

ITU ジャーナル 5

Journal of the ITU Association of Japan
May 2025 Vol.55 No.5

トピックス **ITU-T 議長・副議長に就任して**

特集 **CES2025レポート**
CES2025報告と米国ICT業界の展望
DIC 全方位マルチコプター「HAGAMOSphere™」の事例
デジタルツインによる持続可能なインフラマネジメントの実現
ロボットハンドの民主化に向けて

スポットライト **製造現場における安定した無線通信の実現に向けて**
ITU-R Study Group 4の活動状況

会合報告 **ITU-T: CxO Roundtable 2024報告**
SG20 (IoT、デジタルツイン及び持続可能なスマートシティ&コミュニティ)
SG21 (マルチメディア、コンテンツ配信及びケーブルテレビの技術)

情報プラザ **大阪・関西万博における「Beyond 5G ready ショーケース」の開催について**



トピックス

ITU-T 議長・副議長に就任して その1

3

日本電気株式会社 永沼 美保/KDDI株式会社 本堂 恵利子/
国立研究開発法人情報通信研究機構 釧吉 薫/NTTネットワークサービスシステム研究所 山岸 和久

特集

CES2025 レポート

CES2025報告と米国ICT業界の展望

7

Aerial Innovation LLC. 小池 良次

DIC 全方位マルチコプター「HAGAMOSphere™」の事例

13

DIC株式会社 森 耕太郎

デジタルツインによる持続可能なインフラマネジメントの実現

16

CalTa株式会社 上杉 太志/森 伊織

ロボットハンドの民主化に向けてーCES2025報告とThink Hand Fの展望ー

20

株式会社Thinker 中野 基輝

スポット
ライト

製造現場における安定した無線通信の実現に向けて

24

ーSRF無線プラットフォームVer.2の実証実験ー

国立研究開発法人情報通信研究機構 板谷 聡子

ITU-R Study Group 4の活動状況

28

ーWorking Party 4Aにおける非静止衛星システムに係る検討を中心にー

スカパーJSAT株式会社 河野 宇博

会合報告

ITU-T CxO Roundtable 2024報告

32

日本電信電話株式会社 山本 浩司

ITU-T SG20(IoT, Digital Twins, and Smart Sustainable Cities & Communities) 第1回会合

34

日本電気株式会社 山田 徹

ITU-T SG21(マルチメディア、コンテンツ配信及びケーブルテレビの技術)第1回会合

39

沖電気工業株式会社 山本 秀樹

情報
プラザ

大阪・関西万博における「Beyond 5G ready ショーケース」の開催について

47

総務省 総合通信基盤局 電波部移動通信課 梅田 翔



〔表紙の絵〕

IEEE Fellow 池田佳和

●安土城跡(滋賀県近江八幡市)
織田信長が天下統一を目標に築城した安土城は偉容を誇ったが、現在は石垣と石段だけが残る。信長を討った明智光秀は約十日後に豊臣秀吉との戦いに敗れた。安土城は明智残党により焼かれた。「安土城天守 信長の館」には当時の天守最上部にあった豪華絢爛な室内を再現し展示している。

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、日本と世界を結ぶ架け橋として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。



2024年10月にインド・ニューデリーで開催されたWTSA-24を経て、我が国から選出されたITU-T TSAG、SGの議長・副議長の皆様に、役職への抱負などを伺いました。



TSAG 副議長（再任）

日本電気株式会社
ながめ ま びほ
永沼 美保

〈プロフィール〉

専門領域：デジタル政策関連領域（セキュリティ、AI、データ等）

2025年4月 日本電気株式会社
CDO Office 主席プロフェッショナル（現在）

ITU活動

2004年～ ITU-T SGI7（課題3ラポータ、その他エディタ等）

2014年～ 2021年 ITU-D SG2（課題3副ラポータ）

2022年～ TSAG 副議長（RG-WPRラポータ）現在に至る
上記のほか、PP、WTSA、WTDC等参加経験あり

—— 先のWTSA-24での選出そしてご就任おめでとうございます。今回、副議長に任命されたことについて率直なお気持ちをお聞かせください。

永沼 この度、2期目の副議長を拝命しました。TSAGの議論はITU-Tの活動全般の方向性に影響を与えるものです。副議長としてITU-T活動の全体を俯瞰し、ラポータとして議論をリードしていく面白さとともに、改めましてその責任を感じています。

—— ご担当事項（ご専門領域）とご経歴、ITU（SG）との係わり（年数など）、その他の標準化機関での活動などを教えてください。

永沼 標準化活動は2000年代初頭から。セキュリティ領域から始め、現在は、デジタル政策に関わるより広範な領域での戦略を見ている。ITUを含めて、いわゆるデジュール標準（ISO/IEC JTC1、ISO TC）、地域標準（ETSI、ASTAP）、国内の標準化に広く関わってきました。TSAGでは、SPCG（標準化促進調整グループ）も担当しています。

—— 新研究会期におけるご担当の研究委員会の最重要テーマ・課題はどのようなこととお考えでしょうか。

永沼 TSAGでは、作業方法、産業界参加促進・戦略的な運用計画、SG関連、テーマ決議（DX）が主要な論点です。WTSA-24では戦略的な運用計画の重要性が議論され、そちらと連動して、SG再構成も継続して議論されることになっています。日本としては、SG構成の議論に注目が高くなるのではないのでしょうか。

—— 副議長としての抱負をお聞かせください。どのようなところに力点を置いて活動されるご予定でしょうか。

永沼 今会期も、SG構成の議論のほか、新たな標準化領域やFGの設立等も次々提案されることが見込まれます。副議長としてITU-T活動の全体を俯瞰し、日本にとって重要なテーマについては議論をリードしていきたいと思います。

—— 副議長としての難しさや障壁はどのようなものが想定されるでしょうか。また、そうしたことへの対処方法はどうお考えでしょうか。

永沼 副議長を含めたリーダーシップの役割で難しさや障壁を感じることは、正直ありません。ITUではコンセンサス・調整がキーワードですが、様々な方法がありますし、大変でも最終的には何らかのゴールを導く。これが役職者の仕事だと思っています。

—— 我が国、各加盟国の政府関係やICT産業界からの理解や協力についての期待をお聞かせください。

永沼 政府関係の方には、引き続き、積極的なご参加と日本意見のアピールをお願いします。また、産業界の参加促進はTSAGでも重要テーマの1つであり、日本のセクターメンバーの皆様からの協力も是非お願いいたします。

—— 最後に、個人の信条や、プライベートな時間でのご趣味などをお聞かせください。

永沼 仕事でコミットしたことは実行（したい）。

—— 読者へのメッセージをお願いいたします。

永沼 標準化に関わって約4半世紀、標準化をめぐる環境が大きく変わるのを目の当たりにしてきました。最近、若手や女性標準化エキスパートの促進が現場でもキーワードになっています。私はITU Network of Women（NoW）活動のアジア太平洋地域のRepresentativeも拝命しており、持続可能でバランスのとれた活動環境や人材育成の推進も重要なテーマと捉えています。皆様にも是非ご協力をいただけますよう、お願いいたします。



SG3 副議長（再任）

KDDI株式会社

ほんどう えりこ
本堂 恵利子

〈プロフィール〉

専門領域：ITU-Tにおける事業者間精算の取決めやその他国際標準化団体・国際フォーラム等で扱う政策的事柄

- 2005年 SG3ラポータ（国際携帯着信料金、国際ローミング等）
- 2012年 ロンドンにてGSMAのモバイルマネープロジェクトほかを担当、並行してSG3ラポータ継続
- 2017年 SG3ラポータ（課題2：精算全般）
- 2022年 WTSA-20にてSG3副議長任命、WP1議長を担当
- 2024年 WTSA-24にてSG3副議長（2期目）任命

—— 先のWTSA-24での選出そしてご就任おめでとうございます。今回、副議長に任命されたことについて率直なお気持ちをお聞かせください。

本堂 無事2期目副議長の任命を受けてほっとしております。また、2期目なのだから、より一層成果を出せるようにしなければ、という気持ちもあります。日本の代表として見られることもありますので、気を引き締めてまいりたいと思っています。

—— ご担当事項（ご専門領域）とご経歴、ITU（SG）との係わり（年数など）、その他の標準化機関での活動などを教えてください。

本堂 SG3の担当が長くなり、この仕事は私のライフワーク、ジュネーブは第2（もしくは第3）の“アナザースカイ”ですね。SG3は、ITU-Tの中で唯一技術的でない事柄を扱うSGですが、通信のサービス及びその提供事業者の多様化により、過去に主とされた事業者間精算に関わる取決め作りは近年ほとんど扱わなくなりました。新しいサービスや技術など、時代の変化に合わせたITU-Tでの政策的なルール作りを、他の政府間政治フォーラムや国際機関の動向をきちんと把握の上、円滑に推進していくことが重要だと思っています。

—— 新研究会期におけるご担当の研究委員会の最重要テーマ・課題はどのようなこととお考えでしょうか。

本堂 今期も、OTTプレイヤー（音声サービスを始めた、通信事業者と類似するサービスを提供するプレイヤー

を指す）に対する政策や精算に関わる勧告・ガイドライン・レポート作りがホットなテーマになりそうです。加えて、AI、Satelliteなど、新しいキーワードに対して、いかに適切なタイミングと内容で上記のような成果文書を合意に持ち込むかが、SG3の存在意義にも関係すると思っています。

—— 副議長としての抱負をお聞かせください。どのようなところに力点を置いて活動されるご予定でしょうか。

本堂 1期目は、まずは自分の担当WPを円滑に運営していくことに注力し、WPに割り振られたWork Itemはすべて完了させました。これができたWPはSG3にはほかにはありません。

2期目はもうワンステップ踏み込んで、自分の担当以外のWPについても口出しできるように、と考えております。

—— 副議長としての難しさや障壁はどのようなものが想定されるでしょうか。また、そうしたことへの対処方法はどうお考えでしょうか。

本堂 意見の異なる人たちが1つの文書を一緒に作成していくには、一定の対立は避けられないものだと思います。そのような対立後にみんなの気持ちを1つに寄せていき、建設的かつ論理的に議論を進めていくための、軌道修正、もしくは、柔軟な思考を基にした新たな案等のヒントをサジェストできるか、がポイントと思っています。

—— 我が国、各加盟国の政府関係やICT産業界からの理解や協力についての期待をお聞かせください。

本堂 SG3は、いくつかの政策的な事柄を理解する際にはとても有効なグループだと思っており、こういった経済状況及び通信環境の国がこういった意見を持っているか、ざっくりですが比較的簡単に入手できます。ITUでは常に先進国vs途上国という議論の対立がありますが、その中で、日本は上手に、途上国の立場への理解と、可能な限りの具体的な解決策を示して、他国からの理解・信頼・協力を得ていくための能動的な活動をして、長期的目線で良い友好国関係を築くための、人が見える対応を重視していく必要があると思います。

—— 最後に、個人の信条や、プライベートな時間でのご趣味などをお聞かせください。

本堂 経験に甘んじず、常に初心を忘れず、1つ1つの対応に取り組んでいく心構えを忘れないようにしたいと思います。また、若い世代へ国際会議の楽しさを伝授していきたいと思います。プライベートでは、最近数十年ぶりにピアノを再開し、練習の時間をもっと確保したいところです。

—— 読者へのメッセージをお願いいたします。

本堂 引き続きSG3活動へのご協力、ご指導ご鞭撻をどうぞよろしくお願いいたします。



SG11 副議長（新任）

国立研究開発法人情報通信研究機構

けんよし かおる
鉦吉 薫

〈プロフィール〉

専門領域：

- 1984年 NEC入社 ISDN交換機ソフトウェア開発を担当
- 1988年 CCITT SG11信号方式会合に参加
- 2009年 ITU-T SG11副議長
- 2011年 ETSIボードメンバ
- 2018年 NICT職員 QKDN等の標準化を担当
- 2025年 ITU-T SG11副議長

—— 先のWTSA-24での選出そしてご就任おめでとうございます。今回、副議長に任命されたことについて率直なお気持ちをお聞かせください。

鉦吉 WTSA-08でSG11副議長に任命され2期担当しました。その後WTSA-16でSG11議長、WTSA-20でSG11副議長に立候補しましたが、2回落選しました。近年中国、韓国、インド、アジアの新興国のITU-Tでの活動が活発になり、議長、副議長に当選することが年々難しくなっています。今回副議長に任命されたことは、幸運だったと思います。ご尽力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。

—— ご担当事項（ご専門領域）とご経歴、ITU（SG）との係わり（年数など）、その他の標準化機関での活動などを教えてください。

鉦吉 1980年代にISDNの実証実験が開始され、ISDN交換システムの開発を担当しました。関連する標準化活動として、1988年よりSG11でDSS1やSS No.7の標準化に参加しました。その後、様々な標準化テーマに関わり、2011年から6年間ETSIボードメンバも担当しました。

—— 新研究会期におけるご担当の研究委員会の最重要テーマ・課題はどのようなこととお考えでしょうか。

鉦吉 SG11では、大きく3つのテーマに取り組んでいます。

1. 新興のネットワーク技術に対応するプロトコルの標準化、
2. 機器の相互接続を促進するインターオペラビリティと試験仕様、
3. 途上国で大きな社会問題となっている模造及び盗難モバイル端末対策です。これらの課題に引き続き取り組んでいきます。

—— 副議長としての抱負をお聞かせください。どのような

ところに力点を置いて活動されるご予定でしょうか。

鉦吉 経験が長いと若手ラポートからルールや進め方についてアドバイスを求められることが多いです。WTSA Resolution 1やAシリーズ勧告、その他の関連文書に基づき適切にアドバイスできるよう、心掛けています。各SGには独自の歴史と文化がありますので、SG11の文化を継承しつつ、マネジメントチームの1員として活動したいと思っています。

—— 副議長としての難しさや障壁はどのようなものが想定されるでしょうか。また、そうしたことへの対処方法はどうお考えでしょうか。

鉦吉 各国の利害が対立する場面では、時間をかけても意見をよくヒアリングし、双方の懸念を解消させることが重要だと思います。日頃から各国代表とコミュニケーションができるよう、心掛けています。

—— 我が国、各加盟国の政府関係やICT産業界からの理解や協力についての期待をお聞かせください。

鉦吉 既存プロトコル関連では、NTT、KDDI、ソフトバンクなどのネットワークオペレータ、QKDNなどの新興技術ではNICTと連携しつつ、国内の課題解決や国際標準への国内要求条件の反映などを行っています。

—— 最後に、個人の信条や、プライベートな時間でのご趣味などをお聞かせください。

鉦吉 天気の良い日に望遠鏡を持って田舎へ出掛けます。夏の銀河や冬のオリオンを見ていると、無限の宇宙と永遠の時間を感じます。（実際は宇宙も時間も有限だそうです）

—— 読者へのメッセージをお願いいたします。

鉦吉 国際標準化の場には様々な人材が集まります。総じて優秀で目標意識の高い技術者が集まりますので、これらのグローバルな人々と関わり、自身の能力や知識を再評価し、世界で活躍できる人材になってほしいと思います。



SG12 副議長（再任）

NTTネットワークサービスシステム研究所

やまぎし かずひさ
山岸 和久

〈プロフィール〉

専門領域：性能、QoSおよびQoEの研究・標準化

2003年 早稲田大学大学院基幹理工学部 修了

2003年 日本電信電話株式会社入社

2005年 ITU-T SG12に参画、品質評価技術の標準に携わる

2013年 早稲田大学大学院基幹理工学部 博士（工学）取得

2013年 NTTぷらら 技術開発本部

2015年 NTTネットワーク基盤技術研究所
（現ネットワークサービスシステム研究所）

2017年 ITU-T SG12 ラポータ就任（現在に至る）

2022年 ITU-T SG12 副議長就任（現在に至る）

2023年 ITU-T SG12 WP3副議長就任（現在に至る）

—— 先のWTSA-24での選出そしてご就任おめでとうございます。今回、副議長に任命されたことについて率直なお気持ちをお聞かせください。

山岸 2005年にITU-T SG12に参画してから、勧告エディタ、ラポータ、WP議長と歴任し、SG12副議長に再任されました。多くの方のサポートもあり、任命され、大変光栄に存じます。

—— ご担当事項（ご専門領域）とご経歴、ITU（SG）との係わり（年数など）、その他の標準化機関での活動などを教えてください。

山岸 入社以来、映像配信等の映像系の品質評価技術の研究開発を進めており、SG12に2005年に参画し、TV電話、IPTV、アダプティブビットレート映像配信等の品質推定技術の標準化に貢献してきました。これらの勧告の制定を重ね、他国の提案をまとめるためラポータやWP議長として活動してきました。

—— 新研究会期におけるご担当の研究委員会の最重要テーマ・課題はどのようなこととお考えでしょうか。

山岸 5G等のネットワーク技術が進展することで、新たな通信サービスの展開が期待されます。そのようなサービスの品質もまた、従来の電話や映像配信サービス同様に評

価できるようにしていくことが、安定した通信サービスの提供には欠かせません。例えば、自動運転の遠隔監視に用いる評価技術の勧告化なども進んでおり、タイムリーに勧告を提供していくことが重要だと考えています。

—— 副議長としての抱負をお聞かせください。どのようなところに力点を置いて活動されるご予定でしょうか。

山岸 5G、6Gと新しいネットワークが展開され、新しいサービスも創出されてくることが予想されますため、勧告制定までの時間を短くしていくことを進めたいと考えています。

—— 副議長としての難しさや障壁はどのようなものが想定されるでしょうか。また、そうしたことへの対処方法はどうお考えでしょうか。

山岸 Work itemで検討内容を合意しても、そこから勧告を制定するまでには、多くの検討や合意が必要になります。参加機関により、各国の検討状況も様々であるため、重要視する項目も異なります。そのため、妥協点を見つけ進めていくことが重要だと考えています。

—— 我が国、各加盟国の政府関係やICT産業界からの理解や協力についての期待をお聞かせください。

山岸 SG12で取り扱う品質に関連することだけではありませんが、サービスの品質を議論する上では、政府関係やICT産業界からの課題提起は重要です。

—— 最後に、個人の信条や、プライベートな時間でのご趣味などをお聞かせください。

山岸 プライベートな時間は、子供の所属する野球チームと一緒に活動するほか、週5、6回、5-10km程度走っています。肉体的な体力低下をできるだけ抑えることで新たな活動ができると考えています。

—— 読者へのメッセージをお願いいたします。

山岸 SG12では体感品質に重点を置き検討を進めており、読者の皆様にもなじみやすい検討だと感じます。ぜひ会場にご参加いただき、SG12の雰囲気を感じいただければと思います。



CES2025報告と米国ICT業界の展望

ICTコンサルタント Aerial Innovation LLC. CEO こいけ りょうじ 小池 良次

1. CES2025の報告 (図1)

CESは、もともとコンシューマーエレクトロニクスの展示会として始まったが、近年は、建設機械や工業用機器の展示も増加しており、従来の家電展示会とは一線を画した多様な製品群が紹介されている。

CESの特徴のひとつは、国際的な展示会である点だが、米国企業の出展は相対的に少なく、特に有望な米国のベンチャー企業は近年CESにはあまり参加しない傾向にある。

また、米国大手企業のCES離れも散見される。2025年は、自動車業界が直近で開催されるデトロイト・オートショーを重視し、FordやGMなどの大手企業は不在だった。

CESは世界中の企業が米国市場にアクセスするための展示場となっている。この傾向は特にコロナ後に顕著と言える。

1.1 概要

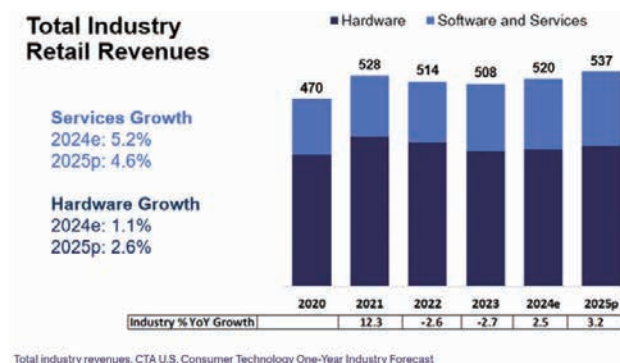
市場動向 (図2)

CESの主催者であるコンシューマーテクノロジーアソシエーション (CTA) は毎年市場規模や予測を発表している。以前はグローバル市場と米国市場の両方を対象としたが、最近では米国だけとなった。

図2に示すとおり、コロナの影響で家電需要は急増し、2021年の市場は約5300億ドルに達した。その後は2023年までに5080億ドルまで減少した。2024年は5200億ドルまで回復した。2025年は5370億ドルに達すると予測されている。

が、CTAの予測は楽観的な傾向があり、慎重に捉えたい。

ハードウェアよりもソフトウェアやサービス分野が堅調に成長している。特に、ブロードバンドサービス、ブロードバンドストリーミング、各種オンラインゲーム、各種サブスクリプションサービスの需要が高い。



出典：CTA調査

図2. 市場動向

2025年の注目トレンド

Z世代が消費主導

注目トレンドのひとつとして「Z世代 (15歳から20代半ば) が市場をけん引する」と指摘した。従来、住宅購入や引っ越しに伴い移転でハイテク家電の需要は高まるが、米国では金利が高止まりしているため住宅市場が冷え込んでいる。



出典：CESホームページ <https://www.ces.tech/>

図1. CESの風景

一方、Z世代が主導するスマートフォンなどのハイテク・ガジェット需要が高まっている。

2025年もAIはメイントピックであり、CTAはオンラインショッピング分野におけるAIの活用が進んでいると指摘した。ちなみに、筆者は「Legacy AI」と「Modern AI」に分類して考えるべきだと考えている。

- Legacy AI: 既存のAI技術（画像認識、音声生成など、トランスフォーマー・モデル出現前）
- Modern AI: 生成AI（チャットボット、画像生成など、トランスフォーマー・モデル出現後）

CESでは多数の製品がAIを標ぼうしていたが、ほとんどはLegacy AI製品であり生成AIという新技術に対応してはいなかった。

Modern AIの経済効果

Modern AIに関連してデータセンター投資は拡大する。例えば、Amazon（含AWS）は2025年単年で約1000億ドル（約15兆円）規模のModern AI関連投資を発表しており、Google Cloud PlatformやMeta Platformも同程度を予定している。これらの経済効果は非常に大きい。

モビリティ分野の低迷

EV市場の不調を反映し、モビリティ分野は自動車部品メーカーばかりで、低調だった。それでも、MobileEyeやQualcommなどが自動運転関連の展示をしたり、Waymoが無人タクシーの講演を行った。

1.2 NVIDIAによる基調講演

Panasonic、Delta Airline、Volvo、Accentureなどが基調講演を行った。かつて、基調講演で将来展望を語る経営トップは多かったが、最近は製品やサービスの紹介が主流となっている。そうした中、開催前夜のキックオフスピーチを担当したJensen Huang氏（CEO、NVIDIA）はAIの将来展望を示すものだった。

