

ITU ジャーナル 2

Journal of the ITU Association of Japan
February 2020 Vol.50 No.2

特集

ワイヤレス電力伝送 (WPT) の高度化

WPTシステムの国内外制度の動向と実用化への取組み

電動車 (EV) 用ワイヤレス電力伝送 (WPT) システムの規格化状況

空間伝送型WPT (屋内、IoTセンサ向け)

空間伝送型WPTの研究開発と実用化の現状

ITUホットライン

ITUのメンバーシップと権利・義務

スポットライト

ローカル5Gの制度化動向

超伝導ナノワイヤを用いた単一光子検出器の技術動向

会合報告

ITU-T: SG12 (性能、サービス品質及びユーザー体感品質)

SG16 (マルチメディア符号化、システム及びアプリケーション)

FG-ML5G (5Gを含む将来網のための機械学習)

エッセイ

どうやって国際機関で働き始め、職位の階段を登って行くか



ウォーリス記念病院



特集

ワイヤレス電力伝送 (WPT) の高度化

WPTシステムの国内外制度の動向と実用化への取組み

3

庄木 裕樹

電動車(EV)用ワイヤレス電力伝送(WPT)システムの規格化状況

9

三木 隆彦

空間伝送型WPT(屋内、IoTセンサ向け)

13

藤本 卓也

空間伝送型WPTの研究開発と実用化の現状

18

篠原 真毅

ITU
ホット
ライン

ITUのメンバーシップと権利・義務

21

大槻 芽美子

スポッ
ト
ライト

ローカル5Gの制度化動向

27

大塚 恵理

超伝導ナノワイヤを用いた単一光子検出器の技術動向

32

三木 茂人

会合報告

ITU-T SG12(Performance, QoS, and QoE)第6回会合

36

山岸 和久

ITU-T SG16(Multimedia)第5回会合

39

Digest of the 5th ITU-T SG16(Multimedia)meeting

山本 秀樹

ITU-T Focus Group on Machine Learning for Future Networks including 5G 第7回会合

45

村上 誠/Ved P. Kafle

エッセイ

どうやって国際機関で働き始め、職位の階段を登って行くか

49

福室 和紹

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5

51

佐々木 元晴



〔表紙の絵〕

大谷大学 真宗総合研究所 池田佳和

●ヴォーリス記念病院(滋賀県近江八幡市)

ウィリアム・メレル・ヴォーリスは明治時代に米国より来日した信徒伝道者。YMCAを広める傍ら、洋風建築、教会や大学などの設計と施工に数多くの業績を残した。彼が創立した医薬品(メンソレータム)事業地に開設した病院を描いた。サナトリウム(結核療養所)となった時期もある。

免責事項

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

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



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



WPTシステムの国内外制度の動向と実用化への取り組み

株式会社東芝 研究開発本部 研究開発センター 上席エキスパート
ブロードバンドワイヤレスフォーラム／ワイヤレス電力伝送 WG リーダー
内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 「IoT 社会のエネルギーシステム」
サブ・プログラムディレクター

しょうき ひろき
庄木 裕樹



1. はじめに

ワイヤレス電力伝送 (WPT: Wireless Power Transmission/Transfer) は既にスマートフォンなどの充電用途などで実用化されている。今後は、図1に示すように、電気自動車 (EV) や各種センサーやモバイル機器などあらゆる電気機器・電動機器の充電や給電用途として広く利用されると考えられる。国際制度に関しては、ITU-RでEV充電用磁界結合WPT、モバイル機器充電用磁界結合WPTの利用周波数が既に勧告化されており^{[1]、[2]}、WPT機器の利用条件の国際協調化が進められている。また、各種応用に関する製品規格の国際標準化もIECや民間団体などで進められている。さらに、我が国では、内閣府が提唱するSociety 5.0^[3]の実現にも、ワイヤレス電力伝送は大きく貢献すると考えられ、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の第2期において、WPTシステムの早期の社会実装に向けた検討^[4]が進められている。本稿では、まずWPT技術方式について触れ、次に、ITU-Rを含む国内外での制度化議論の状況、SIP第2期での取り組みについて説明する。



図1. 既に実用化されているWPT技術と今後の発展

2. WPT方式の概要

WPTには幾つかの技術方式があり、利用周波数、電力伝送電力、電力伝送効率、電力伝送距離などに特徴があり、各々の性能により使い分けがされている。以下に、各方式の概要について説明する。

