

ITU ジャーナル 10

Journal of the ITU Association of Japan
October 2019 Vol.49 No.10

特集

ICTと聴覚

WHOとITUの合同標準 Safe Listening 勧告概説

聴覚障害者向けの補聴援助システム活用の動向と課題

落合陽一氏インタビュー 「耳で聴かない音楽会」「変態する音楽会」「交錯する音楽会」

スポットライト

超多数接続と低遅延を実現する無線アクセス技術: STABLE

ITU-Tが取り組むeサービス関連技術の標準化トピックス

ミリ波帯を使用した滑走路監視用レーダーシステムの概要と国際標準化活動

令和元年版情報通信白書の概要

トラストサービスの国際連携構想

豊洲 Free LoRaWAN 実証実験

ソニーのIoT向けLPWA“ELTRES(エルトレス)”の通信実験紹介

会合報告

ITU-R: SG1 (スペクトラム管理)、SG4 (衛星業務)、SG5 (地上業務)

ITU-T: SG15 (伝送網、アクセス網及びホーム網に関するネットワーク、技術及び基盤設備)

エッセイ

ITU 無線通信局の宇宙業務に関する業務の紹介



剣山



特集

ICTと聴覚

- WHOとITUの合同標準 Safe Listening 勧告概説 3
 川森 雅仁/Shelly Chadha
- 聴覚障害者向けの補聴援助システム活用の動向と課題 7
 川津 潤
- 落合陽一氏インタビュー「耳で聴かない音楽会」「変態する音楽会」「交錯する音楽会」 11
 落合 陽一

スポット
ライト

- 超多数接続と低遅延を実現する無線アクセス技術:STABLE 13
 森山 雅文
- ITU-Tが取り組むeサービス関連技術の標準化トピックス 17
 山本 秀樹
- ミリ波帯を使用した滑走路監視用レーダーシステムの概要と国際標準化活動 22
 柴垣 信彦
- 令和元年版情報通信白書の概要 26
 総務省 情報流通行政局 情報通信政策課 情報通信経済室
- トラストサービスの国際連携構想 30
 手塚 悟
- 豊洲 Free LoRaWAN 実証実験 34
 高堂 博司
- ソニーのIoT向けLPWA“ELTRES(エルトレス)”の通信実験紹介 37
 北園 真一/青木 孝行/西出 葵嘉/荒島 謙治/米山 悠介

会合報告

- ITU-R WP1A、B、C及びSG1会合(2019年5月28日~6月7日)結果報告 41
 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-R SG4(衛星業務)関連WP会合(2019年6~7月)及びSG4会合(2019年7月)報告 44
 服部 理
- ITU-R SG5 WP5D(第32回)の結果について 48
 総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課 新世代移動通信システム推進室
- ITU-T SG15 第4回Geneva本会合結果報告 51
 村上 誠/近藤 芳展/坂本 泰志/中村 浩崇

エッセイ

- ITU 無線通信局の宇宙業務に関する業務の紹介 58
 住吉 宏一



剣山

この人・
あの時

シリーズ! 活躍する2019年度
 日本ITU協会賞奨励賞受賞者 その1
 石井 美波/市川 栄一郎

60

[表紙の絵]

大谷大学 真宗総合研究所 池田佳和

●剣山の宝蔵石(徳島県三好市)
 標高1955m、西日本で2番目に高く、太古の海底地層が隆起した山頂付近には石灰岩の奇岩が多い。剣山本宮蔵石神社はこの岩を磐座(いわくら)とし安徳天皇を祭っている。登山リフトがあるので容易に高山の野草を楽しむことができる。開花時期にキレンゲショウマの美しい大群落を観察した。

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、日本と世界を結ぶかけ橋として1971年9月1日に郵政大臣の認可を得て設立されました。さらに、世界通信開発機構 (WORC-J) と合併して、1992年4月1日に新日本ITU協会と改称しました。その後、2000年2月15日に日本ITU協会と名称が変更されました。また、2011年4月1日に一般財団法人へと移行しました。



WHOとITUの合同標準 Safe Listening 勧告概説



慶應義塾大学大学院
政策メディア研究科 特任教授

かわもり まさひと
川森 雅仁



世界保健機構 (WHO)

しゅりー ちゃだ
Shelly Chadha

1. はじめに

本稿では、WHOとITUが協力して策定した難聴予防に関する標準H.870 “Guidelines on Safe listening devices and systems”について、その背景と内容について概説する。

1.1 WHO-ITU共同標準化の背景

WHOの発表によれば12歳～35歳の全世界人口のうち4300万人難聴であり、約11億人が難聴になる危険性があるとされる。WHOが特に問題視しているのは、世界的な若年難聴者の増加である。同様のことは、日本でも2000年代初頭から一部では指摘されており、例えば、「ヘッドホンー長時間聞くと難聴誘発」(1996年8月30日茨城県統計課発表)というような調査結果も存在する。さらに、現状では、社会の高齢化とも相まって難聴者は全人口の約11.25% (約1400万人) という統計が出されている。

このような背景から、WHOでは、2015年にMake Listening Safe「安全に聴こう」キャンペーンを開始した。

また、これに続いて2017年5月の第70回世界保健総会 (World Health Assembly) の、疾病もしくは公衆衛生関連議題の決議において、難聴、失聴対策がトピックとして採択された。この決議によって、失聴・難聴の問題は、喫煙、生活習慣病、ガンなどと並んでWHOの対処すべき重要項目となった (WHA-2017^[1])。

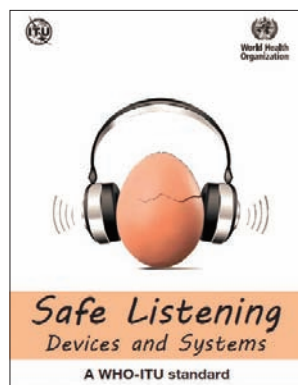
この具体的な内容は以下のようなことを含む：

- 娯楽施設及び個人用オーディオシステム使用の際の騒音規制を策定し、実施する。
- セーフリスニング基準、スクリーニング手順、セーフリスニングを促進するソフトウェア、情報製品の開発と促進によって、娯楽上の騒音へのばく露による聴覚障害を減らすことを目的として、全てのステークホルダーとの協力体制を強化する。
- 娯楽上の騒音にさらされている人を含む高リスク集団の聴覚障害といった耳疾患を早期発見するためのスク

リーニング・プログラムの開発、実施とその監督を行う。

このように、WHOはセーフリスニング基準の策定のために、メーカーや消費者団体を含むステークホルダーとの協力体制を確立することが求められ、特に標準の作成に關しての舞台として選ばれたのが、ITUである。実は、ITUは、このWHO決議採択に先立って、その1年ほど前の2015年10月からWHOと共同で標準化団体 (IEC、CENELEC、CTA等)、メーカー、医療関係者等を集めてSafe Listeningに関するワークショップを開催し、そこで、個人用ミュージックプレーヤー (Personal Audio System : PAS) の使用を対象にした、標準化活動をITU-T Q28/16が開始することに合意していた。

このITUとWHOとの協力体制で、メーカーや関係諸団体と協力して議論した結果、勧告化されたのが、ITU-T Rec. H.870 : “Guidelines for safe listening devices/systems”である。これは、ITU-T勧告として2018年10月に完成し、その後、WHOの中で体裁などを整えた後、WHO-ITU Standard : safe listening devices and systemsとして、2019年2月に発表された。



■ 図1. WHO-ITU標準の表紙



■ 図2. WHO-ITU Safe Listening Standardを発表するWHO事務局長のテドロス・アダノム氏

この標準は、2019年2月14日に記念式典がジュネーブのWHO本部内で執り行われ、WHO事務局長のテドロス・アダノム氏が直々にその重要性について発表した。式典会場



には、グラミー賞を受賞したミュージシャンを呼んでコンサートまで開かれた。WHO本部内でポピュラー音楽のコンサートが開かれたのは初めてではないか、とのことで、事務局長も曲に合わせて踊るなど、WHOとは思えない光景であったが、これもWHOが本標準勧告完成をいかに評価しているか、ということの現れであると思える。

1.2 勧告化作業

上記のように、H.870はWHOとITUの共同作業としてITU-T Q28/16で勧告化が進められた。勧告化作業には、IECやCENELECの標準化団体、Audiologistと言われる難聴の専門医、PASの製造メーカー、補聴器メーカー、ヘッドホンメーカーなどが中心的に参加した。またユーザー団体として、世界ろう連や国際難聴者連盟なども積極的に議論に参加した。また、ITU-T側では音の品質のグループとしてSG12も議論に参加した。日本からも慶應大学、KDDI、国際医療福祉大学が当初より寄与してきた。これらの多様な参加者の貢献の結果H.870は完成された。

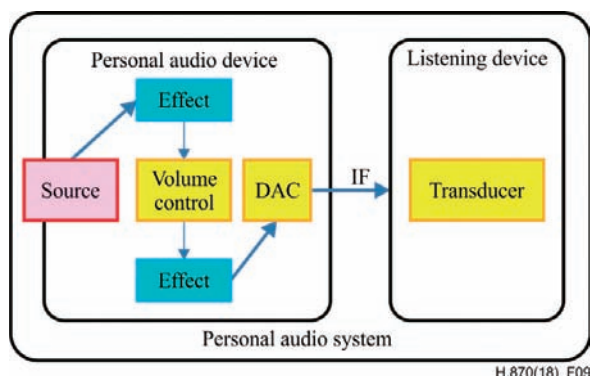
2. WHO-ITU標準H.870の概要

本章では、H.870の概要を述べる。

2.1 Personal Audio System (PAS) とは

H.870の主な対象は、Personal Audio System (PAS) と呼ばれる音楽視聴用の携帯端末である。(プレーヤーとイヤホンを合わせてシステムと定義)。また、補聴器や通信機器は本勧告の対象外であり、また個人用ではないプロ用製品も対象外である。

PASは、音楽を再生するPersonal Audio Deviceとその音源を耳に伝えるイヤホンなどのListening Deviceからなる。図3は、その機能を概念的に記述したものである。



■図3. PASのアーキテクチャー

図3においてSourceとされている音源は、Personal audio device内に蓄積されたものか、あるいはネットワークを通じてストリームされるものの両方を含む。

2.2 音と難聴

ここで音について少し復習しておこう。音とは、振動する物体によって空気のような媒体内に発生された波である。波は、物質を移動せずにエネルギーを移動させる。音波のエネルギーは、鼓膜を通して内耳に伝わり、最終的に脳に伝わって音声として認識される。音波の速度は、媒体の性質に依存し、また空気の温度に幾分依存する。室内温度(20℃)では、音速は毎秒344メートル(m/s)であり、1,238km/hに相当する。

このように、音とは空気等を通して伝播するエネルギーが、耳に到達するものであるが、この音のエネルギー及び音圧が、普通、音の大きさに関係するとされている。この際、気圧の単位が通常Pa(パスカル:Pascal)で表されることに注意したい。Paは天気予報でなじみ深い単位だが、例えば、伊勢湾台風は、約930ヘクトパスカル=93,000Paあったと言われている。より身近なところでは、室温で水が沸騰するのに要する気圧は、2,600Paだ。人間の耳は非常に敏感で、0.00002(=20x10⁻⁶)Paの音圧を認識するとされ、これが人間の最少可聴閾値とされる。

耳は、外耳、中耳、内耳の3つの部分からなる。中耳は、外耳道を終端させる鼓膜と、耳小骨(ツチ骨、キヌタ骨、アブミ骨)等からなる。内耳は、耳の最も内側の部分であり、蝸牛が重要な器官である。振動としての音は耳に達すると、耳介で集められ波形として外耳道から鼓膜に至り、鼓膜の振動によって、機械エネルギーに変換される。この機械エネルギーが耳小骨を経て内耳の蝸牛に伝わる。

蝸牛はカタツムリのような形をした器官で、その中はリンパ液で満ちており、また有毛細胞と呼ばれる細かい毛のような細胞が何万とある。音波の機械エネルギーが蝸牛でリンパ液の振動に変換され、それにつれて有毛細胞がなびき、電気信号を発生させる。この電気信号が聴覚神経を通じて脳に伝わり、脳内で、音として認識される。

耳が過度な音にさらされると、有毛細胞は激しく揺れ動き、過剰な刺激にさらされることになる。有毛細胞が過剰に刺激されると、これらの有毛細胞は疲弊し、音に反応しなくなる。この結果、一時的な聴力損失が数分から数日間続く。しかし、しばらくの間、耳を休めると、有毛細胞は回復し再び音に反応するようになる。

しかしながら、過剰な音に何回も繰り返しさらされると、



有毛細胞は回復する能力を失い消滅する。これが、永続性閾値変化 (PTS)、すなわち、不可逆的な蝸牛有毛細胞損傷によって引き起こされる永久的な失聴につながる。

このように、長時間、大きな音圧を有毛細胞に与え続けることは失聴、難聴の原因の一つとされており、大きな音圧の音にさらされている時間を管理することは、難聴予防の一つの方法であると言える。

2.3 等価エネルギー原理と音圧ばく露理論

WHO-ITUのSafe Listening Device標準の基準値は、等価エネルギー原理 (Equal Energy Principle) という仮説とそれに基づく「(音圧) ばく露量 (Dose)」という概念に基づいている。この仮説は、以下のように定義される。

「時間軸上のエネルギーの分布に関係なく同じ量のエネルギーは、同一の難聴を引き起こす」

言い換えると、「少ないエネルギーの音を長時間聴くこと」と「大きなエネルギーの音を短時間聴くこと」は、耳に対して同じ影響を与える可能性があるという仮定である。

これは、あるdBで規定された音圧を上限とし、それをCut-offポイントとみなす現在の欧州基準とは違ったアプローチと言える。

2.4 dB (デシベル) 表示の問題点

従来、音エネルギーはデシベル (dB) という単位で表現されるのが普通である。しかしながら、デシベルという単位は、音や難聴関係でいくつもの変種があり、混乱を招きやすいという問題がある。例えば、H.870の中でも以下のような異なったデシベルを基にした単位が紹介されている。

- dB: 相対値としてのもとのデシベル
- dB SPL (Sound Pressure Level): 人間の1kHzの周波数で聴くことができる最小値20μPaに対する音圧比
- dB (A) (A特性dB): dB SPLに聴感補正回路としてA特性という「重し付け」を加えたデシベル
- dB HL (Hearing Level): 周波数ごとの標準的な可聴閾値との差を表すデシベル
- dB FS (Full scale): 電気信号の最大値と比較した比を表すデシベル

難聴対策の際にデシベル単位を用いることのもう一つの問題点は、それが対数に基づく表現であるため、音エネルギー量の大小に関して誤った印象を与えやすい、という点が上げられる。この意味で、音圧を気圧などと同様パスカルPa (Pascal) 単位で表現した方が、音圧の大小の違いを

理解しやすい。以下に例としてデシベルとパスカルの対応を幾つか示す:

- 0dB (SPL) = 0.00002 (=20 x 10⁻⁶) Pa (=人間の最少可聴閾値)
- 60dB (SPL) = 0.02Pa (=普通の会話の音圧)
- 80dB (SPL) = 0.2Pa
- 94dB (SPL) ≒ 1Pa
 - (1ドル紙幣が表面に与える圧力)
- 100dB (SPL) = 2Pa
- 140dB (SPL) = 200Pa=聴覚可能な最少閾値の10⁷ (10 million) 倍の圧力
 - (普通の会話の音圧の1万倍)

例えば、耳の可聴音圧の限界とされる140dB (SPL) は、デシベルで言うと、普通の会話の音圧60dB (SPL) の2倍程度だが、パスカルで表現すると一万倍の音圧がかかるということが理解でき、いかに大きな音圧なのかが直感的に分かりやすい。

2.5 音ばく露量測定法 (sound dosimetry) について

音ばく露量 (dose) とは、職場での騒音安全対策ではよく使われている概念で、どのくらいの音圧の音に、どのくらいの時間さらされていたか、ということを表す数値である。H.870では、これを測定する計測装置をdosimeter (ばく露計)、またその測定法をdosimetry (ばく露量測定法) と呼ぶ。音楽環境での用法はCENELECの^[2]で、詳しく規定されていて、H.870もそれを踏襲している。

H.870でのばく露量Dの定義は以下のとおりである。

$$D = \int_{t_1}^{t_2} (p_A(t))^2 dt$$

ここで p_A は、A特性音圧で、dB (A) で表される。Dの単位はPa²h (平方パスカル時) である。この式から、例えば、80dB (A) の音を40時間聞き続けた場合のばく露量は1.6Pa²hであることが分かる。

2.6 WHO/ITUの安全なばく露基準

WHOとITUは、専門家たちとの議論の結果、エビデンスに基づいた安全基準をPASを対象に設定することで合意した。難聴に関しては、職場環境での騒音による難聴の発生について長い間研究がなされており、かなり標準化されている部分もある。PASに関する統計は存在しないが、同一エネルギー原則に基づき、音楽の視聴に関しても、職場における騒音に関する研究が適用できる、という前提で



標準化を進めた。これは、根拠のない基準ではなく、少なくとも現状で確かに難聴にならないレベルの音圧を安全基準にする、ということを目指した。

従来、騒音に関しては、等価騒音レベル L_{Aeq} (A特性で重み付けした音響ばく露エネルギーの時間平均レベル) という概念が一般に使われており、80dB(A) の音圧に1日8時間、1週間 (実際は5日労働で総時間40時間) さらにされた場合のエネルギー量までは、ほぼ安全 (低い確率でしか失聴が発生しない)、という基準が知られている。上記のように、80dB(A)の音を40時間聞き続けた場合のばく露量は $1.6Pa^2h$ に当たるので、PASでの音楽視聴の場合にも、この値を上限とすれば耳にとっては安全だと言える。

このような議論から、H.870では、次のような安全基準を提案している。

●安全基準1 (成人の標準レベル) :

「連続した7日間でのPASによるばく露量が $1.6Pa^2h$ を超えないこと。」

この数値は、現在までの騒音に関する研究によって支持される数値であり、前述のCENELECでも提案されている基準である。

一方、WHOとITUでの議論に参加した専門家たちによって、同じ騒音に関する研究によって、音にさらされた場合に全く失聴が発生しない基準として平均75dB (A) で40時間視聴した場合のばく露量が紹介された。WHOのMake Listening Safeの主目的の一つが、若年層の難聴を減らすことであるため、H.870では、この基準値を、子供など、耳のケアがより必要な対象についての基準とすることが議論され採用された。

●安全基準2 (子供、または敏感なユーザーの場合)

「連続した7日間でのPASによるばく露量が $0.51Pa^2h$ を超えないこと。」

この基準は、特に子供を対象としたという点で今までになかったもので、H.870の画期的な特徴の一つとなっている。

H.870は、WHOと共に、上記のばく露量を1週間の許容ばく露量 (Sound allowance) として、PASにモニター機能を備えることを提言している。また、この際、 Pa^2h という単位では、分かりづらいので、表示方法については、各社のデザインにより、分かりやすいものにすることを推奨している。このモニタリング機能は、今年になって既に実装する会社が現れている。

2.7 その他の重要項目

上記の音量ばく露理論とそれに基づく音圧の二つの安全基準がH.870の重要な勧告内容だが、その他にもWHOとITUがこの勧告で推奨している重要な項目がいくつかある。

まず、耳の安全に関するメッセージである。WHOは、H.870で記述されたばく露理論に基づき、ばく露量をモニターし的確なメッセージをユーザーに伝えられるアプリを実装することを推奨している。一方でメッセージだけでは、ユーザーが無視してしまえば、難聴の危険は減らない。そのため、さらに強硬な手段として、ばく露量が許容値を超えた場合、ユーザーにメッセージを与えるのに加え、自動的に音量を下げる仕組みを実装することを推奨している。これは、PASの設計全体に関わるためメーカーにとっては重大な要求条件だが、一部の有力メーカーは既に実装を始めている。

これに加え、未成年者の耳を保護するため、保護者がばく露量の許容上限を設定できるオプションをPASに用意することを推奨している。

3. おわりに : WHO-ITUの標準化の今後の方向性

WHOとITUのSafe Listeningに関する協力作業はH.870で、第一段階を達成したが、既に次のステップに向けて、以下のような作業が計画され、開始されている。

- H.870への準拠性試験ためのガイドライン
 - HSTP.Conf-H870技術文書の策定
- Bluetoothを含むヘッドホン等とプレーヤー間の情報交換の標準化
- ノイズキャンセラー等の技術の利用と推進
- テスト用の標準アプリの提供 (WHO監修のApp作成)
- ゲーム・コンソールなどについての勧告

また、WHOとITUが協力して、様々なイベントなどを通じて、WHO/ITU標準としてのH.870を宣伝すると同時に、Make Listening Safe運動を推進していくことが合意されている。日本でもH.870の日本国内標準化やJEITAなどの他標準化団体と協力した啓発活動が期待されている。

参考文献

- [1] WHA-2017 : <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/vector-control-ncds-cancer/en/>
- [2] EN 50332-3 : CENELEC EN 50332-3 (2017), *Sound system equip-ment : Headphones and earphones associated with personal music players-Maximum sound pressure level measurement methodology-Part 3 : Measurement method for sound dose management.*



聴覚障害者向けの補聴援助システム活用の動向と課題

ソノヴァ・ジャパン株式会社 マーケティング部 マネージャー

かわつ じゅん
川津 潤

1. 補聴器と人工内耳の違い

補聴器は難聴者が聞こえにくくなった音を個人個人の聴力に応じて適宜増幅する機器である。人工内耳^[1]は音を電気信号に変え、この信号を外科手術によって蝸牛内に埋め込まれた電極に伝え、直接内耳の神経を刺激して音を感じさせる機器で、難聴の程度が非常に重く、補聴器を使っても音の判別ができない人たちの補聴の選択肢の一つである。

難聴者（児）は補聴器や人工内耳をつけていても、健聴者と同じように聞こえるというわけではない。補聴器/人工内耳は機器に内蔵されたマイクロホンで音を拾うが、聞き取りたい音（例えば、言葉）だけを選択的に集音することは難しく、周囲の騒音も集音し、基本全ての音を大きくするので、聞きたい言葉が、騒音の中に埋もれてしまい、音としては聞こえていても言葉として何を話しているのかを理解することが困難になる。

2. 補聴援助システムとは

難聴者（児）は、話者との距離が離れている環境、騒音や反響音が比較的多く存在する環境では言葉の聞き取りが難しくなる。教育現場での班活動、グループ活動や、職場での打ち合わせ、会議など複数人との会話の場面なども言葉の聞き取りが難しい環境の一つと言える。このような場面における言葉の聞き取りの課題に対応するために、主に教育現場を中心に各種の補聴援助システムが使用されてきた。

○補聴器/人工内耳装用者（児）にとってことばの聞き取りが困難な環境

難聴者（児）が苦手な言葉の聞き取りの環境として以下の4つがある。

(1) 話者との距離が離れる場合（図1）

話者との距離が離れている場合は、音の距離による減衰から難聴者（児）に必要な音量が届かない。（対面で100%聞き取れる難聴者（児）でも3m離れると40%程度まで聞き取りが落ちるケースもある。）

(2) 騒音が存在する場合（図2）

騒音が存在する場合、聞き取りたい話者の声が騒音と重なり、言葉の理解が困難になる。

(3) 反響音が存在する場合（図2）

反響音が存在する場合、話者の直接音の言葉と反射音の言葉が僅かにずれて聞こえるため、言葉の理解が困難になる。

(4) 複数人との会話（図3）

日常よくある複数人との会話は、複数の話者の声が重なることによる聞き取りの困難、または話し手が次々と変わることにより難聴者（児）にとって重要な話者の口元を見ることによる視覚情報を得ることが困難になることから、難聴者（児）にとって最も苦手な言葉の聞き取りの環境と言える。

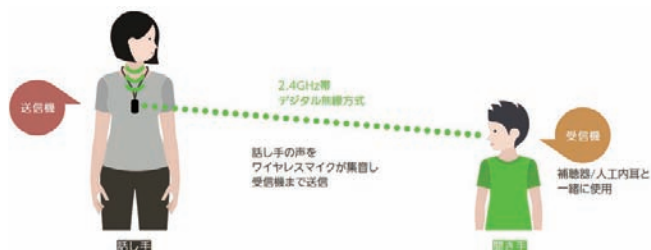
上記4つの言葉の聞き取り環境の改善策として用いられて



■図1. 距離による音の減衰

■図2. 騒音及び反響音の影響

■図3. 複数人との会話



■図4. 補聴援助システムの仕組み（ロジャー）

きたのが補聴援助システムで、この補聴援助システムは、話者の口元にマイクロホンを用意することで距離、騒音、反響音を克服することができる（図4）。

補聴援助システムの歴史は古く、1945年には話者のマイクロホンと補聴器を有線ケーブルでつなぐ仕組みが開発され、その後、音声磁場を使った「磁気ループシステム」、「赤外線システム」といった無線システムが登場したが、干渉の問題や使用場所が限定されるという課題があった。そこで、1968年に話者の声をFM電波に乗せて、補聴器/人工内耳に届けるシステムが開発され、2000年代にかけて学校を中心に普及が拡大した。

国内では1960年に40MHz帯を利用したFM補聴援助システムから始まり、1963年に磁気ループシステムが、そして1992年に赤外線システムが登場し、現在でも教育現場や公共機関で幅広く利用されている。FM補聴援助システムは40MHz帯の後、75MHz帯、169MHz帯へと、電波法の改正に伴い欧米で使用されている最新の機器が国内でも利用できるようになった。ただ、教育現場での集団補聴を目的とした従来のアナログ方式であるFM補聴援助システムには隣接チャンネルを使用した送信機同士を近くで使用すると電波が干渉しやすいという特徴から、それを防ぐために教室ごとに異なるチャンネルを割り振る必要性があり、また利用できるチャンネル数に制限があるため利用できる教室の数に限りがあるなど、チャンネルの管理や運用面での適切な配慮がないと十分にその性能が発揮できないという課題があった。

■表. 各補聴援助システムの比較

	ループ	赤外線	FM	Bluetooth	ロジャー
利用無線技術	磁気	赤外線	電波	電波	電波
音質	△	△	△	○	○
音量の安定感	△	○	○	○	○
干渉に強い	△	○	△	○	○
集団補聴	○	○	○	△	○
汎用性	△	△	○	×	○
屋外での使用	△	×	○	○	○
設置の容易さ	△	△	○	○	○

3. デジタルワイヤレス方式補聴援助システム「ロジャー」とは

2013年、従来のFM電波を利用したアナログ無線方式の代わりにデジタル無線方式を使った新しいシステム「ロジャー」が登場した。

3.1 ロジャーで克服を目指した従来のシステムの課題

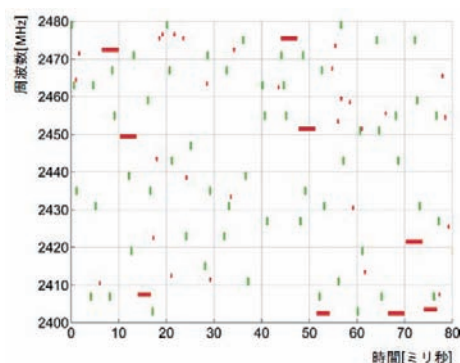
ロジャーの開発には以下に述べる従来のシステムの課題が十分に考慮された。

- ・距離、反響下、騒音下において、従来の技術による補聴効果を超えることは可能か？
- ・広く普及しているFM補聴援助システムも一緒に使用でき、かつロジャーへ切り替えることも可能か？
- ・他メーカーの補聴器を使用している人、人工内耳を使用している人、健聴だが聞こえの問題を解決したい人、そしてスピーカースystemを使用したい人のために全てに互換性がある標準規格を作るとは可能か？
- ・同系統のシステム、Wi-Fi (2.4GHz)、蛍光灯（低周波誘導干渉）、Bluetooth機器(2.4GHz)、GSMネットワーク(800～900MHz)などの機器、または赤外線システムによる干渉を避けることは可能か？
- ・従来より音声帯域を広げても、送信機から耳への音声遅延が今までと変わることはないか？
- ・暗騒音を抑制しながら音声のダイナミックレンジを広げることが可能か？
- ・ワイヤレスマイクが受信機に届かないような大きい部屋でも電波が届けることは可能か？
- ・音声ストリーミングと並行してコントロールデータも一緒に送ることは可能か？
- ・セットアップや操作が簡単にできるか？
- ・全世界で共通のテクノロジーの標準規格を作り、世界中どこでも使用することは可能か？