1.2.1 「Blackwell」の発表（図3）

筆者は約7年前にJensen Huang氏の講演をCESで取材したが、そのときはメインステージではなく、ホテルの会場で数百人規模だった。世界屈指のグローバル企業に成長した2025年、キックオフ講演は巨大なスポーツアリーナで実施され、その規模はかつてのBill Gates氏（当時CEO、Microsoft）の講演を彷彿とさせた。



出典：CESホームページ <https://www.ces.tech/>

■図3. 基調講演

講演は、CUDA（Compute Unified Device Architecture、GPU向け開発プラットフォーム）で、ゲーム時代を切り開いた話から始まった。グラフィックを高速で処理できるGPUと高度な開発を支援する開発環境の組合せは、AI時代にも同社の強みであると述べた。

グラフィックの進歩は続いており、巨大スクリーンでの高精細リアルタイム・グラフィックスのデモを行った。高精細レイトレーシング（光線を追跡し現実に近い映像を表現するレンダリング技術）は計算負荷が高く、リアルタイムは困難だったがAIを活用し実現した。

GPU新製品の「Blackwell」シリーズ及びそれを搭載したゲーム用GeForce RTX 50シリーズ等を発表した。AIパソコンなどを狙う「Project DIGITS」も紹介された。

携帯業界においては近年、AI-RAN（携帯基地局へのAI導入）が研究されており、同社のARM製CPUとNVIDIA製Blackwell GPUを組み合わせたDIGITSが注目されている。

1.2.2 2025年の注目Agentic AI

Perception AI（環境認知AI）からGenerative AI（生成AI）、さらに、Agentic AI（業務実行AI）やPhysical AI（産業用AI）などが言及されたが、2025年の注目トピックとして「Agentic AI」に多くの時間を割いた。

なお、NVIDIAは「AI Agent」という表現が使用されていたが、筆者は混同をさけるためAI AgentとAgentic AIを区別している。

- AI Agent: アバターなどを用いる対話型キオスク・サービス。
- Agentic AI: 基幹業務システム内で動作する業務実行AIプログラム。



また、NVIDIAは分かりやすさを優先してAgentic AIを擬人化していたが誤認識の可能性がある。Agentic AIはプログラムにすぎない。

Agentic AIの前に、まず企業のAI導入状況について触れたい。

現在、多くの企業はプロンプトを活用しChatGPTやGemini 2.0を直接利用しているが、これはガバナンスの観点からリスクがある。例えば、営業担当者が自社の営業データをAIに分析させた場合、機密情報が外部の学習データとして流出するリスクがある。

こうしたリスクを防ぐ一方、従業員や団体職員が業務内容に適した生成結果を得るため、多くの企業が基幹業務システム内にAIを導入しようとしている。導入手法としては2024年、RAG（検索拡張生成）が注目を浴びていたが、2025年は一歩進んで、Agentic AIがブームになっている。

企業は、既に学習済みの基盤モデルをオープンソースなどから導入し、RAGなどと組み合わせて、基幹システムに組み込んでいる。今後はAgentic AIも加えてゆくが、導入には、モデル精度やオーケストレーションなど様々な課題がある。

現在でもRAGの実装に苦しんでいる企業が多く、加えてAgentic AIを適用と難易度が更に高くなる。ベンダーは「すぐに導入可能」と宣伝はしているものの、専門家の間では「(Agentic AIの) 普及には数年かかる」との見方が強い。

1.2.3 Physical AIの未来像 (図4)

Physical AIは、基盤モデルに物理法則や因果関係などを学習（ワールドモデル）させ、無人運転車、ロボットアーム、自動搬送車、ヒューマノイド・ロボットなどの制御に利用する。ワールドモデルは、物体の動きや衝突結果などを生成する基盤モデルで、物体が地面に落ちた際の跳ね返り



出典：CESホームページ <https://www.ces.tech/>

■ 図4. 基調講演

方を地面の材質や形状に基づいて正確に生成する能力などが求められる。2024年、AIのゴットマザーとして有名なFei-Fei Li氏が、Physical AIベンチャーを立ち上げるなど同分野は活発だ。

今回、NVIDIAはPhysical AI開発プラットフォームのひとつ「Project COSMOS」を使って、様々な路上風景を合成データとして生成し、自動運転用AIモデルの学習期間短縮などを紹介した。

同分野では、ヒューマノイドの開発に多額の投資が行われているが、ハードウェア面に多くの技術的障壁が存在する。例えば、人間の手と同等の握力（70kg以上）を持ち、指をすべて独立して動かせる軽量なロボットハンドは存在しない。また、数千時間から1万時間以上の稼働保証や、軽量で衝撃に強い設計も求められる。たとえPhysical AIが急速に進んでも、ヒューマノイド用ハードウェアの実用化には長い開発期間が必要だ。

1.3 その他のCES展示

1.3.1 Smart HomeからHome AIへ (図5)

展示会場では、「ホームAI」のキャッチフレーズが特徴的だった。スマートホームは従来、情報家電、省エネ機器、セキュリティを三本柱とし、コスト削減や利便性向上を目的とする。業界では「matter」などの標準規格を策定し、家庭内のシステムを相互接続することで、効率的な運用管理を目指すアプローチが主流だった。

Modern AI、特に人と同じように家電を操作できる可能性を秘めたAgentic AIの台頭は、標準の在り方に影響を与えている。2025年のCESでは、韓国Samsung Groupが、matter規格とModern AIを併用した省エネシステムやデジタル・ヘルス・システムなどを「ホームAI」としてアピール



出典：筆者撮影

■ 図5. SamsungのHome AI展示風景



した。

1.3.2 通信業界におけるAIの活用

SK Telecomは、Fraud Detection AI（ネット詐欺検知AI）やAIコマース（AI支援型小売）など、多彩なAI展示を行った。同展示内容は、同社の通信網やインフラを活用するというよりは、システム・インテグレーター分野に参入することを意識させる。米国のVerizonやAT&Tなどは、通信網に関連付けたAI利用を追いかけており、SK Telecomの動きは異色と言える。

1.3.3 次世代のモビリティ技術

次世代モビリティでは、以下のような展示が行われた。

- 電動モビリティ：多くの企業が電動バイクや電動スクーターなどを展示した。2025年は、悪路などでも走行できる電動スクーターや加速性能を高めた電動バイクなど高性能化、多様化が進んだ。
- Sony&HondaのAFEELA：Sony Honda MobilityのAFEELA 1は、注目を集めていた。ADASなどの運転支援・安全対策にAIを活用するが、最大の特徴は「ドライビングが楽しくなるクルマ」を目指し、様々な実験的な取組みが満載された点だろう。自動運転の実現にシフトしている米国メーカーと対象的なAFEELAのコンセプトが消費者に受け入れられるかに注目が集まっている。
- Amazonの無人配送車など：自動車業界ではSDV（Software Defined Vehicle）が、2025年もキーワードだった。Waymoが同社の無人タクシーに関する基調講演を行ったほか、Amazonの無人配送車Zooxも展示された。また、建設機械ではCaterpillarが遠隔操作の建設重機をデモンストレーションしていた。

2. 米国ICT業界2025年の展望

2024年第4四半期の決算報告が2025年1月に通信各社から発表され、大手の動向が見えてきた。携帯業界では、3GPPの携帯ネットワーク規格リリース17からリリース18へと進んでおり、6G（同リリース19）の議論も始まった。

2.1 AT&T

AT&Tは衛星放送のDirectTVや大型スタジオのWarner Bros. Entertainmentなどの買収により多額の負債を抱え低迷していた。2023年末までにこれらの資産を売却し、財務

体質の強化を終え、2024年からようやく5Gの設備投資やプロモーションなど成長戦略に移った。

AT&Tは2024年第4四半期、光ファイバーとFWA（固定無線アクセス）が増加した。光ファイバーは成長戦略の柱で新規加入者は、30万7000人で、前年同期の27万3000人増から改善した。2024年末に3000万Pop、2029年末までに光ファイバーを5000万Popに拡張する。

FCC（連邦通信委員会）が同社の銅線サービス清算を承認したことから、DSLユーザーに対し光ファイバーを提供できない部分はFWA（固定無線アクセス、Internet Air）を提供している。ただ、所有無線ライセンスの容量リミットから、VerizonやT-Mobile USのようにFWA販売に積極的ではない。

光ブロードバンド事業では、バイデン政権が実施した「Broadband Equity, Access, and Deployment（BEAD）プログラム」を含むインフラ投資プランがけん引材料だが、政権交代の影響で迷走している。今後の政権の方針次第では、通信各社の投資計画に大きな影響を及ぼす可能性がある。

携帯（ポストペイド）は、2024年第4四半期48万2000増で前年同期よりも少ないが、アナリストの予想（42万4550）を上回り好調。解約率も0.82%と業界でもっとも低い。

2.2 Verizon

VerizonのFWA事業は依然として好調であり、2024年第4四半期に住宅向けで21万件、法人向けで15万件の契約増が報告された。伸び率はやや鈍化しているものの、引き続き成長が続いている。

FWAサービスの拡大では追加C-bandライセンスが必要としている。新政権では、ブロードバンド政策がバイデン政権時よりも積極的になるとの期待もあり、同社はC-bandの追加獲得に向けた準備を進めている。

携帯事業の競争環境は厳しく、ネットワーク品質の評価で、VerizonはT-Mobile USに負けている。顧客獲得のためのマーケティング費用（端末割引やコンテンツのバンドルなど）増加も重荷となっており、苦戦が続く。

2.3 T-Mobile US

T-Mobile USは携帯トップとして確固たる地位を確立しており、設備投資も十分に行われている。保有周波数にも余裕があり、財務基盤の安定性が強みとなっている。

2025年のポストペイド加入者純増数は600万件を目標に



しており、成長に自信を見せている。今後は、法人サービスや光ファイバー事業への進出が重要な課題となる。

2025年3月より親会社であるDeutsche TelekomからエグゼクティブをCOOに招へいし、日常業務を任せ、Mike Sievert氏（CEO）は、新規事業の開拓に専念する。

当面の課題は、USCellularの部分買収を成功させること。AI-RAN（AI支援携帯基地局）にも取り組んでいる。

2.4 Boost Mobile (Ecostar)

Ecostar（Dish Networkを買収）の携帯ブランドBoost Mobileは第4のキャリアとして市場に参入したが、厳しい状況が続いている。2024年は資金調達に成功し、破綻は回避したものの、FCC及びDOJ（米司法省）との合意による5G導入目標の達成は困難となっており、延長申請を余儀なくされた。

契約者数の減少が止まらず、経営難が続けば再建ファンドなどに売却される可能性がある。

2.5 AR/VRと生成AI（図6）

2025年はAR/VR市場が大きく動く可能性がある。特に、Ray-BanがMetaと提携して販売しているRay-Ban Meta Glassesが注目されている。見た目は従来のサングラスとほぼ変わらないが、ビデオカメラやスピーカーが搭載されており、タッチや音声コマンドで簡単に操作できる。スマートフォンを取り出さずに写真や動画を撮影できるため、ユーザー体験が大きく変化する。

Meta AIを搭載し、視界にある建物の情報を取得したり、聞こえている音楽の曲名を即座に調べたりでき、Ray-Ban

Meta Glassesは予想以上の売行きを見せている。

一方、AppleのVisionProは高価格帯であり、アーリーアダプター向けの製品と位置付けられている。Apple CEOのTim Cook氏自身も「大量に売れるものではない」と述べている。

2024年12月、Googleが「Android XR」を発表し、Qualcommがチップを提供し、Samsungがデバイスを製造する形で、2025年夏に市場投入が予定されている。Googleは過去に何度もAR/VR戦略を変更してきたが、今回はオープンプラットフォーム化を進め、SonyやXREALなどの企業を巻き込んだほか、HTCのVIVEエンジニアを大量に買収し、Magic Leapとも提携を維持している。

この分野は、XR端末だけでなくアプリ開発環境や課金システムを持つプラットフォームがないことが課題だった。

しかし、2025年はMeta、Apple、Googleの3社でXRプラットフォーム競争が始まりそうだ。特に、Android XRは、既存のAndroidアプリがAR/VRで動作することを強みとし、既存のコミュニティを活用できる。AppleやMetaにない、YouTubeが使える利点である。GoogleはキラーコンテンツとしてYouTubeを前面に押し出す。端末価格が手頃なら大きな成長が予想される。

2.6 光ブロードバンドとNTN

米国では、ケーブル業界がMVNOで携帯ディスカウント競争を仕掛け、携帯キャリアはFWAでブロードバンドに参入するなど、競争の激化している。

ケーブル業界も通信業界も政府の助成金を活用し、光ファイバー整備を進められているが、現政権の方針次第で



出典：Ray-Banホームページ <https://www.ray-ban.com/usa/ray-ban-meta-ai-glasses>



出典：Samsungホームページ <https://news.samsung.com/global/unlock-the-infinite-possibilities-of-xr-with-galaxy-ai>

■ 図6. AR/VR



は停滞する可能性がある。

衛星通信を携帯で利用するNTN（非地上系ネットワーク）は、2024年末からT-Mobile USがStarlinkを活用した衛星通信サービス「T-Mobile Starlink」の試験運用を開始した。2025年のロサンゼルス大火災の際には、FCCの許可を得て緊急的に開放された。

T-Mobile StarlinkはSamsung製端末のみ対応していたが、AppleもiOSのアップデートでサポートを開始して、VerizonやAT&T端末向けにサービスも準備している。

AppleはGlobalStarへ投資し、新たな衛星を打ち上げる計画を進めている。ASTSpaceMobileにはAT&TやVerizon、楽天が参加し、Amazonのプロジェクト・カイパーもVodafoneや日本のNTTドコモが参画した。2025年は、米国のNTN元年になる。

2.7 O-RAN/AI-RAN、APIエコノミー、6G

AT&TはEricssonと協力し、O-RAN導入を進め2024年から2025年にかけて関連設備投資はピークとなる。しかし、O-RANの目標である携帯基地局機器・ソフトウェアのマルチ・ベンダー化は遠のき、Ericssonが主要な部分を掌握している。

次世代技術としてはAI-RANが注目されており、NVIDIA、T-Mobile US、SoftBankがAI-RANアライアンスの推進役を進めている。ただし、実用化にはまだ数年かかる見込み。

APIエコノミーについては、停滞している。現在GoogleやAWSなどのハイパースケーラーは生成AI競争に資金・人材・設備を集中させており、通信事業者とのAPI事業を推

進する余裕がない。

5G Advancedについて、米通信業界では再評価が求められている。従来、3GPPはネットワークの自動化・合理化にAIを活用する「AI for Network」が中心だった。

しかし、生成系AIが個人/法人ICTサービスとして急成長しており、通信ネットワークで、どのようなAIサービスを提供するかという「Network for AI」が不十分な状況にある。その点で5G Advancedや6Gの再評価や軌道修正が求められている。

しかし、けん引役であるAIプロバイダー（ハイパースケーラーなど）は、通信業界との提携戦略を検討する余裕がない状況だ。Modern AIビジネスが加速する中で、通信業界は解決への戦略が見えない状況にある。

3. おわりに

2025年の通信業は、ビジネス面においても、経営環境においても、波乱の年となる。生成AIビジネスは、インターネットやクラウドを超える社会変革を生むのは確実で、その成長スピードは過去に例をみない。通信業界のサービス開発は遅く、生成AIの成長にまったくついていけない状況が2025年も続けば、業界の沈下を引き起こしかねない。

また、米国の新政権は発足から、政策面で予測できない迷走を続けており、米国各通信事業者は設備投資やサービス開発など中長期的な経営戦略に暗い影を落としている。技術開発の停滞や景気低迷が懸念される。その影響は、日本にも及ぶことは間違いない。

（2025年2月21日 情報通信研究会より）

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>



DIC 全方位マルチコプター 「HAGAMOSphere™」の事例

DIC株式会社 新事業統括本部 AIデバイスG

もり こうたろう
森 耕太郎



1. はじめに

DICは日本有数のファインケミカルメーカーである。創業は1908年と古く、その長い歴史の中で初めて世界最大級のテクノロジー見本市「CES2025」に出展し、全方位マルチコプター「HAGAMOSphere™ (アガモスフィア)」を展示した。DICは「Direct to Society」をコンセプトに、従来の化学メーカーの枠を越え、社会に新たな価値を提案し、業種や業界の垣根を越えたエコシステム（経済圏）で多様な事業を創出することを目指している。CES2025では、社会の様々なニーズをダイレクトに捉え今後の事業創出に活かすため、DICのコンセプトモデルである全方位マルチコプター「HAGAMOSphere™」を展示した。更に「HAGAMOSphere™」の革新的なデザインやエンジニアリング機能が高く評価されCES Innovation Awards 2025 Honoreeを受賞した。

CES2025では、ブースをJapan Tech内 (Venetian Expo) 及び単独出展 (Las Vegas Convention Center South Hall) の2か所に設け、会期の4日間に加えCES Unveiled、Showstoppersのメディアイベントにも参加した。Innovation Awardsを受賞した効果もあり、延べ1,300名を超える多くのブース来訪者と情報交換やディスカッションをすることができ、出展の目的を達成した。また、数多くのメディアに取り上げられ、DICの活動を世界中の方々への認知していただけの好機となった。

2. 展示物「HAGAMOSphere™」の紹介

出展した全方位マルチコプター「HAGAMOSphere™」のHAGAMOSはスペイン語で「やってみよう!」を意味し、初めてCESに挑戦する当社の展示物にとってふさわしい名称である。2024年に始まった本ドローンプロジェクトでは、化学メーカーとして何故ドローンを作るのか?から始まり、産学連携（徳島大学、菱田技研）により機体設計やプログラム構築など今まで経験したことのないことに挑戦し、CES2025への出展、Innovation Awardsの受賞へたどり着いた。

現在のドローン市場は、農業、点検、調査、物流などを中心に急速に拡大しており今後も20%で成長すると予測されている。その一方で、法整備や安全対策などの課題も多

い。そこで我々は安全対策に注目し、「墜落しないドローンガード」の開発をスタートした。DICが得意とする材料設計と解析技術を駆使し、独自のドローンガードの開発に成功した。本ガードを搭載したドローンは、飛行中に壁に当たっても跳ね返り墜落しない。当時は一方位のガードのみであったが、「全方位に適応したらどうなるのか?」「その場合、理想的なプロペラ配置はどうなるのか?」をチーム全員で考え、これらの疑問を解決したものが、今回展示した全方位マルチコプター「HAGAMOSphere™」である。

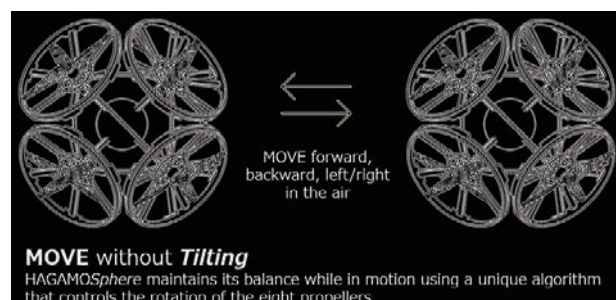


■ 図1. 全方位マルチコプター「HAGAMOSphere™」

全方位マルチコプター「HAGAMOSphere™」は、立方体骨格の各頂点に45°傾いたプロペラを配置した構造をしており、樹脂製球形のガードに囲まれている。そのため次の2つの特徴を持つ。

① 並進移動

通常のドローンは、地面と平行に配置したプロペラを複数基搭載しており、垂直方向への飛行では姿勢を変える必要はないが、水平方向への飛行時には、機体を傾けなければならない。一方で「HAGAMOSphere™」は傾斜して搭



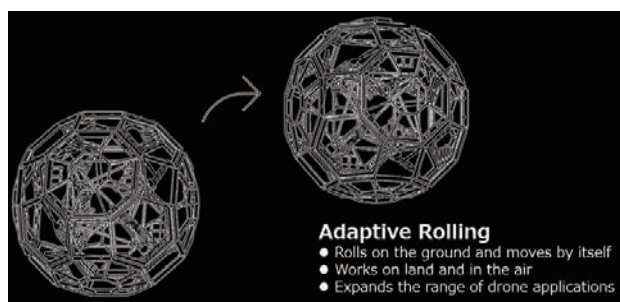
■ 図2. 並進飛行

載されたプロペラにより、姿勢を変えずに垂直方向も水平方向も飛行することができるため、液体物や繊細なものの運搬に効果を発揮すると考える。

② 地上回転

丈夫な樹脂製の球形ガードがあるため、着陸後も壊れることなく地上を転がることができる。「HAGAMOSphere™」は8基のプロペラを搭載しているため、各プロペラの出力をコントロールすることにより、操縦者の意のままに前後左右に転がることができる。地上回転は飛行時よりも消費電力が小さいため、バッテリーの消耗を抑え長距離移動時にも有効な手段となり得る。

また、上記のような通常のドローンに無い特徴を活かし、次の3つの場面での使用を想定している。



■図3. 地上回転

① 災害・救助

地震や火災などの災害現場のような人の介在が困難な状況において、本ドローンの果たすべき役割は大きい。災害現場では、瓦礫や倒木、地形の変形などが想定される。また時々刻々と状況が変化するため、リアルタイムでの状況把握が困難である。例えば、「HAGAMOSphere™」が災害現場付近まで飛行し、瓦礫を地上回転により乗り越え目的地まで到達し、周辺の状況をリアルタイムで中継することができると、災害・救助用途として使えると予想している。

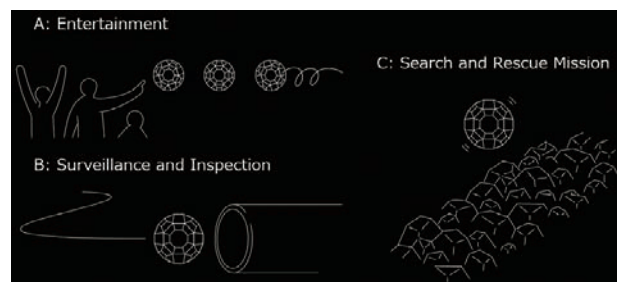
② 狭所作業・点検

既にドローンを使った点検作業は実施されているが、対象物への衝突、墜落の危険に常に晒されている。特に狭所作業の場合、目視確認ができずドローンの操縦は困難を極める。一方、「HAGAMOSphere™」には球形ガードがあるため、対象物へ接触しても墜落せず、また構造上の特徴から上下左右に並進移動できるため姿勢の制御が容易であり、狭所での点検作業が可能になると推定している。

③ エンターテインメント

ドローンショーやドローンレースなどのエンターテインメント

用途として想定している。特にドローンレースでは「HAGAMOSphere™」同士がぶつかりながら転がり、ときには飛行しながらレースをする様子は迫力があり新しい価値の創造につながるのではないかと考える。また「HAGAMOSphere™」は球体であるため、カメラの搭載可能位置が多く、360°+上下の撮影が可能であり、今まで撮影できなかった映像を撮影することができるのと期待している。



