

ITU ジャーナル 5

Journal of the ITU Association of Japan
May 2021 Vol.51 No.5

特集

eスポーツ最前線 その1

日本の動向と課題について

国内外のeスポーツ動向と企業戦略

eスポーツの医療・福祉分野への活用とアクセシビリティへの課題

スポットライト

グローバル・ビジネスレビュー

～国際競争に打ち勝つための戦略的取組事例～

Time of Flight方式デプスカメラとセンサー技術

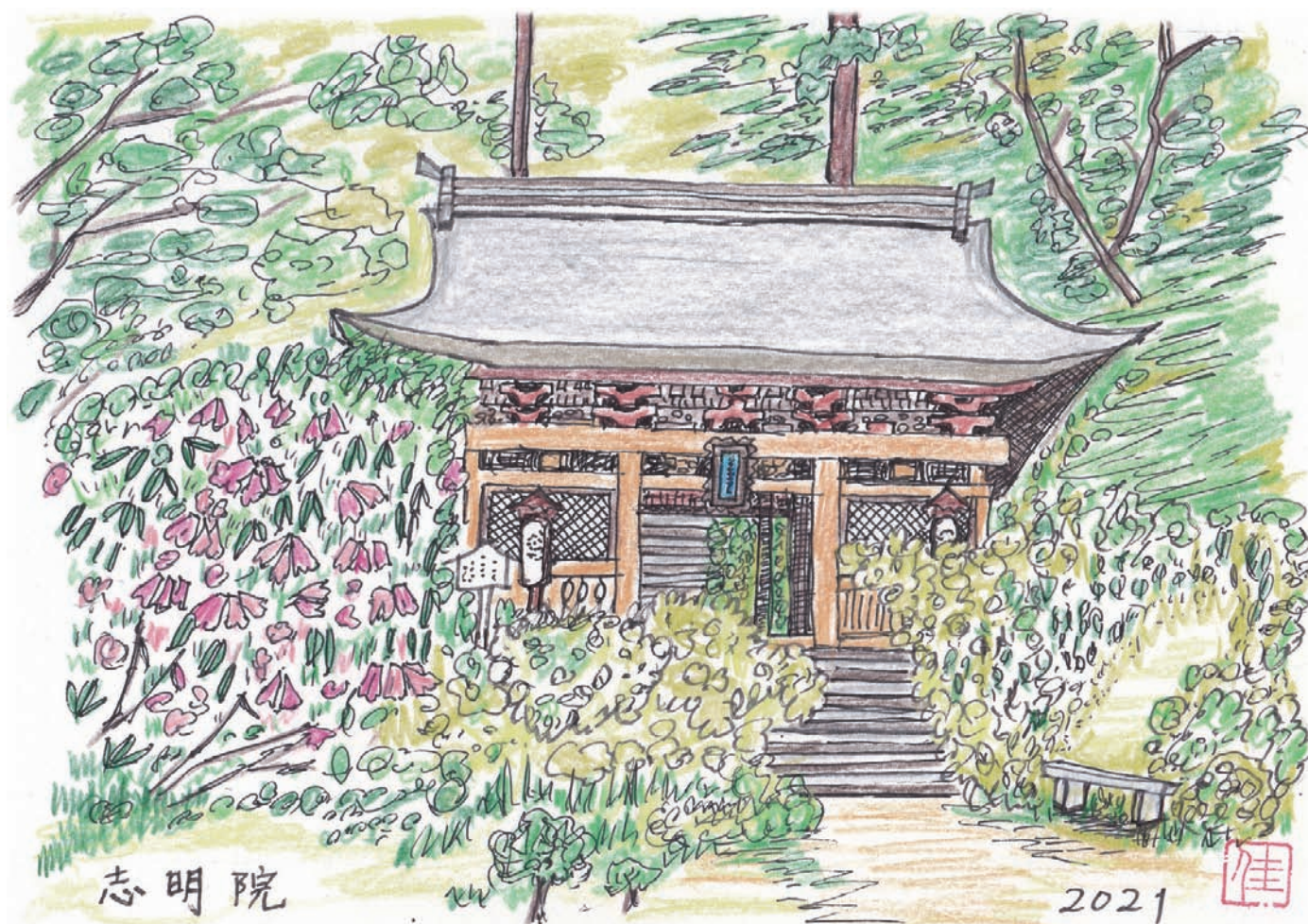
6Gに向けたテラヘルツ波通信技術の動向

テラヘルツ波帯の無線通信規則の改定と今後の展望

会合報告

ITU-R:SG4 (衛星業務)

ITU-T:FG-AN (自律型ネットワーク)



志明院

2021



特集

eスポーツ最前線 その1

日本の動向と課題について

3

岡安 学

国内外のeスポーツ動向と企業戦略

7

岩田 理史／グリーン・コーディー

eスポーツの医療・福祉分野への活用とアクセシビリティへの課題

11

田中 栄一

スポット
ライト

グローバル・ビジネスレビュー

15

～国際競争に打ち勝つための戦略的取組事例～

総務省 国際戦略局 通信規格課／金子 麻衣

Time of Flight方式デプスカメラとセンサー技術

18

安 陽太郎

6Gに向けたテラヘルツ波通信技術の動向

22

寶迫 巖

テラヘルツ波帯の無線通信規則の改定と今後の展望

26

小川 博世

会合報告

ITU-R SG4(衛星業務)関連WP会合及びSG4会合報告

30

服部 理

ITU-T FG-AN会合報告

33

ウォン・レオン



〔表紙の絵〕

NPO法人次世代エンジニアリング・イニシアチブ 理事 池田佳和

●岩屋山志明院（京都市北区）

鴨川源流の湧水が山深い里にある。歌舞伎十八番「鳴神」の舞台がここ。祈禱成就の約束を反故にされ、鳴神上人は雨を降らず電神を滝壺に封印したため国中が干ばつに。上人の呪縛を内裏美女による色仕掛けで解決する物語である。5月にはシャクナゲが美しく咲く。

この人・
あの時

**シリーズ！ 活躍する2020年度
日本ITU協会賞奨励賞受賞者 その3**

37

鴨田 浩和／斉藤 洋之

免責事項

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

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



ITU (International Telecommunication Union 国際電気通信連合) は、1865年に創設された、最も古い政府間機関です。1947年に国際連合の専門機関になりました。現在加盟国数は193か国で、本部はジュネーブにあります。ITUは、世界の電気通信計画や制度、通信機器、システム運用の標準化、電気通信サービスの運用や計画に必要な情報の収集調整周知そして電気通信インフラストラクチャの開発の推進と貢献を目的とした活動を行っています。日本ITU協会 (ITUAJ) はITU活動に関して、日本と世界を結ぶ橋として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。



日本の動向と課題について

eスポーツジャーナリスト おかやす まなぶ
岡安 学



新たなエンターテインメントとして注目されているeスポーツは、急速に認知度を高め、普及し始めている。特にeスポーツ元年と呼ばれる2018年から勃興し、5年後となる2023年には日本のeスポーツ市場規模が3倍以上の153億円になると見られている。

急速に知名度を上げた理由は、日本に先んじて海外で盛んに行われており、大会の規模や賞金額が、フィジカルスポーツに引けを取らないものとなっていたからだ。当時、eスポーツ大会でもっとも賞金額を出していた『DOTA2』は、賞金総額26億円と、メジャースポーツ並の賞金額となっていた。さらに、『リーグ・オブ・レジェンド』の世界大会である「League of Legends World Championship（通称ワールズ）」の2019年の大会では、配信動画の同時視聴者数が2180万人を記録した。

eスポーツを普及する上で、競技団体をまとめる必要性から、いくつかのeスポーツ団体が集まり、JeSU（日本eスポーツ連合）が発足したのも2018年だ。

日本でもその世界の潮流に乗り、eスポーツが注目され始めたが、普及に障害となる賞金に関する3つの法律が立ち上がった。ひとつは景品表示法。ゲーム大会では、そこで扱われるタイトルのゲームを購入した人が有利になるとし、販促の一環だと見られると考えたメーカーがおり、そのため、賞金額がゲームの販売価格の20倍、もしくは10万円のどちらか低い方に合わせた金額しか出せないとしていた。しかし、これは後に消費者庁が人前でプレイし、興行性のある大会であれば、出場者が大会でプレイすることは仕事とみなすことができるという見解を発表した。仕事の報酬であることで、景品表示法による賞金額の上限の撤廃が事実上行われた。次に刑法賭博罪。大会参加者から参加費を集め、それを賞金とするのは、刑法賭博罪に当たるという見解だ。これも後に参加費が大会運営費にのみ使われ、スポンサーなど参加者以外の協賛で賞金を出すことも認められた。最後に風俗営業法。ゲームセンターで大会を開く場合、大会の成績によって賞品、もしくは賞金の差異を出してはならないというものだ。これにより参加者全員に参加賞として配布するか、大会とは別にじゃんけんや抽選によって当選者を決めなくてはならなかった。この件に関

しては、ゲームセンターではいまだに禁止されているが、eスポーツ施設がゲームセンターであるかというグレーゾーンを解消し、ゲームセンターに適応させる風営法には当たらないとしている。

特に、景品表示法の解釈が仕事の報酬であることとしたことで一気に日本でも高額賞金の大会の開催が可能となり、eスポーツの注目度を上げたと言える。

『Shadowverse』の世界大会である「Shadowverse World Grand Prix」は優勝賞金1億1000万円と日本での最高額を掲げており、他にも『モンスターストライク』の全国大会である「モンスターグランプリ」は、優勝賞金6000万円と、こちらも国内ゴルフや将棋竜王戦を超える金額となっている。

賞金問題に関しては大筋で問題が解決に至っていると言えるが、いくつか未解決の問題もある。それが未成年への報酬だ。景品表示法において、賞金は仕事の報酬となった以上、それは未成年であろうと就学児童であろうと変わりはない。しかし、JeSUが認めるプロライセンス制度では、13歳以上15歳以下の選手をジュニアライセンスとし、賞金の受け取りができないとしている。子役などの芸能人やオリンピック選手のメダリストとなり報奨金を得た選手の中には、ジュニアライセンスの規定年齢の選手や芸能人もおり、仕事の報酬を得ている以上、eスポーツのみ権利を剥奪しているのは筋が通っていないとも言える。奨学金として支払われたり、規定年齢に達した時までプールするなど、や



■図1. Shadowverse World Grand Prix 2018で優勝し、賞金100万ドル（約1億1000万円）を獲得したふえぐ選手



りようはいくらでも考えられる。

徐々に知名度を上げ、市民権を得始めたeスポーツだが、それでも一般的には存在を認められない人も多い。中学生がなりたい職業のランキングにeスポーツプレイヤーがランクインする反面、eスポーツをただの遊びと捉え、プレイすることに反対する人は少なくない。

世界的スポーツイベントにeスポーツを取り入れるかの論争もその一端だ。オリンピックではIOCがeスポーツを種目化することに難色を示していたが、コロナ禍やeスポーツを取り巻く環境が変わってきたことにより、検討する余地が出てきた。アジア競技大会では2018年に開催したジャカルタ・パレンバン大会でeスポーツをデモンストレーション競技として採用。2022年の中国・杭州大会では正式種目として採用が決定している。

日本でも国民体育大会の文化プログラムとして、2019年のいきいき茨城ゆめ国体から全国都道府県対抗eスポーツ選手権が行われている。2020年はコロナ禍で鹿児島国体や文化プログラムが延期となったが、全国都道府県対抗eスポーツ選手権はオンラインでの開催をし、2021年の三重とこわか国体でも全国都道府県対抗eスポーツ選手権の開催が決定した。

こういった国レベルの大会でeスポーツが取り上げられることで、さらなる理解度が高まっていくと見られる。ただ、問題点もある。扱われるタイトルが一企業が権利を持つコンテンツであり、スポーツのようなパブリックコンテンツではないことだ。これにより、一企業への優遇と捉えられることも考えられ、また、大会の放送や配信をする場合に権利関係がどこにあるのかを決めるのが困難であると見られる。

また、タイトルによっては暴力表現、性的表現などがあり、



■ 図2. 2019年にいきいき茨城ゆめ国体の文化プログラムの一環として開催された全国都道府県対抗eスポーツ選手権

自主規制ながらプレイ年齢制限が設けられている。大会視聴に関してそれらの制限がどのように働くかが微妙なところだ。

さらにeスポーツ側としても、オリンピックのような複合種目の大会の場合、人気スポーツと肩を並べて観戦されるかどうかは未知数だ。オリンピックで採用されていながらマイナースポーツとして存在する数多の種目と同様に、注目されない可能性もある。そうするとメーカー側としては費用対効果が薄い上、場合によっては放送や配信の権利をIOCに譲渡する可能性も考えると、参加するメリットは大きくないだろう。

最終的には国際スポーツ大会で常設競技として扱われる可能性はあるが、それはまだ先の話と言える。ちなみに、JeSUが発足した理由のひとつにオリンピックへの参加がある。先のバスケットボール団体が2つあることで、オリンピックへの参加が危ぶまれた例から、団体を1つにする目的があったからだ。なので、JeSUとしてはオリンピックへの参加を熱望している。

国際大会への参加以上に認知されるために必要なこととして、教育の現場への進出がある。2018年より開催された全国高校eスポーツ選手権は、毎日新聞社主催、サードウェーブ共催で開催された。毎日新聞社は選抜高校野球大会や全国高校駅伝、全国高校選抜ラグビー大会、全日本音楽コンクールなど高校生を対象としたスポーツ大会、コンクールを開催しており、それらと同等の高校生向けeスポーツイベントとして開催に至った。テレビ東京と電通が主催となり、同じく高校生を対象としたeスポーツイベントを2019年より開催した。

どちらも初回開催時では多くの高校や生徒の親からの理解が得られず、第1回全国高校eスポーツ選手権のeスポーツ部として参加したのは、岡山共生高校のみ。エントリーチーム数もロケットリーグ部門、リーグ・オブ・レジェンド部門合わせて153チームにとどまった。

しかし、回を重ねるごとにeスポーツに理解を示す高校が増え、第2回全国高校eスポーツ選手権のエントリー数は222チーム、第3回全国高校eスポーツ選手権のエントリー数は346と右肩上がりに増えている。先述したとおり、ほとんどのチームは部活動での参加ではなく、有志で仲間を募ったチームかコンピューター部など他の部活として参加していることがほとんどだったが、年を重ねるごとにeスポーツ部が発足し、そこから参加するようになった。これは全国高校eスポーツ選手権やSTAGE:0などの知名度が高まっただけでなく、サードウェーブが行った高校eスポーツ部支



援プログラムや横須賀市の「Yokosuka e-Sports Project」など、eスポーツ部の設立を目指す高校に、ゲーミングPCやディスプレイ、キーボードなどの無償レンタル（最大3年間無料）を行っていることも起因している。また、全国レベルの大会で、幕張メッセや舞浜アンフィシアターなど、大きな会場でプレイする子供の姿を見ることで、ゲームやeスポーツに対する印象を変えていったとも言える。



■ 図3. 第1回全国高校eスポーツ選手権の様子。
決勝戦は幕張メッセで行われた

北米教育eスポーツ連盟であるNASEFの日本版として、NASEF JAPANを発足。eスポーツ先進国である北米のeスポーツに対する教育のノウハウを活かし日本で展開している。先に説明したeスポーツ部の発足を願う生徒が通う高校の教諭や保護者などに対して、eスポーツへの対応に関する相談やeスポーツ部発足のための手助けも行っている。eスポーツが生徒に与える影響についての研究や、eスポーツを通じて教育するためのカリキュラムの作成、eスポーツ関連の職業に就くためのキャリアパスなど、多方面で活動中だ。

2021年からは大学生向けのeスポーツ大会として、「Japan University eSPORTS Championship : U-Champ. ～日本学生eスポーツ競技大会～」の開催も決定し、学生とeスポーツの関わりを深めている。

eスポーツ学科を設ける専門学校や高校も増え始めている。高校の場合は通信制高校で採用が始まっており、一般の履修科目に加え、eスポーツ関連の授業を展開する。専門学校は、選手育成、実況解説、大会運営、配信など様々な業務に携わるための科目が用意されている。

筑波大学は、茨城県、NTTe-Sports（詳しくは後述）、東日本電信電話株式会社 茨城支店と一緒にスポーツ科学とICTの融合によるeスポーツの健全な発展と普及に資する

研究開発や実証実験を行うことを目的に産学官の連携協定を締結した。

このようにeスポーツは、アカデミックな研究材料としても、中高生を中心とする子供たちへの教育の一環としても大きな関わりを見せ始めている。

eスポーツ元年の2018年から飛躍の年となった2019年、さらなる発展を見せる2020年となるはずだったが、新型コロナウイルスによりそのeスポーツの勢いも陰りをみせた。2020年3月に発令した緊急事態宣言により、多くのeスポーツイベントは中止、延期を余儀なくされた。これはeスポーツに限らず、ライブエンターテインメント全般の動きであり、演劇、スポーツ、音楽ライブなど様々なカテゴリーで大きな打撃となった。しかし、その中でも気を吐いたのがeスポーツだ。のちに無観客試合やライブ配信へのシフトチェンジを図ったライブエンターテインメントだが、その中でもeスポーツは、選手や司会、実況解説までリモートで大会を開ける利点があり、緊急事態宣言が解除される前からオフラインからオンラインへ切り替わった。eスポーツそのもののイベントだけでなく、フィジカルスポーツやモータースポーツなどがゲームを使ったエキシビションや大会を開き、リアルイベントの代替として展開した。テニストーナメントでは、Nintendo Switchの『マリオテニス エース』を使用し、大会が開かれた。錦織圭や大坂なおみといったトッププレイヤーとセレブリティ、インフルエンサーとペアを組み、大会を大いに賑わした。

F1グランプリでは、F1バーチャル・グランプリとして、『F1 2019』を使用し、代替大会を開催した。現役F1ドライバーとシムレーサー（プロゲーマー）が参戦し、全8戦を行った。レースゲームはシミュレーターの側面もあり、使用するコントローラーはゲーム機に付属したコントローラー以外に、ハンドルとアクセル、ブレーキが車と同じように使えるハンドルコントローラーを使用することもあり、ゲームとリアルの操作感覚に大きな違いを感じ得ない。そのため、プロドライバーとシムレーサーが対等な勝負をすることができ、F1バーチャル・グランプリのような形での開催ができた。

ライブエンターテインメントの中では比較的コロナ禍の影響を受けなかったeスポーツだが、それでも例年通りとはいかなかった。世界ツアーの形をとっているイベントは、選手の渡航ができない状態から、国別、地域別の予選に切り替わり、最終決戦となる世界大会の多くも中止を余儀なくされた。離れた場所から参加ができるオンラインとはいえど、国をまたぐような距離での対戦は、通信遅延が発生するた



め、オフラインでの大会のようにはいかなかったからだ。国内であれば基本的には問題ないことから、国内大会、国内イベントが大きく伸びたという一面もあった。

国内のイベントの拡充の最たる例のひとつとして挙げられるのが、NTTドコモが主催する「X-MOMENT」だ。2020年11月に前触れもなくeスポーツへの参入を発表したNTTドコモだが、参入そのもの以上に界隈を沸かしたのが、年間を通じて開催するリーグ戦の開催と賞金額の高さ、参加チームへの運営費の提供だ。チームの運営費は所属する選手への給与が含まれており、最低保証年俸として350万円を支払うように規定されている。これまでのeスポーツ大会の多くは賞金制のため、成績上位者のみが高額な賞金を手にすることができるため、決して安定した職業としては考えにくかった。テニスやゴルフなどと同じようなシステムだが、どちらもレッスンプロとしての立場もある中、eスポーツはそれも確立していない。リーグ戦が他にもなかったわけではないが、ここまでプロスポーツのよう最低保証年俸を軸として給与体系を取れているのは多くはなかった。