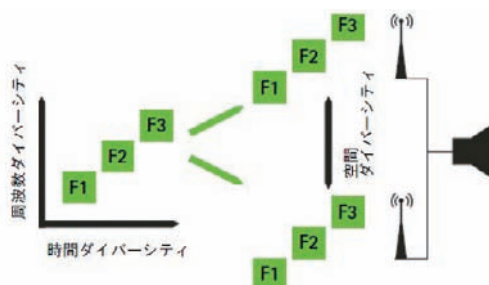
3.2 次世代の標準規格「ロジャー」

ロジャーには2.4GHz帯を利用した適応型デジタルワイヤレスの送信技術が搭載されており、音声信号をデジタル信号化し、短いデジタルコードにまとめ、それぞれを2.4000～2.4835GHzの異なるチャンネルに乗せて複数回にわたって送信する。チャンネル間をホッピングする周波数が双方向に通信することで干渉問題を解決できる（図5）。送信機から耳に届くまでの音声遅延が25m秒と短く、また秘話性も高い。

ロジャーは送受信機のやり取りの中で、Wi-Fiなど他の



■ 図5. 周波数ホッピングのイメージ



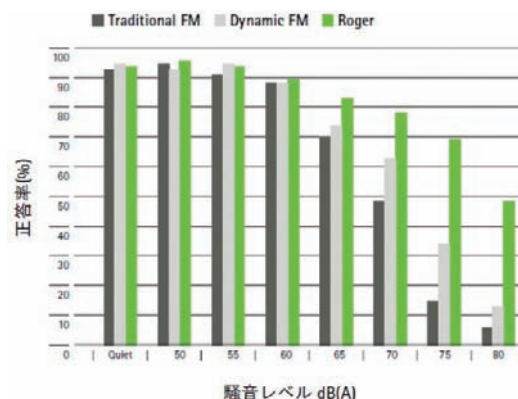
■ 図6. ダイバーシティによる干渉の軽減

2.4GHzを利用しているシステムによってどのチャンネルが使われていて、どのチャンネルが空いているかを常時把握し、既に使われているチャンネルを回避しながら空きチャンネルを自動的にホッピングする。またロジャーはBluetoothの課題である高い消費電力、同時通信機器4台までの制限、音声帯域を広げると音声遅延が大きくなるという問題も解決している。

ロジャーが干渉に強い理由は次の3つの技術が取り入れられているためである。音声 packets を時間をずらして送信する「時間ダイバーシティ」、1つの packets が相殺されても、他が相殺されないよう異なる搬送波波長ごとに音声 packets を送信する「周波数ダイバーシティ」、空間に分散された2本の受信アンテナを使って受信する「空間ダイバーシティ」である (図6)。

3.3 騒音下でのパフォーマンス

ロジャーのワイヤレスマイクは絶えず周囲の騒音レベルを計測し、その騒音レベルによりロジャー受信機の利得を適宜コ



■ 図7. 騒音下での言葉の聞き取り (HINT)

ントロールしている。この機能により、特に騒音レベルが80dB (A) といった非常に騒がしい環境でも従来のFM補聴援助システムに比べSN比を大幅に改善できるようになった。

図7は従来のFM、ダイナミックFM、Rogerを使用した時の各騒音レベルにおけるHINT*の正答率である。スピーカーと被検者との距離を5.5mに設定し検証した結果、80dB (A) の騒音レベルでスコアが10%以下となったのは、従来のFMで9名、ダイナミックFMで6名、Rogerでは1名のみであった (図7)。

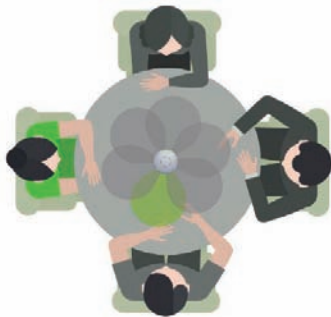
3.4 指向性マイクロホンの進化

SN比の改善を目的とする補聴援助システムのマイクロホンはできるだけ話者の口元に近付ける必要性があったため、胸元に取り付けるピンマイクタイプや首掛けマイクが主流であった。ロジャーには、教室での班活動や会議や打ち合わせなど複数の話者がいる場合に卓上に置いて使用できるようマイクロホンの指向性の向きや集音距離を切り替えられるタイプがある (図8)。これは加速度センサーを内蔵することにより、重力の方向からマイクロホン自身の向きが判別可能になり、話者の口元に装着する場合は集音距離が短い指向性、卓上に置いたときは集音距離を大きくし、またSN比と人の声のアルゴリズムから発言者の方向に自動的に指向性を切り替えることが可能になった。

このような指向性マイクロホンの進化が教育現場はもちろん、成人の会議や打ち合わせでの利用、プライベートでの会食の場での利用が増えてきている要因の一つと考えられる。

* 語音聴力検査HINT (Hearing in Noise Test)

雑音下での語音聴取能力を評価する聴力検査の一種。各言語に対応するHINTがあり、検査の内容は日常会話で用いられる短文の意味を聞き取るもの。



■ 図8. 卓上モードと指向性

3.5 ロジャーの互換性、拡張性

ロジャーが広く普及している理由の一つに互換性と拡張性が上げられる。ロジャーはほぼ全ての各社補聴器、人工内耳に利用可能で、マイクロホンの複数台利用も可能、またスピーカーシステムや磁気ループシステム、TV会議システム、電子黒板、UDトーク等の音声認識アプリなど、様々な機器と一緒に利用することができ拡張性が高い。

また、難聴者が苦手な携帯電話での通話も、ハンズフリーで補聴器/人工内耳に直接電話の声を届けることが可能なBluetooth機能搭載タイプもある。

4. 公的支援

4.1 障害者総合支援法

障害者総合支援法には、身体障害者障害程度等級のいずれかに該当した場合、各市区町村の福祉担当窓口へ申請手続きをすることで、補聴器など補装具の費用が支給される制度があり、自己負担額は原則1割となる。FM補聴援助システムは補装具として申請が可能で、基準価格はマイクロホンは98,000円、受信機は80,000円となっている。ロジャーは従来のFM電波を利用したシステムと異なることから特例補装具としての申請となり公費支給の判断は各自治体に委ねられている。(2019年7月現在)

4.2 軽度・中等度難聴児補聴器購入助成

障害者総合支援法の対象児は高度難聴、重度難聴^[2]であり、騒音下での言葉の聞き取りが困難である軽度・中等度難聴児は対象外であるが、特に軽度・中等度難聴児は教育上必要な支援として各自治体による助成制度が存在する。

4.3 障害者差別解消法

国連の「障害者の権利に関する条約」の締結に向けた国内法制度の整備の一環として、全ての国民が、障害の有無

によって分け隔てられることなく、相互に人格と個性を尊重し合いながら共生する社会の実現に向け、障害を理由とする差別の解消を推進することを目的として、2013年6月、「障害を理由とする差別の解消の推進に関する法律」（いわゆる「障害者差別解消法」）が制定され、2016年4月1日から施行された。「障害者差別解消法」では、行政機関や民間企業等の事業者に対して、「障害を理由とした不当な差別的取り扱いの禁止」と「合理的配慮の提供義務」が課されている。合理的配慮は特に高等教育機関で進んでおり、合理的配慮が義務となる国公立大学はもちろん、努力義務である私立大学でも聴覚障害学生に対する聞こえの配慮としてロジャーの貸与等がなされている。また、民間でも一部のDI（ダイバーシティ&インクルージョン）先進企業が聴覚障害者の積極的雇用と共に補聴援助システムの採用が進んできており、今後、インフラとしての補聴援助システムの拡大が期待されている。

5. 今後の課題

技術面での課題としては、装用負担を少なくするために更なる受信機の小型化、またロジャー受信機は一緒に使用する補聴器や人工内耳から電源供給を受けるが、利用者の電池購入による経済的負担を軽減するために消費電流の低減などが上げられる。

法的な課題としては、現在の障害者総合支援法による福祉補助は従来のアナログ方式を採用したFM補聴援助システムのみを対象としており、デジタル補聴システムを原則対象としていない。そのため、公金での補助を得るためには、難聴者や難聴児の保護者の多くは地方自治体との個別折衝をせざるを得ない状況である。無線方式の違いに関わらず、従来のFM補聴援助システムの対象者が同等またはそれ以上の効果を得られる補聴援助システムが障害者総合支援法の対象になることが望まれている。

[注] 法律の名称等は「障害」、それ以外の部分は「障碍」と表記した。

参考文献

- [1] 一般社団法人日本耳鼻咽喉科学会HP：人工内耳について <http://www.jibika.or.jp/citizens/hochouki/naiji.html>
- [2] 日本聴覚医学会 (2014年). “難聴（聴覚障害）の程度分類について (PDF)”. <https://audiology-japan.jp/audiology-japan/wp-content/uploads/2014/12/a1360e77a580a13ce7e259a406858656.pdf>



落合陽一氏インタビュー

「耳で聴かない音楽会」「変態する音楽会」「交錯する音楽会」

メディアアーティスト おちあい 落合 よういち 陽一

「聴覚障害を持つ人々も一緒に音楽を楽しむ方法はないか」という問題意識を発端に、落合陽一氏×日本フィルハーモニー交響楽団のタッグで音楽会が開催された。音、光、振動と触覚でオーケストラを体験する「耳で聴かない音楽会」、「映像装置」を奏者として加え、オーケストラをトランスフォーム（変態）した「変態する音楽会」「交錯する音楽会」。落合氏がダイバーシティへ向かう先には？ 編集部による遠隔インタビューの要約を掲載する。

音楽会情報：<https://www.japanphil.or.jp/concert/23719>

Q 音楽会への落合様の取組み状況は？

A アーティストとして演出を担当している。また研究者として、2017年より科学技術振興機構のCRESTに採択された「xDiversity」プロジェクトを進めている中、支援技術のプロトタイプを一般の方々に触れていただく貴重な機会でもあると考えている。失われた身体感覚をコンピュータでどうサポートできるかというテーマで、重要なのは、「現場での課題抽出」「技術開発」「技術をお客様に届けるアウトリーチ」。その一環である音楽会には力を入れており、筑波大学附属聾学校や、視覚・聴覚障害者のための大学である筑波技術大学の協力で、どの周波数ならオーケストラの音が聞こえるか、といった課題抽出をしている。

Q xDiversityにおいて重視する点は？

A 障害者自身に課題意識はあっても、何が必要なのかは技術に触れるまで本人も分からず、この技術を使えばこんな事ができるのでは、から考え始める。例えば、耳が聞こえないと電車を乗り過ごしてしまうのを、音を聞く事ではなく、スマホやGPSで解決できないか。欲しい技術と要素技術をマッチングさせるために、現場での課題抽出を重視している。ディープラーニングによるコンピュータビジョンの精度は上がったが、実際に日常で使っているのは自動文字起こし、顔認識によるスマホロック解除等なので、その派生技術を使ったアクセシビリティのためのインタフェース作りに取り組んでいる。

Q 音楽会に参加した障害者・健常者の皆様の感想は？

A 障害者の方々は、以前、アーティストとして作品を作る中でスピーカー 40個を搭載したORCHESTRA JACKETを制作したことがあった。それを用いたとき全身で音を感じるとの感想があった。また抱くタイプの触覚スピーカーデバイスであるSOUND HUGは臨場感が増す、富



©蛭川実花



士通が開発を進めているOntennaは信号のオン・オフがはっきり届くのでタイミングが分かって楽しい、等。健常者の皆様は、ダンス、音楽、振動が一体になり、聴覚だけではなく複雑性が楽しめたとの感想があった。

Q オーケストラ奏者の皆様の感想は？

A 映像+オーケストラというと、動きの決まっている映像に演奏を合わせることが多いが、今回は指揮に映像が追従できるプログラムを作成し、現場で映像スタッフが映像を見ながら合わせたので、奏者はいつも通りの演奏ができ、その場で作られる映像と演奏のシンクロ率が高かったとの感想が得られた。メディアアート作家としても面白い結果だった。

Q 今年8月に開催された音楽会の注目ポイントは？

A 映像演出を表現的・デバイスのにアップデートし、「動物の謝肉祭」に現れる動物の視覚的表現等、映像+オーケストラという表現形態の作法が見えてきたのでそれをアーティストとしても研究者としても追求していきたい。また交錯する音楽会では、よりコンテキストを重視し、日本とオーケストラの歴史と映像演出とともに振り返った。映像とともにあるオーケストラらしい表現を考えていきたい。

Q 海外で音楽会開催の予定は？海外の障害者の方々にも楽しんでいただけるのでは。

A 大いに興味がある。オーケストラは非言語コミュニケーションなので、国を問わず相性が良いと思う。実際、諸外国でビデオを見せると非常に好評なので、いずれ

公演してみたい。

Q ITUは最近、視覚障害者への音声ナビゲーション等を議論している*。この音楽会を標準化する可能性は？

A 音情報を聴覚以外の感覚に変換して届けるというガイドラインがあれば良い。美術館に音声ガイドがあるように、コンサート会場でサポートデバイスを貸し出せるようにしたい。大いに興味がある。

Q 究極のヒューマンマシンインタフェースであるブレインマシンインタフェースへのお考えは？

A どこまで作れるかが現時点ではまだ見通せない。fMRI等を使ったシステム開発を含め今後の研究に期待。人工内耳手術の感覚でインタフェースを入れられれば良いが、ハードルが高いのではないかと考えている。もちろん、ロボット技術による電極埋めこみなどは興味がある。

Q 技術による身体障害者へのエイドではなく、身体能力拡張の可能性に対するお考えは？

A Sony CSLの遠藤謙さん、作家の乙武洋匡さんとプロジェクトを進めているが、場合によっては義足より車輪の方が効率が良い。デバイスを使って身体能力を標準ラインまで戻す事は多々あるが、同じ技術で標準ラインの2倍にする方法もある。身体障害克服と身体能力拡張は同じ分野。また、身体の形は自由であり、脚や車輪、あるいは跳べる、というように、ファッション性や利便性で体のパーツを変えるなど、多様な身体が選べ、できる事が広がる未来があった方が面白いと思う。

* ITUジャーナル 2018年2月号「アクセシビリティ標準化」参照



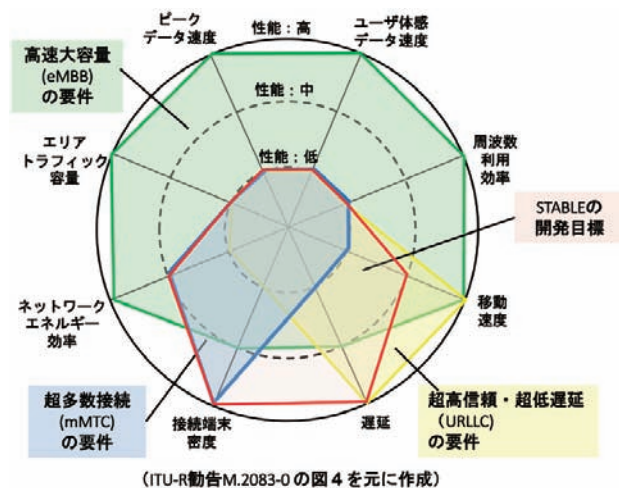
超多数接続と低遅延を実現する 無線アクセス技術：STABLE



国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター 研究員 **もりやま まさふみ**
森山 雅文

1. はじめに

我が国において、第5世代移動通信システム (5th Generation mobile communication: 5G)^[1]の商用サービス開始が目前に迫っている。5Gでは図1に示す利用シナリオを想定して、高速大容量通信のeMBB (enhanced Mobile Broadband)、IoT (Internet of Things) デバイス等の超多数接続のmMTC (massive Machine-Type Communications) 及び超高信頼超低遅延のURLLC (Ultra-Reliable and Low Latency Communications) が要件として定められている。国立研究開発法人情報通信研究機構ワイヤレスシステム研究室では、低遅延を必要とするIoT端末 (例えば、コネクテッドカーやドローン) の超多数接続に関する研究を進めている。5Gにおける超多数接続シナリオにおいては低遅延性を求めていることから、将来のシステムを見据え、超多数接続と低遅延を両立できるシステムが必要になると考えている。



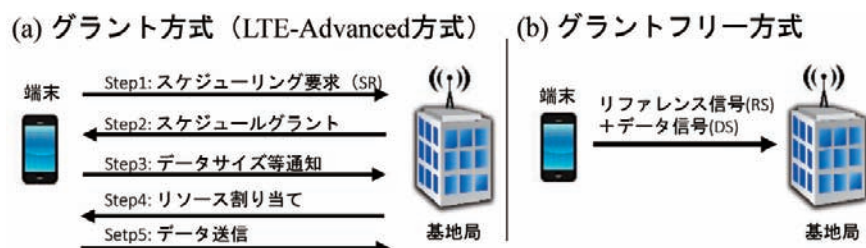
■図1. 5Gにおける3つの利用シナリオとSTABLEの位置付け

具体的な数値目標として、超多数接続のシナリオに対する遅延時間の要件は10秒 (頻繁に送出されない小サイズのパケットの場合)^[2]であるのに対して、本研究開発においては5ミリ秒以内に通信を完了する (端末が信号を生成して送信し基地局にて信号処理を終えるまでの時間) ことを目指している。多数接続においては、符号分割多重を用いず同一周波数かつ同一タイミングで送信できる端末数を5台として、周波数分割多重及び空間分割多重を併用して100万台/km²の接続密度を目指している。我々はこのシステムをSTABLE (Simultaneous Transmission Access Boosting Low-latency) と名付け研究開発を行っているので紹介する。

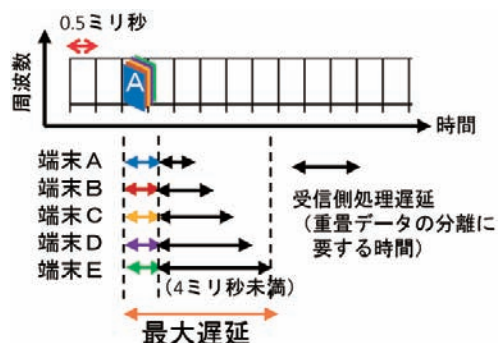
2. 超多数接続及び低遅延を実現する技術

STABLEにおいて、低遅延の実現にはグラントフリー (Grant Free: GF) という技術を用いている。図2にグラントフリーの概要図を示す。LTE-Advancedにおいては、端末が基地局に対してデータを送信する際は、図2 (a) に示すように、基地局から通信の許可であるグラントが必要となるため、このネゴシエーションが10ミリ秒程度の通信遅延を発生させている。STABLEにおいては、この手続きを省略して、図2 (b) のように各端末がグラントを得ずに即座にデータを送信させることができる。本研究開発ではこれをグラントフリーとする。STABLEにおいては、端末識別用のリファレンス信号 (Reference Signal: RS) を各端末が用意して、RSをペイロードであるデータ信号 (Data Signal: DS) と一緒に送信することでグラントフリーを実現している。RSは端末識別の他に無線回線の通信路状態を推定するための伝搬路推定用の信号としても利用できる。

多数接続の実現においては、非直交多元接続 (Non-

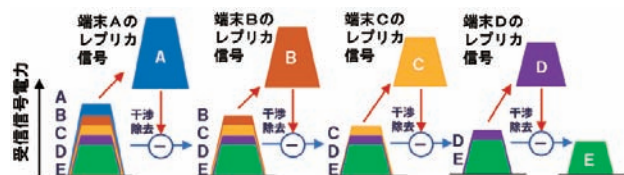


■図2. グラントフリー方式の概要



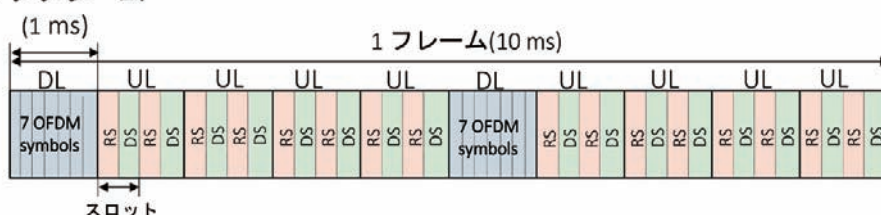
■図3. 非直交多元接続 (NOMA) による5台の端末の同一周波数帯・同一時間領域の共用の例

Orthogonal Multiple Access : NOMA) を利用している。図3にNOMAの概要を示す。NOMAは同一周波数帯・同一時間領域を共用する方式であり、膨大なIoT端末を多数接続させるために有望な技術である^{[3][4]}。NOMAの適用は同時送信を可能とし、信号送信の待ち時間の減少に資するため遅延の短縮にも有効である。ただし、NOMAを利用する場合、各端末のDSが基地局において重畳されて受信されることになるため、基地局では各端末からの端末局間干渉を抑圧・除去する技術が必要となる。今回実証実験を行ったSTABLEでは、この技術として、受信信号強度の大きい順に1端末ずつ逐次的に信号を判定し、その信号を除去していく逐次型干渉抑圧・除去 (Successive Interference Cancellation : SIC) を利用した。SICの概念図を図4に示す。各端末固有のRSを利用して、信号を送信した端末を識別するとともに、端末と基地局間の通信路特性を推定する。この推定値を用いて、重畳信号のうち受信信号強度の一番大きい端末から送信された信号を再現 (レプリカ信号と呼ぶ)



■図4. 逐次型干渉・抑圧除去 (SIC) の概念図

1サブフレーム



■図5. STABLEのフレーム構成 (TDD)

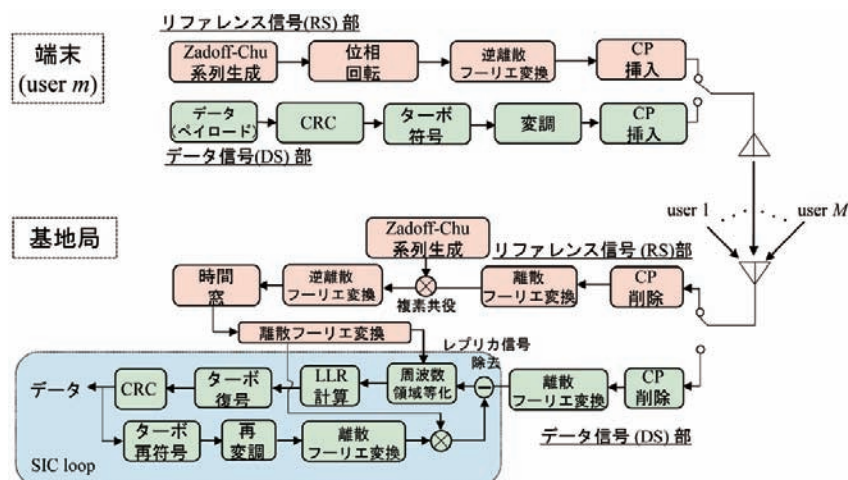
し、重畳信号から差し引くことで干渉が除去される。この処理を繰り返すことで、重畳されたデータ信号から、各端末のデータを分離し復元することが可能となる。SICは逐次的に信号を復元する方式であるが、同時に複数端末の信号を復元する並列型干渉抑圧・除去 (Parallel Interference Cancellation : PIC)^[5]の研究も行っている。PICを利用する干渉除去では10台の同時接続を目標としている。

また、STABLEではグラントフリーやNOMAの他にも通信品質を向上させる技術を適用して通信の安定化を図っている。具体的にはダイバーシチ技術^[6]、連送技術^[6]等を適用している。

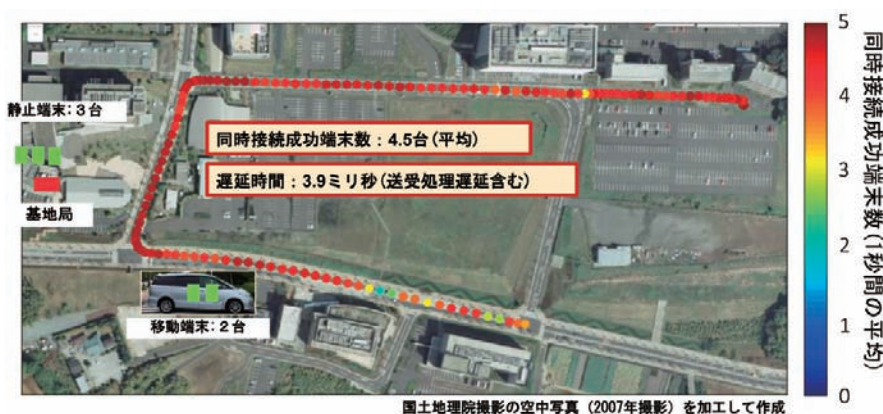
3. STABLEの物理層

図5にSTABLEのフレーム構成を示す。1フレームは10個のサブフレームで構成されておりアップリンク (Up Link : UL) とダウンリンク (Down Link : DL) の比は8 : 2の時分割複信 (Time Division Duplex : TDD) である。LTE-Advancedでは下りのサブフレーム数は上りよりも多いが、STABLEにおいては、IoTの多数接続を目指しているためアップリンクの割合を高めている。

アップリンクのサブフレームは2つのスロットから構成されており、各スロットはRSとDSの組である。上記で述べたようにRSは端末識別と伝搬路推定のために用いられ、DSはペイロードの伝送のために利用される。各端末はNOMAを実現するために各スロットを同一周波数及び同一タイミングで送信する。図6にSTABLEにおける物理層の信号処理を示す。リファレンス信号 (RS) 部における伝搬路推定の方法については紙面のスペースの都合上、文献 [7] を参考にしていただきたい。データ信号 (DS) 部においては、送信側でデータ (ペイロード) に巡回冗長検査 (Cyclic Redundancy Check : CRC) によるパリティビットを付加した後、ターボ符号を用いた誤り訂正符号化 (符号化率1/2または1/3を選択) が行われる。次に変調 (BPSK、QPSK及び16QAMから選択) が実施され、最後にCP (Cyclic Prefix) が付加さ



■ 図6. STABLEの物理層の信号処理



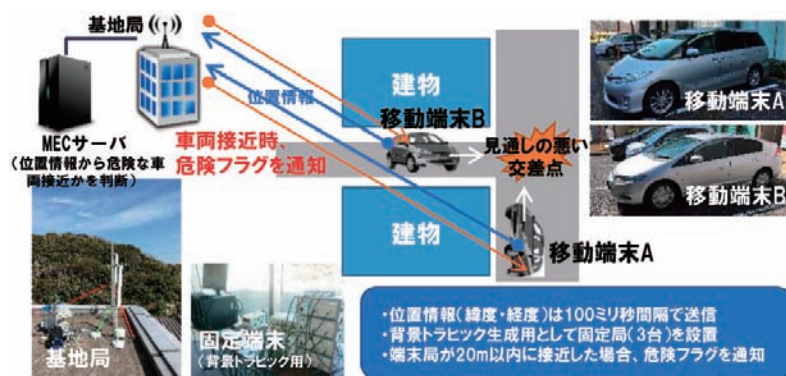
■ 図7. 同一周波数帯を用いた5台の端末からの同時伝送屋外実験の結果

れてシングルキャリアを用いてRSとDSが交互に送信される。基地局では各端末からの信号が重畳されるが、SICにより各端末のDSを復調することができる。基地局では、まず、重畳DSはCPが除去され、その後、離散フーリエ変換により周波数領域の信号に変換される。その信号は他の端末のレプリカ信号が除去された後(1回目のSICではレプリカ信号は存在しない)周波数領域等化^[6]が行われる。その後、ターボ符号の復号において誤り訂正するために対数尤度比(Log-Likelihood Ratio: LLR)が計算されターボ復号が送られる。ターボ復号により誤りが訂正された信号はCRCでエラーがないか確認された後、エラーがなければデータを出力するとともにレプリカ信号が作成される。レプリカ信号はターボ符号による再符号化、再変調及び離散フーリエ変換により実施される。受信信号からレプリカ信号を除去して復調するループ(図6中、SIC loop)を繰り返すことにより全ての端末の信号を復調することができる。

4. 実験システム実証実験

実験試験局(搬送周波数: 2586MHz、チャンネル帯域幅: 1.4MHz)を開局して2種類の実証実験を横須賀リサーチパーク内において実施した。最初の実験は同一周波数帯を用いた5台の端末(うち、2台は時速30km程度で移動する同一車両内に設置)からの同時接続を実施して、基地局における同時接続特性を評価した。端末の送信電力は200mWである。

図7に実験の結果を示す。2台の端末を載せた車両の走行ルート上に1秒ごとにプロットした色により、同時接続(データ伝送)に成功した端末の数(1秒間(=500回の伝送)の平均値)を示している。走行ルート上の多くの地点で5台の端末からの同時接続が成功していることが分かる。同図に示した走行ルート全体にわたる同時接続成功端末数の平均値は4.5台となり、端末当たりのデータ伝送成功率は90%以上であることを確認した。また、5台同時接続時の遅延時間(干渉抑圧・除去等の信号処理による遅延を含む。)



