



# ジャーナル 8

Journal of the ITU Association of Japan  
August 2023 Vol.53 No.8

トピックス

**スペースX社によるスターリンクサービス  
—限界を超える悠久の中の日常—**

特集

**メタバース今後の展望**

メタバースの概要と最近の動向

デジタルツインとの融合による産業・都市領域への応用

インターバース・サービスの市場形成戦略と国際標準化戦略

メタバースからCPSへ：仮想空間の企業での活用に向けて

ITU-T FGメタバース第1回会合報告

スポットライト

**KDDI「認定Starlinkインテグレーター」に**

会合報告

**ITU-R: CPM23-2 (WRC-23準備会合)**

**ITU-T: SG15 (伝送、アクセス及びホーム網のためのネットワーク技術と基盤設備)**

**APT: ASTAP会合、WTSA準備会合**



大文字山

2023



トピックス

第55回世界情報社会・電気通信日のつどい記念講演

スペースX社によるスターリンクサービス 一限界を超える悠久の中の日常一

3

Ms. Lauren Dreyer

特集

メタバース今後の展望

メタバースの概要と最近の動向

8

中村 裕彦

デジタルツインとの融合による産業・都市領域への応用

12

小宮 昌人

インターバース・サービスの市場形成戦略と国際標準化戦略

16

持丸 正明

メタバースからCPSへ：仮想空間の企業での活用に向けて

20

金子 雄介

ITU-T FGメタバース 第1回会合報告

25

今中 秀郎

スポット  
ライト

KDDI「認定Starlinkインテグレーター」に

29

福井 裕介／長里 天羽

会合報告

第2回WRC-23準備会合(CPM23-2)結果報告

33

総務省 総合通信基盤局 電波部 電波政策課 国際周波数政策室

ITU-T SG15 2022-2024年会期 第2回Geneva本会合結果報告

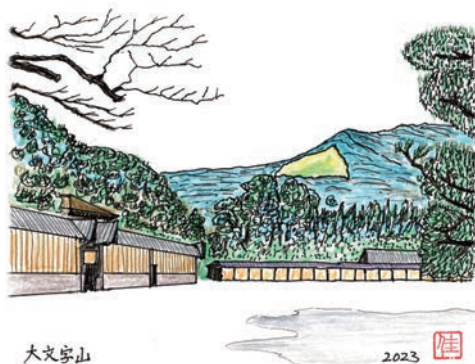
38

村上 誠／近藤 芳展／寒河江 悠途／胡間 遼

第35回ASTAP総会及び第1回APT WTSA-24準備会合の結果報告

45

重野 誉敬



【表紙の絵】

NPO法人次世代エンジニアリング・イニシアチブ 理事 池田佳和

●大文字山（京都市左京区）

京都御苑から東山を眺めると孟蘭盆に送り火を行う三角形の草原が見える。大文字の火床は如意ヶ嶽の山頂近くにある。銀閣寺北側からの登山道が登りやすく、京都市街地がよく見渡せる。なお、この行事を「大文字焼き」などと口走ると、地元民に軽蔑されるのでご注意ください。

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。



# スペースX社によるスターリンクサービス —限界を超える悠久の中の日常—

スペースX社 スターリンクビジネスオペレーションズ  
ヴァイスプレジデント（講演時 シニアディレクター）

ローレン ドライヤー  
Ms. Lauren Dreyer



## 1. はじめに

私は、スペースX社で過去16年間スペースXチームが素晴らしい業績を上げたその場所に居た。また、過去3年間はスターリンクの開発に携わり、インターネット接続により人々の生活が改善されることを目の当たりにしてきた。今日は、スペースX社について、スターリンクのアプリケーションについて、そして主にスターリンクを使用して、仕事や遊びの場面においてどのように境界を広げているのかについて、ユーザーのストーリーとエピソードを紹介したい。

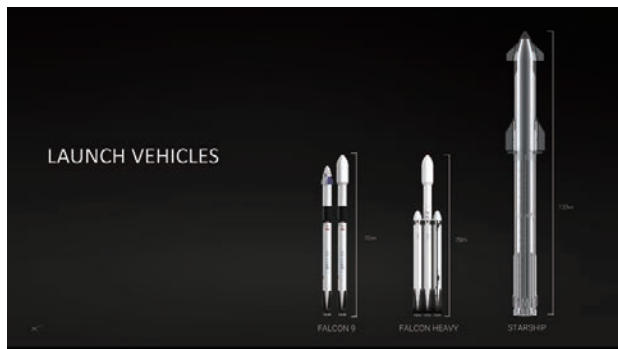
## 2. スペースX社について

過去20年間にわたり、スペースX社はロケットと先進的な宇宙船の設計、製造、試験、打ち上げを行ってきた（図1）。

ファルコン9は、フェアリング内のドラゴン宇宙船や衛星と共に、軌道上の国際宇宙ステーションやその他の目的地まで、官民を問わず宇宙飛行士を運ぶことができる。その



■ 図1. 設計、製造から打ち上げまで（記念講演資料内の動画から）



■ 図2. 打ち上げロケット（左から ファルコン9、ファルコンヘビー、スターシップ）

姉妹機であるファルコンヘビーは、3つのファルコン9コアを利用し、現在世界で最も強力な打上げロケットとして運用されている（図2）。ファルコンプログラムでは、これまでに220回以上の打ち上げ、200回以上の着陸、160回以上の再飛行を実施してきた。スターシップは、飛行試験中の次世代機で、完全に再利用可能であり、火星や太陽系の他の目的地へ人類を運ぶことができる。

私たちは、これらのロケットや宇宙船の開発や、軌道上で運用した経験のすべてを、スターリンクの設計と打ち上げに応用してきた。現在、スターリンク衛星は4,000基以上打ち上げられ、従来、信頼性が低く利用できなかった場所、手ごろな価格で利用できなかった場所に、高速低遅延インターネット接続を提供している。

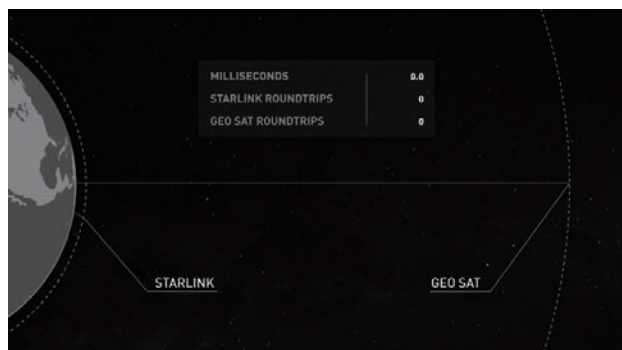
## 3. スターリンクについて

### 3.1 世界初の低軌道衛星による低遅延インターネット

ITU事務総局長は、人類の3分の1がオフラインのままであり、さらに多くのユーザーが基本的な接続しか持っていないと述べた。これは複雑な問題であり、解決するには、接続の可能性だけでなく、それを可能にする手段と利用するための知識も必要である。

接続するにはデバイスが必要だが、それは問題解決のための最小限のもので、接続するための環境が必要なのだ。COVID-19の大流行は、デジタルデバイドを浮き彫りにした。接続性を確保しなければ、教育や職業面で遅れをとってしまう事態である。米国で子供たちがファストフードレストランの駐車場に駐車して宿題をしている話を読んだことがある。Wi-Fi接続ができるのはそこだけだからである。また、マレーシアでは、18歳の少女がオンライン試験を受けるために、より良い電波を得ようと木に登っていた。

スターリンクは、人々が接続できる場所の可能性を広げている。60基ほどのスターリンク衛星が、1台のファルコン9ロケットに搭載されて打ち上げられ、軌道上で展開される。スターリンク衛星（群）を1回打ち上げるごとに、世界各地のコンステレーションに毎秒1テラビットの容量が追加される。2023年には、約8日おきにスターリンクミッションを打ち上げる予定であり、つまり、8日ごとに、毎秒1テラビットの容



■図3. 従来の衛星インターネットと低軌道衛星

量が追加されることになる。

スターリンクは世界で初めて低軌道でブロードバンドインターネットを提供する低軌道衛星コンステレーションであり、高度約550kmで動作する。従来の衛星インターネットは単一の静止衛星を使用し、その約60倍にあたる高度35,000kmで動作するので、静止衛星に信号が到達して地球に戻るまでには、600ミリ秒程度の遅延が発生する（図3）。これに対し、スターリンクは地球低軌道で運用されているので、ストリーミングビデオ通話やオンラインゲームに必要な低遅延を実現することができるのである。

2020年10月に米国で『Better than nothing Beta』という名のサービスを開始した。その後、現在では50か国以上、7大陸すべてで150万人以上の顧客がいる。

しかし、スターリンクのユーザー数は、実はもっと多いのだ。ここ日本では、平均すると1世帯2人のユーザーがおり、学校や公民館で使われるような場合は数百名が接続されることから、実際のスターリンクのユーザー数はかなり多くなる。

### 3.2 容易な設置と頑丈な設計

従来は、高速で低遅延な接続をどこかで実現しようとすると、重い機材が必要でかなり大規模なプロジェクトになり、多くの資金と長い年月が必要だったが、スターリンク機器は、カヌーやバックパックにも入る大きさだ。また、セットアップのための専門家のサポートは不要で、接続するWi-Fiルーターも含めて必要なものはすべて箱に入っている。空が良く見える屋外に設置すると、自動で方向が決まり、数分後には接続が可能になるのである。同僚のところでは、6歳の息子が設置したそうだ。

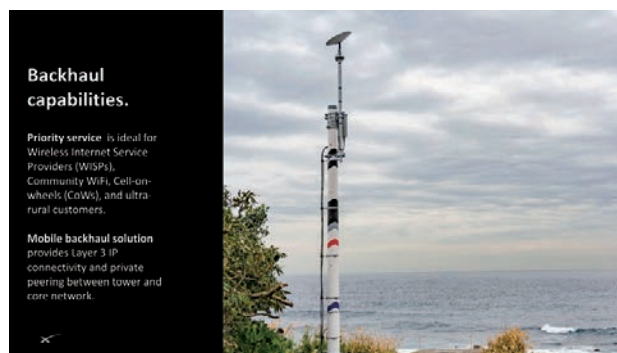
また、スターリンクは非常に頑丈に設計されている。寒さと風が吹きすさぶ南極の極限環境での運用時も、ロケットに搭載され19万ポンド（約85万ニュートン）以上の推力を発生する自律型宇宙港やドローン船への着陸時も、スターリンクは最も過酷な条件に耐えられるよう設計されている。

ロケット着陸運用に、自社スターリンク回線を使用している。以前は、最も高額な他社の通信サービスを使用していたが、運用のためのデータやビデオ用接続は、おおむね許容範囲レベルだった。しかし、スターリンク回線の使用開始により、接続性が大幅に向上し、運用の精度が向上したと報告されている。

### 3.3 様々なシーンに対応できるパフォーマンス

スターリンクでは、海上のどこにいても接続性が向上し、配備中の生活の質も大きく改善されたと報告されている。特に、スターリンクは、オンラインゲームに要求されるような激しい状況下でも、場所を選ばずパフォーマンスを発揮できるようにした。『フォートナイト チャプター3』（オンラインゲーム）のフィナーレでは、スペイン、ブラジル、スコットランド、ここ日本など、世界中の数か所でスターリンクが使用された。100時間以上のゲームと50時間以上のストリーミングに使用され、平均遅延は20～30ミリ秒だった。

スターリンクは、自宅やオフィスで固定して使用することもできるが、キャンプや陸上の捜索救助車、電車、ボートなどの移動中、どこでも使用することができる。また、航空機内でも使用でき、機内接続が可能だ。



■図4. KDDIモバイルバックホールのタワー

スターリンクは、バックホール機能によって、より多くの人々にサービスを提供することができる。スターリンクは2つのレベルのサービスを提供している。プライオリティサービスは、ワイヤレスインターネット、サービスプロバイダー、コミュニティWi-Fi、そしてルーラルエリアのコミュニティなどに最適なサービスである。

また、モバイルバックホールも提供している。KDDIは、その最初の顧客の1つである。図4は2022年12月に初島（静岡県熱海市）に初めて設置されたものの写真である。都市部並みの良好な通信をルーラルエリアのユーザに提供するために、今後全国で約1,200のタワーを設置予定と聞いている。KDDIがこの技術で実施しようとしていることがとて



も楽しみだ。

## 4. さらなる接続の拡大

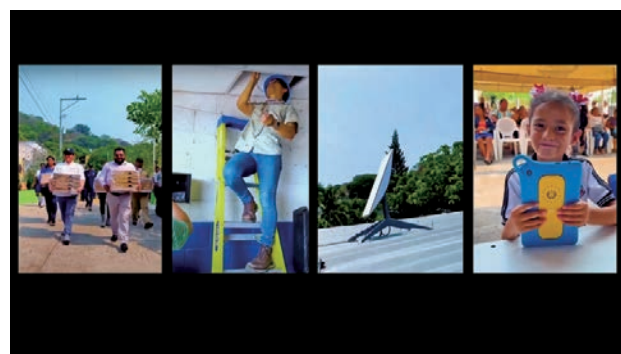
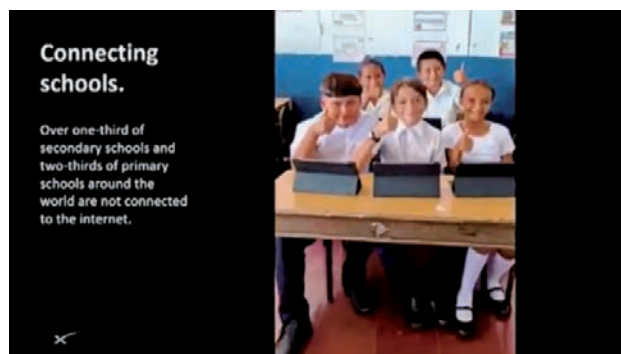
### 4.1 グローバル接続

インターネットは地球上に存在しており、最終的にはそれに接続するための地上インフラが必要である。しかし、2021年9月以降に打ち上げられたスターリンク衛星には、衛星間通信を可能にする光衛星間リンクが搭載されており、地上のインフラへの依存を大幅に減らし、真のグローバル接続を可能にしている。

昨年秋に日本でサービスを開始した後、ある日本のプロガーがスターリンクを3つの離島に持ち込んでテストし、最後に「成功した」と宣言したと聞いている。日本のどこにいても、空が見えれば、インターネットに接続することができる。そのため、海底ケーブルがダウンした場合のバックアップ機能として、捜索や救助に役立つ可能性がある。また、緊急時の対応など、様々な場面で活用できる。

### 4.2 学校への導入事例

世界中の学校の3分の1から3分の2以上にインターネット接続がない。スターリンクの導入は、このギャップを解消するための官民一体の素晴らしい取り組みである。その1つの事例がエルサルバドルだ（図5）。



■ 図5. エルサルバドルの学校へスターリンクを導入（記念講演資料内の動画から）

また、チリの学校のコネクティビティプロジェクトも行った。この学校は、100人ほどのコミュニティの中にあるが、山間部のため、水路でしかアクセスできない。スターリンクが設置される前は、住民は窓から身を乗り出したり、生徒はボートに乗って電波を確保していた。今は学校にスターリンクが設置され、時間外にはコミュニティ接続もされている。

メキシコでは、スターリンクは10校の学校を支援しており、合計で4,300人以上の生徒がいる。また、ブラジルでは、後で話すポラリス・プログラムが100校を接続している。ルワンダでは、トニー・ブレア財団が50校を接続しているが、これをさらに大きくするための支援を行っている。

その国でスターリンクのサービスが利用できるようになると、学校への接続プログラムなど、様々な形で恩恵を受けることができる。

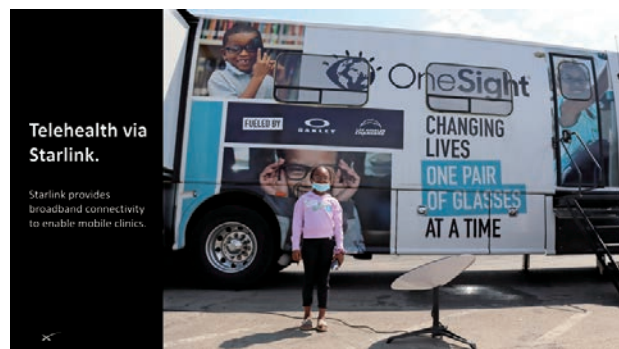
### 4.3 健康関連の応用事例

コミュニティをつなぐ素晴らしい取り組みもある。メキシコでは、インターネット・パラ・トドス（Internet for All）プログラムにより、わずか数か月で100万人が接続された。これらのコミュニティには、1コミュニティあたり平均340人の人々が住んでおり、3,400のコミュニティにスターリンクが導入されたことにより、100万人が接続されたことになる。

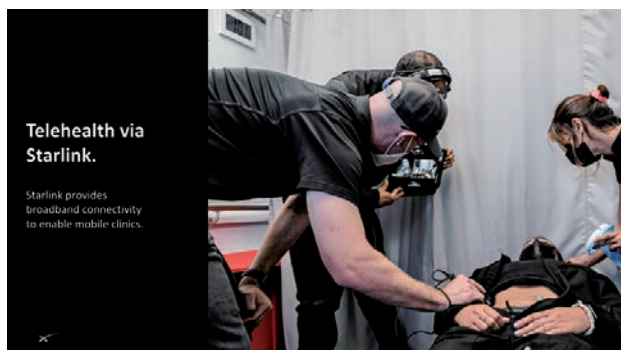
また、アメリカやカナダなど各地で、先住民族を対象としたコミュニティ・プロジェクトも行ってきた。そして、ファースト・ネーション・テレヘルス・スターリンクを使用することにより、非常に素晴らしいことが可能になる。

あるサイトでは、スターリンクを使用することで、眼科検査結果のアップロードと、処方箋のダウンロードが可能になり、個人向けにその場でメガネを3つ、3Dプリントできるようにしている（図6）。

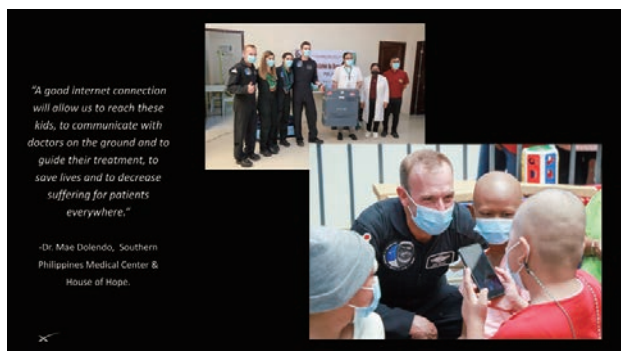
また、スターリンクは遠隔での超音波診断を可能にし、あらゆる場所で利用できる（図7）。ポラリス・プログラムは、ペルー、チリ、ブラジル、そしてフィリピンで、セント・ジュー



■ 図6. 移動眼科



■図7. 超音波検査



■図8. ポラリス・プログラム

ド・ネットワークを通じて診療所を接続している（図8）。この現地で対応している人の何人かは、宇宙飛行士だ。彼らはポラリス・プログラムの一環として飛行した宇宙飛行士たちだが、人類の宇宙飛行を進化させるために活動しただけではなく、小児がんを減らすために、この地球上でも活動しているし、必要な場所に接続を生み出すこともしている。

今回のケースでは、彼らは、スターリンクをフィリピンの小児がん患者を治療するクリニックに持ち込んだ。これにより、医師同士のコミュニケーションが可能になり、より多くの研究が行われるようになり、結果として、患者に喜びをもたらし、苦しみを軽減することにも役立っている。

#### 4.4 探索と救助のサポート

スターリンクは探索や救助もサポートできる。想像してみてもいい。友人3人と一緒に、ガラパゴスとフランス領ポリネシアの間を航海していて、3,100海里的の旅の半分以上を過ぎたところでクジラに衝突し、ヨットが沈みかけている。あなたはイリジウムで救難信号を発信し、救命ボートに乗り込むが、誰が助けに来てくれるだろうか。

この場合、最初に到着したのは、実は別のヨットであった。10隻のレクリエーションボートがレースのために近くにいて、たまたまスターリンクを載せていたので、スターリンクを介



■図9. 陸上と海上のブロードバンド接続をフル活用

してフェイスブックやワッツアップを使用し、組織的に連絡を取り合って救命ボートの場所を特定した。そして4人の船員を救出することができ、その礼として、スターリンクにも大きな謝意を示された（図9）。

さて、沿岸警備隊も救難信号を受信し、最終的には同様の対応をしたと思う。しかし、このケースでは、最初に到着できたのは、スターリンクを使った人々だった。この話を聞いた時、信じられない思いだった。このようなスターリンクの使い方を想像すらしていなかったのだ。だが、この話を聞き、このコミュニティや他の同様のユーザーに、より良いサービスを提供するための計画を立ち上げた。ユーザーがスターリンクをどのように仕事に取り入れているかを見るのは、いつも刺激的だ。

緊急時の対応は、実に興味深いスターリンクの応用例だ。図10では、オーストラリアで洪水に対応する人たちが、他のものより少し大きい高性能のスターリンクの箱を持っているのが見える。彼らはたまたま既にスターリンクを持っていたので、それをすぐに洪水の現場に持ち込むことができた。

これは唯一のケースではない。米国での山火事、ドイツでは洪水、ニュージーランドとバヌアツではサイクロン、トンガでは恐ろしい火山への対応として、スターリンクは、初期対応者と全体的な対応に当たる人たちの接続を確立する

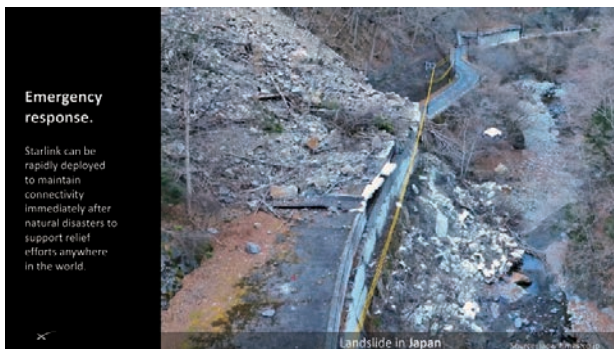


■図10. 緊急時の対応にスターリンクを運ぶ



ために使われており、人々が友人や家族とつながり、無事を知らせることもできる。このような場合、スターリンクは現地になく、持ち込まなければならないことが多い。緊急時や危機的状況において、物流が非常に難しくなることはご想像いただけると思う。可能な限り最良のシナリオは、誰かが既に手元にスターリンクを持っていて、15分ほどの非常に短いセットアッププロセスで接続を確立したり、救助車両に搭載して外出先で持ち運ぶことができる場合である。

日本（埼玉県秩父市）では、KDDIなどがスターリンクの革新的な利用を企画した。災害直後に、スターリンクを使用したドローンの遠隔自律飛行を利用し、毎週の物資の配達を支援することができたとのことだ（図11）。母親としては、もし、食料品店からオムツや粉ミルクなどの物資がなくなったら、かなりパニックになったであろうし、このような状況でこのようなものが手に入ることに感謝していたと思う。スターリンクを活用して、この重要なサービスを提供している人たちに敬意を表したい。



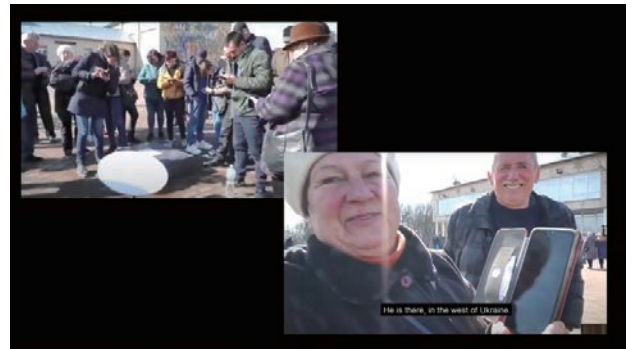
■図11. 災害直後に接続性を維持

## 5. おわりに

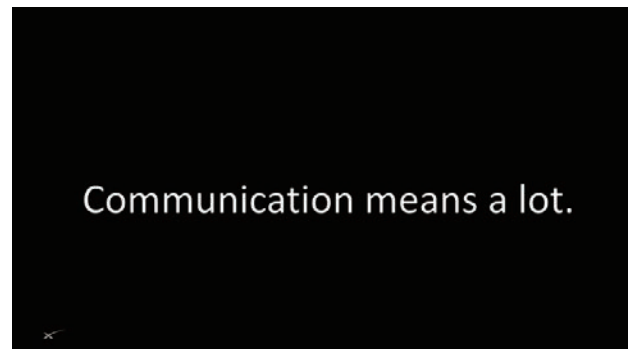
スターリンクは、ウクライナで現在も使用されている。そして、多くの感動的な話を今も聞き続けている。

侵略者に占領され、通信が遮断されたコミュニティがある。友人や家族は、占領期間中彼らの運命を知ることができなかったが、解放された後に撮影されたビデオでは、家族と連絡を取り合う人々を見ることができた。

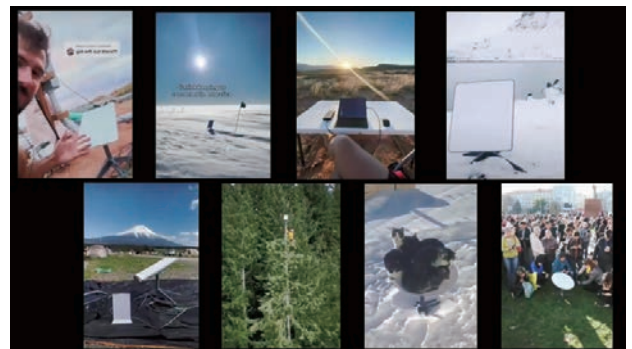
ここでの裏話は、コミュニティが解放された時、彼らはパンを求めて列を成し、またスターリンクによる通信を求めて列を成したということだ（図12）。また、何百人ものスペースXの従業員が、ウクライナでの接続をサポートするために対応した。そして、情報の自由な流れが継続していることを確認し、大変感動した。ビデオの最後に、女性が「コミュニケーションはたくさんの意味がある」と言っていた（図13）。



■図12. スターリンクによる家族、友人とのコミュニケーション（記念講演資料内の動画から）



■図13. Communication means a lot.