同じくNTTグループとして、eスポーツ事業に参入したのが、NTTe-Sportsだ。NTT東日本から派生した企業で、eスポーツを中心としたICT事業を展開する。NTT東日本が持つインターネットを介さない専用回線と、東日本各地に点在する局舎スペースの有効活用により、地方でのeスポーツ事業の支援を行う。先に登場した横須賀市の「YOKOSUKA e-Sports Project」にも支援している。秋葉原UDX内にeスポーツ施設「eXeField Akiba」の開設も行った。eスポーツイベントやLIVE配信ができるスタジオ、ステージとして活用できるほか、eスポーツイベントに必要な機材やインフラ設備などの機材のショールームとしての側面もある。



■図4. NTTe-Sportsが開設したeスポーツ施設eXeField Akiba。実際に稼働する配信機材を見ることが出来る

eスポーツは地方活性化への活用も多く見られている。もともとeスポーツはファンコミュニティから始まり、小さい規模、低予算でも始められる。そのうえ、注目度が高く、若者へのリーチも高い。そういった状況から、eスポーツを地方活性化に利用する自治体は増えてきている。

その代表格と言えるのが富山県だ。高岡駅前のJOYNというゲーム好きが集まるバーを発端に、「富山ゲーマーズデイ」が行われた。2016年から定期的に開催しており、回を重ねるごとに規模が大きくなっていった。開催した当初は参加者100人で始まったが、2018年には260人を突破。2019年には地元テレビ局と組み約3500人の来場者、700人の参加者を集めるまでになった。

JOYNのオーナーである堺谷陽平氏は、富山県eスポーツ連合の会長を務めている。富山ゲーマーズデイが地方でのeスポーツイベントとして突出しているのは、単純に地方でeスポーツイベントを開催しているのではなく、地元を巻き込んでいるところだ。地元酒造メーカーの酒蔵をイベント会場とし、eスポーツと試飲会を同時に行った。協賛メーカーも地元企業が多い。リフォーム会社やコンテナ型飲食店のあまよっと横町などが名を連ねる。他にも富山トヨペットや北陸銀行などの大手企業の富山支部、PCメーカーやPC周辺機器メーカーも協賛している。

他にも大分では別府温泉LANと称し、eスポーツと温泉を融合したイベントを開催。地元密着のプロチーム「花天月地」との対戦なども楽しめる。

神戸市では「withコロナ時代におけるeスポーツによる地域課題解決に向けた連携協定」の取組みの一環として、高齢者向けeスポーツの実証事業が行われている。コロナ禍において高齢者施設でのコミュニケーションイベントの開催が見合わされている中、ゲームを使用し、コミュニケーションをとることを目指している。さらに、健康増進も目的としており、eスポーツの新たな活用方法を模索している。

こういった取組みも、年齢、性別を問わずプレイできるeスポーツの強みとも言える。ゲームの操作ができれば、障がい者も健常者も同じ土俵で対戦することも可能だ。

eスポーツは未知数のことが多く、危険性を叫ぶ人も少なくないが、それ以上に可能性も秘めていると言える。現状で問題点となっていることが、eスポーツを活用することでクリアされることも今後、増えていくだろう。市場規模としては、まだ小さいものだが、その成長率に関しては目を見張るものがある。今後も期待できる分野だと言えるのではないだろうか。



国内外のeスポーツ動向と企業戦略



KPMGコンサルティング株式会社
マネジャー

いわた まさふみ
岩田 理史



KPMGコンサルティング株式会社
シニアコンサルタント

グリーン・コーディー

世界のゲーム産業が今、新しい時代に入りつつある。「ゲームではあるが、プレーするだけでなく観戦する楽しみもあるeスポーツ」へのパラダイムシフトが起きている。従来のゲーム産業はゲームをするプレイヤー側に焦点が当たり、任天堂やソニーなどのゲーム会社とプレイヤー間の1次ビジネスにとどまっていた。しかし、ゲームから派生したeスポーツは「ゲームを競技として見て楽しむ」、つまり一般のスポーツと同等に、試合中の戦略・戦術・操作テクニック、チームや選手のストーリーなどを観戦することも楽しみ方の一つだ。今回は海外動向やeスポーツにおけるマーケティング及び新規事業参入について話したい。

1. 国内・海外のeスポーツ市場

日本のeスポーツ市場は2019年時点で約61億円の試算が出ており、今後も大幅な拡大が見込まれる。世界に目を向けると、2020年の市場規模は約1165億円にものぼり、日本と比べると圧倒的に大きい。まずはその海外市場の発展経緯や最近の動向について触れたい。

2. 米国

米国の競技としてのゲームの歴史は古く、1980年にAtariが開催したInvador Championshipが米国初の大規模ゲーム大会と言われている。1997年にはBlizzard Entertainmentから初めて本格的なeスポーツタイトルとなるStarCraftが発売された。その後、Riot GamesのLoL (League of Legends) やBlizzardのStarCraft IIなど、eスポーツ前提のゲーム開発・発売と、それに伴うパブリッシャー主導の大会が00年代終わりから多数開催された。さらに、大学・高校リーグの発足により、学生リーグを起点としたeスポーツのプロ化が進んだ。米国ではeスポーツに力を入れる大学が増えており、それに合わせて高校のクラブ活動も盛んなことが特徴として挙げられる。大学にリクルートされれば奨学金が出

ることも珍しくないため、生徒個人としても高校としても力が入る。例えば、ペンシルバニア州にあるArcadia Universityは、LoL、Hearthstone、OverwatchとRocket Leagueの4つのチームを保有しており、所属生徒は奨学金で毎年25,000ドルもらえる。同大学の年間の学費が平均43,740ドルかかることを考えると、半分以上が奨学金で払える計算になる。カリフォルニア大学アーバイン校では、大手パブリッシャーであるRiot Gamesの後援でLoL奨励プログラムを2016年に開始した。校内に80台のゲーム用パソコンを用意し、毎年10人の枠を設けて実技テストを通して選考する。まさにリアルスポーツと同じ競争環境があり、大学を介してプロへの道が開かれており、スポーツと同じプロセスが出来上がりがつつある。

3. 韓国

韓国では、1997年のアジア通貨危機での失業者によるPCバン操業ラッシュと、1999年にはケーブルテレビ局のOGNがリーグの開催及び専門チャンネルを開設したことで市場基盤が形成された。政府からも2004年にeスポーツ発展中長期ビジョンが発表され、市場支援を得ることができた。00年代に世界でいち早くeスポーツのエコシステムが形成された韓国であったが、2015年にStarCraft IIのリーグで八百長が発覚し、業界からスポンサーが一斉に手を引いてしまった負の過去もある。ここ数年では、スポンサーも戻り始め、全盛期の活況を取り戻しつつある。韓国はプロ選手の輩出量が多い国であり、どのジャンルやタイトルを見てもトップチームには必ずと言っていいほど韓国人が在籍している。例えば、2020年のLoLの世界大会では韓国チームのDAMWONが優勝し、アメリカのオーバーウォッチリーグ2020で優勝したSan Francisco Shockではロースターの12人中8人が韓国出身である。eスポーツ選手が職業として早い段階から認知されていて、競技人口が多いことからこ



のような現象が起こっていることが考えられる。もう一つ、韓国のeスポーツの躍進を裏付けるビジネス事例がある。現在、韓国ではeスポーツを放課後に学べる、教育委員会の認可を受けた「eスポーツ塾」のようなビジネスモデルがあり、ソウル市を中心に続々と開講している。ここではプロチームと連携して、引退または現役のプロゲーマーが講師を務めることが多い。2019年に開講し、1年目から90名以上の受講生を抱えるLOLゲーム学園は、プロゲーマーを志望する中高生が多くを占める。生徒からは、「学校の成績を維持する条件で親の許可を得て通っている」や「受講生たちと一緒にアマチュア大会に出られることが長所」などといった声がある。eスポーツ業界の拡大とともに、プロゲーマーの収入が安定したことで、習い事感覚で通えるこのような塾が出てきたことが伺える。

4. 中国

中国では、2000年から2015年まで輸入ゲームの製造・販売禁止があり、コンソールではなくPCゲームが広く遊ばれるようになったことが大きな特徴である。民間ではTencentが2011年にLoLの代理運営サービスを開始、そしてTencentのWechatユーザーが2012年に1億人を突破するなどして強力な広告基盤になった。さらに、2016年にはTencentが大手配信PFのDouyuへ出資し、資本提携するなどして、eスポーツエコシステムのあらゆる部分に影響力を及ぼすようになる。Alibabaも同様に、WESGという大規模な大会や、クラウドコンピューティングを使ったライブストリーミングなど、エコシステムの様々な部分へ進出した。2016年頃からは、政府によるeスポーツ支持表明や特区構想などの政策が発表されている。eスポーツ市場規模が米国と並んで世界最大規模である中国だが、コロナ禍で大きな異変が起こっている。景気が良くないため、キャッシュフローが足りなくなった複数のLoLのプロチームの親会社が売却を検討しているという報道があった。SNを保有する大手小売りのSuning.comやJD Gamingを保有する大手ECサイトのJD.comなどの企業である。これを機にeスポーツのチーム経営方針も見直され、大きな業界再編が起こるかもしれない。また、中国では元プロなどのeスポーツの上級者がコーチとして指導できるフリーランスの求人サイトが一般化しており、そこでゲームを教えてお金を稼ぐといった業態が確立されている。さらに、中国では政府が定めた職業定義にのっとり、エンジニアなどのハイスpek人材には30万円程度の補助金の支給かつ個人所得税が免除されるような仕組みがある。こ

のリストにeスポーツ選手が加わり補助金がもらえることとなり、eスポーツを職業とする人の生活を政府が援助する形になる。なお、eスポーツ選手の補助金金額は検討中のようなのだ。

5. ヨーロッパ

ヨーロッパはEUを含めた地政学的特徴から、他の地域より経済的な結びつきが強い。eスポーツの世界でも同様で、国をまたいだ活動が活発である。発展の歴史は米国と似た所が多いが、ヨーロッパの大きな特徴の一つとしてLANパーティが国をまたいで実施されていることで、例えば、DreamHackは90年代にスウェーデンで始まったものが00年代にはヨーロッパ全体で開かれるまでになっている。ヨーロッパ最大のeスポーツ組織であるESLは2000年にドイツで設立されており、今では世界中でイベントを開催している。ESLが運営する大会で一番規模が大きいのがIEM (Intel Extream Masters) で、今ではポーランドのカトヴィツェで毎年開催されている。2019年には約20万人が来場し、賞金総額は140万ドルにも達した世界最大規模の大会である。ヨーロッパのもう一つの特徴として、プロサッカーチームのeスポーツ進出が挙げられる。サッカーゲームのFIFAはもちろん、LoLやCS:GOなどの様々な人気タイトルでもeスポーツチームを設立している。例えば、ドイツのFC Schalke 04はLoLのヨーロッパリーグで2018年には準優勝するほどの強豪で、フランスのパリサンジェルマンはDota2では世界トップレベルで2018年のThe Internationalでは準優勝をして408万ドルの賞金を獲得している。

6. eスポーツにおけるマーケティング及び新規事業参入

eスポーツへの参入は、大きくマーケティングと新規事業に大別される。マーケティングの狙いは情報過多の時代における若年層への効率的なリーチであり、主にスポンサーとして参入することになる。eスポーツのファンはミレニアル世代が多く、ゲーム・チームへの愛情が深いため、ゲーム・チームを心から応援してくれるようなスポンサー企業には愛着を持つという特徴がある。Venture Beatによるオーバーウォッチリーグに対するスポンサーシップの効果調査によると、以下の結果が出ており、いかにeスポーツファンのエンゲージメントが高いかが分かる。

- ・視聴者の85%がスポンサー企業を記憶している
- ・視聴者の63%がスポンサーに対するブランドイメージが向上したと回答
- ・視聴者の78%がスポンサー企業の製品・サービスに対し



て何らかのアクションをしたと回答

(40%がブランドについて調べ、38%は製品・サービスを購入した)

スポンサーとしての関わり方も複数存在する。チームスポンサー、大会・リーグスポンサー、施設スポンサー、メディアスポンサーがある。それぞれの概要は表を参照してほしい。

eスポーツ黎明期の2018年以前は、PCメーカー、ゲーム関連機器メーカーなどeスポーツと親和性の高い企業のスポンサーが多く、以降徐々に飲料メーカーや食料品メーカーにまでスポンサーが広がった。2019年頃になると、自動車、金融と多様な業界まで広がりを見せている。近年では、パチンコホール、ボウリング場、アミューズメントを運営する総合エンターテインメント企業のマルハンが宮城県仙台を拠点とするBASARA GAMINGチームのスポンサーになるケースも見られる。また、eスポーツへのスポンサーはeスポーツファンがミレニアル世代であることから、BtoC企業が中心であったが、BtoB中心の沖電気工業が福岡県福岡市を拠点とするSengoku Gamingとプラチナサポーター契約を締結している。チームへの応援を通じて、地域活性化を支援するCSR目的で参入したケースも見られる。一方海外では、アパレルやハイブランドによるeスポーツのスポンサーが目立つ。例えば、adidas、NIKE、PUMA等のスポーツアパレルは、海外のトップチームにスポンサーしており、チームとコラボレーションした商品の開発を行っている。リアルスポーツとは異なるeスポーツが持つ先進的かつエキセントリックなイメージを商品に付加することで、新規顧客の獲得を狙っていると思われる。ハイブランドでは、GUCCIは世界的なeスポーツチームのFnaticと共同でダイバーズウォッチを開発している。Louis VuittonはLeague of Legends Championship Seriesとパートナー契約を締結し、FIFAワールドカップと同様、優勝トロフィーケースの製作や、ゲーム内コラボスキン、コラボTシャツ・ジャケットなどを販売している。ハイブランドのブランディング戦略の一つにeスポー

ツが取り入れられており、eスポーツが広告媒体としていかに注目されているかが分かる。また近年の特徴的な動向として、「スポンサーから参入し、eスポーツで新規事業を始める」、「チームと大会など複数の媒体にスポンサーすることによって、ブランド力を高めているケースが見られる。例えば、前者のケースとして、ブロードメディアは、2020年よりプロeスポーツチームのCYCLOPS athlete gamingを買収し、チーム運営に進出している。これまではスポンサーとしてCYCLOPSをサポートしていたが、オーナーとなった形だ。ほかにも、通信制教育のルネサンス大阪高等学校を運営し、2018年4月より高等学校としては日本初となる「eスポーツコース」を教育事業の一環として提供している。ブロードメディアの既存事業であるクラウドゲームや配信技術との相乗効果を狙う戦略をとっていると思われる。コカ・コーラは、2018年からSTAGE:0全国高校対抗eスポーツ選手権のメインスポンサーとなり、新しく開発したCoke Energyというエナジードリンクと米国のPittsburgh Knightsがパートナーシップを2020年に結んだりもしている。競技シーンにおける影響力を高め、eスポーツファンへのドリンクにおけるブランディング効果を高めようとしていることが伺える。米国の通信事業会社であるVerizonも同様の動きをしており、League of Legends Championship Seriesの5Gパートナー契約、世界で最も人気のあるeスポーツチームのFaZeClanの公式5Gパートナーの締結、Twitch Rivals North Americaの公式5Gパートナーの締結とeスポーツシーンにおける5Gといえば、Verizonとなるようなブランディングを確立しようとする動きが見られる。

紹介したVerizonもそうだが、5G関連企業の積極的な投資が多く見受けられる。自社サービスへのマーケティングだけでなく、技術検証・技術開発、新サービスの検討とビジネスシーズの発見や検証の場としてeスポーツは魅力的であると判断している可能性がある。以上、マーケティング目的で参入するケースを紹介してきた。

■表. スポンサーの概要

NO	分類	概要
1	eスポーツチームへのスポンサー	大会出場などのチーム活動を通じて企業名や商品を露出できる。選手個人のSNSや動画配信での露出や販売プロモーションも可能
2	大会・リーグスポンサー	eスポーツ大会・リーグに対する協賛。入場者に対するオフラインでの露出やサンプリングによる販売プロモーションと、大会前後の記事掲載や大会中の動画配信での露出が可能
3	施設スポンサー	PCバンやアリーナなどのファンが集まる場所への協賛。実際の会場で来場客の目につく場所での露出が可能
4	メディアスポンサー	eスポーツコンテンツを取り扱うメディアへの広告出稿。また、各種動画配信プラットフォームで放送されるeスポーツ番組に対する協賛も含まれる

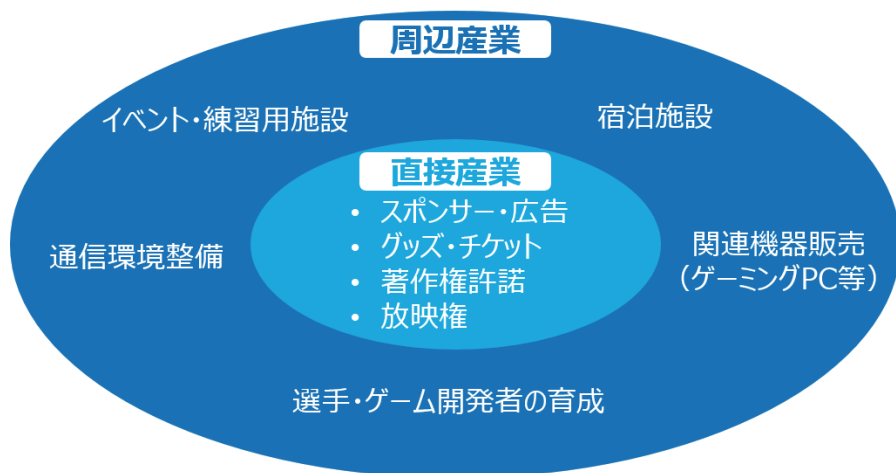


最後に新規事業としてeスポーツに参入する近年の動向を紹介する。まず、eスポーツで新規事業として参入する場合、直接産業か周辺産業かの大きく2つに大別される。直接産業は大会・チーム運営等によるスポンサー/広告、放送/配信権、グッズ/チケット、ゲームライセンスに関わるビジネスである。周辺産業はeスポーツに関わるその他の周辺ビジネスのことを言い、例えば、ゲームをするための周辺ハードウェア機器（ゲーミングPC・専用キーボード/マウス/チェア等）、ゲーミング施設（プレーする側のネットカフェ的なビジネスと見る側のパブリックビューイングビジネス）、大会会場と運営、オンライン配信プラットフォームから派生される小売ビジネスやYoutuberのような個人放送ビジネス（Viewershipから生まれる広告収入や投げ銭収入も含む）、プロ選手育成やゲームシステム開発者育成のための専門学校のような教育ビジネス、選手移籍に関わる人材紹介エージェントビジネス等がある。

直接産業に参入するケースで最も多いのは、チーム運営である。国内ではPUBGモバイルリーグの設立がきっかけで多くの企業（愛しとーと、ハイビジョン・チャンネルなど）がeスポーツチームを設立している。海外では特にリアルスポーツのeスポーツへの参入が顕著であり、主にスポーツゲーム（サッカー、バスケット、アメフト、野球、F1等）のリーグが各所で運営されている。共通しているのは、他のスポーツに比べて参入コストが小さく、かつ既存事業の認知向上、新規顧客獲得、既存顧客エンゲージメントの強化などのマーケティング効果も期待できるからであると思われる。周辺産業は、eスポーツが持つオンライン、ダイバーシティ（性別・年齢・身体的特徴の差がない）、デジタルリテラシーの向