■ 図8. 安全運転支援システム実験の概要

は、3.9ミリ秒以下を確認した。

2番目は日本電気株式会社と連携して実験を行ったもので安全運転支援システムにSTABLEを利用した場合の検証である^[8]。最初の実験ではアップリンクのみの評価であったが、この実験は日本電気株式会社が開発したMulti-access Edge Computing (MEC) サーバを接続しシステム全体として性能を検証した。図8に安全運転支援システムの概要を示す。このシステムは、平時において、2台の移動端末及び3台の固定端末と多数接続を行っている。MECサーバは2台の移動端末の位置を監視しており、2台の移動端末が交差点に接近して衝突の危険があると判断した場合は、基地局に対して危険が迫っている旨の情報(危険フラグ)を端末に伝えるよう通知する。基地局においてはMECからの情報(危険フラグ)を遅延なく2台の移動端末に送信する。基地局が危険フラグを送信する際は、通信の信頼性を向上させるために3台の固定端末との通信の優先度を下げて、2台の移動端末との通信成功率を向上させる無線資源の割当て制御も実施している。この実証実験の結果、移動端末A及びBは交差点に進入する前に遅延なく危険フラグを受け取ることに成功した。移動局とMECサーバとの間の往復遅延(End-to-End (E2E) 遅延)は100mミリ秒以内を実現した。

5. おわりに

本稿では、多数接続と低遅延を実現させるSTABLEを紹介した。STABLEは多数接続にはNOMAを利用し、低遅延にはグラントフリーを適用し多数接続と低遅延の両方を実現できるシステムである。我々はSTABLEの試作機を作成して実環境において性能を発揮できるか確認を行った。その結果、同時接続時のアップリンクについて90%以上の通信成功率を達成した。この際のアップリンクの通信遅延時間は4ミリ秒以下を実現した。また、安全運転支援シス

テムとしてMECサーバと連携して実験を行い、STABLEがシステムとして利用できることを示した。今後はより高品質な送信電力制御の実現、接続数及び信頼性の更なる向上等に取り組み、一層の性能向上を図っていく予定である。

(2019年2月13日 ITU-R研究会より)

参考文献

- [1] ITU-R Recommendation M.2083-0, "IMT Vision- Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond", Sep. 2015.
- [2] 3GPP Technical Report (TR) 38.913 version 14.3.0 Release 14, Oct. 2017.
- [3] S.Yang, P.Chen, L.Liang, J.Zhu and X.She, "Uplink Multiple Access Schemes for 5G : A Survey," ZTE communications. Vol.15, No.S1, Jun.2017.
- [4] K.Higuchi and A Benjebbour, "Non-orthogonal Multiple Access(NOMA)with Successive Interference Cancellation for Future Radio Access," IEICE Transactions on communications, Vol.E98-B, No.3, Mar. 2015.
- [5] 滝沢賢一、森山雅文、手塚隼人、大堂雅之、村上誉、石津健太郎、児島史秀、"多数デバイスを収容する携帯電話網に関する高効率通信方式"、電子情報通信学会 信学技報 RCS2016-116、2016年10月、No.257, pp.125-130.
- [6] M.Moriyama, K.Takizawa, M.Oodo, H.Tezuka and F.Kojima, "Experimental Evaluation of a Novel Up-link NOMA System for IoT Communication Equipping Repetition Transmission and Receive Diversity," IEICE transactions on communications, Aug. 2019.
- [7] M.Moriyama, K.Takizawa, M.Oodo H.Tezuka and F.Kojima, "An Improvement of Channel Estimation for Up-link NOMA Systems," International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC), Nov. 2018.
- [8] 日本電気株式会社、"NEC、自動運転の安全性向上に向けた適応ネットワーク制御技術のフィールド実験をNICTと共同で実施"、日本電気株式会社プレスリリース、2019年5月。



ITU-Tが取り組むeサービス関連技術の標準化トピックス

ITU-T SG16 副議長
沖電気工業株式会社

やまもと ひで き
山本 秀樹



1. はじめに

国際電気通信連合電気通信標準化部門 (ITU-T) は、情報通信技術 (ICT) の国際標準機関であり、企業メンバーが直接参加し、ビジネスに必要な標準化を実施することができる場である。現在11の研究委員会 (Study Group: SG) がある。その中で、第16研究委員会 (SG16) は、「マルチメディア」という名前で呼ばれているが、映像・音声コーデックだけでなく、それらを使う様々なサービスとして、IPTV、アクセシビリティ、デジタルサイネージ、eヘルス、高臨場感サービス、ITSなどをカバーしている。最近ではデジタル金融サービスやAIに向けた標準化の検討も始まっている。これらを総称して、eサービスという名前で呼んでいる。本稿では、SG16で取り組んでいるeサービス関連技術の標準化トピックスについて概説する。

2. 映像コーデック

2018年12月1日から日本では新4K8K衛星放送が始まった。新4K8Kは、地デジ (地上デジタルテレビ放送) と比べて解像度それぞれ4倍、16倍と高く、秒間のフレーム数も2倍となっているが、データ量をそれぞれ約2倍、4倍に抑えられている。地デジで使用されているコーデックはMPEG-2 (H.262) であり、4K、8Kは、最新のコーデックH.265 High Efficiency Video Coding (HEVC)^[1]を使用しているからである。H.265は、単純な2次元のカメラ映像による動画の圧縮だけではなく、全方位360度投影、球面ローテーション、全天球視点などの映像に関する圧縮もサポートしている。さらに、標準に対するデコーダの適合性を調べるためのテスト信号のセットなども規定している。映像圧縮に関する標準化は、SG16の課題6のグループ (Q6/16と表記) だけでなく、ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG11 (MPEG) と共同で、ビデオ符号化のためのJoint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) が行っている。2017年には、JCT-VCによるHigh Efficiency Video Coding (HEVC) の標準化活動に対して、米国テレビ芸術科学アカデミー (The Academy of Television Arts & Sciences: ATAS) よりエミー賞を受賞し一躍有名になった。エミー賞は、テレビ技術や科学技術の発展に寄与し、貢献の高かった企業・団体や個人に対して授与される放送業界で最も権威のある賞である。

H.265の次の符号化技術、多目的ビデオ符号化 (Versatile Video Coding: VVC) の検討は、同じく、Q6/16とMPEGのJoint Video Experts Team (JVET) で現在進行中である。このVVCの最初の標準は、2020年10月完成を目標としている (図1)。

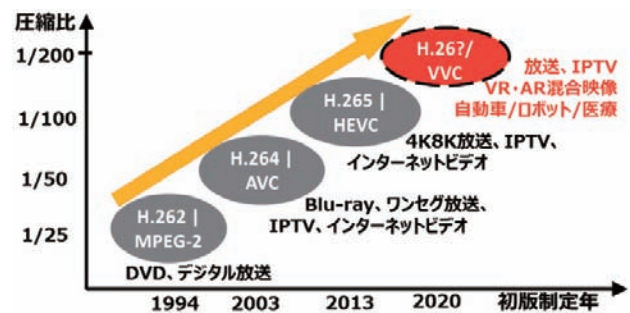


図1. 映像コーデックの標準化の流れ

3. IPTV

IPTVは、インターネットではなく、通信事業者の管理されたIPネットワーク上での映像サービスを指す。ITU-Tでは、2008年から2010年までの間に、要求条件、アーキテクチャ、サービスユースケース、QoE、品質維持、メタデータなどの基本的な勧告が制定された。ITU-Tでは、日本からの提案を基に、IPTV基本端末の勧告H.721^[2]を2008年に制定した。

H.721の中では、映像サービスとしては、VoDとリニアTVを、情報サービスとしてEPGなどの利用といったごく基本的なサービスを受けるための端末の条件を規定している。H.721は、各国のIPTV端末の状況に合わせての改版 (第3版) が予定されている。日本の (一社) IPTVフォーラムでは、2018年12月1日からの新4K8K放送を、IPTVとして再送信する際の規格を2018年11月に制定した^[3]。H.721の第3版には、この規格の反映が予定されている。

4. アクセシビリティサービス

2006年12月13日の国連総会において、障害者権利条約が採択され、2008年5月3日に発効した。障害者権利条約は、障害者の人権及び基本的自由の享有を確保し、障害者の固有の尊厳の尊重を促進することを目的としている。SG16



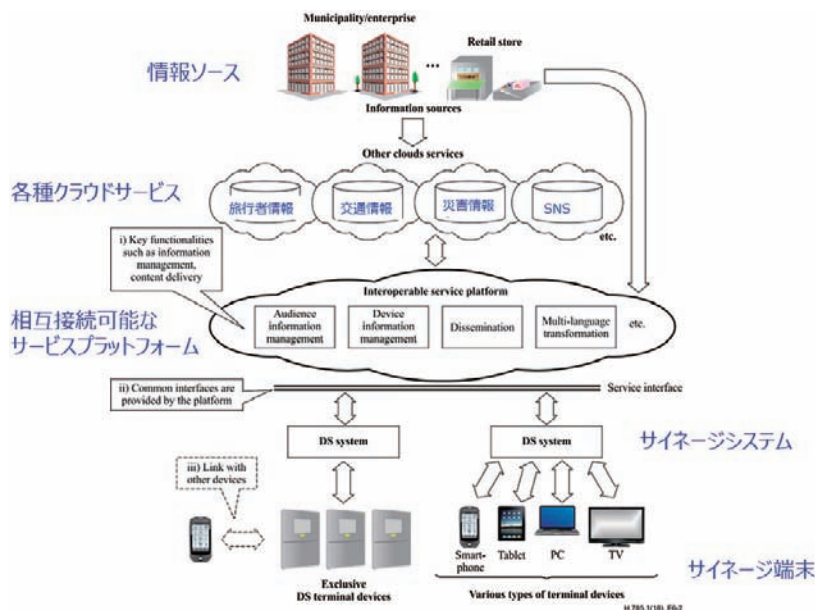
では、ICTによるアクセシビリティの向上を課題として取り上げ標準化を行っている。以下ではIPTVを用いたアクセシビリティサービスの標準を紹介する。

通常のテレビは一方向の情報を得る機器であり、障害者の観点から眺めると、情報のアクセシビリティが備わっているとは言えない。H.702は、IPTVの技術を活用し、電波やIPによる放送の受信と同時に、IPによる字幕、手話や音声解説の情報を端末に送り、画面上に表示するシステムについて規定している。H.702では、このような障害者向けのIPTVサービスの機能を3つのプロファイルとして定義している^[4]。

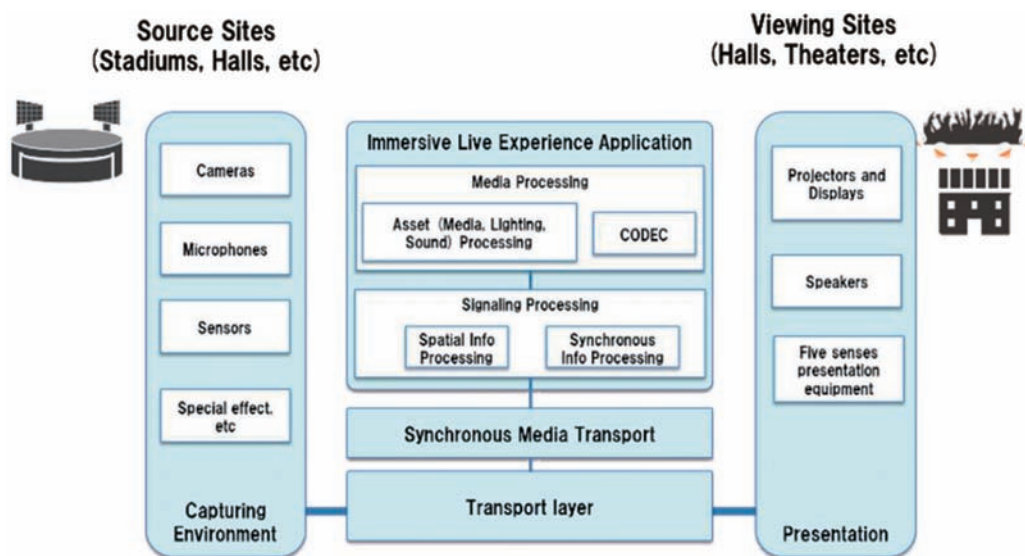
図2にH.702の全体のアーキテクチャを示す。この図はH.702に準拠した（一社）情報通信技術委員会の標準文書JT-H702から抜粋している。国内ではこの標準に基づくサービスが実際に提供されている。



■図2. アクセシビリティサービスを提供するIPTVのアーキテクチャ^[5]



■図3. 公共の場でのデジタルサイネージの相互接続を提供するサービスプラットフォーム（H.785.1からの抜粋をベースに日本語を付加して作成）



■図4. ILEのアーキテクチャ

6. 高臨場感体験

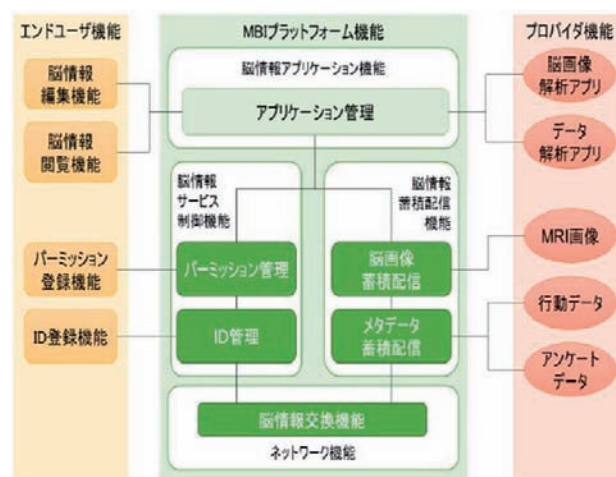
高精細映像、3D映像、多視点映像、立体音響等のメディア技術を融合し、スポーツや音楽イベントの選手や出演者だけでなく、観客の映像や音声を遠隔会場に伝送することで、リアルタイムに会場と一体となる感動を体感する超高臨場感ライブ体験 (Immersive Live Experience : ILE) 技術に関して、日本が主導して標準化を進めている。

既に、超臨場感体験を提供するサービスのための要求条件 (H.430.1)、アーキテクチャのフレームワーク (H.430.2^[7]) 及びサービスシナリオ (H.430.3) の3件が標準化されている。図4にILEのアーキテクチャを示す。現在、ILEシステムのためのMMTのサービス設定、メディア伝送プロトコル及び信号情報の標準化が進行中である。

7. eヘルス：脳情報の交換

持続可能な社会の発展のために健康の増進や高齢化への対応は、最重要な要素の一つであり、そのためにICT技術の利活用は不可欠になりつつある。健康に関する機器の相互運用性、社会での普及という観点から最新のマルチメディアICT技術を用いた遠隔医療やICT健康保健の作業項目の標準化が行われている。

H.861.1^[8] は、日本からの提案で、脳の健康管理を実現するための基盤として、MRIを用いた脳情報を中心に、付帯情報として食事・睡眠・運動・仕事など生活習慣や、健康状態・ストレス・その他様々な心理状態に関する質問紙の結果を蓄積する際の指標を標準化している。この脳に関



■図5. MBIプラットフォーム構成図 (内閣府ImPACT山川プログラム)

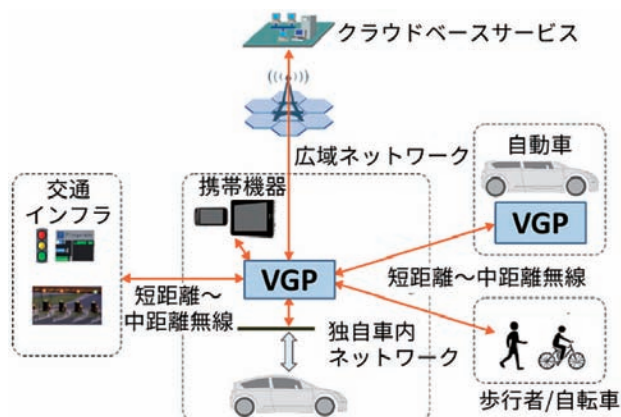
わる情報は、Multimedia Brain Information (MBI) と呼ばれている。MBI及びそれを扱うプラットフォームを標準化することにより、現在の脳の健康状態の把握から始まり、将来の脳の病気に対する予防のために、本人、測定設備の所有者、測定や診断を行う医師、情報を扱うシステム関係者がMBIを共有することを目指している。図5にシステム構成図を示す。

8. eヘルス：セーフリスニング

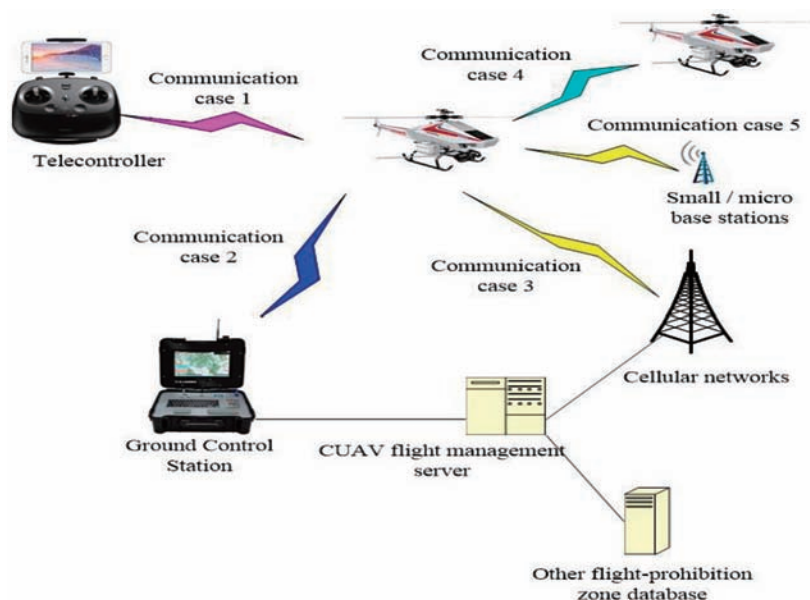
若者の音楽プレーヤによる難聴が社会問題となっており、世界保健機構 (WHO) とITU-Tが安全な聴覚のためのデバイスとシステムに関する標準を作成した (H.870^[9])。



■図6. セーフリスニングの搭載例



■図7. VGPと外部システムとの関係



■図8. 民間無人航空機 (CUAV) の通信フレームワーク (H.749.10の抜粋)

この勧告は、音楽プレーヤを安全に用いるための技術基準を記載している。例えば、「安全利用の目安として、大人音量80dB、子供75dBを1週間40時間まで」、「機器にどの音量をどのくらい聴いたかを明示する機能を付けるべき」といった内容である。現在、H.870に準拠した製品の適合性試験のための標準の作成が進行中である。システム例としてスマホのアプリケーションとして提供することなどが考えられている（図6の赤丸）。

化が行われた^[10]。VGPは、ICT技術に関連するハードウェアとソフトウェアの集合であり、車載ゲートウェイ (Vehicle Gateway : VP) を用いる通信を統合した実行環境を上位のアプリケーションに提供するものである。上位のアプリケーションとしては、ITSやインフォテイメントなどを想定している。図7にVGPと外部システムとの関係を示す。VGPは車内の携帯機器やECUなどとの通信と車外の通信のプラットフォームとなるものである。

9. コネクテッドカー関連

コネクテッドカー関連では、車載の通信ゲートウェイプラットフォーム (Vehicle Gateways Platform : VGP) に関する要求条件、機能構成要素、通信インタフェースの標準

10. 無人航空機

F.749.10^[11]は、民間無人航空機 (CUAV) を用いた様々なアプリケーションを実現するために必要な通信サービスに関する要求条件を標準化している。その中では、通信サー



ビスのフレームワーク、フライト制御のデータ通信、フライトデータのデータ形式などを規定している。ユースケースとして、産業分野と消費者向けアプリケーションが記載されている。図8に通信フレームワークを示す。

11. おわりに

本稿では、ICTの国際標準化団体であるITU-Tにおけるマルチメディア関係の研究委員会（SG16）で扱っている標準の動向や最新の標準を紹介した。今後、5Gの普及に伴ってネットワークが高度化されていく中で、様々な新しいメディアを使ったサービスが立ち上がることが想定される。SG16では、そのようなサービスの標準化を進めようとしている。このような流れを受けて、昨年から新たな3つの課題が作られた。新たな課題を表に示す。

なお、AIに関しては以下のような項目が今後の標準化の対象になると想定される。

- IPTV、サイネージ、超高臨場感：次に見る／見せる映像コンテンツのレコメンド
- IPTV、CDN：AIネットワークとCDNの連携^[12]
- 自然言語：翻訳通信、要約、電話自動応答
- eヘルス：診断支援、健康支援アドバイス
- アクセシビリティ：ガイドサービス、AI字幕
- 監視：危険検知

なお、次のSG16会合は、2019年10月7日から17日にかけて、ITU本部のジュネーブで開催される。そこでの様子は稿を改め紹介させていただく予定である。

(2019年5月31日 ITU-T研究会より)

参考文献

- [1] ITU-T Rec. H.265 (V5), "High efficiency video coding", ITU, 2018.
- [2] ITU-T Rec. H.721 (V2), "IPTV terminal devices : Basic model", ITU, 2015.
- [3] IPTVFJ STD-0014, "高度BSデジタル放送IP再送信運用規定", (一社) IPTVフォーラム, 2018.
- [4] ITU-T Rec. H.702 Cor.1, "Accessibility profiles for IPTV systems", ITU, 2017.
- [5] TTC標準JT-H702, "IPTVシステム用アクセシビリティプロファイル", (一社) 情報通信技術委員会, 2016.
- [6] ITU-T Rec. H.785.1, "Digital signage : Service requirements and a reference model on information services in public places via an interoperable service platform", ITU, 2018.
- [7] ITU-T Rec. H.430.2, "Architectural framework for immersive live experience (ILE) services", ITU, 2018.
- [8] ITU-T Rec. H.861.1, "Requirements on establishing brain healthcare quotients", ITU, 2018.
- [9] ITU-T Rec. H.870, "Guidelines for safe listening devices/systems", ITU, 2018
- [10] ITU-T Rec. H.560, "Communications interface between external applications and a vehicle gateway platform", ITU, 2017
- [11] ITU-T Rec. H.749.10, "Requirements for communication service of civilian unmanned aerial vehicle", ITU, 2019
- [12] 沖電気工業：総務省の研究開発課題「革新的AIネットワーク統合基盤技術の研究開発」における「データ連携によるネットワーク機能動的制御技術の研究開発」を受託 <https://www.oki.com/jp/press/2019/08/z19036.html>

■表. 新規に設立されたSG16の課題

課題番号	Question title	課題名
Q12	Visual surveillance systems and services	映像監視システムとサービス
Q22	Distributed ledger technologies and e-services	分散電子台帳技術とeサービス
Q5	Artificial intelligence-enabled multimedia applications	人工知能によるマルチメディアアプリケーション



ミリ波帯を使用した滑走路監視用レーダーシステムの概要と国際標準化活動

株式会社日立国際電気 エンタープライズソリューション部 主任技師

しばがき のぶひこ
柴垣 信彦



1. はじめに

ミリ波帯を利用した新しい電波システムの実現を目指して、日立国際電気では「リニアセルレーダーシステム™」の開発を推進している。2012年から4年間の総務省委託研究「90GHz帯リニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発」で基本性能を確認した滑走路異物検知リニアセルレーダーシステムは、委託研究の最終年度に成田空港B滑走路に4基のアンテナ装置と中央制御装置からなる実証システムを構築して終了した。関係機関の協力のもと、委託研究終了後も実証システムは維持され、実証試験システムの運用実績を重ねている。また、システムの更なる高度化を目的に2017年度からはリニアセルレーダーシステム第二期の委託研究である「90GHz帯協調制御型リニアセルレーダーシステムの研究開発」を受託中である。さらに、この委託研究と並行して第一期「90GHz帯リニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発」の成果を海外展開するための「リニアセルレーダーシステムの海外展開を通じた周波数の国際協調利用促進に関する調査の請負」も推進中である。本稿ではシステムの概要を紹介した後に、ITU-Rを中心に行っている国際標準化活動に関して報告する。

2. システムの概要

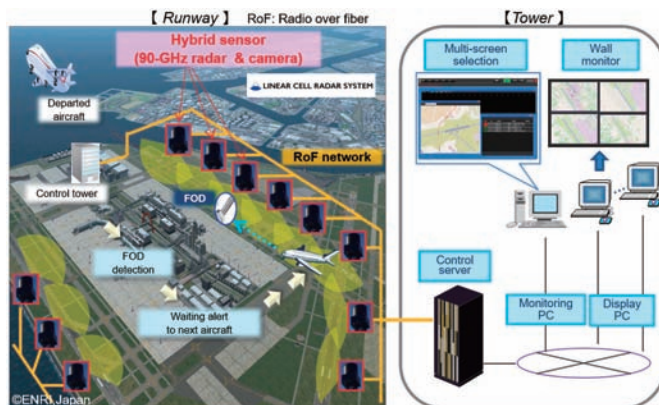
International Air Transport Association (IATA) の予測によれば、空の旅客数は2015年実績の40億人から年率3.6%で増加し2036年には78億人に達すると予測されている。

これに伴い航空機の離発着数も増加し、滑走路を単位時間当たりに離着陸する航空機の数が増加傾向にある。一方、2000年にフランスのシャルル・ド・ゴール空港で超音速旅客機「コンコルド」が離陸直後に墜落した。事故原因調査の結果、先行機の機体から落脱した長さ42cm幅3cmのチタン片が、離陸時に巻き上げられて燃料タンクに穴を空けた事が墜落原因であることが判明している。シャルル・ド・ゴール空港のコンコルド墜落事故以来、滑走路上の迅速な異物検知が空港運用側の重要な課題となっている。

滑走路のスループットを、安全性を担保したうえで上げることが世界各国の空港運用者にとって喫緊の課題となっている。国内でも成田空港・羽田空港などでは数分に1回の離着陸が行われており、電子的な手段で滑走路の安全性を見守るシステムの実用化が待たれている。

Federal Aviation Administration (FAA) のレポートによれば、滑走路上の異物Foreign of Debris (FOD) の除去に関連する直接費用は全世界で年間1200億円、飛行機が遅延する分の損害や、待機時の航空燃料代の損失など間接費用を含む総額は年間1兆3000億円と見積もられている。

このような経済的要請のもと、滑走路上のFODを電子的に検知するシステムの需要が高まっており、70GHz帯のレーダーシステムや、高精度の光学カメラを利用・併用した滑走路用FOD検知システムの開発例が報告されている。またミリ波レーダーとRoF技術を組み合わせた先行研究も近年、活発に研究成果が報告されている。我々は図1に示す



■ 図1. システムの応用イメージ (滑走路監視)



ような構成のRoF技術を利用したFOD検知システムを成田空港のB滑走路及びクアラルンプール空港第2滑走路に構築し実証実験を実施中である。

3. システムの構成

システム基本仕様は、

- ・滑走路のFOD検知に関するFAA Advisory Circular
- ・滑走路周辺に機器を設置する際の航空法に基づく各種の制限事項
- ・実証フィールドの諸条件

等を参考に決定した。実証システムの基本仕様を表に、システム系統図を図2に示す。

中央局 (Control Unit) では30GHz帯3GHz幅のチャープ信号を生成した後、光変調器と光増幅器を介して空港の既存光ネットワークに接続しアンテナ局 (Antenna Unit) に伝送する構成である。アンテナ局ではPhoto Detector (PD) で電気信号に変換した後、3通倍・増幅しアンテナに給電、反射波は増幅後、送信波と混合しAD変換の後、

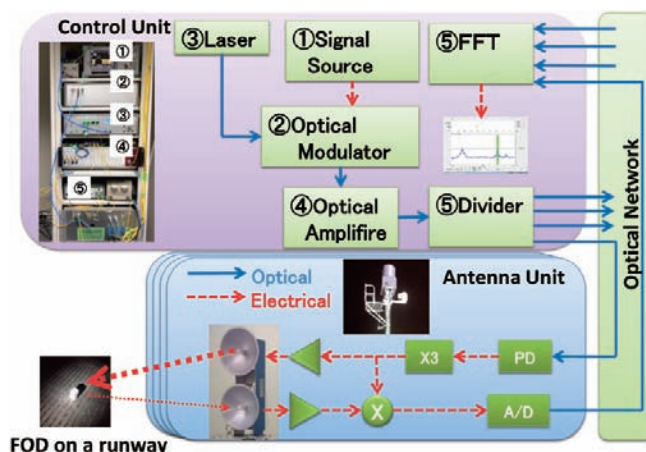
中央局まで光ファイバー経由で伝送されFFT処理され各種の信号処理の後、端末にレーダー情報として表示される構成となっている。中央局とアンテナ局間の信号は、既存の光ファイバー網の一部を利用できるため、本システムのために空港内のファイバー網を新規に敷設する必要はない。このRoF接続型による中央局集中型の特徴は、システムのscalabilityを実現すると同時に、既設の滑走路にも比較的容易に導入ができるメリットをもたらしている。

4. ITU-Rにおける国際標準化活動

リニアセルレーダーシステムが利用を予定している周波数帯域 (92-100GHz) は国際的に無線標定業務 (Radio Location Service: 92-100GHz) 及び無線航行業務 (Radio Navigation Service: 95-100GHz) が割り当てられている。さらに、この帯域は移動通信業務、固定通信業務、地球探査衛星業務及び電波天文業務にも割り当てられているため、リニアセルレーダーシステムを海外展開するうえでは、他業務との周波数共用特性を明確化する必要がある。このため、2017年の5月