■図4. 想定用途

3. 展示会場での反響

2025年1月5日（日）CES2025の会期前に行われるメディアイベントCES Unveiledに参加した。CES Unveiledは、各社の最新技術が世界初公開されるため、各国のメディアは誰よりも先に情報を収集し配信しようと意気込んで参加するイベントである。開場時間前にも関わらず、入口に多くの人が列を成し訪問リストを片手に待ち構えていた。DICは「HAGAMOSphere™」のモックアップとプロモーションムービー、Innovation Awardsのトロフィーを展示し各メディアへの対応を行った。「HAGAMOSphere™」は一見するとドローンとは分からないため、「これは何ですか？」から始まり、「全方向ドローンです」と答えると驚かれ、次に「本当に飛ぶのか？」と聞かれ、飛ぶ映像を見せるとまた驚かれた。さらに「転がることもできる」と言うと3度驚かれる。多くのメディアから「デザインがかっこいい」「写真を撮らせてほしい」「災害現場や点検現場で使えるのではないかな？」などのポジティブなコメントが多かった。当社ブースに来たメディアはアメリカや日本を中心に、ドイツ、フランス、スペイン、イスラエル、チリ、ブラジル、ベトナム、韓国、中国などあらゆる地域から取材に来ていた。特にHAGAMOSがスペイン語のため、スペイン語圏からの来訪も多くみられた。また会期初日の2025年1月7日（火）の夜に行われたメディアイベントShowstoppersにも参加し、同様の結果が得られた。2つのメディアイベントでは、合計約150名の来訪があった。



2025年1月7日（火）からCES2025の会期がスタート。当社はVenetian ExpoとLas Vegas Convention Centerの2か所のブースで「HAGAMOSphere™」を展示した。それぞれのブースでは引き続きメディアによる取材も行われたが、メーカーやユーザー、投資家の訪問が多くなった。「HAGAMOSphere™」の想定用途やスペック、価格、発売予定日など質問がより具体的であった。Venetian ExpoにはInnovation Awards受賞製品のショーケースがあり、そこを見た後に当社ブースへお越しいただくこともあった。また決定権のある方の訪問が多く、ビジネスに直結しやすいこともCESの特徴だと感じた。Japan Techでは毎日「ピッチ会」が開催され、当社CEOは自ら壇上に上がり多くの来場者を引き付け、DIC並びに「HAGAMOSphere™」の認知を向上させるきっかけとなった。各ブースの説明員は、初めての海外展示会出展にも関わらず、英語での対応に臆することなく丁寧に対応し、4日間で1,300名以上のリードを獲得することに成功した。これは1時間当たり40名ほどを接客している計算となり、ブースの盛況ぶりがうかがえる。

4. 今後の「HAGAMOSphere™」の展開

今回のCES2025出展を通じて当社は「Direct to Society」の理念の基、自ら社会に必要なものを考え、仕様に落とし込み、試作し、実際に全方向ドローンを飛行させることに成功した。このことで当社が手掛けるビジネスに奥行きが増し、本ドローンの機体販売だけでなく、性能向上のため

に機体の軽量化材料・工法の開発、バッテリーの高出力化・長寿命化に向けた新規材料の開発、球体ガードの難燃化・耐衝撃性向上などの研究も行う。このように当社の得意とする材料設計へフィードバックすることで、ドローン性能の向上と関連部品への材料開発にもつなげていく。更にドローンのようなデバイス開発を継続し、それらを使ったサービス・ソフト・ソリューションなどColor&Comfortのビジョンに合致するソフト領域をも取り込んでいくことを目指す。

5. おわりに

CES2025では、当社の取組みや新製品を全世界へ発信することができ、参加当初の目的を果たすことができた。今後は、獲得したリード情報をもとにヒヤリングを行い、「HAGAMOSphere™」に関連するビジネスの立ち上げを早期に行う。そのためにCES2025に出展することで得られた貴重なフィードバックを活かし技術開発を行い、国内外での展示会への出展やマーケティング活動を実行する。そして「HAGAMOS」の意味通り、常に新しいことに挑戦し続け「Direct to Society」を継続していく。

最後に、出展に伴い会期の約1年前から多くの方々にサポートいただいたおかげで無事出展することができ、大きな成果が得られトラブルなく全員無事に帰国することができた。社内外からの多くの支えにより達成した成果だと思う。出展に関わったすべての方に感謝すると同時に、この場を借りて深くお礼を申し上げる。



■図5. DICブースの様子①



■図6. DICブースの様子②

デジタルツインによる持続可能なインフラマネジメントの実現



CalTa株式会社
企画総務部
シニアマネージャー

うえすぎ たいし
上杉 太志



CalTa株式会社
事業部
シニアマネージャー

もり いおり
森 伊織

1. はじめに

CalTa株式会社は、世界最大級のテクノロジー見本市「CES2025」に出展し、デジタルツインプラットフォーム「TRANCITY」を世界に向けてアピールした。CESは、革新的な技術やプロダクトが集結する場であり、世界中の企業や専門家が最新トレンドを共有する貴重な機会である。当社ブースでは、TRANCITYによるソリューションを紹介し、多くの来場者から高い関心を寄せていただいた。本稿では、TRANCITYの紹介と併せて、CES出展の概要や得られた成果について報告する。

2. デジタルツインプラットフォーム「TRANCITY」について

2.1 TRANCITYを開発した背景

日本のインフラ設備は、その多くが高度経済成長期に整備されたものであり、50年以上経過した構造物が増加している。この老朽化構造物の増加は今後10年で加速度的に進み、維持管理コストも増大すると予想されている。加えて近年は自然災害が頻発化しており、計画的な維持管理と併せて、災害時の緊急対応も求められている。一方で設備

工事・修繕の現場では、何度も現場へ赴き、その度調査の手間や移動時間のロスが生じている。現場での測量には事前の資料準備が必要であり、複数人で計測・記録を行い、帰社後に帳票や図表にまとめている。設備の状態記録は表や写真による管理が主流で、確認や更新作業に膨大な時間がかかっており、効率が上がらないのが現状である。

さらに、昨今の国内の状況は、少子高齢化が進み今後約30年で生産年齢人口が32%も減少すると予想されている。

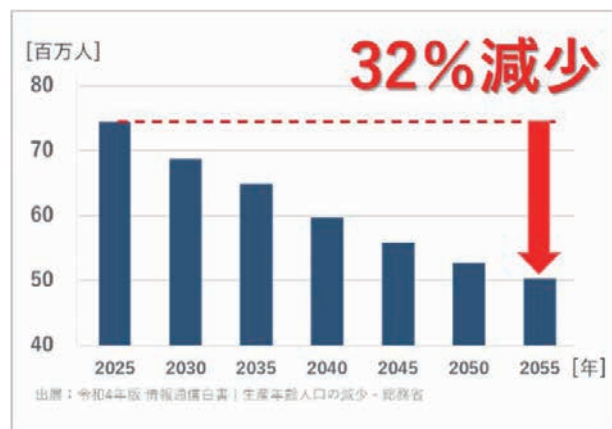


図1. 生産年齢人口の推移

関東地方整備局管内の橋梁 (橋長2m以上対象、2013年4月時点)

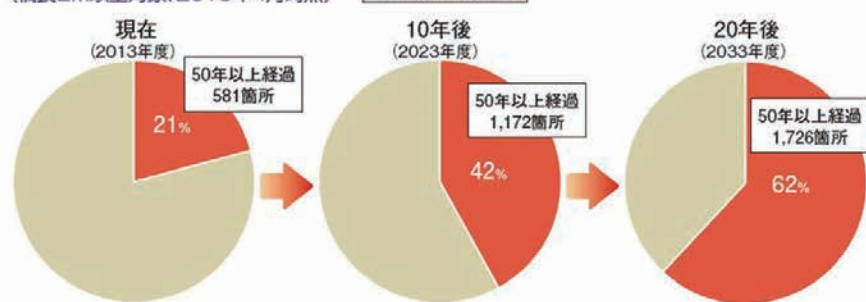


図2. 建設後50年以上の橋梁数推移



また、雇用の流動化が進み大企業の離職率が上昇しているため、従来の経験値に依存した技術継承では「これからのインフラを、これまでのやり方で」支えていくことは難しいと考える。JR東日本の建設部門において、「紙ベースの大量の資料作成」、「人の手による現地の測定・紙への記録等のアナログ作業」、「現地確認に伴う移動時間のロスも含めた膨大な労力」といった部分に多大なるリソースを割かざるを得ない状況を経験し、この現状をなんとかしたいというインフラ技術者の思いから、TRANCITYを開発した（図1、2）。

2.2 TRANCITYとは

TRANCITYは、動画データをアップロードするだけで、対象物を3D化するもので、インフラ管理業務の効率化や生産性向上を実現するツールとして提供している。具体的な機能としては、デバイスを問わず、取得した動画データをアップロードするだけで3Dデータを自動生成。また、その3Dデータは時系列情報を持つとともに、3D化された地図上に配置されるため、「いつ」「どこ」のものが一目で分かる。各現場に応じた多様な技術製品との掛け合わせによる、狭所・高所から広範囲の3Dデータ取得と、3Dデータを扱うソフトウェアの中でもあまり類を見ない位置・時間情報を含んだデータ生成・管理まで一気通貫で実現可能なソリューションで、インフラ管理の在り方を変革する。サービス提供開始後、これまでの間には、ユーザーの声を反映させたアップデート・機能向上にも取り組んでおり、現在60社以上、ユーザー数1万人以上の方々にご利用をいただいている（図3）。

2.3 TRANCITYの機能・原理

TRANCITYは、ウェブブラウザ上で三次元の地球や地

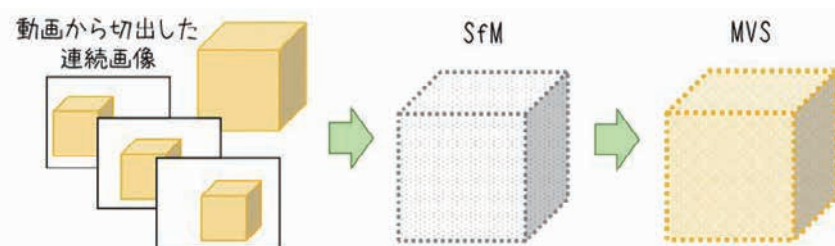
図を表示できるCesium社の地図基盤をベースとして構成している。地球が丸ごとデジタル化されているため、三次元データを配置することでデジタルツインが実現するが、そのためにはデータの座標・形式変換が必要となる。Cesium社の地球データはGNSS（Global Navigation Satellite System：全球測位衛星システム）や測量座標のような座標系を持っていないことから、生成した三次元データをデジタル地図上の実際の場所に配置するには、GNSS等の座標情報をデジタル上の座標情報へ変換しなければならない。また、容量の大きい三次元データを円滑にウェブブラウザ上で動作させるための手法としては3D Tileという軽量化・最適化されたデータ形式に変換して表示する必要がある。本プラットフォームでは、このようなデータ座標と形式変換をすべて自動で実施する、独自技術のデータコンバータを実装している。

三次元データの生成にはSfM（Structure from Motion：ある対象物を撮影した複数枚の写真から対象の形状を復元する技術）/MVS（Multi-View Stereo：多視点ステレオ）という技術を用いている。アップロードされた動画データを連続的な静止画に切り出し、SfMで撮影時のカメラ位置を算出・低密度な点群を作成。SfMの情報を基にMVSで更に高密度な三次元点群を生成し、それぞれの点を線で結んだ面データを作成したものに、静止画のテキスト情報を貼り付けることで、リアルな三次元モデルを描画している。

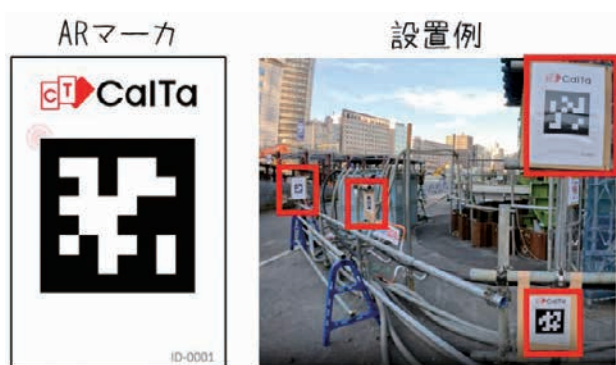
三次元データの元となる動画データは、寸法や位置情報を持っていない。そのため、動画撮影時にARマーカを映り込ませることで、それらの情報をARマーカから取得する構成としている。具体的には緯度経度情報を登録したAR



■ 図3. 多様な課題・ニーズに対応するデジタルツイン技術



■図4. SfM/MVS処理



■図5. ARマーカと設置例

マーカを複数配置した上で、マーカ同士の距離情報を与えることにより、動画データから撮影物の位置情報と寸法を自動付与できる形である。データ管理を行う際、三次元データと位置寸法情報に加え、時間情報の紐付けが必要となるが、これらの情報を1つのデータとして扱うと膨大なサイズのデータとなり、処理に時間を要してしまう。そのため、生成したデータそれぞれに対応するメタ情報を別に作成、データベースで管理する構成とすることで時間の概念が加わり、いつ・どこが・どうなっているという管理を実現した(図4、5)。

3. CES出展の経緯、出展概要

世界のデジタルツイン市場の規模は、2024年現在の173億米ドルから2032年までに2593億米ドルに成長すると予測されており、CAGR（年平均成長率）は40.1%を示している。将来的な海外市場参画を模索すべく、事業のプロモーションの一環として今回CESへの出展を決意した。本出展はJETRO/経産省のJ-Startup事業の一環として行われている。

3.1 JETRO及びJ-StartupとJapanパビリオン出展

J-Startupは経済産業省が2018年に開始したスタートアップ企業の育成支援プログラムであり、JETROによるCESのスタートアップ出展エリア（Eureka Park）にあるJapanパ

ビリオンへの出展サポートは、本事業の一環として行われている。JETRO並びにCESを主催するConsumer Technology Associationの審査を経て、CalTaは31社のスタートアップの1社として出展した。CES全体では約1,400社のスタートアップが出展しており、そのうち約1,000社がEureka Parkに集結している。Japanパビリオンは目抜き通りの中央に位置しており、多くの関係者の注目を集めた。出展に際し、出展スペースの提供のほか、CESが優れた製品に対して授与する「Innovation Award」の書類申請添削、参加者のピッチ練習、準備用イベントの開催など、多方面からサポートを受けながら準備を進めた(図6、7)。



■図6. 出展ブースの様子



■図7. JETROブースでのピッチの様子



3.2 メディア等向けサイドイベント

上記会期中の出展に加え、「CES Unveiled」「LaunchIT」「ShowStoppers」というCESと併走して開催されるメディア等向けイベント及びピッチ大会もあり、Japanパビリオンに採択される企業から更に審査を経ることで各種イベントへも参加が可能となる。当社は今回3件すべてに採択された(4.2にて後述)。

4. 出展に際して

今回の各種イベントは、それぞれ異なる特徴を持っていた。Japanパビリオンには各国の事業者や投資家が多かったのに対し、サイドイベントではメディア関係者が多く見受けられた。顧客層が各イベントで異なるため、当社のようなSaaSサービス提供企業にとって、相手の立場に応じた柔軟な対応の重要性を改めて感じた。また、当然のことのように思えるが、日本のビジネス慣習を前提に語るのではなく、米国・欧州・アジアなど各地域の特徴や違いを考慮したコミュニケーションが求められる。

4.1 CES Eureka Parkでの出展(1月7日～10日)

Japanパビリオン出展中、「インフラ管理の効率化が期待できる」など、おおむね好意的な反応が多く見られた。特に設備の維持管理を必要とする業界や、カメラやセンサーなどのハードウェア開発を行っている企業の方々からは、今後の協業の可能性やTRANCITYの持つ可能性についてのコメントも多かった。一方で、「効率性」や「安全性向上」を定量的な金銭的価値に置き換えて説明する必要を実感し、欧米市場で売り込む際の重要なポイントの1つだと感じた。意外にも海外の展示会であるにも関わらず、日系企業の訪問も多く、特に日系大企業の重役の方々に直接プレゼンする貴重な機会が多く得られたことも印象に残った。いずれにしても、持参した英語パンフレット約850部、日本語パンフレット約80部を期間中に配布し、4日間で約14万人が来場するイベントの規模を実感した。

4.2 サイドイベント：メディア等関係者との接点

メディア向けイベント及びピッチ大会は、雑誌やSNSなど各種メディア関係者向けイベントであることから、出展中に取材を受けた複数のメディアにTRANCITYを取り上げていただくなど、短時間でプレゼンスを示すことができた。

各種資料や掲示物の準備負荷は高かったものの、効率的な情報発信が可能だと感じた。一方で、「これはハリウッド映画に使えるのか？」など、本来の用途とは異なる質問も散見された。また、「LaunchIT」では4分半のピッチを行ったが、終了後に説明が不十分であるとの厳しい指摘もあった。改めて、限られた時間内で過不足なく伝達することの難しさや、言語の壁の大きさを実感した(図8)。

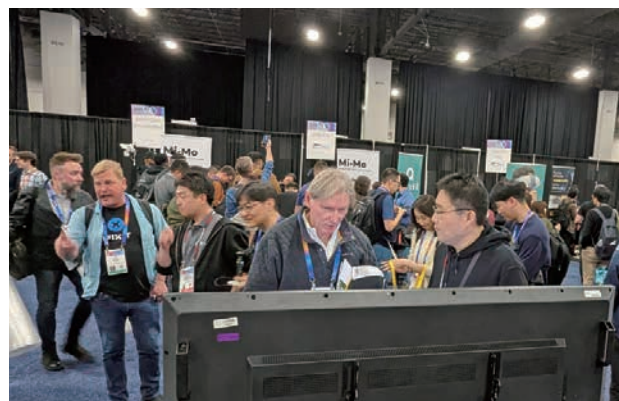


図8. CES Unveiledでの様子

5. 今後の展望

TRANCITYは、2024年夏にGoogle 3D Photorealistic Tilesとの連携に加え、2025年2月には地理空間データを表現するオープンな標準フォーマット「GeoJSON」に対応する最新アップデートを実施した。デジタル技術の発展は日進月歩であるが、多くのパートナーとの連携をしていくことで、VUCAと呼ばれる変化へもダイナミックかつ素早く対応し、発展・共創していくことができると考えている。

日本のインフラ業界が置かれる環境は厳しくなる一方だが、TRANCITYの一番の強みは、鉄道施設の建設や維持管理経験を有する技術チームが「現場で本当に使えるもの」を目指して「ユーザーと同じ目線」で開発を行っていることである。今回のCESで得たフィードバックを糧とし、今後も革新的技術を持つ国内外のパートナーと積極的な連携を行っていく。日本が変われば世界も変わっていく。TRANCITYを通じて、日本が強みとしている「現場力」をデジタルの力でこれまで以上に効率的かつ効果的に発揮し、人々にとっての新しいコミュニケーションのプラットフォームとして活用いただけるよう今後もまい進していく所存だ。

ロボットハンドの民主化に向けて —CES2025報告とThink Hand Fの展望—

株式会社Thinker CTO なかの もと き
中野 基輝



1. はじめに

2025年1月、ラスベガスで開催されたCES2025は、世界中のテクノロジー企業が最新の技術と製品を披露する場として、大きな注目を集めた。特に、ロボット技術とAIの進化が目覚ましく、多くの企業が革新的なソリューションを発表していた。

展示全体としては、スタートアップによる提案の多さが際立っていた。従来の大企業による一方的なショーケースから、実験的かつ現実的な視点を持つ小規模プレーヤーが数多く登場し、来場者の興味を集めていたように感じる。

本レポートでは、CES2025におけるロボティクスを中心としたAIの扱われ方の動向や、我々 Thinkerの製品である近接覚センサーを内蔵したロボットハンド「Think Hand F」の展示内容、その反響及び今後の展望について述べる。

2. CES2025の全体的な傾向

CES2025は、AIとロボティクスの展示が質・量ともに突出していたという点で、特筆すべき回であった。各ブースでは、会話のできる家庭用AIアシスタントから協働ロボットに至るまで、多様なアプローチが示されていたが、全体として「ロボットの形態に対する新しさや驚きは減少した」という共通した印象が漂っていた。

例えば、四肢を備えたヒューマノイドロボットや犬型ロボットは、いまや珍しい存在ではなくなりつつある。可動範囲や運動性能の向上は随所に見られるものの、「これまでに見たことがない」種類のロボットというよりは、「洗練された既視感」を与えるものが多かった。身のこなしや歩容の巧みさは向上しており、デモンストレーションにおける安定感はいまや標準的でもある。それゆえ、それらの展示が来場者に与えるインパクトは、数年前ほどではないように感じられた。

一方で、中国企業による家電ロボットの進化は目立っていた。従来の掃除や警備といった用途に加え、今回のCESではマニピュレータ（アーム）付きのロボットが登場し、家庭内での作業支援を試みる例がいくつか見られた。例えば、掃除機にアームが付き、落ちていた物をどけてから掃除を行うという構成は、従来の「単機能かつ全自動」の思想か

ら、「タスク統合型・段階的な自律性」へと進化している兆しを感じさせた。

しかし、そうしたロボットに搭載されたマニピュレーション機能の実用性には、まだ成長の余地がある。現在のところ、これらのロボットは「特定の形状・位置関係にある物体」に対しては動作するものの、実環境での不確実性に対する適応力は限定的であると言える。これはマニピュレーション分野全体に共通する課題であり、特に「物を掴む」「置く」「整える」といった作業における柔軟性とトライアンドエラーに関しては、学術領域においてもまだまだ難易度が高い分野として評価される。

その点で、今回のCESは単なる“知性”を競う場ではなく、“物理世界への適応力”が新たな評価軸となりつつあることを示していた。NVIDIAのジェンソン・ファンCEOが基調講演で強調した「物理AI (Physical AI)」という概念は、まさにこの文脈で注目される。AIが物理世界を理解して行動計画を立てるには、シミュレーションとリアルタイムのフィードバックの両立が不可欠である。これはロボティクスの現場において最も重要な論点のひとつである。

物理AIの現在の進展段階としては、「計画生成」まではある程度成功している。すなわち、シミュレーション環境上で動作計画を立てる、あるいは仮想空間で最適なパスを算出するという工程においては、機械学習が実用レベルに近づいている。しかし現実の物理世界においては、床の摩擦係数が僅かに違う、対象物の重心が予測と異なる、人間が想定外のタイミングで介入してくる——このような“ズレ”に対して、計画を即座に修正し、フィードバックを通じて動作を安定させる能力が不可欠となる。

このときに必要になるのが、まさにフィジカルな意味でのフィードバック制御である。ロボット工学において、フィードバック制御は古典的な基礎理論であるが、それを“物理AI”という大局的フレームで捉え直したとき、いま改めてその重要性が浮き彫りになっている。計画と現実の間に生じる乖離を検出し、それに応じて力加減や軌道を即時に調整する——その一連の動作が、人間にとっては無意識に行われるのに対し、ロボットにとっては極めて高度な処理を必要とするのが現状である。