(1) 電磁誘導型WPT (図2)

送電コイルに励振する電流により交流磁界を発生させ、これを受電コイル側に結合させ、そのときに受電コイルに発生する誘導電流により電力を取り出すことができる。伝送距離が短く、送受電コイルの位置を合わせる必要があるが、大きな電力を伝送させることが可能であり、電力伝送効率も高くできる。

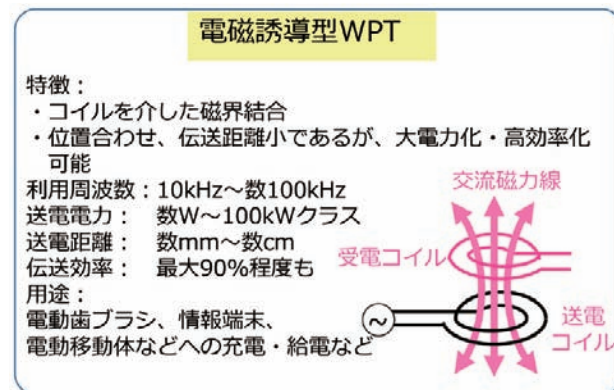


図2. 電磁誘導型WPT

(2) 磁界共振型WPT (図3)

基本的な原理は電磁誘導型と同じであるが、電気回路的に共振回路になるように形成することにより、電磁誘導型WPTに比較して電力伝送距離を大きくできる。また、位置合わせについては、多少のコイル位置ずれがあっても電力伝送が可能である。この方式は磁界 (磁場、磁気) 共鳴型などと呼ばれることもある。また、前述の電磁誘導方式と統合して、磁界結合型とも呼ばれる。

この磁界共振方式の基本原理は古くから知られていたもの

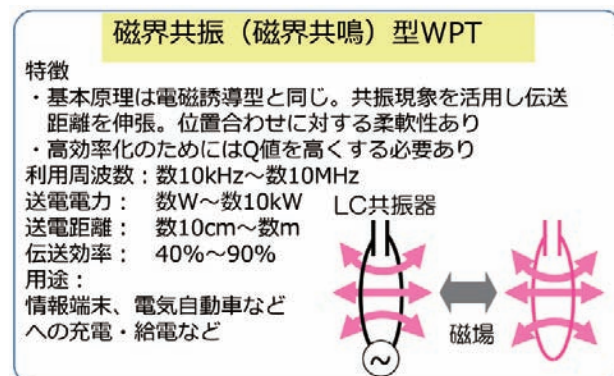
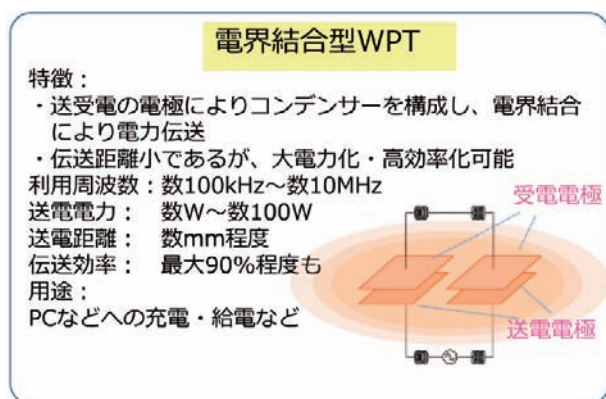


図3. 磁界共振型WPT

の、マサチューセッツ工科大学 (MIT) のKursらが2007年に発表した論文^[5]をきっかけに、世界中での実用化研究が活発に進められてきた。現在では、モバイル機器や電気自動車へのワイヤレス充電にこの方式が用いられている。

(3) 電界結合型WPT (図4)

送電電極と受電電極でコンデンサー (キャパシタ) を構成することにより、回路的に接続されることが基本的な動作原理である。電極間に電界が発生し、それが結合することにより電力伝送が行えることから、電界結合型と呼ばれる。磁界共振型のように、共振回路となるように形成する方式もある (電界共振型と呼ばれる)。この方式は、電力伝送距離は小さいものの、送電電力は大きくでき、電力伝送効率も良い。



■図4. 電界結合型WPT

(4) マイクロ波空間伝送型WPT (図5)