■表. レーダーシステムの基本仕様

	Antenna Unit	Control Unit
Output Frequency	92-100GHz	30.3-33.3GHz
Output Power	200mW	10mW
Sweep Frequency	1250Hz	
I/F(Antenna)	WR-10	N/A
Antenna Type & FWHM	Offset Parabola Elevation :1.0° Azimuth :1.0°	N/A
Antenna Rotation Speed	15rpm	N/A
Detection Range/RCS	500m/-20dBsm	
Range Resolution	5cm	



■図2. 基本システム系統図



- ① Working document towards a preliminary draft new Report ITU-R M. [FOD 92-100 GHz]
- ② Working document towards a preliminary draft new Report ITU-R M. [FOD_EESS_SHARE]
- ③ Working document towards a preliminary draft new Recommendation ITU R M. [RAD-92-100GHz]
- ④ New Question [FOD_COMPT] /5

でFOD関係の新研究課題を提案する④以外は次回会合に引き継がれて（以降CarryForward）2019年5月会合は終了している。

①のM. [FOD 92-100GHz] は2017年5月会合で最初に提案した文書であり、「90GHz帯リニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発」で構築した成田空港の実証実験の内容や、開発したリニアセルレーダーの基本特性をまとめている。ITU-Rでは新しいアプリケーションの「Technical & Operation Characteristics Report」が提出されると、同一周波数帯域を使用した他業務（例えば電波天文や地球探査衛星）を扱うグループからリエゾン文書が上位会合を経由して提出される。提出されたリエゾン文書に対する応答をDG-5B1FODで審議し、上位会合であるWP5B1、WP5Bに提案・承認を受けたうえでリエゾン文書の発信元にリエゾン応答文書を返す形で周波数共用の実務が始まっていく。

②のM. [FOD_EESS_SHARE] は上述のような手順でWP7C（地球探査衛星）のグループとのリエゾン文書の交換から派生した文書である。具体的にはWP7Cから求められた周波数共用検討に必要なアンテナ放射特性や送信電力を元にWP7C側から提案された共用検討の寄書と①のM. [FOD92]の該当部分を結合して現地会合期間中に作成した文書が基本となっている。2018年5月会合で起案した文書を2018年11月会合で審議したうえで次回会合にCarry Forwardしている。

③は2018年11月会合でフランスが提出した94-100GHz帯の気象レーダーに関する寄与文書を基にしている。DG-5B1FODでの審議の結果、気象レーダーとFODレーダーを統合して範囲の広い勧告草案として進めていくことに合意した。フランス提案に日本提案①のM. [FOD 92-100GHz]からFODレーダーの基本パラメータを追加した文書を現地で作成したうえでDG-5B1FODで審議し次回会合にCarry Forwardしている。

④は2017年5月会合で最初に①のM. [FOD 92-100GHz]を提案した際に米国より、新たな周波数での研究課題がある方が共用検討作業を進められやすいとの提案があった。ITU-Rでの新研究課題は勧告草案と同じ重みを持つ文書な

ので、総務省とも相談のうえ2018年5月会合で提案した。2018年5月会合で審議した新研究課題は2018年11月会合で上位会合であるWP5B1、WP5Bに提案・承認され、更に上位のSG5での承認を受けて、各国の主管庁に対しての承認処理が終了次第、ITU-Rの正式文書として発行される。

以上、リニアセルレーダーシステムに関するITU-Rでの活動を紹介した。DG-5B1FODにはFODレーダーに関心のある米国のNASA、商務省、ボーイング、フランスの主管庁、気象局、ドイツのマックス・プランク研究所、カナダ、中国、韓国などの主管庁から毎回約20名のエキスパートが参加している。ITU-R会合全体としてはSG5傘下のWP5A、5B、5C、5Dの各国代表団400名程度がジュネーブのITU-R本部に集まり2週間の会期中活発な議論が行われる。

5. まとめと今後の展開

ミリ波帯を利用した新しい電波システムの実現を目指した「リニアセルレーダーシステムTM」の開発及び国際標準化（主にITU-R）の状況を概説した。成田空港及びマレーシアのクアラルンプール空港での実証システム構築に関する取組みの中からITU-Rへの寄書を入力している。現在までに1件の新規研究課題が承認され、引き続き1件の勧告文書と2件の技術文書の取りまとめを推進中である。今後は国内の国土交通省航空局、マレーシア民間航空局などと連携を深めICAOなどでの国際標準化活動も推進していく予定である。またマレーシア以外の第三国に対しても総務省イベントを契機とした人脈形成を進め国際標準化及び実用化のための人脈形成を進めていきたい。引き続き、総務省や関連する共同研究機関と協力し、空の安全を高めるためのシステム実用化に向けて推進していく。

謝辞

本研究の一部は、総務省の「リニアセルレーダーシステムの海外展開を通じた周波数の国際協調利用促進に関する調査の請負」事業及び総務省委託研究「電波資源拡大のための研究開発」のうち「90GHz帯協調制御型リニアセルレーダーシステムの研究開発」、「90GHz帯リニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発」の一環として実施された。国内の共同研究機関及びマレーシア工科大学、マレーシア空港ホールディング、マレーシア空港セパン及びiSmartUrusの関係者には日頃からの活発な議論と、現場での様々な場面での協力を感謝する。

（2019年5月27日 ITU-R研究会より）



令和元年版情報通信白書の概要

総務省 情報流通行政局 情報通信政策課 情報通信経済室

1. はじめに

総務省は「令和元年版情報通信白書」を2019年7月9日に公表した^{*1}。元号が令和となって初となる今回の白書の特集テーマは「進化するデジタル経済とその先にあるSociety 5.0」である。

近時、人々はモノの所有にこだわるのではなく、必要な都度借りて利用することでよいという思考・行動パターンになってきたと言われている。また、人々が働くということについても、企業等の組織に所属するのではなく、フリーランスの立場で、インターネットを利用してその都度単発または短期の仕事を受注するという働き方が注目されている。

変化しているのは経済活動だけではない。自ら撮った動画や自作の音楽・絵・小説、メッセージなどを各種の共有サイトやソーシャル・ネットワーキング・サービス（SNS）上に投稿することで、現実世界の人間関係や日常生活の地理的範囲を超えて、多くの人々の共感を得るといったことが可能になった。

このように、何か新しい経済・社会の仕組み、更には新しい生き方が現れており、それはインターネットをはじめと

する情報通信技術（ICT）の発展・普及と大きく関係していると感じている人は少なくないだろう。そして、ICTの発展・普及がもたらした新しい経済そして社会の姿は、「デジタル経済」と呼ばれるようになってきている。

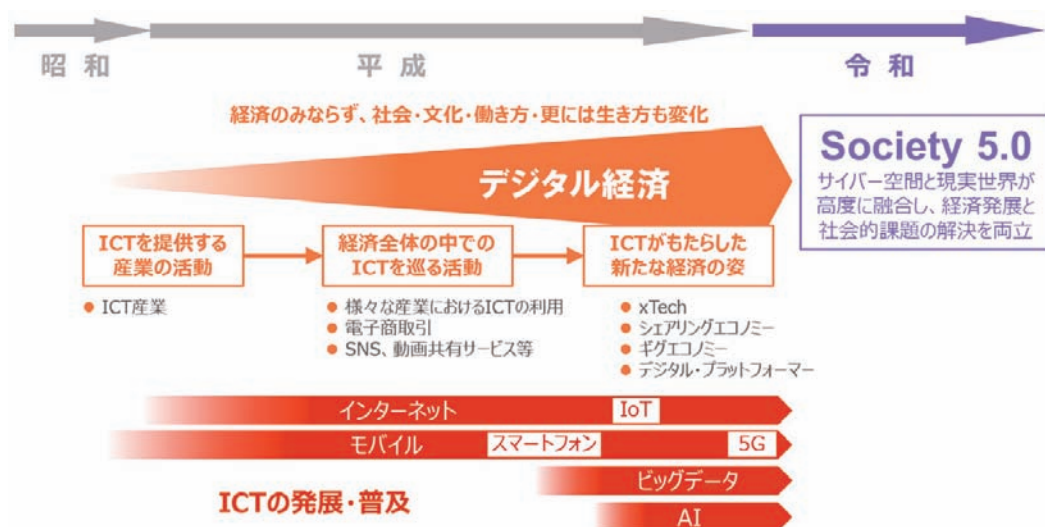
令和元年版情報通信白書では、この「デジタル経済」の進化の過程（第1章）と将来への展望（第2章）を特集テーマとして取り上げている（図1）。

2. 第1章：ICTとデジタル経済はどのように進化してきたのか

(1) ICTネットワークの発展と普及

まさに平成と共に始まり、利用が広がっていったインターネットは、人々に新たなコミュニケーションの場や機会をもたらし、そして、経済・社会の様々な活動を支えるインフラとなった。

1970年大阪万博で人々を驚かせた「未来の電話」は携帯電話として結実し、スマートフォンの普及とともにコミュニケーションツールの枠を超え、様々なことが可能な生活にとって最も身近なデバイスとなったと言える。またこの移動



■図1. 進化するデジタル経済とその先にあるSociety 5.0

*1 本白書は、情報通信白書ホームページ（<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/index.html>）において、全文を公開している。

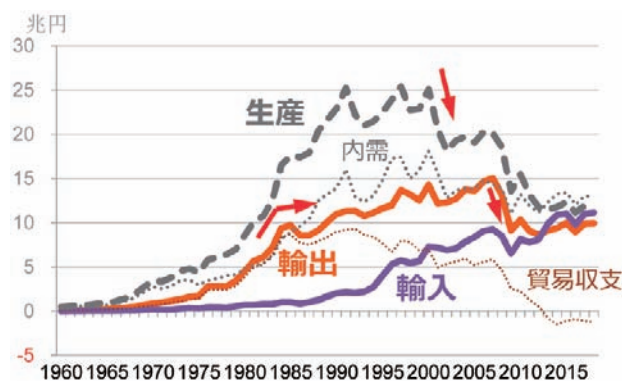


通信システムの発展は、人と人とのコミュニケーションに加え、モノをつなぐIoT (Internet of Things) を登場させた。デジタルデータの価値創出力を高めるIoTは、人工知能(AI)や新たな第5世代移動通信システム(5G)との連動により、更なる発展を遂げようとしている。

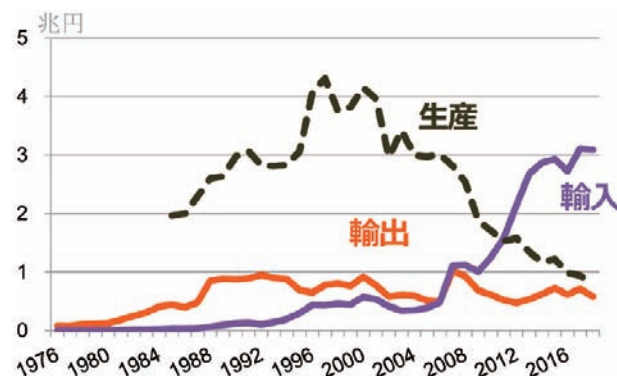
(2) ICT産業の変化

産業においても、我が国では1985年の自由化後、様々な事業者による活発な競争を通じ、人々の利便性を高めるサービスを生み出しながら大きく発展することとなった。他方、ICT機器を製造する産業にとっての平成時代は、かつての「電子立国」の栄光に影が差していく過程であったと言える。

例えば、それまで順調に増加していたICT関連機器^{*2}の輸出は1985年以降減速し、2000年代に入ってから生産・輸出共に減少傾向に転じた。さらに、2013年には輸出額と輸入額が逆転した(図2)。そのうち通信機器だけを見る



■図2. ICT関連機器の生産・輸出入等の推移



■図3. 通信機器の生産・輸出入の推移

と、1997年をピークに生産が減少し、2000年代後半からはスマートフォンの普及に伴い輸入が急増している(図3)。

(3) ICTの新たな潮流

また、特に米国発のデジタル・プラットフォーマーと呼ばれる新たなICT企業がグローバルな存在感を示しており、我が国にも影響を与えている。

経済全体を見ても、我が国の経済はバブル崩壊後、デフレに悩まされつつ、かつての成長の勢いを取り戻すには至っていない。本来、ICTの利用は様々な産業の生産性を向上させ、経済成長に大きく貢献するものである。しかし、企業におけるインターネットの利用は進んできたものの、少なくとも我が国のGDP統計においてはその効果が十分に表れてはいない。

他方、新興国・途上国においては、モバイルを中心とするICTインフラの整備と利用が急速に進み、リープフロッグと呼ばれるような一足飛びの発展を実現するようになった。また、世界的なICTの発展・普及は、様々な産業においてグローバル・バリューチェーンと呼ばれるグローバルな分業を促進し、これらの国の経済を成長させている。

3. 第2章：Society 5.0が真価を発揮するために何が必要か

(1) デジタル経済の特質

デジタル経済においては、データが価値創出の源泉となるとともに、ICTが経済活動の根本となるコスト構造を変革する。具体的には、時間・場所の制約を超えた活動を可能とする「市場の拡大化」が進むとともに、規模の制約を超えてニッチ市場を成立させるという「市場の細粒化」も進んでいる。またICTのもたらす新たなコスト構造は、企業同士や人と企業の関係にも再構築を迫っている。

(2) デジタル・トランスフォーメーション

このような中で、新たなコスト構造に適したビジネスモデルを構築したICT企業があらゆる産業に進出し、従来のビジネスモデルを成り立たなくさせる「デジタル・ディスラプション(デジタルによる破壊)」も引き起こしている。このような変化に対応するため、あらゆる産業の伝統的なプレイヤーは、ICTを事業のコアと位置付け、ICTと一体化することでビジネスモデル自体を変革する「デジタル・トランスフォー

*2 民生用電子機器、産業用電子機器、電子部品・デバイスを指す。



従来の情報化／ICT利活用



ICTは、確立された産業の効率化や価値の向上を実現する補助ツール

経済活動のコスト構造が変革
データが価値の源泉に

デジタル・トランスフォーメーション



ICTは、産業と一体化することで、ビジネスモデル自体を変革する事業のコアとなる

■図4. 従来の情報化／ICT利活用とデジタル・トランスフォーメーションの違い

メーション」が必要となっている（図4）。

(3) デジタル経済の進化がもたらす社会

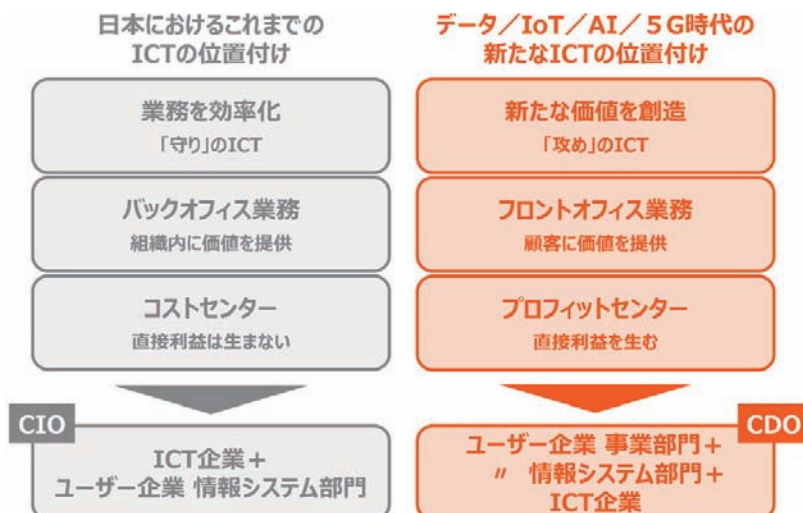
世界各国においてICTの導入と利用が進んでいく中で、リーマンショック後は、先進国に共通してGDP成長が停滞するという現象が生じている。このため、ICTの経済成長への効果に懐疑的な「技術悲観論」も出てきている。また、無料サービスやシェアリングエコノミー等が広まる中で、GDPという指標の有効性や、技術的な捕捉という課題を巡る議論が行われている。さらに、ICTは特に先進国の中間層の雇用や分配に影響し、国内での格差につながっているという見方もある。

しかしながら、蒸気機関や電力といった過去の重要な技術においても、効果の出現には補完的な改革が必要で

あったために、技術の誕生から効果の出現までにはタイムラグが生じていた。ICTについても、補完的な改革を行うことで、デジタル経済の進化の先にSociety 5.0を実現し、医療・教育・農業等様々な分野でのSDGsへの貢献等、単なる経済発展にとどまらない社会的課題の解決を実現することが可能となる。

(4) 必要となる改革とは

ICTが効果を生むために我が国にとって必要な改革とは、どのようなものだろうか。まず、企業においては、ICTを単に効率化の手段として位置付けるのではなく、新たな価値を生み出すものと位置付けた上で、これに即した体制へと転換する必要がある（図5）。そこでは、自前主義を脱し、M&A等のオープン・イノベーションを進めていくことが求め



■図5. ICTの位置付けの転換



■図6. 地方における5Gの活用による課題解決

られる。特に、大企業等によるM&Aの活性化は、これまで「出口」が株式公開(IPO)に偏重していた我が国のスタートアップ企業を取り巻くエコシステム自体を変える可能性がある。この点を含め、デジタル経済に即した企業と企業、企業と人の関係の再構築が重要となる。他方、これらを進めていく上では、働き方改革やリカレント教育の推進等、人を巡る改革が重要となる。

また、デジタル経済の進화가、既存の様々な関係に「ゆらぎ」をもたらしていることは、地方にとってチャンスとなり得る。このチャンスをつかむためには、地方においてもデジタル・トランスフォーメーションを進めていく必要がある。今後は特に5Gのインフラを整備し、データの活用を進めた上で、新たな連携相手を開拓していくことが重要となる(図6)。

また、産業革命以降確立されてきた資本主義の様々な原理をはじめ、これまで「自明」であったものが問われていくという更なる変化に備えていく必要もある。その中で、ICTによる変革が効果を発揮するための制度面の見直しも絶えず求められていくだろう。

(5) 人間とICTの新たな関係

我が国では、平成時代においてもいくつかの大災害に見舞われた。インターネットや携帯電話が災害時の情報伝達等の在り方を変えるようになったことも特筆すべきであろう。平成30年7月豪雨の経験からは、発災時には各地区の

状況に応じたきめ細かい情報が求められている可能性が示唆される。また、単に情報を「伝える」ことにとどまらず、情報が「伝わる」ことで、具体的な行動につながることの重要性も教訓となるだろう。

最後に、これまで技術は人間を「拡張」することで、人間の「できること」を強化してきた。AI等の新たな技術を含むICTも同様に、生活や働き方の上で人間の「できること」を増やしていくだろう。そして、人間とICTの新たな関係が構築されていくこととなる(図7)。



■図7. ICTによる人間の「拡張」



トラストサービスの国際連携構想

慶應義塾大学 環境情報学部 教授

てつか さとる
手塚 悟



1. はじめに

昨今、石油等の従来型資源と同様に、データを貴重な資源として取り扱う動きが、世界中で広がってきている。

GAFに代表されるようなデータ資源獲得を中心とした覇権競争が激化しており、この競争を制したものが世界を制すると言っても過言ではない状況になってきている。このデータ資源をいかに安心安全に流通させ、今後の世界的レベルでの健全なデジタル社会を実現できるかが問われている。2019年6月に開催されたG20の場においても、重要な課題の一つとして、このデータ流通を取り上げたことは、世界的課題としての関心の高さを表している。

本稿においては、世界を取り巻くデータ流通の現状を概観し、それを支えるトラストサービスとトラスト基盤について考察するとともに、トラストサービスの国際連携構想について説明する。

2. データ流通の重要性とその状況

(1) 重要性

我が国では、2016年1月に閣議決定された「科学技術基本計画」において、初めて「世界に先駆けた『超スマート社会』の実現(Society 5.0)」が明記された。世界では既に、モノづくり分野を中心に、ネットワークやIoT等を活用した取組みが表明されているが、我が国ではモノづくりだけでなく様々な分野に拡大し社会変革につなげていくさらに広い概念を提唱している。

このように、我が国においては、現在Society 5.0が中心的施策となっており、これらを梃子として、国際的な産業競争力を付け、重要インフラの輸出にも貢献することが重要である。そのためには、更なるビジネス力の強化を目指し、安心安全なデータ流通の基盤構築を推進することは不可欠である。より安心安全の向上が図られたSociety 5.0を構築し、一層進化した概念の導入が必要である。

(2) 状況

我が国のSociety 5.0におけるデータ流通の強化により、さらに魅力的なサービス等を提供するのは最も重要な取組みであるが、さらにこれらの様々なサービスの国際的な拡

張性をどのように実現するかが重要な課題の一つである。

世界を取り巻くデータ流通の現状を概観すると、日米欧等においては、「自由と信頼」を原則としたデータ流通の概念のもと、個人、企業、政府等が生み出す膨大なデータを越境して利活用できる環境の検討を始めようとしており、特に我が国が先頭に立って推進していこうと国を挙げて標榜している。このように、世界を取り巻くデータ流通の状況を見ると、「データ流通圏」という概念が導出されつつある。

我が国のような石油等の従来型資源の乏しい国からすると、資源としてのデータは、我が国の国際競争力の源泉となる最も重要なものである。そこで、官民一体となって、このデータ資源を最大限活用する環境整備が必要不可欠であり、安心安全なデータ流通の基盤構築を可及的速やかに推進することが重要な課題である。具体的には、個人情報、知的財産情報、重要インフラ情報、安全保障情報等の国をまたいだデータ流通の基盤を整備することになるため、国際連携を踏まえたルール作りを急がなければならないと考える。

3. トラストサービスの重要性とその状況

(1) 重要性

我が国では、トラストサービスに関して、2019年6月14日に閣議決定された「世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画の変更について」や、2019年6月21日閣議決定された「経済財政運営と改革の基本方針2019について」でトラストサービスの記述が掲載された。それに前後して、2019年8月7日高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部官民データ活用推進戦略会議の「デジタル時代の新たなIT政策大綱」にもトラストサービスの記載がされた。その内容を以下に記す。

「サイバー空間での自由で安心・安全なデータ流通を支える基盤として、データの改ざんや送信元のなりすまし等を防止する仕組み(トラストサービス)の在り方について、国際的な相互運用性の観点も踏まえ、2019年中を目途に結論を得て、速やかに制度化を目指す。」

このように、トラストサービスとは、従来のサービスの機能としては同じであっても、その品質が全く別次元の高い



レベルで保障された、つまり機能の真正性が保証されたサービスである。

このトラストサービスを実現する基盤として、「トラストサービス基盤」を構築する。一般にサービスを構成する共通の機能から構成するものを基盤と呼ぶが、ここで言う「トラストサービス基盤」は共通機能の真正性を確実に保証した基盤のことである。

機能の真正性を保証するとはどういうことかと言うと、例を挙げれば、サイバー空間で扱われるヒト、組織、モノ、データ等のオブジェクトの真正性が保証され、これにより初めて、これらのオブジェクトが取り扱う様々な機能の真正性が保証されるという、真正性保証の連鎖により実現するものである。さらに、これらの機能の真正性の保証により、それらの機能で構築されたサービスも真正性が保証されるという連鎖である。

このように、真正性保証の連鎖により構成された信頼に値するサイバー空間をいかに実現するか、つまりSociety 5.0の様々なサービスの安全性をどのように保証するかが、今後のサイバー空間の健全な発展につながっていくかどうかの鍵である。

(2) 状況

(ア) EUの動向

EUの動向を概観すると、2014年9月に施行されたelectronic IDentification, Authentication and Signature Regulation (eIDAS法) が、EUの28か国に共通基盤であるトラストサービス基盤を構築し、その上で実現するトラストサービスを提供することで、EU全域における「Digital Single Market」の実現を目指している。言い換えれば、EUの28か国におけるトラストサービスによる市民のデジタル経済活動の実現である。

具体的には、eIDAS法は、我が国のマイナンバー法、公的個人認証法、電子署名法、タイムスタンプに関わる指針等、これらを統合した法律であるので、図1に示すようなEUの加入国で発行されている国民カードのICチップ内に、認証用、署名用の2つの用途別の秘密鍵と電子証明書が格納されている。

図2にeIDAS法の下で構成されるトラストサービスとトラスト基盤を示す。なお、EUにおける相互認証の技術的な手法としては、Trust List (TL) 技術で実現している。EUの相互認証を実現する認証局は、技術的にはTLで米国のBridge Certificate Authority (BCA) とは異なる技術であるので、米国のような相互認証を実現する認証局のトポ

- チップへの格納情報
 - アイデンティティ情報
 - ・ 券面記載情報 (電子証明書に記載?)
 - ・ 顔写真、2指の指紋
 - 認証用証明書
 - 署名用証明書
- eIDカードの機能
 - ① 身分証明書: 対面での利用
 - ② EU域内でのパスポート: 対面での利用
 - ③ オンラインでの認証・署名:
 - ・ オンラインでは、行政サービス(MSP)、民間サービス(銀行、クレジット会社、保険会社、ショッピングサイト等。ただしLANTSの認可が必要)での利用を想定。
 - ・ 行政によって保証された個人データをカード内から官民のサービス提供者に送信可能。サービス提供者に送信するデータは仲介サービスによってフィルタリングされる。



■ 図1. フランスの国民カードの概要

eIDAS Regulation (EU) No 910/2014 – Trust services



• eIDAS trust services key principles



■ 図2. トラストサービスの概要

• Personal Identity Verification (PIV) カードの格納情報と機能

- 券面情報(対面での本人確認用)
- 電子証明書 (LoA4)
- 暗号鍵
- FASC-N (Federal Agency Smart Credential Number)
- 生体情報(指紋、虹彩)



■ 図3. PIVのICカードの概要

ロジーはないが、EUの28か国が参加していることから、少なくとも我が国の相互認証を実現する認証局より大規模であると考えられる。

(イ) 米国の動向

米国の動向を概観すると、米国は政府内のシステムのトラスト化を既に実現している。具体的には、トラスト基盤として、図3に示すような政府職員にはPersonal Identity Verification



(PIV)のICカードを配布し、認証用、署名用、暗号用の3つの秘密鍵とそれに対応する3つの電子証明書をICチップ内に格納し、資料や設計書等のコンテンツに対して、誰が作成したかを署名用の電子認証書を使って実現する。さらに暗号化をすることで、仮に漏えいしたとしても内容を解読できないようにしている。その上、認証用の電子証明書を使うことで、サイバー空間においても本人認証を確実にを行い、米国政府内の様々なシステムやコンテンツへのアクセス制御を可能としている。こうすることで、PIVのICカードが1つあれば、サイバー空間での処理が安全に実現されている。併せて、物理的アクセス制御にも使用している。

さらに、米国の政府調達にも使われていることから、民間企業側にはPIV-I (Interoperable) というICカードが発行されている。この発行には、米国INST SP800-63のスキームが使われている。これらのPIV、PIV-Iを発行する相互認証を実現する認証局のトポロジーを図4に示す。なお、米国における相互認証の技術的な手法としては、BCA技術で実現している。

図4を見ると、我が国における国内の相互認証を実現する認証局のトポロジーと米国におけるそれとは規模において明らかに違いがある。米国は、政府調達にこの巨大な認証基盤をトラストサービス基盤として利活用している。具体的な利用としては、現在我が国でも話題になっている米国INST SP800-53対応に関するサプライチェーンのトラストサービス基盤である。米国はこのような戦略の下に、トラストサービス基盤の整備をしていると考える。

さらに、トラストサービスサービスに関しては、米国政府調達等で導入する米国NIST SP800-53の技術仕様で策定されているクラウドセキュリティ基準Federal Risk and Authorization Management Program (FedRAMP) の認

証を取った製品群で構築したクラウドで、トラストサービス基盤を提供する模様である。

(ウ) EU・米国と我が国の比較

EUは、加盟国28か国の市民が信頼されたデジタル経済環境での「Digital Single Market」を実現するために、eIDAS法によるトラストサービス基盤としての国民カード(eIDカード)を活用して、トラストサービスを実現している。米国は、政府内システムと政府調達に関連する分野において、トラストサービス基盤としてのPIV、PIV-Iを活用して、トラストサービスを実現している。

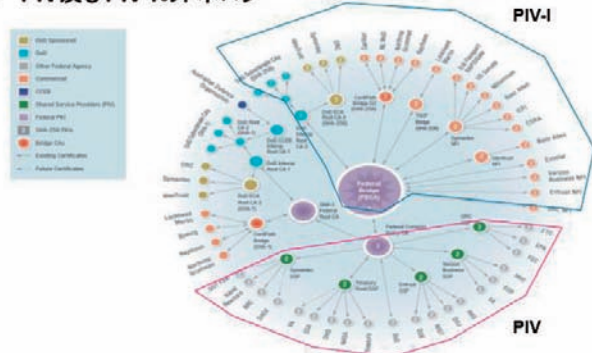
一方の我が国は、Society 5.0やサプライチェーンの分野において、トラストサービス基盤としてのマイナンバーカードや法人、ヒトの認証を活用して、トラストサービスを実現することを今後に向けて推進していく必要がある。