■図14. 様々なスターリンクの利用例（記念講演資料内の動画から）

この言葉には本当に心を打たれた。

ユーザーは、様々なスターリンクを利用しており、毎日驚かされる。今後新しい利用法を見るのを楽しみにしている（図14）。

※本記事は、第55回世界情報社会・電気通信日のつどいにおいて、英語で行われた記念講演を、日本ITU協会が日本語の記事に編集したものです。

記念式典及び記念講演の様子は、当協会ホームページにて動画で公開しています。

[https://www.ituaj.jp/?page\\_id=29514](https://www.ituaj.jp/?page_id=29514)

## メタバースの概要と最近の動向

株式会社三菱総合研究所 先進技術センター 主席担当部長

なかむら ひろひろ  
中村 裕彦



### 1. メタバースとは

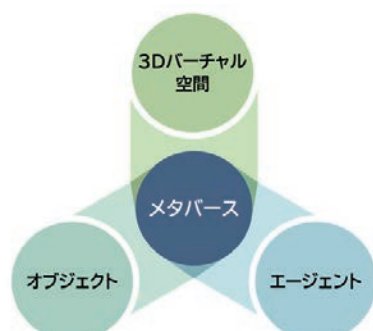
メタバースは1992年に刊行されたSF小説「スノウ・クラッシュ」で初めて使われた造語である。以後、ゲーム・アミューズメント業界を中心に広く使われるようになった。

2000年代初頭には、「セカンドライフ」などの先駆的なメタバース商業サービスが始まったが、当初期待されたほどの盛り上がりにはならなかった。当時の計算機性能や通信性能では多くのユーザの期待に応えることができなかったためである。

近年、技術の進展により、このようなハードウェアに関わる問題は大幅に緩和し、メタバースの構築・運用に必要なコストは大きく低下した。高い没入感で楽しむためのVRデバイスなども比較的安価に出回るようになった。

2021年、META（旧Facebook）やMicrosoftなどが、オンラインコラボレーションツールとしてのメタバースサービスをアナウンスし、ビジネス活用の可能性が世間に広く認知されるきっかけとなった。また、メタバースとNFT（Non-Fungible Token：非代替性トークン）を組み合わせ、投機対象として活用する動きも現れた。

このような経緯により、メタバースという語は広く認知されるようになったが、その定義は人・立場により異なるため、現時点で統一的な見解は存在しない。



■図1. メタバースの基本要素

例えば、メタバースの定義としてMatthew Ballが2020年にコラム中で言及した7つの条件（①永続性、②同期性（ライブ性）、③同時接続数の制限なし、④経済性、⑤境界が存在しない、⑥相互運用性、⑦幅広い企業・個人による貢献）\*1が著名であるが、この条件に合致するメタバースは現時点で世界のどこにも存在しない。一方、メタバースはVR等のリブランディングであるというシンプルな見方もある。

我々は、メタバースを構成する最小の要素は何か、という観点から様々な定義を検討し、「バーチャル空間のうち、複数のエージェント（アバター）と操作可能なオブジェクト（アバター以外の構造物）を含む共有空間」とした。

現在の情報処理・情報通信インフラには、巨大なメタバースをストレスなく動かすような能力はないため、目的に応じて、オブジェクトの精緻化や内部構造の再現を優先するか、エージェントの機能や表現力を優先するか、メリハリをつけて開発を進める必要がある。

バーチャル空間における時間の取扱い方も、利用目的に応じて変化する。バーチャル世界での生活やイベント参加、他者とのコミュニケーションには、空間内の時間経過が一定でなければならない。一方、バーチャル空間を、未来予測など、様々なシミュレーションや訓練の場として使用する場合、時間の巻戻しや特定の時間帯のスキップ、時間の加速・減速などの操作が必須となる。

これらの関係性を使って、様々なメタバースを応用型マップとして表すことができる（図2）\*2。この図において、左右軸は、オブジェクトとエージェントの精緻化・表現力の相対的な重視度に着目した軸である。オブジェクト重視型では、オブジェクトの緻密さや再現性などが重視され、エージェント（アバター）の表現は相対的に簡易となる。逆に、エージェント重視型では、アバターがどのような表現力を持つかが重視される。

上下軸は3Dバーチャル空間内の時間に着目した軸であ

\*1 Matthew Ball, “The Metaverse: What It Is, Where to Find it, and Who Will Build It” (2020.1.13) : <https://www.matthewball.vc/all/themetaverse> (2023年5月12日閲覧)

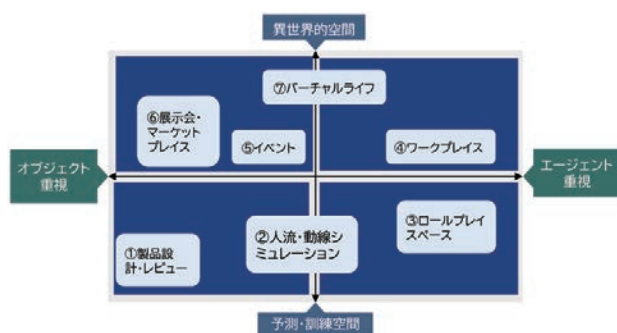
\*2 中村裕彦「メタバースの概要と展望 第1回：メタバースの基本要素と7つの応用型」(2022.4.15) : <https://www.mri.co.jp/knowledge/column/20220415.html> (2023年5月12日閲覧)



る。下方は、可変時間もしくは時間の概念が含まれないバーチャル空間であることを意味し、上方は一定の速度で流れる固定的な時間を用いるバーチャル空間であることを意味する。

このマップ上で、メタバースの応用型を7つに類型化できる。技術的な発展の経緯から見ると、①②は産業利用が既に大きく進展している3D CADの延長線上のメタバース応用型、③④はオンラインコミュニケーションツールの延長線上のメタバース応用型、⑤⑥⑦は大規模オンラインゲームの延長線上のメタバース応用型といえる。

応用目的により、それぞれのメタバースの特徴は異なる。例えば、①の場合、オブジェクトは精緻である必要があるが、アバターは基本的に不要で、各人の視点などが分かる矢印型程度のエージェント機能があれば事足りる。一方、④の場合は、自然な本人の表情やジェスチャーを表現できるような精緻なアバターが求められる。なお、⑦の究極がMatthew Ballの7条件を満たすメタバースとなる。



■ 図2. メタバースの7つの応用型

## 2. メタバースへのアクセス：視聴と没入

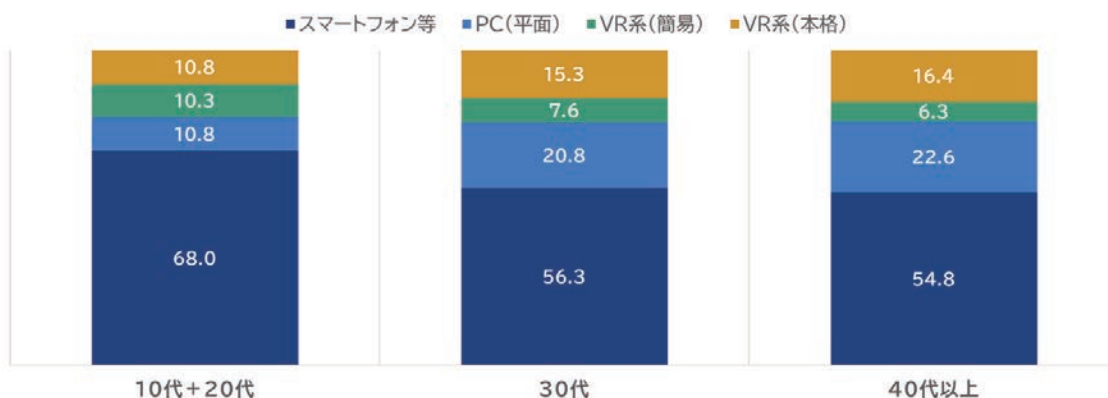
メタバースへの主要アクセス方法は、スマホ・タブレットなどのモバイルデバイスによるもの、PCなどの平面ディスプレイによるもの、VR-HMDのような没入感の高いデバイスによるものに大別される。前2者は「視聴型」バーチャル空間へのアクセス、後者は「没入型」バーチャル空間へのアクセスである。

当社は2022年12月に10,000名を対象にインターネットアンケートを行った（後述）が、その際にユーザのメタバースへのアクセス方法を確認したところ、スマホやタブレットなどが約6割、PCが約2割となった。VR HMDでの没入型アクセスは、簡易型HMDを含めても2割程度であった（図3）。

「視聴型」のアクセスと「没入型」のアクセスでは、ユーザの体験価値が異なる。この差を明らかにするため、視聴型3D空間、没入型3D空間について、オブジェクトに関する項目、エージェントに関する項目の比較を行った（表1）。なお、3Dのバーチャル空間を使用しない2D表現（既存のバーチャルオフィスなどで活用される）も比較の対象とした。

■ 表1. バーチャル空間へのアクセスタイプの比較\*3

| 比較項目         | 2D表現                 | 視聴型3D空間             | 没入型3D空間            |
|--------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| オブジェクト関連     |                      |                     |                    |
| リアル物体との対応関係  | △<br>抽象度が低い          | ○<br>対応関係が明確        | ○<br>対応関係が明確       |
| サイズ・位置関係の表現  | △<br>限定的             | ○<br>相対的表現          | ○<br>絶対的表現         |
| 外観・関係性の表現    | △<br>限定的             | ○<br>リアル相当          | ○<br>リアル相当         |
| エージェント関連     |                      |                     |                    |
| 自身とアバターとの関係性 | △<br>間接的             | ○<br>間接的            | ○<br>直接的           |
| 身体動作         | △<br>コマンドベース         | ○<br>コマンドベース        | ○<br>コマンド+身体動作     |
| 感情表現（非言語）    | △<br>抽象的（ピクトグラムの）    | ○<br>コマンドベース（様式化表現） | ○<br>リアル環境の非言語表現類似 |
| 空間的再構成に必要な変換 | 2段階<br>（3D変換+スケール変換） | 1段階<br>（スケール変換）     | 変換不要               |
| 自己投影のイメージ    | ボードゲーム的（駒）           | 人形劇的（操り人形）          | 舞台演劇的（演技者）         |



■ 図3. 国内ユーザのメタバースへのアクセス方法

\*3 中村裕彦「「V-Tec/メタバースの活用に向けて」第1回 アクセス方法で変わるメタバース体験」(2023.6.16)：  
<https://www.mri.co.jp/knowledge/column/20230616.html> (2023年6月16日閲覧)



## 【オブジェクトに関する項目】

2D表現と比較すると、リアルな物体との対応関係、外観や関係性の表現ともに3D空間の方が具体的である。視聴型と没入型の最大の差異は、サイズ・位置関係の表現にある。視聴型の場合、リアル物体とはサイズ・位置関係ともに異なる（相似的）であるが、没入型の場合、リアルと同等の表現になる（合同的）。

## 【エージェントに関する項目】

自身とアバターとの関係性、身体動作ともに、2D表現と視聴型3D空間には大差がないが、没入型ではより直接的なものになる。感情表現という点では、2D表現が抽象的（ピクトグラムの）であるのに対し、視聴型ではコマンドベースであるがより具体的な表現になる。没入型の場合、リアルな表現との類似性がより高まる。

オブジェクトやエージェントを認識するためには空間を脳内で再構成する必要があるが、このために必要な変換は2D表現では2段階（3D化＋スケール変換）、視聴型3D空間では1段階（スケール変換）である。没入型3D空間では変換不要となるため、リアルな環境とのシームレスな融合が可能となる。

エージェントへの自己投影のイメージで言えば、2D表現がボードゲーム的であるのに対し、視聴型3D空間では人形劇的、没入型3D空間では舞台演劇の演技者的になる。

メタバースサービスを考える上では、これら、アクセス方法（表現方法）の差異を十分に認識して、それぞれの体験価値を最大化させるような仕組みを構築することが重要になる。

## 3. リアル/バーチャルが融合したメタバースへの拡張

メタバースが注目を集めるにつれ、その定義も拡大している。例えば、ポケモンGOで著名なNiantic社（2021年）は、リアルワールドメタバースとして、リアルとバーチャルが融合した空間としてのメタバースを提唱している。当社も2021年からリアル/バーチャルの融合した拡張メタバースとして「リアルバース」を提唱している\*4。

原義のメタバースにならって定義すると、リアルバースは、「リアル空間と接続されたバーチャル空間と、複数のリアル・

バーチャルのエージェントと、操作・改変可能なリアル・バーチャルのオブジェクトを含む共有空間」となる。オブジェクト、エージェント、バーチャル空間から構成される点は原義のメタバースと同様であるが、オブジェクト、エージェントとも、リアルな物理的実体を持つものと、バーチャルなものの両方から構成される点が異なる。物理的実体があるものを「アトム型」、バーチャルなものを「ビット型」として、メタバース（原義）とリアルバースを比較した\*5。

■表2. リアルバースの定義

| 区分     |                   | メタバース | リアルバース |
|--------|-------------------|-------|--------|
| オブジェクト | ビット型(バーチャルオブジェクト) | ○     | ○      |
|        | アトム型(リアルオブジェクト)   |       | ○      |
| エージェント | ビット型(アバター)        | ○     | ○      |
|        | アトム型(物理アバター+他者)   |       | ○      |
| 3D空間   | バーチャル3D空間         | ○     | ○      |
|        | リアル3D空間           |       | ○      |

少なくとも当面の間、バーチャルな効果は視覚と聴覚に限定される。この制限は原義のメタバースでもリアルバースでも変わらない。ただし、リアルバースの場合、バーチャルな効果に加え、視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚などについて、リアルな実体による効果として活用できることが大きな利点となる。これらリアルな効果にバーチャルな効果を融合することで、体験価値を大幅に向上させることができる。特に重さと硬さの感覚はリアルな作業の学習には必須であることから、技能伝承などへの広範なリアルバース応用が期待される。

一方、この重さと硬さはリアルバースの大きな制約にもなる。原義のメタバースには重さも硬さもないので、空を飛ぶことも瞬間移動も簡単である。他者と同一の空間を複数の人が占めることも、自身の外見を全く別の外見に変えることも自在である。リアルバースには、このような自由さはない。

また、メタバースに比べ、リアルバースでは、スケールアップやスケールダウンに時間や費用がかかる。これは、環境変化への即応力という点で欠点であるが、競合の参入が困難になる点や完全な模倣が困難である点などで利点にもなる。

このように、メタバースとリアルバースはどちらが優れているというものではなく、目的に応じて使い分けるべきもの

\*4 「三菱総合研究所、2030年代のCX（コミュニケーション・トランスフォーメーション）に関する研究成果を発表」（2021年10月29日）：  
<https://www.mri.co.jp/knowledge/column/20211029.html>（2023年5月12日閲覧）

\*5 「2030年代、メタバースの産業利用が社会課題を解決」（2022年11月22日）  
<https://www.mri.co.jp/knowledge/column/20221122.html>（2023年5月12日閲覧）



であり、どちらかが過渡期的なものであるとか、どちらかが不完全なものであるということではない。

表3に、原義のメタバースとリアルバースの主要な特徴を比較して示す。

■表3. リアルバースとメタバースの比較

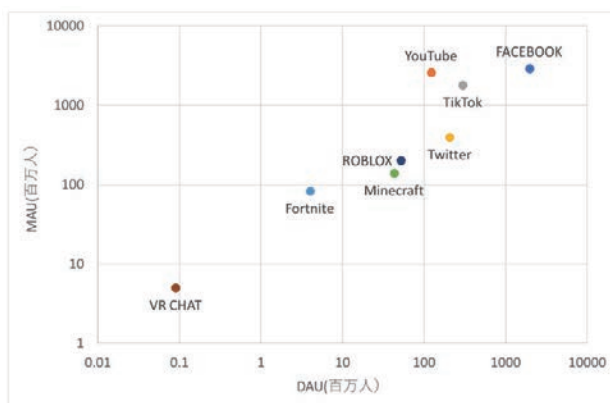
| 比較項目                 | メタバース(原義)、バーソナルバース        | リアルバース             |
|----------------------|---------------------------|--------------------|
| 基本法則                 | ルール(数学)ベース                | 物理法則ベース            |
| 時間・空間制約              | 自由度大。瞬間移動や空中浮遊なども可能       | 自由度小。物理現象に支配       |
| スケールアップ/ダウン          | 自在。必要に応じて自在に拡大・縮小が可能      | 現実の物質に依存するため容易ではない |
| 身体性                  | 分人的。多様な身体性を持つことが可能        | 物理的実体からの極端な逸脱は困難   |
| 味覚・嗅覚等の化学的感覚         | 少なくとも当面は困難(脳への直接的相互作用が必要) | 物理的実体との間では成立       |
| 重さ・硬さ等の接触に基づく感覚・皮膚感覚 | 少なくとも当面は困難(脳への直接的相互作用が必要) | 物理的実体との間では成立       |
| 発展の方向性               | 新たな世界の構築・創造(バーチャルライフ)     | 実在世界の拡張・富化         |

#### 4. メタバースのユーザ規模と認知状況

様々な情報媒体が発信しているユーザ数に関する情報から、様々なオンラインプラットフォームのユーザ数のオーダーを可視化した(図4)。この図は両対数グラフであり、横軸が1日あたりのアクティブなユーザ数(DAU)、縦軸が月間アクティブユーザ数(MAU)である。それぞれのプラットフォームで、集計期間が異なっているが、すべて2021年～2022年の全世界のユーザ数として公表された値を用いている。

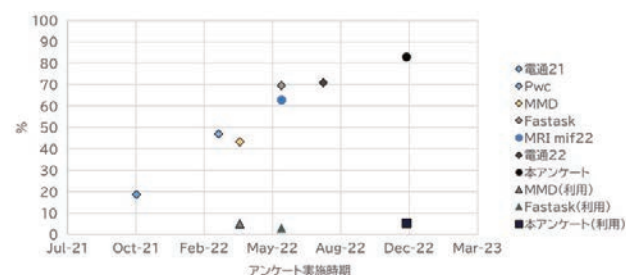
この図から、代表的な視聴型メタバース的サービスとして知られているROBLOXやMINECRAFT、Fortniteといえども、FACEBOOKやTikTokなどに比べると1桁～2桁程度ユーザ数が少ないことが分かる。

VR CHATは、VR HMDでアクセスする没入型のメタバースサービスの中では、ユーザ人口が多いプラットフォームとして知られているが、Fortniteなどよりもさらに2桁少ない。



■図4. 各種オンラインプラットフォームのユーザ規模比較

日本国内におけるメタバースの認知状況や利用状況について、当社が2022年12月に実施した10,000人アンケート(回答者年齢:16歳から89歳、男性5,000名、女性5,000名)並びに、毎年6月に実施している生活者市場予測システム(mif)の2022年データ及び他機関の公開情報を活用し、認知率や利用率の経時変化を分析した結果を紹介する\*6(図5)。



■図5. 国内のメタバース認知状況と利用状況

メタバースの認知率は増加傾向を維持しており、2022年12月で83%に達しているが、利用率は5%程度にとどまっている。なお、図3に示したとおり、利用者の8割程度が視聴型のアクセスであることから、没入型でメタバースにアクセスしているユーザ数は全回答者の1%程度となる。この比率を単純に全国民に拡大すると、没入型のメタバースの体験者は日本全体でも高々100万人のオーダーであることになる。

#### 5. 今後の展望

メタバースの概要と現状について、現時点での状況を概観した。近年、情報処理、情報通信リソースは格段の進歩を遂げたが、いまだ多くのユーザが満足できるレベルのメタバースには至っていない。今後の技術的進歩が順調にいったとしても、没入型のメタバースが本格的に普及するのは2030年代になると予想される。

リアルバース応用については、急速な市場拡大というよりも、活用領域を徐々に広げながら着実に社会実装が進んでいくと期待される。

なお、デバイスの普及に関する制限がなく、情報通信リソース面でも比較的ゆとりがある視聴型メタバースについては、メタバースならではの体験価値を出すことができれば短期的な市場拡大も期待される。今後のメタバースの利用拡大に期待する。

\*6 「三菱総合研究所、国内のメタバースの認知・利用に関する研究成果を発表」(2023年3月30日)  
<https://www.mri.co.jp/knowledge/column/20230330.html> (2023年5月12日閲覧)

## デジタルツインとの融合による産業・都市領域への応用

JICベンチャー・グロース・インベストメンツ株式会社 **こみや まさひと**  
**小宮 昌人**



### 1. メタバースとデジタルツインの融合

近年、あらゆる産業領域で「メタバース」と「デジタルツイン」の融合によるメタ産業革命が進展している。メタバースとは、「アバターを介して相互交流することができる3次元仮想空間」を指す。メタバースの例としては、バーチャル空間上で複数人が自分のアバターを介して共同作業ができるようになる、メタ（旧フェイスブック）が提供している「Meta Horizon Workrooms」や、渋谷をメタバース化した取組みである「バーチャル渋谷」などが挙げられる。



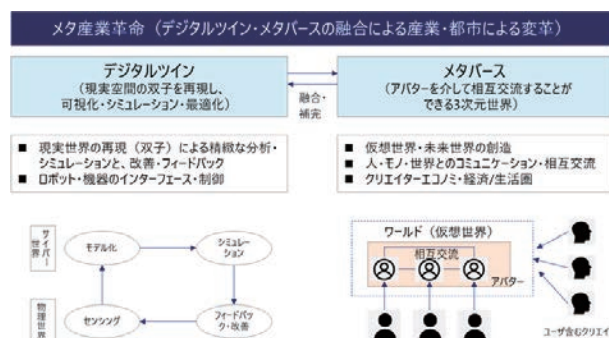
■図1. (左) MetaのHorizon works room (出典：Meta)、(右) バーチャル渋谷 (出典：KDDI・渋谷未来デザイン)

一方、デジタルツインとは、現実世界に存在する“物体”にそっくりな双子をデジタル空間上に再現し、可視化やシミュレーション、機器の制御などの最適化などに活用するための技術を目指す。産業においては3D設計データや、IoTのセンシングデータに基づく、現実世界の双子にあたるデジタルツインの活用が進んできた。宇宙領域でのアポロ13号でもとなるコンセプトが活用され、ドイツが提唱している製造業のデジタル革命である「インダストリー 4.0」はCPS「Cyber Physical System」による産業革命と定義されている。これらが産業・都市の幅広い領域に広がっており、図2が製造業や建設業、インフラ管理、農業、スマートシティ・都市におけるデジタルツイン活用の一例だ。



■図2. 産業・都市におけるデジタルツイン活用の例

これら可視化・シミュレーション・分析・最適化に重きを置くデジタルツインと、共創・コミュニケーションに重きを置くメタバースが融合・補完しあうことによって、産業・都市に大きな変革をもたらすことができるようになってきているのだ。デジタルツインとして現実世界を再現したものを、メタバース空間の要素として取り入れてコミュニケーションをすることや、メタバース空間で共創したものをデジタルツインとして現実空間の変化に活用するなど双方の垣根がなくなっている。



■図3. メタバースとデジタルツインの融合

### 2. メタバース・デジタルツイン融合による産業・都市の変化

メタバース・デジタルツインの融合による産業・都市の変化の方向性としては大きく3つの方向性が存在する。それぞれについて記載するとともに、事例を示したい。

- ①マクロ変化：都市・社会・工場全体などの全体をつなぐデジタルツイン
- ②ミクロ変化：人動作・気付き・暗黙知のデジタルツイン
- ③自動化のあり方の変化：遠隔操作とメタバース活用によるあらゆる領域への自動化拡大