上の特長が活かせるため、活用領域が広い。例えば、国内ではeスポーツ×地方創生、eスポーツ×教育など、社会的貢献につながるような活動が見受けられる。eスポーツ市場発展後の恩恵は直接産業よりも後に現れるという意味で、ハイリスクハイリターンな領域であり、成功すれば先行者利益を得やすい領域である。ただ、現状はリターンを得られるのが3年後なのか5年後なのかまだまだ先行きが見えない状況であり、企業も積極的に投資しづらいのではないと思われる。したがって、東京メトロとゲシビ株式会社が進める東京メトロ沿線でのeスポーツジム事業のように、東京メトロが持つ沿線の不動産や顧客基盤のアセットとゲシビが持つeスポーツとジム運営ノウハウをかけ合わせ、リスクを最小化してeスポーツ事業を開始するような試みが必要であり、今後このようなケースが増えることを期待したい。

「eスポーツ」という名前からリアルスポーツと比較されることも多いが、eスポーツが目指す先はリアルスポーツの延長ではなく、全く違う価値を生むことであると筆者は考えている。なぜなら、一般スポーツでは提供できない、eスポーツならではの価値があるからだ。世界のどこにいても遠隔で参加できることや、簡単なコントローラー操作さえできれば高齢者や障害者も一緒に競技を楽しめることなど、これらは一般スポーツの世界では想像し難い。ゲーム業界では世界3位の規模である日本がeスポーツでは大きく遅れをとっている現実があるが、裏を返せば成長の余地は十二分にあるということでもある。今後もトレンドを注視しながら業界の発展を見守りたい。



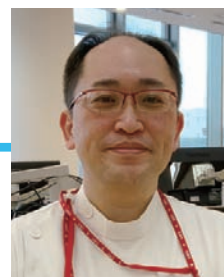
■図. eスポーツの産業構造



eスポーツの医療・福祉分野への活用とアクセシビリティへの課題

国立病院機構北海道医療センター 作業療法士

たなか えいいち
田中 栄一



1. はじめに

eスポーツには、他のスポーツ競技にみられない特徴がある。

- ・場所、時間、道具などの環境的な制限が少ない。
- ・オンラインによる遠隔地との対戦が可能。
- ・種目の多様性：ゲームソフトを変更するだけで、多様なジャンルのプレイも可能。

こうした、eスポーツの特色を、医療・教育・福祉といった他分野へ活用していく試みに注目が集まっている。ここでは、どのような効果が期待されているのか？そして、eスポーツの活用を推進する上で検討すべき課題について整理する。

2. eスポーツの活用と期待される効果

2.1 健康増進への活用

高齢者サロン、病院・施設利用者へのレクリエーションのプログラムとして導入されていることが多い。ベッドからの離床を促し、廃用によって生じる身体や認知面の低下を防ぐことを目的としている。最近では、病気や老いに加え、災害時における「環境の変化」「周囲への遠慮」「やることがない」ことで生じる生活不活発病（廃用症候群）への予防対策としても期待されている。こうした状況に対して、eスポーツは場所を取らずに多人数で楽しめて、かつオンラインによる遠隔での導入が容易なので、自治体でも活用を検討するコンテンツとなっている。

健康増進を目的としたゲーム活用例では、GPS機能を利用したモバイルアプリゲームが注目される。夢中になって屋外でゲーム内のアイテムを集めることで、行動範囲が広がり、25%以上の身体活動の増加がもたらされたとの報告がある^[1]。

こうした「人の心を動かす」ゲームが持つ特徴を、エンターテインメント以外の領域で活用していく試みは、ゲーミフィケーションと呼ばれ、関心が寄せられる。米国では、ゲームを活用したデジタル治療の動きが広がっている。小児の注意欠陥・多動性障害（ADHD）を対象としたゲーム開発の臨床試験で、ADHDと診断された8～12歳の小児の注意機能を改善することが示された^[2]。こうした目的達成のために開発されるシリアスゲーム（アブライドゲーム）は、繰り返し

単調になりやすい反復練習が必要な、身体運動や認知症予防での機能改善・維持が目的で開発が進められている。

2.2 自信の回復（心理的側面への介入）

病気が理由で様々な活動を諦め自信を失くし、周囲への関心を示すことも少なくなり、社会的役割から遠ざかり孤立してしまう人がいる。

全身の筋力が低下していく、筋ジストロフィーのAさんは、「eスポーツ（ゲーム）があったから、友達ができた」と振り返る。「学校での体育授業は、車いすなので、いつも見学か点数係。」「放課後の遊びも、サッカーや野球なので、足早に帰宅することが多かった。」「でもゲームをきっかけに家に友達が集まるようになった」と、eスポーツがあったから孤立せずに、様々なことを諦めずに努力できたと語る。

eスポーツは、他のスポーツ競技と比べて、障害の程度に合わせたプレイ環境の構築が容易で、より幅広い層の参加が見込める活動である。できないと思っていたことが、道具や、方法の工夫で可能なことに気付けると、「自分にもできた。じゃあ、今度はこれに挑戦しようかな？」と、さらなる自分への期待に心を動かすようになる。



■図1. みんなでeスポーツ

2.3 社会参加に向けて

共生社会やダイバーシティなど、多様性を尊重した地域づくりがキーワードになっているが、異なる価値観や生き方に対して、理解が進まずに、無関心や過剰な興味が向けられるなど、一方通行の対話となりやすい。



各地で開かれるeスポーツイベントに、条件が合えば身体に障害を持つ人がエントリーすることも珍しくない。一般参加者のBさんは、これまで障害のある人と出会う機会がなかったという。「手加減した方がよいのだろうか?」と、接し方に戸惑ったようだ。しかし、実際に試合が始まると、どんな練習を積んできた相手なのか? どんどん情報が伝わり始め、手を抜けない手強い相手だと分かってくると、いつの間にか、本気での勝負になっていたそうだ。

eスポーツは、多様なすべての人々をつなぐ対話の機会となり、新しい出会いを生む場でもある。

障害者で構成されたeスポーツチームと、一般高校生とが、オンライン上で試合できるのも、eスポーツならではの。試合を通し交流が深まると、お互いの力量が分かり、コーチングを依頼されることもある。そこにあるのは、障害のあるなしに関係なく、純粋なゲームの力量になる。

多様性を尊重した地域づくりを達成する鍵は、「何ができて、何ができないのか?」フラットな関係だからこそ気付ける、お互いの適材適所を知る機会にある。

eスポーツ体験会へ親子で参加した重度障害を持つ息子の母親のCさん。「息子には無理。」と、正直eスポーツが息子にできるとは思えず、自信が描けなかったと話す。しかし、障害に合わせた入力デバイスを使ったプレイで、周囲の観戦者を沸かせることができ、注目を浴びている息子の姿をみて、考えが変わっていったそうだ。「こんなことができるんですね。もっと、いろんな(できる)ことを探しても良いかも」。eスポーツは、様々な発見を共有できる場となる。

3. eスポーツの活用促進におけるアクセシビリティの課題

eスポーツは、家庭用ゲーム機のほか、パソコンやスマートフォンなど、多岐にわたるプラットフォームで行われる。いずれも、画面からの情報を読み取り、その情報に合わせて、入力デバイスを操作することが求められる。利用のしやすさを改善する試みは、アクセシビリティと呼ばれ、視覚に障害があり、画面が見づらい場合は、画面のコントラストを調整する機能や、文字の読み上げ機能で対応し、聞こえやすさに障害がある場合には、音声情報を字幕にすることで改善される。

eスポーツシーンに、多様な人々が参加していくためには、このアクセシビリティの課題を解決していくことが必要となる。ここでは、身体障害におけるアクセシビリティの課題について紹介する。

3.1 手に不自由さがある場合

入力デバイスは、手で操作することを前提としているので、手に不自由さがあると、満足に楽しめない。手の動きが障害される疾患は様々で、その症状に応じてゲーム操作のしづらさの特徴も変わる。

- ・交通事故等で起こる頸髄損傷では、C6-C7レベルで頸髄が損傷されると、肩と肘の動きはあるが、手と指の麻痺が起こるため、ゲームコントローラが持てずに、小さくて押し分けが難しいゲームボタン操作が難しくなる。
- ・脳血管障害で起こる片麻痺は、両手が使えないため、ゲーム操作に必要なキャラクター移動とアクション操作との同時操作が難しくなる。
- ・筋ジストロフィーのような神経筋疾患では、筋力が弱くなるため、ボタンまで手が届かなく、ボタンが固くて押しづらい。
- ・妊娠中、出産前後で、何かしらの原因で生じた脳損傷による脳性麻痺では、不随意的な運動で手を思うように動かせない症状がみられることがある。そのため、すばやくキャラクターを操作するような、リズムに合わせるゲームが難しい。

このように、手に不自由さがあるといっても、ゲーム操作のしづらさは、症状によって様々で、共通した特徴は、時間制限内に多くのボタン操作が必要なゲームが苦手な点になる。

3.2 ゲーム操作の工夫

手に不自由さがあっても、ゲームコントローラの工夫をすればゲームを楽しめる。工夫の基本は、自分が発揮できる操作しやすい位置でボタンが再配置できればよい。

これまでは、ライセンス違反となるゲームコントローラを改造する手作りの方法であったのが、近年では、非ライセンス製品の利用や、ゲームメーカーからアクセシビリティに配慮された製品が販売されるなど、ハンドメイド以外の多様な手段が選択できるようになった。

各ゲーム機のオプション項目には、ボタン操作の役割を変更できる機能が標準で用意されている。例えば、コントローラの側面のボタンが押しにくい場合は、操作がしやすい他のボタンと役割を変更することで操作性が改善できる。ゲームメーカーから提供される公式コントローラをうまく使えない場合は、ボタンの形状やバネ圧が変更された入力スイッチを接続できるユニバーサル対応のコントローラを使う。

入力スイッチは、指先程度の小さな形のものや、軽くタッチするだけで操作できるものがあり、手だけでなく、頭や足なども使って、自分が動かしやすい部位で利用する。(図2・3)



■ 図2. たくさんの入力デバイスが使えるコントローラ



■ 図3. 使いやすいスイッチだとゲームが楽しめる

ゲームのボタン操作の数が多くて、押し分けられなくても、最近では、視線入力デバイスを利用して、目の動きで、画面上の仮想のボタンを見つめることで、ゲーム操作ができる方法も開発されている。これらの方法を使うことで、より多くの人がゲームで楽しめるようになり、オンラインゲームで、マッチングした対戦相手が、重度の身体障害者だったというのも現実の話になった。

ゲームアクセシビリティの工夫は、ボタン操作だけではない。ゲームを進める上での簡単機能も、ゲームコントローラがうまく操作できない人にとって有効に機能する。簡単機能は難易度を段階付けて、ゲームが進めやすいように工夫されているオプション項目である。例えば、レースゲームでは、通常、ハンドル操作と、アクセル操作が必要となるが、これを自動運転に変更できると、片手のみでも操作が可能となる。すべてのゲームタイトルにこのような工夫が施されているわけではないが、操作方法に選択肢が用意されていることで、ゲームができないと諦めてしまう人が少なくなる。

海外では、肢体不自由・視覚・聴覚・認知・言語に障害のある人が、どのような点に困難があって、どのような配慮が必要かが整理されたゲームアクセシビリティのガイドラインが公開されている^[3]。

このようなアクセシビリティにおけるガイドラインは、既にWEBデザインや情報通信技術の分野では、国際基準や法整備が進んでおり、どのようにデザインや設計をすればよいかの指標となっている。

ゲームデザインにおいては、各企業の独自の取組みで統一された規格とはなっていない。今後、国内外問わず、より多くの人々がゲームで楽しめる機会を設けられるためにも、ゲーム製作に携わる関係者や、それを受け取る人々が、アクセシビリティを考える機会が増えることを期待したい。

3.3 eスポーツ参加への壁

eスポーツ大会の中には、大会主催者が用意するキーボードやマウス、そして、ゲームメーカー公式のコントローラのみが使用を許され、使いやすように工夫された道具の持ち込みを禁止している場合がある。これは、道具の優劣による差が生じないためであるが、もちろんこの条件では、手に不自由さがある人は参加ができない。大会会場においても、狭い通路や段差、車いすトイレの有無など、考慮すべき課題も多い。さらに、気付かれぬ点として、体温調整が困難な障害もあり、エアコンで体調を崩したり、テーブルやモニターの高さの調整ができずに、いつものパフォーマンスが発揮できない場合もある。障害のある参加者は、早い段階から大会運営者に確認が必要で、可能であれば、大会企画時から一緒に参加できることが望ましい。

4. 健康と課題

他分野でのeスポーツ活用事例が報告される一方で、ゲームの話題になると、ネガティブな側面に議論が偏るのはなぜだろうか？ これまで幾度も、犯罪とゲームとの関連性についての報道がされてきたが、学術報告では、銃を扱うゲームとの関連性は否定されており^[4]、ゲームの悪影響を語る親の意見の大半は、科学的根拠がないと否定されているものが多い。ゲーム障害にしても、ADHDと依存症との関係性の報告はあるが^[5]、プレイ時間と依存症との因果関係は整理されていない。

SNSをはじめ、既にゲームも若い世代のコミュニティとして定着した文化である。大人が考える以上に、若者世代においてゲームを手にするのは自然なことになる。子供にとってのゲームの制限は、これまで述べてきた効果や、ネット



リテラシーを学ぶ機会を逸してしまうことも考慮し、子供を中心にして考えるべき課題である。

eスポーツにおいて現時点で考慮すべきは、リアルスポーツと同様に、オーバーユースへの対応である。

スポーツは、その競技性から、上手くなるために練習量が増加する。そのため、野球では発達段階にある学齢期で、野球肩や野球肘の予防のために投球制限が行われるが、eスポーツにおいても身体への影響を防ぐ対応が必要になる。

eスポーツは、長時間の練習で手関節や肩や首、視力など、疲労における問題が報告されている。中でも手根管症候群になる例は多く、適度な休憩と適切な姿勢でゲームプレイが行える環境が推奨されている^[6]。海外では、既に対応すべき課題としてeスポーツクリニックが設置されている地域があり、国内でも、eスポーツ部の強豪校でスポーツドクターと連携しアドバイスを受けている例があるなど、専門家によるサポートが欠かせない。

このオーバーユースによる怪我の問題は、パラスポーツにおいて報告例にもあるように、障害者にとって、より深刻な課題となっている^[7]。これは、一般スポーツ選手と比較して、休憩しても、怪我や疲労が回復しない不可逆的な障害の例もあるからである。

障害者がeスポーツを始める際は、ネット情報を頼りに、これまで紹介してきたようなアクセシビリティ機器を独自の使い方でも模索していることが多い。これは、適切な情報や、適合の相談に応じられる場所がないのが理由になる。しかし、過度な努力が多い無理な姿勢でのゲームプレイ環境になっている場合には、長時間の試合に参加できず、パフォーマンスを発揮できないばかりか、身体を壊す二次的な障害を引き起こすことになる。障害を持つeスポーツ選手においては、一般選手よりも適切に、専門家と協同しながら、プレイ環境の見直しをしていきたい。

5. おわりに：アクセシビリティは誰のもの？

ゲーム開発者に、ゲームアクセシビリティの理解が浸透しているとは言えない。ゲーム性が損なわれるという意見もあるが、中小企業のゲームソフト開発メーカーにとってゲーム内容と直接関係のない部分へは、人的コストをかける余裕がないというのが実情のようだ。しかし、一番大きな理由は、アクセシビリティは、一部の障害者のためのものであり、大半の一般のユーザーや、クリエイター側が不自由さを感じていないからに他ならない。現在eスポーツ文化をつくっているユーザー層は若者中心だ。このターゲット層が

中心に、ゲームタイトルや、大会ルールなどの多くのことが決まっていくために、より幅広い世代が参加しやすくなるための配慮には考えが及ばない。しかし、若者世代が、数年後シニア世代へとスライドした際には、このアクセシビリティが課題となってくる。

シニア世代は、他分野でも問題提起されているように、老いによる身体・認知面での衰えが生じてくる。早い動きのある操作の遅れ、見え方や聞こえ方、操作を覚えるという情報処理の問題など、少なくない障害を同時に抱えることになる。こうしたeスポーツのターゲット層が、シニア世代まで拡大していく将来に備え、どのような配慮が必要なのか？ 障害者のアクセシビリティからの学びが必要であると考えます。

それは、簡単な操作でできるゲームなど、障害者やシニア世代用の特別なゲームをつくる対応とはならない。一般に普及しているゲームに、段階的に操作の難易度を変えられたり補助機能があればよい。

アクセシビリティは特定の障害者のためにあるものではない。スロープが車いすユーザだけのものでないと同じように、アクセシビリティは誰もが利便性で利用していくものである。

参考文献

- [1] Althoff T, White RW, Horvitz E. Influence of Pokémon Go on physical activity : study and implications. J Med Internet Res. 2016 ; 18 (12) : e315.
- [2] Kollins SH DeLoss DJ Cañadas E et al. A novel digital intervention for actively reducing severity of paediatric ADHD (STARS-ADHD) : a randomised controlled trial. Lancet Digital Health. 2020
- [3] Game accessibility guidelines <http://gameaccessibilityguidelines.com/> (最終確認日：2021年3月18日)
- [4] Hilgard, J., Engelhardt, C. R., & Bartholow, B. D. (2016). Brief use of a specific gun in a violent game does not affect attitudes towards that gun. Royal Society Open Science, 3 (11).
- [5] Mathews CL, Morrell HER, Molle JE (2019) Video game addiction, ADHD symptomatology, and video game reinforcement. Am J Drug Alcohol Abuse 45 (1) : 67-76
- [6] Emara, Ahmed K., et al. "Gamer's Health Guide : Optimizing Performance, Recognizing Hazards, and Promoting Wellness in Esports." *Current Sports Medicine Reports* 19.12 (2020) : 537-545.
- [7] Fagher, Kristina, et al. "Paralympic athletes' perceptions of their experiences of sports-related injuries, risk factors and preventive possibilities." *European journal of sport science* 16.8 (2016) : 1240-1249.