4. 国際連携を踏まえたトラストサービス

「自由と信頼」のルールに基づくデータ流通圏と国際連携を考えた場合、図5のようなアーキテクチャを検討する必要があると考える。日本・EU・米国の3極において、トラストサービス、トラストデータ連携基盤、トラストコンポーネント基盤の3層構造を構築し、その上にデータ取引所であるTrusted Data eXchange (TDeX) を介して、3極でのデータ流通を実現する構想である。

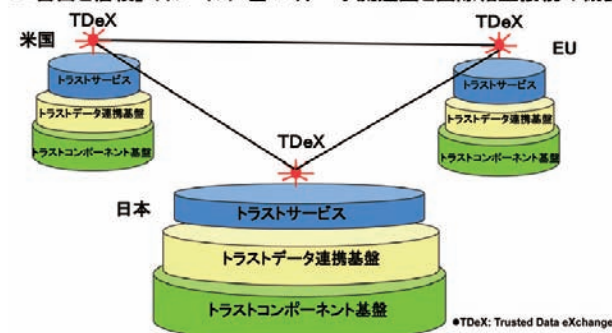
さらに、図6のとおり、トラストコンポーネント基盤が、今まで説明してきたトラスト基盤にあたり、機能としてはeID、電子署名、電子認証、タイムスタンプ、eデリバリー、ウェブサイト認証等がある。その上で、EU・米国と我が国がトラストサービス基盤で国際連携をする日が必ず来ると考え、現在、図8のような「International Mutual Recognition」

● PIV及びPIV-Iのトポロジー



■図4. PIV及びPIV-Iのトポロジー

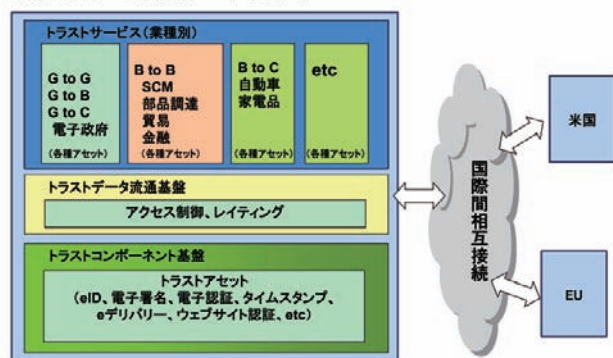
●「自由と信頼」のルールに基づくデータ流通圏と国際相互接続の概要



■図5. データ流通圏と国際相互連携



●トラストサービスのアーキテクチャ



■図6. トラストサービスにけるアーキテクチャ

を検討している。

図7において、米国のFBCAはFederal Bridge Certificate Authorityのことであり、図4で示した相互認証を実現する認証局のトポロジーを簡略化したものである。EUのEULoTLは、EU List of Trust Listのことで、28か国のTLを束ねたリストを表している。技術的にはEUと米国では方式が違うが、概念上は図7のように考えても、International Mutual Recognitionの検討には特に問題はない。また、我が国の範囲で赤い色で書かれている部分ははまだ実現されていない部分であり、今回の国際連携を考える意味では基

本的には必要となる認証局である。

JBCAとは、Japan Bridge Certificate Authorityのことであり、米国のFBCAとEUのEULoTLとの連携をする部分である。この部分の責任元がどこの組織になるのかを決めることが我が国にとっては必須であり、EU Commission・米国政府とのInternational Mutual Recognitionを検討するためには、早急に決めなければならない。

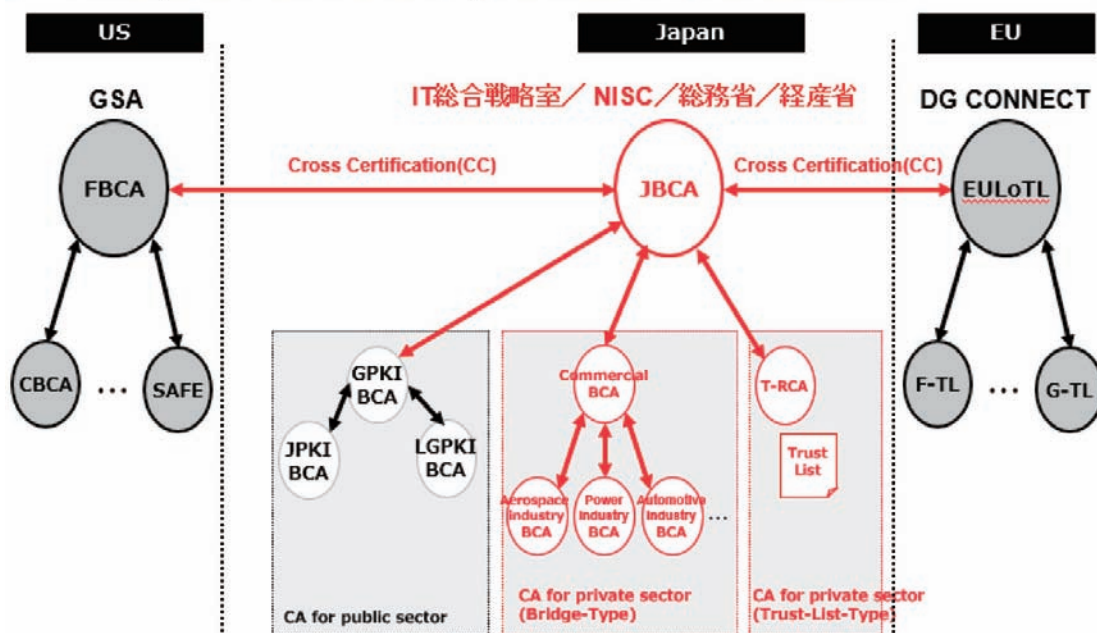
そのためにも、直ちに我が国において、政府レベルと民間レベルの検討チームを設立し、さらに官民合同チームでの検討を通して、EU・米国との3極での検討を開始すべきである。

5. おわりに

我が国が、データ流通を支えるトラストサービス基盤の構築を他の国よりいち早く実現することは、国際的な産業競争力を秀でたものとする最大のチャンスである。そのためにも、本稿で示したトラストサービス基盤は、安心安全なデータ流通を実現するための最も重要な機能であり、それら機能の真正性の保証が必要不可欠である。

その上で、トラストサービスの国際連携構想を推進することで、いかに世界における我が国の国際競争力を最大限に発揮し、かつ維持していくかが問われている。

● Concept of trust services by international collaboration



■図7. トラストサービスとトラスト基盤の国際相互認証



豊洲 Free LoRaWAN 実証実験

株式会社ミライト フロンティアサービス推進本部
フロンティアサービス推進部 第二部門部門長

たかどう ひろし
高堂 博司



1. はじめに

LoRaWANは、920MHz帯を利用するLPWA通信の一種である。

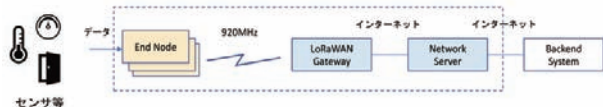
標準化団体のLoRa Allianceにより仕様が公開されておりオープン＆グローバルがキーワードとなる。一般的にLoRaWANの特徴として低消費電力で長距離通信が可能とされた、数百kmの通信が可能であったという記事も散見されるが、それらは気球などを利用し地上から上空間、富士山上頂と東京スカイツリー間などでの、ほぼ自由空間と捉えられる環境下でのチャンピオンデータであり、実利用環境下でも同様の通信距離が得られるとは言いがたい。

株式会社ミライト（以下、弊社）では、仕様がオープンで制約条件の少ないLoRaWANに早くから着目し技術検証や他社との共同PoC並びにお客様へのソリューション提供を行ってきた。今回は弊社で提供している「豊洲Free LoRaWAN」ネットワークを利用し各種検証を行い、得られた通信特性の一部を紹介する。

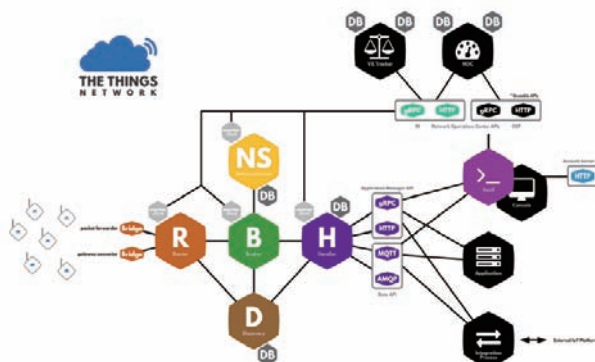
2. 豊洲Free LoRaWANとは

LoRaWANネットワークは、センシングデータなどをLoRaWANプロトコルで送信するエンドノード（デバイス）、エンドノードからの電波を集約するゲートウェイ、エンドノード及びゲートウェイの管理及びデータハンドリングを行うネットワークサーバより構成される（図1）。

弊社では2016年末からLoRaWANに関する調査研究を始め、その取組みの一環として東京都豊洲湾岸エリアの自社3ビル屋上にLoRaWANゲートウェイを設置、The Things Networkが提供するフリーのLoRaWANネットワークサーバに連携することで「豊洲Free LoRaWAN」ネットワークとし



■図1. LoRaWANの基本構成



■図2. The Thing Networkの分散型LoRaWANネットワークサーバ構成概念図

て2017年12月に開設・開放している。

ちなみにThe Things Network（以下、TTN）は、オランダ発祥で世界最大のLoRaWANコミュニティでありゲートウェイやエンドノード等を管理する分散型LoRaWANネットワークサーバ（図2）を開発、フリーのクラウドシステムとして提供を行っている。2019年8月現在、TTNには世界141か国で8300を超えるゲートウェイが接続されている*1。

また、ここで開発されたネットワークサーバのコア部分についてはGitHub経由でOSSとして提供も行われている*2。

弊社は、2017年4月にTTNと業務提携を行い、自社での技術習得を行う一方、TTNへ国内関連法や日本での利用を踏まえたフィードバックを行ってきた。TTNが開示している利用規約上は、個人、法人、商用問わずに利用可能とされている。TTNのネットワークサーバにゲートウェイを接続し開放することや利用自体に国内法の問題が無いことは関東総合通信局に確認済みであるが、商用利用を行う場合は電気通信事業法等の制約を受けることから留意されたい。

3. ゲートウェイ設置場所について

「豊洲Free LoRaWAN」のゲートウェイは東京都江東区の豊洲、新木場、枝川の自社3ビル屋上に設置しており、アンテナの設置高はそれぞれ60m、40m、20mほどである

*1 <https://www.thethingsnetwork.org>

*2 <https://github.com/thethingsnetwork>



■ 図3. 「豊洲Free LoRaWAN」ゲートウェイ設置場所
(括弧内はゲートウェイアンテナ設置高)



■ 写真2. LoRaWAN電波特性調査に利用したエンドノード機材 (一部)



■ 写真1. ミライト豊洲ビルLoRaWANゲートウェイ設置状況

(図3及び写真1)。

各拠点に設置したゲートウェイはKerlink社 (仏) のWirnet Station 923に1m高の6dBiアンテナを取り付けたものである。

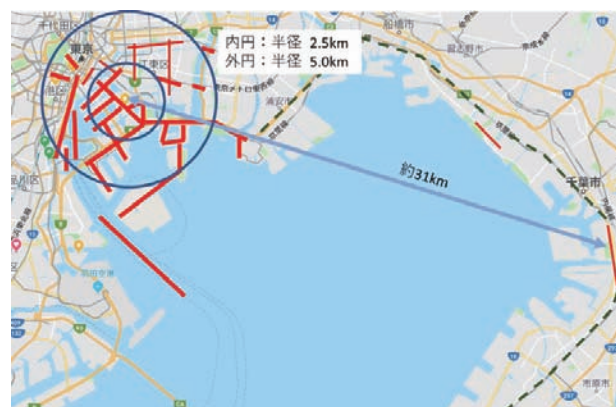
4. 電波到達状況

LoRaWAN通信特性の検証に利用したエンドノード機材の一部を写真2に示す。

大半の機材にはSemtech社 (米) のRFチップが搭載されているがRF回路構成や利用しているアンテナ種別などにより、決して少なくない特性差が見られるが今回は概要として代表的な値を提示している。

また、LoRaWANの特徴としてチャープ型スペクトラム拡散方式の拡散率 (SF値) を動的に変えて受信に必要な感度 (言い換えれば電波到達距離) と送受信可能なデータ量をトレードオフすることができるADR (Adaptive Data Rate) の仕組みがあるが、調査ではSF値を10 (Data Rate 2) に固定、エンドノードの高さも1m (手持ち) ~2m弱 (車載) 程度として極力同一条件での計測を試みた。

図4はGPSトラッカーを持ち徒歩、自転車、自動車、電車、船舶を利用してゲートウェイでの電波到達状況をプロットし



■ 図4. 豊洲Free LoRaWAN電波到達状況

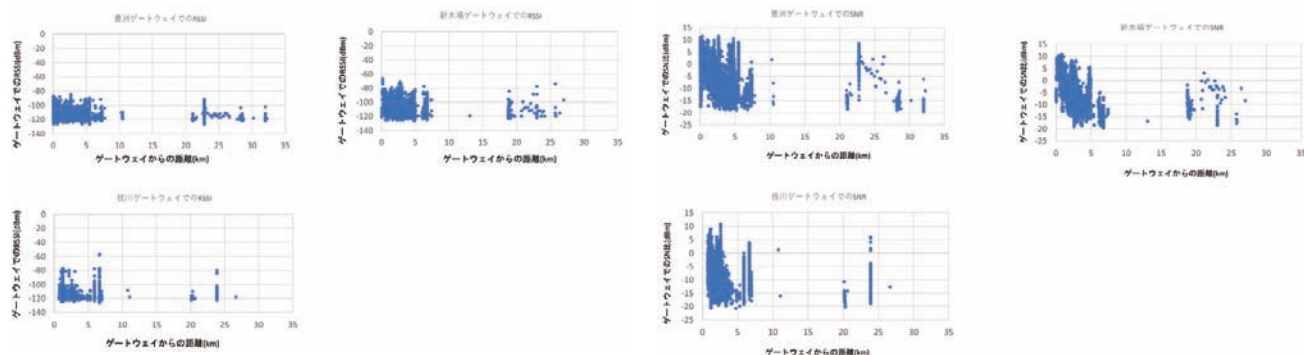
たマクロサマリーである。

赤の実線はおおむねの電波受信度合を示しており太ければ大半が到達し、細ければ受信率が低く散発的であったことを示している。京葉線及び内房線上の破線部分は、その場所を通ったが乗車した状態であるため車両自体にシールドされたか、ゲートウェイから見ての見通しが無いため届いていないことを示している。

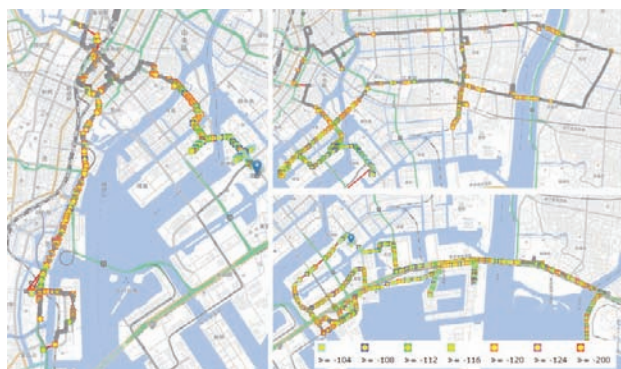
図5は3か所のゲートウェイで受信できたGPSトラッカーからの信号をグラフ化したものである。

なお、図5のグラフは図4に記載のデータから海上で取得したデータ等を除いたものとなっている。

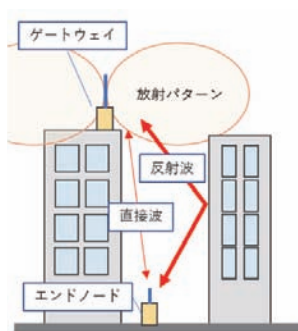
マクロに見ると半径2~3km程度は比較的良好に届き、電波の見通しによっては5km以上も飛んでいるといえる。ゲートウェイの設置場所は厳密には異なるため一律には評価できないがゲートウェイのアンテナ設置高と通信可能な距離は比例している。また、今回はデータを提示していないがアンテナの設置高による影響はゲートウェイ側のみではなくエンドノード側でも大きく生じており、地表に近いところでは



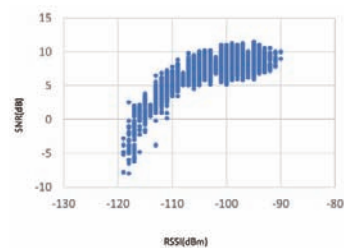
■図5. 各ゲートウェイでの電波受信強度とノイズ比



■図6. GPSトラッカー（A製品）によるRSSIトレース状況



■図7. ゲートウェイ直下での状況



■図8. 6か月間の定点観測結果

遠くまで届かず、地表から離れ高ければ高いほど良いことが実験結果からも得られている。これは、いわゆるフレネルゾーンに従っているということであろう。

少しミクロに観察すると、近距離である、電波強度（RSSI）が強いという状況下でも受信が不良であったり、高架をまたいだ前後で大きく状況が異なるというようなことが見て取れる（図6）。

前者は920MHz帯がWi-Fiなどに比べて回折しやすいと言われているが、大きな遮蔽物の背面まで十分に回り込むわけではなく、ノイズ比（SNR）にも大きく影響していると考えられ、後者についてはフレネルゾーンを高架が遮る影響によるものと想定される。また、大きな遮蔽物があっても電波が到達する場合もあるが、これは回折ではなく反射によるものと推測している。

反射について補綴するとゲートウェイのアンテナはオムニアンテナであり水平方向は無指向性だが垂直方向には8の字を描くことから、いわゆる「灯台もと暗し」でありゲートウェイ直下に存在するエンドノードとの通信はゲートウェイとエンドノード間の直接の伝搬以外に周辺ビル等での反射が大きく影響することが分っている（図7）。

図8はゲートウェイから300mほど離れた見通しのある地

点で6か月間（2019年2月～7月）にわたって1時間ごとに同一エンドノードからのRSSIとSNRを計測した結果をグラフ化したものである。送受信パラメータに変化は無くとも外部環境的要因で大きく変動することが見て取れる。

5. おわりに

920MHz帯を利用するLoRaWANは、スペクトラム拡散方式により弱い電波でも受信でき、障害物にも強くIoTに最適な通信方式と言われている。これは純粋に物理特性を表す言葉としては正しいが、実際の環境下では単純な話ではないことが分った。遮蔽物が少なくかつ狭いエリアでLoRaWANを利用する場合は、シビアさは不要かも知れないが、km単位での広域利用を考えると単純な机上シミュレーションだけでは不足であり、周辺環境と利用実態を見据えた現地調査や経時性を考慮した余裕ある設計が必須であると言える。

最後に、本調査にあたっては弊社メンバーのほか、LoRaWANネットワークサーバのIPLISを独自開発している株式会社アクティスの近藤氏、須藤氏にも多大なる協力を頂いたことに謝辞を述べたい。



ソニーのIoT向けLPWA “ELTRES (エルトレス)” の通信実験紹介

ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社 IoT ソリューション事業部

きたその
北園

しんいち
真一

あおき
青木

たかゆき
孝行

にしで
西出

きよし
葵嘉

あらしま
荒島

けんじ
謙治

よねやま
米山

ゆうすけ
悠介

1. はじめに

ソニーはIoT向けに独自技術を駆使し、高感度化により遠距離や高速移動中でも安定的な無線通信を実現できる長距離省電力無線技術 (Low Power Wide Area: LPWA) のELTRES (エルトレス) を開発し^{*}、その技術については、2017年12月のITUジャーナル Vol.47で紹介した。本稿では、2019年秋からのIoTネットワークサービス開始に向けて様々な環境における通信実験を行ってきた中から、いくつか特長的な実験結果を紹介する。

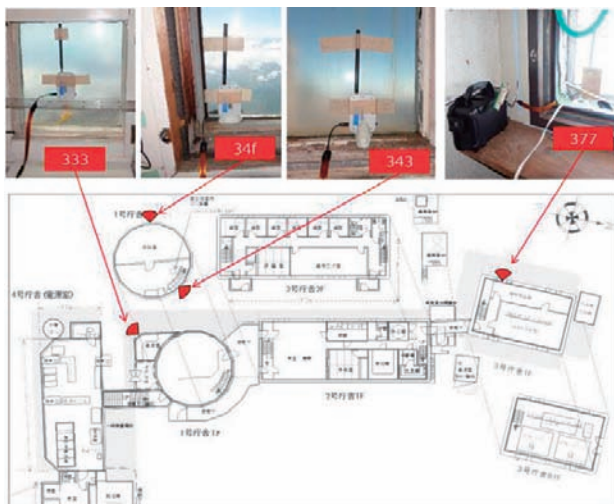
2. 富士山山頂からのELTRES通信実験

『認定NPO法人 富士山測候所を活用する会』に参画し、旧富士山測候所にELTRES送信機を設置しての通信実験を行った。目的は、「100km以上の長距離における通信安定性の確認と気象環境の影響確認」であるが、同時に「登山見守り実験」と「長距離通信記録の更新 (2017年4月の技術発表時点は274km)」も行った。「登山見守り実験」については、ELTRESの通信性能をもってすれば東京

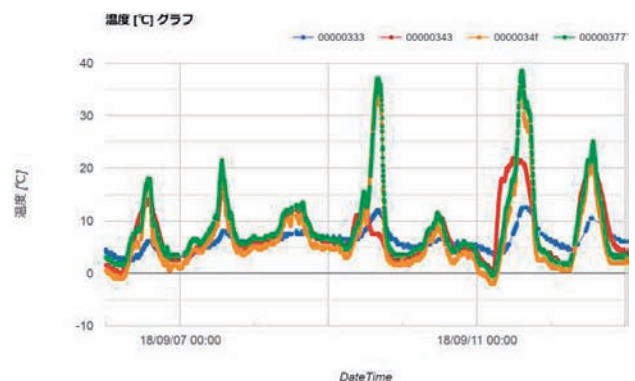
都内から富士登山の様子を把握できたことを取り立てて紹介するまでもなく、本稿では割愛する。

2.1 長距離安定通信の確認

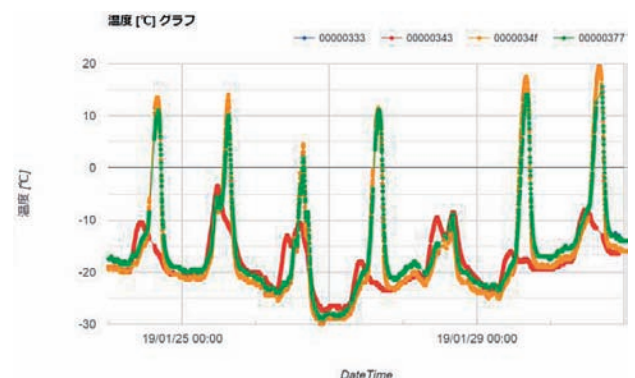
旧富士山測候所の4か所の室内窓際にELTRESの送信機を、1年以上の連続動作ができるように電源を設計し、設置した。測候所内の設置場所と設置方法を図1に示す。各送信機は、3分ごとに温度センサーの計測値を継続送信し、105km離れた東京スカイツリーに設置の受信機及び87km離れた長野県の茅野市役所に設置の受信機で受信



■ 図1. 測候所室内窓際にELTRES送信端末の取付け

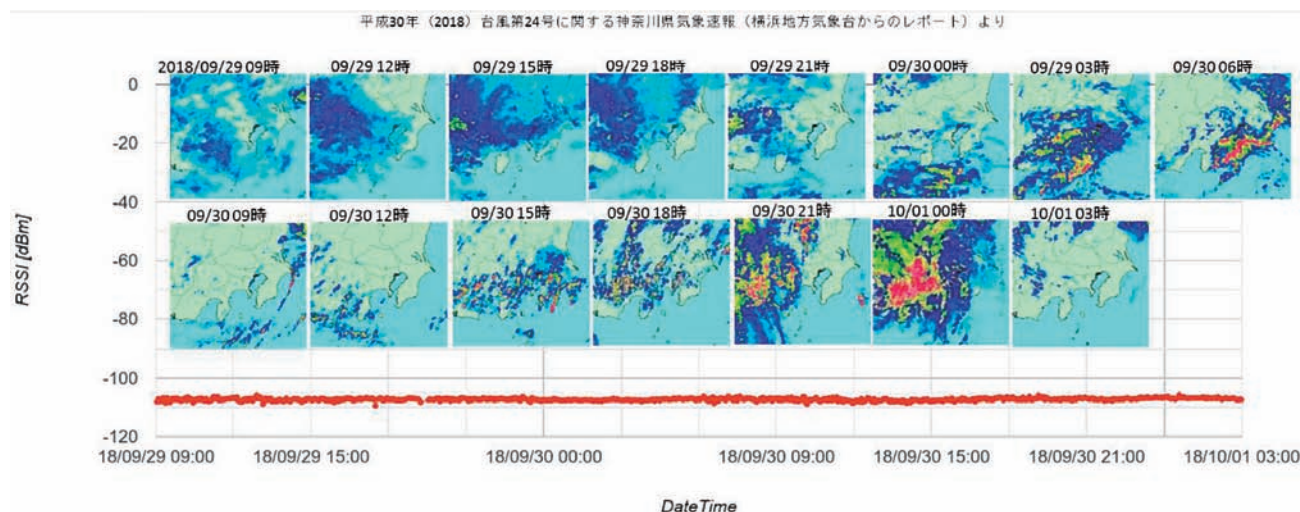


■ 図2-A. 夏期2018年9月6日～13日の測候所内温度変化



■ 図2-B. 冬期2019年1月24日～31日の測候所内温度変化

^{*} ELTRESは、920MHz帯の周波数を使い、空中線電力20mWの特定小電力無線でありながら、見通し100km以上の通信距離及び時速100km以上の高速移動中でも安定して通信可能という特長を持つ、上り一方向のIoT向け通信規格。



■ 図3. 2018年台風24号通過時の気象レーダー画像と信号強度の変化

を行った。

2018年8月22日に通信を開始してから2019年8月21日に送信機を回収するまでの1年間、回数にして175,200回の通信を行い、その間で受信機のメンテナンスや送信機の（開発途上品であるための）ソフトウェアの既知のバグによる通信不具合を除き、受信率は100%であり、無線通信の安定性を確認できた。通信できた結果として夏期2018年9月6日～13日の温度グラフを図2-Aに、冬期2019年1月24日～31日の温度グラフを図2-Bに示す。



■ 図4. 富士山頂から322kmの妙法山の見通しシミュレーション

2.2 気象環境による920MHz通信への影響

降雨や雨雲などの気象環境によるELTRES通信への影響を確認するため、2018年の台風24号が日本に上陸した時のデータを分析した。図3に2018年9月29日～10月1日の気象レーダー画像と、その気象条件における東京スカイツリー受信機での信号強度（RSSI）の変化を示したグラフを示す。気象レーダー画像より、富士山から東京にかけて非常に発達した雨雲と激しい降雨が通過したことが分かる。約100kmの無線伝送路にある雨雲と降雨は大きく変化した、信号強度は変化しなかった。また、2.1節の1年間の通信実験の中で、冬季は旧富士山測候所全体が雪で覆われているにもかかわらず全く問題なく通信できていたことから、気象環境の影響を920MHzの通信は受けないことを確認できた。

2.3 最長通信距離の更新

最長通信距離更新をもくろみ、富士山が見える最遠の地



■ 図5. 受信地点の周辺環境と受信アンテナ



■表. 受信ログデータ

λ/2ダイポールアンテナ (2dbi) 使用

devid	date	time	crc	temp	batt	rsi	rxid
0000034f	20181228	144820	OK	5	100	-131.675	L4R x90000007
00000333	20181228	144800	OK	-3	100	-135.046	L4R x90000007

λ/4ホイップアンテナ (0dBi) 使用

devid	date	time	crc	temp	batt	rsi	rxid
0000034f	20181228	145420	OK	5.5	100	-132.855	L4R x90000007
00000333	20181228	145400	OK	-3	100	-138.138	L4R x90000007

と言われている和歌山県那智勝浦市 妙法山 (標高749m) 富士見台に実験用受信機を持っていき、通信実験を行った。図4に富士山と妙法山の位置関係、図5に受信場所の周辺環境と受信アンテナを示す。

