣言案の文案を作成する。
TDAG-WG-SOP	戦略計画案のうちITU-Dに係る文案を作成する。ブエノスアイレス行動計画をレビューする。理事会に向けて運用計画案を作成する。



注) ITU-RPMは、ITU-Dが決議31に基づき各地域ごとに開催する準備会合である。

■図1. APT-WTDC-21準備会合の会合計画

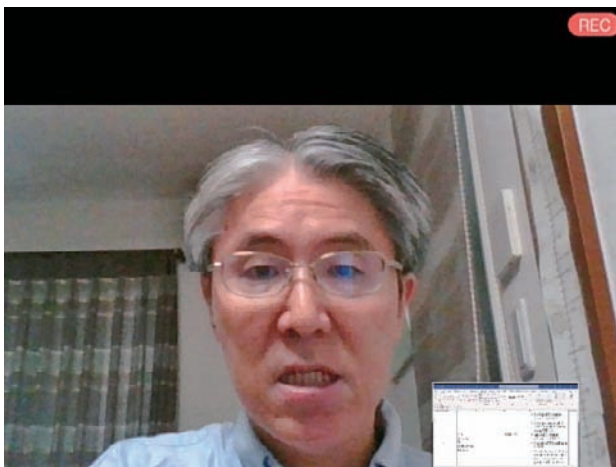


して、地域間調整会合に参加し、他地域と調整する役割も担っていくものと思われる。

3. おわりに

ボグダンBDT局長は、WTDC-21の準備過程において6つの地域の代表が集まり、地域間の意見調整を行うことを提唱している。今回会合でAPT-WTDC-21準備会合の体制

が決定し、役職者に日本人が就任した。APT-WTDC-21準備会合は、APT域内準備プロセス、TDAGプロセス、地域間調整プロセスといった並走する複数の準備プロセスを結節する役割を果たしていくこととなろう。今後、APT域内での議論を主導するとともに、APT代表の立場で他地域との調整やTDAGでの議論に参画し、WTDC-21の成功に積極的に貢献されんことを期待したい。



■ 図2. 会合で発言する筆者



■ 図3. プレナリー副議長への就任の挨拶をする山口技術協力専門官

ITUが注目しているホットトピックス

ITUのホームページでは、その時々ホットトピックスを“NEWS AND VIEWS”として掲載しています。まさに開催中の会合における合意事項、ITUが公開しているICT関連ツールキットの紹介等、旬なテーマを知ることができます。ぜひご覧ください。

<https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>

ITUAJより

お知らせ

国際電気通信連合（ITU）は、1968年10月に、ITUの基礎となった最初の万国電信条約が署名された日（1865年5月17日）である5月17日を、「世界電気通信日」と決めました。

日本ITU協会でも、この日を記念して式典を開催し、国際標準化や国際協力の諸活動に貢献した方々を「日本ITU協会賞」として顕彰するとともに、講演会等の記念行事を開催しております。

今年は新型コロナウイルス感染症が世界的に蔓延していることもあり、通常の5月開催を延期し、10月6日に開催することとしました。また、感染拡大の防止に配慮し、式典は受賞者と関係者代表のみのご招待とし、受賞者を囲む会も見送らざるを得ない状況となりました。誠に残念ではございますが、是非受賞者の皆さまに、お祝いのメッセージをお寄せいただければ幸いです。皆さまのご理解とご協力をお願いいたします。

受賞者一覧 https://www.ituaj.jp/?page_id=21712

お祝いのメッセージ https://www.ituaj.jp/?page_id=21855

ITUジャーナル読者アンケート

アンケートはこちら https://www.ituaj.jp/?page_id=793

編集委員

委員長	亀山 渉	早稲田大学
委員	山口 典史	総務省 国際戦略局
〃	天野 佑基	総務省 国際戦略局
〃	伊藤 未帆	総務省 国際戦略局
〃	棚田 祐司	総務省 総合通信基盤局
〃	中川 拓哉	国立研究開発法人情報通信研究機構
〃	荒木 則幸	日本電信電話株式会社
〃	中山 智美	KDDI株式会社
〃	福本 史郎	ソフトバンク株式会社
〃	熊丸 和宏	日本放送協会
〃	山口 淳郎	一般社団法人日本民間放送連盟
〃	安原 正晴	通信電線線材協会
〃	中兼 晴香	パナソニック株式会社
〃	牧野 真也	三菱電機株式会社
〃	東 充宏	富士通株式会社
〃	飯村 優子	ソニー株式会社
〃	江川 尚志	日本電気株式会社
〃	中平 佳裕	沖電気工業株式会社
〃	小川 健一	株式会社日立製作所
〃	金子 麻衣	一般社団法人情報通信技術委員会
〃	島田 淳一	一般社団法人電波産業会
顧問	齊藤 忠夫	一般社団法人ICT-ISAC
〃	橋本 明	株式会社NTTドコモ
〃	田中 良明	早稲田大学

編集委員より

音楽とテクノロジー

ソニー株式会社

いいむら ゆうこ
飯村 優子



「新しい生活様式」が広まり、自宅で過ごす時間が増えています。外出の自粛などからくるストレスを解消し心身をリフレッシュする方法はいろいろあると思いますが、私自身はジャズやクラシックのピアノ音楽をたくさん聴いて元気をもらっています。最近ではインターネットを通じた無観客ライブやリモート演奏会、ピアニストの自宅からの生演奏配信なども行われるようになり、音楽家たちの新しいチャレンジや作品を楽しんでいます。

ピアニストの自宅から配信されるSNSライブでは、自然光が差し込む部屋のリラックスした雰囲気の中で演奏が行われたため、ライブハウスでの生演奏とは違う「特別感」があり、そのピアニストをより身近に感じることができました。また、新しい試みとして行われた有料の無観客ライブ配信では、本格的なホールやライブハウスを会場として使い、高いクオリティを目指した構成や演出が施されていたため、ピアニストたちの新しい魅力や才能に触れることができ、音楽ファンとしての楽しみが増えました。

同時に、こうした音楽家の新しいチャレンジを支えていくためには、よりパワフルなテクノロジーの力が必要だと改めて感じています。高速・大容量、低遅延、多数同時接続といった通信技術が進化し、映像・音声の品質やインタラクションが向上することで、音楽家たちは技術的な制約にとらわれることなくクリエイティビティを発揮し、感性豊かな作品を自由に発信することができますし、リスナーも新しい形の音楽を自宅で安心して楽しむことができるようになります。

5Gの時代を迎え、音楽とテクノロジーの融合は全く新しい感動を生み出していきましょう。AIによる作曲や演奏など、AIと人間が互いに刺激し合い共創する新しい音楽表現のあり方を模索する動きも出てきています。新しいテクノロジーが意欲的に取り入れられ、音楽体験がさらに進化していくことを一音楽ファン、そしてテクノロジー業界に携わるものとして期待しています。

ITUジャーナル

Vol.50 No.10 2020年10月1日発行／毎月1回1日発行

発行人 南 俊行

一般財団法人日本ITU協会

〒160-0022 東京都新宿区新宿1-17-11

BN御苑ビル5階

TEL.03-5357-7610(代) FAX.03-3356-8170

編集人 岸本淳一、大野かおり、石田直子

編集協力 株式会社クリエイティブ・クルーズ

©著作権所有 一般財団法人日本ITU協会



一般財団法人 日本ITU協会