グローバル・ビジネスレビュー ～国際競争に打ち勝つための戦略的取組事例～

総務省 国際戦略局 通信規格課

一般社団法人情報通信技術委員会 企画担当 ^{かねこ}金子 ^{まい}麻衣

1. はじめに

総務省は、5Gの次の世代である「Beyond 5G」（いわゆる6G）の導入時に見込まれるニーズや技術進歩等を踏まえた総合戦略の策定に向け、2020年1月から「Beyond 5G推進戦略懇談会」（座長：五神真 東京大学総長）を開催し、Beyond 5Gの導入が見込まれる2030年代の社会において通信インフラに期待される事項やそれを実現するための政策の方向性等について検討を行ってきた。そして、同懇談会において取りまとめられた「Beyond 5G推進戦略懇談会提言」を受け、同年6月30日に「Beyond 5G推進戦略—6Gへのロードマップ—」を公表した。

当該戦略では、3つの柱として「研究開発戦略」、「知財・標準化戦略」、「展開戦略」を掲げ、産学官の連携により強力かつ積極的に推進することとしている。Beyond 5Gの実現に当たっては、戦略的な国際標準化や知的財産権の取得・活用、そして、戦略的かつ迅速な社会実装の推進が肝要であることから、「知財・標準化戦略」では、「戦略的なオープン化・デファクト化」、「戦略的パートナーとの連携」、「標準化拠点の活用と戦略的な知財・標準化活動の促進」を通じて、ゲームチェンジの実現を目指している。また、同年8月5日に公表された「新たな情報通信技術戦略の在り方」情報通信審議会第4次中間答申においても、ICT分野で我が国が重点的に取り組む戦略の一つとして、「標準化の推進」が掲げられ、その方策の一つとして、「拠点機能の整備」が挙げられたところである。

これらを踏まえ、総務省では、産学官の主要プレイヤー参画の下、戦略的に知財・標準化の推進に取り組むため、令和2年12月18日に「Beyond 5G新経営戦略センター」を設立した。本センターでは、標準化活動の支援や動向調査等を行うほか、セミナーやワークショップ等の開催や、本記事のような周知啓発活動等を通じて、「知的財産権の取得及び国際標準化を、単に目的化せず、企業・団体のビジネスに結びつけることが重要である」というメッセージを発信していく予定である。経営戦略を成功に導く知的財産権・国際標準化の活用に向け、本記事を参考にさせていただきつつ、本センターを積極的に活用いただきたい。

2. 背景

欧米の標準化活動が市場獲得に向けた戦略的な取組みであることと比較して、我が国の標準化活動は情報収集を主とした受動的な活動にとどまり、ビジネスとの結びつきが弱いと言われている。このような問題意識から、昨年度、総務省では一般社団法人情報通信技術委員会が受託した事業の一部として、「ICTに関係する企業の経営層が標準化活動をどのように捉え、どのような形で企業戦略に反映させているか」について、通信・製造等、ICT分野の標準化に関わる主要な21社を対象にアンケート調査を行った。

その結果、企業内における標準化戦略の位置付けについては、「経営方針や戦略に反映している」という回答は半分に満たず、また、標準化活動を行う理由としても「標準化動向の情報収集」や「活動を通じた関連情報収集」が大半を占めており、仮説が裏付けられる結果となった。また、標準化人材に関する課題として、「標準化活動と商品戦略を結びつける」、「戦略を立案する」人材が不足しているという課題を挙げた回答が大半を占めるなど、標準化活動の重要性を認識しつつも、人材の不足等の課題により情報収集活動に甘んじている実態が明らかとなった。

近年、Beyond 5Gに向けた議論が各国で始まっており、また標準必須特許を巡る重要な判例が欧米で相次いでいることから、知的財産権の取得や国際標準化活動の重要性がますます高まっている。しかしながら、知的財産権の取得や国際標準化そのものを目的とした活動では、ともすると件数主義的に陥り、経営戦略に資するものとはならない。各企業が、知的財産権の取得や国際標準化を、経営戦略を実現する手段の一つとして捉え、戦略的な取組を行うことが、我が国の産業競争力をより高めていくために必要不可欠である。

そこで、企業の事業に貢献した国際標準化活動の事例を共有し、経営戦略検討の参考にさせていただくこととした。今回、国際標準化活動の成果を事業活動に有効に活用している企業担当者にインタビューを行い、「グローバル・ビジネスレビュー～国際競争に打ち勝つための戦略的取組事例～」として、我が国の情報通信産業における国際標準化



活動の推進に役立つコンテンツとして取りまとめ、一般社団法人情報通信技術委員会のHPに掲載した。以下、その概要について報告する。

3. 事業活動に直結した3社の国際標準化活動について

日本の情報通信分野における国際標準化活動を後押しする活動を実際に行われた3人の方々に、インタビューした内容をコンパクトにまとめたものである。コロナ禍ということで、オンラインで行ったが、その熱意と使命感はしっかりと伝わってきた。全編はTTCのホームページを参照いただきたい。

1. 5G時代を見据えた新しいネットワークアーキテクチャの国際標準化を実現し、新市場を開拓 三菱電機(株) 情報技術総合研究所 小崎 成治氏

小崎は、長年にわたりアクセスネットワークの技術開発を支えてきた技術者である。2018年には、「FTTH (Fiber to the home) 装置の開発と実用化」で第50回市村産業賞功績賞を受賞している。標準活動については、IEEEにおける光アクセスシステム (IEEE1904.1) にてタスクフォースの議長を務めたほか、ITU-Tにおけるネットワーク仮想化に2015年から携わっている。2019年に、「アクセスネットワーク仮想化に関する標準化活動にかかわる功績」でTTC功労賞も受賞している。

長年アクセスネットワークの装置・システムの開発を行っていた中で、5Gの到来を見据え、ネットワークスライシング^{*1}に対応した装置の開発に必要な不可欠な制御アーキテクチャに関わる標準を提案し、2019年にITU-T SG13にて勧告化を実現させた。開発当初から、当該技術で主導権を獲得し、さらなる事業展開を目指すため国際標準を策定することを考えていた。

当初、ITU-TのSG13会合では「そもそも仮想化・スライシングという技術がアクセス系に必要なのか」という反対意見が欧州から出されるなど困難を極めた。これに対し、提案するアーキテクチャがいかに効率的に働くか、想定されるユーザやユースケース等について熱意を持って丁寧に説明を行い徐々に周囲の理解を得ていった。ひとりよがりにならず、提案の有用性を論理的かつ客観的に第三者の視点も踏まえて説明できたのは、IEEE議長として客観的に参加者の発表を見ることができた経験が大きい。IEEEでは多数決で物事が決まっていくため、より多くの賛同を得ること

が重要となる。そのため、本会合だけではなく、会議前や休憩時間といった非公式の場を有効に活用し、提案に共感してくれそうな人や鍵となる人物へのコンタクト・ネゴシエーションを怠らずに実施した。ITU-Tでも、議長やエディタへの事前説明など、オフラインの交渉をしっかりと行った。実際のところ、本会合と非公式の場での活動量は2対8程度であり、非公式の活動が非常に重要なウエイトを占めていた。

小崎の挑戦はまだ終わらない。SG13はハイレベルな要求条件、アーキテクチャ等を定義するところであり、今後社会実装を加速させるため、SG15への提案も行っている。標準化活動は時間と労力がかかる非常に大変な仕事ではあるが、標準の活用イメージやメリットを明確にして進めることで、自社のビジネスだけではなく、社会に貢献する技術を世に出すことができる貴重な活動である。

2. 超高臨場感ライブ体験を実現する通信技術の国際標準化を実現し、エンターテインメント業界における新たな興行形態を創造 日本電信電話(株) サービスエボリューション研究所

長尾 慈郎氏

長尾は、映像・画像配信技術の開発を推進する代表的な技術者の一人である。標準化活動では、TTCマルチメディア応用専門委員会のILE-SWGリーダを、2019年からはITU-T H.ILE-MMT (現H.430.4)、H.ILE-PE (現H.430.5)のエディタを務めている。2015年に、NTTは遠隔地にネットワークを介してリアルタイムに競技空間やライブ空間を「丸ごと」伝送し、再現を目指すイマーシブテレプレゼンス技術「Kirari」の研究開発を発表した。2020年に向け、あたかも実際の競技会場で観戦しているかのような没入感を提供するため、さらに高臨場なパブリックビューイングやライブビューイングの実現を目指してのことだった。国境を越えてどの国・どの会社・どのような機器でもつながるためには、国際標準の策定が必要だろうと長尾は対処方針の決定や寄書の作成を担当した。超高臨場ライブ体験 (ILE: Immersive Live Experience) は、NTT発・日本発の国際標準として2018年に勧告化され、長尾はITU-T SG16での標準化活動に大きな貢献を果たした。

ILEの概念や言葉の定義そのものがNTTオリジナルの提案であったため、ITU-T SG16会合の参加者にまずそれを理解してもらう必要があった。本会合だけでは十分では

*1 ネットワークを仮想的にスライス、分割する技術で、5Gでの活用が期待されている。



ないと判断し、会合の合間にワークショップやセミナーを複数回開催し、理解を深めるために積極的な活動を行った。また、類似の製品を開発している企業には、「NTTが開いたための規格ではなく、新しいマーケットをともに拡大していくための標準である」ということを個別に説明した。これらの活動を継続していった結果、気が付くと多くの企業がコンセプトに賛同し、協力関係を築くことに成功した。

ILEでは、映像や音声に加えて、臨場感を高めるために必要な、物体の位置などの空間情報や照明制御情報、舞台演出情報などのメディア情報を同期伝送する必要があった。それを実現するのが、ISO/IECのMPEG (Moving Picture Experts Group) で議論されたMMT (MPEG Media Transport)^{*2}である。そこでMPEGとのリエゾン関係を構築して仕様調整を進め、MMTのガイドラインへのILE対応提案をもらうことに成功した。これにより比較的容易にILE設備を設置できるようになった。

ILEを支える技術は、歌舞伎の商用公演やMajor League Baseball (MLB) のライブビューイングなどビジネスにも本格的に活用されるようになった。歌舞伎では、従来では実現が難しかった、スクリーン前での歌舞伎俳優とCGキャラクターのより自然な共演を実現した“分身の術”を披露している。コロナ禍において遠隔地間のコミュニケーションの重要性は一層増してきている。パブリックビューイングやライブビューイングにとどまらず、遠隔地からのイベント参加の需要は高まると思われる、さらなる「没入感」の体験を世界中の人々に届けるため、振動・温度・湿度・匂いなど五感に働きかける情報を伝送する技術の標準化も手がける予定である。

3. IoT時代において新たな市場開拓の成功に導いた小電力無線通信の国際標準化と社会実装

沖電気工業(株) イノベーション推進センター
福永 茂氏

福永は、長年、画像符号化や省電力で信頼性の高いスマートネットワーク関連の研究開発や標準化活動に従事してきた。当時、各社が独自開発した小電力無線が乱立していた状況を踏まえ、相互接続性とネットワーク品質の向

上のために各社・機関と連携して国際標準化活動に参加し、近年インフラモニタリングやスマートメータ等のIoTシステムに利用される920MHz帯無線で、IEEEやARIB標準規格の制定に貢献した。

2005年に、総務省から電波干渉が少なく電波の到達距離が長い950MHz帯の利用案が示された。福永は総務省情報通信審議会の構成委員等、電波割当ての検討に当初から参加し、電波法令案に必要な技術規格の策定を支援した。2008年に電波法が改正され、950MHz帯の小電力無線システムの実用化が推進された。これを受けて同年にARIB標準が策定され、950MHz帯無線製品への利用が可能となった^{*3}。

さらに、福永は、品質の高いネットワークによる安定した通信の実現を目指し、山間部など無線が届かない場所の情報伝達を可能にするマルチホップ方式の標準化にも取り組んだ。この方式は、安定した通信を実現できず実用化されていなかった。海外を含む多くの企業と検討を進め、実用レベルに高めていった。同時に、IEEE802.15.4へ950MHz帯の適用を提案し、IEEE802.15.4ワーキンググループの副議長と書記を兼務して活動を主導し、IEEE802.15.4dの標準化を実現した。

沖電気は、「920MHz帯マルチホップ無線SmartHop^{*4}」製品を発売し、2020年末時点で、50社以上のパートナーがSmartHop通信モジュールを組み込んだ無線機やゲートウェイ製品、電力/温湿度センサ、計測・制御機器など約120製品を提供している。様々な分野のSmartHopパートナー製品の幅広いラインナップにより、ユーザは用途に適した異なるベンダーの製品を組み合わせたIoTシステムを構築できるようになった。

標準化活動は研究開発とは求められるスキルが異なるが、最新技術の知見、貴重な人脈、新技術の事業化の経験など、得られるものも大きい。多くの若者に市場を開拓するダイナミックな国際標準化活動に携わってもらいたいと福永は思っている。

参考文献

TTCホームページ「グローバル・ビジネスレビュー～国際競争に打ち勝つための戦略的取組事例」

<https://www.ttc.or.jp/publications/stdcase>

*2 国際標準化団体である、ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 MPEGで制定する、放送や通信などの多様な伝送路を用いてコンテンツを伝送するためのメディアトランスポート規格。

*3 2012年に電波法が改正され、920MHz帯に移行された。

*4 沖電気工業株式会社の登録商標。



Time of Flight方式デプスカメラとセンサー技術

ソニーセミコンダクターソリューションズ株式会社
モバイル&センシングシステム事業部CVシステム開発部

やす よう たろう
安 陽太郎



1. はじめに

近年、スマートフォンへの導入やインダストリー用途での普及が進むデプスカメラとそれを支える最新のセンシング技術の一つであるToF技術について紹介する。デプスカメラは一般的なRGB画像を出力するカメラとは異なり、撮影した被写体の深度情報（＝奥行）を取得することが可能である。古くから光や電波などを点で照射して物体までの距離を測定できるセンサーは広く使われてきたが、ステレオ方式やストラクチャーライト方式など新しいイメージング技術とコンピュータービジョンの進歩によって、点ではなく面で3次元の深度情報を取得できるカメラデバイスが身近になってきている。デプスカメラには先述した2つの方式以外にも多様な手法が存在するが、近年特に注目を集めているのがToF（Time of Flight：飛行時間法）方式のデプスカメラである。ToF方式が他の方式と大きく異なるのは、距離の測定に光子（光子）を用いる点にあり、LiDAR（Light Detection and Ranging）と呼ばれるリモートセンシング技術に含まれる。本稿ではまずToFの基本概念と代表的な2つの方式を可能な限り平易に解説する。後半では我々が開発に注力している間接ToF方式にフォーカスし、それを支える中核技術である裏面CAPDセンサー技術を中心に紹介する。

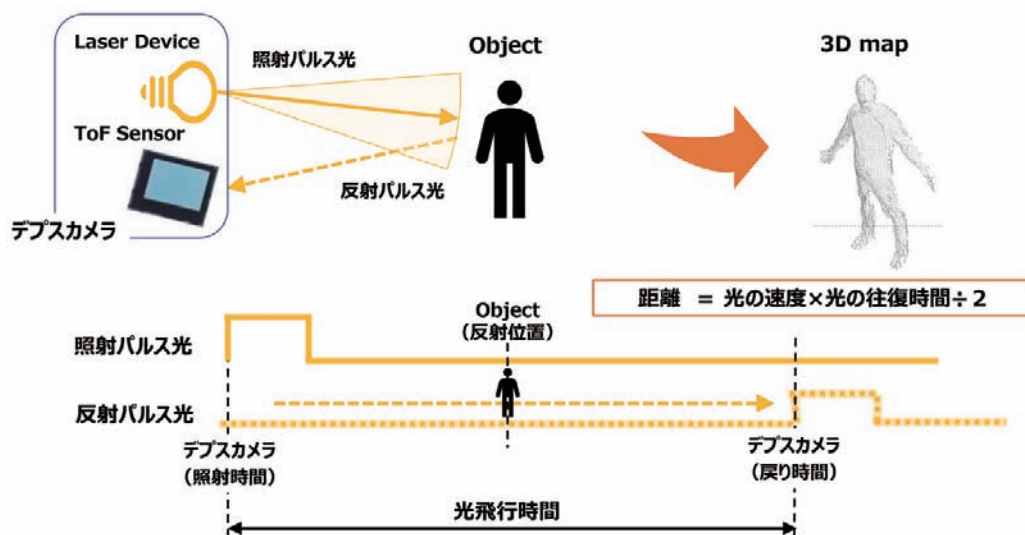
2. ToFの原理

ToF方式の原理について簡単に説明する（図1）。ToF方式では光源から照射したパルス光が被写体に当たって反射した光の戻り時間（＝飛行時間）を計測することで被写体までの距離を取得する方法である。式で表現すると以下のように表される。

$$\text{距離} = \text{光の速度} \times \text{光の往復時間} \div 2$$

ここで光の速度は既知であるから、照射したパルス光の往復時間さえ分かれば距離が求まる。ただし、光の速度は広く知られるように約30万km/s（1秒間に地球を7周半する速度とも表現される）と非常に速く、光の往復時間を正確に捉えるには様々な工夫が必要である。原理理解のために簡単な例を使って説明する。光が3m進むのにかかる飛行時間は既知の光速から10n秒であると求められる。ToFは光の往復時間を計測することになるのでセンサーが10n秒を計測したとすると、物体との距離は1.5m（ $3\text{m} \div 2$ ）だと判別することができる。加えて、もし1.5cmの凹凸を検知したいとなると、100p秒（10n秒の1/100）の時間を分解できるセンサーが必要となる。仕組みとしてはこのように測距の基準として扱う光速が非常に速いことを除けば比較的単純な原理である。

以上の原理を用いて、ToFセンサーでは照射する光を点



■図1. ToFの原理



ではなく、ある範囲の広がりを持たせて照射し、検出する画素（ピクセル）を2次元のアレイ状に配置して、画素ごとに距離を算出すると3次元の深度画像が取得できる。ToF方式のデプスカメラではこの光（光子）を照射する光源と光を受け取る画素を含むセンサーがセットで必要となる。光を照射する範囲を広げれば3D画像を撮影できる範囲を広げることができ、センサーにアレイ配置する画素の数を増やせばより高解像な3D画像を得ることができる。

3. 直接ToF方式と間接ToF方式

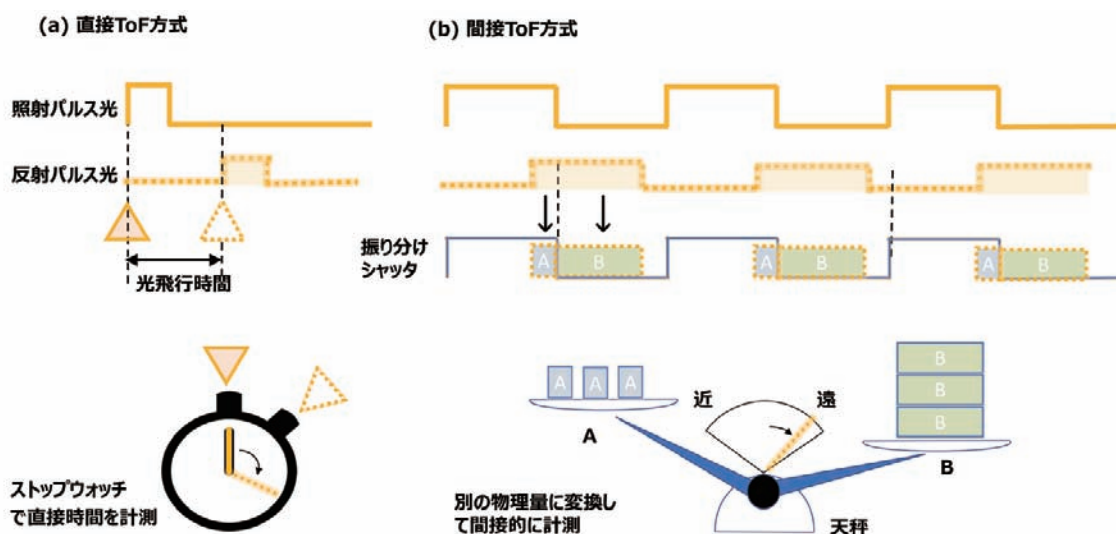
前節では光子と光速を使った測距の概念について説明した。本項ではToF方式において光の戻り時間を計測する具体的な手法について説明する。まず初めに、ToF方式には大きく分けて直接ToF方式と間接ToF方式の2つの代表的な手法がある。直接ToF方式も間接ToF方式も先に説明した「光飛行時間を計測して測距を行う」という点は共通であるが、光の戻り時間を算出する過程が異なる。

図2- (a) を用いて説明すると、直接ToF方式では光の戻り時間そのものを計測する。光を照射してからセンサーに戻ってくるまでの時間をストップウォッチで測るイメージを持つと理解しやすい。先に述べたように光は非常に速度が速く、戻り時間が非常に短いため使うストップウォッチは0.000000001秒（=1ns）以下の時間差を捉える性能が必要である。また、戻ってくる光は照射した光よりずっと強度が小さいため、光子を増倍させる特殊な画素が使われる。近年、車載の自動運転向けに開発が進んでいるLiDARシステムの多くはこの直接ToF方式を採用している。特徴とし

ては高性能な増倍型画素と高出力のレーザーを組み合わせることで、100mを超える長距離の測距が可能となる。ただし、アレイにできる画素の数に制限があることから、後に説明する間接ToF方式と比較すると解像度が低い傾向にある。