前述の (1)～(3) の方式は、比較的近傍の領域での電力伝送を行うものである。一方、マイクロ波空間伝送型WPTは電波をアンテナにより意図的に電波を放射させ、アンテナにより受電することで、遠くまで電力を伝送する方式になる。アンテナを利用可能な大きさにできることがポイントになることから、マイクロ波などの高い周波数帯を利用することが多い。この方式は、伝送距離が大きくできるが、電力伝送



■図5. マイクロ波空間伝送型WPT

効率はかなり低くなってしまう。理論的には、電力伝送効率を高くすることは可能ではあるが、送受アンテナをかなり大きくする必要がある。実用化の初期段階では、小電力で動作するセンサーや無線端末への応用が考えられている。

3. 国内制度化の状況

前述のWPT方式により、国内制度としての電波法上での取扱いが異なっている。(1) 電磁誘導型、(2) 磁界共振型、(3) 電界結合型の各WPT方式については、意図的に電磁波を放射するものでないことから、電波法上では「高周波利用設備」の扱いになっている。一方、(4) マイクロ波空間伝送型WPTに関しては、現段階で明確な電波法上のカテゴリーはまだない (ただし実験局としての申請は可能)。しかし、意図的に電波を放射するものであることから、今後の制度化議論においては「無線設備」の扱いになる可能性が高い。以下に、高周波利用設備扱いのWPTとマイクロ波空間伝送型WPTの国内制度の状況について説明する。

3.1 高周波利用設備としてのWPT制度の状況

表に、磁界結合型 (電磁誘導型と磁界共振型の総称) と電界結合型WPTについての現在の電波法での取扱い状況を示す。概要は以下のとおりである。

- ・磁界結合型と電界結合型WPTについては高周波利用設備の対象になる。
- ・基本的には高周波利用設備は個別設置許可が必要であるが、高周波出力が50W以下で通信を伴わないWPT機器については個別許可申請が不要。現在、市場に出回っている携帯端末向けのワイヤレス充電器の多くはこの扱いになる。
- ・以下の50Wを超える3つのWPT機器については、高周波利用設備の型式指定機器 (電波法施行規則第四十六条)

■表. 磁界結合型と電界結合型WPTの国内電波法での取り扱い状況

送電電力	磁界結合型	電界結合型
50W以下	通信を伴わないWPT機器は高周波利用設備としての扱い。50Wを超えなければ、個別許可申請は不要。 ⇒ 電波有効利用成長戦略懇談会報告書において、『実態を踏まえて規律の在り方を検討することが必要』とされている。	通信を伴わないWPT機器は高周波利用設備としての扱い。50Wを超えなければ、個別許可申請は不要。
50W以上 数100Wクラス	基本的には高周波利用設備として個別許可申請が必要。 ただし、モバイル機器用6.78MHz帯磁界結合型WPTは高周波利用設備/型式指定機器として省令化。	基本的には高周波利用設備として個別許可申請が必要。 ただし、モバイル機器用400kHz帯電界結合型WPTは高周波利用設備/型式指定機器として省令化。
数kWクラス	基本的には高周波利用設備として個別許可申請が必要。 ただし、電気自動車用85kHz帯磁界結合型WPTは高周波利用設備/型式指定機器として省令化。	基本的には高周波利用設備として個別許可申請が必要。
10kW以上	高周波利用設備として個別許可申請が必要	高周波利用設備として個別許可申請が必要



として2016年に省令化された。総務大臣により型式指定機器として指定を受ければ、どこでも利用できる（ただし電気自動車用WPTに関しては鉄道線路より5m以上離す条件が課せられる）。

①電気自動車（EV）用85kHz帯磁界結合型WPT

②モバイル機器用6.78MHz帯磁界結合型WPT

③モバイル機器用400kHz帯電界結合型WPT

前述の3つのWPTシステムの省令化に当たっては、「他の無線システムへの干渉が許容できるレベル以下であること」、「総務省の電波防護指針をクリアし、電磁波による人体防護に対して安全であること」などの条件を満たすことを前提に詳細な議論を行い、安全で安心して利用できるWPTシステムとして制度化がなされた。制度化の経緯、検討課題、今後の制度化動向については以下のとおりである。

(1) 制度化議論の経緯

WPT機器に関する制度化は2012年度に開催された総務省の「電波有効利用の促進に関する検討会」においてその必要性が議論された^[6]。その結果、2013年6月に総務省の電波利用環境委員会の中に「ワイヤレス電力伝送作業班（以下WPT作業班）」^[7]が組織化され、本格的な制度化議論が始まった。