CES2025で展示された多くのロボットは、このフィードバック適応の精度においてまだ課題を抱えているように見受けられた。例えば、ある企業が展示していたロボットアーム付き掃除機は、環境の変化に対してやや反応が遅く、視覚ベースでの誤認やアームの動作軌道のズレが目立った。これらは決して技術力の低さを意味するものではなく、「動作計画」と「センサー情報の取り込み」との接続が未完成であることを示している。

本質的に、ロボットが物理環境の中で価値を発揮するには、「感じて、考えて、動く」プロセスが一通貫でなければならない。AIが司る知的部分と、センサーが捉える現実のズレ、それに対するロボット自体の制御の応答。このループが素早くかつ柔軟に回ること、実用に足るレベルの適応性を備えることが可能となる。

今回のCESでは、まさにこの「物理世界との適合性」という視点が、従来のAI中心の議論を一步進める形で議論されていた。ロボティクスは新たなステージに差し掛かっており、我々が「器用さ」と呼ぶ機能を、どれだけ現実世界で成立させられるかが、これからの競争軸となることは間違いない。知能化に偏った技術の飽和から一歩踏み込み、身体性を持つ知性としてのロボットが、どのように社会実装されていくのか。CES2025はその兆しを確かに感じさせる展示会であった。

3. 会場での反応と対話

ThinkerがCES2025で展示したロボットハンド「Think Hand F」は、特定の分野に限らず、広範な来場者の関心を集めた。特に、単に見るだけでなく「触れることで理解する」というアプローチを打ち出した点が、他の出展製品との差別化につながり、注目を集める要因となった。

会場には世界中から様々な立場の来場者が訪れたが、その中でも特に印象的だったのは、グローバルな研究開発機関に所属するリサーチャー層の熱心な質問であった。大手テック企業の研究者たちは、Think Hand Fの構造や制御アルゴリズムについて極めて具体的かつ技術的な関心を示し、「指ごとに独立して動作する機構の制御はどのように実現しているのか」「センサーからの距離・姿勢情報をリアルタイムに統合する処理の遅延はどの程度か」など、展示説明員との対話は非常に濃密なものとなった。

また、産業利用の実務担当者たちの関心はより現場志向であった。彼らからは「手探り動作はどの程度の速度まで追従可能なのか」「既存の搬送ロボットと接続する際のイン

タフェース仕様はどうなっているか」といった、導入時の具体性を問う質問がいくつも寄せられた。特に、センサーを単体で評価するというよりは、「今あるラインにどう組み込めるか」「初期導入コストがどの程度か」など、現実的なハードルに対する関心が強かった。



■図1

Think Hand Fのデモンストレーションは、「レンズのピックアップとプレース」と「ネジのばら積みピッキング」を交互に実施した。「レンズのピックアップとプレース」では、透明なレンズが不安定な台座に置かれているにもかかわらず、Think Hand Fがそれをそっと探りながら、傷つけることなく把持する様子を披露した。一方、「ネジのばら積みピッキング」では、カメラなどのビジョンセンサを用いずに、ばら積みされたネジの山の中に指先を差し入れ、指の接触によって対象を認識し把持させた。

これらの動作はいずれも単なるプリセットによる動作ではなく、エッジAIとセンサー情報に基づくリアルタイム制御によって達成されており、来場者からは「これは本当に事前



■図2

学習なしで動いているのか」「カメラなしでここまでできるのは驚きだ」といった反応が寄せられた。ロボットにおける“器用さ”の重要性を訴える当社の主張は、高い共感を得ていた。

CESの会場では、AIやロボティクスといった領域において「見える化された知性」のアピールが一般的であった。つまり、スクリーン上に表示される認識結果や、クラウドで学習された結果に基づく動作が中心であり、「センサーが何をどう感じて動いているか」という身体性の演出はあまり見られなかった。そのような文脈の中で、Think Hand Fのようにセンサーからのフィードバックを生かして、動作そのものが“賢く見える”設計は、来場者に新鮮な印象を与えたようだった。

当社製品は単なる新規性ではなく、既存技術との親和性や拡張性という観点からも、導入の可能性が高いとみなされていた。特にアジア圏からの来場者が多く、それらの地域における工場自動化や省人化の潮流の中で、「手探りによる把持」が持つ意味への理解が深かった。彼らは、カメラによる認識や吸着によるピッキングでは限界があることを肌で感じており、そこに対してThinkerの提案が“穴を埋める技術”として機能する可能性を見いだしていた。手



■図3

探りによる器用な動作を可能にするという新たなアプローチは、多くの分野において実装の可能性を感じさせるものであり、今後の展開に向けた重要な起点となる展示であったと言える。

4. 応用展開と今後の展望

CES2025で披露したThink Hand Fを出発点として、当社はその後新たなシステムである「Thinker Model A（以下、「Model A」）」を発表した。Model Aは、Think Hand Fに2次元カメラを組み合わせた統合システムであり、知覚と運動の両立をコンパクトかつ合理的な構成で実現したプロダクトである。



■図4

従来、ロボットシステムにおける“世界の把握”は、主としてカメラを用いた外部センシングによって担われてきた。カメラは世界を静的に観測し、その情報を基にロボットの行動計画を立てる。しかし現実世界は、光の反射や影、死角、対象物の材質や形状のばらつきなどによって、観測情報と実際の物理的状況の間に乖離が生じやすい構造を持っている。

この「計算された世界と物理世界のズレ」を埋める手段として、これまで業界は主にセンサーの性能向上、特に3次元カメラやLiDAR、複雑なビジョンアルゴリズムの導入に注力してきた。ビジョン技術が主役であることに変わりはないが、その万能性に対しては再考の気運も漂っていたように感じる。

当社が考える新しい方向性は、視覚による「計画」と近接覚による「適応」を組み合わせることで、従来の限界を突破するというアプローチである。Think Hand Fは、高精度な画像処理によって完全な位置把握を行うのではな



く、カメラで大まかな位置を把握した後、近接覚センサーによって実際の対象を“探りながら”把持する。このフィジカルなフィードバックによって、視覚情報の不確かさを補い、柔軟に実世界へフィットすることが可能となる。

Model Aはまさにこの方針を具現化したシステムである。搭載されているのは一般的な2次元カメラであり、従来のロボットビジョンシステムで求められるような高価な3Dセンサーや演算リソースは必要としない。代わりに、Think Hand Fが持つリアルタイムな物理フィードバック能力によって、環境の揺らぎに対応する。これにより、外乱や配置誤差、素材の個体差に柔軟に適応しながら、対象物を高性能な追従性で把持できる。

従来の高精度カメラ、複雑なアルゴリズム、精密なロボット機構といった構成は、理想的な環境下では高い成功率を発揮する一方で、僅かなイレギュラーが発生した瞬間に衝突や把持ミスを誘発し、システム停止（いわゆるチョコ停）の原因となるリスクを内包していた。対照的にModel Aでは、制御と感知を分けて最適化することで、「絶対精度」ではなく「柔軟性・適応性」に重きを置いている。

特に、ロボット導入の初期費用やティーチング負荷が課題となる中小規模現場や変種変量の生産環境では、計算による完璧な把握も重要ではあるが、現場に即した実践的な対応力が求められることも事実である。Model Aはこ

の要求に応える構造を有しており、センサー情報と動作の制御の連携がその中核を担っている。

このような思想は、NVIDIAがCES2025の基調講演で語った「物理AI」の方向性にも一致している。まさにModel Aは、シンプルな視覚計画と近接覚フィードバックによる動作補正を一体化し、物理AIの実用系アーキテクチャの一例として提示されている。

Think Hand Fに搭載された近接覚センサーは、センサーデータに基づいて力や姿勢をリアルタイムで推定し、各関節の動きを細かく調整する。これは、人間が何気なく行っている「触れながらの調整」そのものであり、これをロボットに実装することで、作業の汎用性と信頼性が飛躍的に向上する。

Model Aは、単にハードウェアを組み合わせた製品ではない。視覚と近接覚、計画と適応という異なる認知システムを協調させ、現実の不確実性に“現場で合わせ込む”という思想を実装している。我々はこの設計思想を基に「見て動く」から「探って応答する」ロボティクスへの進化をリードしていく。

高精度な構成要素を積み上げるのではなく、適切な組合せによって実用性を最大化する——この設計思想こそが、Thinkerの目指す“Easy to useが実現された、家電のように使えるロボット”である。

国際航海を行う船舶局に必須の書類 好評発売中！



-New!-
船舶局局名録
2024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
2024年版



海岸局局名録
2023年版

お問い合わせ: hanbaitosho@ituaj.jp





製造現場における安定した無線通信の実現に向けて—SRF無線プラットフォームVer.2の実証実験—

国立研究開発法人情報通信研究機構 ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 研究マネージャー

いたや さとこ
板谷 聡子



1. はじめに

Wi-FiやBluetoothの普及に加え、5Gやローカル5G (L5G)などの新しい無線通信技術の導入により、製造現場をはじめ、医療や物流の分野において、無線通信への期待が高まっている。製造現場における無線通信を用いたアプリケーションの例としては、自動搬送車による部品搬送の自動化やトルクレンチ等の工具の情報の収集・管理などがあり、生産効率を向上するため無線通信を用いた製造向けアプリケーションの導入が年々進んでおり、今後も更に増加するものと予想される。

一方で、無線通信は干渉や遮蔽の影響により通信品質が不安定になり、遅延やスループットが悪化することがあり、通信性能が悪化すると自動搬送車が停止したり、工具の情報が取れず製造ラインが停止したりと、かえって生産効率さが下がる場合がある。本稿では、2015年に国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）が主導しスタートした、様々な企業と現場が垣根を越えて連携し製造現場における無線通信の安定利用を目指すFlexible Factory Project (FFPJ)と、FFPJでの知見を生かして開発された異種無線協調制御技術であるSmart Resource Flow (SRF) 無線プラットフォームについて紹介する。また、日本電気株式会社（NEC）及び東北大学、トヨタ東日本株式会社と連携して実施したSRF無線プラットフォーム技術仕様書Ver.2に対応した無線通信システムを開発し、本システムの有効性を実際の製造現場で確認した実証実験について報告する。

2. FFPJとFlexible Factory Partner Alliance (FFPA)

NICTでは、製造現場でIoT化を推進し、無線通信を活用したスマート工場実現のためFFPJを立ち上げ、稼働中の工場における多種類の無線通信性能評価実験を行っており（図1）、複数の企業と業界の垣根を越えて協力しながら、製造現場における環境と用途に応じた適応的無線制御方式の実現を目指している。

プロジェクトは2015年6月にスタートし、現在、NICT、オムロン株式会社、株式会社国際電気通信基礎技術研究所、日本電気株式会社、富士通株式会社、サンリツオート

メイション株式会社、村田機械株式会社、株式会社モバイルテクノ、株式会社パナソニック システムネットワークス開発研究所、株式会社インターネットイニシアティブ、株式会社構造計画研究所、サイレックス・テクノロジー株式会社、トヨタテクニカルディベロップメント株式会社、PwCコンサルティング合同会社、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社、株式会社 竹中工務店、京セラ株式会社、AK Radio Design株式会社、フクダ電子株式会社、マイクロウェーブ ファクトリー株式会社、アンリツ株式会社、積水化学工業株式会社、東日本電信電話株式会社の23社が参加、新たな無線プラットフォームの開発や、無線通信規格の仕様策定、製造現場の通信セキュリティを含む各種ホワイトペーパーの発行などに取り組んでいる。現在も継続中であるが、製造現場と同様の課題を持つ医療、物流、インフラ分野等にも活動を拡大するため、2020年より社会全体を無線通信で支えるための活動を行うFlexible Society Project (FSPJ) へと活動を拡大、FFPJに加えて、医療分野の課題に取り組むFlexible Care Project (FCPJ)、物流分野の課題に取り組むFlexible Logistics Project (FLPJ)、インフラとしての課題に取り組むFlexible Infrastructure Project (FIPJ)、分野ごとに異なる場所や環境において測定されたデータを利活用できるようにすることを目指すFlexible Data Trading Project (FDTPJ) に分かれて活動を継続している。FFPJスタート時から変わらず、これらの活動では現場の声を研究開発にフィードバックするための取組みを積極的に行っており、現場のニーズに合わせて無線通信に関する様々な調査や実験を実施している。



■図1. Flexible Factory Projectによる実験の様子

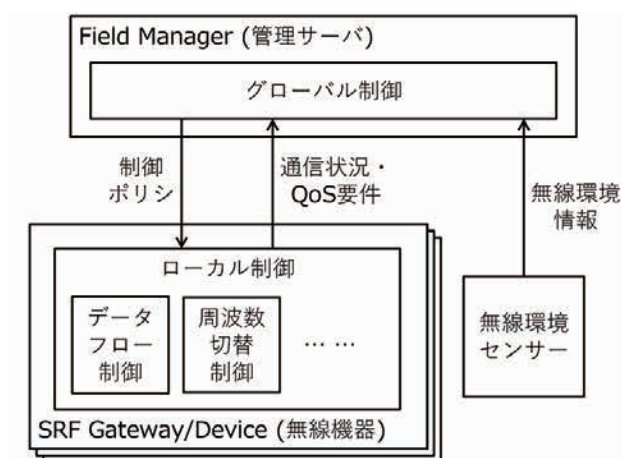


また、FFPJの有志が集まり、複数の無線システムが混在する環境下での安定した通信を実現する協調制御技術であるSRF無線プラットフォームの規格策定と標準化及び普及の促進を通じ、製造現場のIoT化を推進するために2017年7月に設立されたFFPAは非営利の任意団体であり、メンバー企業は、2025年3月現在、オムロン株式会社、株式会社国際電気通信基礎技術研究所、サンリツオートメーション株式会社、NICT、日本電気株式会社、富士通株式会社、村田機械株式会社、シーメンス株式会社、一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター、会長は、アンドレアス・デンゲル氏（ドイツ人工知能研究センター）である。

3. SRF無線プラットフォーム

SRFは、NICTが提唱するマルチレイヤシステム分析を用い、製造に関わる資源（人、設備、機器、材料、エネルギー、通信など）がスムーズに流れるよう管理するシステム工学戦略である。このシステム工学戦略を実施するための無線制御プラットフォームがSRF無線プラットフォームであり、多種多様な無線機器や設備をつなぎ、安定に動作させるための仕組みである。例えば、SRF無線プラットフォームを用いて同一空間内に共存する他のアプリケーションの通信状況を監視して通信に使用するチャネルや通信速度を適応的に制御することで、無線区間での干渉を回避して通信遅延を抑制することができる。SRF無線プラットフォームの技術仕様はFFPAにより策定され、Ver.1が2021年10月に、Ver.2が2023年1月に公開されている。

SRF無線プラットフォームでは、Field Manager（管理サーバ）が複数の無線システム間のリソースの調整を行うグローバル制御を行い、SRF Gateway/Device（無線機器）が単

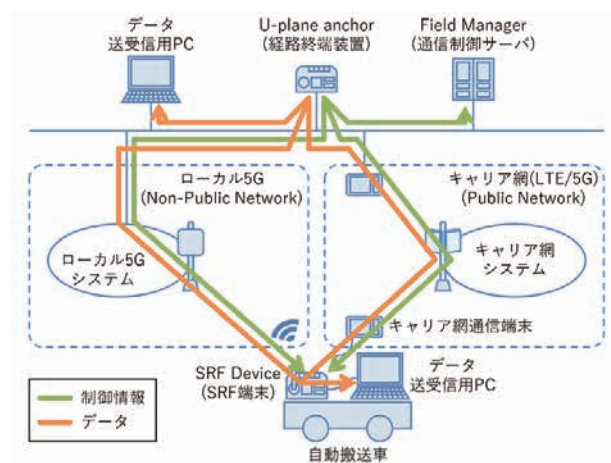


■図2. SRF無線プラットフォームの機能構成図

一の無線システム内の通信を最適化するローカル制御を行う（図2参照）。本プラットフォームは、無線環境センサーからの情報を基に、グローバル制御とローカル制御が協調連携して、他のアプリケーションの通信状況に応じて通信に使用するチャネルや通信速度を適応的に制御することで、無線区間での干渉を回避して通信遅延の抑制を実現する。

今回システム開発に用いられたSRF無線プラットフォーム技術仕様書Ver.2は、これまでのVer.1が対象としていた無線LANに加えて、LTEや5G回線も用いたハイブリッドネットワークの利用が可能となっている。これにより、広いエリアに無線通信を提供できるLTEやキャリア5Gと、工場の建屋のように金属で囲われて外部からの電波が届きにくいところに局所的に無線通信を提供できるローカル5Gを組み合わせることで、無線通信品質をより安定化させることができる。NICTとNECは、このSRF無線プラットフォーム技術仕様書Ver.2に対応した無線通信システムを開発した。

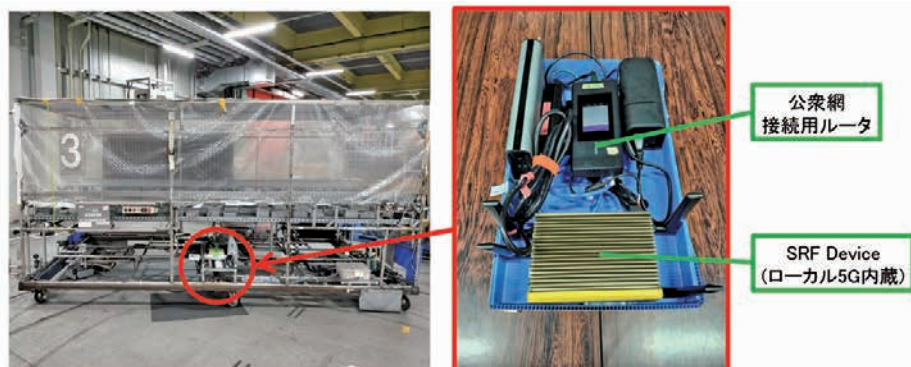
また、本システムの有効性を実際の製造現場で確認すべく、トヨタ自動車東日本の宮城大衡工場にて、図3のような環境で、東北地区で初めてキャリア網（LTE/5G）とローカル5Gの切替えによる移動体との無線通信品質の安定化を検証するための実験を行った。



■図3. 開発したSRF無線プラットフォームVer.2を用いた実験システム

4. 稼働中の製造現場における実証実験

本無線通信システムの有効性を稼働中の製造現場で確認するために、トヨタ自動車東日本の宮城大衡工場にて、図3のような環境で、公衆網とローカル5Gの切替えによる移動体との間の無線通信品質を評価する実験を実施した。実験では、図4のように製造現場で稼働している移動体（自動搬送車）にSRF Deviceを搭載し、約163m離れた工場A、



■図4. SRF Deviceを搭載した移動体（自動搬送車）

Bの間を往復させた。ローカル5Gの周波数帯は4.8GHz～4.9GHzの電波を使用した。

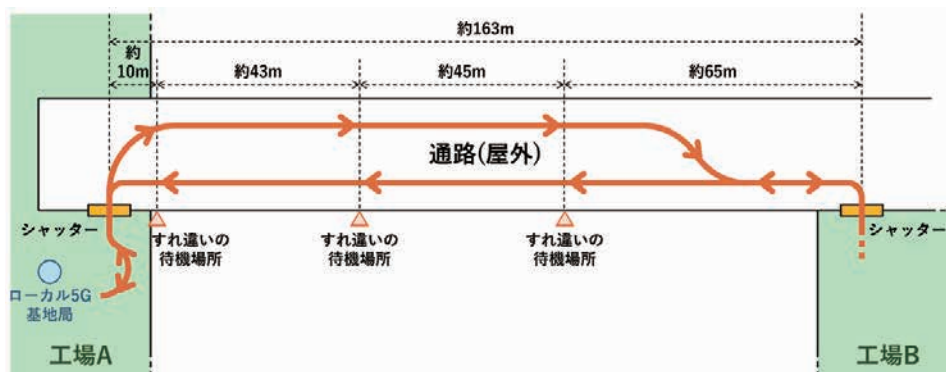
今回、図5のような環境で実験を行った。工場Aの中にローカル5Gの基地局を設置し、SRF Deviceを搭載した自動搬送車は工場Aと工場Bの間を往復している。工場Aと工場Bのシャッター（自動搬送車の出入口）は約163m離れており、その間は屋外の通路となっている。自動搬送車は図5の矢印の方向に移動し、渋滞しないように通路の途中3か所にすれ違いの待機場所が存在している。すれ違いの待機場所では、双方向の自動搬送車がそろそろまで、先に到着した自動搬送車は待機する。

自動搬送車は、図3の青線のようにローカル5Gでデータを送信しながら、ローカル5Gの基地局が設置してある工場Aからスタートして工場Bに向かう。工場Aから離れるにつれてローカル5Gの通信品質が悪化していくが、SRF無線プラットフォームでは図3の青点線のように公衆網側にもバックアップ経路を用意しておき、SRF Deviceが無線の品質情報（受信信号強度など）を基にローカル5Gよりも公衆網の方が送信に適していると判断した場合に、図3の緑線のようにデータ送信経路を公衆網側に切り替えることで、通

信品質を維持する。本実験では、このSRF無線プラットフォームにより、ローカル5Gと公衆網をシームレスに切り替えて安定して通信を継続することができるかを検証した。

実験結果を図6に示す。図6 (a) のようにSRF無線プラットフォームを使用していない場合、工場Bに入った直後回りでローカル5Gの圏外になり通信が遮断し、アプリケーションの通信が途絶した。その後、通信可能な経路をサーチして公衆網に切り替えて通信を再開したが、約9.75秒の間、通信が遮断した。また、ローカル5Gの通信遮断の直前には往復遅延も大幅に悪化し、最大で約1.01秒になった（拡大図は図6 (c) 左参照）。

これに対し、図6 (b) のようにSRF無線プラットフォームを使用した場合、工場Bに入る少し前からデータ送信経路を公衆網に切り替えることで、経路切替時の通信遮断時間を約0.14秒に短縮し、アプリケーションの通信が途絶することなく安定して通信を継続できることを確認した（拡大図は図6 (c) 右参照）。また、自動搬送車が工場Bを出て工場Aに近付き、ローカル5Gの受信信号強度が良くなってくると、SRF Deviceは再びローカル5Gに切り替えて通信を継続できることが確認でき、サービスエリアの広さ等の特