一方、間接ToF方式では直接光の戻り時間を計測するのではなく、戻ってきた光を変換した電荷の数量を比較することで間接的に時間を計測する技術である。まず繰り返しパルス発光した光を対象に照射し、続いて戻ってきた光の連なりを画素で電荷に変換する。このとき照射した光と同期したシャッターで2つの電荷保存領域に振り分けながら、十分な信号量が得られるまで電荷を収集する。この2つの保存領域に貯めた電荷量の比が光の戻り時間によって変化することを利用して時間を計測することができる。この関係を図2- (b) の図を使って説明すると、被写体までの距離が遠ければBに振り分けられた電荷の量が多くなり、近くなるにつれてAに振り分けられる電荷の量が多くなっていく。先の直接ToF方式がストップウォッチだとすると、間接ToF方式はAとBに振り分けた電荷の量を、天秤を用いて比較するイメージである。間接ToF方式の特徴としては、画素の数を増やすことが比較的容易で解像度に優れる。また、近距離では高精度で物体の形状を検出できることと、システムが単純なため安価である点が挙げられる。一方で遠距離の測距では反射する光の強度が低下し、センサー内のノイズなどの影響が大きくなるため精度が低下する傾向にある。

以上、直接ToFと間接ToFの原理と特徴について述べた。これらの長所や短所は使いこなしや緻密なトレードオフ設計で性能差が前後することもあるものの、得意分野が異な



■ 図2. 直接ToF方式と間接ToF方式



る。近距離/高解像度/低コストに向くのが間接ToF方式、長距離/高精度に向くのが直接ToF方式といったように用途に応じて使い分けが進むと考えられる。

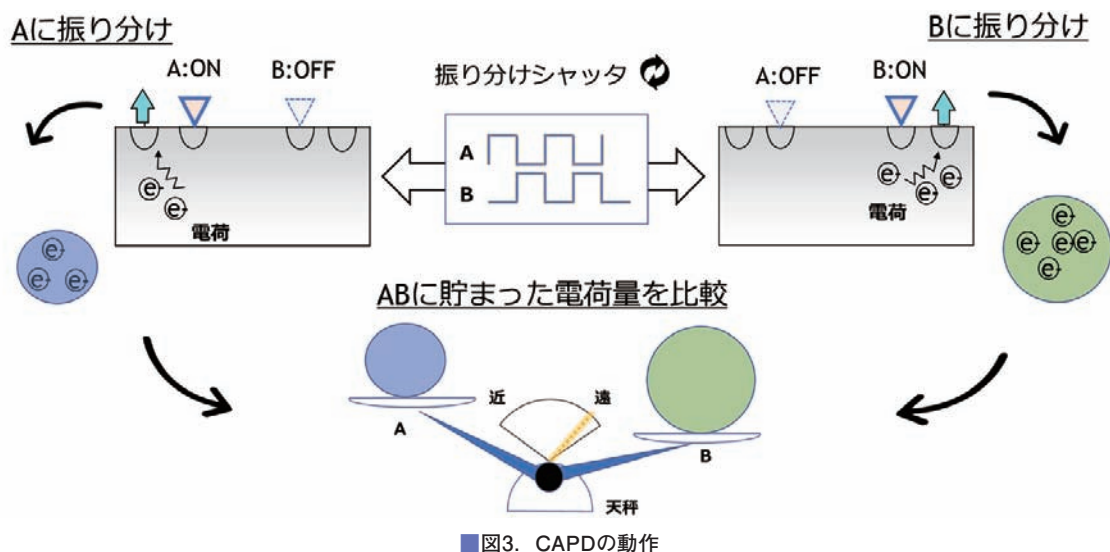
4. 裏面照射型CAPDセンサー

次に我々が開発した間接ToF方式の裏面照射型CAPDセンサーについて説明する。裏面照射型CAPDセンサーは、ソニー株式会社（以下、ソニー）が従来から得意とする裏面照射型CMOSイメージセンサーのデバイス技術と2017年にM&Aによりソニー傘下に迎え入れたSoftkinetic Systems S.A.（現Sony Depthsensing Solutions）のCAPD技術を掛け合わせて開発されたものである。SoftKinetic Systems社について補足すると、長年間接ToF方式のセンサーを含むハードウェアとソフトウェア両方の開発経験を持つブリュッセル（ベルギー）発のスタートアップで、CAPDを筆頭にユニークな技術を数多く保有する。

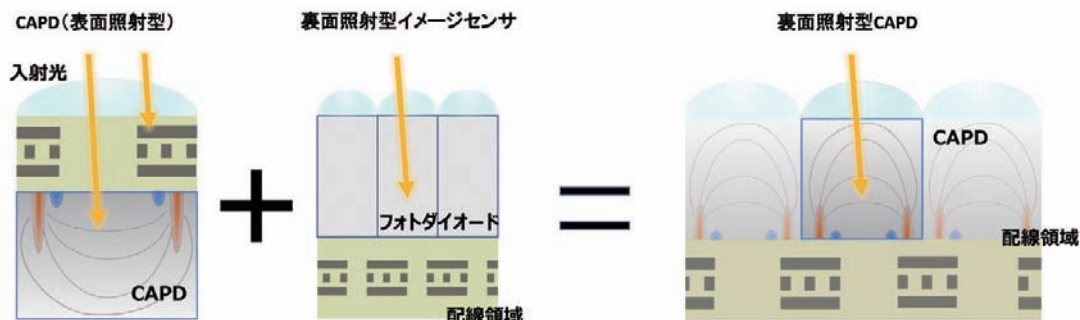
CAPDとはCurrent-Assisted Photonic Demodulatorの

略称で、電圧によって光から発生した電荷（エレクトロン）を制御する一般的なCMOSイメージセンサーの画素と異なり、CAPDは電流で電荷の進行方向を高速制御できる点が稀有な特徴である。図3を用いて原理を説明する。CAPDは一般的な画素（フォトダイオードとも呼ばれる）と同様に入射した光（光子）を電荷（エレクトロン）に変換する。この画素内で変換された電荷の進行方向をCAPDでは電流の向きによって任意に制御する。電流によって制御される電荷の進行方向はAとBの2つの異なる電荷保存領域に指向され、繰り返し高速にAとBの指向をスイッチすることで図2- (b) で説明した間接ToF方式に必要な電荷の振り分け動作を実現できる。電流アシストによって電荷の指向を切り替えるという、一見奇抜に見えるアイデアであるが、デバイスの構造は非常にシンプルなため製造工程で生じるばらつきに強く、製造性に優れたデバイス構造であると言える。

次に開発した裏面照射型CAPDについて図4を用いて解



■図3. CAPDの動作



■図4. 裏面照射型CAPD



説する。裏面CAPD画素は先に説明したCAPDに裏面照射型CMOSイメージセンサーの技術を適応することで開発された。配線領域を光照射面の反対側に配置する裏面照射型構造を採用することで画素に取り込める光の量が多く確保でき、少ない光でも損失なく有効な信号に変換できる。この性能向上によって測距性能を低下させずに画素を小さくすることが可能になった。さらに、裏面化によって画素の設計自由度が向上し、間接ToF方式の測距精度を決める重要なパラメータである電荷の転送速度を高めることで飛躍的な測距性能向上を達成することができた。この新しい画素構造は我々の得意とするCMOSイメージセンサーのアーキテクチャと親和性が高く、読み出し回路を含む多くの機能を転用することができる。そのため信頼性が高い従来のCMOSイメージセンサーの開発プラットフォームを活用した設計及び製造が可能である。

5. 間接ToFカメラモジュール

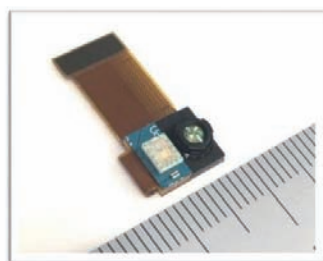
図5- (a) に開発した裏面照射型CAPDセンサーを搭載した間接ToFカメラモジュールを示す。これまでに説明した裏面照射型CAPDセンサーに加えてレーザーデバイスとレーザー駆動用のドライバ及び各種光学部品がスマートフォンへ搭載可能なスケールで実装されている。

図5- (b) はこのカメラモジュールから出力される深度画像である。このデモンストレーションでは被写体である石膏像のディテールが非常に高精細に再現されていることが分かる。このデプスカメラでは1mの被写体を撮像したときの測距精度は10mm以下を達成し、物体の3Dスキャンや顔認

証によるアンロックなどのアプリケーションに対して十分な精度を備える。また、被写体をレーザースキャンする方式のデプスカメラに対して、本デプスカメラでは距離画像をフレーム単位で一括に取得するため、ARゲームなどでも対応できる高フレームレート撮像が可能となっている。今後はスマートフォンだけでなく、パーソナルロボットや自動搬送機などのロボティクス分野、ファクトリーオートメーション分野への活用も期待されている。一方、ある程度の距離（例えば5m以上）の測距には、必要な信号強度を得るため消費電力が増加する課題があり、引き続き改善に取り組んでいく必要がある。

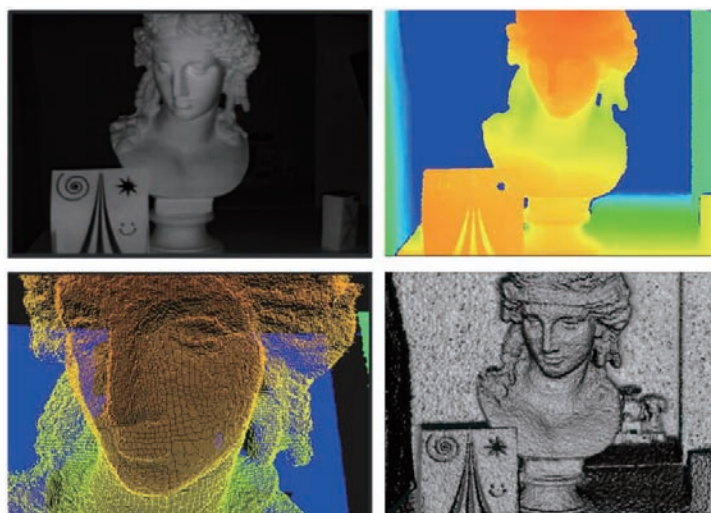
6. おわりに

ToFの動作原理及び2つの方式を解説し、裏面CAPDの開発成果の一端を紹介した。間接ToF方式を採用した裏面CAPD画素は従来技術に比べ、画素サイズが微細化し、測距性能も大きく向上した。一方で、デプスカメラやそれに用いられるセンサーの開発における課題（消費電力と測距レンジ/精度のトレードオフ、ソフトウェアの開発環境、一般消費者の認知）も明らかになってきた。昨今、デプスカメラへのニーズが徐々に拡大し、それに比してアプリケーションも増加してきている。特にVR（仮想現実）、AR（拡張現実）、MR（複合現実）の発展に向けて高度なデプスカメラはキーテクノロジーとなる可能性があり、今後も技術進歩が期待される。我々ソニーセミコンダクターソリューションズではテクノロジーの力で世界に感動を届け、スマートで価値あるソリューションを開発していく。



(a)スマートフォン向け
裏面CAPDセンサ搭載モジュール

- (b)出力データ
左上から時計回りに
①モノクロ出力
②深度Heat Map
③点群表示
④3D表示



■図5. 試作したデプスカメラモジュールと撮像された深度画像



6Gに向けたテラヘルツ波通信技術の動向

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 研究センター長

ほうさこ いわお
寶迫 巖



1. はじめに

2019年末に端を発したCOVID-19によるパンデミックによって、多くの人々がサイバー空間を通じたコミュニケーション手段を使わざるを得ない状況になった。それ以前は手段としてはあるけれどもあまり利用していなかった様々なリモート会議システム等を活用することを迫られ、実際に否応なしに利用したわけである。そのような状況がしばらく続きリモートワーク、リモート会議、リモート授業等は当たり前になってきた。この状況には多くの利点があることに人々は気が付いたと思う。つまり会合点がサイバー空間になったため、時空を超えてある会合点から別の会合点へ瞬時に移動できる。さらに会合点の容量は実空間に比べてはるかに大きいので、参加人数の制限を大幅に緩和することも可能である。仕事をするにしても余暇を楽しむにしてもこれまで以上にチャンスが増えたともいえる。一方で現状は決して十分でないことも人々の共通認識となっている。一言でいうならば、現在の臨場感に乏しく、実空間で実際に会ったり会話したりするのは全く異なっているという部分である。この点は技術分野においては、帯域や接続ポイントの数、そしてヒューマンインタフェースの質が十分でないこととあって良いと思う。このような点は、現在進みつつある第5世代移動体通信システム(5G)の普及によってある程度は解決すると考えられる。

これまでの移動体通信システムの進化には目覚ましいものがある。通信インフラ(第1世代(1G)~3G)から始まり、情報インフラ(4G)になり、個人の生活に欠かせない要素となった。2020年頃から利用できるようになった5Gでは、人だけでなくモノとモノをつなぐ社会インフラとしての機能が備わっている。DXの推進に伴い、人と人、人とモノ、モノとモノの相互作用が、社会生活の様々な場面で大きな意味を持つようになるはずだ。すなわち移動体通信システムを支えるコアネットワーク、ネットワーク上のサーバー、そしてそれらが織りなすサイバー空間を介した様々な相互作用は、実空間とサイバー空間の両側にまたがった形で実行される。この姿は実空間とサイバー空間が有機的に統合したサイバーフィジカルシステムと捉えることができる。このサイバーフィジカルシステムの進展がこれからは重要になってくる。

2. テラヘルツと6G白書と海外動向

5G社会実装は始まったばかりだが、既に次の世代の6Gの開発競争が始まっている。社会インフラとなった情報通信網は、未来社会の神経網として極めて重要な位置を占めることが明確になったためである。2019年ごろより世界各国の研究機関、大学、携帯事業者等から6G白書^[1]が数多く出版されている。6Gを目指した研究開発投資が行われ始め、6Gの実現を目指すコンソーシアム^[2]が設立されるなどしている。白書の中では6Gのあるべき姿として、まずは5Gの3つのネットワークスライスの高度化、すなわち、更なる「高速・大容量」・「低遅延」・「同時多数接続」を目指すとしている。これに加えて、「安全性・信頼性」、「拡張性」、「自律性」、「超低消費電力化」が必要となるとしている。「高速・大容量」ではアクセス速度として5Gの10倍といった目標が掲げられており、ここにより高い周波数帯であるテラヘルツ帯を用い広い帯域幅を使って実現するというシナリオが掲げられている。このような高速アクセスを支えるためコアネットワークの通信速度を現在の100倍程度とする必要もある。アクセス速度の向上は、ユーザー端末における高品質動画ストリーミング伝送、大容量画像データのアップロードなどに寄与しユーザー体験を大幅に向上することにもつながる。この点もテラヘルツ帯を使うことへの動機として挙げられる。

3. テラヘルツとは(無線通信の場合)

電波法^[3]では、「電波」とは、三百万メガヘルツ以下の周波数の電磁波をいう。」と電波の範囲が定義されている。三百万メガヘルツはすなわち3THzになる。3THz以下の電磁波は、300GHz~3THzがサブミリ波、30GHz~300GHzがミリ波と呼ばれている。一方でテラヘルツ帯とは100GHz(0.1THz)~10THzの電磁波を指す言葉として使われることが多い。このため混乱すること多いのだが、ここでは100GHz~10THzの電磁波をテラヘルツ帯として話を進める。

周波数が高くなると自由空間伝搬損が大きくなる。さらに分子吸収線が多く吸収線近傍では極めて大きな吸収がある。1km当たり的大気吸収と自由空間伝搬損(FSPL)、そして

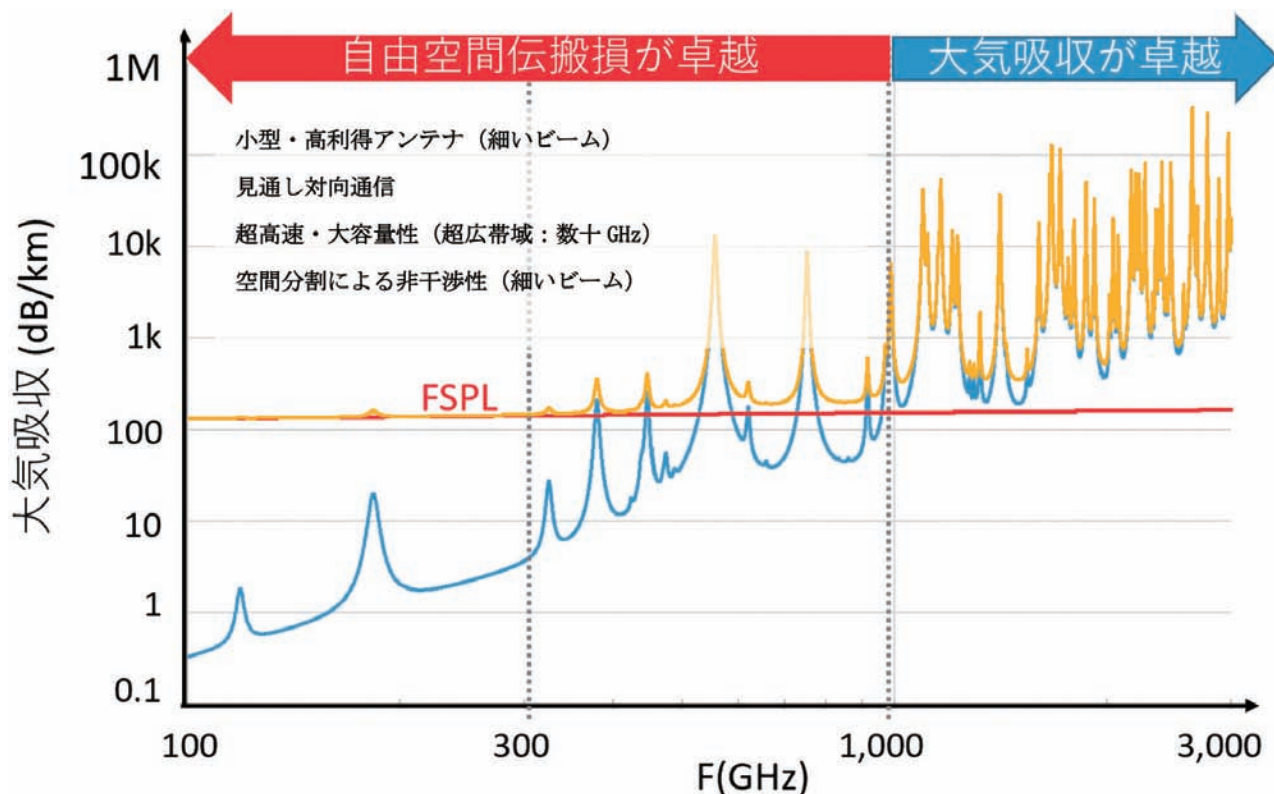


それらの和を図に示す。およそ1THzを境にして、それよりも大きな周波数では大気吸収が卓越している。1THz以下の周波数帯では自由空間伝搬損が卓越しており、従来の無線通信とその点においては変わらない。降雨減衰^[4]は150mm/hという土砂降りの条件でおよそ50dB/km (100GHz–1THz) と大きな値になっている。アメダス^[5]のデータによると80mm/h以上の降雨は1300地点当たり年間20回程度となっており、その頻度はそれほど高くないが、システムを検討する際には重要な点である。

周波数が高くなると小さなアンテナで大きなアンテナ利得を持つものが実現できる。例えば300GHzの標準ホーンアンテナでは、開口は8mm×6mm程度ですが25dBiと高い利得がある。この時の3dBビーム幅は9°と狭くなる。さらに人の生活空間の大きさ程度の空間で見た場合、回折現象は無視できる程度であるため、建物や人の影となる部分には電波は届かない。以上から、テラヘルツ帯での無線通信の特徴は、小さな高利得アンテナによる細いビームを用いた近距離の見通し対向通信であるといえる。この点は空間分割 (細いビーム) によって比較的近距離であっても同じ周波数を繰り返し使うことができるといった特徴にもつな