### 3. 【変化①】マクロ変化：都市・社会・工場全体などの全体をつなぐデジタルツイン

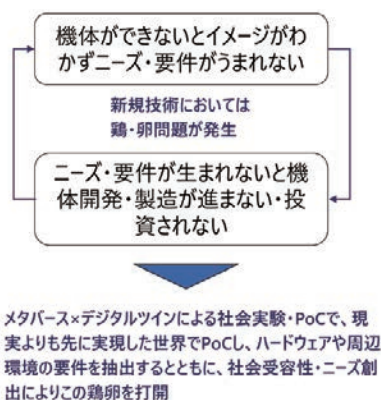
まずマクロ方向での変化であるが、個別の製品やラインなどの部分最適を担ってきたデジタルツインがメタバースの概念やアプローチを取り入れることにより、範囲が広がってきている。例えば、都市や社会・工場全体などだ。図4は



■図4. Dream Onと三菱電機との空飛ぶクルマVRコンテンツの開発  
(出所: Dream On)

有志団体Dream Onが提供している都市のメタバース空間上で空飛ぶクルマのデジタルPoCを行っている様子だ。

空飛ぶクルマや、自動運転車、ロボットなどの先端技術の導入検討にあたっては、空飛ぶクルマをはじめとした先端技術では、機体等の目に見える技術が具現化されるにつれて、人々の理解や周辺ビジネスの具体化など社会受容性が向上する。しかしながら同時に、社会受容性が向上しなければ、ニーズや量産規模が見えない、もしくは技術的な要件が定まらないことなどにより開発がドライブされにくいという、「卵が先か、鶏が先か」の関係にある。これがメタバース空間であれば、コスト課題をはじめとした技術の具現化を待たずして、先端技術が実装された社会を示すことができる。先んじて実装された社会を構築して、具体的にシミュレーションや、デジタル上でのPoCを実施するのだ。そのことにより、人々のイメージの具体化・社会受容性の向上とともに、周辺ビジネス・サービスの検討につなげる。そのデジタル上でのPoCの結果が機器・技術開発企業にもフィードバックされ、社会実装に向けた好循環が生まれるのだ。



■図5. デジタルPoC (社会実験) による鶏卵問題の打開  
(出所: 筆者作成)

図4での都市空間メタバースでの空飛ぶクルマのデジタルPoCにおいては、都市空間3Dデータや、気象データを活用して、実環境を再現してシミュレーション・体験ができる形を目指している。現在ルートとしては、東京駅を中心とした都市型のルートと、島しょ部をモデルとした地方型ルートを整備。先端技術で街づくりを推進したい行政・自治体や機体部品開発メーカー、空飛ぶクルマのサービス展開を検討したいサービス事業者等との連携が進む。今後、自治体等と連携した、空飛ぶクルマの実現に向けた街づくりや、省庁との規制・標準化などのルールメイキングにも生かしていきたいと考えた。図4に示す取組みにおいてDream Onは三菱電機との連携を行っている。三菱電機は空飛ぶクルマに関する技術実装をメタバース空間上で試すことにより、自社としての空飛ぶクルマ向け部品の要件の具体化を図る。設置箇所や求められる機能・サイズなど、技術要件を定義するためにも、まずは仮想空間で主観に近いユーザー体験を作り上げ、そこから技術要件をより具体化していくのだ。

メタバースの技術やアプローチを取り入れていく中で、こうした社会や都市のデジタルツインの生成が格段に行いやすくなっている。図6は、国土交通省の九州地方整備局でのゲームエンジンUnreal Engineとメタバースを活用して河川開発を行った事例だ。九州地方整備局は、国土交通省の地方支分部局で沖縄を除く九州7県を管轄している。同局は、河川空間とまち空間の融合が図られた良好な水辺空間の形成を目的とした山国川の「かわまちづくり」において、ゲームエンジン（後述のUnreal Engine）やメタバースを活用した住民との合意形成を行っている。川づくりのインフラ整備においては、住民に利活用されることで価値が生まれる。今回、ゲームエンジンを用いて川づくり後の3D世界を構築した。説明会等で住民にヘッドセットを用いて整備後の3D世界に入ってもらい、議論や合意形成、フィードバック



■図6. 九州地方整備局によるゲームエンジンを通じた河川開発の合意形成 (出所: 国土交通省 九州地方整備局)

クを基にした設計のブラッシュアップを行ったのだ。従来は模型やイメージパースを制作し住民へ説明・合意形成を行っていたが、コスト・リードタイムがかかるとともに、イメージを十分に伝えるには限界があった。ゲームエンジンやメタバースを活用することで、設計にかかる工期・コストの削減を実現するとともに、手すりの高さ・階段の段差・川の飛び石の間隔・水深なども含めて住民がイメージをすることができ、スムーズな合意形成につながっている。

## 4. 【変化②】ミクロ変化：人動作・気付き・暗黙知のデジタルツイン

続いて、ミクロ方向での変化として、人の気付きや判断・暗黙知のデジタルツイン化について触れたい。従来設備・機器動作や繰り返し動作については標準化がしやすくデジタルツイン化が比較的しやすいが、人の判断や気付きについてはデジタル化が難しく暗黙知化しがちであった。これらがメタバース空間で熟練者の判断・気付き・ノウハウを追体験することによりトレーニングに生かす取組みが進みつつある。

例えばその一例がサービス業のおもてなしだ。日本の飲食店や小売・介護などサービス業は、現場従業員の気付きやおもてなしが強みと言われている。しかし、これらは属人的なものであり、現場の実践の中で背中を見て覚える必要があった。標準化・形式化、さらには外部提供する商材化が難しい領域なのだ。これらサービス業のおもてなしや、人の判断を3D空間でデジタル化することで、標準化・形式化化する動きが進みつつある。製造業や建設業等、設備やモノの動きも重要な産業と比較して、サービス業においては「人」が最重要となる。サービス業として自前でのIT投資や研究開発に限界がある中で、政府の研究機関として重要な役割を果たしているのが産業技術総合研究所（産総研）だ。ここでは、産総研がロイヤルホスト・がんこフードサービスで取り組んでいるサービス業の人の気付き・判断・おもてなしのデジタルツイン・3D化について紹介したい。これら3D化してトレーニングを行うことで、従来とれなかった人の動きや気付きに関するデータを蓄積できるようになり、シミュレーションや改善のサイクルを回すことを目指している。ロイヤルホストの事例では、いままで暗黙知として標準化が難しかった「おもてなし」をデジタル化し、移管を可能としていることがポイントとなる。現状の研究段階では、熟練の従業員から非熟練の従業員へノウハウを継承することを目的としているが、今後サービス業におけるCPS

としては、他社への提供を通じた新たな収益源の確保にもつながってくる。例えば、今後日本のサービス業として、強みのオペレーション・現場従業員の気付き等をCPSを通じてデジタル化して、外販ソリューションとして展開していくことも想定されるのだ。

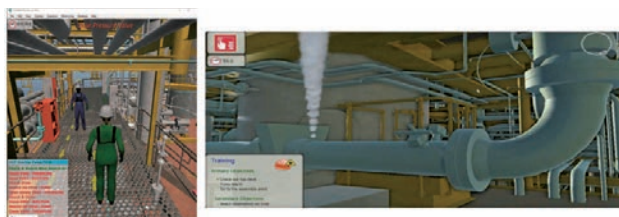
研究に協力したロイヤルホストは、1971年に1号店がオープンした大手ファミリーレストランである。経済産業省所管の研究機関である産総研と共同で、熟練の従業員の動きや気付きを3D空間上でデジタルツインとして再現し、トレーニングを行う取組みを銀座インズ店で行っている。実在の店舗を3D化し、複数の顧客への対応をシミュレーション・トレーニングすることができる仕組みだ。

飲食店においては、複数の顧客を同時並行で気を配る必要があり、食事が減り下げるべき皿がないかや、水が減っており注ぐことを求めているか、注文待ちでお待ちせしていないかなどを注意する必要がある。これらを同時並行で見て、優先順位をつけて、接客行動の判断をしなければならない。これらは従来は標準化することが難しく、実際にサービスに立ち、顧客とのやりとりや失敗経験、もしくは熟練の従業員の姿を見て「背中では覚える」ことが必要であった。それらが3D環境で再現されていることで、複数顧客の食事や水の量の変化や、顧客の待ち時間によるイライラなどの感情の変化が再現されている。実現場に近い環境でシミュレーション・トレーニングをすることにより、熟練従業員の気付き・判断を標準化し、それを新規入店の従業員へ移管することができるのである。



■図7. 産総研とロイヤルホストによる3Dトレーニング  
(出所：産業技術総合研究所)

また、プロセス産業ではプラントの異常時の対応が現場の熟練ノウハウであり、これらの標準化や技能伝承が求められている。この領域においても、実際に異常時を経験する機会は限定的であるため、デジタルツインのシミュレーションやメタバースとしての仮想体験が重要となる。同社は、バーチャル上のプラントで異常事態を仮想体験し、対応をシミュレーション・トレーニングする仕組みを提供することで顧客プラントの安心・安全を支えている。



■ 図8. プラント領域の異常時対応シミュレーション  
(出典：シーメンス)

## 5. 【変化③】自動化のあり方の変化：遠隔操作とメタバース活用によるあらゆる領域への自動化拡大

3点目の変化として、自動化のあり方の変化に触れたい。遠隔操作ロボットとメタバースの組合せにより、自動化の対象が大きく広がりつつある。既存の自動化の考え方においては、マテリアルハンドリング業務や、品出し業務など「単純作業であるものの人の判断が必要な工程」については自動化が難しいとされてきた。荷姿などが異なり一様に自動化が難しいからだ。こうした工程は人手作業となり、物流・マテリアルハンドリングや、建設業務、サービス業などでは自動化比率が低いのが現状だ。

現在では人手工程と自動化工程とともに、第三の選択肢として「メタバース×遠隔操作ロボット」の選択肢が生まれてきている。ロボットの判断で動作ができる部分は自動化し、人の判断・介入が必要な部分にはロボットの見ている環境と分析結果で構成されるメタバース空間に入り遠隔操作で人がロボット操作し学習させるというものだ。例えば、東京大学発のスタートアップであるトレイグジステンスは、倉庫のマテリアルハンドリングや、ファミリーマートなど小売店の飲料品の品出し業務においてメタバースと遠隔操作ロボットを用いて自動化を図っている。原則は自動ロボットが当該業務を行うとともに、人の判断が必要なタイミングでは人が介入する。

具体的には、遠隔地に存在するオペレーターがVRヘッド



■ 図9. テレイグジステンスによるニチレイロジグループ倉庫での遠隔ロボット実証、ファミリーマートでの飲料品出し実証  
(出典：トレイグジステンス)

セットを通じてロボットの見ている環境と分析結果で構成されるメタバース空間に入り、ロボットの遠隔操作を行う。ロボットが処理できない工程を人が介入して対応するとともに、その結果をロボットが学習することで、人の介入をできる限り減らしていくことができていく。これら人の判断が一部必要であり、自動化ができていない工程、つまりメタバースと遠隔操作ロボットにより自動化が可能となり得る工程はあらゆる産業に存在している。メタバースと遠隔操作ロボットの組合せは、今までの自動化対象の範囲を大きく引き上げることにつながるのだ。また、1人が1台に張り付いている必要はなく、20～30台などの複数台や、工程・現場等を掛け持ちし、ロボットが判断に迷うタイミングのみ介入する形となるため、生産性が大きく向上することにもつながる。今後、日本の労働力・生産年齢人口が減少する中で、メタバース×遠隔操作の活用の進展が生産性において重要な鍵となり得るのだ。

## 6. メタバース×デジタルツイン時代における日本のビジネス

DX時代においては、日本の強みの現場オペレーションや、ロボット・機器等のエッジ技術が十分に生かせず、クラウドプレイヤーや、IT導入を積極的に進める企業に押される状況になっていた。しかし、産業CPS時代においては、いかに現場に基づくモデルを有することができるかが鍵になる。現場において優れたオペレーションやサービス、ノウハウ、制御技術などを持っているかが、CPSへフィードバックされ競争力となる。これら日本の現場・オペレーションでの強みを生かしてデジタルツイン・メタバースの分野で世界に先駆けた取組みも生まれ、スピード感があがってきている。今後メタ産業革命時代において、オペレーション・現場が強く、ゲーム・コンテンツ・IPに強みを持つ日本が競争力を持つことを期待したい。



■ 図10. メタバース×デジタルツイン時代における競争力  
(出所：筆者作成)

# インターバース・サービスの市場形成戦略と国際標準化戦略

国立研究開発法人産業技術総合研究所 人間拡張研究センター 研究センター長

もちまる まさあき  
持丸 正明



## 1. はじめに

メタバースに関係するビジネスへの期待が高まっている。本稿では、メタバースをコンピュータやネットワーク上に構成された時間の概念を備える3次元の仮想空間、もしくは、それに関わるサービスと位置付ける。このようなサービスは、かなり前から実現されている。Second Lifeのサービスが始まったのは2003年であり、また、ゲームにおいても3次元仮想空間が古くから利用されている。2021年に、Facebook社が社名をMeta社に変更したことを機に、改めて、仮想空間を活用したビジネスが注目され、メタバースという表記も多く使われるようになったと理解している。このことは、コロナ禍と関係していると考えている。

前記のとおり、コロナ禍と関わらずメタバースに関するビジネスは成長してきた。ゲームなどのエンターテインメントだけでなく、仮想通貨や、同じくブロックチェーン技術を活用して真贋を補償するデジタルアートなども含まれる。これらは、基本的にサービスプロバイダーが街や洞窟、アート作品などを仮想空間に作り込み、それをユーザが消費したり所有するというB2Cサービスが中心であった。コロナ禍でここに大きな変化が訪れた。それは遠隔会議の急速かつ全世界規模での普及である。遠隔会議のシステムはコロナ禍前から使われていたが、限定的であった。コロナ禍によって状況は一変した。ユーザのAcceptabilityとLiteracyが劇的に向上したのである。コロナ禍がなければ、ここまでの

普及には10年以上の時間が掛かったのではないだろうか。いずれにしても、遠隔会議はメタバースビジネスにひとつの価値の変化をもたらしたと考えている。用意される会議室は、先の街や洞窟に比べると極めてシンプルで、特に仕掛けもアート作品もない。価値は用意されたコンテンツを消費、所有するのではなく、そこに集まった参加者が共創するのである。ビジネスも主にB2Bサービスにシフトしたことになる。この「価値共創型B2Bサービス」への変化が、メタバースビジネスが再注目される契機になったと考えている。本稿では、このような視点に基づいて、今後のメタバースビジネスがどのようになるべきか、さらに、そのためにいかなる市場形成戦略や国際標準化戦略を持つべきかについて、筆者の考えを論じたい。

## 2. インターバース・サービスと市場予測

メタバースに作り込まれた価値を消費、所有するB2Cメタバースビジネスを第1段階、メタバースで価値を共創するB2Bメタバースビジネスを第2段階とするならば、今後は、メタバースで共創した価値をユニバース（現実空間）に環流する第3段階のサービスに移行すると想定している。ここには、メタバースとユニバースの間にあり両者をシームレスにつなぐ技術が必要であり、これをインターバースと呼ぶこととした（図1）。第3段階はインターバースビジネスの時代である。



図1. インターバース

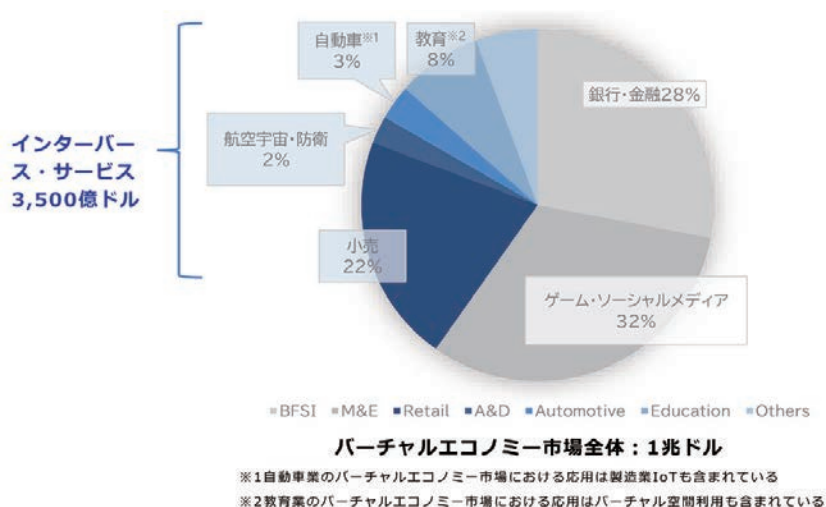


図2. 2030年の産業別バーチャルエコノミー市場シェア

内閣府が推進する科学技術開発の大型国家プロジェクトSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）第3期の課題として「バーチャルエコノミー拡大に向けた基盤技術とルール整備」が採択された。筆者はこの課題のプログラムディレクターに任じられ、2022年度には課題の研究計画を整理するためのフィージビリティスタディを実施した。ここでバーチャルエコノミーとは、メタバースを活用したビジネス全体で、仮想通貨、SNS、エンターテインメントを含む。フィージビリティスタディで推計したバーチャルエコノミーの市場シェアを図2に示す<sup>[1]</sup>。

ここでは、2030年の全世界でのバーチャルエコノミー市場全体を、おおよそ1兆ドルと推計した。このうち約30%が仮想通貨などの金融ビジネス、もう30%がSNSやエンターテインメントサービス。そして、残りの40%程度が、インターバース・サービス領域である。ここには、航空宇宙・防衛産業・小売業・自動車・教育産業などのアプリケーションが想定され、インターバース・サービス市場規模は2030年で約3500億ドルと推定した。

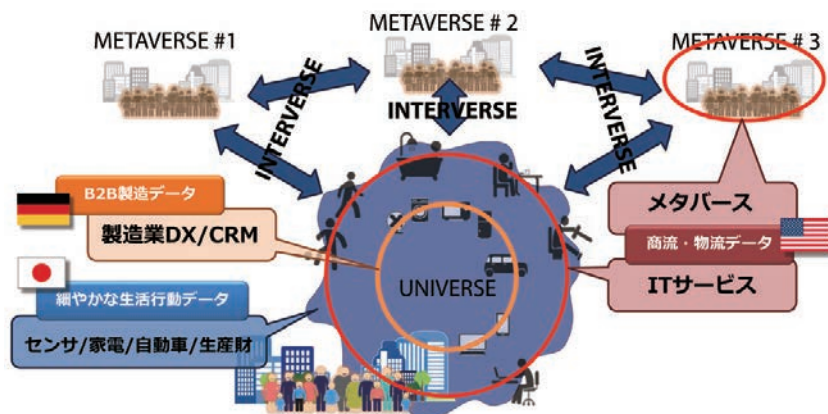
### 3. インターバース技術と市場形成戦略

このようなインターバース・サービスを支えるインターバース技術とはなんだろうか。既にユニバースに居る人や環境がメタバースに没入する技術は数多く開発されている。様々な環境計測技術（形状スキャニングなど）や、視聴覚提示デバイス（VRゴーグルなど）が相当する。一方で、メタバースで共創された価値をユニバースに環流する技術は、必ずしも充実していない。表にその技術と想定されるアプリケーションを整理した。最初のカラムにはどのような価値が

ユニバースに環流されるか、それにどのようなインターバース技術が求められ、それはいかなる感覚モード（視覚、聴覚など）を使ってユニバースに居る我々に伝えられるのかをまとめている。エンターテインメントであれば、主にユニバースに居るユーザの感情を変容させることになる。これは主に視聴覚モードを介した、現在の拡張現実技術が有効であろう。これに対して、メタバースで教育やトレーニングをして、そのスキルがユニバースでも役立つとなると、触覚（触れる、押されるなどを感じる皮膚表層付近の感覚）や固有感覚（自らの姿勢や運動、力を感じる内的な感覚）などの提示技術が求められる。さらに、メタバースでの体験を通じてユニバースでの行動を変容するようなサービス（例えば健康に資する行動をより多くとるようになる、リアルな観光地に行ってみるなど）を目指すとなると、温熱感覚や味嗅覚の提示技術も必要になろう。これらのインターバース技術が研究開発されるだけでなく、コストや安定性も含めて実用レベルに至るとともに、これらのデバイスを接続するAPI（Application Program Interface）やサービスを作り込むSDK（Software Development Kit）が整備されて初めて、様々なインターバース・サービスが登場し、市場が形成されていくものと考えている。

表. インターバース技術の整理

| メタバースからユニバースに環流する価値 | 価値を環流させるインターバース技術                       | 伝達に使用される感覚モード          | 産業応用例                      |
|---------------------|-----------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| 人の感情の変容             | VRゴーグル、立体音響                             | 視覚、聴覚                  | エンターテインメント                 |
| 人の知識やスキル            | VRゴーグル、立体音響、電気刺激による筋駆動、触力覚提示            | 視覚、聴覚、触覚、固有感覚          | 教育、トレーニング                  |
| 人の行動変容（継続）          | VRゴーグル、立体音響、電気刺激による筋駆動、触力覚提示、温熱提示、味嗅覚提示 | 視覚、聴覚、触覚、固有感覚、温熱感覚、味嗅覚 | 健康、介護、観光、物流、製造ライン、オフィスサービス |



■図3. インターバース技術とサービスの国際市場形成戦略

日本は既にゲームなどのエンターテインメント市場で優位な状態にあり、新たに第3段階のインターバース・サービスなどに注力しなくとも、第1段階のメタバースビジネスで十分に国際競争力を発揮し得る。しかし、それでもなお、第3段階のインターバース・サービスに着目するのは、日本の製造業を巻き込む市場が期待できるからである。筆者の考える国際市場形成戦略を図3に示す。

中央下にあるグニャグニャとした形状は、ユニバースにおける人の生活や業務の活動を意味している。活動は不定形で個人にも文脈にも依存する。メタバース時代では、この活動範囲がネットワーク上に拡大される。ここで、タッチポイントにフォーカスした市場戦略を考える。タッチポイントとは顧客接点であるが、ここでは、特に顧客のデータを獲得可能なデジタルタッチポイントを意味している。米国のメガテック企業は、スマートフォンやPCソフトウェアを通じて、ユニバースの広域なタッチポイントを有し、かつ、メタバースのタッチポイントも獲得する勢いである。彼らが所有するビッグデータはさらに増え、AIを活用したサービスビジネスの強みとなっていくだろう。ドイツはどうであろうか。少し前になるが、ドイツで提唱されたIndustrie 4.0という国家施策は、この生活や業務末端でのタッチポイントではなく、生活や業務で使われる機器製造工程でのタッチポイントを獲得ことに着目した戦略だと理解している。ドイツが抱える企業が製造業DXからCRM（Customer Relationship Management）で市場優位性があることから、そこでのデジタルタッチポイントをさらに強化しようとする施策であろう。これらに対して、日本産業はどうすべきか。筆者は、日本産業が有しているセンサ、家電、自動車、生産財などの製造業が、それらを介してメタバースにつなぎ、また、ユニバースに環流するインターバース・サービスに移行する

戦略が有効だと考えている。家電、自動車、生産財などでは日本産業が優位であるだけでなく、欧米にはそれらの産業があまり残っていない。それゆえ、これらの機器をデジタルタッチポイントにしてインターバース・サービスを駆動するという構想では、先行者優位になれる可能性がある。我々の生活や業務の活動は、すべてがスマートフォンでデジタル化されているわけではない。むしろ、細やかなデータはデジタル化されることなく残っている。ここに新たなデジタルタッチポイントを作り、その細やかなデータを活用したインターバース・サービスを生み出そうという構想である。

そのようなことに労力を割いても、すぐにアジア諸国から低価格な互換製品が出てきて、結局、市場を奪われるという意見もあろう。しかし、筆者は「ネットワーク効果を生かした先行者優位な市場形成戦略」が獲れると考えている。ネットワーク効果とは、多くの人たちが製品・サービスを使い、その使用者のネットワークが形成されることによる付加価値が、製品・サービス単体が持つ機能価値を押し上げてしまうことをいう。メタバースにつながる製品は、必ず、ネットワーク効果を発揮し得る。そして、いち早く市場に乗り出せば、後発企業に対してネットワーク効果を生かした市場戦略が獲れると考えている。

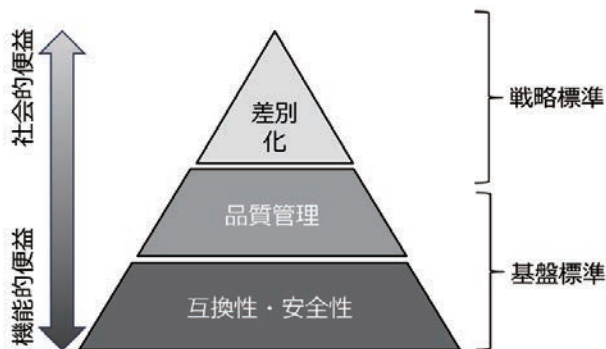
## 4. インターバース・サービスの国際標準化戦略

技術が優れ、サービスを早期投入でき、初期ユーザを獲得してネットワーク効果を生かせれば国際市場形成において優位になり得るという戦略構想は既に述べたとおりであるが、国際市場を形成し、その上で差別化を進めるには、同時に市場のルール形成にも取り組む必要がある。国際標準は、この市場ルール形成の重要な手段である。