(2) 国内制度化のための検討項目

WPT作業班における検討課題は、①検討対象のワイヤレス電力伝送システムの技術的諸元の明確化、②他システムとの周波数共用条件の検討、③放射妨害波及び伝導妨害波に関する許容値の決定、④放射妨害波及び伝導妨害波測定のための測定モデル・測定方法の明確化、⑤電波防護指針への適合性確認などである。この中で特に「②他システムとの周波数共用条件の検討」が重要課題であり、電波時計、鉄道無線、アマチュア無線、船舶無線、中波放送などの無線システムを対象として共用化検討を実施した。WPT作業班の中で、これらの各無線システムの事業者・利用者・製造者などと、場合によっては試験も含めた検討を行った上で、WPT機器と各無線システムが共用化可能であることを明確化した。

なお、制度化に必要な条件であるWPT機器からの放射妨害波及び伝導妨害波に関する許容値等の条件については、他の無線システムとの共用検討の結果を反映させつつ、国際規格である国際無線障害特別委員会（CISPR）規格をできるだけ適用する方向で許容値を決めている。

(3) 高周波利用設備としてのWPT機器の制度化に対する今後の動き

今後のWPT機器の普及・発展を考えると、更なる製品の適用範囲の拡大や多様化にも対応できるように次のようなWPT機器の制度化の必要性もあると考えられる。

①EV用WPT機器の制度の拡張：具体的には、自動搬送車（AGV：Automatic Guided Vehicle）などの産業用機器、カートやマイクロEV、電動バイクなどのパーソナルモビリティなどへの応用やバス向けなどへの大電力化などがあげられる。

②家電・モバイル機器向け磁界結合型WPTの大電力化対応：PCなどへの充電・給電には100Wクラスの電力伝送が必要になる。これまで、50W以下で設置許可不要であったが、100Wクラスになっても型式確認などの簡易な許可制度により商品化したいというのが産業界としての要望である。

③産業用途向けに電界結合型WPTの大電力化：制度化された電界結合型WPTを産業用途のロボットやAGV、ドローンなどに活用する検討が始まっている。kWクラスの大電力化に対応した制度化が産業界から要望されている。

制度化に関しては、業界団体であるブロードバンドワイヤレスフォーラム（BWF）^[8]が代表となって、総務省の間で綿密な議論を行いつつ、制度化の要望提出や他の無線システムとの共用化検討の実施などを行っている。今後は、上記①～③の制度化に関して、前述のWPT作業班を再開して、制度化に向けた議論を行う可能性がある。

3.2 マイクロ波空間伝送WPTの制度化の状況

WPTシステムにおける電力伝送距離を伸ばすことにより、WPT技術の利用範囲が広がることは言うまでもない。そこで、マイクロ波空間伝送WPTの制度化の議論が既にスタートしている。

産業界として、以下の実用化シナリオを想定している。

- －第1ステップ：2020年実用化。屋内限定で人体検知時には送電を止めるなど利用条件が限定される。送電電力は数10Wクラスで、IoTセンサー・モバイル機器向けが中心。この利用形態を図6に示す。
- －第2ステップ：2022年頃の実用化を目指す。屋内・屋外利用で第1ステップと送電電力や受電対象機器は同じであるが、人体回避技術や他の無線システムとの共用化技術を確立することにより、人体や他の無線システムが存在する環境においても同時にワイヤレス電力伝送を行う。
- －第3ステップ：2025年以降の実用化を目指す。屋内・屋外利用で、kWクラスの大電力化を行い、スマートモビリティ



図6. マイクロ波空間伝送WPTの初期段階(第1ステップ)の実用化形態(9)

ティ・ロボット・ドローン向けとして利用する。

前述の特に第1ステップに関しては、2018年2月に開催された総務省電波有効利用成長戦略懇談会(第6回)において、BWFがマイクロ波空間伝送WPTに関する制度化の要望を公表した^[9]ことをきっかけに、制度化に向けた議論がスタートすることになった。しかし、マイクロ波空間伝送WPTは電波放射により電力を伝送するものであることから、高周波利用設備としての取扱いではなく、無線設備としての扱いになる可能性が高いが、現段階でまだ電波法上で明確なカテゴリーはない。そこで、総務省の陸上無線通信委員会の空間伝送型ワイヤレス電力伝送システム作業班(以下、空間伝送WPT作業班)^[10]において制度化に向けた技術的条件の検討が始まった。