その結果は、表の受信ログに示すように、旧富士山測候所から322km離れた場所で利得0dBiのホイップアンテナを使用した場合であってもRSSI (信号強度) は-135dBm程度であり、余裕を持って受信することができた。送信機は旧富士山測候所の室内から電波を放射、受信機の周辺は木々に遮られている環境であり、地形的に見通しであれば樹木の影響は受けずに300kmを越えても安定して通信できることを確認できた。

3. 海洋でのELTRES通信実験

ELTRESの長距離安定通信の特長を活かせる分野として、海洋でのアプリケーションに期待している。

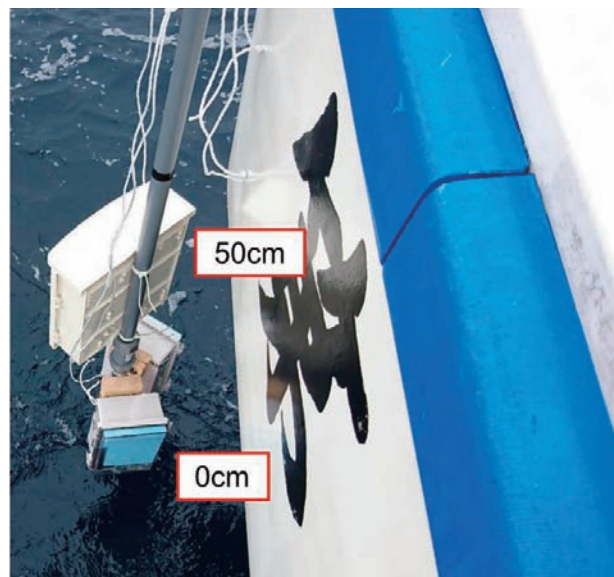
海洋における課題は、特に海面すれすれからの電波放射の場合、波高により到達距離が変化することである。そこで、海洋でのユースケースを、

海難救助 (救命胴衣に送信器取付け) : 海面0cm

養殖環境監視 (ブイに送信機取付け) : 海面から50cm

小型船舶のAIS : 海面から150cm

と想定し、図6のように防水ケースに送信端末を封止して船に取り付け、通信実験を行った。受信機は、スマートIoT推進フォーラム及びYRP研究開発推進協会WSN協議会が運用するテストベッドである、横須賀リサーチパーク「ハイブリッドLPWA基地局」のELTRES受信機を活用した。「ハイブリッドLPWA基地局」はYRPセンター1番館の屋上に設置されており、アンテナ高さは海拔約110mである。南東に向かって眺望が開けており、水平線までの距離は約40kmとなっている。ここを受信点とした場合の電波強度の

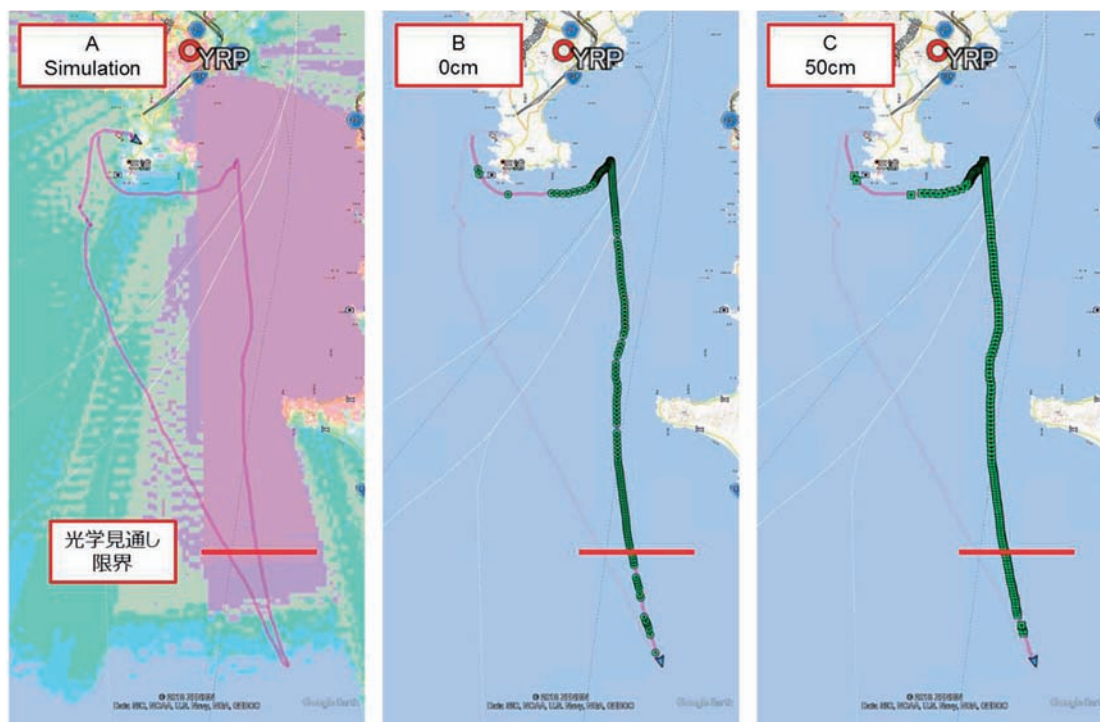


■図6. 送信機を防水ケースに入れて船に取り付け

シミュレーションと、チャーター船の航路を7-Aに示す。

実験結果は図7-B (海面0cmの場合)、図7-C (海面から50cmの場合) のとおりである。海面から50cmの場合は、シミュレーションとよく合致しており、40kmまでは受信率100%、40kmから46km地点までは受信率82%だった。海面0cmの場合は、最長46km地点で通信ができたものの、40kmまでは3回の欠落があり受信率97%、40kmから46km地点までは受信率56%だった。

海面の低い位置からの電波放射は、地上の低い位置からの電波放射と同様に海面 (地面) での反射波と直接波の合成により水平方向には伝搬しにくい。それに加えて波浪があり、波の谷に当たるタイミングで電波放射すると、海水に遮られることになる。ELTRESの場合は、20秒間に4回の繰り返し送信を行い波形合成するので比較的波浪にも強く、海面すれすれであってもほぼ水平線まで、海面から



■図7. YRP受信局のエリアシミュレーションと実際の航行通信結果

50cmの高さであれば水平線を越えての安定した通信結果が得られた。なお、海面から150cmの高さであれば、今回の航行実験の行き・帰りで全く問題なく通信可能であった。

4. おわりに

本稿では、通信距離に重きを置いた実験結果を紹介した。しかしながら、ELTRESはソニー側が受信機を設置して通信エリアを提供するパブリック型無線ネットワークサービスになるので、お使いいただくお客様がこの通信距離を実感されることはないであろう。この通信性能の高さに裏打ちされた通信品質と、さらには高速移動体からも通信できることや輻輳・妨害に強いシステムであることから、アンライセンスバンドでありながら高品質なLPWA無線ネットワークを提供する、それがELTRESである。

参考文献

- [1] OplusE 2017年9月号(第454号) IoT向け、長距離・省電力無線伝送技術の開発
- [2] ITUジャーナル2017年12月号(Vol.47) ソニーのLPWA無線技術紹介
- [3] Seiji Kobayashi, et al.; "A GPS Synchronized, Long-Range Uplink-Only Radio Designed for IoT," IEEE Int. Conf. Communications (ICC),



ITU-R WP1A、B、C及びSG1会合 (2019年5月28日～6月7日) 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. ITU-R SG1の概要

ITU-R SG1 (Study Group 1: 第1研究委員会) は「周波数管理」に関する議題を担当し、スペクトラム技術、周波数管理手法、電波監視等を研究対象としている。最近では、主にワイヤレス電力伝送 (WPT)、テラヘルツ帯等の検討を行っている。

2019年5月28日から6月7日までの間、スイス・ジュネーブのITU本部において、WP1A (スペクトラム技術)、WP1B (周波数管理手法)、WP1C (電波監視) 及びSG1の各会合が開催された。日本からは、総務省 (国際周波数政策室、電波環境課)、民間企業等から計21名が出席した。

以下、各WPとSG1会合における主要議題の検討状況について報告する。

2. WP1A (スペクトラム技術)

WP1Aはスペクトラム技術を所掌し、ワイヤレス電力伝送 (WPT)、電力線搬送通信 (PLT) 等を検討している。議長はR. Garcia De Souza氏 (ブラジル) が務めており、表1に示すWGから構成され、5月28日から6月5日まで開催された。

今会合では、日本、米国、ロシア、中国等からの寄与文書及び前回の議長報告に他のWPからのリエゾン文書を加えて、計108件の入力文書が審議され、44件の出力文書が作成された。

WP1Aでの主な議論は、以下のとおりである。

2.1 ワイヤレス電力伝送 (WPT)

WPTの技術面に関するITU-R勧告の改訂・作成及び報告の作成を行った。勧告ITU-R SM.2110の改訂に向けた審議の結果、EV用WPTの周波数範囲について、日本が

提案していた79-90kHzのほか、韓国提案の19-21kHz、55-57kHz、63-65kHzを記載し、勧告改訂草案を勧告改訂案に格上げし、SG1会合に上程された。

2.2 テラヘルツ帯の能動業務への特定に関する検討

2019年世界無線通信会議 (WRC-19) 議題1.15「275-450GHzにおける陸上移動業務 (LMS) 及び固定業務 (FS) への新規特定の検討」に関して、CPMレポートで参照されている、既存受動業務 (宇宙探査衛星業務 (受動) 及び電波天文業務) との共用検討に関するITU-R新報告草案 SM. [275-450GHz SHARING] を引き続き議論した。

議論の結果、宇宙探査衛星業務 (受動) との共用について、275-296GHz、306-313GHz、320-330GHz、356-450GHzを、特段の制約なく能動業務 (LMS及びFS) に特定可能な周波数帯として合意した。また、電波天文業務との共用については、各電波天文局の位置や能動業務側のアンテナ方向等を考慮する必要があるため、ケースバイケースで検討すべき旨を合意した。同新報告草案は新報告案に格上げされた後、SG1会合に上程された。

3. WP1B (周波数管理手法)

WP1Bは、周波数管理手法を所掌し、WRC-19関連議題等について検討している。議長はL. K. Boruett氏 (ケニア) が務めており、表2に示すWGから構成され、5月28日から6月5日まで開催された。

今会合では、米国、中国、ロシア、日本、欧州諸国、エジプト、韓国等からの入力文書及び前回の議長報告に他SGグループからのリエゾン文書を加えて、計37件の入力文書が審議され、13件の出力文書が作成された。

WP1Bでの主な議論は、以下のとおりである。

表1. WP1Aの構成と各WGの担当課題

	担当	議長
WP1A	スペクトラム技術	R. Garcia De Souza氏 (ブラジル)
WG1A-1	電力線搬送通信 (PLT) システムを含む無線通信システムと有線電気通信の共存及びその関連事項	J. Shaw氏 (英国)
WG1A-2	ワイヤレス電力伝送 (WPT) とその関連事項	F. Ernst氏 (Bosch)
WG1A-3	WRC-19議題1.15と他の議題及び課題	B. Sykes氏 (米国)



■表2. WP1Bの構成と各WGの担当課題

	担当	議長
WP1B	周波数管理手法	L. K. Boruett氏 (ケニア)
WG1B-1	ショートレンジデバイス及びその関連事項 (WRC-19 Agenda Item 9.1、Issue 9.1.6、9.1.8を含む)	F. M. Yurdal氏 (トルコ)
WG1B-2	その他の事項	L. Bin氏 (中国)

3.1 ワイヤレス電力伝送 (WPT)

EV用WPTに関する新報告草案ITU-R SM. [WPT_EV_IMPACT] に関し、WG1B-1の下に日本の石田氏 (ワイヤレスクレフ) を議長とするドラフティンググループが設置され、作業の進展が図られた。DGでは無線通信業務への影響評価 (共存検討) について、日本や欧州放送連合 (EBU) 等が提案した共存検討方法や放射制限値を併記した案が完成し、WG1B-1、WP1Bの審議を経てSG1に上程された。

また、2018年6月の会合でEBU等の提案により作成することとなった、EV用WPTの放射制限値を推奨するための新勧告については各国等からの入力を暫定的に取りまとめ、次回会合以降、本格的に議論予定となった。

28日から6月5日まで開催された。日本、米国、ドイツ、ロシア、ギリシャ、中国、韓国、エジプト等からの寄与文書及び前回の議長報告と他SGグループからのリエゾン文書を含め合計57件の入力文書が審議され、28件の出力文書が作成された。

WP1Cでの主な議論は、以下のとおりである。

4.1 電波監視の技術的事項に関する検討

VHF/UHF周波数帯における監視システムの電界強度測定精度の測定のための試験手順に関する新勧告草案ITU-R SM. [FS-MEAS-ACC] に向けた作業文書への修正提案については、日本からの入力文書も踏まえ議論が行われたが、次回にキャリアフォワードすることで合意された。

4. WP1C (電波監視)

WP1Cは、電波監視を所掌している。議長はR. Trautmann氏 (ドイツ) が務めており、WGは表3のように構成され、5月

5. SG1

SG1は、6月6日から7日に開催され、議長はS. Pastukh氏

■表3. WP1Cの構成と各WGの担当課題

	担当	議長
WP1C	電波監視	R. Trautmann氏 (ドイツ)
WG1C-1	電波監視の技術的な課題	I. C. Tillman氏 (米国)
WG1C-2	電波監視の一般的な課題	M. Al-Sawafi氏 (オマーン)

■表4. 新勧告案・勧告改訂案

勧告名	表題	種別	担当WP
SM.1448-0	Determination of the coordination area around an earth station in the frequency bands between 100 MHz and 105 GHz	改訂	WP1A
SM.1138-2	Determination of necessary bandwidths including examples for their calculation and associated examples for the designation of emissions)	改訂	WP1A
SM. [WPT_MOBILE] *	Guidance on frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission systems for mobile and portable devices	新	WP1A
SM.2110-0	Guidance for the use of frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission for electric vehicles	改訂	WP1A
SM.1268-4*	Method of measuring the maximum frequency deviation of FM broadcast emissions at monitoring stations	改訂	WP1C
SM.1054-0*	Monitoring of radio emissions from spacecraft at monitoring stations	改訂	WP1C
SM.1875-2*	DVB-T/T2 coverage measurements and comparison with coverage predictions	改訂	WP1C

* 同時採択承認手続 (PSAA) により採択・承認を行うもの。



■表5. 新報告案・報告改訂案

報告案名	表題	種別	担当WP
SM. [WPT_100-148.5KHZ]	Technical characteristics and impact analyses of non-beam inductive Wireless Power Transmission (WPT) for mobile and portable devices on radiocommunication services	新	WP1A
SM. [275-450GHz_SHARING]	Sharing and compatibility studies between land-mobile, fixed and passive services in the frequency range 275-450GHz	新	WP1A
SM.2422-0	Visible light for broadband communications	改訂	WP1A
SM.2153-6	Technical and operating parameters and spectrum use for short range radiocommunication devices	改訂	WP1B
SM.2015-0	Methods for determining national long-term strategies for spectrum utilization	改訂	WP1B
SM. [WPT_EV_IMPACT]	Assessment of impact of wireless power transmission for electric vehicle charging (WPT-EV) on radiocommunication services	新	WP1B
SM.2153-6	Technical and operating parameters and spectrum use for short range radiocommunication devices	改訂	WP1B
SM. [SAT-MON]	Electromagnetic field measurements to assess human exposure	新	WP1C
SM.2182-2	Measurement facilities available for the measurement of emissions from both GSO and non-GSO space stations	改訂	WP1C
SM.2355-0	Spectrum monitoring evolution	改訂	WP1C
SM.[SAT MON COOPERATION]	Cooperation in the field of space radio monitoring	新	WP1C
SM. [MEAS-GNSS]	Spectrum monitoring techniques in the radionavigation-satellite service frequency bands	新	WP1C
SM.2257-4	Spectrum management and monitoring during major events	改訂	WP1C

(ロシア) が務めた。WP1A、WP1B及びWP1Cからの報告や提案、他のSGからのリエゾン文書等が審議された。

この結果、表4のとおり1件の新勧告案、6件の勧告改訂案について審議され、合意された。また、表5のとおり、6件の新報告案及び7件の報告改訂案の承認がなされた。さらに、本会合では新課題や課題の改訂・削除の提案についてはWP1Bから上程された、周波数の利用可能性の分析・予測手法に関する新規研究課題案 (1/192) が検討され、エディトリアルな修正の後に承認がなされた。

6. 次回会合の予定

次回のSG1関連会合の日程は、2020年5月26日(火) から6月5日(金) とされた。



ITU-R SG4(衛星業務)関連WP会合(2019年6~7月)及びSG4会合(2019年7月)報告

総務省 総合通信基盤局 電波部 基幹・衛星移動通信課

はっとり 服部
おさむ 理



1. はじめに

2019年6月19日(水)~7月5日(金)の17日間にわたり、スイス(ジュネーブ)のITU本部において、衛星業務に関する審議を所掌とするITU-R(無線通信部門)SG4(Study Group 4:第4研究委員会)のWP(Working Party)会合及びSG4会合が開催されたので、その概要を報告する。

今回は、WP4Cが6月19日(水)~25日(火)に、WP4Bが6月24日(月)~28日(金)に、WP4Aが6月25日(火)~7月4日(木)に、SG4が7月5日(金)に開催され、49か国・40の機関から延べ約660名(SG4:約130名、WP4A:約300名、WP4B:約100名、WP4C:約130名)が出席した。日本からは、総務省、(国研)情報通信研究機構、(株)エム・シー・シー、KDDI(株)、スカパーJSAT(株)、ソフトバンク(株)、日本放送協会、日本無線(株)、(株)放送衛星システム、(株)三菱総合研究所、(一財)航空保安無線システム協会から計21名が参加した。

2. WP4A会合

WP4Aは、固定衛星業務(FSS)及び放送衛星業務(BSS)の効率的な軌道及び周波数利用に関する問題を扱う作業部会であり、Mr. J. Wengryniuk(米国)議長の下、審議を行った。

2.1 WRC-19議題1.5(ESIM)

本議題は、「17.7-19.7GHz/27.5-29.5GHz帯FSS(静止衛星)網での、移動する地球局(Earth Stations In Motion: ESIM)の利用」に関し、技術・運用要件、周波数共用について検討するものである。

今会合では、ESIMの運用に関するITU-R新報告案の作成を中心に、特に他業務との両立性について議論が行われた。

我が国からは、航空ESIMから確実に移動業務を保護するために必要な高度制限の研究結果について、韓国と共同提案を行った。欧米を中心に「航空ESIMの規制はpfdのみでよく、高度制限についてはライセンスの課題であり国内課題である」という見解も多い中、ITU-R新報告案に我が国からの提案内容を反映させた。最終的には、CPMレ

ポートの議題1.5決議案第2附属書第2部における、本項目の位置付けが記載された2つのオプションについて、オプション1(本項目は、関係主管庁間の二国間・多国間の調整・合意を促進するための手引き(guidance)に過ぎないとする)とオプション2(この項目は、地上業務を保護[するための/し得る]航空ESIMに対する規定(provisions)とする)の両方にpfdマスクが記述され、オプション2のpfdマスクとともに高度制限の最低高度として6kmが記述された。

2.2 WRC-19議題9.1課題 9.1.2(L帯IMT/BSS共存)

本議題は、WRC-15でのIMT特定に関連したL帯(1452-1492MHz)におけるIMTとBSS(音声)との共存のための研究をWP5DとWP4Aが共同で進めている。

今会合では、前回会合までに検討されてきた新報告草案について、WRC-19に向けて新報告案に格上げし文書を確定すべく議論が行われた。

我が国からは、シナリオA-1/A-2のStudy 1について、CPMレポートのPossible Actionに含まれなかった調整のための離隔距離に関する検討結果(日本が元々提案したスタディ)の削除等を行うとともに、新報告案への格上げを提案した。

一方で、中国からは新たにBSS(音声)の地球局の特性であるType Cが提案された。

我が国の修正提案はおおむね反映された。一方で、中国提案については十分な議論を行うことができなかったことから、Type Cの特性及び計算の全てに角括弧が付された。このため、今会合では新報告案への格上げは行われず、新報告草案のまま次回会合に持ち越すこととなり、WRC-19に内容が確定した文書を入力しないこととなった。また、Type Cに係る意見をWP5Dに求めることとなり、リエゾン文書を作成した。

3. WP4B会合

WP4Bは、IPベースのアプリケーション及び衛星によるニュース中継(SNG)を含むFSS、BSS及び移動衛星業務(MSS)のシステム、無線インタフェース、性能及び信頼性目標に関する問題を扱う作業部会であり、Mr. D. Weinreich



(米国) 議長の下、審議を行った。

3.1 衛星NGAT (Next Generation Access Technology)

2016年10月に開催されたWP4B会合でブラジルからIMT-2020 (5G網) へ衛星技術を統合するための要素事項を新報告にまとめる提案がされ、IMT-2020_SATから3GPPで利用されている用語であるNGAT_SATに改名されたものである。

今会合では、前回会合までに検討されてきた新報告草案について、WRC-19に向けて新報告案に格上げし文書を確定すべく議論が行われた。

WP5D及び米国から“integration”という表現の置き換えが提案されたが、ブラジルからの寄書で説明が加えられていることに加え、ブラジル、オランダ、Viasatが“integration”を置き換えるとNGATのコンセプトが損なわれると主張し議論となった。SWG議長からの仲裁により、ブラジル案を基にIntelsat、GSMAから提案された修正を行ったほか、表現の最適化等が行われ、新報告案として承認された。

今回の検討状況をITU-D SG1及びSG2、ITU-T JCA IMT-2020、ITU-R WP5D及び3GPPに対してリエゾン文書を送付することとなった。

3.2 ACM (Adaptive Coding and Modulation : 適応符号化変調) を用いた衛星性能

本議題は、ACMを用いた衛星性能目標を議論するものである。

ACMを用いた衛星伝送の性能目標に関するITU-R新勧告草案について、OneWebからの周波数利用効率 η (γ) の式の訂正提案が採用され、関連する図表が更新された。また、本勧告の目指すところは、衛星性能の目標値ではなく、衛星性能の決定のための手法を提供するものであるとの意見がSES、フランス、米国から出され、タイトルに“A method for the determination of”が追加され、新勧告案としてSG4へ上程することとなった。

本勧告案は、52GHz以下のFSSとMSSに分配された周波数の業務内、業務間の共用の可能性決定に有益であるとして、WP4A及びWP4Cへリエゾン文書を送付することとなった。

4. WP4C会合

WP4Cは、移動衛星業務 (MSS) 及び無線測位衛星業務 (RDSS) の軌道及び周波数有効利用に関する問題を扱う

作業部会であり、KDDI (株) 河合氏が議長を務めた。

4.1 WRC-19議題9.1課題9.1.1 (2/2.2GHzにおける衛星IMT)

本課題は、1885–2025MHz/2110–2200MHz帯において、地上IMTと衛星IMTの同一帯域・隣接地域での共存のための研究をWP5DとWP4Cが共同で進めている。

今会合では、異なる国における2GHz帯のMSSと地上IMT-Advancedシステムの共存及び両立性に関するITU-R新勧告/報告草案M. [MSS&IMT ADVANCED SHARING] に向けた作業文書の更新を行った。しかしながら、本作業文書については1–4章とAppendixの一部しか審議ができず、大部分が当初の作業文書のままか、角括弧で囲まれたままとなった。また、一切審議ができなかった箇所を明記するEditor's noteが該当箇所に追記されるとともに、議論がなされなかった入力文書が文書冒頭のEditor's noteで列挙された。

我が国からは、技術的及び運用的手段により共存性・両立性の問題が解決可能であること並びにこの問題が地理的に隣接したエリアでのスコープに限定されることを定量的に示すために、MSS間での共存として解決されている干渉量のレベルを示す提案を行った。しかしながら、我が国から提案した部分については議論に上がることなく時間切れとなり、次会期に持ち越しとなった。

4.2 1.5GHz帯におけるIMTとMSSの共存性

WRC-15において、1427–1518MHz帯がグローバルにIMT追加特定されたことを受け、隣接するMSS下り帯域 (1518–1525MHz) との共存のための研究をWP5DとWP4Cが共同で進めている。

WRC決議223がIMT-Advancedに限定していないため、作業文書のタイトルから“-Advanced”が削除されたほか、フランス他による寄与文書により、港湾・空港における移動地球局 (MES) の保護について2段階のpfdの閾値を設定するStudy Hが追加された。

また、前回も議論となったAnnex 4のViewにおけるMSSの隣接バンド保護基準のI/N値については、View1を支持するUAE・インマルサットとView2を支持する英国・GSMAらの間でそれぞれテキストの追加、置き換えがなされた。

このほか、複数のEditor's Noteを新たに追加した上で、新報告草案として格上げされるとともに、検討状況をWP5Dにリエゾン文書として送付することとなった。



4.3 WRC-19議題1.8 (GMDSSの近代化及び新たな衛星プロバイダ)

本議題は、IMO (International Maritime Organization: 国際海事機関) がHIBLEO-2 (イリジウム衛星) にて使用される1616-1626.5MHz帯を全世界的な海上遭難・安全システム (Global Maritime Distress and Safety System: GMDSS) として利用するための、RR規定整備を検討するものである。周波数新規分配の可能性を含め、技術事項はWP4Cの所掌となっている。

GMDSSへのMSSシステムの追加に関する新報告草案の4項の規制条項において、MSSの分配に関しては、米国の「MSSが一次業務と調整が実施されている」という主張とイランの「MSSのダウンリンクは二次業務であり一次業務との調整はなされていない」との主張が対立した。また、米国及びカナダは、「1993年にMSSが二次業務として一次業務と調整した事実がある」ことを主張、イラン及び韓国は、「RRにおいて調整は同じステータスにて実施することが事実であり見解の一つである」と主張した。議論は収拾しなかったが、妥協案としてニュージーランドから4.1項の調整に関する2つのパラグラフを削除することが提案され、反対なく合意され新報告案として承認された。

5. SG4会合

SG4会合はWP4AやWP4B、WP4Cから上程された勧告案や報告案、研究課題案の審議を行う場である。今研究会期では、Mr. C. Hofer (ViaSat) が議長を務めている。

5.1 勧告案の審議

今会合において審議された新勧告案、勧告改訂案は、WP4Aから1件、WP4Bから1件、WP4Cから5件の計7件であった。これらの文書の審議結果は表1のとおりである。

5.2 報告案の審議

今会合において審議された新報告案、報告改訂案は、WP4Aから5件、WP4Bから2件、WP4Cから2件の計9件であった。これらの文書の審議結果は表2のとおりである。

6. おわりに

今会合は本研究会期の最終会合となり、CPMレポート案の根拠となる報告／勧告案のドキュメント化を図る審議が多く見られた。しかしながら、議題9.1課題9.1.1や同9.1.2など、各国の意見の対立や十分な議論ができなかったとし

■表1. 勧告案の審議結果

種類	勧告番号及び概要	文書番号	担当WP	審議結果
1 改訂	Draft revision of Recommendation ITU-R M.1901-1 (1164-1215、1215-1300、1559-1610、5000-5010、5010-5030MHz帯で運用されるRNSS (s-to-s) のシステム及び衛星網に関するITU-R勧告についてのガイダンス)	4/52	WP4C	採択 書簡による承認手続に付す (*1)
2 改訂	Draft revision of Recommendation ITU-R M.1902 (1215-1300MHz帯で運用されるRNSS (↓) 受信局及びARNS受信機の特性及び保護基準)	4/53	WP4C	採択 書簡による承認手続に付す (*1)
3 改訂	Draft revision of Recommendation ITU-R M.1903 (1559-1610MHz帯で運用されるRNSS (↓) 受信局及びARNS受信機の特性及び保護基準)	4/54	WP4C	採択 書簡による承認手続に付す (*1)
4 改訂	Draft revision of Recommendation ITU-R M.1904 (1164-1215、1215-1300、1559-1610MHz帯で運用されるRNSS (s-to-s) 受信局の特性、性能要求及び保護基準)	4/55	WP4C	採択 書簡による承認手続に付す (*1)
5 改訂	Draft revision of Recommendation ITU-R M.1905 (1164-1215MHz帯で運用されるRNSS (↓) 受信局の特性及び保護基準)	4/56	WP4C	採択 書簡による承認手続に付す (*1)
6 新規	Draft new Recommendation ITU-R S. [ACM-PERF] (ACMを用いる衛星HRDPに対する性能目標を決定するための一手法)	4/63	WP4B	PSAA (*2)
7 改訂	Draft revision of Recommendation ITU-R S.1782-0 (FSSシステムによる全世界的なブロードバンドインターネット接続の可能性)	4/68	WP4A	PSAA (*2)