がる。

2019年の世界無線会議 (WRC-19) において275GHz–450GHzの全137GHz (275–296GHz、306–313GHz、318–333GHz、356–450GHz) が固定無線と陸上移動無線に特定された。この結果は無線規則 (脚注5.564A)^[6]に反映されている。275GHzの直下には既に固定無線と陸上移動無線に割り当てられている帯域252–275GHzがあり、これと併せて252–296GHzの連続44GHzもの帯域が利用できるようになった。252–296GHzの帯域では、大量生産した場合にコストが著しく小さくできる可能性があるシリコンCMOSデバイスを利用できる可能性がある点は、コンシューマ用途の無線を検討する場合に重要である。このように極めて広い帯域が連続して使えることは、超高速性や大容量性に直接結び付く重要な要素である。単純なアナロジーとしては、5Gで400MHzを使って10Gbit/sの通信速度が実現できていることを根拠とすれば、同様に考えて44GHzを使えば1.1Tbit/sが実現できることになる。もちろん実際はこのように単純ではないが、極めて広い連続した帯域が使えるようになった点は、テラヘルツ帯での無線通信の大きな特徴である。



■図. テラヘルツ帯の特徴 (無線通信の場合)



米国の連邦通信委員会 (FCC) は2019年3月に95GHz-3THzのテラヘルツ帯を実験用に簡単な申請で最大10年間利用可能な免許を交付できるとする発表^[7]を行っている。6Gに向けたテラヘルツ帯開拓を目指した政策として注目に値するものといえ、日本においても同様な政策を行い、国際競争力を高めていく必要がある。

国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) では、高周波電磁界 (RF) にばく露されている人を保護するため電磁界へのばく露を制限するためのガイドライン^[8]を定めている。このガイドラインは2020年に改訂され対象とする周波数範囲は100kHz-300GHzである。WRC-19で特定化された周波数帯も一部含まれているので、機器開発を行うに当たっての指針として有用である。

4. テラヘルツ帯を用いる初めてのデファクト標準 (IEEE802.15.3d)

“IEEE 802.15.3d-2017-IEEE Standard for High Data Rate Wireless Multi-Media Networks Amendment 2: 100Gb/s Wireless Switched Point-to-Point Physical Layer (IEEE 802.15.3d)”^{[9][10]}は、Bluetooth (IEEE 802.15.1) 等を定めてきたIEEE 802.15ワーキンググループにおいて議論が行われ2017年9月に採択されたデファクト標準である。IEEE 802.15.3dではスイッチド・ポイント・ツー・ポイント・リンクのための252GHzから325GHzまでの低いTHz周波数帯の代替物理層 (PHY) が定義されている。2.16GHzから69.12GHzの間の8つの異なる帯域幅を使用して、最大100Gbit/sのデータレートを可能にする2つの物理モード (THz-SC PHY、THz-OOK-PHY)、3つのチャンネル符号化 (14/15-rate LDPC (1440, 1344)、11/14-rate LDPC (1440, 1056)、11/14-rate RS (240, 224))、7つの変調方式 (BPSK、QPSK、8-PSK、8-APSK、16-QAM、64QAM、OOK) が定義されている。対象としているユースケースは、キオスクダウンロード (KIOSK-DL)、デバイス間通信 (Intra-Device)、データセンター内の通信 (Data Center)、モバイルフロントホール/バックホール (Front/Back-haul) の5つである。通信距離はKIOSK-DLの数cmからFront/Back-haulの1km程度までとなっている。これらのユースケースは、総務省電波資源拡大のための研究開発 (KIOSK-DLとIntra-Device)^[11]、欧州委員会Horizon 2020のNetworking research beyond 5G (ICT-09-2017) の中の1つのプロジェクトTERAPOD (Data Center)^[12]、日欧共同公募第4弾の研究開発の中の1つのプ

ロジェクトTHOR (Front/Back-haul)^[13]によりすべて網羅され、その実現可能性がデバイス技術的、システムのにも検証されるなどしてきた。

IEEE802.15.3d-2017のチャンネルプランは、上述のWRC-19の結果と必ずしも一致していない。2021年3月のIEEE 802の会合において、この点について議論された。IEEE802.15.3d-2017のチャンネルプランを変更することはしないが、実質的にはWRC-19の結果によりマスクされるということをITU-Rへのリエゾン文書の中で確認^[14]している。

5. これからの方向性 (まとめに代えて)

6Gの新しい周波数帯候補という明確な目標が各白書等で示され、各国において様々な研究助成が行われている。無線規則では広い周波数帯が特定され、電波防護指針も整ってきたところである。少なくとも1つのデファクト標準があり、それに基づいた実現可能性が示されてきた。デバイス技術も化合物半導体デバイスのみならずシリコンCMOSなども利用可能な状況になりつつある。さらにパンデミックのためにリモート会議等を体験した人々は、ユーザー体験の大幅な向上に期待を寄せている。このようにテラヘルツ帯無線を実用化するための素地は、およそ整った状況にある。5Gではおよそ100GHz以下の周波数帯が候補となりいくつもの周波数帯は実際に利用されることとなった。これまでに述べた様々な境界条件から考えると6Gでの候補周波数帯は100GHz-300GHzの範囲にあるといっても良さそう。IEEE802.15.3dはシングルキャリア (SC) モードのポイント・ツー・ポイント・リンクだったが、今後IEEE802.11や3GPPにおいて、マルチキャリアモード、ポイント・ツー・マルチポイント・リンクであってビーム制御の加わった標準が議論されて行くことになると考えられる。日本はこれまでデジュール標準、デファクト標準、デバイス開発においてテラヘルツ帯無線の開拓を主導してきた。この経験を活かし、これからもテラヘルツ帯無線の研究開発を主導するのみならず、市場をも主導して行くことが望まれる。

(2021年2月4日 ITU-R研究会より)

参考文献

[1] 6G白書等

●総務省Beyond 5G推進戦略懇談会

https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000364.html



- NTTの「IOWN」構想
<https://www.rd.ntt/iown/>
 - DoCoMoの「ドコモ6Gホワイトペーパー」
https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/technology/whitepaper_6g/
 - KDDIの「Accelerate 5.0」
https://biz.kddi.com/accelerate5_0/
 - NECの「Beyond 5Gビジョンホワイトペーパー」
https://jpn.nec.com/nsp/5g/beyond5g/pdf/NEC_B5G_WhitePaper_1.0.pdf
 - Samsungの「The Next Hyper-Connected Experience for All」
https://cdn.codeground.org/nsr/downloads/researchareas/20201201_6G_Vision_web.pdf
 - Oulu大学「6G channel」
<https://www.6gchannel.com/>
<https://www.6gchannel.com/portfolio-posts/6g-white-paper-validation-trials/>
- [2] コンソーシアム
- Beyond 5G推進コンソーシアム
 Home Beyond 5G推進コンソーシアム (b5g.jp)
 - NEXT G ALLIANCE
<https://nextgalliance.org/>
- [3] 電波法 : <https://elaws.e-gov.go.jp/>
 - [4] 降雨減衰 : FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION OFFICE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY Bulletin Number 70 July, 1997 Millimeter Wave Propagation : Spectrum Management Implications
 - [5] アメダス : www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html
 - [6] 無線規則 : <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR/en>
 - [7] FCC : <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-356588A1.pdf>
 - [8] ICNIRPガイドライン : <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPrfgdl2020.pdf>
 - [9] IEEE 802.15.3d-2017 : https://standards.ieee.org/standard/802_15_3d-2017.html
 - [10] IEEE 802.15.3d-2017の解説記事 : <https://ieeexplore.ieee.org/document/9269931>
 - [11] 総務省電波資源拡大のための研究開発 : <https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/kenkyu/>
 - [12] TERAPOD : <https://terapod-project.eu/>
 - [13] THOR : <https://thorproject.eu/>
 - [14] IEEE802.15 SC-THzの文書 : <https://mentor.ieee.org/802.15/dcn/21/15-21-0122-02-0thz-liaison-statement-to-itu-r-wp5a.docx>

国際航海を行う船舶局に必須の書類 好評発売中！



船舶局局名録 2020年版



海岸局局名録 2019年版

海上移動業務及び
海上移動衛星業務で使用する便覧
2020年版

お問い合わせ : hanbaitosho@ituaj.jp





テラヘルツ波帯の無線通信規則の改定と今後の展望

国立研究開発法人情報通信研究機構
NICTテラヘルツ研究センター 客員研究員

おがわ ひろよ
小川 博世



1. はじめに

2019年世界無線通信会議（WRC-19）では、275–450GHzの周波数範囲内で陸上移動業務（LMS）応用及び固定業務（FS）応用に周波数帯を特定するWRC-19議題1.15^[1]において、4つの周波数帯（275–296GHz、306–313GHz、318–333GHz、356–450GHz）が脚注5.564Aによって特定された。特定された総帯域幅は137GHzであり、将来の移動通信システム等への応用が期待される。

本稿では、WRC-19議題1.15の責任グループのITU-R WP1Aと寄与グループのWP5A及びWP5Cが2016–2019年の研究会期で実施してきた決議767（WRC-15）に従った研究概要及びWRC-19の結果を紹介するとともに、将来の移動通信システム用スペクトラムへの275GHz以上の周波数帯の展開の考察、さらに最近のITU-R関連WPにおける研究動向について述べる。

2. 2016-2019年研究会期におけるWRC-19議題1.15の取組み

WRC-19議題1.15の成立経緯及びITU-R内での研究体制については、参考文献（1）に詳細に記述されているので、ここでは2016年以降の各関連作業部会における研究活動を述べる。

2.1 WP5Aにおける取組み

WP5Aでは、275–450GHzの周波数範囲内で運用するLMS応用の技術運用特性とスペクトラム要求値の検討を行った。その結果はITU-RレポートM.2417として発行された^[2]。このレポートでは、275–325GHz帯と275–450GHz帯の2周波数帯と50GHzのスペクトラム要求値が提案されている。さらにこのレポートでは、LMS応用システムの展開シナリオとしてコンビニエンスストアで使用することを前提とした近接移動通信システム（CPMS）の例を提供し、デバイス使用率を算出するためのCPMS運用パラメータを表1のように導出している。なお、被干渉側の地球探査衛星業務（EESS）センサーへの干渉量評価のためには、これらデバイス密度を算出する必要がある。そのため、関東の各県におけるコンビニエンスストア数のデータと関東の面積か

らコンビニエンスストアの分布平均密度が算出され、これらパラメータはEESS（受動）との共用両立性検討で使用された。

■表1. デバイス使用率の算出根拠

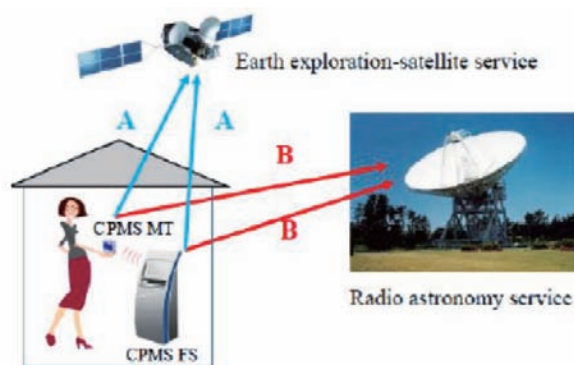
1日当たりのコンビニ利用人数	1000
CPMSデバイスがインストールされている端末の割合	20%
2時間映画をダウンロードする1CPMSデバイスの回数	2
CPMSデバイスのスループット	6.9Gb/s
CPMSデバイスのダウンロード時間	2.2秒
全CPMSデバイスのダウンロード時間	440秒
コンビニ営業時間	57600秒
1コンビニ当たりのデバイスの使用率	0.76%

2.2 WP5Cにおける取組み

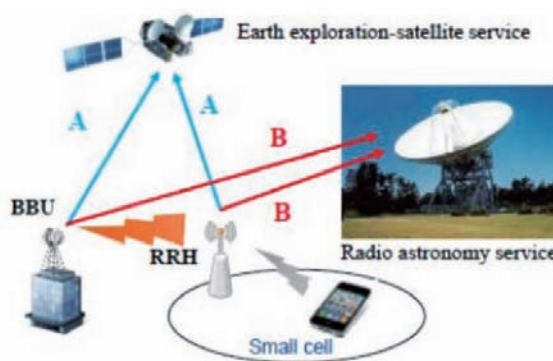
WP5Cでは、275–450GHzの周波数範囲内で運用するFS応用のための技術運用特性とスペクトラム要求値の検討を行った。その結果はITU-Rレポート F.2416として発行された^[3]。このレポートでは、275–325GHz帯と380–445GHz帯の2周波数帯と50GHzのスペクトラム要求値が提案されている。さらにこのレポートでは、FS応用システムの展開シナリオとして移動通信基地局へのバックホールリンク／フロントホールリンク例を提供し、関東エリアの総面積とFS局導入想定数からFSリンク密度を1km²当たり8.4として算出している。これらの数値はIMT-2020に関する勧告等に記載されている高密度市街地に配置される基地局数を参照して推定された値である。

2.3 WP1Aにおける取組み

上記WP5AからのLMS応用システムの技術運用特性とスペクトラム要求値に関するレポートM.2417とWP5CからのFS応用システムの技術運用特性とスペクトラム要求値に関するレポートF.2416の結果とWP7C及びWP7Dから提供されたEESS（受動）センサーと電波天文業務（RAS）受信機の干渉閾値を用いてLMS/FS応用に特定できる帯域の検討が進められた。図1（a）はLMS応用システム（近接無線通信）から、図1（b）はFS応用システム（フロントホール／バックホール）からそれぞれEESS（受動）センサーとRAS受信機へ



(a) LMS応用からの干渉シナリオ

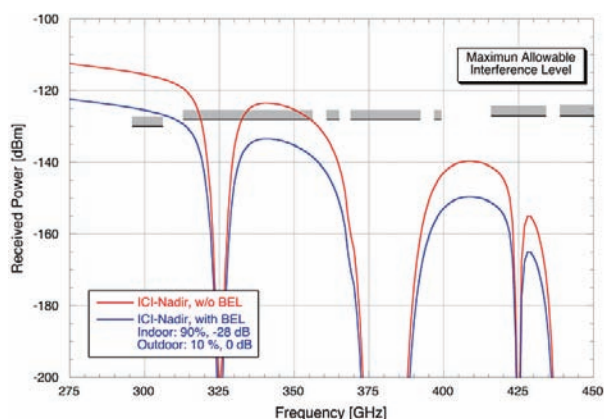


(b) FS応用からの干渉シナリオ

■図1. レポートSM.2450で用いられたLMS/FS応用システムからの干渉シナリオ

の干渉シナリオを示す。

図2に干渉レベル検討結果の1例を示す。集合されたLMSデバイスからの各地球探査衛星用センサーにおける受信レベルの評価を行い、ITU-R勧告RS.2017^[4]で規定されている最大許容干渉レベルとの比較を行った、図2の例では3周波数帯が許容干渉レベルよりも受信レベルが高くなることを示している。これらの結果はITU-RレポートSM.2450に詳細に述べられている^[5]。

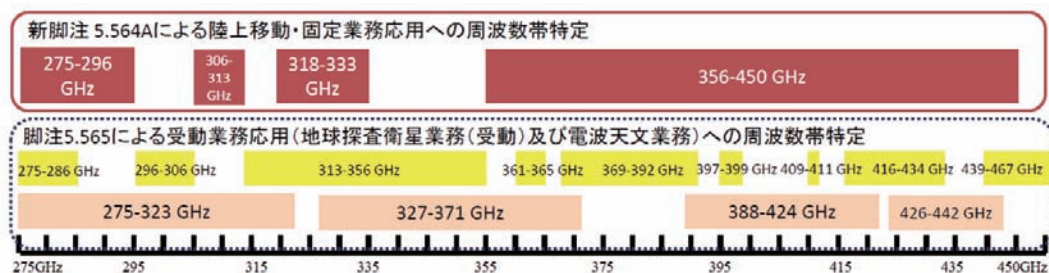


■図2. 地球探査衛星用センサーで受信したLMSデバイスからの集合電力値

3. WRC-19議題1.15の結果

WRC-19では脚注5.565を変更せずに、4つの周波数帯、275–296GHz、306–313GHz、318–333GHz、356–450GHzをEESS（受動）保護のための特別な条件無しでLMS/FS応用に特定する脚注5.564Aが追加された。さらにこの脚注5.564Aでは、296–306GHz、313–318GHz、333–356GHzの3周波数帯は決議731（WRC-19改）に従ってEESS（受動）を保護できる特別な条件が明らかになるまで使用できない内容も追加された。また、RASの保護に対してはケースバイケースの特定条件で対処する内容も追加された。なお、上記4周波数帯のLMS/FS応用による使用は他の無線通信業務に対して優先順位を定めないことも追加された。

表2に改定された無線通信規則周波数分配表の275–3000GHzの周波数帯表を示す。脚注5.565は変更されておらず、275–1000GHzの周波数範囲内でRASのために8周波数帯が、EESS（受動）及び宇宙研究業務（SRS）（受動）のために27周波数帯が特定されている。図3は275–450GHzの周波数範囲内で脚注5.564Aで特定されたLMS/FS応用周波数帯及び脚注5.565で特定されている受動業務の周波数帯を示す。また、275–1000GHzの周波数範囲内では能動業務の使用を受動業務が妨げることができず、さらに1000–



■図3. 275–450GHzの周波数範囲内での脚注5.564Aと5.565による特定周波数帯



3000GHzの周波数範囲内では能動業務及び受動業務双方が使用できる規定は変わっていない。そのため、LMS/FS応用以外の能動業務は依然として脚注5.565で規制されることになっている。なお、450GHz以上で運用されるLMS/FS応用も脚注5.565で規制されることになる。

■表2. 周波数分配表 (275–3000GHzの範囲のみを記載)

第一地域	第二地域	第三地域
275–3000 (分配無し)	5.564A	5.565

4. 6Gへの周波数特定に向けて

4.1 IMT特定周波数帯の拡大

世界的な移動通信システム (IMT) の急速な発展・拡大と更なる高速通信サービスの需要の増大に伴い、世界共通で移動通信に使用できる周波数特定に対する要望がますます高まってきている。この世界的な周波数需要に応えるために、WRCにおいてIMT周波数を特定する議題を設立して無線通信規則改定を行ってきた。各WRCにおいて特定された周波数帯の動向は文献 (6) に詳細に記述されている。特にWRC-19ではIMT周波数の特定幅が大幅に増大し、総帯域幅は17.25GHzであった^[7]。一方無線通信規則によると、92GHz以上で移動業務に分配されている周波数帯は、

92–94GHz、94.1–100GHz、102–109.5GHz、111.8–114.25GHz、122.25–123GHz、130–134GHz、141–148.5GHz、151.5–164GHz、167–174.8GHz、191.8–200GHz、209–226GHz、231.5–235GHz、238–241GHz、252–275GHz

となっており、連続的に10GHz以上の帯域幅が得られる周波数帯は、

151.5–164GHz ($\Delta B=13.5\text{GHz}$)、209–226GHz ($\Delta B=17\text{GHz}$)、252–275GHz ($\Delta B=23\text{GHz}$)