標準は、一般的には互換性や安全性を担保するための



合意であると捉えられている。近年では、ISO9000シリーズのように品質の管理方法を合意するものもあると知られる方々も多いかもしれない。これらを基盤標準と呼ぶ。これに対して、より高い品質を差別化し、さらに、製品やサービスのアウトプットを尺度化するような標準がある。これらを戦略標準と呼ぶ（図4）。



■図4. 基盤標準と戦略標準

オリンピックでいえば、アンチドーピングルールが基盤標準、スケートで4回転よりも4回転半の方がどれだけ得点が高くなるかという採点ルールが戦略標準である。基盤標準がなければ、安心した市場は形成できない。新しい製品やサービスの市場形成には、まず、この基盤標準が必要である。インターバース・サービス市場を形成するという観点では、様々なメタバース間での相互運用性、インターバース技術の互換性などを標準化する必要があるし、また、VR酔いに関する留意や、メタバース中毒性への配慮、プライバシー保護などの安全側面での標準化も進めなければならない。

しかし、互換性が補償され安全性が担保されればそれだけで市場が形成されるだろうか。今は、これに加えて戦略標準を活用して市場形成を加速する戦略がとられるようになっている。戦略標準の品質や尺度は、基盤標準のような製品の性能や機能評価ではない場合が多い。むしろ、製品やサービスによってもたらされる社会益を尺度化し、合意するのである。具体的にはカーボンニュートラルの貢献度合いとか、エネルギー消費の少なさであるとか、資源の再利用性の高さであるとか、もちろん、多様性への貢献や労働者の働きがい、人々の健康や福祉への貢献なども含まれる。言うまでもなく、これらはSDGs (Sustainable Development Goals) として国際合意されている方向性である。ある特定のインターバース・サービスを活用することで、物理的な移動が低減できたり、健康や福祉に貢献できるとすれば、その程度を尺度化して標準化する。このよ

うな国際標準が形成されると、国際的な大手企業や大規模な自治体などは、できるだけその標準に沿った組織活動を展開しようとする。もちろん、それが社会益につながる活動であり、しかも、企業が勝手に設定した活動ではなく、国際的に標準化された尺度に沿った活動であるからである。これは企業や組織のプレゼンスやブランド向上に資する。その標準化に準拠する活動を効率的、効果的に進める方策として、インターバース・サービスが活用される。もし、活用しないなら自力でやるしかないが、都合の良いインターバース・サービスが利用可能なら、それを活用するのが自然である。インターバース・サービスの開発と並行して、上記のような戦略標準の策定を進めることができれば、まさしく、市場形成期の競争の少ない時期に顧客を獲得できる。これは前章で述べたネットワーク効果の獲得につながる。

## 5. おわりに

メタバースの今後の展望として、仮想空間で価値を共創するだけでなく、その価値を現実空間に環流するインターバース技術と、それを活用したインターバース・サービスについて市場性を述べ、また、その市場を獲得するための国際標準化戦略を提案した。第2章で述べたとおり、2023年度から内閣府SIP課題「バーチャルエコノミー拡大に向けた基盤技術・ルールの整備」がスタートする。ここでは、インターバース・サービスの社会実装を目指し、インターバース技術を開発する具体的な研究開発プロジェクトが複数採択され、5年間の研究開発に入る。このほかにも、課題としてはインターバース技術のSDKやAPIの整備、ネットワーク効果を発揮し得る市場メカニズムのデザイン、安全性、倫理などに合わせて取り組むほか、市場形成に向けた国際標準化にも取り組んでいくことになっている。

## 参考文献

- [1] 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局：戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）バーチャルエコノミーの拡大に向けた基盤技術・ルールの整備 社会実装に向けた戦略及び研究開発計画，2023/3/16： [https://kagi01-my.sharepoint.com/personal/kagisoukatsu1\\_kagi01-onmicrosoft\\_com/\\_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fkagisoukatsu1%5Fkagi01%5Fonmicrosoft%5Fcom%2FDocuments%2Fcstp%2Fgaiyo%2Fsip%2Fsip%5F3%2Fkeikaku%2F12%5Fvirtualeconomy%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fkagisoukatsu1%5Fkagi01%5Fonmicrosoft%5Fcom%2FDocuments%2Fcstp%2Fgaiyo%2Fsip%2Fsip%5F3%2Fkeikaku&ga=1](https://kagi01-my.sharepoint.com/personal/kagisoukatsu1_kagi01-onmicrosoft_com/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fkagisoukatsu1%5Fkagi01%5Fonmicrosoft%5Fcom%2FDocuments%2Fcstp%2Fgaiyo%2Fsip%2Fsip%5F3%2Fkeikaku%2F12%5Fvirtualeconomy%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fkagisoukatsu1%5Fkagi01%5Fonmicrosoft%5Fcom%2FDocuments%2Fcstp%2Fgaiyo%2Fsip%2Fsip%5F3%2Fkeikaku&ga=1)



## メタバースからCPSへ：仮想空間の企業での活用に向けて

株式会社日本総合研究所 先端技術ラボ シニアエキスパート **かねこ 金子** **ゆうすけ 雄介**

### 1 はじめに

メタバース<sup>[1][2]</sup>は、一般消費者向け（C向け）の活用が先行するが、様々な業種において企業活動の中核で活用されることも期待されている。本稿は、企業間（B2B）や企業内（B2E：Business to Employee）でのメタバースの活用拡大に焦点を当て、その動向を論じる。

### 2 メタバースの概要

#### 2.1 定義と特徴

メタバースの語義は、三省堂「大辞林」編集部は「ネットワーク上に構築される、三次元グラフィックの仮想空間。利用者はアバターを操作し、仮想空間に参加する。」と説明している（加えて、日本語としての発音アクセントは「バ」にあることも示している）<sup>\*1</sup>。総務省「Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会」では「ユーザー間でコミュニケーションが可能な、インターネット等のネットワークを通じてアクセスできる、仮想的なデジタル空間」と定義している<sup>\*2</sup>。

メタバースが備えるべき特徴について、Matthew Ball（元・Amazon Studio戦略責任者）は次の7つに整理した<sup>[3]</sup>。1）臨場感・再現性、2）自己投射性・イマーシブ（没入感）、3）同期性・インタラクティブ性、4）オープン性（誰でも参加できること）、5）相互運用性（他のメタバースと行き来できること）、6）永続性（期間限定でないこと）、7）経済の存在（現実世界と同様の活動ができること）。ただし、この7つを完備するメタバース・サービスは、まだ存在しない。これを実現させることが、技術開発の観点での目標となるだろう。

現状では、ユースケースに応じて、いくつかの特徴に特化したり、コモディティ化したICTをあえて併用したメタバースも存在する。一般に、1）と2）を実現するために3次元（3D）仮想空間として構築され、ユーザはHMD（ヘッドマウントディスプレイ）といったVR（Virtual Reality）デバイスを装着する<sup>[4]</sup>。また、幅広いユーザ層の参加を促すため、ス

マートフォンといった普及率の高いデバイスで利用できるようにしたり、2次元（2D）で構築されたメタバースもある。

#### 2.2 メタバースがもつ空間性

2021年以降にメタバースが再注目された要因は、技術のブレイクスルーというよりも、COVID-19パンデミックという社会的要因が大きい。対面での集会が開催困難となり、物理空間により近付けたオンライン交流の需要が増した。従来からあるSNSやWeb会議システムとメタバースの違いについて、ここではメタバースがもつ空間性に着目する。

既存のSNSやWeb会議システムは、多人数での同時コミュニケーションを実現した。一方、その用途は、情報発信や会議といったように、アプリケーションごとに限られていた。また、ユーザビリティの観点では、基本的にすべてのユーザには同じ画面が表示され、1対1または1対多の対面型が主であった（図1）。

メタバースはユーザの間に「空間」をもち、空間がユーザ同士のインタラクションを生んでいる（図2）。空間内での活動の自由度も高い。アバターの存在・位置関係・動作といった非言語情報が一目瞭然となることで、各ユーザの存在感がWeb会議システムよりも格段に増し、リアルな面談に一層近付いた豊かなコミュニケーションを実現できる。

#### 2.3 メタバースの技術とアーキテクチャ

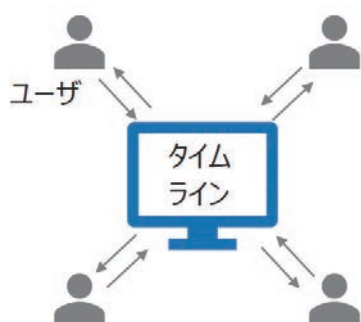
メタバースを構成する特徴的な要素技術として、VR技術や3Dモデリング技術が挙げられる。

VR技術は、仮想空間をよりイマーシブな（没入感のある）ものにするために用いられる。画像処理技術の進化によって、実写に極めて近い解像度・フレームレートでの映像体験を実現している。

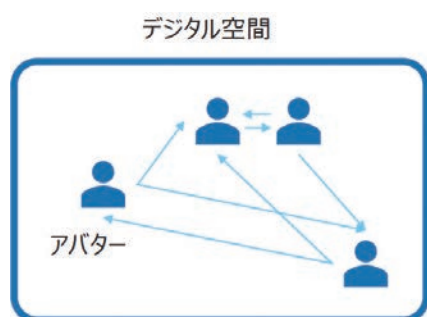
3Dモデリング技術は、現実世界の建造物・オブジェクトを仮想空間上に再現した3Dモデルの作成に不可欠となっている。実空間を丸ごとデジタル化するボリュメトリックキャプチャ（Volumetric Capture）技術も、人間の演技をアバ

\*1 <https://dictionary.sanseido-publ.co.jp/shingo/2022/best10/>

\*2 [https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01iicp01\\_02000115.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01iicp01_02000115.html)



■ 図1. SNS画面とユーザとの関係。同じ画面に向かってユーザが視聴・閲覧・入力する



■ 図2. メタバースとユーザ（アバター）との関係。アバターの存在・位置・動作が一覧できる

ターで表現する際などで利用が進んでいる。

## 2.4 国際規格の動向

メタバースの相互運用性を高めるためには、標準規格の制定・普及が求められる。様々な業界団体が規格制定に着手している。

ITUは、ITU-Tにメタバースに関するフォーカスグループ（FG-MV）を2022年12月に設置し、第1回会合が2023年3月に開かれた<sup>\*3</sup>。

IEEEは、Metaverse Working Groupを2022年11月までに設置した。メタバースの語彙・カテゴリ・レベルを定義するIEEE P2048と、メタバースの技術・社会的側面に関する概要を示し、メタバースの設計・運用に用いる倫理評価方法を規定するIEEE P7016の、2つのプロジェクトが組成されている。

ISO/IECのMPEG委員会は、360度VRアプリケーションも含む、より自由度と没入感の高いイマーシブメディアの標

準規格化をMPEG-Iの名称で進めている。2022年5月にイマーシブメディアの符号化表現を定義するISO/IEC23090が発行された。

## 2.5 市場動向

メタバースの市場規模は急拡大している。この要因として、VR技術やAI技術の進歩、5G（第5世代移動通信システム）やクラウドコンピューティングの普及などが挙げられる。幅広い産業でメタバースが活用されることで、新たなビジネスモデルや収益源が生まれ、市場拡大につながる事が期待される。

メタバースの世界市場は2022年に655億米ドルと推計され、2023年には820億米ドル、2030年には9366億米ドルに急増すると予想されている（Statista社、2023年3月）<sup>\*4</sup>。また、VR/ARヘッドセットの世界出荷台数は、約880万台（2022年）と推計されている<sup>\*5</sup>。これは前年比20.9%減であり、アーリーアダプターの導入が一巡したとみられることもできる。端末メーカー別シェアは、Meta（Meta Quest）が約80%、ByteDance（PICO）が10%となっている。

2023年に入り、米国のデジタル需要の一服感と景気減速を背景に、メタバース関連の投資規模が縮小している。ウォルト・ディズニーは2023年3月までに、メタバース戦略を企画していた部門を廃止した。マイクロソフトは2023年3月、VRプラットフォーム「AltspaceVR」のサービス提供を停止した。仮想空間プラットフォームDecentralandの土地の販売価格中央値は、2022年4月からの1年間で90%近く下落している。

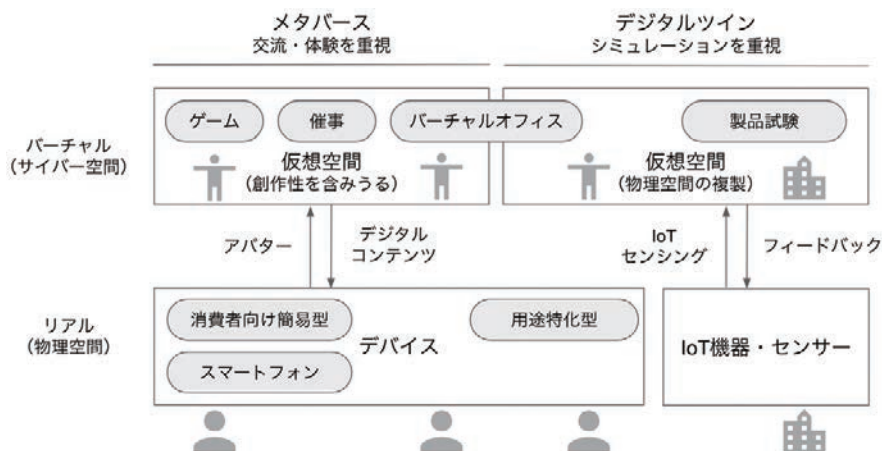
## 3. メタバースの用途

メタバースの体験者や常時接続者が増えるにつれて、メタバースの用途も多様化している。B2B・B2Eでの利活用の視点では、メタバースは体験期から業務活用模索期へとフェーズが移行している。体験期は、メタバースの催事にユーザとして参加して使用感を体験・理解することや、出展参加して広告宣伝やマーケティングを行うことが目的であった。その段階から一歩進んで業務活用模索期に入ると、投資効果が得られたり新事業を創出できたりするユースケースを探索することになる。

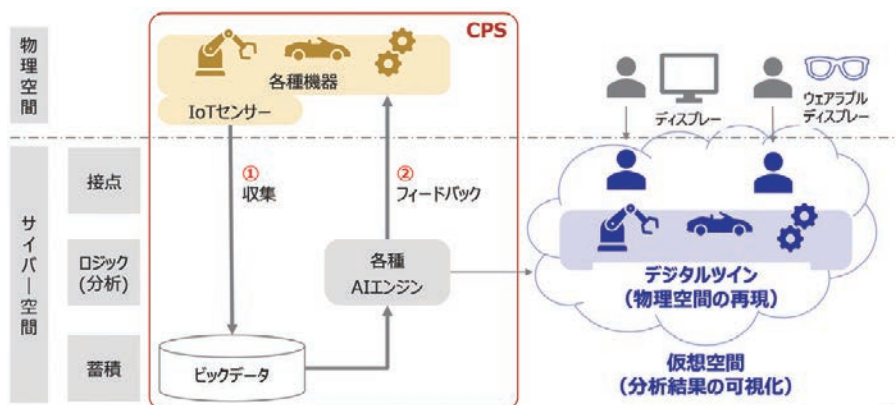
\*3 <https://www.itu.int/en/ITU-T/ssc/Pages/1st-forum-metaverse.aspx>

\*4 <https://www.statista.com/statistics/1295784/metaverse-market-size/>

\*5 <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS50467723>



■ 図3. メタバースとデジタルツイン。メタバースは主に消費者向け、デジタルツインは主にエンタープライズ向けに大別できる



■ 図4. CPS（サイバーフィジカルシステム）とデジタルツインとの関係。CPSにおける分析結果を可視化する場合として、デジタルツインが用いられる

## 3.1 コンシューマー向け：B2Cメタバース

2021年から、メタバース上での集会・催事の開催が広がった。背景には、ウィズコロナの行動様式に適応したこと、設営物の常設・再利用が容易でコストカットできることが挙げられる。C向けのメタバース（B2Cメタバース）は、交流や体験を重視することが多い。また、物理的に実施・再現が難しいことも仮想空間で実現できる利点を生かし、損保会社が被災シミュレーションを行う事例や、地球や宇宙の探検体験を行う事例などがみられる。

B2Cメタバースのユーザー層は、10代～20代が多い。旅行会社エイチ・アイ・エスがスマートフォン向けメタバース「REALITY」上に開設したバーチャル支店「HISTラベルワールド」の来場者（2022年6月29日～7月27日）は、18歳～24歳が60.7%、18歳～34歳に広げると75.3%を占めていた\*6。

B2Cメタバースは、物理世界を忠実に再現した3D環境は必須ではなく、ゲームやアニメのような創作性の強い世界感でも多くのユーザを獲得できる。なお、メタバースの利用時間は、ユーザの可処分時間に依存すると考えられる。

## 3.2 エンタープライズ向け：Cyber-Physical System

企業間や企業内での活用におけるメタバースの要件は、C向けのものとは異なる。B2Cメタバースでの価値の1つである創作性は、必要とされないことが多い。必要なのは、物理世界をサイバー空間に忠実に複製する再現性である。

製品の開発・試験や工場の生産効率化を目的に、シミュレーション環境として仮想空間を用いる。この仮想空間を、B2Cメタバースと区別してデジタルツインと呼ぶ（図3）。例えば、日立製作所は、原子力発電所内部を仮想空間に再

\*6 <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000229.000021973.html>



現し、保守・点検などの作業訓練に利用する。放射線の影響で人間が作業できない場所でも、仮想空間であれば影響を受けないことが最大の利点である。

デジタルツインとしての仮想空間は、CPS (Cyber-Physical System) のシステム系の一部として用いられると考えられる。CPSは、物理空間とサイバー空間を融合させたシステムのことで、センサーとネットワークを通じて物理空間の様々な情報をサイバー空間に収集・蓄積し、解析・判断により物理空間へフィードバックすることで産業システムや社会システムを効率化するシステムのことである<sup>[5]</sup>。

CPSにおけるサイバー空間のアウトプット形態として、メタバースが注目されている。B2Bメタバースは、現実世界と異なる創作性を含み得るB2Cメタバースと異なり、サイバー空間に物理空間を複製し、試行・分析を繰り返すことで、最適解を導き出す環境として用いられる。その意味で、仮想空間はデジタルツインであり、CPSのアウトプット形態であるといえる (図4)。

## 4. メタバースの課題と今後の展望

メタバースは、技術・社会受容の双方において発展途上である。一足飛びに普及することは考えにくく、普段使いの状況に至るには数年かかるであろう。それぞれの面から論点を整理する。

### 4.1 技術革新の方向性

メタバースのユーザを増やすには、まず、デバイスの進化が期待される。現在のHMDは、コントローラーを握って操作することが要請されていて、没入感が削がれる原因となる。2024年発売予定のApple Vision Proはコントローラを用いず、視線を検出してポインティングし、人差し指と親指をつまむようなジェスチャーを内蔵カメラが検出してクリック操作を行う。また、音声認識機能も備える。操作や装着に違和感を与えないデバイスは、普及への大きな要因となるだろう。

VRヘッドセットを装着時に、乗り物酔いのような症状を経験することがある<sup>[6]</sup>。この症状はVR酔い (VR sickness, cybersickness) と呼ばれる。VR酔いの根本的な発生メカニズムは、まだ完全には解明されていない<sup>[7]</sup>が、VRヘッドセットによる視覚情報の移動と、身体感覚器官からの移

動に関する矛盾によって生じる説が有力である。筆者が所属する企業内でVR体験会を開催したときには、年齢層によらず、体験者の1~2割がVR酔いを訴えた。

VR酔いを軽減するための技術的改善策には、VRの移動速度・注視点を一定範囲内に制限して視覚情報の急変を抑える、VRのフレームレートを高めてVR映像の流れを円滑化する、VRデバイスのセンサー分解能を高めてユーザ動作の検出精度を高める、といった方法が考えられる。

これらの技術革新が進むことで、メタバースの可能性が広がり、よりリッチで没入感のある体験が実現することが期待される。これらの技術的な取組みに加えて、ユーザのリピーターを増やすためには、魅力的なコンテンツ・体験を提供し続けることが求められる。加えて、メタバースが複数のプラットフォームに対応し、PC・モバイル・VRヘッドセットなどの多種のデバイスに対応することで、より多くのユーザが利用できる。なお、仮想空間は必ずしも3Dである必要はない。例えば、oViceやGatherといった2Dのオンラインビデオ通話スペースを用いて、アバターを使ったオフィスワークに慣れることも有用であると考えられる。

### 4.2 社会的課題

技術的課題だけでなく、社会的課題も多く指摘されている。本稿では、以下に簡単に列挙することにとどめる。

プライバシーとセキュリティの観点では、プライバシー侵害、セキュリティ脆弱性、アバターのなりすましや乗っ取りに伴う権利侵害、などが懸念される。著作権と知的財産の観点では、コンテンツの盗用・不正コピー、著作物の価値や著作権の不明確さ、などが懸念される。アクセシビリティと包含性 (インクルージョン) の観点では、経済力・ICTスキル・視覚障害の有無などに起因したデジタル格差や、文化的多様性の欠如、などが懸念される。社会的影響としては、デジタル依存の増加、現実との混同、社会的格差の拡大、などが挙げられる。

### 4.3 メタバースの普及に向けて

米ガートナーの予測<sup>\*7</sup>によると、2026年には世界で4人に1人が、メタバース上で1日1時間以上過ごすようになる。日本においても、2025年の大阪・関西万博などを機に、メタバース関連の様々な技術・サービスが登場するだろう。

\*7 <https://www.gartner.co.jp/ja/newsroom/press-releases/pr-20220209>



しかし2025年時点では、一般消費者にとって十分普及している状態には未達の可能性が高い。メタバースが生活必要な存在まで普及するためには、5Gといった通信環境や高性能デバイスの普及が先行する必要がある。

メタバースをB2B・B2Eに活用する企業にとっては、メタバースならではの価値提供による収益向上や業務効率化が期待される。製品の試作・試験や教育訓練といった分野でメタバースの利用が増えるだろう。物理環境からメタバースに移行することで、安全性・生産性・費用対効果の向上が期待できるユースケースから導入が始まる。業務効率化の面では、集会・催事やシミュレーション分野から活用が進む。数年先を展望すると、現在メールソフトやTeamsを常時起動させて業務を行っているのと同様に、業務時間中は常時メタバース上のアバター同士でコミュニケーションする姿が想像できる。

一方、メタバースの導入に伴い、職場内でのデジタルデバイドが発生しないようにすることも求められる。マイクロソフトの調査\*8によると、(調査時点の2022年1～2月時点から) 今後2年間に仕事の一部をバーチャル空間で行うと想定しているか?という質問に対し、Z世代(1995～2009年生まれ)の51%、ミレニアル世代(1980～94年生まれ)の

48%が「想定している」と回答した。一方、同じ質問に「想定している」と回答したX世代(1965～79年生まれ)は37%、ベビーブーマー世代(1946～64年生まれ)は28%であった。このように、職場でのメタバース利用に意欲的かどうかは、世代によって大きな差がみられる。

### 参考文献

- [1] 三宅陽一郎：メタバースがやってきた：2. メタバースの成立と未来—新しい時間と空間の獲得へ向けて—, 情報処理, Vol. 63, No. 7, pp. e3-e36 (2022).
- [2] 白井暁彦：文化・技術・研究史で読み解く令和のメタバースの研究開発, 電子情報通信学会 通信ソサイエティマガジン, Vol. 16, No. 4, pp. 285-294 (2023).
- [3] Ball, M.: The Metaverse: And how it Will revolutionize everything, Liveright (2022).
- [4] 玉城絵美：新しいヒューマンコンピュータインタラクションの教科書：基礎から実践まで, 講談社 (2023).
- [5] 奥村洋：CPS 研究の世界的潮流と日本の現状, 研究 技術計画, Vol. 32, No. 3, pp. 251-265 (2017).
- [6] 田中信壽：VR 酔い対策の設計に求められる知見の現状, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 10, No. 1, pp. 129-138 (2005).
- [7] 雨宮智浩：メタバースの教科書：原理・基礎技術から産業応用まで, オーム社 (2023).