■図5. 今回実験を行った工場環境

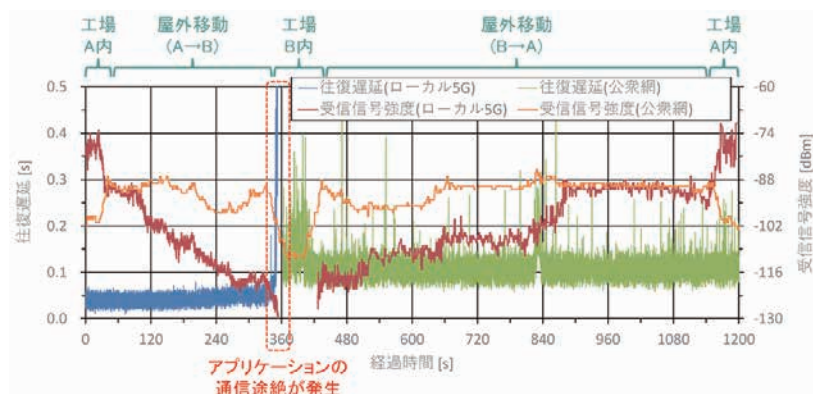


図6 (a). SRF無線プラットフォームを使用していない場合

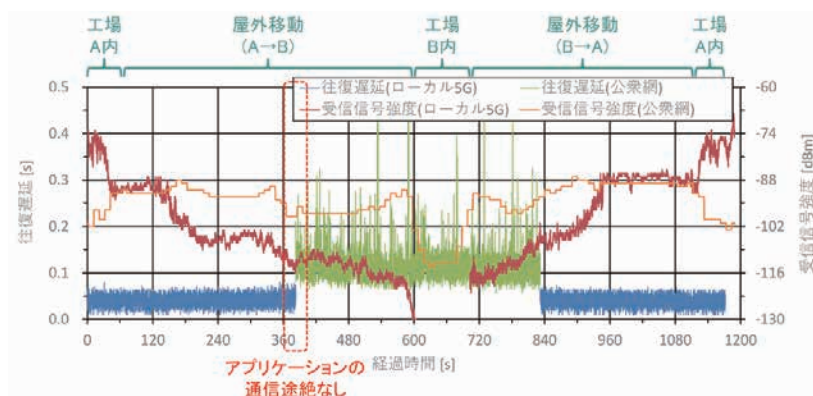


図6 (b). SRF無線プラットフォームを使用した場合

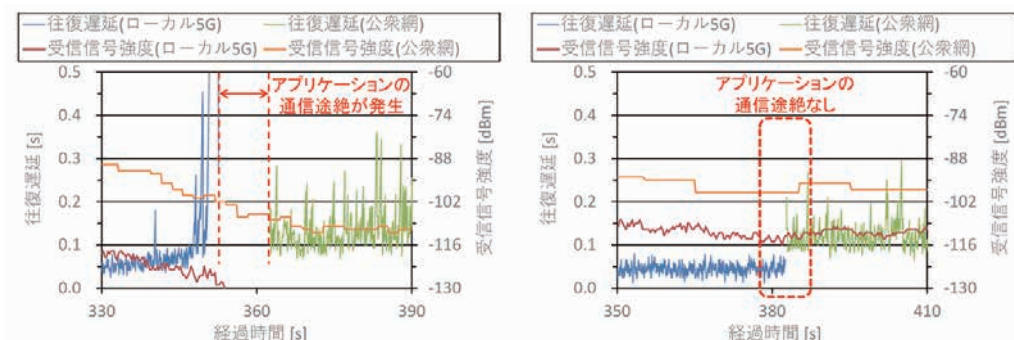


図6 (c). 切替付近の拡大図 (左: SRFを使用していない場合、右: SRFを使用した場合)

青線: ローカル5G経由の往復遅延、緑線: 公衆網経由の往復遅延

赤線: ローカル5G経由の受信信号強度、オレンジ線: 公衆網経由の受信信号強度

■ 図6. 実験結果

性が異なる公衆網とローカル5Gによるハイブリッドなネットワークを活用し、通信が途切れることのない安定化を実現できるSRF無線プラットフォームの効果を実証することに世界で初めて成功した。

5. おわりに

今後、本実証実験の結果を生かし、SRF無線プラット

フォームを工場における安定した無線通信を利活用できるプラットフォームとして実用化を目指す。最後になるが、日本電気株式会社の大須田徹氏、トヨタ東日本株式会社及び東北大学の関係者の方々をはじめ、ご助力いただいた皆様にご心よりお礼を申し上げます。また、本研究開発の一部は総務省SCOPE（国際標準獲得型）JPJ000595の委託を受けたものである。



ITU-R Study Group 4の活動状況 —Working Party 4Aにおける非静止衛星システムに係る検討を中心に—

スカパーJSAT株式会社 宇宙事業部門 宇宙技術本部 電波業務部 専任マネージャー 河野 宇博



1. はじめに

1.1 ITU-R Study Group 4 (SG4) の概要

SG4の所掌は、科学業務、アマチュア衛星以外のすべての衛星通信に関する事項の検討であり、以下の3つのWorking Party (WP) が設置されている。

- WP4A: 固定衛星業務 (FSS) 及び放送衛星業務 (BSS) の軌道/周波数有効利用
- WP4B: FSS、BSS及び移動衛星業務 (MSS) のシステム、無線インタフェース、性能及び稼働率目標
- WP4C: MSS及び無線測位衛星業務 (RDSS) の軌道/周波数有効利用

WP4Aや4Cは扱う世界無線通信会議 (WRC) の議題も多いことに加え、衛星システムに関する主管庁間調整に影響するITU-R勧告の検討等を行うこともあり参加者や寄与文書が多い。

日本としては1984年からSG4の議長・副議長を輩出している。議長・副議長は無線通信総会 (RA) で選任されることになっているが、2023年のRA-23では国際情勢の影響で副議長については時間切れのため選任できず、次のSG4会合に委任された。

1.2 非静止衛星軌道 (NGSO) システムと静止衛星軌道 (GSO) 網との関係

FSS、BSSについては、NGSO衛星システムとGSO衛星網とは以下の3つのスキームにて周波数を共用している。

- NGSOシステムはGSO/FSS、BSS衛星網に対して容認し得ない干渉を与えたり保護を求めたりしてはならない (無線通信規則 (RR) No. 22.2)
- 周波数調整 (RR No. 9.11A)
- epfd (equivalent power flux-density) 許容値 (RR第22条 §6)

なお、epfdへの適合については、ITU無線通信局 (BR) にてソフトウェアを使って審査している。また、上記のほか、科学業務等については調整手続が規定されていないケースもある (RR No. 9.3)。

2. SG4の活動状況

2.1 SG4関連WPにおける検討状況

WRC議題に係る検討を担当することもあるため検討活動は活発で、参加者数、寄与文書数共に増加傾向にある。一例を挙げると、2024年10月～11月に開催されたWP4A会合は、参加者605名、入力文書214件であったが、2001年4月～5月会合は155名、128件であった。参加者の増加についてはコロナ禍中にリモート参加のための環境が整備されたことも影響しているものと考えられる。そのほか、日程が2週間から週末を含めて10日間に短縮されたり、会合参加者への便宜等のため深夜帯の会合を回避したり併催するセッション数を制限したりした一方で、各参加者が提案を出力文書に残そうとしたこともあり、議論が深まらないまま提案を積み上げたり、他国提案にコメントを付したりして、作成する文書が肥大化する状況が数年続いた。このような進め方に対しては、最近反省する動きが出てきており、議論のために論点を整理するようになってきている。

2.2 今研究会期の状況

WRC-27議題の多くについてresponsible/contributing groupに特定されている。それらに加え、研究課題 (Question) に基づいてITU-R勧告を作成するといった活動も行っている。

表では一般的な議題以外をすべて挙げているが、ほとん

■ 表. WRC-27議題に係る検討の担当グループ

NO.	Topic	WP-4A	WP-4B	WP-4C
1.1	47.2-50.2GHz及び50.4-51.4GHz帯 (1.1) における固定衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	R		C
1.2	17.3-17.7GHz帯 (1.1) における放送衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	R		
1.3	51.4-52.4GHz帯 (1.1) における非静止衛星システム/グロブアル/地球局の利用に関する検討	R		
1.4	第3地域における17.3-17.7GHz帯の固定衛星業務 (宇宙から地球) への軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	R	C	
1.5	固定衛星業務及び移動衛星業務、並びに非静止衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	R		C
1.6	47.2-50.2GHz帯 (1.1) における固定衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	R	C	C
1.7	47.2-50.2GHz帯 (1.1) における固定衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	R	C	C
1.8	47.2-50.2GHz帯 (1.1) における固定衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討		C	C
1.9	航空移動 (CH) 業務における衛星利用の近代化のための無線通信規則/第22条の更新、係る調整/規制/保護の検討			
1.10	17.3-17.7GHz帯 (1.1) における放送衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	C	C	C
1.11	17.3-17.7GHz帯 (1.1) における放送衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	C	C	R
1.12	17.3-17.7GHz帯 (1.1) における放送衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討		C	R
1.13	17.3-17.7GHz帯 (1.1) における放送衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	C	C	R
1.14	17.3-17.7GHz帯 (1.1) における放送衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討		C	R
1.15	17.3-17.7GHz帯 (1.1) における放送衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	C	C	
1.16	17.3-17.7GHz帯 (1.1) における放送衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	C	C	
1.17	17.3-17.7GHz帯 (1.1) における放送衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	C	C	
1.18	17.3-17.7GHz帯 (1.1) における放送衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	C	C	
1.19	17.3-17.7GHz帯 (1.1) における放送衛星業務の衛星軌道/周波数/軌道傾斜角/軌道傾斜角の調整に関する検討	C	C	
7	決議案 (WRC-27) の制定/改正/修正/廃止に関する検討	R		

R Responsible Group
C Contributing Group



どについてSG4関連WPがresponsible/contributing groupのいずれかになっており、全議題の半数近くについてresponsible groupになっている。

2.3 IMT-2020衛星コンポーネント (WP4B)

基本的にSG5における地上コンポーネントに係る勧告策定と同じステップで検討を進めている。これまで、3GPPから無線インタフェース技術 (RIT, SRIT) の提案があり、外部評価機関による評価が完了し、報告ITU-R M.2543を2024年11月のSG4にて承認した。次回WP4B (2025年5月@上海) にて勧告ITU-R M. [IMT 2020-SAT.SPECS] を最終化する予定である。

2.4 宇宙局とIMTユーザ端末の直接接続 (WRC-27 議題 1.13 ; WP4C)

第416回ITU-R研究会にて詳説されているので、収録しているITUジャーナル4月号「スポットライト」等を参照されたい。

2.5 Space Sustainability (全権委員会議 決議219、決議ITU-R 74)

全権委員会議 (PP-22) へのサモア等からの提案に基づきPP決議219が策定され、それを受けてRA-23に複数国から入力があり、決議ITU-R 74が策定された。WP4Aにおいては、決議ITU-R 74に従い、現在best practiceに係るハンドブックを作成中であり、これまで章構成について検討した。また、“space sustainability”に関する課題全般を解決すべきとの意見があったが、決議ITU-R 74に従うべきと整理され、また、“long-term sustainability”が一般及びITU-Rの所掌の観点での意味等について検討すべきとされた。これらの議論を踏まえ、他の宇宙関係WPにliaison文書を発出した。

そのほかに、ITUとしてはweb site (<https://www.itu.int/space-sustainability/>) を開設したり、フォーラム (<https://www.itu.int/ssf/>) を開催したりしている。

なお、本件については、サモア等からNGSOによる干渉その他の被害について検討してWRCに報告するという趣旨の決議がPP-22に提案され、表現を改めた形でPP決議219として策定された。その後、RA-23で中国、アラブ諸国、ブラジル、米国から、PP決議219に基づくITU-R決議が提案され、議論の結果、WRCへの報告という記述は削除され、検討対象についてはやや曖昧な表現にされた。WP4Aでは、それらの思惑の違いがある一方で、ITU-R決議により検討期限が規定されているため急ぎ検討を進めている。

3. WP4Aにおける非静止衛星システムに係る検討

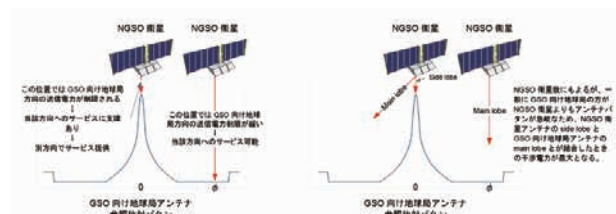
3.1 RR第22条の見直し (GSOとの周波数共用) 等

3.1.1 epfdとは

GSO衛星網で使用される地球局のアンテナは特定の静止衛星を指向するが、その地球局から見たNGSO衛星の位置は絶えず変わり、干渉を受信する地球局のアンテナ利得も時間とともに変化する。そこで、NGSO衛星からの地表面pfdを、その受信干渉電力が変わらないように、GSO地球局アンテナの主軸方向からのpfdに換算した電力がepfdであり、数式では以下のとおり表示される。

$$epfd = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{N_d} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi d_i^2} \cdot \frac{G_r(\varphi_i)}{G_{r,max}} \right]$$

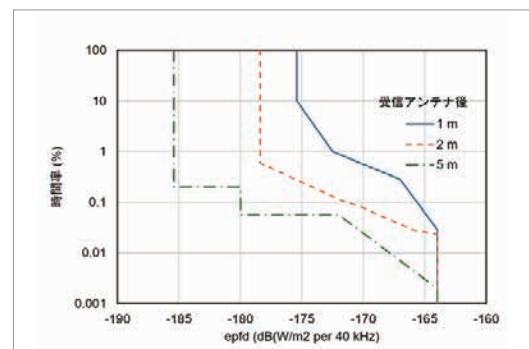
このepfdの概念を導入することにより、GSO衛星網から見ると、pfdと同等に扱うことができ、NGSOシステムの軌道や衛星送信電力などが分からなくても干渉電力を計算できるようになる。一方、NGSO衛星システムから見ると、epfd許容値を守る限りにおいてシステム設計の自由度が担保されることになる。



■図1. epfdの概念

なお、RRに規定される許容値としては、周波数帯、位置関係、運用方法により以下のものがある。

- C (6/4GHz)、Ku (14/12GHz)、Ka (30/20GHz) 帯
- uplink、downlink (アンテナ径ごと)、衛星間 (NGSO衛星からのdownlinkをGSO衛星が受信)



■図2. Ka帯下側の周波数におけるダウンリンクの規定



■ ITU BRで審査するもの（1システム当たりの許容値）、Aggregate（WRC決議76）、operational、additional operational（RR表22-4A/4A1/4B）

また、epfd許容値は、元々RR No. 22.2のGSO衛星網への“容認しえない干渉”を定量化したものだが、epfdの本質はpfdであり、大口径アンテナへの干渉電力を抑えるには不十分なので、特定の条件を満たす地球局とは周波数調整が必要とされている（RR No. 9.7A/B）。

3.1.2 現行epfd許容値（Ku、Ka帯）の導出根拠

GSO/FSSへの時間的に変動する干渉に対する規格（全NGSOシステムによる干渉の総和）は、勧告ITU-R S.1323に以下のとおり規定されている。

- Long-term：電力は回線熱雑音電力の6%増加、時間率は10%
- Short-term：電力は回線が断になるレベル、時間率は回線不稼働率の10%
- ACM（Adaptive Coding&Modulation）回線に対する規格

また、epfd許容値を導出するには、前述の規格を、GSO衛星網の回線パラメータに適用し、得られた点（epfd値とそれに対応する時間率）を結んでマスクにするという作業を行った。その回線パラメータについては、ITUから回章にて各主管庁に提案を募集し（CR/92、115、116）、日本からもKu、Ka帯の回線パラメータを提示している。点を結ぶ方法については具体的な規定がないこともあり、電力と時間率のマスクにした上で降雨減衰によるC/N劣化と畳み込みを行い、short-term規格への適合を確認したり、当時検討されていたNGSOシステムのepfdについてシミュレーションを行った結果等に基づきマスクを作成したりしたものを各国が提案として持ち寄り、それに基づいて協議を行い、策定した。

その後、全NGSOシステム全体への許容値から単一システムへの換算を行ったが、その際、いくつかのNGSOシステムが同一周波数帯を共用できるか議論になった。技術的には条件により多くのシステムが共存可能との結果が提示されたが、現実的ではないとされ、商業的な共存可能性についても考慮し、3.5システムに等分することとともに、全NGSOシステム全体への許容値はWRC決議76に規定されたが、それを超過したときの対応については規定されなかった。

3.1.3 評価用ソフトウェア

ITU BRで審査する際に用いる評価用ソフトウェアのアルゴリズムは勧告ITU-R S.1503に規定されている。RRでは

地表面全体でepfd許容値を満足するとされているが、ソフトウェアで対応することは非現実的なので、epfdが最大になる位置関係（WCG）で評価することになっている。これは、epfdについて検討されていたところは数百程度の人工衛星が、静止衛星軌道周辺を避けて（“Arc Avoidance”技術を採用して）運用することを想定していたためその前提でも問題は生じなかったが、実際には時間率とのマスクで規定されているため、WCGで条件を満足していたとしても他の場所で条件を満足するとは限らないことが明らかになってきており、WCG以外での遵守の確認法が課題とされている。

その一方で、計算モデルを一般化するため正確性が犠牲になり、干渉を過大評価するとの懸念があるが、こちらについては、正確化するためのモデルの一般性、計算の複雑化（計算機リソースや計算時間への影響）、必要パラメータの提示方法（RR Appendix 4）、パラメータ変更時の調整ステータス（調整資料受領日）等が課題になっている。

なお、勧告ITU-R S.1503はNGSO衛星システムに係る審査で使用される極めて重要なものではあるが、検討に関わっていた各国の主要メンバがRRから参照による引用（IBR）をすることを失念していてWRC-2000の場でそのことに気づき、急きょ協議して全体会議の議事録にて規定することとなった。その後も勧告ITU-R S.1503はIBRされていないが、BRで使用するソフトウェアの更新に当たりアルゴリズムとして参照する勧告のバージョンを更新する場合はWRCで審議し、全体会合の議事録に記載することが行われている。

3.1.4 Q/V帯（40/50GHz帯）における周波数共用条件

2015-2019研究会期で条件の検討を行ったが、一部未完了部分が残ったため、WRC-19会期中に以下のオプションに加え、保護対象となる参照回線の諸元や干渉の計算方法などの技術的詳細について調整し、確定した。

- 周波数共用スキーム（RR No. 22.2のまま、周波数調整、決議に基づく干渉評価）
- 遡及適用の有無
- MSSの扱い（RR No. 22.2ではMSSは対象外なので）
- ACM回線への影響の評価法（年間平均帯域利用効率、reserve capacityの減少）
- aggregate基準の遵守方法
- 参照回線

干渉評価は干渉によるC/N劣化（勧告ITU-R S.1503に基づき計算）と降雨減衰の統計を求めて畳み込み、非ACMのGSO参照回線については不稼働率の3%を1つのNGSO



回線に配分、ACMのGSO参照回線には時間的加重付けを行った帯域利用効率の3%を1つのNGSO回線に配分することとなっている。

なお、Aggregateについては、2000年の時点ではITUでの審査時にシステムを分割して計算上電力や時間率が小さくなるようにすることに対する懸念はあったものの、実際に4以上のシステムが導入されるとは考えられなかったこともあり、前述のとおり超過時の対応について規定されなかったが、小型衛星の普及などによりWRC-19ではQ/V-bandについて超過時の対応も規定され、この議論のうちにKu、Ka帯に波及することになった。

Q/V-bandにおいては、複数のNGSOシステムからの干渉の総和に対し、GSO参照回線及びsupplemental回線（主管庁が諸元を提出しかつ運用開始されたもの）の不稼働率の10%（非ACM）、時間的加重付けを行った帯域利用効率の8%（ACM）を配分するとともに、この条件を守るための手順（NGSOの運用を予定している主管庁間の協議）を規定した。

ACM回線の帯域利用効率として勧告ITU-R S.2131に記載されている非線形衛星回線におけるEb/N0-BER特性の多項式近似式を使うことになっているが、実際のACM回線では離散的な変調方式・符号化率（MODCOD）で運用されることや、MODCODの変更が頻発することを回避するためマージンを設けている点が現実と異なる。

3.1.5 epfdに関する検討状況

WRC-23において、いわゆるmega-constellationが現行RRの規定を満足することが困難であること等を理由に、mega-constellationを推進する主管庁がepfd許容値の見直しを強く要求したが、議論の結果、WRC-27の議題ではなく、かつregulatory consequenceはない前提で現行epfd許容値について検討を行うこととなり、WRC全体会合の議事録に記載された。WP4Aにおいては、その議事録の記述に従い検討を開始している。各国が様々な検討を入力しているのに対し、時間的制約などから十分検討できていないが、現行規定の導出根拠などについては理解がそろってきている。また、現行規定の導出根拠となったGSOの回線特性をITU BRに要請し、入手した。

3.1.6 勧告ITU-R S.1503に関する検討状況

ITU BRが使用しているソフトウェアの更改には、コーディングや検証など多大な労力と費用を要することから、勧告改定が頻繁にならないよう注意深く対応している。

最近の会合での主な論点は以下のとおりである。

- NGSO衛星の選択アルゴリズム
- 計算対象とする位置関係（WCG以外の扱い）
- 地球局・人工衛星局それぞれのアンテナサイドローブによる干渉（mega-constellationでは特に影響が出るため）
- NGSOシステムとの干渉検討に用いるアンテナ放射パターン（既存勧告の多くのようにenvelopeを使うと干渉の統計を過大評価する可能性があるが、現行規定では既にenvelopeではなくなっている）

3.1.7 複数NGSOシステムからの干渉電力の総和に関する検討状況

Ku、Ka帯に関し、WRC決議76に基づきNGSOからの干渉の総和の算出法や許容値を超過したときの手順について検討している。本件についても様々な意見があったことから論点を整理している。そのうち、算出法については以下のような意見がある。

- 個々のNGSOシステムからのepfdについて、計算モデルなど詳細を開示して再現できるようにすべき
- 各国がより精緻なモデルに基づいて計算した結果を提示するのみにすべき

手順については、aggregationの計算を行った後に協議を行い、その計算については簡易な計算で超過したら精緻な計算を行う方向で検討しているが、具体的な枠組みについては合意されていない。

3.2 その他（WRC-27議題関連）

WRC-27議題1.5の無認可NGSO地球局の扱いをどうするかが他の議題の検討にも影響している。また、Q/V帯に関しては共通して以下の課題がある。

- 決議770の計算手法の海上/航空移動地球局（ESIM）も含めた干渉評価への適用可否
- 議題1.6のequitable accessとのつじつま

4. おわりに

SG4はアマチュアと科学関係以外の人工衛星を用いた電気通信を扱う研究委員会であり、最近の人工衛星の活用の高まりなどを受け、WRC-27の多くの議題について検討を行うことになっている。また、従来人工衛星は、通信・放送分野では静止衛星を放送に使うことが一般的であったが、近年非静止衛星コンステレーションを利用した通信サービスが世界的に開始されるなどの動きがあり、SG4でもそれに対応するための検討等が行われてきており、今後も続くものと予想される。

（2025年1月31日 ITU-R研究会より）



ITU-T CxO Roundtable 2024報告

日本電信電話株式会社 研究企画部門 標準化推進室

やまもと ひろし
山本 浩司



1. はじめに

ITU-TのTSB（電気通信標準化局）局長（尾上誠蔵氏）が主催するCxO Roundtableが、2024年12月9日、UAE（アラブ首長国連邦）のドバイで、Telecom Review出版社とUAEの規制庁であるTelecommunications and Digital Government Regulatory Authority（TDRA）、UAEの通信オペレータであるdu、中国の通信機器ベンダであるHUAWEIの共同ホストにより開催された。CxOとは、CTO（Chief Technology Officer）やCEO（Chief Executive Officer）などを含む上級幹部のことで、技術のみならず経営、情報管理などの幅広い視点で、産業界の優先課題と関連標準化について意見交換を行うことが期待されている。