の3周波数帯であり、今後の6Gの技術運用特性及びスペクトラム要求値の動向による特定のための議論が待たれる。

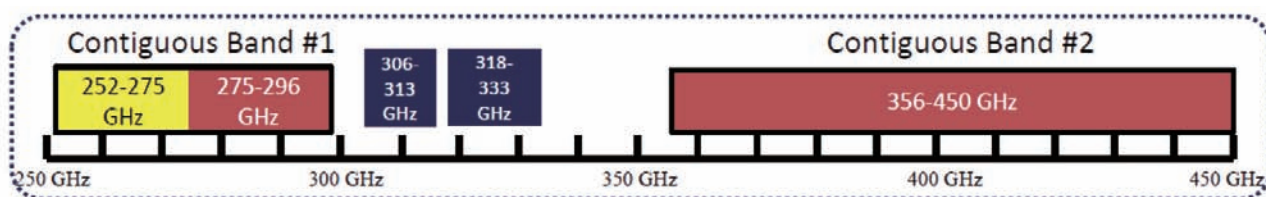
4.2 脚注5.564Aによる連続的に広帯域幅が得られる周波数帯例

WRC-19議題1.15の結果を反映させた場合には図4に示すように連続的に広帯域幅が得られる2つの周波数帯が考えられる。Contiguous Band #1は既分配周波数帯域252–275GHzと脚注5.564Aで特定されている275–296GHzから成り、総帯域幅は44GHzとなる。Contiguous Band #2は脚注5.564Aで特定されている周波数帯であり、総帯域幅は96GHzである。なお、306–313GHz帯と318–333GHz帯も脚注5.564Aで特定されているが、連続帯域幅が既存分配周波数帯よりも狭いため、ここでは考察に含めない。このように周波数分配表ではまだ無線通信業務に分配されていないが、LMS応用システムに特定されている周波数帯までを含めると、格段に周波数帯域幅の拡大が可能となる。

4.3 テラヘルツセンシング技術への期待

6Gでは、電波を用いて高精度な測位や物体検知、さらには移動端末を操作するモーションセンサー、高精度な心拍数等を計測する生体情報センサーなどが組み合わせられ、人体の微小な動きの見分けも含めて、実世界をセンシングする機能を備えていくような進化も考えられている^[8]。テラヘルツ空間高分解能センサーについては、これまで多くの検討がなされている。アクティブ型では、340GHz帯でチャープ帯域幅が30GHzのFMCWレーダーの検討例があり^[9]、さらに250GHz帯、420GHz帯、720GHz帯の各受動センサーの検討例も報告されている^[10]。

このようなテラヘルツの利用動向を踏まえて、WRC-19議題10 (WRCの将来議題) において、231.5–275GHz帯における無線標定業務への分配の検討及び275–700GHzの周波数範囲内における無線標定業務への周波数特定の検討に関するWRC-27議題2.1 (決議663 (WRC-19)) がWRC-19で承認された。この議題はWRC-23においてWRC-27議題として成立するかどうかは現時点では不明であるが、WRC-



■図4. 連続的に広帯域幅が得られる周波数帯例



23で議題が成立すると275GHz以上の周波数帯で無線通信システムとセンサーとが同時に使用できる可能性が高いと思われる。

5. ITU-R関連WPにおける最近の研究動向

5.1 WP1Aにおける動向

2015年に成立したITU-RレポートSM.2352にWRC-19議題1.15の結果を反映させること、及び新たな応用分野として275GHz以上の周波数帯を使用するウォークスルー型ボディスキャナー等の技術を追加するための改定作業が開始された。さらに、4.3節で紹介したWRC-27議題2.1の予備検討を行う体制も整備された。

5.2 WP5A/5Cにおける動向

WRC-19議題1.15でLMS/FS応用に特定できなかった296–306GHz、313–318GHz、333–356GHzの3周波数帯をEESS（受動）保護の条件下で特定するための緩和技術と具体的な条件に関する新レポート作成に向けた作業が開始された。また、ITU-RレポートM.2417-0及びF.2416-0についても内容の見直しのための改定が開始された。さらに、252–296GHz帯で運用するLMS応用とFS応用の共存条件を検討するためのITU-Rレポートの作成も開始された。図5にLMS/FS応用間干渉シナリオの概略図を示す。

6. おわりに

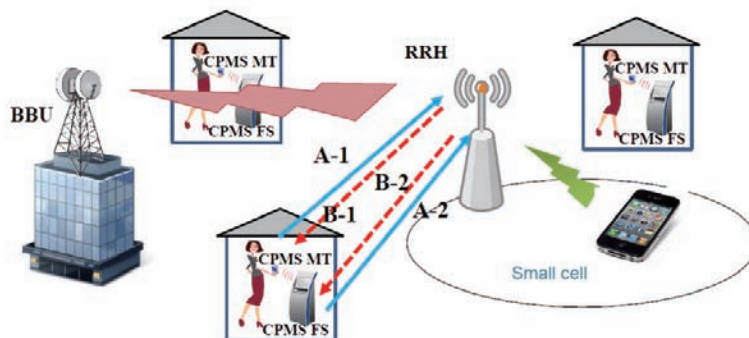
275GHz以上のITU-Rにおけるスペクトラム研究では、これまでの受動業務に関する技術運用特性及び干渉基準の検討を中心とした活動から能動業務に関する検討へと広がってきている。特に、能動業務ではLMS/FS応用の検討が先行されて行われてきたが、今後他の能動業務応用に関する検討も行われる可能性が高まっている。さらに、6Gのミリ

波・テラヘルツ波利用も期待されており、ますます275GHz以上のITU-Rにおけるスペクトラム研究の重要性が高まるものと思われる。

(2021年2月4日 ITU-R研究会より)

参考文献

- [1] 小川博世, “275GHz以上のスペクトラム研究と無線通信規則改定に向けた展望、ITUジャーナル”、Vol. 46, No. 6, pp.26-30, (2016.06).
- [2] Report ITU-R M.2417, Technical and operational characteristics of the land mobile service applications operating in the frequency range 275-450GHz, (2017.11).
- [3] Report ITU-R F.2416, Technical and operational characteristics and applications of the point-to-point fixed service applications operating in the frequency band 275-450GHz, (2017.11).
- [4] Recommendation ITU-R RS.2017, Performance and interference criteria for satellite passive remote sensing, (2012.05).
- [5] Report ITU-R SM.2450, Sharing and compatibility studies between land-mobile, fixed and passive services in the frequency range 275-450GHz, (2019.06).
- [6] 新 博行, “WRC-19における高周波数帯 (24.25-86GHz)での携帯電話周波数の確保に向けて”、ITUジャーナル Vol. 46, No. 6, pp.21-25, (2016.06).
- [7] 伊藤、他, “2019年ITU無線通信総会 (RA)、世界無線通信会議 (WRC-19) 報告”、NTT DOCOMOテクニカル・ジャーナル Vol.28, No.1, pp.42-47, (2020.04).
- [8] NTTドコモホワイトペーパー, “5Gの高度化と6G” (2021.02).
- [9] D. A. Robertson, et al., “The CONSORTIS 16-channel 340-GHz security imaging radar,” Proc. of SPIE Vol. 10634, 2018.
- [10] R. Appleby, et al., “Concealed object stand-off real-time imaging for security : CONSORTIS,” Proc. of SPIE Vol. 9462, 2015.



■図5. 252–296GHzで運用するLMS/FS応用間の干渉シナリオ



ITU-R SG4（衛星業務）関連WP会合 及びSG4会合報告

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

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 Group4：第4研究委員会）のWP（Working Party：作業部会）会合が、2021年2月15日（月）～3月4日（木）の18日間にわたって開催された。今回も新型コロナウイルスの影響により、e-Meetingにて行われた。日本からは、総務省、（国研）情報通信研究機構、（株）NTTデータ経営研究所、（株）NTTドコモ、（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、三菱電機（株）、（一財）航空保安無線システム協会から計30名が参加した。

以下、上記会合の概要について報告する。

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、議長はJack Wengryniuk氏（米国）が務めている。

2021年2月22日（月）～3月3日（水）の10日間で行われ、66か国・57機関から582名の参加があった。

日本寄書3件を含む90件の入力文書について検討が行われ、49件の文書が出力された。

我が国の主な対応状況について、次項にて報告する。

2.1 特定帯域における衛星間リンクの規則に対する衛星間業務への分配追加による適切な規則条項の決定と実施（WRC-23議題1.17関係）

WRC-23議題1.17は、11.7–12.7GHz、18.1–18.6GHz、18.8–20.2GHz及び27.5–30GHzの衛星間通信と他の既存業務との共用条件の検討及び衛星間通信運用の技術条件と規則を策定するものである。11.7–12.7GHzを静止軌道上（GSO）のFSS衛星から非静止軌道上（NGSO）のFSS衛星への衛星間通信として割り当てるときに、11.7–12.2GHzのGSO BSSを保護するための条件を明確化する必要がある。

前回会合において、我が国からは、第3地域の11.7–12.2GHzのBSSの保護及び将来の発展に制約を与えないようにする

ため、付録第30号第4附属書（AP30 Annex4）に記載の値をpfdの制限値とすることを韓国と共同で提案し、その内容が当該議題の作業文書に記載されたが、中国から制限値の根拠が明確でないという意見があり、制限値についてはスクエアブラケットが付された。

今回、我が国から制限値の妥当性を示す寄書（4A/197）を入力し、主張が認められた。作業文書中の制限値に関するスクエアブラケットは外され、制限値に関する根拠についても記載された。

2.2 航空ESIMの特性審査手法（WRC-19議題1.5、決議169（WRC-19）関係）

WRC-19において、17.7–19.7GHz（↓）及び27.5–29.5GHz（↑）帯のFSSにおける静止軌道上の宇宙局と通信する移動する地球局（ESIM：Earth Station in Motion）の利用が承認された（決議169）。しかし、決議169において、BRが航空ESIMのpfd制限値を遵守しているかを審査する必要があるとされているところ、その手法については確立されておらず、早期の確立が求められている。

前回会合において、最小／最大送信電力の扱いとBRの審査に必要な事項の確認が必要とされており、今会合では、米国、韓国、カナダ、フランス、Viasat及び我が国からの意見を統合したコンパイル文書が作成され、引き続きコレスポンデンスグループにて検討が行われることとなった。

2.3 放送衛星業務（AP30）の周波数共用基準の特性と適用性に関する新報告草案

WRC-19議題7 Issue Gにおいて、EPM（Equivalent Protection Margin）の更新条件が議論された。RR AP30 Annex1 Section1には、第1、3地域のBSSプランの周波数共用条件（調整閾値）として、pfd（power flux density：電力束密度）とEPM（Equivalent Protection Margin：等価混信保護マージン）の2つの記載があるが、その適用性は、明らかになっていなかった。

我が国から、前回会合において、我が国が寄与し、議長レポート（Doc. 4A/155, Annex10）に記載されたpfdとEPMの特性と適用性に関する作業文書を、エディトリア



ルな訂正を加えた上で新報告草案とする提案を行う寄書(4A/195)を提出した。

SWG議長と日本の担当者間でドラフティングが行われ、新報告草案としてPlenary会合へ上程され、Plenary会合において合意された。

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、議長はDavid Weinreich氏(米国)が務めている。

2021年2月18日(木)～24日(水)の7日間で行われ、45か国・27機関から224名の参加があった。

8件の入力文書について検討が行われ、3件の文書が出力された。

我が国からの寄書の入力にはなかった。

3.1 衛星IoT

近年の地上系の無線システムは、5Gに代表されるように、接続性が重要な課題となっている。IoT(Internet of Things)により得られる高い接続性は、多くの意思決定や行動の自動化に貢献しているところである。しかしながら、地理的な地域や、環境の状況、自然災害等の要因で接続性が極めて限定される場所はまだまだ多い。これらの場所で効果的な解決方法となり得るのが衛星IoTと考えられている。

今回、韓国から前回会合でまとめた作業文書を暫定草案として格上げする提案が行われた(4B/46)。韓国寄書の既に運用されている衛星IoTに関する記述(considering c)及びd))について、米国、ナイジェリア、中国から意見が出され、修正が行われた。また、日本から、本件の対象となる業務がFSSとMSSであることを明確にすべきと文書名の修正を提案した。米国から、最終セッションでの修正が多岐にわたっていることから、作業文書のままとし、次回会合で検討したいとの意見が出され、合意された。

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)の河合宣行氏が議長を務めた。

2021年2月15日(月)～19日(金)の5日間で行われ、45か

国・28機関から313名の参加があった。

日本寄書1件を含む51件の入力文書及び前回会合から持ち越しとなった17件の入力文書について検討が行われ、23件の文書が出力された。

我が国の主な対応状況について、次項にて報告する。

4.1 1.5GHzにおける移動衛星業務と地上IMTとの共存(決議223(WRC-19改)関係)

WRC-15において1427-1518MHzがIMT向けの周波数に特定され、隣接周波数に分配されている移動衛星業務(MSS)との両立性検討が、決議223(WRC-15改)により継続検討となった。本検討は、WP4C及びWP5Dが共同で検討が行われているが、前研究会期では検討が完了せず、決議223(WRC-19改)に基づいて検討が継続しており、新報告案及び新勧告案の作成が進められている。

2020年10月に開催されたWP4C会合において、決議223(WRC-19改)では言及されていない1525MHz以上に分配されたMSSの両立性に関する方策を新勧告案に含めるか否かが議論となり、複数の主管庁の間で異なる見解が示された。我が国からは、議論を促進させるために1525MHz以上に分配されたMSSの両立性に関する方策の扱いを勧告事項のNoteで言及する寄書を提出した。

本件については、前回のWP議長報告、CG議長報告に加え、日本、サモア、GSMA、フランス、ケニア他、Inmarsatから寄書が入力された。新勧告案のタイトル、スコープ、勧告事項を中心に議論がされたが、意見収束に至らず、作業文書の更新も行われなかった。

4.2 2GHzにおける移動衛星業務と地上IMTとの共存(WRC-19議題9.1課題9.1.1、決議212(WRC-19改)関係)

WRC-19議題9.1課題9.1.1において、1980-2010MHz及び2170-2200MHz帯における地上系IMTと衛星系IMT間の共存が検討され、WRC-19の結論として、共存のための各主管庁へのガイドラインが決議212(WRC-19改)に記載された。

本件については、決議212のITU-Rへの要請事項で考えられる研究が求められているところであるが、我が国としては、前研究会期において検討をし尽くしており、これ以上の検討は不要との立場である。

インマルサットから本件に関するWP5Dへのリエゾン文書案(4C/158)の入力があったが、米国から決議212の結



論をリオープンすることになることなどから、支持できないと発言があり、我が国のほか、韓国、カナダがこれを支持した。イランから現時点ではリエゾン文書の送付の合意は得られないため、WP4C内で検討を継続することを提案、SWG議長がこれを支持した。

また、前回会合においてInmarsatからの提案で議論はされたが内容に合意はなされないままにWP4C議長報告に添付されていた4C/109 Annex8について、今回会合で関連の入力がないため審議を行うべきではないとする米国、韓国と、審議を行うべきとするInmarsat、サモア、IAFIで議論となった。最終的にInmarsatのDeedman氏を議長としてメールにて議論することとなったが、議論は進まず、4C/109 Annex8はキャリアフォワードされることとなった。

4.3 アクティブアンテナシステムを使用したIMT基地局への無線通信規則第21.5条の適用に関する検証(WRC-19文書550関係)

WRC-19において、アレイアンテナを用いたアクティブシステムをIMT基地局として使用した際に無線通信規則第21.5条を適用するかどうかを検証することとなった(WRC-19文書550)。

前回会合(SG4)において、SG4議長が、BR局長、法務アドバイザー、SG議長(SG4/5)、WP議長(4A/4C/5D)による小会合を別途招集し、両SG間の連携方法を協議するとしていた。この結果、WP5Dは作業を継続すること、WP5Dで達した予備的な結果は衛星業務の保護に影響を与えるべきでないこと、WP5Dは結果を最終化する前にWP4A、4Cへ送付すること、必要があればWP4A、4C、5D共同で専門家会議を実施することがガイダンスとして合意され、WP4A、4C、5Dはこのガイダンスに基づき、適切な行動をとることが求められることとなった。

今回、IAFIから本件に関してWP5D宛てにリエゾン文書を送付する提案する寄与文書(4C/128)の入力があったが、ガイダンスを遵守して送付を控えるべき意見(米国、英国、ブラジル、韓国)と、WP5Dの検討を促すために

送付すべき意見(ロシア、サモア)が出された。これを受け、イランからはWP5Dのアクションを待つべきであり、2021年3月に実施されるWP5Dの状況次第でリエゾン文書の送付を検討することが提案された。審議の結果、議長報告に議論状況をノートし、WP5Dの状況次第で、リエゾン文書を送付する必要があるかを審議すべく、4C/128を次回以降にキャリアフォワードすることとなった。

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、Victor Strelets氏(ロシア)が議長を務めている。

2021年3月4日(木)に行われ、59か国・40機関から352名の参加があった。

6件の文書が入力され、勧告案等の審議は行われなかった。

6. 次回会合の予定

次回の各会合の予定は、以下のとおり。

SG4 : 2021年11月5日(ジュネーブ(スイス))

WP4A : 2021年7月14日~2021年7月28日(e-Meeting)

WP4B : 2021年7月12日~2021年7月16日(e-Meeting)

WP4C : 2021年7月5日~2021年7月13日(e-Meeting)

7. おわりに

前回会合から年末年始を挟んで3か月ほどでの会合だったこと、新型コロナウイルスの影響により引き続きe-Meetingであったことなどから、全体的に深い議論が行えていない状況に感じた。次回のWP会合もe-Meetingでの開催が予定されているが、議論の進捗を注視していきたい。

本会合に向けてご準備・ご対応いただいた日本代表団、関係各位にお礼申し上げますとともに、引き続き我が国のプレゼンスを維持できるよう、ご協力をお願いしたい。



ITU-T FG-AN会合報告

楽天モバイル株式会社 リサーチ・イノベーション部 ウォン・レオン



1. はじめに

Autonomous Networks（自律型ネットワーク）に関する Focus Group（FG-AN）は、2020年12月17日にオンラインで開催されたSG13プレナリ会合において設立された。FG-ANの主な目的は、Autonomous Networksの実現に向けた標準化の準備活動を行うとともに既存の技術の精査と、それらを活用するためのオープンな議論の場を提供することである。FG-ANの第1回会合は、2021年2月2日から4日までオンラインで開催された。

2. 会合概要

Leon Wong（楽天モバイル）が会合の議長を務め、参加者は160人であった（日本からは20人）。会合には40件の寄書が提出され、以下の5つのテーマに分類され、議論が交わされた。5つのテーマとは、「Autonomous Networks Concepts」「Use Cases」「AI/ML（Artificial Intelligence/Machine Learning）Techniques」「Collaboration」「Liaison and Management」である。

3. 議論内容

3.1 開会にあたり

会合はChaesub Lee（ITU-T局長）及びLeo Lehmann（ITU-T SG13議長）による開会の言葉で始まった。局長は、本FGが行うAutonomous Networksの標準化に向けた活動の重要性を強調した。ITU-T SG-13議長はAutonomous Networksは新規領域であり、SG13の活動を前進させる上で重要な活動であるため、活発な議論を期待していると述べた。

Leon Wong議長は、FGの付託事項（Terms of Reference: TOR）にあるAutonomous Networksに関する以下の3つのコンセプトを紹介した。

- ・ Exploratory Evolution（探索的進化）：動的に変化するネットワーク環境の中で、問題をより適切に解決するために、Closed Loop Automation Controllers（閉ループ自動化制御）はオンラインで更新可能である必要がある。
- ・ Realtime Responsive Experimentation（リアルタイム応答性試験）：ネットワーク自身が様々な状況での応答

性試験を行い、不測の実態に備えて学習していく必要がある。

- ・ Dynamic Adaptation（動的適応）：上記のコンセプトを適用するためにネットワーク上で必要となる新技術（定義、インタフェース、アーキテクチャなど）