*1: 決議ITU-R 1-7の§A2.6.2.3に従い、書簡により承認を求める手続き

*2: 決議ITU-R 1-7の§A2.6.2.4に従い、書簡により同時に採択と承認を求める手続き



て報告／勧告案がまとまらなかったものも見られた。

衛星関連システムは、対象となるエリアが広範となることから、国際的な調整・協調が重要な分野であることから、

引き続きSG4において、我が国に不利にならないよう議論を注視するとともに、我が国のプレゼンスを維持できるよう、今後も継続的な対応を行うことが重要である。

■表2. 報告案の審議結果

	種類	報告番号及び概要	文書番号	担当WP	審議結果
1	改訂	Draft revision of Report ITU-R BO.2071-1 (17.3–42.5GHz帯におけるBSSシステム及び対応するフィードリンクの技術特性)	4/51	WP4B	承認
2	新規	Draft new Report ITU-R M. [RNSS_Apps] (1164–1215、1215–1300、1559–1610MHz帯におけるRNSSアプリケーション)	4/57	WP4C	承認
3	新規	Draft new Report ITU-R M. [GMDSS-SATREG] (新たなMSSシステムのGMDSSへの導入)	4/62	WP4C	承認
4	新規	Draft new Report ITU-R M. [NGAT_SAT] (次世代アクセス技術 (NGAT) への衛星システムのインテグレーションにおいて鍵となる要素)	4/64	WP4B	承認
5	新規	Draft new Report ITU-R S. [SPECTRUM_NEEDS] (51.4–52.4GHz帯におけるFSSへの周波数要求—WRC-19議題9.1課題9.1.9)	4/65	WP4A	承認
6	新規	Draft new Report ITU-R S. [50/40 GSO-NGSO SHARING] (50/40GHz帯におけるGSO衛星網とnon-GSOシステムとの周波数共用)	4/66	WP4A	承認
7	新規	Draft new Report ITU-R S. [SPECTRUM_SHARING] (51.4-52.4GHz及びその隣接、近接周波数帯における既存業務との周波数共用)	4/67	WP4A	承認
8	新規	Draft new Report ITU-R S. [AGENDA ITEM 1.5] (17.7–19.7/27.5–29.5GHz帯のFSSへの分配を用いるGSO人工衛星局を通信の相手方とするESIMの運用)	4/69	WP4A	承認
9	新規	Draft new Report ITU-R BO. [AP30.ANNEX7] (11.7–12.7GHz帯においてRR AP30 (Rev.WRC-15) Annex 7に規定されるGSO BSSへの全地域における制限についての検討)	4/70	WP4A	承認



ITU-R SG5 WP5D (第32回) の結果について

総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課 新世代移動通信システム推進室

1. はじめに

国際電気通信連合無線通信部門 (ITU-R) SG5 (地上業務研究委員会) の傘下のWP5Dの第32回会合が、2019年7月9日 (火) から7月17日 (水) に、ブラジルのブジオスにおいて開催されたので、その結果について報告する。

(1) WP5Dの所掌及び会合の概要

WP5DはIMT (International Mobile Telecommunications : IMT-2000、IMT-Advanced、IMT-2020及びそれ以降の無線インタフェース技術を包括するIMT地上コンポーネントの無線システム関連全て) を所掌しており、IMTに関する各種ITU-R勧告、報告類の策定、改訂作業及びWRC議題関連の検討を行っている。

IMT-2020開発に関しては、2017年11月のSG5にて要求条件、評価方法に関するITU-R報告が承認されており、今回の会合が無線インタフェース提案の受付締切である。周波数関連に関しては、WRC-15の結果を受けた周波数アレンジメント勧告の改訂作業やWRC-19の議題9.1に関する共用検討等を行っている。

2019年7月9日 (火) から17日 (水) に開催された本会合には、31か国、31機関から165名が出席し、日本からは18名が参加した。日本寄書8件を含む111件の入力文書が検討され、89件の文書が出力された。

(2) 主要議題及び主な結果

① 一般的審議事項 (General Aspects関連)

- IMTシステムに特定された周波数帯の技術、運用等に

関する主管庁の経験情報をまとめた新報告案M. [IMT. EXPERIENCES] について合意し、これまでの3年に及ぶ議論で一定のレベルに達したとしてSG5へ上程することで合意した。

- 次の研究会期における新研究課題として、「産業及び (冒険的) 事業のアプリのための地上系IMTの使用」について研究する新課題 (TEMP/750) のSG5へ上程することで合意した。
- IMT-2020無線インタフェースの策定に関する回章5/LCCE/95の追補4について、本会合が提出締切のIMT-2020無線インタフェース候補技術に関する記載を1) 提出完了と認知した候補技術、2) 提出が完了と決定されなかった候補技術の2つに分類して各候補技術の評価結果を載せることとし、今後の計画、外部評価報告の要求、完成時期を記載したものを承認し、これを外部団体に周知するリエゾン文書を発出した。

② 周波数関連事項 (Spectrum Aspects関連)

- 地上系IMTの周波数アレンジメントに関する勧告ITU-R M.1036-5の改訂について、IMT特定されていない帯域へのIMT展開に関する記述などいくつかの点において合意に至らなかったが、本会合が研究会期の区切り前の最後の会合であったことから、一部の記載が未合意の状態でも勧告改訂案へ格上げし、SG5へ上程することで合意した。
- LバンドのIMTとBSSシステムの共存検討 (WRC-19議題9.1、課題9.1.2関連) について、新報告草案ITU-R

■表. WP5Dの審議体制 (敬称略)

	担務内容	議長
WP5D		S. BLUST (AT&T)
WG GENERAL ASPECTS	IMT関連の全般的事項	K. J. WEE (韓国)
WG SPECTRUM ASPECTS	周波数関連	A. JAMIESON (ニュージーランド)
WG TECHNOLOGY ASPECTS	無線伝送技術関連	H. WANG (Huawei)
AH WORKPLAN	WP5D全体の作業計画等調整	H. OHLSEN (Ericsson)



M. [IMT & BSS COMPATIBILITY] は本会合前の WP4Aにおいて最終化に至らず、WP5Dでのレビューを求めるリエゾンが入力された。しかしながら、次回 WP4A会合が2020年5月開催であること、2019年10月に開催されるWRC-19での議論の結果を踏まえての検討が有用と考えられることから、本会合では新報告草案のレビュー及びリエゾン作成は行わず、2020年2月の WP5D会合へキャリアフォワードした。

- 2.1GHz帯地上IMTと衛星コンポーネントの共存検討 (WRC-19議題9.1、課題 9.1.1関連) について、WP4Cより新報告草案に向けた作業文書の更新結果が入力されたが、次回WP4Cが2020年5月開催であること、WRC-19での議論の結果を踏まえて検討を行うことが有用と考えられることから、本会合では作業文書のレビュー及びリエゾン作成は行われず、2020年2月の WP5D会合へ関連文書はキャリアフォワードされた。
- LバンドのIMTとMSSシステムの両立性検討 (決議223 (WRC-15改)) について、新報告草案について、WP4Cにおいて更なる更新が行われた結果、最終化に至らず、WP5Dでのレビューを求めるリエゾンが入力された。これを受けてWP5Dにて更なる更新を行ったが検討は完了せず、新報告案への格上げは見送られ、新報告草案として2020年2月のWP5D会合へキャリアフォワードした。また、新勧告草案の作業文書の更新を行い、2020年2月のWP5D会合へキャリアフォワードした。
- 4800-4990MHzにおけるIMTとAMS (Aeronautical Mobile Service) システムの共用検討 (決議223 (WRC-15改) 関連) について、本周波数を一部の国にIMT特定している脚注5.441BのPFD制限値に関連し、規則面の矛盾点を指摘し、BR局長へのNOTE送付を提案する寄書がロシアから入力され、寄書レビューと議論状況の取りまとめを目的とするアドホックが設置された。寄書内容を支持するロシア、中国と、懸念を示す米国、英国、韓国、フランス等の間で議論が行われ、議論サマリの文書を作成し、WP5D議長レポートの Attachmentとして反映した。
- 3.3GHz帯のIMTとレーダーの共用・両立性検討について、新報告草案を更新した後、新報告案へ格上げし、SG5へ上程することで合意した。
- 高高度プラットフォームステーション (High Altitude Platform Station : HAPS) のIMT基地局利用に係る

検討に関しては、新報告草案に向けた作業文書の更新を行い、2020年5月のWP5D会合にキャリアフォワードした。また、WP3K・3Mに対して伝搬モデル検討に必要な最小仰角を回答するリエゾン文書を発出した。

③ 技術関連事項 (Technology Aspects関連)

- IMT-2020無線インタフェース技術候補として3GPP、中国、韓国、ETSI/DECT Forum、TSDSI及びNuFRONT (中国の民間企業) の6団体から7つ (3GPPは2提案) が入力され、3GPP、中国、韓国からの4提案は正式受領したが、ETSI/DECT Forum、TSDSIの提案は自己評価の内容に、NuFRONTの提案は技術概要の説明内容に不備があり、正式受領しなかった。不備があった提案は2019年9月10日までに補完入力を行い、WP5D第33回会合で正式受領可否を判断することで合意して、各提案の確認結果と受領結果を記載した新IMT-2020文書 (IMT-2020/13~17) 案を作成した。
- IMT-2020の詳細無線インタフェース勧告策定手順に関する新IMT-2020文書 (IMT-2020/VVV) は、WP5D第34回会合で完成の予定だったが、日中韓がWP5D第31回会合で提案した文書を基に今回会合で完成させ、IMT-2020/20として承認した。
- 3GPPからのRel-16仕様凍結の遅れを知らせるリエゾンを受け、2020年内にIMT-2020の仕様化を完成させるために、2020年11月のWP5D第36bis回会合の開催を合意し、WP5D第33回会合からWP5D36bis回会合までのスケジュールを記載した新IMT-2020文書 (IMT-2020/21) を作成した。提案者及び独立評価団体にスケジュール及び手順 (IMT-2020/20) を連絡するリエゾン文書を発出した。
- IMT-2000の詳細無線勧告M.1457は、TDMA/FDMAの更新のみで第15版改訂を行うことに合意し、スケジュールを策定し承認した。
- IMT-Advanced詳細無線インタフェース勧告 (M.2012) の第4版改訂案を完成し、SG5へ上程することで合意した。
- AAS (Active Antenna System) を用いる機器の帯域外不要輻射の測定方法に関して、WP1Cから追加の情報提供要請が有ったため、3GPPに対して問合せを行うリエゾン文書を発出した。
- WP5D第33回会合で開催する評価Workshopを2019年12月10日・11日の開催とすること及び実施内容に合意



し、IMT-2020無線インタフェースの今後の評価の進め方も含め、各独立評価団体に連絡するリエゾン文書を発出した。

④ 作業計画関連事項 (Workplan関連)

- 第33回会合について、2019年12月10日 (火) からの4日間とすること、WG GENERAL ASPECTS及びWG SPECTRUM ASPECTSは開催しないことで合意した。

2. 今後の予定

次回以降、各会合は以下のとおり開催される。

- SG5: 2019年9月2日 (月)～3日 (火) (ITU本部 (ジュネーブ))
- RA-19: 2019年10月21日 (月)～25日 (金) (エジプト (シャルム・エル・シェイク))

- WRC-19: 2019年10月28日 (月)～11月22日 (金) (エジプト (シャルム・エル・シェイク))
- CPM23-1: 2019年11月25日 (月)～26日 (火) (エジプト (シャルム・エル・シェイク))
- WP5D (第33回会合): 2019年12月10日 (火)～13日 (金) (ITU本部 (ジュネーブ))

3. おわりに

今回のWP5D会合において、日本からも積極的に議論に貢献できたことは、長時間・長期間にわたる議論に参加された日本代表团各位、会合前の寄書作成や審議に貢献していただいた関係各位のご尽力のたまものと、この場をお借りして深く御礼申し上げます。

WRC-19や5G無線インタフェース勧告策定に向けて、我が国が一層貢献・活躍できるよう、今後の審議に向けて関係各位の更なるご協力をお願い申し上げます。

「oneM2M」が第7回Compass Intelligence「年間最優秀賞」受賞

ITUジャーナル編集部



2019年4月8日、テキサス州サンアントニオで開催された第7回Compass Intelligence年次表彰式において、IoT、モバイル、および最新技術部門での受賞者が発表され、IoT標準化を推進する「oneM2M」がこの年の「年間最優秀IoT標準化組織」として表彰されました。

Compass Intelligenceは、通信、モバイル、IoT、およびハイテク企業にアドバイザー、コンサルティング、およびマーケットインテリジェンスを提供する企業です。

今回の受賞に関するプレスリリースは以下のURLで参照いただけます。

<https://www.compassintelligence.com/press-releases/winners-announced-for-the-7th-annual-compass-intelligence-awards-in-iot-mobile-and-emerging-tech>

また、oneM2Mホームページにおける関連記事は以下をご参照ください。

<http://www.onem2m.org/news-events/newsmenu/onem2m-in-the-news>

一般社団法人情報通信技術委員会「マエダブログ」(<https://www.ttc.or.jp/maedablog/20190507>) より抜粋



ITU-T SG15 第4回Geneva本会合結果報告

日本電信電話株式会社 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 ビジネスインテリジェンスAIセンタ

こんどう よしひろ
近藤 芳展

日本電信電話株式会社 NTTアクセスサービスシステム研究所

さかもと たいじ
坂本 泰志

日本電信電話株式会社 NTTアクセスサービスシステム研究所

なかむら ひろたか
中村 浩崇

1. はじめに

2017-20年会期のITU-T SG15第4回会合は、2019年7月1日から12日までの日程で、ジュネーブITU本部で開催された。SG15はホーム、アクセスからコアまでのネットワーク領域、さらにスマートグリッド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。組織構成は光及びメタル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)という3つのワーキングパーティ(WP)体制で標準化検討を行っている。表1にSG15を構成する課題名とラポータを示す。

2. 会合の概要

参加者数は281名、参加国は37か国でほぼ前回同様で、依然としてITU-T最大規模のSGとなっている。日本からの参加者数は前回同様25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。総寄書数は376件、関連するTD(Temporary Document)は401件で前回より多少減少、日本からの提出寄書数は28件で前回より増加した。

組織構成では、WP2課題7(光部品・サブシステムの特性)と課題6(陸上伝達網における光システムの特性)の統合が提案され、次回本会合以降に具体的体制を検討することにした。

今会合では、表2-1~5に示すように1件の改訂勧告案をTAP(Traditional Approval Process)承認(Approval)し、新規及び改正勧告案の計2件を凍結(Determination)した。また、新規4件、改訂8件、改正13件、訂正10件を含んだ計35件の勧告案を合意(Consent)し、2件の補足文書に同意(Agreement)した。さらに2件の勧告を削除(Deletion)提案した。

次期第5世代モバイルサービスの実現が近付いているこ

とからIMT2020/5Gのための伝送網に関する議論が活発化しており、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網のインタフェース、アーキテクチャ、管理・制御等に関わる新規勧告群を作成することになった。また、IMT2020/5G要求条件を実現するための高精度時刻・位相同期網の議論も続いている。さらに、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200G、400Gといった100G超級光、OTNインタフェース標準の議論が活発に行われている。

3. 第1作業部会(WP1)アクセス網、ホーム網、スマートグリッドにおける伝送

WP1は5つの課題で構成され、アクセス網全般、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、TAP承認された勧告が1件、TAP凍結された勧告が2件、合意された勧告が12件(新規1件、改正5件、改訂1件、訂正5件)、同意された補助文書が1件となっている。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

Access Network Transport Standards OverviewとWork plan、Home Network Transport Standards Overview and Work planの更新が行われた。

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

Point-to-PointやPONなどの光アクセスシステム技術に関する審議が行われている。今会合では、10G超高速PONを規定するG.hsp(Higher speed PON)シリーズを中心に議論が進められ、モバイルへの適用も考慮した要求条件に関するG.hsp.reqが新規勧告化された。また、中間会合等での議論をまとめたG.9803(光ファイバ無線システム)改正1、G.989.2(40G級PONの物理層仕様)訂正1、G.988(汎用



ONU管理制御インタフェース) 改正2、G.984.2 (1G-PONの物理層仕様) 改訂に合意するとともに、G.sup66 (モバイル向けPONの要求条件) 改訂に同意した。

次会合以降の勧告化を目指して、G.hsp.50Gpmd (10G超高速PONの物理層仕様)、G.hsp.TWDMpmd (10G超高速PONの波長多重時の物理層仕様)、G.hsp.ComTC (10G超高速PONの制御層仕様)、G.9806 (10G超P-to-Pシステムの仕様)、G.984.5 (GPONの拡張バンド)、G.9807.1 (XGS-PON) に関する審議を行った。また、10G級PONを波長多重し、広域化するG.9807.3を新規勧告化するための議論を開始した。さらに、25G-TDM-PON、WDM-PONの新規勧告化提案があったが、継続議論となった。

3.3 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

DSLやG.fastといったメタリック線を使った高速アクセス網技術に関する審議が行われている。G.fast関連では、前会合でTAP凍結された、下り方向送信電力密度 (PSD) レベルを増加させる規定を盛り込んだG.9700 (G.fast-psd) 改訂が、ドイツからのコメントを反映した後に承認され、動的タイムスロット割当機能に関してはG.9701 (G.fast物理層規定) が改正された。一方、数Gbit/secの伝送速度を実現するG.mgfastに関しては、424MHzプロファイルを対象とした周波数・PSD関連規定に関わるG.9710 (G.mgfast-psd) が新規勧告としてTAP凍結され、物理層規定を対象とするG.mgfast-phyに関しては、十分な詳細規定を反映させるために次会合まで継続検討することが確認された。また、ボンディングしたG.fast回線をDPU (Distribution Point Unit) のバックホールに適用した構成におけるNEXT/FEXT (Near/Far-End crosstalk) 干渉緩和に関するG.fastbackの次回本会合での新規勧告化を目指すことになった。

3.4 課題15 (Q.15) スマートグリッド向け通信

審議すべき入力寄書はなかったがQ15の今後について議論し、Q18に併合する形で現状のQ15検討範囲を継続させるべく、次会期も見据えた検討が行われた。

3.5 課題18 (Q.18) ブロードバンド宅内ネットワーク

屋内網/ホーム網を中心に適用される伝送技術の検討が進められている。G.hn2関連では電話線及び同軸線を対象とした拡張周波数帯域及びPSD規定を盛り込んだG.9964がTAP凍結された。電話線に対しては最大運用周波数として400MHz、同軸線に対しては2GHzを規定するも

のである。また、G.hn2の物理層規定、データリンク層規定としてG.9960及びG.9961がそれぞれ改正された。一方、G.hn関連では2つの新規作業項目を検討開始することになり、ホーム網における電力線上でのトランシーバ規定G.iot、G.hn上でのUHDビデオサービス提供における要件G.uvsに関する検討が進められることになった。

4. 第2作業部会 (WP2) 光技術及び物理インフラ

WP2は6つの課題から構成され、光伝送網物理層インタフェース、伝送特性、屋外設備設計、保守、運用に関する技術を検討している。今会合では2件 (新規1件、改訂1件) の勧告が合意され、2件のLシリーズ勧告が削除された。各課題における審議詳細を以下に示す。

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

G.654 (カットオフシフトファイバ) に関してEカテゴリ (陸上用低損失ファイバ) の損失規格に対して2波長帯の規格方式が提案されたものの合意には至らず、損失規格値も含めて継続議論となった。なお、本勧告の改訂予定時期は2020年2月に延期となった。また、G.654.Eカテゴリファイバの損失波長依存性の推定モデルが提案され、勧告G.650.1 (線形パラメータ試験法) 改訂のAppendix IIIに追記することになった。

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.698.2 (単一チャネルインタフェースを有する光増幅DWDMアプリケーション) 改訂について、200Gb/s光インタフェースのための偏波多重QPSK及び16QAM信号それぞれを含むアプリケーションコードを検討することになった。G.698.1 (単一チャネルインタフェースを有する多チャネルDWDMアプリケーション、G.698.2 (単一チャネルインタフェースを有する光増幅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) におけるモバイル伝送向け光インタフェースの検討を開始することになった。

4.3 課題7 (Q.7) 光部品、サブシステムの特性

G.671 (光部品及びサブシステムの伝送特性) は5Gモバイルサービスにおける高精度時刻・位相同期を意識した光部品群遅延 (Group delay) の定義明確化及びパラメータ追加



等して、改訂された。また、G.672 (多方路ROADMの特性) においても非対称群遅延をパラメータとして追加、2020年9月の改訂を目指すこととなった。

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

G.977.1 (端局間DWDM光増幅中継光海底システム) 新規勧告化、G.971 (光海底システムの一般事項) 改訂、G.972 (海底システムの用語と定義) 改訂に関してオープンケーブルの構成や用語の定義、システムパラメータ・コミッショニング方法について議論した。G.977.1については新たにSNR/GSNR (Generalised Signal-to-Noise Ratio) に対するPower Budget Tableの検討を行うことになった。これら3つの勧告は2020年9月の合意を目指すこととなった。

4.5 課題16 (Q.16) 光基盤設備及びケーブル

勧告L.208 (ケーブル分配ボックス) はこれまでの議論を反映した草案について審議し、新規勧告化された。L.oha (宅内用光ケーブル) については、日本及び中国の実施例をAppendixに追記した。L.osp (埋設、ダクト及び架空向け汎用屋外光ケーブル) については、新規勧告化が見送られ、既存勧告L.100 (ダクト及びトンネル用の光ファイバケーブル) を改訂するという方針になった。L.125 (ケーブルの引張試験方法) 及びL.255 (公衆交換電話網への実装方法) は古い勧告であり、必要性がなくなったことから削除が同意された。

4.6 課題17 (Q.17) 光ファイバケーブル網の保守・運用

L.tifm (屋外通信インフラ設備管理) に関しては草案及び検討のフレームワークについて議論し、各国 (インド、ベルギー) のコメントを追加した。2020年9月の新規勧告化を目標とすることとなった。

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総数200件を超える寄書が提出され、合意された勧告が25件 (新規2件、改訂11件、改正10件、訂正2件)、同意された補足文書が1件である。EthernetやMPLS-TP等のパケット網技術、100Gb/s超OTNインタフェース、Transport SDN (Software Defined Networking) 等のアーキテクチャと関連する制御・管理、パケット網における時刻・周波数同期、IMT2020/5Gのための伝送網技術等、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 (Q.10) パケット伝送網インタフェース、インタワーキング、OAM及び装置仕様

Ethernet及びMPLS-TP等のパケット伝送技術を対象にサービス、インタフェース、OAMメカニズム、装置規定に関する議論を行っている。Ethernetに関しては帯域通知メッセージの送信規定に関する修正を行い、関連するG.8013 (Ethernet OAM機能と機構) 及びG.8021 (Ethernet装置機能ブロック特性) の訂正を行った。また、G.8021におけるIEEE 802.1Q及びAX参照方法を簡易化するための議論を行い、2020年9月に改訂することになった。

MPLS-TPに関してはG.808.2 (一般的プロテクション—リングプロテクション) 更新に対応してG.8132 (MPLS-TPリングプロテクション) の訂正を行った。また、G.8133 (Dual-Homing Protection for MPLS-TP Pseudowire) を新規勧告化した。

5.2 課題11 (Q.11) 伝送網の信号構造、インタフェース、インタワーキング及び装置仕様

OTN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とした議論を行っている。今回もIMT-2020/5Gモバイルのためのメトロ域伝送網に関する議論に多くの時間を費やした。既存OTN標準をIMT-2020/5Gモバイルに適用する場合に参考となる補助文書G.Sup.5gotn (Application of OTN to 5G transport) に同意した。一方で、新たにMTN (Metro Transport Network) という用語を用い、G.mtn (MTNインタフェース) に加えてG.mtn-eqpt (MTN装置機能ブロック特性)、G.mtn-prot (MTN線形プロテクション) の新規勧告化に向けた議論を開始した。

G.709 (OTNインタフェース) は50GBASE-Rインタフェースや用語に関する訂正を行った。G.798 (OTN装置機能ブロック特性) 及びG.7041 (Generic Framing Procedure) は種々の更新、修正の後改正した。G.808.2 (一般的リングプロテクション) はMPLS-TPリングプロテクションの一般モデルを含めるように更新し、改訂した。その他、近年のOpen ROADM等の相互接続を意識してOTNフレームを暗号伝送及び制御に利用するための補助文書G.Sup.otnsec (OTN Security) に関する議論を開始した。

G.709.3 (Flexible OTN長距離インタフェース) に関わる100G超OTN長距離伝送のための符号誤り訂正方式については、openROADMプロジェクトで採用されているoFEC、



CFECを改良したCFEC+、TPC (Turbo Product Code) を候補として議論が続いている。

5.3 課題12 (Q.12) 伝送網アーキテクチャ

一般的及びOTN等の個別伝送網アーキテクチャや制御、SDNの伝送網への適用について議論している。光物理層アーキテクチャに関するG.807 (光伝送媒体網アーキテクチャ) は光変復調信号や光性能監視、光多重分離器、光増幅器等のモデル化を行い新規勧告化した。本勧告はG.872 (OTNアーキテクチャ) において議論されていた内容を分離したものであり、G.872は対応した部分を削除する等して改訂した。

ASON (Automatically Switched Optical Network)、SDN等の網・装置管理アーキテクチャに関しては、従来のG.8080 (ASONアーキテクチャ) を置き換える形で新規勧告G.7703として議論が進められている。これは関連する既存勧告G.7701 (SDNとASON制御共通化) 及びG.7702 (SDN制御網アーキテクチャ) との管理・制御要素の共通化を図り、3GPPで議論されている5Gモバイル網スライスのための伝送網インタフェースを定義するためである。IMT-2020/5Gモバイルのためのメトロ域伝送網に関しては新たにG.mtn-arch (MTN機能アーキテクチャ) を勧告化する方針である。

5.4 課題13 (Q.13) 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上での時刻・位相同期等について議論している。G.8261 (パケット網におけるタイミングと同期) は従属接続された高品質同期装置の新たなネットワーク限界規定を追加する等して改訂した。G.8262.1 (高品質同期イーサネット装置のスレーブクロックにおけるタイミング特性) は短時間位相過渡応答特性に関する記述、同期OTNインタフェースの追加等して改訂した。G.8265.1 (高品質同期イーサネット装置のスレーブクロックにおけるタイミング特性) はクロック品質基準に関する詳細記述を追加して改訂した。

G.8271.1 (パケット網における時刻同期のためのネットワーク限界) は5Gフロントホール網のための時刻同期に関してIEEE802.1等の動向を踏まえた相対時刻同期ネットワークモデル等を追加して改訂した。G.8272.1 (高品質Primary Reference Time Clockに対するタイミング特性) はグランドマスタクロックと一体化した構成に関する定義を追加して改訂した。G.8275 (パケットベースの時刻と位相の配信) は

相互同期に基づく高精度化を実現するためのcoherent network PRTC (Primary Reference Time Clock) 機能ブロックの定義、G.8275.1 (時刻位相同期のためのPTPテレコムプロファイル) とG.8275.2 (部分的に同期機能を有する網における時刻位相同期のためのPTPテレコムプロファイル) 相互接続の関係整理等を追加して改訂した。G.8275.1はOTNクロック配信に関する記述を追加して改訂した。G.8275.2はIEEE 802.1AXのLAG (Link Aggregation) における機能モデルを追加する等して改訂した。その他、G.8271 (パケット網における時刻及び位相同期) において異なるモバイル通信事業者間の時刻同期誤差に起因する干渉について議論し、その結果を関連する3GPPにリエゾン送付した。

5.5 課題14 (Q.14) 伝送システム及び装置の管理と制御

共通装置管理要求条件、技術・プロトコル非依存な情報モデル、各技術 (OTN, Ether, MPLS-TP) の装置管理及び管理情報モデルについて議論している。G.7710 (共通装置管理機能要求条件) はFEF (Fault Event Filtering) 機能に関する追加等して改訂した。G.7712 (DCN構成と仕様) はSDNに関する記述を追加する等して改訂した。また、G.7721 (同期装置の管理要求条件と情報モデル) に関連して、データモデルに関する新規勧告をG.7721.1として議論開始することになった。

課題12のG.807に対応するG.876 (光伝送媒体管理要求条件と情報モデル) については光パラメータ管理要素に関する議論等を行った。その他、Ethernet及びMPLS-TPのプロトコル非依存装置管理情報及びデータモデルに関してFlexibleEtherの記述追加、YANGモデル化等について議論した。IMT-2020/5Gモバイルのためのメトロ域伝送網に関しては新たにG.mtn-mgmt (MTN管理) を勧告化する方針である。

5. おわりに

SG15はITU-T最大のSGとして、多数の提出寄書と関連文書に関する議論、勧告文書作成・審議を2週間の会期中に行ったが、引き続き十分な議論を行うために、次回本会合までの間に表3に示す多数の中間会合が予定されている。次回SG15本会合は、2020年1月25日に催されるIEEE 802.1及び802.3ワーキンググループとの共同ワークショップ後、2020年1月27日から2月7日までジュネーブで開催される予定である。