CxO Roundtableは、2016年のWTSA（世界電気通信標準化総会）決議68に基づき、TSB局長が主催する産業界の上級幹部との会議で、標準化の展望、標準化の優先課題及び民間企業のニーズや標準化状況について議論するための会議として位置付けられている。2023年に引き続き、尾上TSB局長の意向で、対面形式のみのCxOレベル限定での開催となり、20の企業・団体から参加があった。

2. 議論テーマ

主要テーマは、事前に開催された5回の準備会合で各CxOからの提案を基に決められ、表のセッションテーマと講演者により構成された。今会合では、主に「光」、「量子」、

■表. セッションテーマ構成

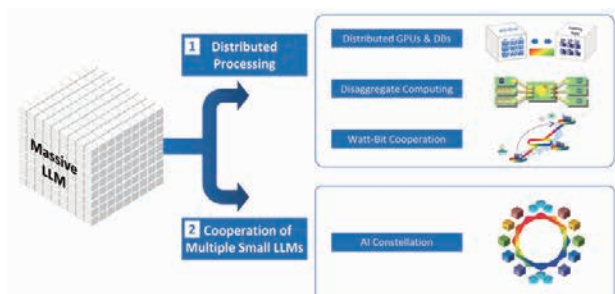
	Panel discussion on the business impact of standards Moderators : Bilel, TSB Deputy-Director, ITU, Charlyne Restivo, ITU Regulator : -TDRA, Saif Bin Ghelaita Operator : -Du, Saleem Alblooshi Vendors -Ericsson, Per Beming -Huawei, Ahmed Riad Ismail
1.	Opening remarks and welcome 1. Seizo Onoe, Director of the Telecommunication Standardization Bureau (TSB), ITU 2. Toni Eid, Founder, Telecom Review Group, CEO, UAE-host 3. Xiao Ran, Chief Strategy Officer, President of Standardization and Industry Development, Huawei, China-Co-host 4. Roundtable of introductions
2.	Adoption of Agenda
3.	ITU debrief on key outcomes of the World Telecommunication Standardization Assembly (WTSA-24), October 2024
4.	Standards and applications for optical, quantum, terrestrial and non-terrestrial communication networks (part I) 1. Towards Sustainable ICT Infrastructure Fostering Future AI Systems-NTT, Japan 2. Insights into optical networks towards 2030 for the AI age-Huawei, China 3. Quantum information networks-CAS Quantum Network Co. Ltd., China 4. QoS assessment for satellite networks-Rohde & Schwarz, Germany 5. NTN for IoT-LoRa Alliance, USA 6. Seamless affordable 5G IoT connectivity everywhere-Satelite, Spain 7. The future of public safety communications-GuardianSafetyNet, Canada
5.	Standards for AI-native networking 1. AI in networks-Nokia, Finland 2. AI for Networks and Networks for AI-Turkcell, Türkiye
6.	Standards for fraud mitigation and call validation 1. Real-time call validation framework-AB Handshake, USA 2. International do not originate for fraud mitigation-Somos, USA
7.	Standards for data processing and management 1. Overview of China data factor market construction-Shanghai Data Exchange, China
8.	Adoption of Communiqué and Closing



「NTN」、「AI native」、「不正抑止」等のテーマで議論が行われ、CxO間で共有された今後の課題が共同声明（コミュニケ）としてまとめられた。

3. 日本からの提案

今回の会合に日本からはNTT執行役員 研究企画部門長 木下真吾氏が参加し、近年のAI大規模化に伴う課題に対し、IOWN^{*1}と軽量型LLMのtsuzumi^{*2}の効果紹介と、極めて高い性能（高速、低遅延、低消費電力）を持つ柔軟で最適に動作する分散型ICT基盤の必要性、その実現に



■ 図1. NTTからの提案（IOWNをベースとした分散型ICT基盤の必要性など）

資するITU-T標準の策定・改定が必要であることを提案した（図1）。

この提案に対し会議に参加されたCxOから複数の賛意のコメントが寄せられ、提案内容がほぼ全面的に採用され、共同声明（コミュニケ）に反映される成果となった。

4. 今後に向けて

CxO Roundtableの場で標準化勧告そのものの議論が行われる訳ではないが、ここでの共同声明を引用する形で、ITU-Tの研究課題（Study Group）での検討着手について議論が行われる。一例を挙げると、2023年に開催されたCxO RoundtableではITU-TでのIOWN検討の必要性が共同声明に盛り込まれ、その提言を受ける形で2024年7月のITU-T SG13（将来ネットワーク研究課題）会合でIOWNフレームワーク勧告草案（Y.L2E2net-frm）の検討を進めることが合意された。今回の合意内容を受ける形で、IOWNの代表的な特徴である極めて高い性能を持つ柔軟で最適に動作する分散型ICT基盤の必要性と、その実現に資するITU-T標準の策定・改定議論が進展することが期待される。



■ 図2. CxO Roundtable 2024参加者集合写真

- *1 IOWN（アイオン）：Innovative Optical and Wireless Networkの頭文字を取って作られた言葉
光の技術を軸とした次世代情報通信基盤をもとに、よりスマートに一人一人が自分らしく生きられるWell-beingな世界の実現を目指す構想（参考：<https://group.ntt.jp/group/iown/vision.html>）
- *2 tsuzumi（つずみ）：NTTが開発を進めるLLM（Large Language Models）
軽量でありながら世界トップレベルの処理性能を発揮する（参考：https://www.rd.ntt/research/LLM_tsuzumi.html）



ITU-T SG20 (IoT, Digital Twins, and Smart Sustainable Cities & Communities) 第1回会合

ITU-T SG20副議長
日本電気株式会社

やま だ とおる
山田 徹



1. 会合概要

「IoT、デジタルツイン及び持続可能なスマートシティ & コミュニティ」を研究対象とするITU-T Study Group 20 (SG20) 会合が、2025年1月15日から24日の日程でITU本部にて開催された。リモートでの参加者を含めて約350名が参加し議論が行われた。日本からは10名が参加した。

本会合は、2025年～2028年の新研究会期における第1回目の会合であった。2024年10月に開催されたITU-T総会 (WTSA-24) で決定されたとおり、ITU-T SG20はタイトルに「デジタルツイン」が明記された。これは、近年ITU-T SG20においてデジタルツインや都市向けのメタバースのアプリケーションについての標準化議論が増加傾向にあることを受けての動きである。

2週間の会合で計154件の寄書が審議され、19件の作業項目で作業完了 (AAP5件、TAP9件、その他文書5件) が

合意され、新たに31件の作業項目設置が合意された。日本からは、アカデミアメンバー (早稲田大学) から既存作業項目の進捗のための寄書提案と、セクターメンバー (NEC) からJoint Coordination Activity (JCA) on IoT and SC&Cの名称とTerms of Referenceを変更するための寄書提案があり、提案はいずれも合意された。

2. 主要結果

(1) 新研究会期の体制

新研究会期1回目の会合開催に当たり、今後4年間の体制が決定された。表1に示すように3つのWorking Party体制とし、新設された3つのQuestionを含め計10件のQuestionを構成することが合意された。

IoTやスマートシティ領域の標準化に関するITU-T内外の情報を収集し、この分野の標準化ロードマップを作成する

表1. ITU-T SG20の新体制 (敬称略)

Working Party	Question	タイトル	ラポーター	備考
WP1		Requirements, human-centric solutions and evaluation		
	Q2	Requirements, capabilities and architectural frameworks of Internet of Things (IoT) and smart sustainable cities and communities (SSC&C) across verticals	Marco Carugi (中国)	継続
	Q7	Evaluation and assessment of smart sustainable cities and communities and digital services	Okan Geray (UAE)	継続
	Q8	Human-centric digital services enabled by Internet of Things (IoT) and smart sustainable cities and communities (SSC&C) related to digital health, accessibility and inclusion	Yong-Jick Lee (韓国)	新設
WP2		Interoperability, architectures and emerging technologies		
	Q1	Interworking between smart city platforms including digital twins	Changkyu Lee (韓国)	継続
	Q3	Architectures, functionalities and protocols in applications of verticals and infrastructures of Internet of Things (IoT) and smart sustainable cities and communities (SSC&C)	Younghwan Choi (韓国)	継続
	Q5	Terminology and definitions, study and research of emerging digital technologies	Marios Angelopoulos (英国)	継続
	Q10	Internet of Things (IoT) solutions for effective energy management in smart sustainable cities and communities (SSC&C)	Paolo Gemma (イタリア) Chao Ma (中国)	新設
WP3		Data, security and decentralization		
	Q4	Data analytics, sharing, processing and management, including big data aspects, of Internet of Things (IoT) and smart sustainable cities and communities (SSC&C)	Gyu Myoung Lee (韓国)	継続
	Q6	Security, privacy, trustworthiness, and identification of Internet of Things (IoT) and smart sustainable cities and communities (SSC&C)	Xiongwei Jia (中国)	継続
	Q9	Decentralized/distributed Internet of Things (IoT)	Xueqin Jia (中国)	新設



活動である「JCA IoT and SC&C」は、今回のITU-T SG20のタイトルやMandateの変更に合わせるため、「JCA IoT, DT, and SSC&C」へと名称変更することが合意された。

Questionレベルで見ると、WTSA-24の時点で合意されていた2つの新Question (Q8とQ9) に加えて、「電力効率化のためのIoTソリューション」に関する新Question (Q10) の設置が合意された。今後、新設されたQuestion10を中心に、都市における電力効率化、更には都市のグリーン化に関する標準化議論が増加することが予想される。

(2) 他SGとの調整機能に関する議論

WTSA-24では、ITU-Tとして今後とるべきアクションが合意されており、ITU-T SG20に関するものとして「IoTセキュリティ」「Trust及びTrustworthiness」「IoT Identification」に関して、他のStudy Groupとの調整メカニズムを設置することが求められていた。これを受けて、今会合ではこれら3つのトピックに関するCorrespondence Group (CG-IoTSec、CG-Trust、CG-Identification) の設置が提案され、合意さ

れた。今後、これらのグループを介して関連するStudy Groupとの間の調整が試みられる。

(3) メタバースに関するSG21とのジョイントセッション

今回の会合は、ITU-T SG21と同時期に開催された。会合期間中には、双方のStudy Groupで議論があるメタバースに関するジョイントセッションが設定され、メタバースに関するJCA新設に向けた議論が実施され、新設JCAのTerms of Referenceのドラフトが修正された。修正は合意され、ITU-T SG20とSG21の連名にてTSAGにリエゾンを送付しJCA新設提案を行うことが合意された。

(4) 主な審議結果

今会合では、表2及び表3に示すとおり5件の勧告案がコンセンサスされ、9件の勧告案が作業凍結された。また、表4に示すとおり31件の新作業項目設置が合意されている。メタバースとエネルギー管理に関する新規作業提案が多い傾向が見られた。

■表2. 今会合でコンセンサスされた勧告案

勧告番号	仮番号	勧告名	課題	文書番号
Y.4052	改訂	Vocabulary for blockchain for supporting Internet of things and smart cities and communities in data processing and management aspects	Q6/20	TD293-R1
Y.4509	Y.AI-DECCS	Functional architecture of AI enabled device-edge-cloud collaborative services for IoT and smart city	Q3/20	TD208-R1
Y.4510	Y.smart-PBRS	Functional architecture of smart power bank rental service framework	Q3/20	TD206
Y.4812	Y.mv-iid	Interoperability of IoT devices' identity across metaverse platforms	Q6/20	TD321-R2
Y.4608	Y.IoT-BoT-peer	Capability and functional architecture of blockchain of things peers	Q9/20	TD220-R1

■表3. 今会合で作業凍結された勧告案

勧告番号	仮番号	勧告名	課題	文書番号
Y.4235	Y.PGComNet-ReqtS	Requirements of IoT-based power grid communication network	Q2/20	TD277-R1
Y.4236	Y.EMM-reqts	Requirements for Real-Time Event Monitoring and Integrated Management in Smart City Platforms	Q2/20	TD275-R1
Y.4237	Y.dt-IWCS	Requirements and capability framework of digital twin for intelligent water conservancy system	Q2/20	TD273-R1
Y.4496	Y.RA-PHE	Requirements and reference architecture of smart public health emergency information system	Q3/20	TD268-R1
Y.4708	Y.IoT-DPE	Management framework for IoT-based distributed power equipment	Q3/20	TD207
Y.4609	Y.metadata-EPI	Inventory metadata for IoT-based electric power infrastructure monitoring system	Q4/20	TD178
Y.4813	Y.iepi-dm-sa	Security assessment framework of data management for IoT-based electric power infrastructure	Q6/20	TD180-R2
Y.4814	Y.IoT-acs-fra	Functional requirements and architecture of access control service of IoT platform enabled by zero trust in decentralized environments	Q6/20	TD196-R1
Y.4911	Y.KPI-Flood	Key performance indicators of ICT based data support capability for urban flood disaster prevention and mitigation	Q7/20	TD174-R4



■表4. 今会合で合意された新作業項目

成果物の種別	仮番号	タイトル	課題	文書番号
Recommendation	Y.citiverse-reqts	Requirements of citiverse platform for smart sustainable cities and communities	Q1/20	TD283 (A.1 TD282-R1)
Supplement	Y.Sup.DRI-usecases	Supplement to ITU-T Y.4607-Use cases of interworking-based autonomous mobile robot services	Q1/20	TD287 (A.13 TD286)
Recommendation	Y.4201-Rev	Revision of Y.4201- "High-level requirements and reference framework of smart city platforms"	Q1/20	TD285 (A.1 TD284)
Recommendation	Y.Ambient-IoT	Requirements and capabilities of ambient power-enabled Internet of Things	Q2/20	TD370 (A.1 TD369)
Recommendation	Y.EBM-fra	A capability framework of Energy Battery Monitoring Based on Ambient power-enabled Internet of Things	Q2/20	TD372 (A.1 TD371)
Recommendation	Y. IoT-SWMS	Requirements of IoT-based smart warehousing management system	Q2/20	TD380 (A.1 TD379)
Recommendation	Y.MetaSkiSys	Requirements of Metaverse-powered skills Training System for renewable energy plant installations and monitoring	Q2/20	TD374-R1 (A.1 TD373-R2)
Recommendation	Y.MetaExpSys	Requirements of Metaverse Experience System for Tourist Places	Q2/20	TD384-R1 (A.1 TD386)
Recommendation	Y.PM-FUSG	Technical framework and use cases of the power metaverse for future urban smart grids	Q2/20	TD376 (A.1 TD375-R1)
Recommendation	Y.AIA-SH	Requirements and capabilities of AI agent system for smart home	Q2/20	TD382 (A.1 TD381)
Recommendation	Y.IoT-IPP	Requirements and framework of intent perception and processing in intelligent operations for IoT	Q2/20	TD378 (A.1 TD377)
Recommendation	Y.DT-VS-arch	Functional architecture of visualization system in digital twin for SSC&C	Q3/20	TD210 (A.1 TD209)
Recommendation	Y.SAMS-arch	Functional architecture of IoT-based Substation Auxiliary Monitoring System	Q3/20	TD212 (A.1 TD211)
Recommendation	Y.IoT-IVMP	Functional architecture of IoT-based industrial vehicles monitoring platform	Q3/20	TD216 (A.1 TD215-R1)
Recommendation	Y.IoT-MV	Functional architecture of IoT for metaverse	Q3/20	TD218-R2 (A.1 TD217-R2)
Technical Report	YSTR.DPI-BP	Best practices in Digital Public Infrastructure for Cities	Q3/20	TD214-R1 (A.13 TD213-R3)
Supplement	Y.Supp-AI-WF	Analysis of AI models and Datasets for Cerrado Savana Wildfire Detection	Q4/20	TD353-R2 (A.13 TD352-R2)
Supplement	Y.Sup.ABIoT-usecase	Intelligent IoT service with Best Practices on interworking with agent-based things	Q4/20	TD325 (A.13 TD324)
Recommendation	Y.AIoT-DA	Framework of network resource management with data affinity in AIoT environments	Q4/20	TD304-R1 (A.1 TD303-R1)
Recommendation	Y.AIoT-RSreq	General requirements of on-device AIoT framework for robot services	Q4/20	TD298-R1 (A.1 TD297-R1)
Recommendation	Y.DPM_LCIP	Framework and requirements of data processing and management to support low-carbon smart industrial park	Q4/20	TD270-R1 (A.1 TD269-R1)
Recommendation	Y.mv-iid	Interoperability of IoT devices' identity across metaverse platforms	Q6/20	TD185-R3 (A.1 TD194-R3)
Recommendation	Y.PIoT-arch	Requirements and functional architecture of authentication system based on Internet of things and wireless signal fingerprints in power grid	Q6/20	TD184-R2 (A.1 TD193-R2)
Recommendation	Y.metalD	Framework and requirements for identity visualization in and across metaverse	Q6/20	TD182-R3 (A.1 TD358)
Recommendation	Y.IoT-DQA-FMT	Assessment metrics for IoT data quality in foundation model training	Q7/20	TD233-R2 (A.1 TD232-R2)
Recommendation	Y.Frwk-mwell	Requirements and capability framework for IoT enabled well-being methods measurement through metaverse	Q8/20	TD253-R2 (A.1 TD252-R2)



Supplement	Y.Sup-DIoT-logistics	Use cases for decentralized scheduling service of logistics	Q9/20	TD244-R1 (A.13 TD243-R1)
Recommendation	Y.DIoT-req-cap	General requirements and capability framework of decentralized/ distributed Internet of things	Q9/20	TD242-R1 (A.1 TD241-R1)
Recommendation	Y.DIoT-data space	The architecture of blockchain based distributed infrastructure for trusted data space	Q9/20	TD240-R1 (A.1 TD239-R2)
Recommendation	Y.DIoT-inventory	Requirements and framework of distributed IoT-based inventory collaboration in warehouses	Q9/20	TD238-R1 (A.1 TD237-R1)
Supplement	Y.Sup-DIoT-IS	Supplement to ITU-T Y.4000-A framework for agent-based distributed IoT interactive services	Q9/20	(A.13 TD235-R2)

3. 各課題での審議状況

以下にQuestionごとの審議状況を報告する。

(1) Question 1の審議状況

Question 1は、「デジタルツインを含むスマートシティプラットフォーム間の相互運用」を標準化対象としている。今会合では、作業凍結やコンセントに至った作業項目はなかった。新規作業項目の提案として、「スマートシティプラットフォームに関する既存勧告Y.4201のAIサポートのための改訂」、「Citiverse要件」、「自律モバイルロボットの事例収集」の3件があり、いずれも合意された。「Citiverse」をキーワードとする標準化提案は、ITU-T SG20では初めてのケースであり今後の議論に注目したい。

(2) Question 2の審議状況

Question 2は、「要求条件、機能、アーキテクチャフレームワーク」を標準化対象としている。今会合では、TAPの承認プロセスを取る3件の勧告案で作業凍結に至っている。「パワーグリッド」、「スマートシティプラットフォームにおけるリアルタイムイベント監視」、「ダム管理向けデジタルツイン」に関するものとなっている。

新規作業項目は、8件が合意された。新規作業の勧告案は、「スマートホーム向けAIエージェント」、「倉庫管理」、「観光向けメタバース」、「メタバースを利用した再生可能エネルギープラント向けトレーニング」、「スマートグリッド」、「エネルギー監視」に関するものが含まれている。「AIエージェント」に関する標準化提案が初めて出てきたこと、メタバース関連の提案が増加傾向にあることが特筆すべき点である。

(3) Question 3の審議状況

Question 3は、「アーキテクチャ、プロトコルとQoS」を標準化対象としている。今会合では、AAPの承認プロセス

を取る2件の勧告案がコンセント、TAPの承認プロセスを取る2件の作業項目が作業凍結に至っている。TAPの案件は、「電力設備管理」、「公衆衛生」に関するもので、後者は前研究会期での承認プロセスで70%を超える加盟国の賛同が得られず、承認に至らなかった案件である。今会合で勧告案を修正し、再度承認プロセスに乗せることとなった。

新規作業項目は、5件が合意された。「エッジ・クラウド協調サービス」、「パワーバンクレンタルサービス」等に関するものである。また、今後標準化を推進すべきとしてWTSA-24にて新決議となった「デジタル公共インフラ (DPI)」に関して、インドより新規作業項目提案があった。DPIは住民の本人確認、電子決済、それらに関連するデータ管理のための基盤として位置付けられており、提案元のインドをはじめとする新興国で近年注目を集めている。提案内容はスコープが広いとの議論となり、この提案内容にて勧告化を進めることは難しいとの判断となった。まずは事例を集めた技術レポートの作成から作業を開始することが合意された。新興国を中心とした事例が共有されることで、日本の技術を活用したより高度な住民向けのデジタルサービスの可能性を模索したい。

既存作業項目のうちの1件は、早稲田大学が主導しているY.DT-CS（ブロックチェーンベースの持続的で協調的なデジタルツイン生成システムの要件と機能アーキテクチャ）である。本件も入力寄書に基づく審議により、作業進捗が見られた。

(4) Question 4の審議状況

Question 4は、「データ分析、共有、処理、管理」を標準化対象としている。今会合では、TAPの承認プロセスを取る1件の勧告案が作業凍結に至っている。「電力インフラ監視システム向けメタデータ」に関するものである。

新規作業項目は、5件が合意された。前研究会期にCorre-



spondence Group on Artificial intelligence of Things (CG-AIoT) で議論してきたAIoTに関するものが2件含まれている。

(5) Question 5の審議状況

Question 5は、「用語定義と新技術」を標準化対象としている。今会合では、2件の寄書が審議された。ハイチとコモロでのIoT活用事例に関するもので、具体的な標準化作業の提案は含まれていなかった。

(6) Question 6の審議状況

Question 6は、「セキュリティ、プライバシー、信頼性、認証」を標準化対象としている。今会合では、AAPの承認プロセスを取る2件の勧告案がコンセント、TAPの承認プロセスを取る2件の作業項目が作業凍結に至っている。TAPの案件は、「ゼロトラスト技術を用いたIoTプラットフォームのアクセス制御」、「電力インフラ管理のセキュリティ評価」に関するものである。

新規作業項目は5件が合意された。そのうちの1件 (Y.mv-iiid) は、「メタバースプラットフォーム間でのデバイス識別」に関するFG-MVの成果文書である。本件は内容の成熟度が高いと判断され、新規作業項目設置と同時にコンセントに至っている。

(7) Question 7の審議状況

Question 7は、「スマートシティの評価とアセスメント」を標準化対象としている。今会合では、TAPの承認プロセスを取る1件の勧告案が作業凍結に至っている。「洪水の防災・減災のためのICT活用のKPI」に関するものである。

新規作業提案は、1件が合意された。「ファウンダーションモデル学習におけるIoTデータ品質の評価方法」に関するものである。

(8) Question 8の審議状況

Question 8は、「デジタルヘルス、アクセシビリティ、インクルージョンに関する人間中心のデジタルサービス」を標準化対象としており、今研究会期にて新設された。これまで扱っていなかった全く新しいテーマを議論するものではなく、前研究会期ではQuestion 2等で議論されていたテーマである。