つまり、3つのコンセプトを要約すると、「探索的進化」は問題に対する新しいロジックや解決策を作り出すことであり、「リアルタイム応答性試験」はそのロジックまたは解決策を自律的に検証することであり、そして「動的適応」は実際にそのロジックまたは解決策を適用するための技術のことである。

会合は40件の寄書を受け、それらは5つのテーマに分類された。なお、寄書のリストは付録に記載されている。

- ・ Autonomous Networks Concepts
- ・ Use Cases
- ・ AI/ML Techniques
- ・ Collaboration
- ・ Liaison and Management

①Autonomous Networks Concepts

このテーマの寄書は、主にAutonomous Networksのコンセプト、オペレーターによるコンセプトの解釈方法、そしてAutonomous Networksにおける信頼性の実現方法について提案している。具体的には「進化」と「適応」は連続している概念なのか、あるいは全く別々の概念なのか等、「進化」と「適応」の定義に関して議論された。Autonomous Networksの信頼性について、人がAutonomous Networksとその自律的判断をどのように信頼すべきかについても議論がなされた。また、別の重要な検討事項として、信頼性の問題がAutonomous NetworksのAI/MLに関連する側面だけに限定される問題なのかという点も挙げられた。

②Use Cases

このテーマでは、Autonomous Networksのユースケースについて議論された。I-012-R1では、ユースケースを収集して、「自律的挙動」及び「自律的挙動の適用」に分類することが提案された。ユースケースの紹介、ユースケースの要



件、概念実証 (POC) 及び実証実験に関する質疑を行った。ETSI ZSM、TM Forum、NGMN Alliance、IRTF NMRG 等、他機関との協力も議論された。これらについて、更なる議論が必要であることが指摘された。

③AI/ML

3つ目のテーマは、人工知能・機械学習 (AI/ML) に関するものである。このテーマでは、Autonomous Networksを実現するためにAI/MLをどう活用すべきかについて議論された。具体的には次の寄書があった。

I-007では、相互運用のための標準化されたインタフェースまたはオープンソースの定義と実装について提案され、議論が交わされた。また、学習用の合成データ (シミュレーター) の精度の評価や、様々な最適化モデル及びシミュレーションツールの出力の精度・実行時間・計算要件を比較するために、サンドボックスを活用することで「探索」と「実験」の目的をどのように実現可能か (つまり、サンドボックスを利用してPoCを作ること) に関しても議論された。本コンセプトに関して、本質的なAI/MLに関連する技術内容であるという指摘があった。そのため、Work Planを作成するにあたってFGはTORに準じて各課題の妥当性・優先度を考慮して、Autonomous Networksに直接関連している課題及び (AI/ML等のように) Autonomous Networksに直接関連していない課題を見極める方向とした。

今後議論する課題として提案されたのは下記のとおりである。

- ・誰がAI/MLサービスの自律性を可能にするか
- ・どのようにAI/ML技術の実験を可能にするか
- ・キーコンセプトの実現に向けたAI/MLの適用

FGは、これらの内容を十分に検討した上で、該当する適切なユースケースを特定する方向とした。

注意点として挙げられたのが、FG-ANで行う標準化の準備活動と他の機関が進める活動の関係性を十分に理解することの重要性であった。つまり、FG-ANの活動にAI/MLはどういった位置付けになるか、どういった影響を及ぼすかという課題である。そして、既存の成果及びITU-T SG-13にて進行中の活動とどう関連付けるべきかという点も述べられた。従って、FG-ANはAI/ML関連の課題、AI/ML非関連の課題及び自律性を実現するためにこれら知能をどのように適用すべきかを検討する必要がある。

要するに、AI/MLは、Autonomous Networksを実現するための1つの手段であると考えられるが、その他にも多様

な手段が存在する。

④Collaboration

このテーマでは、Autonomous Networksとその関連標準化機関のこれまでの活動が紹介された。

NGMNでは、ビジネス支援システム「BSS」、運用支援システム「OSS」、オーケストレーション、ネットワーク仮想化「NFV」、ソフトウェア定義のネットワーク「SDN」といった分野で、ベンダが十分に連携できていないため、スマート通信ネットワークの実現への方向性が見いだせていないことが指摘されている。これらの指摘は、会合参加者でも共有され、自律性を実現するには、同一レイヤ内及び複数レイヤ間での制御ループ入れ子関係と相互接続関係を持つ多層の階層制御ループが必要になることも指摘された。

TM Forumについては、Zero X Experience等の活動が紹介された。Zero XとはスマートシティのためのAutonomous Networksと通信サービスのことであり、複雑さをプロバイダー側で解決することでユーザに利便性の向上をもたらす目的で進められている。本議論の中では、(1) 各ドメインにおけるオープンAPIの定義、(2) 各ドメインにおけるライフサイクル管理及び (3) PoCの提案の3つの課題について更なる議論や協力関係が必要であることが指摘された。

ETSI ZSMについては、Autonomous Networksの主な機能や活用についての取組みが紹介された。さらに、相乗効果と方向性の一致のために、ETSI ZSMはITU-T FG-ANとの密な関係構築を求めていることが共有された。

⑤Working Group (WG) の構成

会合中、FG-ANは下記の3つのWGの設立が承認された。

WG1: ユースケースと要件分析 (Use Cases and Requirements Analysis)

WG2: アーキテクチャと主要技術 (Architecture and Core Technical Enablers)

WG3: 概念実証 (Proof of Concepts)

成果物の詳細については今後の会合にて検討予定である。

3.2 副議長の任命

FG-ANは下記の5名を副議長に任命した。

—Xu Dan (China Telecom)

—Salih Ergut (Turkcell)

—Gyu Myoung Lee (KAIST)



- Vishnu Ram OV (専門家)
- Cao Xi (China Mobile)

3.3 本会合の主な成果と決定

- ・活動の中心となる3つのコンセプト（探索的進化、リアルタイム応答性試験、動的適応）の重要性の共有及び他のコンセプトの利活用の可能性の議論の必要性。
- ・TORの内容に沿って、FG-ANは目標と成果物（FG期間中に達成すべきこと）をより明確にする。また、FG-ANは、次の会合までに具体的な目的と目標を定義。
- ・産業界のユースケースについては、Autonomous Networksとその関連技術の要件定義。
- ・ユースケースのAutonomous Networks Conceptsへの関連付けの重要性の確認。ユースケースの「自律的挙動」と「自律的挙動の適用」への分類。
- ・Autonomous Networksに対する信頼性の問題が、AI/ML技術の領域に限られているかどうかを検討。
- ・Autonomous Networksの様々な側面（特にAI/MLに関連する側面とそれ以外の側面）の検討。また、ネットワークの自律性を実現するための「知能」の適用方法の検討。

- ・FG-ANの寄書等をどのように成果物につなげるべきかを検討。
- ・Autonomous Networksの用語定義を検討。
- ・標準化と技術の差異分析。
- ・FG-ANはオンラインで週次会議を開催。
- ・NGMN、TM Forum、ETSI ZSM、オープンソースなどの機関組織との協力関係構築。
- ・FGのWG構成の決定。
- ・副委員長の任命。
- ・会合の議論の前に寄書を確認する時間を十分に確保可能なスケジューリング。

3.4 閉会にあたり

Bilel Jamoussi (ITU-T研究グループ部門長) が閉会の言葉として、任命された副議長に祝辞を送るとともに、充実した議論内容になったことがこの分野の重要性を示していると述べた。また、幅広い組織や国からの参加者となっていることを歓迎し、その貢献に対して感謝の意を表した。

次のFG-ANオンライン会議は2021年2月18日に開催され、第2回FG-AN会合は2021年4月13日から16日にかけて、オンラインにて開催される予定である。

付録

■ 寄書 : Autonomous Networks Concepts

タイトル	文書番号	提出者
1. Introduction to the core concepts in AN	I-033	FG-AN Chair
2. An Autonomous Leap	I-026	Rakuten Mobile (Paul Harvey)
3. Network Operator's Trust in Autonomous Networks	I-010	China Mobile

■ 寄書 : Use Cases

タイトル	文書番号	提出者
1. Study of use cases for autonomous networks	I-012-R1	Ministry of Communications, India
2. Proposal to create a WG to discuss use cases of service systems and autonomous network	I-009	Oki Electric Industry Company Ltd/KDDI Corporation
3. Use case of Autonomous Complaint Handling for Autonomous Networks	I-011	China Mobile
4. Proposal of 2 use cases	I-008	China Telecom
5. Use case and requirements for autonomous networks	I-022	Fraunhofer HHI/TUB (Abhishek Dandekar)
6. Autonomous CDNs	I-019	Varnish Software
7. Proposal to add a Use case of autonomous network-Autonomous Massive MIMO	I-030	ZTE (Liya Yuan)
8. Real-time Responsiveness and Dynamic Adaptation in Edge Computing Systems	I-020	Queen's University Belfast (Prof. Blesson Varghese)
9. Innovative Application of Autonomous Network of China Unicom	I-037	China Unicom (Dr. Guang Zhou)



■ 寄書：AI/ML

タイトル	文書番号	提出者
1. Integration of network simulators in Closed-Loop Automation for Future Networks : work done and ways forward	I-007	Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (Francesc Wilhelmi)
2. Toward effective Network Traffic Classification via Deep Learning	I-018	University of Naples Federico II (Prof. Domenico Ciuonzo)
3. Communication-efficient and distributed ML for 5G and beyond	I-029	University of Oulu (Prof. Mehdi Bennis)
4. Machine Learning for Network Automation : Some ideas on the topic	I-014	University Carlos III of Madrid (Prof. Marco Gramaglia)

■ 寄書：Collaboration

タイトル	文書番号	提出者
1. Overview of SG11	I-034	ITU-T SG11
2. TM Forum Autonomous Networks Initiatives	I-024	TM Forum
3. Use cases for O-RAN Alliance	I-017	China Mobile (Qi Sun)
4. E2E Network Slicing use case : Overview, Closed Loop Automation & Intelligent Operation	I-027	Wipro/China Mobile/Huawei
5. Use cases for O-RAN Alliance	I-017	China Mobile (Qi Sun)
6. A brief retrospective of Autonomic Networking	I-021	IRTF Network Management Research Group (NMRG)
7. ETSI ISG ZSM work related to autonomous networks and discuss areas of common interest and possible ways for collaboration	I-005	ETSI Zero-touch network and Service Management (ZSM)
8. Autonomic/Autonomous Networking : Multi-Layer Autonomics in ETSI GANA and Federated Knowledge Planes for Autonomics ; and Testing ANs	I-016	ETSI TC INT AFI WG
9. Autonomous Network Management for 5G and Beyond Services and Vertical Applications	I-028	University of West Scotland (Prof. Qi Wang)
10. 2021 edition of ITU AI/ML Challenge	I-006	ITU/TSB
11. Proposal for build-a-thon and other problem statements for AI Challenge	I-031	FG-AN
12. Toward Open, Programmable, and Virtualized 5G Networks	I-015	North Eastern University (Michele Polese)
13. Acumos/DCAE Integration, ML/AI aided ONAP-DCAE	I-023	Highstreet Technologies (Shabnam Sultana)
14. Route to Disaggregation, Network Automation, 5G E2E Architecture Framework	I-032	NGMN Alliance Klaus Moschner)
15. Network from Open-source Perspective	I-039	ZTE (Liya Yuan)

ITUが注目しているホットトピックス

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

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



シリーズ！ 活躍する2020年度日本ITU協会賞奨励賞受賞者 その3

かもだ
鴨田

ひろかず
浩和

日本放送協会
kamoda.h-ci@nhk.or.jp
<https://www.nhk.or.jp>



ITU-R WP5Cに日本代表団メンバーとして継続的に参加し、国内標準規格となった番組素材伝送用のミリ波帯無線伝送システムを、周波数共用条件の勧告や固定業務の最新動向に関するレポートに反映。WRC-19議題に関連して、HAPSと既存業務の周波数共用条件の検討を実施し、レポート作成やCPM文書に反映した。

放送番組素材中継システムに関する活動

この度は、日本ITU協会賞奨励賞を授与くださりまして、誠にありがとうございました。日本ITU協会ならびにご指導・ご鞭撻を賜りました関係各位に厚くお礼申し上げます。

私は、2016年からITU-R WP5Cにおいて日本代表団の一員として活動の機会をいただき、これまで主に2つの課題について取り組んできました。1つは、放送補助業務に用いる42GHz帯無線システムに関するものです。この無線システムは、ハイビジョンや4K/8K放送の機動的な中継を可能とするもので、このシステムパラメーターを周波数共用・両立性検討に用いる勧告 (F.1777) に反映しました。IMT-2020 (5G) の周波数特定が行われようとしているときでしたので、タイムリーな入力となり周波数特定の検討に貢献できたと思います。また、固定無線システムのトレンドを記載しているレポート (F.2323) にもこの無線システムの最新技術情報とユースケースを入力し、日本の取組みをPRしました。

もう1つは、WRC-19 議題1.14の高高度プラットフォーム (HAPS) に関するものです。HAPSに割り当てられた周波数帯の内、6GHz帯の利用は地域制限がありますが、これを解除するための周波数共用・両立性検討が行われており

ました。6GHz帯は放送の中継や緊急報道に用いる無線システムの周波数帯でもあります。これらを含めた国内の固定無線システムがHAPSの電波に影響を受けて問題とならないかを検討するために、HAPS推進国から提案された共用条件の内容が適切かを吟味しました。私自身は、固定無線システムの保護基準に関してほぼ素人でしたので、ITUを中心として長年固定無線システムの標準化に関わってこられた国内の先輩方のアドバイスをいただいて、日本国内の固定業務の特性を考慮した修正提案を行いました。ITU会合では、提案した前提条件が受け入れられず苦勞しましたが、最終的には互いに譲歩し、実質的に保護できる値で合意することができました。この合意は新レポート (F.2437) の作成に反映され、CPM文書にも反映されました。これにより、既存のシステムとHAPSが両方とも発展していけることを期待しています。

これらの活動を通じて国際交渉の現場を肌で感じることで大変勉強になりました。今後も電波の有効活用に貢献できるように尽力していきたいと思います。



さいとう ひろゆき
斉藤 洋之

沖電気工業株式会社 イノベーション推進センター
saitou738@oki.com
<https://www.oki.com/jp/>



各国と議論を重ね、SG13課題21にてSDN技術に関するワークアイテムを設置し、勧告化（Y.3151）に貢献。また現在、FSAN and Q2/SG15 meetingにてPON仮想化のワークアイテムを設置し、PON仮想化やスライス化に関する要求条件の寄書提案を行っている。

ITU-T SG13及びSG15での標準化活動

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ITU-T標準化活動において一緒に仕事をされた方々、ご支援・ご協力いただいた皆様のご協力の賜物であり、多くの関係者に感謝申し上げます。

2018年から標準化提案のメンバーに加わり、SG13課題21やSG15課題2にてネットワーク、特にPON（Passive Optical Network）システムの仮想化やスライス化について議論を重ねてまいりました。2018年4月に開催されたSG13会合でネットワーク仮想化の新規ワークアイテムを提案し、その後各国と議論を重ね、2019年3月に勧告化されました（Y.3151）。

標準化活動を通して学んだことは、議論を前進させたり、勧告化するためには単に提案内容を主張するのではなく、他国の会合出席者の方々の主張を理解し、尊重しあいながら一緒に議論していくことです。時には主張がぶつかることもあり、時間内に議論が終わらないこともありましたが。その時は議論時間終了後に相手のところへ行ってお話することで、疑問点や主張の意図などの理解を深めることができ

ました。また、一緒にランチタイムを過ごし、ネットワークなどの標準化の専門内容に限った議論だけでなく、様々な話題を他国の方と話し、良好な関係を築くことでその後の議論をスムーズに行うことができました。異文化コミュニケーションを図り、グローバルな視点で幅広く知識や教養を得ることの面白さや大切さを感じました。

標準化の仕事に携わせていただき、他国の会合参加者と議論しあいながら新規ワークアイテム提案から勧告化までを経験させていただいたことに加え、良い関係を築けたことは今後の財産になりました。

現在はSG15にてPONの仮想化、スライス化について議論を行っております。グループは異なりますが、SG13で議論した方々の同僚の方とお会いし、当時の思い出話も含めながらスムーズに議論ができていると感じています。

今後も各国の会合出席者や関係者と良好な関係を築きながら議論を重ね、国際標準化活動等に貢献していきたいと考えています。

ITUAJより

お知らせ～ 1934年、英国における日本大使のスピーチ動画～

ITUジャーナル編集事務局が、たまたま見つけた動画があります
(出典：University of South Carolina Libraries)。

<https://digital.tcl.sc.edu/digital/collection/MVTN/id/4370/rec/8>

江戸時代初期に徳川家康に外交顧問として仕えた英国人航海士・水先案内人・貿易家、William Adamsの記念碑の除幕式です。三浦 按針(みうら あんじん)の日本名でも知られています。除幕式は、1934年5月、Adamsの生誕地である英国のジリンガムで開催されました。

英語でスピーチをしているのは、元ITU-T SG3の議長、松平恒和氏の祖父、松平恒雄大使です。事務局より恒和氏へお伝えしたところ、William Adams Clubへ情報をお送りいただき、大変貴重なアーカイブである事から、同クラブの会報で周知されることとなりました。この時代に活躍された駐英日本大使の電子データが残っていること、それがITUにつながる方であることが事務局として嬉しく、ご紹介いたします。



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

編集委員より

在宅勤務のお供

一般社団法人日本民間放送連盟

やまぐち じゅんろう
山口 淳郎



こここのところ続いている新型コロナウイルス感染症から離れた題材はないかと考えてみたのですが、専門分野を持たない身、結局コロナ絡みになってしまいました。この原稿を書いているのは、2021年3月後半。東京では300人を超える新規感染者が報告され不安いっぱいの中、緊急事態宣言が解除されたところでした。

2020年3月頃から本格的にコロナ禍の影響が出始め、4月7日に7都府県に最初の緊急事態宣言が発令されました。すっかり忘れていましたが、この日の東京の新規感染者は87人。今となれば「たったの」と付けたくなるような人数ですね。私の職場では、緊急事態宣言後に本格的な在宅勤務が始まりました。

約1年が経ち、在宅中心の勤務体制が続く中、自分の生活で一番変わったことは、ラジオ（実際にはradiko）の聴取時間が大幅に増えたことです。これは私に限ったことではなく、ビデオリサーチ社の調査でも、緊急事態宣言後は聴取者数、聴取時間が共に増加したという調査結果が出ているそうです。

テレビに比べるとラジオは仕事の邪魔にならず、情報源として、在宅勤務のお供にはうってつけだったのでしょうか。ラジオ聴取が習慣化すると、Web会議などで聞くことができなかった番組は、夜にradikoのタイムフリー機能で聞くようになりました。その結果、テレビの視聴時間が減りました。

そして最近、新しい音声SNSサービスが話題になりました。去年はFM放送2社が閉局となるなど、厳しい経営状況が続いているラジオ業界にとっては、新しいメディアとして音声メディアが注目されているのだとしたら、ちょっと嬉しい傾向なのかもしれません。

そんなことを思っ、ある大学生にradikoの話をしたところ、そもそもラジオ番組がどのようなものかイメージできないらしく、「あー、おじいちゃんの車で鳴ってるやつ」と言われてしまったのが、つい最近の出来事です。

ITUジャーナル

Vol.51 No.5 2021年5月1日発行／毎月1回1日発行

発行人 山川 鉄郎

一般財団法人日本ITU協会

〒160-0022 東京都新宿区新宿1-17-11

BN御苑ビル5階

TEL.03-5357-7610(代) FAX.03-3356-8170

編集人 岸本淳一、大野かおり、石田直子

編集協力 株式会社クリエイト・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