■表1. 各課題名とラポータ

課題	課題名	ラポータ
WP1: アクセス、ホーム、スマートグリッド伝送網 (議長: Tom STARR、米国 AT&T) (副議長: Ian HORSLEY、英国 BT)		
Q.1	アクセス及びホームネットワーク伝送標準の調整	正) J-M FROMENTEAU、米国 Corning 副) Dekun LIU、中国 Huawei
Q.2	アクセス網における光システム	正) Frank EFFENBERGER、米国 Futurewei 副) 可児 淳一、日本 NTT
Q.4	メタリック線によるブロードバンドアクセス	正) Frank VAN DER PUTTEN、ベルギー Nokia 副) Les BROWN、中国 Huawei 副) Miguel PEETERS、米国 Broadcom
Q.15	スマートグリッド向け通信	正) Stefano GALLI、米国 Futurewei 副) Paolo TREFFILETTI、イタリア STMicroelectronics
Q.18	ブロードバンド宅内ネットワーク	正) Les BROWN、中国 Huawei 副) Marcos Martinez、米国 Maxlinear
WP2: 光技術及び物理的設備 (議長: 荒木 則幸、日本 NTT) (副議長: Pete ANSLOW、カナダ Ciena)		
Q.5	光ファイバとケーブルの特性と試験法	正) 中島 和秀、日本 NTT
Q.6	陸上伝送網における光システムの特性	正) Peter STASSAR、中国 Huawei 副) Pete ANSLOW、カナダ Ciena
Q.7	光部品、サブシステムの特性	正) Bernd TEICHMANN、ドイツ Nokia
Q.8	光ファイバ海底ケーブルシステムの特性	正) Omar Ait SAB、フランス Alcatel-Lucent
Q.16	光基盤設備及びケーブル	正) Edoardo COTTINO、イタリア SIRTl SpA
Q.17	光ファイバケーブル網の保守・運用	正) 戸毛 邦弘、日本 NTT 副) Xiong ZHUANG、中国 MIIT
WP3: 伝送網特性 (議長: Malcolm BETTS、中国 ZTE) (副議長: Glenn PARSONS、カナダ Ericsson)		
Q.10	伝送網OAM	正) Jessy ROUYER、米国 Nokia
Q.11	伝送網の信号構造、インタフェース及びインタワーキング	正) Steve GORSHE、米国 Microsemi 副) Tom HUBER、米国 Infinera
Q.12	伝送網アーキテクチャ	正) Stephen SHEW、カナダ Ciena 副) Paul Doolan、米国 Infinera
Q.13	網同期及び時刻分配特性	正) Stefano RUFFINI、スウェーデン Ericsson 副) Silvana RODRIGUES、カナダ IDT
Q.14	伝送システムと装置の管理と制御	正) Hing-Kam LAM、中国 Fiberhome 副) Scott MANSFIELD、カナダ Ericsson

■表2-1. 今会合で承認されたTAP勧告一覧 (Approval)

勧告番号	種別	標題	課題
WP1 (1件)			
G.9700	改訂	Fast access to subscriber terminals (G.fast) – Power spectral density specification	Q.4

■表2-2. 今会合で凍結されたTAP勧告一覧 (Determination)

勧告番号	種別	標題	課題
WP1 (2件)			
G.9710 (ex. G.mgfast-PSD)	新規	Multi-gigabit fast access to subscriber terminals (MGfast) – Power spectral density specification	Q.4
G.9964 Amd.3	改正	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers – Power spectral density specification – Amendment 3	Q.18



■表2-3. 今会合で合意された勧告一覧 (Consent)

勧告番号	種別	標題	課題
WP1 (12件)			
G.984.2 Rev	改訂	Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON) : Physical Media Dependent (PMD) layer specification	Q.2
G.988 Amd.2	改正	ONU Management and Control Interface (OMCI) specification	Q.2
G.989.2 Corr. 1	訂正	40-Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2) : Physical media dependent (PMD) layer specification	Q.2
G.9803 Amd.1	改正	Radio over fibre systems	Q.2
G.hsp.Req	新規	Higher Speed Passive Optical Networks : Requirements	Q.2
G.998.4 Cor.1	訂正	Improved impulse noise protection for digital subscriber line (DSL) transceivers : Corrigendum 1	Q.4
G.9701 Cor.1	訂正	Fast access to subscriber terminals (G.fast) –Physical layer specification : Corrigendum 1	Q.4
G.9701 Amd.1	改正	Fast access to subscriber terminals (G.fast) –Physical layer specification : Amendment 1	Q.4
G.9960 Cor.1	訂正	Unified high-speed wire-line based home networking transceivers–System architecture and physical layer specification : Corrigendum 1	Q.18
G.9960 Amd.1	改正	Unified high-speed wire-line based home networking transceivers–System architecture and physical layer specification : Amendment 1	Q.18
G.9961 Cor.1	訂正	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers–Data link layer specification : Corrigendum 1	Q.18
G.9961 (2018) Amd.1	改正	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers–Data link layer specification : Amendment 1	Q.18
WP2 (2件)			
G.671	改訂	Transmission characteristics of optical components and subsystems	Q.7
L.208 (ex L.fdb)	新規	Requirements for passive optical nodes : Fibre distribution boxes	Q.16
WP3 (25件)			
G.8133 (ex G.mtdh)	新規	Dual-Homing Protection for MPLS-TP Pseudowires	Q.10
G.8013 Cor. 2	訂正	Operation, administration and maintenance (OAM) functions and mechanisms for Ethernet-based networks Corrigendum 2	Q.10
G.8021 Cor. 1	訂正	Characteristics of Ethernet transport network equipment functional blocks Corrigendum 1	Q.10
G.8132 Cor. 1	訂正	MPLS-TP shared ring protection Corrigendum 1	Q.10
G.709/Y.1331 Cor.2	訂正	Interfaces for the optical transport network (OTN)	Q.11
G.798 (2017) Amd.2- Included planned Cor.2	改正	Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks-Amendment 2	Q.11
G.808.2	改訂	Generic protection switching-ring protection	Q.11
G.7041 (2016) Amd.1	改正	Generic framing procedure	Q.11
G.807 (ex G.media)	新規	Generic functional architecture of the optical media network	Q.12
G.872	改訂	Architecture of the optical transport network (OTN)	Q.12
G.8261	改訂	Timing and synchronization aspects in packet networks	Q.13
G.8262.1 Amd.1	改正	Timing characteristics of an enhanced synchronous equipment slave clock-Amendment 1	Q.13
G.8265.1 Amd.1	改正	Precision time protocol telecom profile for frequency synchronization-Amendment 1	Q.13
G.8271.1/Y.1366.1 (2017) Amd.2	改正	Network limits for time synchronization in Packet networks-Amendment 2	Q.13
G.8272.1/Y.1367.1 Amd.2	改正	Timing characteristics of enhanced primary reference time clocks-Amendment 2	Q.13
G.8273.2	改訂	Timing characteristics of telecom boundary clocks and telecom time slave clocks	Q.13
G.8275 Amd.2	改正	Architecture and requirements for packet-based time and phase delivery–Amendment 2	Q.13
G.8275.1 Amd.3	改正	Precision time protocol telecom profile for phase/time synchronization with full timing support from the network–Amendment 3	Q.13
G.8275.2/Y.1369.2 (2016) Amd 3	改正	Precision time protocol telecom profile for phase/time synchronization with partial timing support from the network–Amendment 3	Q.13
G.7710	改訂	Common equipment management function requirements	Q.14
G.7712/Y.1703	改訂	Architecture and specification of data communication network	Q.14



■表2-4. 今会合で同意された文書一覧 (Agreement)

文書番号	種別	標題	課題
WP1 (1件)			
G.sup.66	補足文書	5G Wireless Fronthaul Requirements in a PON Context	Q.2
WP3 (1件)			
G.Sup.5gotn	補足文書	Application of OTN to 5G Transport	Q.11

■表2-5. 今会合で削除提案された文書一覧 (Recommendations proposed for deletion)

文書番号	種別	標題	課題
WP2 (2件)			
L.125/L.14	削除	Measurement method to determine the tensile performance of optical fibre cables under load	Q.16
L.255/L.17	削除	Implementation of connecting customers into the public switched telephone network (PSTN) via optical fibres	Q.16

■表3. 次回SG本会合及びそれまでに予定されている中間会合

課題	期日	開催場所	議論内容
SG15本会合	2020/1/27-2/7	Geneva, Switzerland/ITU-T	第5回全体会合
Q.2	2019/10/21-24	Düsseldorf, Germany/Vodafone	Q.2全般
Q.4	2019/9/23-27	Madrid, Spain/ASSIA	Q.4全般 (G.dpmを除く)
Q.4	2019/11/11-15	TBD/TBD	Q.4全般 (G.dpmを除く)
Q.18	2019/9/9-12	Geneva, Switzerland/ITU-T	Q.18全般
Q.18	2019/12/9-12	Barcelona, Spain/MaxLinear	Q.18全般
Q.6	2019/10/29-31	Geneva, Switzerland/ITU-T	G.698.1, G.698.2, G.698.4
Q.11	2019/10/28-11/1	Amsterdam, Netherland/Huawei	G.709, G.709.4, G.8023, FEC, G.Sup.sub1G, G.Sup58, G.798, G.Sup-otnsec
Q.11&12	2019/9/16-20	Gothenburg, Sweden/Ericsson	MTN-related topics
Q.12&14	2019/10/21-25	Seoul, Korea/ETRI	Q12 : all Q12 topics with the exception of MTN Q14 : all Q14 topics with higher priority on the MCC works, including G.7718 and G.7719
Q.13	2019/10/14-18	Lannion, France/Orange Labs and Nokia	- Progress on the definition of new time sync architectures (incl. Fronthaul), and clocks - Progress on cnPRTC ; - Progress the work on Sync OAM and Management - Start the work on Sync for G.mtn - Continue the work on the clock for the Partial timing support (G.8273.4) - Address comments on AAP, if needed
Q.14	2019/9/17-20	Gothenburg, Sweden/Ericsson	All Q14/15 topics with higher priority on the transport management requirement and modelling works, including MTN, Media, OTN, Ethernet, MPLS-TP, and Synchronization



ITU 無線通信局の宇宙業務に関する業務の紹介

国際電気通信連合 無線通信局 すみよし こういち
住吉 宏一



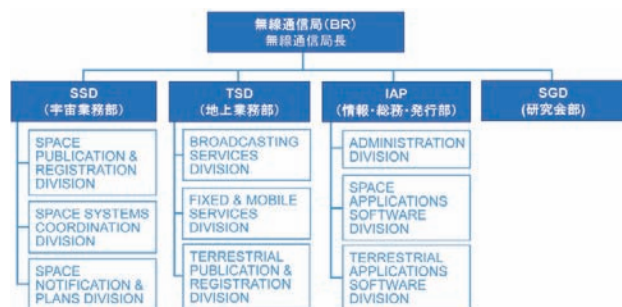
1. はじめに

私は、2017年9月から国際電気通信連合 (ITU) 無線通信局 (BR) 宇宙業務部に勤務している。この場をお借りして、無線通信局の業務と私の業務内容について紹介したい。

2. 無線通信局の紹介

読者の方は、ITU-Rの会議に参加したことはあっても、BRの職員や、BRが行っている業務について触れる機会は少ないのではないかと思います。そのため、まずはBRの構成について紹介させていただく。

BRの組織構成は図1のとおりであり、無線通信局長の下、宇宙業務部 (Space Services Department: SSD)、地上業務部 (Terrestrial Services Department: TSD)、情報・総務・発行部 (Informatics, Administration & Publications Department: IAP)、研究会部 (Study Groups Department: SGD) が置かれている。BRには総勢130名程度の職員が勤務している。



注: SSD: Space Services Department, TSD: Terrestrial Services Department, IAP: Informatics, Administration & Publications Department, SGD: Study Groups Department

■図1. 無線通信局の構成

宇宙業務部と地上業務部は、無線通信規則 (Radio Regulations: RR) に基づき、衛星業務、地上業務それぞれの無線局に関する周波数あるいは衛星軌道等の情報の提出を主管庁から受け付けている。そして、それらの情報がRRの基準に合致するか審査したり、関係する主管庁間の調整を求めたり、国際周波数登録原簿 (Master International Frequency Register: MIFR) に周波数を登録したりしている。

情報・総務・発行部は、BR内の総務的な業務のほか、衛星業務、地上業務それぞれで主管庁が各種書類をBRに提出する際、あるいはBRが審査や内部処理を行う際のアプ

リケーションの開発やデータベースの整備等を行っている。

研究会部は、ITU-Rの各種会合の運営や審議の支援を行っている。

この中で、私は、BR内で各主管庁の衛星網の国際調整手続を管轄する宇宙業務部に在籍している。

衛星網の国際調整手続は、各主管庁が運用する衛星網の周波数や衛星軌道に関して、(1) 各主管庁がRRに規定された資料をBRに提出し、(2) 提出された資料についてBRが審査を行い、(3) BRから各国へ照会し、(4) 関係する主管庁同士が調整を行い、(5) 主管庁がMIFRに周波数と軌道の登録手続を行い、(6) BRがMIFRに登録を行う、といった一連の手続である。このため、国際調整は衛星網の運用開始の2〜7年程度前から始まり、何年もの非常に長期の時間を要する手続である。

これらの国際調整手続の各工程において、宇宙業務部の無線通信エンジニアが主管庁から提出された資料について、RRへの技術適合性の審査、既存の衛星網との干渉検討等の技術的な検討を行っている。

3. 私の業務の紹介

私は、宇宙業務部の中で、各主管庁から受領した各種資料がRRに適合するか審査して各国に照会・公表する資料を作成したり、衛星網の周波数及び軌道をMIFRに登録したりするSpace Publication and Registration Division (SPR) という課に所属している。

そして、私の業務は、衛星網の国際調整手続における各主管庁からの資料の提出や、受領した資料のBR内の審査など一連の手続のためのオンラインシステムの開発である。

これまで、国際調整手続における各主管庁からBRへの資料の提出方法は、電子メールとファックスまたは郵便の併用であった。そのため、BRへのファックスの未達がしばしば生じ、問題となっていた。また、各主管庁からBRへ資料を提出する際は、特殊なファイル形式のデータベースを電子メールに添付して提出することとされていたため、セキュリティポリシー上の理由で各主管庁から送信できない、BRのメール受信時にファイルが欠落している、ファイルの拡張子を変更して送信する必要がある等の問題が生じていた。



こういった背景から、衛星網の国際調整手続の迅速化、効率化を目的に、2015年の世界無線通信会議（WRC-15）において、主管庁からBRへ提出する資料のオンライン申請システムをBRが開発することが決議908（WRC-15改）により決議された。現在、この決議に基づきBRにおいてシステム開発が進められているところである。

私は、このオンラインシステムの開発プロジェクトの全体管理を行っており、BR内の開発部署やシステムのユーザである主管庁、宇宙業務部内の職員と連携を図りながら、要求仕様書の作成、開発の進捗管理、ベータ版の各種テストの実施、ユーザ向けホームページやマニュアル類の整備、ユーザへのヘルプデスク対応、さらには、機能拡充のための企画と開発管理等の多岐にわたる業務を行っている。

本システムの一部機能は2018年8月1日から稼働を開始し、各主管庁からBRへの資料提出は本システムによるオンライン申請が義務化された。こちらのURLが本システムのWebページなので、ご関心がある方はご覧いただきたい。

<https://www.itu.int/en/ITU-R/space/e-submission/Pages/default.aspx>

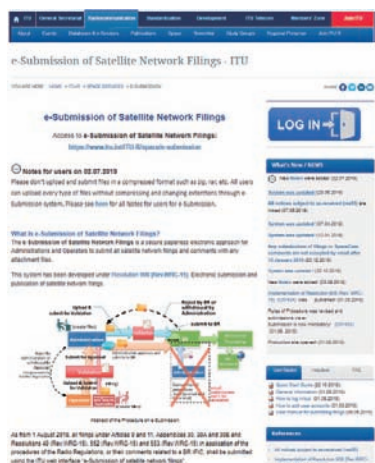


図2. オンライン申請システムのポータルサイト

現在のところ、本システムは各主管庁からBRへのオンライン申請と、受領後のBRの一部の内部処理が主な機能であり、随時機能の拡充を進めている。最終的には、BRがオンライン上で申請書類を審査したり、主管庁とBRとの間のやり取りを全てオンライン化したり、BRから各主管庁に発出、公開する資料もオンラインで作成できるようにするなど、あらゆる国際調整手続のオンライン化を目指して開発を進めている。

近年、小型の非静止衛星の打上げ数の増加、何千もの衛星で構成されるコンスタレーション衛星の登場など、衛星の打上げ数の増加と衛星ネットワークの複雑化により、BR

の事務処理の増加や処理時間の長期化が生じている。また、主管庁とBRとの間のやり取りも煩雑化してきている。そのため、ITの活用による手続の迅速化、処理の効率化が非常に求められているところである。

本開発プロジェクトは日本の拠出金の支援によるものが、各主管庁の作業の効率化や迅速化だけでなく、BRの業務と衛星に関わる国際調整全体の効率化や迅速化につながるものである。さらには、BRを含めた衛星通信業界全体の業務改革につながるため、BR内でも非常に効果が期待されているとともに、日本が世界に貢献しているプロジェクトとなっている。

4. システムの開発手法について

BRで特徴的だと感じるのは、宇宙業務部及び地上業務部それぞれに対応したITシステムやアプリケーションの開発部署がBR内に置かれている点である。主管庁がBRに提出する情報の項目やフォーマットはRRや決議等で詳細に規定されている。このため、主管庁がBRへの申請資料を作成する専用ソフトウェアや各種手続の管理システムをBRが直接開発、運用している。また、国際調整手続の過程で主管庁からBRに提出された無線局情報のデータベースの運用管理もBR自身で行っている。

私の担当するプロジェクトでも、総務部内のITエンジニアと綿密な調整を重ね、BR自身で直接開発を進めている。

本システムは高度に専門的な内容であり、また、WRCによるRRの改正、SGやRRB（無線通信規則委員会）の議論を踏まえた手続の変更に伴う仕様の変更が頻繁に生じる。そのため、実際にシステムを利用する宇宙業務部の職員や主管庁の要望、衛星通信を取り巻く環境の変化に柔軟に対応しながら、RRの知見を持ったBR内のITエンジニアが開発に携わる環境は本システムの開発にとって利点であると感じている。

5. おわりに

本稿では、BRの業務や私自身の業務について紹介させていただいた。

日本においても、宇宙産業の成長や宇宙利用の高度化が目指されているが、日本が支援しているオンラインシステムが世界各国により一層活用されることにより、衛星調整がより円滑、迅速に進み、周波数や衛星軌道の迅速な割当てや有効活用、ひいては世界的な宇宙業界の発展や、衛星通信を活用した多様なICTサービスの提供や拡大につながることを願っている。



シリーズ! 活躍する2019年度日本ITU協会賞奨励賞受賞者 その1

いし い み な み
石井 美波

一般社団法人電波産業会 研究開発本部 移動通信グループ
ishiimi@nttdocomo.com
<https://www.arib.or.jp/>



2016年から日本代表団の一員としてITU-R WP5Dの全7会合に参加。IMT-2020等に関するITU-R勧告・レポートの策定、改訂の促進及び日本提案の勧告・レポートへの反映に貢献。今後、ITU-R以外の会合でも国際標準化活動への貢献が期待できる。

ITU-R WP5Dでの日本代表団事務局活動

この度は、日本ITU協会賞奨励賞を表彰いただき、誠にありがとうございました。これもひとえに電波産業会並びにITU-R WP5D日本代表団の関係者の皆様のご指導のたまものと、感謝いたしております。

2016年、ITUではIMT-2020という名称で呼ばれる第5世代移動通信システム（5G）の標準化作業を行っており、回章5/LCCE/59 IMT-2020において、地上系のIMT-2020無線インタフェースの技術候補の提案を広く呼びかけました。これを受けて、日本国内でもIMT-2020無線インタフェースの技術候補の提案募集を行いました。

国内各社は、3GPPにおいて5Gの仕様作成の初期段階から積極的に参画していましたので、当初、国内から3GPP以外の無線インタフェース提案は出てこないと予想していました。しかし、その場合でも、第3及び第4世代移動通信システムでは日本からITUに提案入力を行ってきたのに対し、今回は提案入力を行わないこととした場合の懸念、一方、提案入力することとした場合、3GPPの無線インタフェース提案と差分があるのか、差分がない場合、何をもって提案とするのか、また、他国の提案に対する対応方針案の策

定など、様々な対応の検討が必要となりました。加えて、当初想定していなかった、要素技術に関する提案の入力もありましたので、この提案の対処についても併せて検討する必要がありました。

上記の対応を進めていく中で、会合出席者の主張やその主張の背景を十分に聞き、相手の立場を理解した上で議論を進めることの重要性を学びました。

また、相手の立場を尊重しつつも、その主張を互いに聞き入れることができない場合もありました。しかし、そのような場合でも、日本代表団を含めた経験豊富な方々が、過去の進め方や、その経緯、現在の状況等を共有し、参加者間で議論を重ねていくことで双方の態度が徐々に軟化し、建設的な代替案を提案することで、平行線をたどっていた議論を前進させることができることも学びました。

異動のため、IMT-2020無線インタフェースの策定まで本活動を継続することはできませんでしたが、ITU-R WP5Dでの日本代表団事務局活動で得た上記の経験を活かし、今後、国際標準化・国際協調等に貢献していきたいと考えています。



いちかわ えいいちろう
市川 栄一郎

東日本電信電話株式会社 東京オリンピック・パラリンピック推進室
eiichiro.ichikawa@east.ntt.co.jp
<https://www.ntt-east.co.jp>



青年海外協力隊として2年間ジャマイカでのICT人材育成に従事。JICA沖縄国際センターでは3年半にわたり世界各国からの研修生に対して技術指導を実施し、当該国のICT普及に大いに貢献。今後も経験を活かし、国際協力案件の形成が期待される。

ICT人材の育成活動を通じた国際協力

この度は、日本ITU協会賞奨励賞を頂き、大変光栄に存じます。日本ITU協会並びに、ご指導・ご鞭撻いただきました関係者の皆様に、厚く御礼申し上げます。

私とICTを通じた国際協力の関わりは、2000年12月から2年間参加したJICA青年海外協力隊からです。ジャマイカの教員養成短期大学のICT科に派遣され、ネットワークにつながっていなかったラボのPCをインターネットに接続するLAN環境の構築とその後の維持管理を行いました。構築時には、現地の同僚に必要性・利便性を説明し、協力してもらうことができました。そして、構築後はラボにICT科以外の学生も多く訪れ、文献調査やレポート作成にインターネットを積極的に活用するなど、ネットワークの利便性や重要性を感じてもらうことができました。

2005年からは3年半にわたり、NTT東日本国際室に所属し、JICA沖縄国際センターにてコンピュータコースでのインストラクター業務に従事しました。本コースには、プロジェクト管理、プログラミング、ネットワーク、情報セキュリティなど8つのサブコースがあり、私はネットワークコースのリーダーとして企画、講義、コースの全体運営をしました。特に、研修員が帰国後に日本で習得した知識・スキルをどう活用

するかというアクションプランの策定に力を注ぎました。

現地の状況は研修員に一から説明してもらう必要がありますが、私は研修員と何度も打合せをして課題について議論し、実現可能性を高めるために具体的な計画にしていきました。そして研修員の帰国後も連絡を取り合いながら、研修員が経験を活かして現地で活躍してくれるように支援してきました。帰国研修員とは現在もSNS等でつながり、友人としての関係が続いています。

その後、2014年から再びNTT東日本国際室で国際協力案件の創出に取り組みました。案件を創りあげることには多くの困難がありましたが、異動の直前にブータンの防災関連案件の創出に携わり、現地の人たちとの強い信頼関係でつながる現地専門家、日本及び現地のJICA、NTT東日本関係者の思いが繋がってプロジェクト案件化のきっかけを創ることができました。

振り返ってみると、現地の人たちとの信頼関係とプロジェクトに参画する関係者の熱い思いが周囲を動かし、国際協力プロジェクトを成功に結び付けていると思います。今後も現地との人間関係を大事にしながら国際協力に関わっていきたいと思っています。

ITUAJより

編集後記

情報通信白書とは、総務省が情報通信の分野における産業の現況や政策の動向などを取りまとめた年次で刊行している文書です。令和元年版の特集テーマは、「進化するデジタル経済とその先にあるSociety 5.0」です。ショルダーホン、パソコン通信といった懐かしい言葉が街を賑わせてから今に至るまで、携帯電話とネットが発展した一方、企業でのICT利用が進まず、「電子立国・日本」の栄光に影が差していった平成を振り返るとともに、デジタルプラットフォームやAIなどの新潮流、メディア環境の変化としての世論の二極化やネット炎上といった現状への踏み込み、今後の日本社会に必要な改革や課題、新たな働き方、地方のチャンスといったキーワード等、これまで、今、これからについて考えさせられる内容となっています。

本号スポットライト「令和元年版情報通信白書の概要」で、そのアウトラインが説明され、全文公開されているURLも紹介されています。ぜひ一読ください。

ITUジャーナル読者アンケート

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

編集委員

委員長	亀山 渉	早稲田大学
委員	山口 典史	総務省 国際戦略局
〃	吉川 滂	総務省 国際戦略局
〃	伊藤 未帆	総務省 国際戦略局
〃	羽多野一磨	総務省 総合通信基盤局
〃	成瀬 由紀	国立研究開発法人情報通信研究機構
〃	岩田 秀行	日本電信電話株式会社
〃	中山 智美	KDDI株式会社
〃	福本 史郎	ソフトバンク株式会社
〃	熊丸 和宏	日本放送協会
〃	山口 淳郎	一般社団法人日本民間放送連盟
〃	側島 啓史	通信電線線材協会
〃	中兼 晴香	パナソニック株式会社
〃	牧野 真也	三菱電機株式会社
〃	東 充宏	富士通株式会社
〃	飯村 優子	ソニー株式会社
〃	江川 尚志	日本電気株式会社
〃	岩崎 哲久	東芝インフラシステムズ株式会社
〃	中平 佳裕	沖電気工業株式会社
〃	三宅 滋	株式会社日立製作所
〃	金子 麻衣	一般社団法人情報通信技術委員会
〃	杉林 聖	一般社団法人電波産業会
顧問	齊藤 忠夫	一般社団法人ICT-ISAC
〃	橋本 明	株式会社NTTドコモ
〃	田中 良明	早稲田大学

編集委員より

健常者と障害者の共存を考える

株式会社日立製作所

みやけ しげる
三宅 滋



ちょうど2年前の巻末言でも書かせていただきましたが、今回もバリアフリーについて、特に健常者と障害者の共存（インクルージョン）について課題と感ずる点を書きたいと思います。

ひとつは技術の進歩と法制度のギャップです。難聴者には重要な補装具であるデジタル補聴器や人工内耳も国内外メーカーが新製品を発表しています。補聴器では、高音域の性能が格段に改善したり、聴き取りに必要な音を強調する機能が充実したりするなど、障害を持つかたへの技術によるサポートは確実に進歩していると感じます。その反面、制度が壁となり新技術を試せない状況もありました。人工内耳と補聴器が連動して立体的な音場を表現できる製品が海外では1年ほど前から市販されていますが、国内の医療機器認証制度では想定外の組合せのために認証が困難でした。補聴器は管理医療機器、人工内耳は高度管理医療機器と認証クラスが異なり、調整を担当する資格者が異なるため、現行の制度では販売が難しいのだそうです。いくつかの障害者向けサービスでも、残念なことに技術の進歩に制度が追いついていなかったり、自治体によって対応が異なったりしています。

もうひとつは「障害者差別解消法」にうたわれている「合理的配慮」の判断基準です。この法律では、障害を理由に不利な扱いを受けないよう、過度な負担とならない範囲で障害者に配慮する努力義務を規定しています。重度難聴の息子も就学しましたが、健聴のお子さんとまったく同じように過ごすことは難しく、先生がたに多くの配慮をいただいて学校生活を送っています。しかし、「合理的配慮」には基準がなく、どのような配慮までお願いできるか、手探りで進んでいかねばなりません。

法律や制度は、技術の進歩や社会環境の変化に合わせて定期的な見直しをシステムティックに行われるのが望ましく、インクルージョンの実現には、国際標準規格と同様に、技術と制度の両輪から時節に合った基準を絶えず更新する必要があると感じます。

[注] 一般的な表記を「障害者」、法律の名称など特定の場合は「障害者」と表記しました。

ITUジャーナル

Vol.49 No.10 2019年10月1日発行／毎月1回1日発行

発行人 福岡 徹

一般財団法人日本ITU協会

〒160-0022 東京都新宿区新宿1-17-11

BN御苑ビル5階

TEL.03-5357-7610 (代) FAX.03-3356-8170

編集人 岸本淳一、大野かおり、石田直子

編集協力 株式会社クリエイティブ・クルーズ

©著作権所有 一般財団法人日本ITU協会



一般財団法人 日本ITU協会