空間伝送WPT作業班における技術条件の検討・調査のポイントは以下になる。

- (A) 利用周波数：空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの利用ニーズを踏まえ、利用周波数の検討を行う。
- (B) 被干渉・与干渉システムの範囲：(A)の周波数帯を使用する空間伝送型ワイヤレス電力伝送システム及び同周波数帯または隣接周波数帯を使用する他の既存システムをそれぞれ与干渉・被干渉システムとして、既存の無線システムとの共存のための検討を行う。
- (C) 人体への安全性：(A)及び(B)で調査する空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの運用形態、要求条件等がある程度明確化した上で、人体への安全性について検討を行う。人体への電波ばく露の基準になる電波防護指針を遵守することが前提になる。

まだ空間伝送WPT作業班で共用化の条件などを議論中であるが、BWFからは屋内利用で送電電力が数10W以下クラスに限定し、利用周波数帯としては、920MHz帯、2.4GHz帯、5.7GHz帯の3周波数帯を提案している。今後は2020年初め頃には作業班報告書としてその検討結果が

まとめられ、その後2020年前半には一部答申として制度化の予定である。

4. ITU-Rでの国際協調議論の状況

欧米などでは、WPT機器をISM (Industrial, Scientific and Medical) 機器やSRD (Short Range Devices) 機器と見なしてその法令を適用する例や、韓国のように大電力WPT機器用の周波数帯を決めた例はあるものの、電波法制度の中で明確にWPT機器というカテゴリーを設けた制度化は我が国が世界最初になる。WPT機器の法的な扱いは国によって異なるものの、その利用周波数の国際統一など国際協調の議論は国際電気通信連合 無線通信部門 (ITU-R) を中心に行われている。

WPT機器に関する国際協調議論は古くから行われており、元々は1978年のCCIR (国際無線通信諮問委員会) 総会における電波放射方式のWPTシステムに対する課題提示とレポート策定が発端になっている。しかし、近年では、磁界共振型も含む磁界結合型に対するWPTシステムの国際協調の議論が活発になっている。2013年のITU-R SG1会合においては、WPTシステムをNON-BEAM WPT (磁界結合型、電界結合型など近傍界領域におけるWPT) とBEAM WPT (マイクロ波空間伝送WPTなど電波を意図的に放射させるもの) に分けて議論を行うことになった。以下に、NON-BEAM WPTとBEAM WPTの分類別にITU-Rでの議論状況の最新動向をまとめる。

(1) NON-BEAM WPT

- ・2014年に、NON-BEAM WPTに関するReport ITU-R SM.2303が正式に発行され、2015年及び2017年に2度の改訂が行われている^[11]。このReportには、NON-BEAM WPTに関する応用や標準化、各国の制度化状況などがまとめられるとともに、我が国のWPT作業班で行った他システムとの共用化の検討結果についても掲載されている。
- ・2017年6月のSG1会合において、磁界結合WPTで利用する6.78MHz帯のみ勧告化が成立の方向になった。6.78MHz帯は国際的にはISMバンドという位置付けになっており他システムとの共用化が可能ということからRecommendation ITU-R SM.2110として勧告に至った。しかし、その後、電気自動車 (EV) 用WPTで利用しようとしている85kHz帯やWPC (Wireless Power Consortium) でモバイル機器向けに標準規格化している100~148.5kHz帯など、他の周波数帯についても勧告化を目指す動きが起き、結果的に、2019年に、EV用WPTの利用周波数につい



ては前述の勧告の改訂版 (Recommendation ITU-R SM.2110-1^[1]) として、モバイル機器向けWPTの利用周波数については新勧告 (Recommendation ITU-R SM.2129^[2]) として、各々成立した。

- ・2015年11月に開催されたWRC-15 (世界無線通信会議) において、EV用WPTシステムに関しては2019年に開催されるWRC-19における議題9.1.6 (Urgent studies to consider and approve the Report of the Director of the Radiocommunication Bureau) に設定された。このため、EV用WPTに関しては、共用化検討や利用周波数の勧告化の議論が2019年にかけて実施されたが、最終的に、EV用WPTを考慮した国際電波法 (Radio Regulations) の改訂は不要との結論になり、WRC-19へ報告された。