\*8 <https://www.microsoft.com/en-us/worklab/work-trend-index/great-expectations-making-hybrid-work-work>

### 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>



# ITU-T FGメタバース 第1回会合報告

国立研究開発法人情報通信研究機構

いまなか ひでお  
今中 秀郎



## 1. 概要

「メタバース」という言葉が一般的に使われるようになり、聞かない日が無いほど普及している。しかし、世界的な共通認識となる定義は無い状況である。メタバースとしてイメージされるのは仮想空間上での商取引を含めた実体験であるため、安定した安全な通信が重要な要素になる。そこで、国際電気通信連合 (ITU) の通信標準化部門 (ITU-T) では、メタバースの安定的に安全な利用のため通信関連の国際標準が必要だと認識し、標準化項目の明確化のための時限検討組織としてFocus Group on metaverse (FG-MV) を立ち上げた。FG議長は韓国が務め、日本から筆者がFG副議長に任命された。

本稿では、サウジアラビアのリヤドで開催された第1回のFG-MV会合について報告する。

## 2. FG-MV設置の背景と経緯

「メタバース」や「デジタルツイン」という言葉が一般的になってきており、また、COVID-19による外出自粛などにより自宅内で過ごす機会が増え、自宅にいながら時間や空間を超えた仮想空間での体験が生活に入り込む直前まできている。少し前まではメタバースはオンラインゲームの延長という意識が強かったが、ビジネスの観点でもメタバースを利用したイベントや商取引など、アバターを使った仮想会議室での遠隔会議なども出現してきている。日本の地方自治体では、COVID-19による観光客減少に歯止めをかけるため、メタバースを使った観光資源のアピールなども既に実施されている。

現在、非常に多くのメタバースプラットフォーム事業者があり、メタバースのサービス提供者はいずれかのプラットフォーム上に仮想空間を構築している。これらのプラットフォーム間には相互接続性が無く、あるプラットフォームで構築した仮想世界に別のプラットフォームで構築したアバターが訪問するということができない。また、メタバースの仮想空間上で非代替えトークン (Non-refragable token : NFT) を用いたデジタル資産の商取引が行われているが、デジタル資産を別のプラットフォームに持ち込むことは難しい。ユーザを仮想空間上で表現するアバターについても、特定のプラッ

トフォームで作成したユーザのアバターは、別のプラットフォームでは使うことができず、同じユーザであるのに別のアバターを別途作成する必要がある。また安全面では、メタバースプラットフォームによってはプライバシーの保護などが明確に定義されていないため、セキュリティのリスクに常にさらされている状況である。

メタバースの仮想空間を提供するプラットフォームとユーザ間は、高速で大容量のネットワークで接続され、アクセスネットワークには第5世代モバイルネットワーク (IMT-2020もしくは5G) の利用が有力である。ユーザはメタバース上の仮想空間で実際の生活をするのが想定されるため、通信ネットワークの遅延時間の制約が考えられる。そのため、メタバースを提供するために必要なネットワークへの要求条件として、5Gの特徴である低遅延、大容量を使うことが考えられる。

ITU-Tでは、マルチメディアを扱う研究課題 (Study Group : SG) 16、スマートシティを扱うSG20、セキュリティを扱うSG17など複数のSGで、同時並行的にメタバースの標準化検討を開始すべきという提案が2022年にあった。SG16では、調整グループ (Correspondence Group : CG) を設置し、2022年1月から集中的に議論した結果としてFG設置が必要との結論に至り、電気通信標準化諮問会議 (Telecommunication Standards Advisory Group : TSAG) にFG設置の提案を行った。またSG17、SG20からも同様の提案があり、これらの提案を受け、2022年12月に開催されたTSAG会合で、FG-MVの設置が合意された。このFGの活動内容は、複数のSGにわたることから、TSAGが親グループとなることを合意した。なお、SG16にはテンセントなどの中国企業からの提案であり、SG17には韓国が提案している。

FG-MVは、議長を韓国のShin-Gak Kang氏、6名の副議長のうち1人が今中 (日本 : 筆者) となった。また、サウジアラビア政府からTSAGに向け、第1回のFG-MV会議をサウジアラビアで開催したいという申し入れがあり、承認された。

## 3. 第1回FG-MV会議

第1回のFG-MV会議は、2023年3月8日、9日の2日間にわたりリヤド (サウジアラビア) で開催された。参加者はリ

モート参加を合わせて650名以上の登録があり、現地では約50名が参加していた。なお、第1回のFG-MVに先立ち、ITU-Tとサウジアラビア政府との共催でメタバースに関するワークショップが開催された。

第1回会合では58件の寄書が議論され、5名の新任副議長の承認（表1の網掛け部分）、8つのWG設置、1件の出力LSを合意した。

## (1) FG-MVの議長、副議長

2022年12月のTSAG会合時に、議長と6名の副議長が指名された。第1回会合で、さらに5名の副議長が提案され、合意されている。表1に議長・副議長を含むFG-MVのマネジメント体制を示す。

議長のShin-Gak Kang氏は、現SG16の副議長、元SG11副議長であり、ITU-Tでの活動経験が長く、FG-IPTVでも活躍していた。副議長には、欧州（欧州委員会、スウェーデン、フィンランド、英国、ギリシャ）、アメリカ地域（メキシコ、ブラジル）、アフリカ（ケニア）、アジア（日本、中国）、国連組織（UNWTO）が副議長に就任している。地域バランス的には欧州が多いが、全体的にITU-Tでの標準化の経験が豊富な、バランスが取れているマネジメント体制となっている。なお、FGのセクレタリはITU-T SG20のカウンセラであるChristina Bueti氏が担当している。

各副議長は後述する作業グループ（Working Group：WG）やタスクグループ（Task Group：TG）の議長や副議長を担当することとなった。

長を担当することとなった。

## (2) FGの作業方法とWG構成

第1回会議の冒頭にTSAG会合で合意されたFG-MVの作業方針（Terms of Reference：ToR）の確認があった。特にコメント等がなくToRが承認された。

第1回会合開催前にFG-MVのマネジメント会議が何回か開催され、そこでWG構成が議論され、その結果を議長提案として示された。議論では、メタバースでは環境面を配慮した持続可能性（sustainability）、障がい者がメタバース空間で活躍できることも考慮したアクセシビリティ（accessibility）が重要であることから、持続可能性とアクセシビリティを検討するWG8を設置することを合意した。

表2に合意したWG構成を示す。TGは、特定のトピックを集中的に検討する組織としてWGの下もしくはFG-MVの下に設置されることとなった。メタバースに関連する標準化組織がいくつかあり、FGとしてそれら組織と円滑な協調が必要であることから、TG-CollaborationをFG-MVの下に設置することを合意している。

WGは検討エリアに応じ8つ設置された。WG1は全体的なエコシステムや用語定義、ギャップ分析などを扱う。WG1の下には用語定義を扱うTG及び他標準化団体の活動内容とのギャップ分析を検討するTGを設置することを合意した。WG2は産業界におけるメタバース応用のユースケースを収集、分析し、ハイレベルなメタバースの要求条件を明らかに

■表1. FG-MVのマネジメント構成（敬称略）

| 役職    | 氏名                         | 所属（国名）              | 備考（ITUでの役職等）                    |
|-------|----------------------------|---------------------|---------------------------------|
| 議長    | Shin-Gak KANG              | ETRI（韓国）            | SG16副議長、WP1/16共同議長、元SG11副議長     |
| 副議長   | Andrey Ribeiro Perez NUNES | ANATEL（ブラジル）        | 規制局                             |
|       | 今中秀郎                       | NICT（日本）            | WP3/16議長、Q8/16ラポータ、ITU-D SG2副議長 |
|       | Per FROJDH                 | LM Ericsson（スウェーデン） | Q6/16                           |
|       | Shane HE                   | Nokia（フィンランド）       | SG20副議長、3GPP SA4、MSF            |
|       | Vincent AFFLECK            | DCMS（英国）            | 規制局                             |
|       | Yuntao WANG                | CAICT（中国）           | Q5/16ラポータ、中国のMVイノベアライアンス        |
|       | Stella Kipsaita            | ケニア通信規制局            | （第1回会合で承認）                      |
|       | Leonidas Anthopoulos       | テサリー大（ギリシャ）         | （第1回会合で承認）                      |
|       | Manuel Barreiro            | Astonグループ（メキシコ）     | （第1回会合で承認）                      |
|       | Cristina MARTINEZ          | 欧州委員会（EC）           | （第1回会合で承認）                      |
|       | Natalia Bayona             | 世界観光機関（UNWTO）       | （第1回会合で承認）                      |
|       |                            |                     |                                 |
| セクレタリ | Cristina BUETI             |                     | SG20カウンセラ                       |
|       | Yining ZHAO                |                     | SG20カウンセラ                       |



■表2. FG-MVのWG構成（敬称略）

| WG  | タイトル                                      | ToR                                                                  | WG議長・副議長候補                                                                                  |
|-----|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| PL  |                                           | ・他SDOとの協調と連携(TGを設置)                                                  | Cristina MARTINEZ(EC) 副:Stella Kipsaita(ケニア)                                                |
| WG1 | General                                   | ・ビジネスエコシステム<br>・全体コンセプト、サービスモデルなど<br>・用語定義(TG)、ギャップ分析(TG)            | Leonidas Anthopoulos (ギリシャ)<br>副:Younghwan CHOI (韓国)                                        |
| WG2 | Application & Services                    | ・産業界のユースケース収集<br>・ハイレベル要求条件(サービスとアプリ)<br>・メディア符号化                    | Yuntao WANG(中国)<br>副:Ismael ARRIBAS(スペイン)、James Kunle Olorundare(ナイジェリア)                    |
| WG3 | Architecture & Infrastructure             | ・メタバースプラットフォームのNWインフラ、クラウド・エッジ、ブロックチェーン<br>・アーキテクチャ、インタフェース、API、QoS等 | 山本(OKI)<br>副:Yuan Zhang(中国)、Wilmer Azurza Neyra(ペルー)                                        |
| WG4 | Virtual/Real Integration                  | ・仮想世界と現実世界のマッピングと同期<br>・仮想世界と現実世界の融合                                 | Shane HE(フィンランド)                                                                            |
| WG5 | Interoperability                          | ・メタバース間相互接続の機能アーキテクチャ<br>・プラットフォームとデバイス間のインタフェース                     | 今中(NICT)<br>副:Wook HYUN(韓国)                                                                 |
| WG6 | Security, Data & PII Protection           | ・セキュリティ(TG)、個人情報保護(TG)、COP(TG)                                       | Vincent AFFLECK(英国)<br>副:Naying HU(中国)、Radia FUNNA(米国)                                      |
| WG7 | Economic, regulatory & competition aspect | ・経済的事項と競争<br>・メタバースバリューチェーン<br>・通信業界へのインパクト<br>・メタバースの潜在市場と規制        | Andrey NUNES(ブラジル)、Okan GERAY(UAE)<br>副:Ahmed SAID(エジプト)                                    |
| WG8 | Sustainability, Accessibility & Inclusion | ・持続可能性<br>・社会的考慮事項<br>・循環経済                                          | Nevine TEWFIK(エジプト)<br>副:Manuel BARREIRO(メキシコ)、Christina Yan ZHANG(中国)、Khaled Koubaa(チュニジア) |

にする。WG2の下に、ISO/IEC JTC1 SC29に参加しているスペインからの提案により、メディア符号化を扱うTG設置をすることを合意した。WG3はメタバースのアーキテクチャを扱う。このWGはネットワークとの関連性が高く、日本の山本氏(OKI)がリードする。WG4は、現実世界をそのまま仮想空間で実現するメタバース(「ミラーバース」と呼ばれることがある)について、仮想と現実との統合について検討する。WG5は、筆者がリードし、「相互接続性」に関する検討を実施する。現在、メタバースのプラットフォームは多数存在し、その間のアバターの行き来やデジタル資産の移動などができないため、共通的に使えるアプリケーションインタフェース(API)を作成するための要求条件やフレームワークを扱う。WG6はセキュリティに関するもので、情報セキュリティ以外に個人特定が可能な情報に対する保護を検討する。3つのTGを設置し、子供に対する不適切コンテンツからの保護、サイバーセキュリティ、メタバースの情報秘匿性、メタバースの信頼度などを検討する。WG7は、メタバースの経済的な側面としてバリューチェーンなど、また競争環境を創出するための政策的課題の明確化を検討する。またメタバースの市場拡大と政府の規制の関係なども扱う。WG8は、持続可能性とアクセシビリティを扱う。2つのTGを設置し、持続可能性として自然環境へのインパクト及び障がい者の対応として要求条件や技術課題を明確

にしていく。

### (3) 提出寄書の紹介

世界から集まった58件の寄書を簡単にプレゼンされた。この会合では議論時間が十分に取れず、各寄書は関連するWGで別途議論されることとなった。すべての寄書は、各WG及び全体に割り振られている。

今会合に向け、NICTから2件の寄書を提出しており、FG-MV会合で紹介した。1件は標準化ギャップ分析のため、メタバースに関連する団体の活動状況を調査するためのリエゾン文書の提案である。これは今会合で議論され、ITUの全セクタを含みいくつか送付先が追加されて合意された。もう1件の寄書は、ギャップ分析の初期ドラフトであり、TG-Collaborationで議論されることとなった。

全体に割り振られた寄書のうち、WG設置に関する提案がいくつかあった。ロシアからは、AIに関するWGの設置提案があったが、AIはすべてのWGに関連するとしてNoteされた。エジプトとスーダンからは、経済及び規制を検討するWGと環境保護に関するWGの設置提案があった。また、中国、オレンジ、Huawei、China Unicomの共同提案で、環境関連のWG設置提案があった。さらに、中国、エジプト、スーダン、ウガンダ、スペインの大学から、同様に環境関連のWG設置提案があった。これらの寄書を議論



し、経済と規制はWG7、環境保護はWG8を設置して検討することとなった。中国移动からの提案で、メタバースの通信ネットワークを議論するWGの設置提案があり、WG3でアーキテクチャを構成する要素として通信ネットワークを扱うことを合意した。

リエゾン文書は2件（IPv6フォーラム、SG20）あり、SG20からはSG20に提案があったメタバースアーキテクチャに関する新勧告草案の寄書が添付されていた。この新勧告草案の提案は、同じ内容の寄書がFG-MVに提案されている。

#### (4) 会合出力文書

第1回FG-MV会合の出力文書として、NICTから寄書提案した関連団体へのメタバース標準化検討の調査に関する出力リエゾン文書を合意した。また、スペインから提案されたメディア符号化関連検討について、検討協調を求めるISO/IEC JTC1 SC29への出力リエゾン文書を合意した。

このほか、WG構成、寄書のWGへの割り振りなどが出力文書として合意している。

#### (5) 成果文書案

第1回FG-MV会合で提示された寄書に基づき、暫定的に19件の成果文書案のリストがまとめられ、第1回FG-MVの会合報告に含まれた。これらは各WGで議論して成果文書案として作成される予定である。また、今後のWG会合等でさらに寄書提案により、成果文書案数が増える可能性がある。

WG5に提案された2件の成果文書案（クロスプラットフォームメタバースのユースケースと要求条件、メタバース間のIDの相互接続性）については、2023年4月のWG5会合で作成開始を合意し、5月のWG5会合で文書が更新されている。

#### (6) 会合予定

FG-MVの作業期間は、現時点では2024年1月のTSAG会合までとなっている。2024年1月までに、以下のように4回のFG会合を開催する予定である。

- 1) 2023年3月8日、9日：第1回FG-MV会合（リヤド：サウジアラビア）
- 2) 同年7月4から6日：第2回FG-MV会合（上海：中国）
- 3) 同年9月6から8日：第3回FG-MV会合（ジュネーブ：スイス）
- 4) 同年12月4から7日：第4回FG-MV会合（ジュネーブ：スイス）

これ以外に特別セッションとして2023年9月にアルーシャ（タンザニア）、10月にリガ（ラトビア）で開催が予定されている。

WG会合及びTG会合は基本的には電子会議で開催されるが、2023年5月のWG5とWG6はジュネーブと電子会議のハイブリッド開催となる。

2023年12月の第4回FG-MVでの完成に向け、各WGは成果文書案を作成する予定である。

## 4. 併催されたITUフォーラム

第1回FG-MV会合に先立ち、同会場で2023年3月7日にITU-Tとサウジアラビア政府（セキュリティ機構：NCA）が主催するITU Forum on Embracing the metaverseというワークショップが開催された。ワークショップには600名以上がハイブリッドで参加し、8つのセッションで相互接続性、セキュリティ、規制、将来のユースケースについて約30人の講演者が登壇した。残念ながら日本からの登壇者はいなかった。

講演では、メタバースの概念と標準化に向けた課題、セキュリティとして解決すべき課題の抽出、メタバースの産業界での利用案などが議論され、FG-MVで今後検討すべき領域が示された。

## 5. おわりに

メタバースは時間と場所を超越した仮想空間上で、現実世界と同じ生活ができる、つまり、仮想空間での商取引によりマーケットが数倍にも増大する可能性がある。また、メタバースの仮想空間上では、現実ではできないことであっても仮想空間上で体験できるため、全く新たなビジネス創出の可能性もある。日本として、このビジネスチャンスを創出するために、メタバースの性能を一定以上に保つよう国際標準を設定することは必須であり、技術だけにとどまらず、アニメ的なアバターの作成など日本の優位な分野について積極的にFG-MVに提案する必要がある。FG-MV副議長として、日本からの提案を期待する。また、FG-MVは8つのWGで検討が進むことから、各社ですべてに対応することが難しいため、日本として各社協調して対応する組織作りも必要だと考える。



## KDDI「認定Starlinkインテグレーター」に



KDDI株式会社  
グローバルインフラマネジメント部

ふくい ゆうすけ  
福井 裕介



KDDI株式会社  
LX基盤推進部

ながさと てんう  
長里 天羽

### 1. はじめに

近年衛星搭載機器の小型軽量化や衛星打ち上げ費用の低廉化により、小型の人工衛星の実用化が比較的容易になっており、中・低軌道に打ち上げた多数の小型衛星を連携させて一体的に運用する「衛星コンステレーション」を構築し、極域を含めた世界全体を対象として、緊急時・平時を問わず、ビジネス用途の高信頼・高速大容量通信等多様なサービスを提供することが可能となった。

これを受けて、非静止軌道衛星については、中軌道（MEO：Medium Earth Orbitの略称で、高度2,000～36,000km）または低軌道（LEO：Low Earth Orbitの略称で高度～2,000km）に投入される多数の小型衛星でコンステレーションを構築する計画が複数検討されている。LEOについては既存衛星オペレータによる現行衛星の高度化計画に加えて、新興衛星オペレータによる計画が進んでいる。

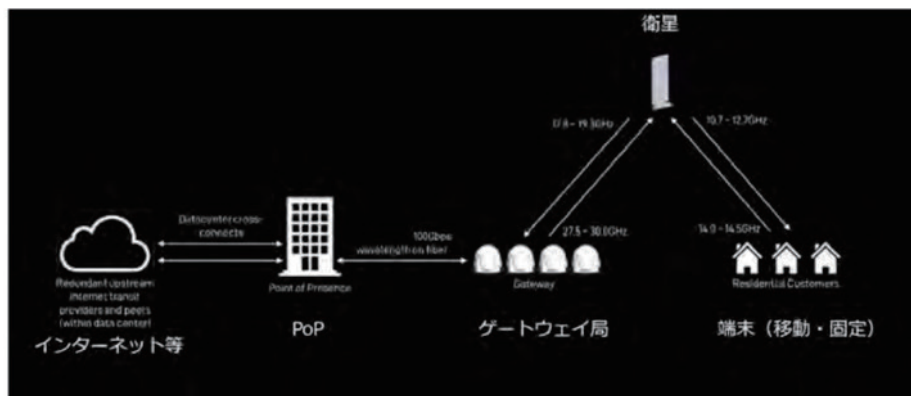
非静止軌道衛星通信システムは、静止軌道衛星通信システムに比較し低い高度を周回するため通信の遅延時間が短いこと、また、数多くの機数を運用することによる通信容量が大容量であることが特徴的である。

### 2. スターリンク（Starlink）について

Starlinkシステムは、米国の民間企業SpaceX社（Space Exploration Technologies Corp.）が提供するLEO衛星コンステレーションサービスであり、約550kmの高度に計4,408機の衛星を打ち上げる計画をITU（International Telecommunication Union）に申請しているが、2018年に打ち上げを開始して以降、既に執筆時点（2023年6月）で4400機以上の衛星を打ち上げ、米国や日本を含む多くの国でサービスを開始している。

日本においては、電気通信技術審議会諮問第82号「非静止衛星を利用する移動衛星通信システムの技術的条件」（平成7年9月25日）のうち、「高度500kmの軌道を利用する衛星コンステレーションによるKu帯非静止衛星通信システムの技術的条件」として、総務省 衛星通信システム委員会及び作業班においてその技術的条件を検討しており、その結果として、2021年8月20日に、電波法施行規則等の一部を改正する省令が定められている（サービスの開始は2022年10月～）

Starlinkシステムは、先述した衛星コンステレーションに加え、ユーザが利用する端末（移動・固定）、ゲートウェイ



■図1. Starlinkシステム接続イメージ



局、インターネットに接続するためのPoP (Point of Presence) という設備から成り立つ。ユーザ端末と衛星間の通信リンクをサービスリンクと呼び、この区間はKu帯 (宇宙から地球: 10.7–12.7GHz、地球から宇宙: 14–14.5GHz) の周波数を用いた通信が行われる。また、ゲートウェイ局と衛星間の通信リンクをフィーダリンクと呼び、この区間はKa帯 (宇宙から地球: 17.8–18.6GHz及び18.8–19.3GHz、地球から宇宙: 27.5–29.1GHz及び29.5–30.0GHz) の周波数を用いた通信が行われる。ユーザ端末は、電気式 (フェーズドアレー型) のアンテナで、アンテナが物理的に駆動せずとも低軌道衛星を電子走査で追尾することができ、また、複数の衛星のハンドオーバー (切替え) は、物理駆動式のアンテナと比較し素早く行うことができる点が特徴的である。また、従来のパラボラアンテナタイプと比較しても構成がシンプルで、軽量であることやケーブルの本数も少ない等、一般ユーザの方でも比較的容易に設置ができる点も特筆すべきものである。



■図2. Starlinkユーザ端末

■表1. 従来のパラボラタイプアンテナとの比較

|      | パラボラタイプ            | Starlink端末  |
|------|--------------------|-------------|
| 送受信機 | 外付け                | 内蔵          |
| ケーブル | 同軸ケーブル、電源ケーブル等、複数本 | PoEケーブル1本のみ |
| 衛星追尾 | 手動/自動              | 自動          |
| 重量   | 全体では比較的重い          | 軽量          |

### 3. Starlink活用の取組み

2023年5月17日に開催された「第55回世界情報社会・電気通信日のつどい」において、日本ITU協会賞特別賞を受賞したSpaceX Starlinkチームのローレン・ドライアー氏による講演が「Starlink by SpaceX: Expanding boundaries, both epic and everyday」というテーマで行われたが、その中でもウクライナ市民への提供、災害で通信が途絶され

た地域への提供、ルーラル地域の学校への提供、遠隔医療への適用等、実際の利用シーンが紹介された。

日本国内においては、KDDIが2021年9月からKDDIの提供する携帯通信事業においてau基地局のバックホール回線にStarlinkを利用する取組みを開始している。また、2022年10月には認定Starlinkインテグレーターとして、日本国内の法人のお客様に対してStarlinkを再販するサービス (Starlink Business) を開始し、KDDIの独自技術と組み合わせたサービス提供に取り組んでいる。次項より、各取組みを説明する。

### 4. 携帯電話基地局のバックホール回線利用

KDDIのau携帯電話基地局では、山間部や島しょ部等光ファイバー回線が敷設できないエリアの基地局のバックホール回線として静止軌道衛星通信を利用してきたが、これに加えStarlinkをバックホール回線として用いることで、更なる通信品質向上に取り組んでいる。この取組みにより、これまでサービス提供が困難とされていた山間部や島しょ部へのエリア拡大だけでなく、災害対策においてもauの高速通信をご利用頂けるようになる。今後、全国約1200か所の基地局に順次導入を行う予定であり、この先駆けとして、2022年12月1日の静岡県熱海市初島のau基地局にStarlinkが導入され、既にStarlink経由の携帯通信サービスの提供が始まっている。

さらに、地震や台風等の自然災害の多い日本において、災害発生時は被災地域の通信をより迅速に復旧させることが求められていることから、Starlinkをバックホール回線として利用した車載型au基地局と可搬型au基地局を展開していく。昨今、従来のニュースサイト等だけではなく、ソーシャルメディアを通じた被災地域での情報取得や動画等による



■図3. 初島のStarlinkを用いたau基地局



■図4. Starlinkを搭載した車載型基地局

情報発信の重要性は増してきていることから、Starlinkや新たな技術の活用や設備の増強を通じて、被災地域の高速・大容量・低遅延な通信環境を実現し、通信がつながる方々に安心・安全を提供していく。