今会合では、Question 2等から移管された既存作業項目に加えて、1件の新規作業項目が提案され合意されている。

「メタバースを通じたIoTベースのメンタルウェルビーイング」に関するものである。

(9) Question 9の審議状況

Question 9は、「分散型IoT」を標準化対象としており、Question 8と同様に今研究会期にて新設された。今会合では、AAPの承認プロセスを取る1件の勧告案がコンセントされた。

新規作業項目は、5件が合意された。「倉庫在庫管理」、「トラステッドデータ空間向け分散インフラ」、「分散型IoTの要件」等に関するものである。

(10) Question 10の審議状況

Question 10は、「電力効率化のためのIoTソリューション」を標準化対象としている。今会合中にQuestion 10の設置が合意されたため、今回はQuestion 10のセッションは開催されなかった。

4. 今後の会合予定

次回のITU-T SG20会合は、2025年9月15日～25日の予定でITU本部にて開催予定となっている。それまでの間に、Questionごとにリモート形式による中間会合の開催が予定されている。

5. おわりに

本稿では、2025年1月に開催されたITU-T SG20第1回会合の審議結果について報告した。30件を超える新規作業提案があった。これまでになかった新しいテーマとして、「Citiverse」、「AIエージェント」、「DPI」に関する議論が開始されることとなった。また、Focus Groupの活動を終えた「メタバース」や、新Questionで議論することになる「電力管理」に関する新規作業提案が増加傾向にあり、これらの分野の標準化議論が活発になることが予想される。

引き続き、日本から積極的な参加及び提案を行い、IoT、デジタルツイン、スマートシティ分野における日本のプレゼンスを高めたい。

謝辞

本稿作成に際し、ITU-T SG20第1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。感謝申し上げます。



ITU-T SG21 (マルチメディア、コンテンツ配信及びケーブルテレビの技術) 第1回会合

The 1st meeting of ITU-T SG21 (Technologies for multimedia, content delivery and cable television)

沖電気工業株式会社 **やまもと ひで き**
山本 秀樹



1. はじめに

SG9及びSG16が統合されて新たに誕生したSG21の第1回会合は、2025年1月13日から24日にかけてジュネーブのITU本部で開催された。会合の登録者数は、総計499名であり、最後のSG16の430名及びSG9の78名の合計よりやや少なかった。これは重複して参加者がいるためと思われる。審議された寄書は232件、処理された一時文書は515件であった。今会合で凍結された（Determined）文書は2件、合意された（Consent）文書は43件、前回のSG16で凍結され各

国協議にかけられた後、承認された文書は2件、承認されなかった文書は0件であった。勧告以外で承認された文書は補助文書1件と技術報告1件である。凍結、合意及び凍結後承認された勧告文書と、その他承認された文書のリストを、それぞれ表1～4に示す。削除された勧告はなかった。次回会合までに開催される各課題の専門家会合とWP会合の予定を表5に示す。WP2及び4の会合が2025年7月にジュネーブで開催される予定になっている。

■表1. 今会合で凍結された（Determined）勧告文書

No	課題	勧告/文書名 (*)	版数	タイトル	参照 (**)
1	Q5/21	F.748.57 (F.RA-GAI)	新規	Artificial intelligence generated content: General framework and requirements	TD77/Plen
2	Q5/21	F.748.56 (F.AIGC-GFR)	新規	Technical requirements and assessment methods of generative artificial intelligence enabled multimedia applications	TD78/Plen

(*) 括弧内は勧告草案時の名称を示す。(**) TD○○○の正式名称は、SG21-TD○○○/PLEN。

■表2. 今会合で合意（consent）された勧告のリスト

No	課題	勧告/文書名 (*)	版数	タイトル	参照 (**)
1	Q18/21	ITU-T J.1305 Cor. 2	訂正2版	Requirements of microservice architecture for audio-visual media in the converged media cloud	TD50/PLEN
2	Q18/21	ITU-T J.1306 Cor. 2	訂正2版	Specification of microservice architecture for audio-visual media in the converged media cloud	TD51/PLEN
3	Q19/21	J.1312 (J.cloud-game-sia)	新規	Infrastructure architecture requirements for cloud gaming service	TD91R1/PLEN
4	Q21/21	J.157 (J.wtv-req)	新規	Functional Requirements for secondary distribution of digital television and audiovisual content to portable devices using the wireless local area network	TD52/PLEN
5	Q22/21	J.1041 (J.DRMVA-arch)	新規	Digital rights management for video and audio content distribution-System Architecture	TD53R2/PLEN
6	Q22/21	J.1042 (J.DRMVA-client)	新規	Digital rights management for video and audio content distribution-Client	TD54R2/PLEN
7	Q1/21	F.792 (H.ACC-AMCS)	新規	Requirements on accessible moveable communication systems in rural and out-of-home environments	TD68/PLEN
8	Q2/21	F.780.6 (F.UHD-Req-Colour)	新規	Requirements on colorimetry for telemedicine systems using ultra-high definition imaging	TD40/PLEN
9	Q2/21	H.862.8 (F.OHSP-req)	新規	Requirements and framework of occupational health service platform	TD42R1/PLEN
10	Q3/21	F.740.10 (F.CDA-RP)	新規	Requirements and procedure for cultural data annotation	TD95/PLEN
11	Q4/21	F.760.3 (F.MDI)	新規	Metadata for disaster information presentation with human factors	TD43R1/PLEN



12	Q5/21	F.748.42 (F.VTIS-req-frame)	新規	Requirements and framework for virtual tactile interaction systems	TD57/Plen
13	Q5/21	F.748.43 (F.FFMP)	新規	Framework for the foundation model platform	TD58/Plen
14	Q5/21	F.748.44 (F.FDM-AC-BK)	新規	Assessment criteria for foundation models : Benchmark	TD59/Plen
15	Q5/21	F.748.45 (F.TE-CG)	新規	Technical requirements and evaluation methods of AI based code generation in multimedia applications	TD60/Plen
16	Q5/21	F.748.46 (F.TE-AIA)	新規	Requirements and evaluation methods of artificial intelligence agents based on large scale pre-trained model	TD61/Plen
17	Q5/21	F.748.47 (F.FC-AM)	新規	Functional capabilities for artificial intelligence development within the AI cloud platform : Automated machine learning	TD62/Plen
18	Q5/21	F.748.48 (F.AICP-MDep)	新規	Technical specification for artificial intelligence cloud platform : AI model deployment	TD63/Plen
19	Q5/21	F.748.49 (H.MAS-AP)	新規	Architecture and protocols of multi-algorithm scheduling systems	TD64/Plen
20	Q5/21	F.748.50 (F.DHAI)	新規	Framework and requirements of digital human access interfaces	TD65/Plen
21	Q5/21	F.748.51 (F.AI-TRSMT)	新規	Requirements for artificial intelligence based tactile rendering system in multimedia terminals	TD66/Plen
22	Q5/21	F.748.6 (F.IMCSI)	新規	Requirements and framework for interactive multimedia communication of Internet of thing (IoT) devices	TD67/Plen
23	Q5/21	F.748.52 (F.TE-RAG)	新規	Requirements and evaluation methods for retrieval augmented generation of large scale pre-trained model	TD70/Plen
24	Q5/21	F.748.41 (F.DBDA)	新規	Technical requirements and evaluation methods of AI-based driver behaviour detection application	TD73/Plen
25	Q5/21	H.626.8 (H.FDISprot)	新規	Protocols for feature-based distributed intelligent systems	TD76/Plen
26	Q5/21	F.748.53 (F.AIM-RCM)	新規	Representation and compression methods of artificial intelligence models	TD72/Plen
27	Q5/21	F.748.55 (F.AI-RPAS)	新規	Technical requirements and evaluation methods for a robotic process automation system	TD75/Plen
28	Q6/21	T.840.1 (T.JPEG-AI, ISO/IEC 6048-1)	新規	Information technology-JPEG AI learning-based image coding system : Core coding system	TD93R1/Plen
29	Q6/21	T.815 v3 (ISO/IEC 15444-16 v3)	第3版	Information technology-JPEG 2000 image coding system : Enhanced encapsulation of JPEG 2000 images into ISO/IEC 14496-12	TD45R1/Plen
30	Q7/21	F.743.30 (H.CCVS)	新規	Architecture for cloud computing platform supporting a video surveillance system	TD35R2/Plen
31	Q7/21	F.747.16 (F.3D-DDSReqs)	新規	Requirements for 3D machine vision-based surface defect detection service of industrial products	TD36R2/Plen
32	Q7/21	F.743.29 (F.MGSReqs)	新規	Requirements and framework of model generalization system in intelligent video surveillance	TD37R2/Plen
33	Q9/21	F.740.11 (F.CAR-reqs)	新規	Requirements and framework of cloud-based augmented reality systems	SG21-TD79R2/PLEN
34	Q9/21	F.743.32 (F.FMDAV)	新規	Framework for multimedia data asset valuation	SG21-TD80R2/PLEN
35	Q9/21	F.743.31 (F.DADOCM)	新規	Requirements for multimedia data asset development and operations	SG21-TD81/PLEN
36	Q9/21	F.742 (V2)	第2版	Service description and requirements for distance learning services	SG21-TD82R1/PLEN
37	Q11/21	H.222.0 13818-1 Amd.1	修正版	Information technology-Generic coding of moving pictures and associated audio information : Systems : Codec parameter clarifications and other improvements	TD90R1/Plen
38	Q12/21	F.751.24 (H.DLT-AGFAS)	新規	Framework and requirements for authorization services based on distributed ledger technology	TD85R1/Plen
39	Q12/21	F.751.23 (H.DLT-TFI)	新規	Framework and requirements for distributed ledger technology interoperability	TD86R1/Plen



40	Q12/21	F.751.27 (H.DLT-DAS)	新規	Framework for distributed ledger technology based multimedia data asset service	TD87/Plen
41	Q12/21	F.751.25 (H.DLT-SGDRF)	新規	Framework and requirements for distributed ledger technology-based smart grid demand response	TD88R1/Plen
42	Q12/21	F.751.26 (H.DLT-ESSS)	新規	Framework and requirements for distributed ledger technology-based energy storage sharing systems	TD89R2/Plen
43	Q13/21	F.740.9 (F.IPTV-VRSReqs)	新規	Requirements for enabling VR services based on IPTV architecture	SG21-TD46R1/Plen

(*) 括弧内は勧告草案時の名称を示す。(**) TD○○○の正式名称は、SG21-TD○○○/PLEN。

■表3. 前会合で凍結 (determine) され今回承認 (decide) された勧告のリスト

No	課題	勧告/文書名	版数	タイトル	参照
1	Q7/21	F.743.27 (ex F.IVSP-PGI)	新規	Requirements and framework of intelligent video surveillance platform for power grid infrastructure	TD32R1-PLEN
2	Q7/21	F.743.28 (ex F.RIIS-CEC)	新規	Functional framework and requirements for intelligent inspection system based on cloud-edge-device collaboration in smart grids	TD33R1-PLEN

(*) 括弧内は勧告草案時の名称を示す。(**) TD○○○の正式名称は、SG21-TD○○○/Plen。

■表4. 今会合で承認された (agreed) その他の文書

No	課題	勧告/文書名	版数	タイトル	参照
1	Q6/21	H.Sup21 (ex H.SUP-FGST) (twin ISO/IEC TR 23002-9) (Supplement)	新規	Film grain synthesis technology for video applications	TD44R1/Plen
2	Q21/21	JSTR.atssc-imatv (Technical Report)	新規	ATSC 3.0 and 1.0 integrated-MATV system over digital terrestrial television broadcasting	TD55/PLEN

(*) TD○○○の正式名称は、SG21-TD○○○/PLEN

■表5. 次回のSG21会合までに開催予定の専門家会合及びWP会合^(*)(敬称略)

専門家会合

課題	日時	場所	議題	連絡先
16/21	4月8日 (10:00-11:00)	e-meeting	J.cloud-game-trrの議論	Xin Zhang (xin.zhang@skyworth.com)
	6月6日 (10:00-11:00)			
17/21	4月29日 (9:30-10:45)	e-meeting	J.DVCS.spec, J.DAS-REQ等の議論	Mr. TaeKyoan KIM (tkkim@etri.re.kr)
	6月19日 (9:30-10:45)			
	8月8日 (9:30-10:45)			
18/21	5月15日 (9:30-12:30)	e-meeting	Q18/21の今後の作業項目のブレンスティングほか	Qiong YAO (yaoqiong@drft.com.cn)
19/21	6月6日 (9:30-11:00)	e-meeting	加入者管理システムの潜在的な作業項目の進捗の議論	Yanhua Niu (niuyanhua@abs.ac.cn)
20/21	6月5日 (9:15-11:00)	e-meeting	AI活用テレビシステムの潜在的な作業項目の議論	Feng Ouyang (ouyangfeng@abs.ac.cn)
21/21と 14/21の 合同会議	6月23日 (9:00-11:00)	e-meeting	J.sup11-rev, J.cable-rf-to-ip及びJ.ibs-reqの議論	河村 圭 (ki-kawamura@kddi.com)
22/21	6月25日 (9:30-11:30)	e-meeting	J.DRMVA-rbst, J.VAA及びJ.BDPの議論	Han-Seung KOO (koohs@etri.re.kr)



1/2	6月	e-meeting	停滞している作業項目、その他既存作業項目の議論	Avinash Agarwal (avinash.70@gov.in)
2/2	3月初め	e-meeting	既存の作業項目及び新規作業項目の議論	Masahito Kawamori (kawamori@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)
	4月3日－6日	ジュネーブ/WHO	セーフリスニング	
	5月初め	e-meeting	既存の作業項目及び新規作業項目の議論	
	6月初め	e-meeting		
	8月末	e-meeting		
3/21	4月25日	e-meeting	既存の作業項目及び新規作業項目の議論	Hong (Norman) Chen (norman_chen2020@163.com)、 ShiZhong Xu (xsx@uestc.edu.cn)
	6月25日	e-meeting		
4/21	4月25日	e-meeting	F.FDHC, F.EDMS等の議論	Miran Choi (miranc@etri.re.kr)
	6月25日	e-meeting	F.FLDH, F.FW-AGQAなどの議論	
5/21	6月3日－4日	e-meeting/CAICT	既存の作業項目、ワークショップ及び新規作業項目の議論	WANG Yuntao (wangyuntao@caict.ac.cn)
	8月5日－6日	e-meeting/CAICT	既存の作業項目、ワークショップ及び新規作業項目の議論	
6/21& JVET	3月25日－4月4日	e-meeting	既存勧告の維持管理、要求条件の検討、JTC1/SC29との共同作業など。	Gary Sullivan (gary.sullivan@dolby.com)
	6月26日－7月4日	Daejeon (韓国) (MPEG & JPEG共済)	既存勧告の維持管理、要求条件の検討、JTC1/SC29との共同作業など。	
7/21	7月	e-meeting (TBD)	既存作業項目、ロードマップ、ワークショップ及び新規作業国目の議論	Yuan Zhang (China Telecom)、 Haitao Zhang (Beijing University of Posts and Telecommunications)
8/21	6月－7月	日本	既存の作業項目、新規作業項目及び今後の計画の議論	今中秀郎 (h.imanaka@nict.go.jp)
9/21	6月	e-meeting (TBD)	既存の作業項目、新規作業項目及びコンセンスト対象文書の議論	Miaoqiong Wang (wangmiaoqiong@caict.ac.cn)
10/21	5月後半または6月前半	中国 (TBD)	既存の作業項目、新規作業項目及び中間会合でのコンセンスト対象文書 (F.VG-DS) の議論	山本秀樹 (yamamoto436@oki.com)
	8月または9月	e-meeting	既存の作業項目、新規作業項目及び10月会合でのコンセンスト対象文書 (F.PB-ADS-DV, H.MVIS) の議論	
12/21	5月または6月初旬	e-meeting	Progress on the on-going work items, new WIs	Kai Wei (weikai@caict.ac.cn)、 Liangliang Zhang (liangliang.zhang@huawei.com)
13/21	6月	e-meeting (TBD)	既存の作業項目及び新規作業項目の議論	Chuanyang Miao (miao.chuanyang@zte.com.cn)、 Sarra Rebhi (rebhi.sarra@telediffusion.net.tn)、 Xin Shen (shenxin_sx@migu.chinamobile.com)

WP会合

WP	日時	場所	議題	連絡先
2/21	7月	ジュネーブ	F.MEMgt, F.MESaffraの合意	山本秀樹 (yamamoto436@oki.com)
4/21	7月	ジュネーブ	F.VG-DSの合意、新規作業項目の合意	Shin-Gak Kang (sgkang@etri.re.kr)、 今中秀郎 (h.imanaka@nict.go.jp)

(*) 上記以外に追加で開催される場合や中止の場合もあるので、詳細は以下を参照。

専門家会合 : <https://extranet.itu.int/meetings/ITU-T/T25-SG21RGM/SitePages/Welcome.aspx>

WP会合 : <https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2025-2028/21/Pages/default.aspx>



2. 主要な成果

2.1 全体

今回はSG21の最初の会合であり、WP構成、WPの役職者（議長、共同議長、副議長）及び各課題のラポータ、ア

ソシエトラポータが承認された。会合中の議論でWP3の名称にメディア信頼性の追加が決定された。各WPと課題の名称を表6に示す。なお、表6には前会期のSG9とSG16の対応する課題番号をつけている。

■表6. SG21の課題・WP構成

課題番号、WP番号	名称	前会期課題番号
PLEN	Plenary (全体)	
Q0/21	Coordination and planning (調整と計画)	Q10/9、Q1/16
WP1/21	Integrated broadband and cable television systems (ブロードバンドとケーブルテレビの統合システム)	
Q14/21	Guidelines for developing countries to implement and deploy digital cable television networks (開発途上国がデジタルケーブルテレビネットワークを導入・展開するためのガイドライン)	Q4/9
Q15/21	Software frameworks and architectures for advanced content distribution services over integrated broadband cable networks (統合ブロードバンドケーブルネットワーク上での高度なコンテンツ配信サービスのためのソフトウェアフレームワークとアーキテクチャ)	Q5/9
Q16/21	Functional requirements for terminal devices of the integrated broadband cable network (統合ブロードバンドケーブルネットワークの端末機器の機能要件)	Q6/9
Q17/21	Transmission control and interfaces (MAC layer) for IP and/or packet-based data over integrated broadband cable networks (統合ブロードバンドケーブルネットワーク上のIP及び/またはパケットベースデータの伝送制御及びインタフェース (MAC層))	Q7/9
Q18/21	The Internet protocol (IP) enabled multimedia applications and services for cable television networks enabled by converged platforms (融合プラットフォームが実現するケーブルテレビネットワーク向けのインターネット・プロトコル (IP) 対応マルチメディア・アプリケーションとサービス)	Q8/9
Q19/21	Requirements, methods, and interfaces of the advanced service platforms to enhance the delivery of audiovisual content, and other multimedia interactive services over integrated broadband cable networks (統合ブロードバンドケーブルネットワーク上でのオーディオビジュアル・コンテンツ及びその他のマルチメディア・インタラクティブサービスの提供を強化するための高度サービスプラットフォームの要件、方法及びインタフェース)	Q9/9
Q20/21	AI-enabled enhanced functions over integrated broadband cable network (統合ブロードバンドケーブルネットワークによるAI対応機能強化)	Q3/9
Q21/21	Transmission and delivery control of television and sound programme signal for contribution, primary distribution and secondary distribution (配給、一次配信、二次配信のためのテレビ・音声番組信号の伝送・配信制御)	Q1/9
Q22/21	Methods and practices for conditional access and content protection (条件付きアクセスとコンテンツ保護の方法と実践)	Q2/9
WP2/21	Multimedia digital services and human aspects (マルチメディア・デジタル・サービスと人間的側面)	
Q1/21	Multimedia system, service and application accessibility for digital inclusion (デジタルでの包摂性のためのマルチメディア・システム、サービス、アプリケーションのアクセシビリティ)	Q11/9、Q26/16
Q2/21	Multimedia framework for digital health applications (デジタルヘルスアプリケーションのためのマルチメディア・フレームワーク)	Q28/16
Q3/21	Digital culture-related systems and services (デジタル文化関連システム・サービス)	Q23/16
Q4/21	Human factors for intelligent user interfaces and services (知的なユーザーインタフェースとサービスのためのヒューマンファクター)	Q24/16
WP3/21	Media authenticity, processing and AI-enabled applications (メディアの信頼性、処理、AI対応アプリケーション)	
Q5/21	Artificial intelligence-enabled multimedia applications (人工知能対応マルチメディア・アプリケーション)	Q5/16
Q6/21	Visual, audio and signal coding (ビジュアル、オーディオ、信号コーディング)	Q6/16
Q7/21	Intelligent visual systems and services (インテリジェント・ビジュアル・システムとサービス)	Q12/16
WP4/21	Infrastructure for multimedia systems, services and applications, including metaverse (メタバースを含むマルチメディア・システム、サービス、アプリケーションのためのインフラストラクチャー)	
Q8/21	Immersive live experience systems and services (没入型ライブ体験システムとサービス)	Q8/16
Q9/21	Multimedia framework, applications and services (マルチメディア・フレームワーク、アプリケーション、サービス)	Q21/16
Q10/21	Vehicular multimedia communications, systems, networks, and applications (車載マルチメディア通信、システム、ネットワーク、アプリケーション)	Q27/16



Q11/21	Multimedia systems, terminals, gateways and data conferencing (マルチメディア・システム、端末、ゲートウェイ、データ会議)	Q11/16
Q12/21	Multimedia aspects of distributed ledger technologies and related services (分散型台帳技術と関連サービスのマルチメディア的側面)	Q22/16
Q13/21	Multimedia streaming-related systems and services including content delivery, application platforms and end systems (コンテンツ配信、アプリケーションプラットフォーム、エンドシステムを含むマルチメディアストリーミング関連システム及びサービス)	Q13/16

SG21内の課題をまたいでの議論のために3つのアドホックグループが設置された。1つ目は、メタバースに関するAHG-MVであり、SG16で設立されたグループの継続である。SG21内でのメタバースの議論を監視するとともにメタバースに関する新規課題設立に関する議論を行う。議長は韓国のShin Gak Kang氏が継続する。2つ目は、日本から提案した将来の課題構成を検討するアドホックグループである。このグループでは将来に向けて課題の統廃合や課題のToRの変更を議論する。設立期間は2年であり、議長はSG21議長の中国のNoah Luo氏が務めることになった。3つ目は、コード化されたマルチメディアの信頼性に関するアドホックグループである。このグループは次回2025年10月のSG21までに、既存の技術調査を行う。ドイツのThomas Wiegand氏が議長、中国のXin Kang氏と米国のIraj Sodagar氏が副議長を務める。