(2) BEAM WPT

- ・BEAM WPTに関しては、2016年6月に、これまでWD (Working Document) として維持してきたレポート案をアプリケーションに特化させたレポートとして再構成することでReport ITU-R SM.2392として発行された^[12]。
- ・現在は、BEAM WPTの国際協調化のために、共用検討の方法論とその結果などに特化した新レポートの策定や利用周波数の勧告化の議論を行っている。利用周波数に関しては、米国から国際的にはISMバンドとして比較的自由に利用できる3つの周波数帯(915MHz帯、2.4GHz帯、5.8GHz帯) が提案されている。

以上説明したように、国際的には、磁界結合型、電界結合型などNON-BEAM WPTに関する利用周波数の国際協調のための議論についてはある程度の結果が出ており、一方でBEAM WPT (マイクロ波空間伝送WPT) に関する議論が活発化している。

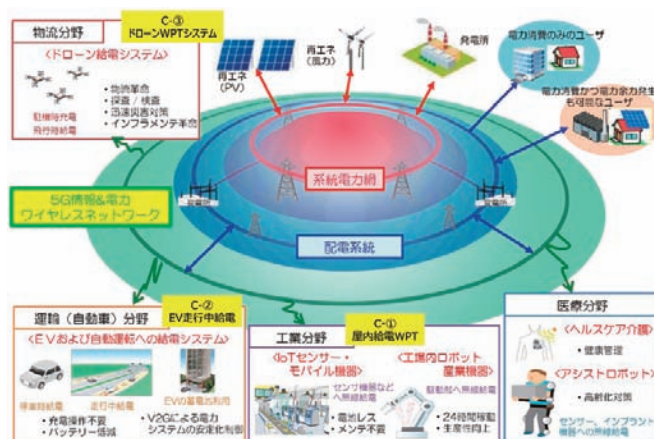
5. SIP第2期での取組み

内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の第2期の課題「IoE (Internet of Energy) 社会のエネルギーシステム」のテーマ (C) 「IoE応用・実用化研究開発 (WPT)」(4) において、WPTシステムの早期の社会実装に向けた研究開発が進められている。図7に、この研究開発におけるエネルギーシステムと其中的WPTの果たす役割を示す。目指すべきシステムのコンセプトとしては、将来のエネルギーシステムの配電系統の先に、第5世代 (5G) 移动通信と統合したワイヤレス電力ネットワークシステムがあり、WPTは移動体を中心としたE2E (Energy to Everything) を実現する。具体的なWPT利用の波及効果としては、CO₂削減 (EV普及、電池軽量化など)、省エネや産業負荷 (電力) の低減 (WPTによる電源フリーやメンテナンスフリー化、電池削減によるEV軽量化など)、エネルギーシステムの地域的アンバランス解消 (EVによる電力の移動)、エネルギーシステムの安定性維持 (IoTセンサーの利用拡大による監視・点検作業の効率化、再生エネルギーの不安定性の補償)、利便性 (充電時間や充電行為の削減、意識せずに充電・給電) などがあげられる。

以上から、世界一省エネで環境に優しく、世界一安全安心なSociety 5.0の実現に貢献するため、WPTシステムが有効かつ求められる現場を選択し、その関連する研究開発・実証を行い、実用化を推進し、世界市場獲得を行うことを目的に、テーマ (C) 「IoE応用・実用化研究開発 (WPT)」では以下の3つのサブテーマによる研究開発を進めることにした。

C-①：屋内給電 (センサー、情報機器への無線給電・充電)

C-②：電気自動車への無線給電 (連続走行可能な電気自動車への給電・充電)



■ 図7. IoE社会におけるワイヤレス電力伝送 (WPT) の果たす役割^[4]



C-③：ドローンへの給電

各テーマの研究開発ポイント・達成目標は以下のとおりである。

(1) C-①：屋内給電

技術ポイント：遠距離、高安全性

達成目標：

- ・人体検出及び人体回避技術、他システム検出及び与干渉回避制御技術、マルチパスによる高効率化技術、複数端末への同時伝送技術等の高度化達成。
- ・実証システムにおいて安全性及び電力伝送の時間効率の向上を実現し、人体及び他の無線システムのある環境で安全に最大20W送電、送電可能な時間率50%以上を達成。