## 5. 法人向けStarlinkサービスの展開

KDDIはStarlinkを活用した法人向けサービスとして再

販サービス (Starlink Business) に加え、日本特有の課題に応じ、KDDI独自技術と組み合わせた付加価値サービスの提供を開始している。

以下に具体的な取り組み例について紹介する。

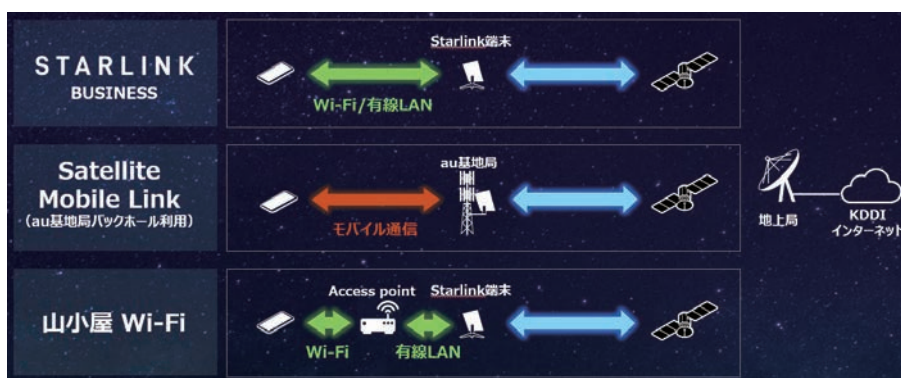
### ① Starlink Business

単純再販に加え、マーケットニーズに応じたパッケージングサービスを展開。特に国内のセキュリティ意識の高まりに対応するため、社内ネットワークにセキュアに接続可能な、「KDDI Wide Area Virtual Switch/Switch2」を付加したサービスを展開している。

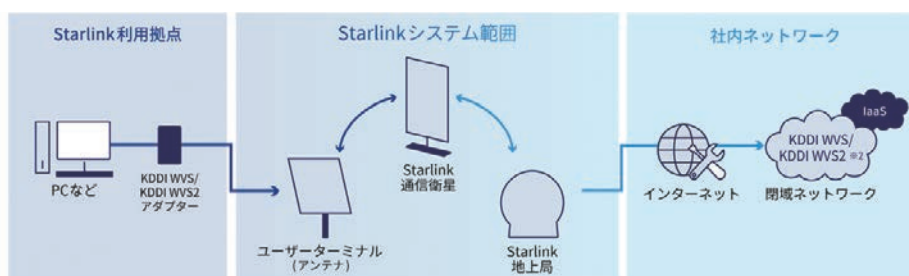
### ② Satellite Mobile Link (SML)

2022年12月より国内の法人企業や自治体向けにStarlinkをバックホール回線としたau基地局を構築するソリューションサービスを提供している。

法人企業の導入事例として、渡島トンネル（上二股）工区（発注者：JRTT 施工者：清水建設株式会社）を紹介する。一般的に山間部の建設現場では、光ファイバー敷設に大規模工事が必要である。そのため、通信環境整備が困難であるが、当サービスを導入することにより、光ファイバーを



■図5. KDDIが提供するStarlinkサービス



■図6. 閉域網接続構成



敷設しづらい地域でも携帯電話による音声通話・緊急通報が可能となった。また、建設現場におけるタブレット端末を利用した大容量データ伝送をより高速かつ安定的に利用することが可能となった。このサービスにより情報伝達の効率性・即時性が向上するとともに、建設現場のDX化や働き方の改革にもつながり、従業員満足度の向上に寄与している。

### ③ 山小屋Wi-Fi

電波の届きにくい山小屋の通信環境の改善を目的にStarlinkをバックホール回線として活用したWi-Fiサービスの提供を開始している。2023年5月には一般財団法人白馬村振興公社が運営する八方池山荘にて先行提供を開始し、順次使用できる山小屋を拡大させていく。山小屋を含む登山道は地形や積雪等の理由により通信環境の整備が困難なエリアが多く、緊急時の連絡が難しい等の課題がある。当サービスを提供することで、山小屋のユーザは、家族や友人への安否連絡や気象情報の確認、ソーシャルメディア



■図7. 北海道新幹線、渡島トンネル（上二股）工区（JR TT発注）工事現場のSML利用

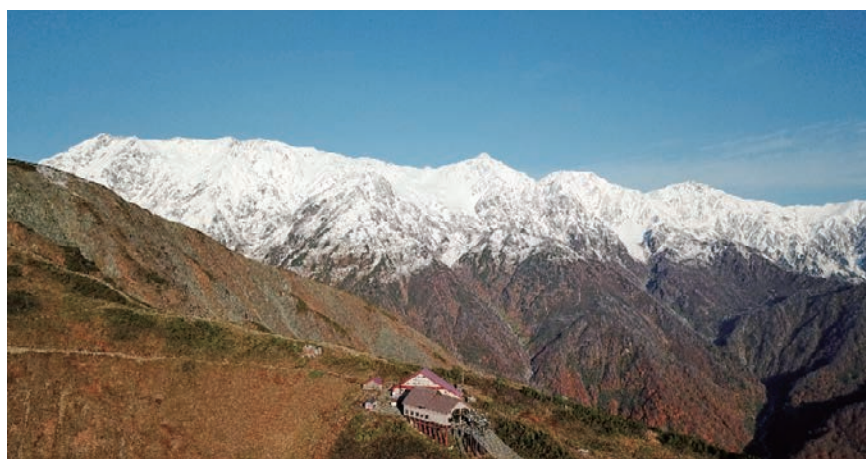
への投稿が可能となり、山小屋オーナーは、キャッシュレス決済の導入や宿泊予約、防災情報や自然災害の情報収集等、デジタル活用による業務効率化だけでなく新たなビジネスの創造につなげることができる。

## 6. おわりに

近年の衛星通信技術を取り巻く環境の変化により、Starlinkのような低遅延大容量の通信サービスが誕生し、全世界的に衛星通信分野は新たなステージに到達している。KDDIはStarlinkを用いた基地局バックホール回線や法人向けサービスの提供を推進し、持続的かつ信頼ある通信サービスにより、この地球上からつながらない場所をなくすため新たな挑戦を続けていく。

### (参考)

- ・SpaceXの「Starlink」をau通信網で利用開始  
(<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2021/09/13/5392.html>)
- ・Starlinkを活用した車載・可搬型基地局を導入  
(<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2023/03/02/6579.html>)
- ・「Satellite Mobile Link」を清水建設が採用  
(<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2022/12/05/6419.html>)
- ・Starlinkを活用した「山小屋Wi-Fi」提供開始  
(<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2023/05/29/6753.html>)
- ・スペースXの衛星ブロードバンド「Starlink」を法人・自治体向けに提供  
(<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2022/10/12/6284.html>)



■図8. 白馬村 八方池山荘



## 第2回WRC-23準備会合（CPM23-2）結果報告

総務省 総合通信基盤局 電波部 電波政策課 国際周波数政策室

### 1. はじめに

2023年3月27日から4月6日まで、スイス（ジュネーブ）において開催された第2回WRC-23準備会合（CPM23-2）の結果概要について報告する。

世界無線通信会議（WRC）は、周波数や衛星軌道の監理等に関する国際的な取決めに規定した無線通信規則（RR）を改正することを目的として、3～4年に一度開催することとされており、次のWRC-23は、2023年11月20日から12月15日にかけてアラブ首長国連邦（ドバイ）において開催される予定である。

CPMは、WRCにおける議論をサポートするため、議題を満たすための方法（Method）案等をまとめたCPMレポートを準備することを目的として設置される会議である。CPM23-2会合においては、CPMレポート案を審議し完成させることを目的として開催され、ITU加盟国等から各国主管庁、電気通信事業者、メーカー等2200名程度（日本からは99名）が参加した。以下にその概要について報告する。

### 2. 主な議題の審議結果概要

本項においては、7つの主な議題をピックアップし、議題の背景、CPM23-2における審議結果の概要について説明する。

#### (1) 議題1.2 7GHz帯等のIMTへの特定の検討

議題1.2は、3300–3400MHz（第一地域の脚注改訂及び第二地域）、3600–3800MHz（第二地域）、6425–7025MHz（第一地域）、7025–7125MHz（全地域）及び10.0–10.5GHz帯（第二地域）のIMTへの特定の検討するものである。

日本を含む第三地域も対象となっている7025–7125MHzについて、日本は、既存の一次業務の保護が確保され、追加の制約が課されず、かつIMTが現実的な範囲で運用可能であることが担保されることを条件に、地上系IMTへの世界的な特定を可能とする選択肢を支持する立場である。

CPM23-2では、各候補周波数帯に対して計24件の寄書が入力され、主にCPMレポートの3節（ITU-R検討結果の

表. CPM23-2検討体制

CPM23-2議長：Ms Cindy-Lee COOK（カナダ）

CPM23-2副議長：Dr M. A. ABAGA ABESSOLO（ガボン）、Dr M. A. EL-MOGHAZI（エジプト）、Dr J. LIM（韓国）、Mr S. PASTUKH（ロシア）

Mr A. KÜHN（デンマーク）、Ms K. ZHU（中国）

プレナリラポーター：Mr B. Montgomery（オーストラリア）

プレナリセクレタリ：Mr Ph. Aubineau

|           | 議題内容                                              | WG議長                                                                                           | WGセクレタリー（ITU-BR）                             |
|-----------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| WG1       | 固定・移動・放送<br>議題1.1、1.2、1.3、1.4、1.5                 | 【議題1.1、1.2、1.4】<br>Dr H. ATARASHI（日本）、<br>【議題1.3、1.5】<br>Mr U. A. MAHMUD（ナイジェリア）               | Mr U. Loewenstein<br>Mr D. Botha             |
| WG2       | 航空・海上<br>議題1.6、1.7、1.8、1.9、1.10、1.11              | Mr M. ALHASSANI（UAE）                                                                           | Mr K. Bogens<br>Mr N. Sinanis<br>Mr X. Zhou  |
| WG3       | 科学<br>議題1.12、1.13、1.14                            | Mr T. A. BAKAUS（ブラジル）                                                                          | Mr V. Nozdryn                                |
| WG4       | 衛星<br>議題1.15、1.16、1.17、1.18、1.19、<br>7 Topics A-K | 【議題1.15、1.16、1.17、1.18、1.19】<br>Ms L. Ferreira（ブラジル）<br>【議題7 Topic A-K】<br>Mr G. KWIZERA（ルワンダ） | Mr N. Malaguti<br>Ms C. Karina<br>Mr D. Tham |
| WG5       | 一般的事項<br>議題2、4、9.1a）、9.1 b）、9.1c）、9.1d）           | Mr J. HUANG（中国）                                                                                | Mr R. Chang<br>Ms A. Soto Romero             |
| PLEN-DG-A | 議題10                                              | Mr A. KÜHN（デンマーク）                                                                              | Mr J.A. Cicciorossi                          |

要約及び解析)、4節(議題を満たすMethod)、5節(規制及び手続上の検討)を議論し、各Method及びExampleの合意が得られない箇所は見解(View)を追加の上、CPM報告は最終化された。

注目すべき議論として、Band4-6425-7025MHz(第一地域)に関し、中国他から第三地域においてIMT特定する新Method追加の提案があったが、衛星若しくは無線LANでの利用を計画するインド、サウジアラビア、米国、オーストラリア、韓国等は本議題のスコープ外として反対したため、合意は得られなかった。中間解として、第三地域のいくつかの国に当該帯域をIMT特定する提案があったとのテキストが追記された。そのほか、サウジアラビア他からBand4及びBand5-7025-7125MHz(全地域)における条件なしIMT特定のMethod削除の提案があったが、中国等が反対し本Methodは維持された。また、Band4及びBand5におけるIMT特定の際の妥協案となり得る固定衛星アップリンク保護条件について、フランス提案の基地局ビーム指向及びTRP制限、マルチベンダ及びロシア提案の平均e.i.r.p.制限、GSOA提案の最大e.i.r.p.制限がExampleとして併記された。

## (2) 議題1.4 2.7GHz未満のIMTに特定済みの周波数帯のHIBSによる使用の検討

議題1.4は、既にIMTに特定されている2.7GHz未満の周波数帯において、IMT基地局としての高高度プラットフォーム(HIBS)の使用を検討するもので、WRC-19において、日本から提案された議題である。

本議題について日本は、HIBS以外の他のIMT利用を含む既存一次業務、隣接業務を適切に保護することを前提に、対象とされている周波数帯のHIBSへの特定等(Method A2/B2/C2/D2)を支持している。

CPM23-2における主な結果として、まず、Method A3/B3/C3/D3(既存一次業務の干渉からの保護を要求しない)について、以下を条件にイラン提案(Method A3/B3/C3/D3)に①通告必須、②9.21条調整適用(全帯域・既存業務の規制条件を追加)、③許容できない干渉発生時の除去の確約)から②の9.21条調整を削除してCPMレポートに反映することで妥結した。

- 許容できない干渉発生時の除去の確約が、“客観的、測定可能、強制力のある”ことを明記
- イランが保護を主張する放送業務、放送衛星業務のWRC決議案の規制条件(Method X2/3/4共通)に、干渉が

除去できない場合は対象のHIBSの周波数割当てをMIFRからの削除を検討することを明記

IMT保護のためのPFD制限値に関する議論について、米国がBand1(700-900MHz帯)のExample3及びBand2(1.7/2GHz帯)とBand3(2.6GHz帯)のExample2のPFD制限値をWP5D第43回会合で提案したAASベースの厳しいアグリゲートPFD制限値に修正した。CEPT(欧州)は新たな値(AASベース)をオフラインで提案した(日米案の中間値に該当する値)。オフラインの議論ではCEPT案での妥結が議論されたが、合意に至らずCPMレポートには各国提案値を併記することとなった。

高調波による電波天文への干渉影響について、日本から、Example1(規制措置なし)と2(PFD制限)の中間案として、WRC決議のrecognizingパートにおける電波天文業務保護の不要発射レベルの明記を提案したが、保護反対派(米国、カナダ)、保護賛成派(ドイツ、南アフリカ他)双方が日本提案を受け入れなかった。最終的に①規制措置なし、②不要発射レベル+離隔距離100km(強制力無)、③PFD制限の3案が併記された。

694-862MHzにおける放送業務保護の規制条件に関し、日本からExample2(9.21調整、PFD調整閾値適用)について、GE06対象エリア内はHIBSからの放送業務の保護にGE06合意事項が適用されることを明確化するための修正や、関連脚注にて694-728MHzをHIBS受信利用のみと規定して、Example3(PFD制限)を削除することを提案したところ、Example2の記載の修正、脚注における694-728MHzの受信利用のみの規定は反映されたが、Example3の削除はCEPT(欧州)の反対により維持された。最終的にExample1(GE06適用対象:GE06適用(GE06閾値)GE06適用外:9.21条調整(PFD閾値))、Example2(GE06適用対象:GE06適用(PFD閾値)GE06適用外:9.21条調整(PFD閾値))、Example3(PFD制限値)の3案が併記された。

イランが決議247の解釈から、第三地域の698-790MHzについては議題1.4のスコープ外であるとして、CPMレポートからの削除を主張したことに対し、日本からイランに対抗する決議247の解釈を説明した。日本とイランの見解を併記した上で、第三地域の698-790MHzをCPMレポートに維持することで合意された。

## (3) 議題1.8 無人航空機システム(UAS)の制御及び非ペイロード通信(CNPC)の検討

議題1.8は、国際民間航空機関(ICAO)における議論の



進捗も考慮しながら、無人航空機システム (UAS) の制御及び非ペイロード通信 (CNPC: Command and Non Payload Communication) によるKu、Ka帯の固定衛星業務 (FSS) の利用のための決議155 (WRC-19改) 及び無線通信規則脚注5.484Bの見直しと適切な規制条項を検討するものである。

本議題について日本は、ITU-Rの検討継続を支持、また、UAS CNPCの利用が想定される周波数帯の同一／隣接帯域において既存の業務に影響を与えてはならない、との立場である。

CPM23-2においては、現行の決議155では、UASの制御及び非ペイロード通信 (CNPC) は無線通信規則第11.41条 (unfavorable findingに至った周波数調整に関する条項) に該当するFSSの利用が除外されているとともに、他業務に干渉を与えない、かつ干渉があっても保護を求めないことが定められているため、FSSを無線通信規則第4.10条 (生命の安全に関する業務に優先権を与える条項) の下で実現する方法が不可能との議論に終始し、多くの時間を費やし、今会期の検討ではその矛盾がより明確になった。

最終的な、CPMレポートとしては、Method A (NOC) に加えて、CPM23-2会合以前にMethod Bとして整理された案をMethod B1とし、反対派と賛成派の意見をそれぞれMethod B2、B3として記載がされた。これらのMethodはCPM文書を白紙のまま提出することを避けるため、あくまで各国の意見を記述しただけであり、内容について未合意であることが合意されたことが強調されており、依然として反対派と推進派の間で合意に至るためには道のりが遠い状態である。

#### (4) 議題1.11 GMDSS近代化とe-navigation実施の検討

議題1.11は、海上における遭難及び安全に関する世界的な制度 (GMDSS) 近代化及びe-navigation実施のための規則条項を検討するものであり、Issue AでGMDSS近代化、Issue Bでe-navigation実施、Issue CでGMDSS追加衛星システム導入 (中国BeiDou衛星を想定) をそれぞれ検討している。

本議題の各Issueについて日本は以下の立場である。

- Issue A: GMDSS近代化のためのMF/HFのための自動接続システム (ACS) と国際NAVDATシステムの導入を支持する。
- Issue B: 無線通信規則第5条を改正しないMethod Bを支持する。

- Issue C: GMDSSへの追加GSO衛星システムの導入は、同一周波数帯及び隣接周波数帯の既存業務との共用及び両立性に関する研究結果により、既存業務の保護が保証されるよう検討されるべきである。

CPM23-2においては、Issue Aでは、我が国が導入を進めているMF/HF帯DSC (Digital Selective Calling) 利用の自動回線接続 (ACS) に関し、定義、周波数、参照勧告等の明確化のための修正案がドイツ、フランス及びオランダから提案され反対なく合意された。中国からNOCのみへ修正提案された1.6GHz EPIRB周波数帯 (1 645.5–1 646.5MHz) 跡地の利用に関しては、修正不要とされた。

Issue Bでは、特段入力がなくCPMレポート案は修正されなかった。

Issue Cでは、国際海事機関 (IMO) がBDMSS (BeiDou Message Service System) をGMDSSとして認証したことに伴う記述の見直しがなされた。BeiDou衛星が使用する周波数について無線通信規則第4.10条適用周波数を限定するロシア提案があり、Method C4として追記された。

#### (5) 議題1.13 14.8–15.35GHz帯に二次分配されている宇宙研究業務の格上げの検討

議題1.13は、14.8–15.35GHz帯に二次分配されている宇宙研究業務 (SRS) の一次分配への格上げを検討するものである。

本議題について日本は、既存業務の保護及び現在の運用の継続の確保がなされない場合は、一次業務への格上げは適切ではないとしている。

CPM23-2における審議の結果、Methodについては、新規追加、修正、削除を行った結果RRの改正をしないMethod Aと、SRSの分配を一次に格上げすることを提案するB、C、D、E (E1、E2、E3) とすることで合意された。

一部の主管庁が提案した各Methodの比較を示す表についてはCPMレポートに追加することを断念し、参考資料としてSharefolderに残された。

#### (6) 議題1.17 特定帯域における衛星間リンクの規則に対する衛星間業務への分配追加による適切な規則条項の決定と実施

議題1.17は、非静止軌道における固定衛星業務の移動する地球局による17.7–18.6GHz、18.8–19.3GHz及び19.7–20.2GHz (宇宙から地球) 並びに27.5–29.1GHz及び29.5–30GHz (地球から宇宙) の使用のための研究及び技術・



運用・規則面の手段について検討するものである。

本議題について日本は、以下の立場である。

- 第二地域における衛星間リンク用の分配に対し、第三地域の地表面上におけるpfd値を-147dB (W/(m<sup>2</sup>・27MHz))に制限することを支持する。
- 決議773 (WRC-19) に基づく18.1-18.6GHz帯、18.8-20.2GHz帯及び27.5-30GHz帯における、衛星間通信の利用に関する共用・両立性検討と、技術条件や規則要件に関するITU-Rの検討を支持し、そのような利用においては、これら周波数帯とその隣接周波数帯に分配されている一次業務は確実に保護されるべきである。
- 本議題において作成される規則上の技術条件や要件は、27.5-29.5GHzの周波数帯で運用される地上業務に許容できない干渉を与えてはならない。

CPM23-2ではNOC以外の、衛星間リンクの分配 (FSS/ISS)・カバレッジ (コーン内/拡張コーン) の別による4つのMethodを1つに統合することを目的に、SWG内で審議するものとDGで審議するものと分けて議論が行われた。

最初に、衛星間リンクとして11.7-12.7GHz帯の利用を望む国・組織がなかったことから、本帯域を議題の対象から除外することが確認された。これにより、同帯域におけるBSS保護の必要がなくなったため、日本から入力していたCPMレポート修正案については取り扱われなかった。

地上系保護のPFDマスクについては、結果としてRR第21条ベースと決議169ベース (参照帯域幅として1MHzのケースと14MHzのケースを含む) の両論が併記された。また米国提案による大気減衰を考慮したPFD算出のメソドロジーを示したAppendixも追加されることとなった。一方でカナダからPFDマスクはAnnexでなくRR第21条に含めるべきとの主張がなされたため、その趣旨はAnnex2タイトルの下にNOTEされることとなった。

イランの強い要望により、29.5-30GHzにおける二次業務の地上業務に許容できない干渉を与えてはならないとのresolvesが追記された。

Annex1 (オフナディア角の決定) において、高高度衛星がGSOかつ低軌道衛星の高度が2000km以下の場合には拡張コーンの利用が可能な表記に改められた。(離角差がわずかであり、実影響はないと想定される。)

Annex2に記載される27.5-29.5GHz帯における地上業務保護基準は、RR第21条ベースと決議169ベースの両論が併記された。

結果、当初の目的どおりNOC (No Change) 以外の4つ

のMethodは1つに統合され、すべてレポート内でAlternativeとして扱われることになった。

最終的なMethodは以下のとおり。

- Method A: RRはNOC、決議773は削除
- Method B: 18.1-18.6GHz、18.8-20.2GHz及び27.5-30GHzにおける本議題のSpace to Spaceリンクの規制ソリューションを扱う。本Methodは、Space to Spaceリンクの分配種別・GSOプロバイダによるSpace to Spaceリンクの運用コンセプト・NGSO FSSとの共用可能な仕組みに応じた、以下のAlternativeが含まれる。
- Alternative FSS: FSS (space-to-space) allocationの分配
- Alternative ISS: ISSの分配
- Alternative GSO within cone: GSOプロバイダの“コーン内”概念に対応
- Alternative GSO expanded cone: GSOプロバイダの“拡張コーン”概念に対応
- Alternative non-GSO FSS coordination: GSOとの共用調整を9.12条で対処
- Alternative non-GSO FSS Hard limit: NGSOのハードリミットをとおして共用を行う

## (7) 議題10 将来の世界無線通信会議の議題の検討

議題10は、WRC-27の議題及び将来のWRCの仮議題について検討するものである。

CPM23-2においては、各国及び組織からの入力文書について実質的な審議は行われず、すべての入力文書を参考情報として、CPMレポートにAnnex (C/247 (Rev.1)) として添付することで合意した。APTからCPM23-2に提出した、議題案の候補に関する情報資料 (C/103) については、特段質疑はなかった。

非公式協議においては、すべての入力文書を統合した文書を作成した上で、どのように審議を進めるべきかの検討、各提案に含まれた情報を基に議論が行われた。合意した主なポイントは以下のとおりである。

- CPMレポートのAnnexにはイントロとして、WRC-23会合及び27会合で合意される議題数をマネージブルな数に限ること、研究活動についてもマネージブルな範囲に限ること、とした文言を新たに記載する。
- Annex本文を3つのセクション (①決議812にある暫定議題案についての提案、②新議題案の提案、③その他WRC-27会合に向けた考察 (決議804等手続き上の問題)



に分ける。

- バランスの取れたアプローチをとり、各提案内容を直接記載するのではなくハイパーリンクを設けることとし、議題10に向けた準備状況について十分な情報を提供するために、6地域機関のウェブサイトに掲載する。

加えて、新議題とWRC-27に向けた準備プロセスの有効性と効率性を確保することについても議論され、Non-GSOとGSO関連の議題案に関する作業量の評価が必要であること、研究のための周波数帯域が広い場合、WPの作業量が膨大となるために注意が必要となるという意見が出されたことが情報として了知され、プレナリ会合でも報告された。

### 3. おわりに —WRC-23に向けた今後の対応—

今回作成されたCPMレポートは、これまでITU-Rの各

SG、WP等の責任グループにおいて取りまとめた案に、CPM23-2へ各国・各地域機関が提出した提案を反映し完成した報告書であり、WRC-23での議論の基礎とされる。このレポートの多くの部分には、これまでの各会合を通じて、我が国の意見が反映されているところであるが、一方で、必ずしも他国の十分な支持が得られていない議題も残されており、総務省をはじめとする我が国のWRC関係者においては、CPMレポートを精査し、対処方針を検討していく必要がある。今後WRC-23開催に向け、オーストラリア（ブリスベン）においてAPG23-6会合（8月14日～8月19日）が開催され、APT地域としてWRC-23に提出するAPT共同提案が取りまとめられる予定であることから、この機会を活用し重要案件に関する各国との意見交換を進めるなど、WRC-23での審議に向けた十分な準備を進めていく所存である。

## 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  
2023年版



海岸局局名録  
2021年版

海上移動業務及び  
海上移動衛星業務で使用する便覧  
2020年版

お問い合わせ: [hanbaitosho@ituaj.jp](mailto:hanbaitosho@ituaj.jp)