2.2 メタバースについて

AHG-MVでは、メタバースに関する新規Questionを作成する提案、TSAGで各SGに割り振られたフォーカスグループ・メタバース (FG-MV) の成果文書に沿った新規作業項目の設立提案及びWTSA-24で採択されたメタバースに関する決議に沿ったJCAメタバースのToRに関する提案が議論された。メタバースの課題設立に関しては、前回同様、今回も合意に至らなかった。SG21に割り振られたFG-MVの出力の議論は、アクセシビリティに関するものを除いてはQ9/21で議論することになった。それに応じてQ9/21のToRにメタバースに関する追記を行うことが合意された。アクセシビリティに関する議論はQ1/21で行われる。今回Q9で3件とQ1で2件の新たなメタバースに関する作業項目設立が承認された。WTSA-24で新たに制定されたメタバースに関する決議では、TSAGの下に様々な標準機関のメタバースの標準化の調整を行うJCAメタバースを作ることが決まった。そのJCAメタバースのToR案が、日本及び韓国の寄書を基に議論された。結果はTSAGにリエゾンとして送付された。今回のAHG-MVはTSAG後の2025年7月に開催が予定され

ている。

2.3 ビデオ・静止画、音声の符号化 (Q6/WP4)

JPEG (JTC1/SC29/WG1) と共同の静止画の圧縮に関して、動画や音声のデジタルデータ化のための規格ISO/IEC 14496-12のオブジェクトにJPEG 2000の静止画をカプセル化するための標準ITU-T T.815 | ISO/IEC 15444-16 Ed.3とニューラルネットワークによる学習を用いて静止画を圧縮する標準のITU-T T.840.1 | ISO/IEC 6048-1が承認された。フィルムグレインに関する技術文書H.Sup-FGSTを合意した。ISO/IEC JTC1/SC29/WG2とWG5との共同作業として、Beyond VVC (H.266) に関するユースケースと要求条件の文書を更新した。JVETとの共同作業中のITU-T H.265 (V11)、H.266 (V4)、H.274 (V4) の承認は次回会合 (2025年10月) を予定している。

2.4 AIとマルチメディア (Q5/WP4)

AI生成コンテンツに関するフレームワークと要求条件の勧告 (F.748.57) と生成AIを利用したマルチメディア・アプリケーションの技術的要件と評価方法の勧告 (F.748.56) の2件の凍結と16件のコンセント承認がなされた。新規作業の開始提案は、19件承認された。

2.5 映像監視・知的映像システム (Q7/WP4)

前回凍結された2件は承認された。今回、ビデオ監視システムをサポートするクラウド・コンピューティング・プラットフォームのアーキテクチャの勧告 (F.743.30)、3Dマシンビジョンを用いた工業製品の表面欠陥検出サービスの要件の勧告 (F.747.16)、インテリジェントビデオ監視におけるモデル汎化システムの要件とフレームワークの勧告 (F.743.29) が承認された。5件の新規作業項目の開始が合意された。ISO/IEC JTC1/SC29/WG1 (JPEG) との間で、イベントベースの画像標準化に関するアドホックグループを設立することに合意した。



2.6 超臨場感 (Q8/WP4)

今会合では、既存文書7件に対して進捗があった。新規勧告草案の提案、承認はいずれも0件であった。日本からのメタバースアーキテクチャの新規作業項目提案はQ8でも議論されたが、AHG-MVの決定に従ってQ9の作業項目となった。

2.7 マルチメディアフレームワーク、アプリケーション、サービス (Q9/WP4)

13件の新規作業項目が承認され、4件の作業項目が承認された。すなわち、クラウドベースの拡張現実システムの要件とフレームワーク (F.740.11)、マルチメディア・データ資産評価のフレームワーク (F.743.32)、マルチメディア・データ資産の開発と運用に必要な要件 (F.743.31)、遠隔ラーニング・サービスの内容と要件 (F.742 (V2)) である。

2.8 車両通信と車載マルチメディア (Q10/WP4)

5件の新規作業項目が承認された。そのうち1件は中間の専門家会合で合意されたものである。過去に郵便投票と審議の結果、勧告にはならなかった車載ゲートウェイプラットフォーム上の遠隔運転サービスの要求条件に関する技術文書FSTP.VGP-RDSreqesは、Q10及びWP4では合意されたがブレナリでの合意が得られなかった。2件の勧告承認の提案の寄書が議論されたが、2件とも合意されなかった。うち1件は中間のWP4会合での承認を目指すことになった。

2.9 マルチメディア・システム、端末、ゲートウェイ及びデータ会議 (Q11/WP4)

地上デジタル放送やIPTVで使用されている映像の多重化の標準であるITU-T H.222.0 | ISO/IEC 13818-1の新しい改訂が承認された。既存の勧告草案2件、ゲートウェイ制御プロトコル：パケットゲートウェイのクラウド化と、マルチメディアQoS/QoE向上のための協調アーキテクチャについては、作業の中断が合意された。

2.10 分散型台帳技術とサービス (Q12/WP4)

5件の勧告草案が承認された。すなわち、分散型台帳技術に基づく認可サービスのフレームワークと要件 (F.751.24)、分散型台帳技術の相互運用性のためのフレームワークと要件 (F.751.23)、分散型台帳技術に基づくマルチメディア・データ資産サービスのフレームワーク (F.751.27)、分散型台帳技術に基づくスマートグリッド・デマンドレスポンスの

フレームワークと要件 (F.751.25) 及び分散型台帳技術に基づくエネルギー貯蔵共有システムのフレームワークと要件 (F.751.26) である。4件の新規作業項目の成立が合意された。

2.11 マルチメディアストリーミング、コンテンツ配信と端末 (Q13/WP4)

IPTVアーキテクチャに基づくVRサービスの実現要件に関する勧告 (ITU-T F.740.9) が承認された。1件の新規作業項目の設立が合意された。8件の勧告草案F.CDN-AINW, H.ILMTS-arch, H.IPTV-EASarch, H.CDN-MECptl, H.AMR-ARCH, H.IPTV-TDES.7, F.CDN-SCreqs, F.IMTS-reqsの進捗があった。

2.12 アクセシビリティ (Q1/WP2)

新規勧告、農村部や家庭外環境におけるアクセシブルな移動可能通信システムに関する要求事項 (F.792) が承認された。5件の作業項目の進捗があった。3件の新規作業項目の成立が合意された。

2.13 デジタルヘルス (Q2/WP2)

2件の新規勧告、超高精細画像を用いた遠隔医療システムの測色に関する要求事項 (F.780.6) と、産業保健サービスプラットフォームの要件と枠組み (H.862.8) が承認された。8件の既存の作業項目の進捗があった。メタバースを含む新規勧告草案6件の設立が承認された。国連機関の世界健康機構 (WHO) に続いて国連労働機関 (ILO) と労働環境に関するデジタルヘルス適用を今後議論するための協力体制の構築に向けたリエゾンが送付された。

2.14 デジタルカルチャ (Q3/WP2)

1件の新規勧告、文化データ注釈の要件と手順 (F.740.10) が承認された。3件の既存作業項目の進捗があった。4件の新規勧告草案の設立が合意された。うち1件は中間会合で合意されたものである。

2.15 知的インタフェースとサービス (Q4/WP2)

1件の新規勧告、ヒューマンファクターを考慮した災害情報提示のためのメタデータ (F.760.3) が承認された。5件の既存勧告草案F.ECHO, F.FDHC, F.FLDH, F.EDMS及びF.FW-AGQAの進捗があった。



2.16 途上国のデジタルケーブルネットワーク導入のガイドライン (Q14/WP1)

1件の新規作業項目の成立が合意された。1件の作業項目、ITU-T勧告に基づくケーブルネットワーク向けデジタルテレビサービス導入ガイドラインの進捗があった。合意された既存の勧告草案は0件だった。

2.17 ケーブルネットワーク上のコンテンツ配信 (Q15/WP1)

2件のケーブルネットワーク領域におけるSMSシナリオに関する寄書に関連するグループ、Q16、Q19及びQ22との間で議論した。今後の方向性として他の標準化団体が行っているSTBのAPIや、IPTVの端末の標準化を扱っているQ13との協調作業の検討を行う。

2.18 ケーブルネットワーク上の端末の機能要件 (Q16/WP1)

既存のクラウドゲーミング・スマートターミナルの能力フレームワーク-要件に関する勧告草案の進捗があった。将来AIチップを搭載したSTBに関して、IPTVの端末の標準化を扱っているQ13との協調作業の検討を行う。

2.19 ケーブルネットワーク上のデータの伝送制御 (Q17/WP1)

2件の既存の勧告草案、IPベースのスマート・デジタル・オーディオ・サービスの要件と、IPベースのデジタルビデオコンバージェンスサービスの仕様に関して進捗があった。1件の新規作業項目の提案が合意された。1件の作業項目の検討中止が合意された。

2.20 ケーブルネットワーク向けIP対応マルチメディア・アプリケーション (Q18/WP1)

1件の補足文書、コンバージド・メディア・クラウドにおけるオーディオビジュアル・メディアのためのマイクロサービス・アーキテクチャの使用例 (J Supplement 14) が合意された。ITU-T J.1305とJ.1306の訂正版の作業項目の成立が合意された。

2.21 ケーブルネットワーク上の高度サービスプラットフォーム (Q19/WP1)

1件の新規勧告、クラウドゲームサービスに必要なインフ

ラアーキテクチャ (J.1312) が承認された。新規勧告草案の提案はなかったが、加入者管理システムの潜在的な課題を検討すべきという意見が出された。3件のリエゾンを送出した。

2.22 ケーブルネットワーク上のAI対応機能強化 (Q20/WP1)

6件のリエゾンの議論を行った。既存の作業項目に関する進捗はなかった。次回のSG21までに1回の中間会合を予定している。

2.23 テレビ番組及び音声番組信号の伝送及び配給制御 (Q21/WP1)

1件の新規勧告、ワイヤレス・ローカル・エリア・ネットワークを使用した携帯機器へのデジタル・テレビジョン及びオーディオビジュアル・コンテンツの二次配信に関する機能要件 (J.157) が承認された。1件の技術文書、地上デジタル・テレビ放送におけるATSC 3.0及び1.0統合MATVシステム (JSTR.atssc-imatv) が合意された。

2.24 ケーブルテレビの限定アクセスとコンテンツ保護 (Q22/WP1)

2件の新規勧告草案、映像・音声コンテンツ配信のためのデジタル著作権管理-システム・アーキテクチャ (J.1041) と、ビデオ及びオーディオコンテンツ配信のためのデジタル著作権管理-顧客 (J.1042) とが承認された。1件の既存の勧告草案の進捗があった。

3. 並行して開催された会議

本会合と並行して、以下の会議が開催された。

- ・SG21とISO/IEC JTC1/SC29との共催のワークショップ「未来のビデオ・コーディング-高度な信号処理、AI、標準規格」(1月17日)
- ・ITU-T JCA-AHF (1月22日)、IRG-AVA (1月21日)
- ・JVET (1月14日から22日)

4. おわりに

今回の会合は、SG9とSG16の統合後の最初の会合であったが、大きな問題もなくスムーズに会議は進行した。次回の会合は、2025年10月6日から17日にジュネーブで開催される。今後も日本からの積極的な提案が期待される。

大阪・関西万博における「Beyond 5G ready ショーケース」の開催について

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

うめだ しょう
梅田 翔

1. はじめに

総務省は、次世代情報通信基盤であるBeyond 5Gの実現に向けて、2024年8月に「AI社会を支える次世代情報通信基盤の実現に向けた戦略―Beyond 5G推進戦略2.0―」を公表し、各種施策を推進している。本戦略に基づく取組みの一環として、大阪・関西万博の開催期間中、Beyond 5Gに関する我が国の取組みを世界に情報発信する催事「Beyond 5G ready ショーケース」を総務省が主催する。以下で、本催事について紹介する。

2. 「Beyond 5G ready ショーケース」の概要

総務省は、次世代情報通信基盤であるBeyond 5Gによって実現される未来の社会・生活のイメージについて、「Beyond 5G ready ショーケース」として、大阪・関西万博に来場される幅広い層の方々を対象にリアリティや没入感を重視した体験機会を提供する。併せて、Beyond 5Gに関連する我が国の研究開発や最先端技術の展示を行い、国際連携や標準化活動での仲間作りや社会実装・海外展開等を更に推進する。図1は本催事のキービジュアルである。未来の都市をイメージしたものであり、本催事のコンテンツや開催地である大阪のランドマークが背景となっている。

開催概要は以下のとおりで、大阪・関西万博の会場に入場いただければ、本催事への参加のための事前予約は必要ない。

- 【主催】 総務省
- 【会場】 EXPOメッセ「WASSE」《North》
- 【開催地】 大阪・夢洲（大阪府大阪市）
- 【最寄駅】 大阪Metro中央線「夢洲駅」



■図1. Beyond 5G ready ショーケースのキービジュアル

【期間】

〈会場催事〉2025年5月26日（月）～6月3日（火）

10：00～21：00

※最終入場は20：00まで

会場レイアウトは図2のとおり、大きく3つのゾーンに分かれており、それぞれの内容について以下で紹介する。



■図2. 会場レイアウト

2.1 ZONE1 プロローグシアター

図3に示すとおり、180度のパノラマスクリーンを使ったダイナミックな映像演出を用い、通信の歴史からBeyond 5G



■図3. ZONE1のイメージ

がもたらす未来への変遷を“生活者視点”の共感性ある内容で分かりやすく紹介する。

2.2 ZONE2 未来都市エリア+技術体験ブース

Beyond 5Gがもたらす未来都市空間を疑似体験できるエリア。未来の社会や生活のイメージについて、リアリティや没入感を重視した疑似体験ができる。以下では3コンテンツを例示して紹介する。

① リモートムーンオペレーション

地球と月面の間での遠隔作業は、距離に起因する通信の遅延時間が大きいことから、ある種のスムーズさが求められるタスクにおいては大きな困難が伴うことが想定される。この困難さは高速・大容量化といった従来型の通信の性能向上のみでは解決することができないが、Beyond 5Gが実現した未来では、デジタルツインやAIの活用により操作者に遅延を感じさせない遠隔作業が可能となることが期待できる。

リモートムーンオペレーションでは、VRゴーグルを活用して、地球から月面基地のロボットをスムーズに遠隔操作することによる月面作業の疑似体験ができる。イメージは図4のとおり。



■図4. リモートムーンオペレーションのイメージ

② HAPSリカバリー

非地上系ネットワークは、海や空、宇宙に至るすべてを多層的につなげるものであり、自然災害をはじめとする非常時等に備えた通信手段としても有用である。非地上系ネッ



■図5. HAPSリカバリーのイメージ

トワークの1つであるHAPSについて、総務省においては、関連する通信技術の研究開発の支援や国内導入に必要な制度整備等に取り組んでいる。

HAPSリカバリーでは、タブレットを用いて災害により通信が途絶した地域にHAPSを操縦して通信の復旧を行う疑似体験ができる。イメージは図5のとおり。

③ オーシャンクリーニング

海中では電波が伝わりにくいため、地上にしながら海中ロボットをリアルタイムに遠隔操作したり、動画などの大容量データを転送したりすることは現在の技術では難しい。しかしながら、Beyond 5Gが実現した未来では、非地上系ネットワークや水中の光無線通信等により、陸地から海中でのロボットの遠隔操作や動画伝送が可能となることが期待できる。

オーシャンクリーニングでは、地上から海中ロボットを遠隔操作し、海中を観察するとともに海洋環境の維持を行う疑似体験ができる。イメージは図6のとおり。



■図6. オーシャンクリーニングのイメージ

2.3 ZONE3 Beyond 5G開発技術の展示

ZONE3では、総務省・国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）のBeyond 5G基金事業等により、現在開発中の技術の現状や今後の展望等をパネル展示や映像、実機を用いて紹介する。イメージは図7のとおり。



■図7. ZONE3のイメージ



■展示予定の開発技術 ※【 】内は研究主体

- ①オール光ネットワークで未来のインフラを支える（オール光ネットワークの共通基盤技術）

【NTT・KDDI・富士通・NEC・楽天モバイル】

複数事業者間の光ネットワークを接続するために必要な共通基盤技術の研究開発。

- ②AIとNTNを活用した基地局の省電力化技術

【NICT】

人流分析やインフラ状況等に基づいて無線基地局の省電力化を実現する技術の研究開発。

- ③今だけ・ここだけ・あなただけ—デジタルツインサービス実現技術—

【NICT】

ミリ波・テラヘルツ超スポット無線通信×時空間同期技術による遠隔拠点の「超瞬間」事象を高分解能に同期観測する～今だけ・ここだけ・あなただけ～サイバー空間活用サービスに向けた研究開発。

- ④水中・海洋における新しい通信技術

【九州工業大学・パナソニックホールディングス】

海中・水中において「IoT環境」（様々なデバイスやセンサーがインターネットにつながる環境）を実現するための通信技術の研究開発。

- ⑤携帯電話圏外でも見通し外でドローンを制御できる自営網通信技術

【NICT】

携帯電話が届かないエリアが多い災害現場や山奥、海上等で活躍するドローンなどの空モビリティを主な対象として、安全・安心に運用できる無線通信技術の開発。

- ⑥空飛ぶ基地局HAPSでつながる超広域通信

【Space Compass・NTTドコモ・NTT・スカパー JSAT】

成層圏を飛行するHAPSを用いて離島や山間部等の通信エリア化が難しい場所でもモバイルネットワークを実現するための研究開発。

- ⑦宇宙・空・海・地上をつなぐ三次元宇宙通信ネットワーク

【NICT】

衛星、HAPS（高高度プラットフォーム）、ドローン、船舶、地上系ネットワークを電波や光でつなぎ、3次元の宇宙通信ネットワークを構築するための研究開発。

- ⑧安定した通信を支える 宇宙天気予報技術

【NICT】

非地上系ネットワーク（NTN）に必要な不可欠な低軌道衛

星や地上・衛星通信等に影響を与える太陽フレアなどの宇宙天気現象について、現況把握と予報を行い、ユーザーに分かりやすく提供する技術開発。

- ⑨サイバー攻撃観測・分析システム「NICTER」

【NICT】

NICTERはインターネット上で発生する無差別型攻撃をリアルタイムに観測・分析するシステム。インターネット上で起こっている現象を俯瞰的に把握し、新たな脅威の発見や対策の導出につなげる研究開発。

- ⑩人間拡張・遠隔作業支援システム

【東京大学・TOPPAN】

三次元空間の情報伝送を通じてリアルタイムな共同作業を実現する支援基盤の実現に向けた研究開発。まるで遠隔地の現場にいるかのように、空間情報を共有することができる技術の開発。

3. バーチャル催事について

大阪・関西万博の会場にお越しいただけなかった方や、来場後にも本催事を再度体験していただけるよう、Web上でのバーチャル催事も開催予定である。2025年5月26日から10月13日までパソコンやスマートフォンを通じて本催事のコンテンツを簡易体験することが可能である。バーチャル催事のイメージは図8のとおり。



■図8. バーチャル催事のイメージ

4. おわりに

Beyond 5Gの実現に向けた戦略に基づく取組みの一環として総務省が主催する「Beyond 5G ready ショーケース」の概要を紹介した。本稿を読まれた方のうち一人でも多くの方に体験いただけると幸いである。

ITUAJより

編集後記

年度が改まってから、早くもひと月が経ちました。

ITU-Tでも新たな研究会期が始まっています。

トピックスでは、WTSA-24を経て日本からITU-T Study Groupの議長・副議長に就任されました皆様へのインタビューを、2号にわたりお伝えします。

そして、本号の特集はCES2025レポートです。

今回は米国ICT業界の展望についてもご紹介いただくことができました。また出展者レポートとしては、日本の企業3社から、製品・サービスをご紹介いただきました。現場へのより実用的な対応を可能にする技術の解説、CESでの反応についても報告されています。

どうぞご精読ください。

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 成瀬 由紀 総務省 国際戦略局

〳 谷内 正登 総務省 国際戦略局

〳 青野 海豊 総務省 総合通信基盤局

〳 小林 伸司 国立研究開発法人情報通信研究機構

〳 山本 浩司 日本電信電話株式会社

〳 中山 智美 KDDI株式会社

〳 大山 真澄 ソフトバンク株式会社

〳 薮 拓也 日本放送協会

〳 酒見 美一 通信電線線材協会

〳 長谷川一知 富士通株式会社

〳 森 正仁 ソニーグループ株式会社

〳 神保 光子 日本電気株式会社

〳 中平 佳裕 沖電気工業株式会社

〳 阿藤 友紀 一般社団法人情報通信技術委員会

〳 三木 啓嗣 一般社団法人電波産業会

〳 山崎 信 一般社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター

顧問 相田 仁 東京大学

〳 新 博行 株式会社NTTドコモ

〳 田中 良明 早稲田大学

編集委員より

旅費法が改正されて

総務省 国際周波数政策室

おおの かいほう
青野 海豊



2025年4月に改正旅費法が施行されました。旅費に関する規定の改正は約40年ぶりとのことです。このページをお読みになっている方の中には、ニューヨークへの旅費が非常に高額で国家公務員は赤字で出張しているといったニュースを見聞きしたかもしれません。

私が2024年に海外出張した際には、ITUの本部があるジュネーブへの出張では、19,300円/日が宿泊費として支給されました。いままでは、この中でやりくりをしようとする〇〇バジェットであるとか、ITU本部まで通勤に1時間近くかかるようなホテルから通わざるを得ないところでした。幸か不幸かサバイバル精神が鍛えられた若手職員（私を含め）が数多くいたと思います。

日本ITU協会のHPには「ジュネーブに安く泊まるには」といった記事があり、その記事の第1章には「目指せ150スイスフラン以下」とあります。「150スイスフランでは既に赤字だ・・・」と2022年に初めてジュネーブに出張したときに感じたことも懐かしい限りです（当時のレートは135円/スイスフラン程度でした）。その記事における「以前は日本代表団関係者に長年愛用されているホテル」であったり、コロナ前によくジュネーブ出張をしていた（総務省の）前任がおすすめするホテルの値段を見ると絶句することもありました。

今回の改正でジュネーブであれば上限38,000円で実費精算が可能となります。2025年4月のRAG-32会合への出張に当たっては、初めて値段をギリギリと吟味することなくホテルの予約をすることができました。しかしながら、ジュネーブでは時計の展示会などイベントが発生すると途端にホテル代金が上がります。ITUの事務局でも開催時期を配慮しているようですが、タイミングが悪いと一泊150スイスフラン程度のホテルが一泊600スイスフラン（10万円超え。2025年4月現在。）を超えるような日もあり、いまだにジュネーブの物価の高さに驚きを隠せません。実費支給の上限設定も絶妙でコロナパン駅周辺の設備がきちんとしているビジネスホテルだと若干オーバーしてきます。また、支給上限が上がっても支出できる総額があります。神経質になる度合いは少し下がりますが、数字とのにらめっこは続いていきそうです。

ITUジャーナル

Vol.55 No.5 2025年5月1日発行／毎月1回1日発行

発行人 吉田 博史

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 宮下英一、石田直子、加藤慶子

編集協力 岩城印刷株式会社

©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