(2) C-②：電気自動車への無線給電

技術ポイント：大電力・高効率(省エネ)、高安全性

達成目標：

- ・各OEM (Original Equipment Manufacturer) ・充電器メーカー間の互換性向上と磁界共振による電力伝送効率向上が両立する技術の確立。
- ・市街地エリアを想定した準走行中・高速走行中での人体防護、異物検知等の安全対策技術の確立。
- ・走行中給電として、30kWクラス以上の給電、時速60kmで定格効率90%を達成。

(3) C-③：ドローンへの給電

技術ポイント：遠距離・大電力・高効率と受電部小型・軽量化

達成目標：

- ・ドローンシステムの利用形態(駐機時近距離WPT、飛行時遠距離WPT)における最適なWPT方式の見極め。
- ・駐機時近距離WPTシステムにおいては、数100Wクラスの電力伝送を達成。
- ・飛行時遠距離WPTシステムにおいては、屋内点検ドローン向けに、マイクロ波による電力伝送により25W級送電を達成。
- ・遠隔地まで到達可能なドローンシステムの構築に必要となる、送受電部の高効率化と受電部の小型・軽量化及び高耐電力化等を達成。

6. ワイヤレス電力伝送の今後の取組み

WPTシステムは今後も利用範囲が広がり、利便性向上や環境負荷低減など様々な観点で未来社会に貢献すると考えられる。SIPでの取組み以外にも、自動運転システムとの連携やロボット向け充電・給電システム、海中・水中機器への充電・給電など社会変革を実現する応用が目白押しである。今後の技術の進展とその実用化によるSociety 5.0社会への貢献が期待できる。

参考文献

- [1] ITU-R: Recommendation ITU-R SM.2110-1, "Guidance for the use of frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission for electric vehicles", <https://www.itu.int/rec/R-REC-SM.2110/en>, 2019.
- [2] ITU-R: Recommendation ITU-R SM.2129-0, "Guidance on frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission systems for mobile and portable devices", <https://www.itu.int/rec/R-REC-SM.2129/en>, 2019.
- [3] Society 5.0, 内閣府, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html
- [4] 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第2期課題「IoT (Internet of Energy) 社会のエネルギーシステム」、テーマC「IoT応用・実用化研究開発」、科学技術振興機構, <https://www.jst.go.jp/sip/p08/team-c.html>
- [5] A.Kurs et al., "Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances", Science, Vol.317, No.5834, pp.84-86, 6 July, 2007.
- [6] ブロードバンドワイヤレスフォーラム, "ワイヤレス電力伝送技術による社会貢献とその実用化に向けた検討課題", 電波有効利用の促進に関する検討会、第3回会合、資料3-3, http://www.soumu.go.jp/main_content/000161540.pdf (2012年5月24日).
- [7] 総務省 情報通信審議会 情報通信技術分科会 電波利用環境委員会 ワイヤレス電力伝送作業班, http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/denpa_kankyou/wpt.html
- [8] ブロードバンドワイヤレスフォーラム, <http://bwf-yrp.net/>
- [9] ブロードバンドワイヤレスフォーラム, "マイクロ波空間伝送型ワイヤレス電力伝送 (WPT) システムの実用化に向けて", 電波有効利用成長戦略懇談会 (第6回) 資料6-6, http://www.soumu.go.jp/main_content/000536747.pdf
- [10] 総務省 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会 空間伝送型ワイヤレス電力伝送システム作業班, https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/idou/b_wpt_wg.html
- [11] ITU-R: Report ITU-R SM.2303-2, "Wireless power transmission using technologies other than radio frequency beam", <http://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2303>, 2017.
- [12] ITU-R: Report ITU-R SM.2392-0, "Applications of wireless power transmission via radio frequency beam", <http://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2392>, 2016.