## ITU-T SG15 2022-2024年会期 第2回Geneva本会合結果報告

NTTネットワークサービスシステム研究所 むらかみ まこと  
村上 誠

NTTアドバンステクノロジー株式会社 こんどう よしひろ  
IOWNイノベーション事業本部 近藤 芳展

NTTアクセスサービスシステム研究所 さ が え ゆうと  
寒河江 悠途

NTTアクセスサービスシステム研究所 こ ま りょう  
胡間 遼

### 1. はじめに

ITU-T SG15 (Networks, Technologies and Infrastructures for Transport, Access and Home) は、ホーム、アクセスからコアまでのネットワーク領域と陸上から海底までの範囲を包含し、管路敷設から光ファイバ及びメタリック系の伝送媒体、光伝送及びデバイス、OTN (Optical Transport Network)、パケット伝送とその運用・管理まで広範にわたる技術課題を扱っている。特に、次世代モバイルサービスや増加する一方のトラフィック大容量化に対応するための光伝送網標準化に関する議論を継続しており、モバイルフロント/ミドル/バックホールを収容するメトロ域伝送網、Beyond 400G級光伝送及びOTN (Optical Transport Network) インタフェース、光ファイバと線路保守運用技術、50/100G級光アクセス、高精度時刻同期、光伝送網アーキテクチャと装置管理・制御等の議論が活発に行われている。

今会期から議長はGlenn Parsons (Ericsson, カナダ)、副議長はそれぞれ中国、韓国、インド、米国、イタリア、アルジェリア、中央アフリカに所属する7名である。また、P&C (Promotion&Coordination) グループを設置し、議長及び副議長それぞれ1名としている。日本は2005-2008及び2009-2012年会期に議長、2013-2016及び2017-2021年会期に副議長を輩出してきたが、今会期から不在となっている。

SG15は技術領域ごとに光及びメタルーアクセス網及びホーム網技術 (WP1)、光伝送網技術 (WP2)、光伝送網アーキテクチャ (WP3) の3つのワーキングパーティ (WP) から構成されている。

### 2. 会合の概要

2022-2024年会期のITU-T SG15第2回会合は、2023年4月17日から28日までGenevaにおいて対面及びリモート形式で開催された。直近4回の会合における参加者、寄書数等の状況を表1に示す。今回参加者数は現地参加及びリモート参加を含めて36개국から334名であり、毎回の350名に上る参加者数は依然としてITU-T最大規模である。日本からの参加者数は36名で、国別では中国、米国に次いで3番目の参加者数を擁している。2020年1-2月会合以来途絶していた現地会合は前回2022年9月に再開し165名の現地参加者を数えたが、今回はより多い216名を記録し、Covid-19の影響による海外渡航制限等の影響はほぼなくなっていると考えられる。近年、SG15会合参加者数内訳で開発途上国の割合が年々増えてきており、今会合では先進国が162に対して開発途上国が162と拮抗する参加者数を記録した。地域別では中国を含んでいるアジア・オーストラリア地域が163で最も多く、続いてアメリカ地域が78、西ヨーロッパ地域が60でほぼ前回同様、アフリカ地域は前回の11から18に増加している。

今会合の総提出寄書数は287件で毎回の300件程度を維持しており、日本からの提出寄書数も19件でこれまで同様である。関連するTD (Temporary Document) 発行数は367件で、依然として活発な議論が続いている。成果文書としては、1件の改正と1件の改訂を承認 (Approved)、1件の改訂を凍結 (Determined)、新規2件、改訂10件、改正7件、訂正3件を含む計22件の勧告案に合意 (Consent) した。また、1件の勧告訂正、2件の質問票、1件の補助文書改訂に同意 (Agreement) し、3件のインプリメンターズガイドと1件の標準化計画文書を更新した。他標準化組織への

表1. 直近4回の会合状況

| 開催時期     | 参加者 | 参加国 | 先進国 | 開発途上国<br>(後発含む) | 日本 | Africa | Americas | Asia and<br>Australasia | Eastern<br>Europe and<br>Northern Asia | Western<br>Europe | 寄書  |
|----------|-----|-----|-----|-----------------|----|--------|----------|-------------------------|----------------------------------------|-------------------|-----|
| 2023年4月  | 334 | 36  | 162 | 162             | 32 | 18     | 78       | 163                     | 5                                      | 60                | 287 |
| 2022年9月  | 358 | 33  | 177 | 174 (8)         | 36 | 11     | 79       | 195                     | 3                                      | 63                | 309 |
| 2021年12月 | 320 | 28  | 175 | 141 (3)         | 32 | 6      | 82       | 165                     | 3                                      | 60                | 255 |
| 2021年4月  | 350 | 28  | 193 | 157 (5)         | 37 | 4      | 84       | 186                     | 2                                      | 74                | 324 |



リエゾンは26件発出された。

### 3. 第1作業部会 (WP1) アクセス網及びホーム網

WP1は4つの課題で構成され、アクセス網全般及びホーム網に加えてスマートグリッド向け通信を検討している。今会合では、2件の勧告案が承認され、1件が凍結された。また、11件（新規2件、改正4件、改訂3件、訂正2件）の勧告案が合意された。各課題における審議詳細を以下に示す。

#### 3.1 課題1 (Q.1) アクセス及びホームネットワーク伝送標準の調整

ANT (Access Network Transport) とHNT (Home Network Transport) のStandards OverviewとWork plan、Living list of the conformance and interoperability testing (CIT) activities in other organizations文書を確認し、更新を行った。

#### 3.2 課題2 (Q.2) ファイバアクセス網における光システム

アクセス網において通信局に配置したOLT (Optical Line Terminal) と、各ユーザに配置されるONU (Optical Network Unit) 間を接続するPON (Passive Optical Network) システムを検討している。

これまで波長当たり1~10Gbit/s級 (G-PON、XG-PON、XGS-PON) あるいは50Gbit/s級 (50G-PON) の速度でユーザ信号に時間スロットを割り当て多重する、時分割多重方式を基本として勧告化している。さらに波長多重を組み合わせた時分割/波長分割多重方式の40Gbit/s級PONシステム (NG-PON2) も検討している。

今会合では、ITU-Tでは初となる波長分割多重PONシステム (WDM PON) に関して、G.9802.2 (10~25Gbit/s級システムの物理層及び伝送コンバージェンス層仕様) を勧告化した。本勧告では、OAM (Operation, Administration and Maintenance) 信号の制御用チャネルとして、トランスコーディングモード (ユーザデータと合わせてコーディング処理後信号送信) とトランスパアレントモード (ユーザデータのコーディング処理を独立して行う) の双方にてAMCC (Auxiliary Management and Control Channel) を利用可能とした。特に、トランスパアレントモードにおけるAMCCはNG-PON2の物理層仕様 (G.989.2 Annex B) に記載の動作に準ずることが推奨されている。

10G超ポイントツーポイント光アクセスシステム (G.9806) に関しては、伝送距離20kmまでを対象とした100Gbit/s双方向光アクセスシステム仕様 (Class S) を含めて改正した。

今後は、最大伝送距離40kmを対象としたシステム仕様及び伝送路上の接続点等で生じる反射光の影響 (MPI: Multi-Path Interference) について議論する。その他、G.989.3 (NG-PON2の伝送コンバージェンス層仕様)、G.9805 (PONシステムの共存)、G.987.2 (XG-PONの物理層仕様) を改正した。

#### 3.3 課題3 (Q.3) 宅内ネットワーク及び関連するアクセス応用に向けた技術

今会期から課題3 (旧課題18) として、構内網/ホーム網を中心に適用される伝送技術、スマートグリッド向け通信に関して議論している。

狭帯域OFDM電力線通信 (G.nbplc) に関連するG.9901 (G.nbplc-psd) 改正が承認された。また、G.hnに関連するG.9962 (G.hn-mgmt) 改訂が承認、G.9964 (G.hn-psd) 改訂が凍結された。その他、G.9960 (G.hn-phy)、G.9961 (G.hn-dll) 及びG.9963 (G.hn-mimo) の3件が改訂された。さらに、屋内/構内でのファイバを使った高速トランシーバのシステムアーキテクチャ規定であるG.fin-SAがG.9940として新規勧告化された。

新規作業項目として、エッジコンピューティング機能を持つ機器から構成される構内網とEthernetベースPoint-to-point FTTRシステムのアーキテクチャ、ユースケース、技術要件を記述する2つの勧告案 (G.Sup.Edge4Home及びG.p2pf) を検討することになった。

#### 3.4 課題4 (Q.4) メタリック線によるブロードバンドアクセス

G.fast及びG.mgfastなどのメタリック線を使った高速アクセス網技術に関する議論をしている。

G.mgfast関連としてG.9711 (G.mgfast-phy) 訂正、G.fast関連ではG.9701 (G.fast-phy) 訂正を行った。いずれも特定条件での再送処理を考慮した性能指標の定義見直しを反映したものである。

### 4. 第2作業部会 (WP2) 光技術及び物理インフラ

WP2は4つの課題で構成され、光伝送網物理層のインタフェースと伝送特性、屋外設備の設計と保守運用に関する技術を議論している。WP2議長は荒木氏 (日本) からPaul Doolan氏 (米国) に交代、副議長はSudipta Bhaumik氏 (インド) となった。今会合では合意された改訂勧告が3件、同意された質問状が2件となった。また、技術文書「Optical fibres, cables and systems (TR-OFCS)」の改訂を行うことになった。各課題における審議詳細を以下に述べる。

## 4.1 課題5 (Q.5) 光ファイバ及びケーブルの特性と試験方法及び敷設法

前会合で完成した技術文書GSTR-SDM (空間分割多重伝送用光ファイバケーブル) に関するFlyerとITU-Newsが発行された。また、補助文書G.Suppl.40 (光ファイバケーブル勧告に関するガイドライン) に記載されている勧告体系図にGSTR-SDMを追加することにした。

G.657 (低曲げ損失ファイバ) に関しては、カテゴリA2及びB2の適用領域明確化について議論し、改訂することになった。G.654 (カットオフシフト光ファイバケーブル) では、システムの最短波長 (1527.8nm) を考慮したNoteの改良を行うこと、カットオフ波長の評価精度について審議を継続することが確認された。

今後、アクセスネットワークの高速化に関連する汎用SMF (G.652) で構成される10km以下の伝送路の統計的波長分散特性について、Q2、Q5、Q6合同で議論し、2023年7月のQ6中間会合までにコレスポンデンス活動で検討方針を明確化することになった。

## 4.2 課題6 (Q.6) 陸上伝達網における光システムの特性

G.698.1 (単一チャネルインタフェースを有するマルチチャネルDWDMアプリケーション) 及びG.698.4 (ポート依存のない単一チャネル光インタフェースをもったマルチチャネル双方向DWDMアプリケーション) に関しては、25Gb/sアプリケーションコードを含めて改訂した。

モバイルフロントホールに適用するO帯WDMシステムに関する新規勧告案G.owdm (O帯単一チャネルインタフェースを有するマルチチャネル双方向WDMアプリケーション) 及び波長配置が異なるG.owdm2については文書案を更新し、次会合での合意を目指すことになった。また、G.959.1 (光伝送網物理インタフェース) に関しては、一波長あたり100Gbit/sのインタフェースを追加し、次会合で改訂することにした。

G.698.2 (単一チャネルインタフェースを有する光増幅マルチチャネルDWDMアプリケーション) に関しては、IEEE等で議論になっている400G及び800GアプリケーションにおけるEVM (Error Vector Magnitude) による性能評価法の妥当性について検討し、今後更なる明確化のための寄書提案を募ることにした。

その他、G.Suppl.39 (光通信システム設計と実装に関する事項) についてProbabilistic constellation shaping及びサブキャリア変調等に関する記述追加を行うことになった。また、モバイルバックホール等への適用を想定した短距離

陸上自由空間光通信に関する新規勧告案 (G.fso) の検討開始が認められ、2025年の合意を目指すことになった。光信号波長、伝送速度、伝送距離等のシステムパラメータと光インタフェースが焦点であり、ATP (Acquisition, Tracking and Pointing) は光軸調整には必須技術であるものの勧告には含めないことにした。

## 4.3 課題7 (Q.7) 光基盤設備の接続性と保守・運用

L.250/L.90 (光アクセスネットワークのトポロジ) に関しては、既存Appendixに記載されているFTTxに関する各国事例を新たな補助文書 (L.Suppl.fttx) として別途作成することにし、共に次会合で完成させることにした。L.341/L.88 (電柱と架空設備の保守方法) は改訂作業開始が確認された。

前会合で主に途上国における通信事業者間の屋外光設備共用に関する検討開始提案があり、情報収集を目的とした質問状の発出に同意した。また、屋外設備の設置迅速化と省人化に効果的であるとされるL.ppc (FTTx設備用コネクタ付き配線コンポーネント) の新規勧告化を検討することになった。

## 4.4 課題8 (Q.8) 光ファイバ海底ケーブルシステムの特性

光海底ケーブルシステム技術を活用した海底センシングに関する標準化を進めている。センシング専用及びセンシング・通信併用の2種類の新規勧告案 (それぞれ、G.dsssc及びG.smart) について議論し、システム構成やセンサー収容部に関する記述が詳細化された。G.971 (光海底システムの一般事項) に関しては、敷設船情報を最新化するため、質問状を発出することが同意された。

# 5. 第3作業部会 (WP3) OTNアーキテクチャ

WP3は5つの課題から構成され、主として光伝送網の論理層に関する標準化を検討している。今会合でも各国から全体の約6割を占める180件近い寄書が提出され、合意された勧告が8件 (改訂4件、改正3件、訂正1件)、同意された補足文書、訂正がそれぞれ1件である。EthernetやMPLS-TP等のパケット網技術、Beyond 400Gb/s級超高速OTNインタフェース、次世代モバイルサービスのための光伝送網MTN (Metro Transport Network)、ASON (Automatically Switched Optical Network) 及びSDN (Software Defined Networking) 等のアーキテクチャと制御、装置管理と情報/データモデルに加え、高精度クロックやパケット網における周波数・時刻・位相同期等、多岐にわたる議論が行われた。各課題における審議詳細は以下に示す。



## 5.1 課題10 (Q10) パケット伝送網のインタフェース、インタワーキング、OAM及び装置仕様

EthernetやMPLS-TP等のパケット伝送システムのサービス、インタフェース、OAM (Operations, administration and maintenance) メカニズム、装置規定及びプロテクションに関する議論をしている。

G.8013/Y.1731 (Ethernet OAM) に関しては、表現の統一や可読性の向上、誤記訂正等を行い文書更新した。さらに、装置管理の観点から性能監視メッセージとマルチキャストアドレス使用時の処理方法の明確化等を議論した。

G.8021 (Ethernet装置機能ブロック特性) 及びG.8121 (MPLS-TP装置機能ブロック特性) に関しては、IMP (Idle Mapping Procedure) によるEthernet及びMPLS-TPパケットのマッピングに関するG.798 (OTN装置機能ブロック特性) におけるアダプテーション機能等の議論を行った。これら勧告案は2023年12月で改正予定である。

各技術に共通な線形プロテクションに関する事項として、hold-offタイマの範囲規定 (OTNでは20ms)、信号劣化起因による切替えが既定では不可となっていること (OTNと異なる) 等について議論した。

## 5.2 課題11 (Q11) OTN伝送網の信号構造、インタフェース、装置機能及びインタワーキング

コア網及びメトロ網領域における回線型伝送方式であるOTN (Optical Transport Network) 及びMTN (Metro Transport Network) 等による超高速信号の多重分離収容インタフェース、プロテクションと装置規定を中心に議論している。

OIF (Optical Internet Forum) で定義しているFlexible Ethernetと同様の構造により柔軟な収容を実現するG.709.1 (Flexible OTN短距離インタフェース) はセクションレイヤモデルを議論し、Ethernet直接収容マッピングや新たなFlexOアプリケーション収容のためのオーバーヘッド拡張を含んだ800Gbit/sインタフェースを追加し、改正した。この勧告案はOIFやOpenROADM等、他の標準化組織の議論への波及効果が期待されている。

Beyond 400G伝送に関しては、800G収容FlexOフレームのスクランブル処理方式、800G Ethernetクライアント信号に同期したODUflex収容、GMP (Generic Mapping Procedure) の記述明確化等を議論した。また、800GBASE-Rクライアント収容を次回G.709 (OTNインタフェース) 及びG.8023 (Ethernet物理層とFlexEインタフェース収容装置機能ブロック特性) 改正に含めることにした。さらに、FlexO

に関する一連のG.709.x勧告群を更なる高速化対応のために基本フレーム形式、多重構造、符号誤り訂正の観点から再構成する予定である。

G.798 (OTN装置機能ブロック特性) に関してはIMPによるEthernet等のパケット収容機能モデルの議論を経て改訂した。

G.Sup.58 (OTNモジュールフレームインタフェース) では、四つの112Gbit/s電気レーンによって400G伝送するFOIC (FlexO Individual Carrying) 4.4インタフェースを追加する等して改訂した。用いられる光変調方式はPAM4 (Pulse Amplitude Modulation, Four-Level)、符号誤り訂正方式はRS (Reed-Solomon) 10 (544,514) としている。

中国で導入が進んでいるとされる1Gbit/s以下の帯域をOTN及びMTNにより伝送するSub1Gに関しては、従来使用してきたSub1G信号収容コンテナであるOSU (Optical Service Unit) という用語を今後はfg (fine grain) OTN/MTNと記述することにした。これは中国の電力会社等が中心となって標準化したIEEE P2893 (Flexible Optical Service Unit (OSUFlex) of Optical Transport Network (OTN) in Power Systems) と区別するためである。勧告体系としてはfg OTN/MTNの基本勧告をG.709.20/G.8312.20とし、その他詳細仕様は既存勧告のAnnexとして追加することにした。また、サーバレイヤがOTNとMTNの場合においてSub1G収容パスレイヤ構成は区別し、プロテクション方式は共通とする方針である。fg OTNの最大速度は10Gbit/s (ODU2) とし、Tributary Slotサイズは16バイトとすることになった。また、帯域変更単位は10Mbit/s、パケット収容時のError Markingは必須とし、多重方式はGMPとした。一方、fg MTNの最大速度は5Gbit/s (MTNセクションのカレンダー-slotサイズ) とするが将来は10Gbit/sまで高速化を検討することになった。オーバーヘッドにはMSI (Multiplex Structure Identifier) やMFAS (Multiple Frame Alignment Signal) を必須とし、GCC (General Communication Channel) は不要としたが詳細構成については今後の議論とした。

## 5.3 課題12 (Q12) 伝送網アーキテクチャ

一般的及び光伝送媒体層やOTN等の個別伝送網アーキテクチャと制御、ASONやSDNの伝送網への適用、管理制御要素 (MCC, Management Control Continuum) 等について議論を行っている。

G.807 (光伝送媒体網アーキテクチャ) に関しては、課題6で議論中のサブキャリア多重を使ったPoint-to-multipoint

システムのアーキテクチャについて議論し、NMC (Network media channel) の定義、サブキャリア信号の多重・分離、従来のOTSi (Optical Tributary Signal) を拡張したOTScSi (Optical Tributary Sub carrier Signal) 及びp2mpt (point-to-multipoint) OTSiの追加、Media element/port等の定義及び詳細規定の追加を議論した。

G.872 (OTNアーキテクチャ) に関してはFlexOの機能モデルとセクションレイヤのオーバーヘッド追加について議論した。また、Sub1Gレイヤ網アーキテクチャ/アトミックファンクションモデルとG.872及びG.8310 (MTNアーキテクチャ) サーバレイヤとの関係整理について議論した。

MCCIに関しては、SG13のY.3090 (DTN要求条件とアーキテクチャ) で定義されるDTN (Digital Twin Network) のG.770x勧告群で記述される伝送網アーキテクチャへの影響 (DTN機能の導入形態をembedded, peer-to-peer, applicationsに分類) を検討開始する提案があった。DTNとMC間インタフェースは興味深い議題とされたがDTを支えるネットワークの必要性については関連するSG13及びSG20への確認が必要とされた。AI/ML導入時のMCシステム機能への新たな要求条件に関してはAI/ML機能はMCアーキテクチャ範疇外に置かれるべきということが確認された。DTNやAI/ML導入時の保守運用への影響についてはG.7716 (制御プレーン運用アーキテクチャ) との関連が認められたものの更なる明確化が必要とされた。

G.7701 (共通制御概念) 及びG.7702 (SDN制御網アーキテクチャ) に関しては、TP (Traffic Policing) 要素の削除、G.7702におけるコネクション確立とMCの関係、コントローラ間相互作用について議論し、提案に基づいて文書更新した。G.7703 (ASONアーキテクチャ) はONFのSNP Binding state更新やG.7701及びG.7702改正との整合を図るための文書更新について議論した。

## 5.4 課題13 (Q13) 網同期と時刻配信品質

伝送網の周波数同期及びパケット網での時刻・位相同期等について議論している。

G.781 (物理層における周波数同期のための同期レイヤ機能) に関しては、周波数同期管理のためのデータセット、SSM (Synchronization Status Message) のFlexEへのマッピング等を議論し、次会合で改訂することになった。G.781.1 (パケット網における同期レイヤ機能) は切替時の処理とPTP (Precision Timing Protocol) メッセージ遅延に関する考慮事項を議論した。

G.8260 (パケット網における同期の定義と用語) はUTC

(Coordinated Universal Time) 追跡性に関する記述明確化等を行った。G.8264 (パケット網による時刻情報配信) に関してはIEEE 802.1Q VLAN (Virtual Local Area Network) タグとESMC (Ethernet Synchronization Message Channel) メッセージの関係、EEC (Ethernet Equipment Clock) とeEEC (enhanced EEC) が混在する状態での拡張QL TLV (Quality Level Type Length Value) の処理について明確化した。

G.8271.1 (完全同期パケット網における時刻同期境界) はO-RAN (Open Radio Access Network) 仕様に合ったモバイルフロントホール向けの拡張、Synchronous EthernetとクロッククラスCにおけるMTIE (Maximum Time Interval Error) 等の規定方法について議論した。

G.8272 (PRTCタイミング特性) はロックモードでのPRTC (Primary Reference Timing Clock) 運用時のGNSS信号追跡動作に関する詳細記述追加について議論し、G.8272.1 (enhanced PRTCタイミング特性) はホールドオーバー要求条件の拡張とロックモードの記述明確化を行った。G.8272.2 (coherentな網によるPRTCタイミング特性) は各国が個別に有するUTC (k) を利用して耐甚性を向上する運用方法、ロックモードでの時刻誤差、ジッタ・ワンダ定義等について議論した。

G.8273 (位相と時刻クロックフレームワーク) は要求条件とクロック試験手順の追加等して改訂し、G.8273.2 (完全同期網におけるテレコムバウンダリクロックとテレコム時刻同期クロックのタイミング特性) は一定温度における過渡応答特性 (位相跳躍) 規定の温度変動環境下への適用を含めて改正した。今後、SyncE過渡応答時のPTP出力特性や最高精度クラス (Class D) の時刻誤差規定について検討する。

G.8275 (パケット網における時刻と位相配信のためのアーキテクチャ及び要求条件) はUTC (k) を利用したcoherent PRTCによる柔軟な時刻同期網、IEEE1588-2019に沿った性能監視データ収集期間の規定、IETF RFC7384に倣ったPTP網のセキュリティに関する議論を行った。

G.8275.1 (完全同期網における時刻及び位相同期のためのPTPテレコムプロファイル) はIEEE1588-2019との混同を避けるためのデータセット名称の修正、PTSF (Packet Timing Signal Fail) による監視動作の記述修正、ロックモードにおけるclockClass利用法、GNSSとPTPの時刻誤差通知のためのTLVについて議論した。G.8275.2 (不完全同期網における時刻及び位相同期のためのPTPテレコムプ



ロファイル) は同期喪失時においてPRTCに従属同期したT-BC (Telecom Boundary Clock) がホールドオーバー遷移前にT-GM (Telecom Grand Mater) として動作する場合のclockClassの追加を議論した。

G.Suppl-FTS (完全同期網のPTPプロファイルオプション) は時刻受信端に通知されるネットワーク性能情報高精度化のためのenhanced accuracy TLV仕様と新たなAlternate BMCA (Best Master Clock Algorithm) への応用等について議論した。

その他、OTN及びMTNに関連した議題としてSub1G伝送における同期に関するシミュレーション、HRM (Hypothetical Reference Model)、MTN及びFlexE適応モデルについて議論し、装置管理制御に関してはGNSSとPTPの時刻差監視による故障位置特定とそのためのTLV、PRTC管理モデルとデータセット等について議論した。

#### 5.5 課題14 (Q14) 伝送システム及び装置の管理と制御

一般的装置管理要求条件と技術、プロトコル非依存な管理情報モデル、各技術 (OTN、Ethernet、MPLS-TP、同期等) に依存した装置管理及び情報・データモデルについて議論を行っている。

一般的装置管理に関わるG.7710 (一般装置管理機能要求条件) に関しては障害管理、性能監視、セキュリティ管理の拡張、警報監視及び障害点評定に関する記述追加、M.3400 (通信網管理機能) を参考にした障害管理に関する記述修正、G.7710のセキュリティ管理が参照しているM.3016.x (管理プレーンセキュリティ) 及びX.810~X.815 (セキュリティフレームワーク)、ISO/IEC 27002: 2022 (情報セキュリティ、サイバーセキュリティ及びプライバシー保護-情報セキュリティ管理策) やTMF及びIETFの性能監視周期規定を考慮したセキュリティ/性能管理の拡張等について議論した。

TCIM (Transport Common Information Model) に関しては、TimDetMo (Trail trace identifier mismatch Detection Mode) 及びDegThr (Degraded Threshold) のデータ型追加提案があり、TCIM UMLモデルのPapyrusファイルも更新された。

G.7718 (MCC要素と機能管理フレームワーク) はG.7719 (MCC要素と機能の管理情報モデル) におけるAction class及びItuEcAttribute class等のcontext modelling更新について議論した。

OTN管理に関わるG.874 (OTN装置管理) 及びG.875 (OTNプロトコル無依存装置情報モデル) については、G.798

及びG.876 (光伝送媒体層の管理要求条件と情報モデル) との整合、OTU/ODU25, OTU/ODU50, FlexO等のインタフェース及びODU TCM (Tandem Connection Monitoring) のUMLモデル、共通OTNプロテクションモデル、OSU管理モデル等について議論した。

光伝送媒体網に関わるG.876はFlexible Gridに関するG.694.1 (WDM周波数スペクトル配置) との整合、OTS (Optical Transmission Section)/OMS (Optical Multiplex Section) プロテクションモデルやアトミックファンクションモデル用語のG.798との整合、OTSi等の用語定義、光伝送媒体チャネル/SubnetworkモデルにおけるOMS TTP属性更新、陳腐化項目の削除について議論した。

Ethernet装置管理に関するG.8051 (Ethernet管理)、G.8052 (Etherプロトコル無依存管理情報/データモデル)、G.8052.1 (Ethernet OAMの管理情報/データモデル)、G.8052.2 (Ethernet Resilienceの情報/データモデル) については、G.8052におけるEthernet伝送媒体モデル、G.8052.1のOn-demand測定モデル、FlexE Group class等のFlexE構成モデル、試験的/予備的UMLモデル、RFC8632を参照したUMLモデル、G.8013のマルチキャストMAC宛先アドレスを使った性能監視メッセージ等について議論した。

MPLS-TPに関するG.8151 (MPLS-TP装置管理)、G.8152 (MPLS-TPプロトコル無依存管理情報モデル)、G.8152.1 (MPLS-TP OAM情報・データモデル)、G.8152.2 (MPLS-TP Resilienceの情報・データモデル) については、8152.2のsteering ringとshort-wrappingによるプロテクションの記載を更新した。

## 6. おわりに

SG15はITU-T最大のSGとして、今回も多数の寄書と関連文書に関する議論と勧告文書作成を2週間にわたり行ったが、さらに十分な議論を行うため多数の中間会合が予定されている (表2)。

次回第3回SG15本会合は、Geneva開催となっているが、第4回はGenevaまたはMontrealのいずれかで開催される予定である。Montrealの場合はIEEE802.3会合に引き続く日程となり、合間に両団体間のJoint Workshop開催を検討している。それ以降、次会期 (2025-2028年) の会合もITUの建物改築終了予定の2027年頃までは開催地未定となるが、対面議論の有効性を実感したという参加者の声が多いため、会議開催候補地を模索しているところである。



■表2. 次回SG本会合及び中間会合予定

| 会合組織   | 期日                                                                 | 開催場所/形式                   | 議論内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SG15   | 2023/11/20-12/1                                                    | Geneva                    | 第3回全体会合（2020-2024年会期）                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| SG15   | 2024/6/24-7/5<br>または<br>2024/7/1-12                                | Geneva<br>または<br>Montreal | 第4回全体会合（2020-2024年会期）                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| WP1    |                                                                    |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Q2     | 2023/6/14-16                                                       | Boston                    | All topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Q2     | 2023/7/25                                                          | Virtual Meeting           | All topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Q2     | 2023/9/5-8                                                         | 未定                        | All topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Q2     | 2023/10/17                                                         | Virtual Meeting           | All topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Q3     | 2023/5/23                                                          | Virtual Meeting           | All topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Q3     | 2023/6/27-29                                                       | Paris, France/            | All topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Q3     | 2023/9/19-21                                                       | Berlin, Germany           | All topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Q4     | 2023/7/27                                                          | Virtual Meeting           | All topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Q4     | 2023/10/10                                                         | Virtual Meeting           | All topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| WP2    |                                                                    |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Q6     | 2023/7/25-27                                                       | Pisa, Italy               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• G.owdm及びG.owdm2</li> <li>• G.959.1 100G per lane OTN application codes</li> <li>• G.fso</li> <li>• Point-to-multipointコヒーレントシステム</li> <li>• サブキャリア多重</li> <li>• 400G及びBeyond 400Gシステム</li> <li>• G.9698.4及び遠隔性能監視</li> <li>• Probabilistic constellation symbol mapping</li> </ul> |
| WP3    |                                                                    |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Q11    | 2023/6/26-30                                                       | Zurich, Switzerland       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• B400G</li> <li>• G.709.x</li> <li>• Sub1G</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               |
| Q12    | 2023/7/6                                                           | My Meeting/ITU            | Network media channel                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Q12&14 | 2023/9/18-22                                                       | 香港                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Q12 : Architecture</li> <li>• Q14 : Transport management</li> <li>• Q12 and Q14 : . G.7701 Amd.1, G.7702 Amd.1, G.7703 Amd 2, MC LL, Question Text</li> </ul>                                                                                                                      |
| Q13&14 | 2023/6/21                                                          | My Meeting/ITU            | Sync Modelling                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Q13    | 2023/9/25-29                                                       | San Jose, USA             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 合意予定文書</li> <li>• Simulations for fgOTN based on the HRM</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                |
| Q14    | 2023/06/07<br>2023/07/05<br>2023/08/02<br>2023/09/06               | Zoom/ITU                  | IM/DM coordination                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Q14    | 2023/05/10<br>2023/06/14<br>2023/07/12<br>2023/08/09<br>2023/10/11 | My Meeting/ITU            | Transport management and ETH, MPLS-TP, MTN, and TCIM UML modelling                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Q14    | 2023/05/17<br>2023/07/19<br>2023/08/16<br>2023/10/18               | My Meeting/ITU            | Transport management and OTN, Media, and TCIM UML modelling                                                                                                                                                                                                                                                                 |



# 第35回ASTAP総会及び第1回APT WTSA-24準備会合の結果報告

総務省 国際戦略局 通信規格課 国際情報分析官(執筆当時)

しげの 重野  
たかひろ 誉敬



第35回ASTAP総会 (ASTAP-35) 及び第1回APT WTSA-24準備会合 (APT WTSA24-1) が以下のとおりバンコク (タイ) において開催された。新型コロナウイルス感染症の影響により、ASTAP会合は2020年11月開催のASTAP-32以降、APT WTSA準備会合については2020年6月に開催された第2回APT WTSA-20以降、オンラインでの開催であったため、どちらも4年ぶりの物理開催となった。今回のASTAP-35プレナリ及びAPT WTSA24-1は物理とオンラインとのハイブリッドでの開催となった。本稿では両会合の結果を中心に報告する。

## 【開催日程】 第35回ASTAP総会

2023年4月17日 (月)～20日 (木)

第1回APT WTSA-24準備会合

2023年4月21日 (金)

## 【開催場所】 バンコク (タイ): ASTAP-35プレナリ及び

APT WTSA24-1はハイブリッド

## 1. 第35回ASTAP総会 (ASTAP-35)

ASTAP (Asia-Pacific Telecommunity Standardization Program) は、アジア・太平洋地域におけるICT分野の標準化に関する地域協力を確立し、グローバル標準化活動に貢献すること、ICT分野の研究、分析を通じてAPT (Asia-Pacific Telecommunity) メンバー間における知識と経験を共有すること等を目的としている。

今回のASTAP総会には、APT加盟国38か国のうち、24か国の主管庁代表に加え、各国の企業・団体を含め、計179名が参加した。

日本からは、ATR、KDDI、NEC、NICT、NTT、NTTドコモ、OKI、楽天モバイル、TTC及び総務省より計23名の参加があった。

今回は、プレナリのみが物理とオンラインとのハイブリッドで開催され、作業グループ (WG) 及び専門家グループ (EG) については物理のみでの開催とされた。

### (1) ASTAPの結果概要

#### ○ASTAPの組織体制

前回会合 (ASTAP-34) においてASTAP総会の要職者

の任期が満了したことを受け、今期議長及び副議長の選出が行われた。議長には韓国からHyoung Jun Kim氏、副議長には日本から岩田秀行氏 (TTC) 及び中国からYou Xiaoyu氏の立候補があり、選出された (いずれも再任)。ASTAP議長・副議長の任期は3年である。

また、ASTAPの検討体制は11の専門家グループ (EG) と、技術分野ごとに専門家グループを取りまとめる3つの作業グループ (WG) で構成されている。各専門家グループからの成果文書は作業グループでの承認を得た上で、プレナリにおいて最終審議が行われる。

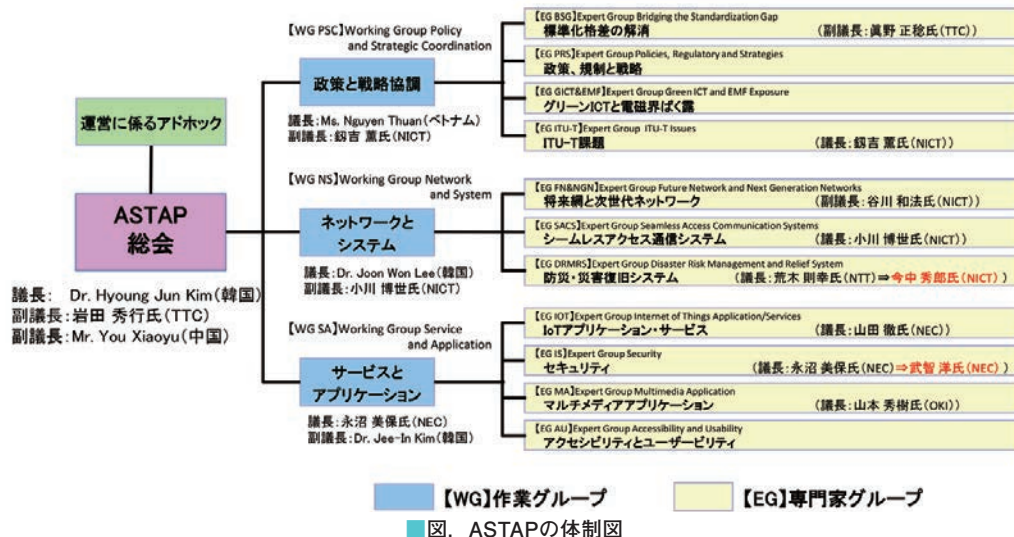
今回会合においては、EG DRMRS (Disaster Risk Management and Relief System: 防災・災害復旧システム) において議長に就任していた荒木 則幸氏 (NTT) に代わり、今中 秀郎氏 (NICT) が就任したほか、EG IS (Security: セキュリティ) において議長に就任していた永沼 美保氏 (NEC) に代わり、武智 洋氏 (NEC) が就任した。ASTAPの体制と我が国からの役職者を図に示す。

#### ○インダストリーワークショップ及び標準化ワークショップ

「AI」「メタバース」及び「オープンソース」に関するインダストリーワークショップが開催された。「AI」(人工知能) をテーマとするセッションでは、永沼 美保氏 (NEC) が議長を務め、我が国からはWong Leon氏 (楽天モバイル) が「ITU-T 自律ネットワークフォーカスグループ (FG-AN)」について発表を行った。また、「メタバース」のセッションでは、今中 秀郎氏 (NICT) が「ITU-Tメタバースフォーカスグループ (FG-MV)」について、「オープンソース」のセッションでは川島 正久氏 (NTT) が「NTTにおけるオープンソース関連活動」について、それぞれ発表を行った。

標準化ワークショップはEG BSG (Bridging the Standardization Gap: 標準化ギャップの解消) が主催し、日本、韓国、中国、ベトナムから「標準化のキャパシティデベロップメント」に関する発表が行われた。我が国からは標準化機関として岩田 秀行氏 (TTC) が「TTCにおける標準化の教育と人材開発の取組み」について発表を行った。

※ 役職者氏名、所属は2023年4月時点のもの  
※ 赤字は今回会合で変更された役職者



## ○日本企業・研究機関からの寄書に関する検討

日本企業・研究機関からの寄書に関する主な検討結果は、以下のとおり。

### ・新規作業項目の開始

〔提案者: NICT〕「ミリ波超高周波数帯におけるシームレスアクセスネットワークを実現する光ファイバ・無線接続技術に関するAPTレポート」の新規作成をEG SACS (Seamless Access Communication Systems: シームレスアクセス通信システム) において提案し、作業開始が承認された。100GHzを超えるミリ波～テラヘルツ波など高周波数帯の大容量無線技術と光ファイバネットワークをシームレスに接続するための要素技術及びシステム技術に関するレポート。

### ・報告書等の完成・改版

〔提案者: NEC〕技術レポート案「APT地域におけるスマートシティのためのSDGsゴール11の最優先ターゲットに関するレポート」の完成に向けた内容の修正をEG IOT (Internet of Things Application/Services: IoTアプリケーション・サービス) において提案した。報告書案はプレナリで承認され、技術レポートが完成した。

### ・質問票の発出

〔提案者: OKI〕「アジア太平洋地域のCDNサービスの利用に関するアンケート」発出をEG MA (Multimedia Application: マルチメディアアプリケーション) に提案し、承認された。  
〔提案者: OKI〕「Beyond 5G時代の将来のネットワークサー

ビスに対する課題と要求のアンケート」発出をEG FN&NGN (Future Network and Next Generation Networks: 将来網と次世代ネットワーク) において提案し、承認された。

## ○他国企業・研究機関からの寄書の概況

マレーシアより3件、中国より2件、韓国より28件、インドネシアより3件、タイより1件の寄書が提出された。いずれも地域勧告の提案ではなく、事例の紹介、レポート作成または改版の提案、ベストプラクティスを収集したガイドライン等の作成及びレポート・ガイドライン作成のためのアンケートを実施する提案である。

以下の新規技術レポートが完成したほか、3件の既存の報告書が改版された。

〔提案国: マレーシア〕「情報ネットワークセキュリティ管理 (INS) のためのセキュリティガイドライン」

## ○主な出力文書

最終プレナリで承認された主な出力文書は表1のとおりである。3件の新規レポート、3件のレポート改訂、7件の質問票及び1件のリエゾン文書について合意した。

## ○今後の予定

次回会合については、日程は確定していないが2024年4月下旬から5月中旬ごろの開催予定であるとされた。また、開催地についてはホスト国を募集中とされた。

また、ASTAP議長より、ASTAPの将来に向けた検討タスクフォースの設置が提案され、承認された。



■表1. ASTAP-35において承認された主な出力文書

| 文書番号                | タイトル                                                                                                            | 担当WG   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 新規レポート              |                                                                                                                 |        |
| ASTAP-35/OUT-11     | Security Guidelines for Information and Network Security Management (INS)                                       | WG SA  |
| ASTAP-35/OUT-12     | Guideline for the Framework of Cloud Access Security Broker for Cloud Service Security                          | WG SA  |
| ASTAP-35/OUT-15     | APT Report on High-priority Targets in Goal 11 of SDGs for Smart Sustainable Cities in the APT Region           | WG SA  |
| レポート改訂              |                                                                                                                 |        |
| ASTAP-35/OUT-23     | Revised APT Report on Asia-Pacific Regional Activities on Human Exposure to EMF                                 | WG PSC |
| ASTAP-35/OUT-24     | Revised Status Report on Standardization Activities for e-Waste and Rare Metals                                 | WG PSC |
| ASTAP-35/OUT-25     | Revised APT Rreport on Handbook to Introduce ICT Solutions for the Community in Rural Areas                     | WG PSC |
| 質問票 (Questionnaire) |                                                                                                                 |        |
| ASTAP-35/OUT-13     | Questionnaire on the Current Status of the APT Countries' Relay Services for Accessible Emergency Communication | WG SA  |
| ASTAP-35/OUT-14     | Questionnaire on Status of the APT Countries' Mobile Accessibility                                              | WG SA  |
| ASTAP-35/OUT-16     | Questionnaire on IOT Ecosystem Development Activities of the APT Countries                                      | WG SA  |
| ASTAP-36/OUT-17     | Questionnaire for Metaverse Use Cases in Asia-Pacific Region                                                    | WG SA  |
| ASTAP-35/OUT-18     | Questionnaire to Survey Decentralized Identity Technology and Its Application                                   | WG SA  |
| ASTAP-35/OUT-19     | Questionnaire to Survey the Problems and Requirements on CDN Services in Asia-Pacific Region in Covid-19        | WG SA  |
| ASTAP-35/OUT-22     | Questionnaire for Problems and Requirements to Future Network Services in Beyond 5G Era                         | WG NS  |
| 出カリエゾン文書            |                                                                                                                 |        |
| ASTAP-35/OUT-21     | Liaison Statement to ITU-D SG1 Question 3 (Q3/1)                                                                | WG NS  |

## 2. 第1回APT WTSA-24準備会合 (APT WTSA24-1)

本会合は、2024年秋にインドにて開催予定のITU世界電気通信標準化総会 (WTSA-24) に向け、アジア・太平洋地域の意見調整等を行い、APT共同提案を策定することを目的に開催されるものである。WTSA-24までの間に5回開催することが予定されており、今回は1回目の開催となる。

今回の準備会合には、APT加盟国38か国のうち、19か国の主管庁代表と、企業・団体を含め、計127名（うち39名がオンライン）が参加した。

### ○冒頭挨拶

会合の冒頭において、近藤APT事務総長及び尾上ITU電気通信標準化局長より挨拶が行われた。

### ○主な結果

今後開催される準備会合の構成や役職者の選出が行われ、表2のとおり役職者が決定した。

■表2. APT WTSA-24準備会合 役職者一覧

|                     | 議長                      | 副議長                                                                                                          |
|---------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 全体会合                | Dr. Hyoung Jun Kim (韓国) | 岩田 秀行氏 (TTC)<br>Mr. Sushil Kumar (インド)<br>Mr. Xu Heyuan (中国)<br>Mr. Behzad Ahmadi (イラン)                      |
| WG1 (作業方法)          | 山本 浩司氏 (NTT)            | Ms. Minah Lee (韓国)<br>Mr. Wu Tong (中国)<br>Mr. Abhay Shanker Verma (インド)<br>Ts. Norzailah Mohd Yusoff (マレーシア) |
| WG2 (組織構成)          | Dr. Kangchan Lee (韓国)   | 永沼 美保氏 (NEC)<br>Mr. Arun Agarwal (インド)<br>Mr. Qu Zhicheng (中国)<br>Mr. Do Xuan Binh (ベトナム)                    |
| WG3 (規制/政策と標準化関連事項) | Mr. Li Cheng (中国)       | 本堂 恵利子氏 (KDDI)<br>Mr. Kihun Kim (韓国)<br>Mr. Avinash Agarwal (インド)<br>Mr. Dao Ngoc Tuyen (マレーシア)              |

### ○今後の予定

第2回準備会合 2024年1月下旬（1～2日間）オンライン  
 第3回準備会合 2024年3月上旬（3～4日間）場所未定  
 第4回準備会合 2024年5～6月（4日間）場所未定  
 第5回準備会合 2024年8月中旬（4日間）バンコク

## ITUAJより

## 編集後記

7月に入り車内広告も夏休みモードになったのか、遊園地の広告に目を惹かれました。

レトロながらインパクトある雰囲気の中に、現代人が入り込んでいる画像と、「没入型ドラマティック・レストラン」の文字。観客は豪華列車内のレストランで食事のテーブルにつくと、アトラクションのミステリーが始まり、音響、映像、照明、特殊効果により、その場にいるような、物語にのめり込むような没入体験ができるということです。

「実際には動かない食堂車で席について、物語の登場人物の一部としての感覚をどのくらい体感できるのかしら?」「仮想空間で本物のように体験できるなら、マンションのモデルルームにも応用できるのでは?」などと、通勤途上、興味深く眺めました。

本号特集は、メタバースです。

メタバースの概要から、産業への応用、社会実装、ビジネスシーンでの活用、国際標準化動向など、多方面から解説をいただきました。

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](https://www.ituaj.jp/?page_id=793)

## 編集委員

|     |       |                             |
|-----|-------|-----------------------------|
| 委員長 | 亀山 渉  | 早稲田大学                       |
| 委員  | 深堀 道子 | 総務省 国際戦略局                   |
| 〃   | 寺山由希子 | 総務省 国際戦略局                   |
| 〃   | 伊藤 愛佳 | 総務省 国際戦略局                   |
| 〃   | 林 佑二郎 | 総務省 総合通信基盤局                 |
| 〃   | 中川 拓哉 | 国立研究開発法人情報通信研究機構            |
| 〃   | 山本 浩司 | 日本電信電話株式会社                  |
| 〃   | 中山 智美 | KDDI株式会社                    |
| 〃   | 大山 真澄 | ソフトバンク株式会社                  |
| 〃   | 陶山 桃子 | 日本放送協会                      |
| 〃   | 新井 勇太 | 一般社団法人日本民間放送連盟              |
| 〃   | 菰田 正樹 | 通信電線線材協会                    |
| 〃   | 長谷川一知 | 富士通株式会社                     |
| 〃   | 飯村 優子 | ソニーグループ株式会社                 |
| 〃   | 神保 光子 | 日本電気株式会社                    |
| 〃   | 中平 佳裕 | 沖電気工業株式会社                   |
| 〃   | 小川 健一 | 株式会社日立製作所                   |
| 〃   | 吉野 絵美 | 一般社団法人情報通信技術委員会             |
| 〃   | 市川 麻里 | 一般社団法人電波産業会                 |
| 〃   | 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  | 齊藤 忠夫 | 一般社団法人ICT-ISAC              |
| 〃   | 新 博行  | 株式会社NTTドコモ                  |
| 〃   | 田中 良明 | 早稲田大学                       |

## 編集委員より

## 我が人生最大の天敵との闘い

一般社団法人電波産業会 企画国際部長

いちかわ まり  
市川 麻里



私は虫が非常に苦手です。

子供の頃は、虫がいても全く平気で、むしろ友人と一緒に虫採りを楽しんでおりましたが、複数の衝撃的な事件を経験し、虫が苦手になりました。

一つ目は、遠足の時にバッタを捕まえたところ、口から謎の液体を吐かれたこと、二つ目は、友人がこれまで採った虫のコレクションとして、プラスチックの円筒形の容器に沢山の虫を詰め込んだものを見せてくれたこと、三つ目はモンシロチョウを捕まえた際に、羽を持っていた指の力が強すぎたためか、羽がボロボロになり、胴体だけ地面に落ちてしまったこと、そして四つ目は林間学校で朝起きて洗面所に行ったら、職員の方が天井一杯の蛾を箒で窓の外に掃き出しているところを偶然目撃してしまったこと、となります。

以来、私は虫、特に鱗翅目（りんしもく）の虫が大嫌いですが、それにもかかわらず、私は桜並木の近くに住んでおります。そのため、春から秋の間、特に夏には大きな蛾が家の前に飛来することが度々あり、大声で悲鳴を上げ、ご近所様に犯罪が発生したのかと疑われたこともあります。

この人生最大の天敵である蛾との生存圏をかけた戦いは熾烈を極め、家の前に蛾がいるせいで家に入れずホテルに泊まったり、蛾忌避剤を購入し、家の前に撒きまくり、滑って転びそうになったにもかかわらず、蛾を忌避するどころか蛾が家の前で死んでいたり、蛾が嫌いだとされるハーブ水を撒いたら臭いと近所から苦情を言われたりと、散々な目に遭ってきました。

そんな私を救ってくれたのは、LED電灯です。玄関前の電灯をLEDに変更することで、蛾がすっかり来なくなりました。

以来、平和な日々を満喫しておりますが、それでもやはり夏の日には、家に入るまでは気が抜けません。私は彼らが暮らしやすい自然豊かな場所に足を踏み入れないように心掛けているので、彼らの方でも都会を避けて私の目が届かない場所で平和で幸福に生きていってくれることを願ってやみません。

## ITUジャーナル

Vol.53 No.8 2023年8月1日発行／毎月1回1日発行

発行人 山川 鉄郎

一般財団法人日本ITU協会

〒160-0022 東京都新宿区新宿1-17-11

BN御苑ビル5階

TEL.03-5357-7610(代) FAX.03-3356-8170

編集人 岸本淳一、石田直子、平山早美

編集協力 株式会社クリエイティブ・クルーズ

©著作権所有 一般財団法人日本ITU協会



一般財団法人 日本ITU協会