電動車 (EV) 用ワイヤレス電力伝送 (WPT) システムの規格化状況

トヨタ自動車株式会社 充電システム設計室

みき たかひこ
三木 隆彦



1. はじめに

地球温暖化防止や大気汚染防止に向けた脱炭素社会実現のための施策のひとつとして、世界的にEVへのシフトが加速している。

EVは電力を動力源とする自動車であり、ハイブリッドEV (HEV) や燃料電池EV (FCV) 以外は、車載の動力用電池を外部から充電する必要がある。

世界のどこの国でもどのメーカーの車でも安全にEVの充電が可能という市場環境を達成するためには、安全性、相互運用性、互換性の保証に向けた標準化が強く望まれる。

2. 国際標準化の体制

2.1 国際標準化体制

EV充電では、電源網等を含めた充給電設備 (充電インフラ) と車両の多岐にわたる分野が関連する。

充給電設備の標準化は、国際電気標準会議 (IEC) が担当しており、IEC/TC69 (電気自動車及び電動産業車用電力伝送システム) を中心に、IEC/SC121B、IEC/SC23H、

IEC/SC23E、IEC/TC64等の各委員会が連携して審議・作成が進められている。

一方、充電時の車両要件に関しては、国際標準化機構 (ISO) の担当で、ISO/TC22/SC37 (電気自動車)、ISO/TC22/SC38 (二輪車) を中心に標準化が進められている。

また、電磁両立性 (EMC) 要件は、エミッション許容値が国際無線障害特別委員会 (CISPR) のB分科会 (ISM)・D分科会 (自動車) にて扱われているほか、ISO (自動車イミュニティ)、IEC/TC69 (充電器) で審議されている。

さらに、電磁波からの人体防護については、IEC/TC106 にてWPT装置のばく露評価の基本規格を策定中である。

WPTでは、システム作動周波数も標準化の対象である。電波利用システムに対する国際的な周波数割当勧告は国際電気通信連合無線通信部門 (ITU-R) が行っており、各国・団体からの提案をもとに国際的に調停している。

これらの標準化組織は互いにリエゾン関係を結んでおり、密接な連携をとって標準化を進められている (図1)。

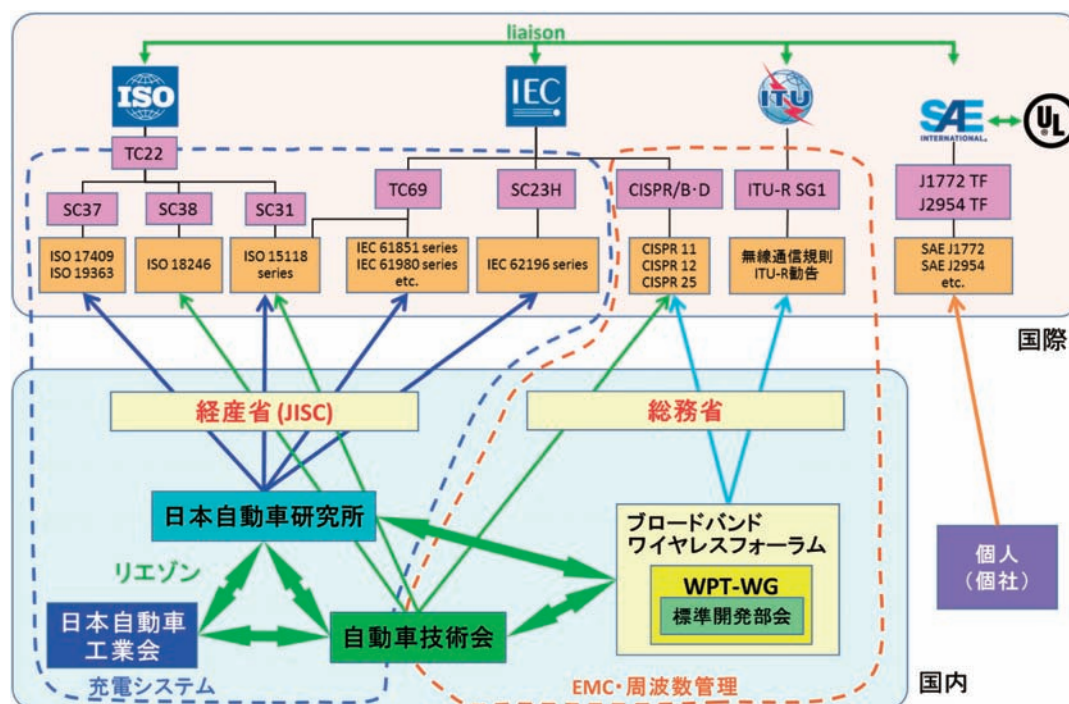


図1. EV電池充電に関連する主な国際標準化組織



2.2 国内の標準化審議体制

自動車業界では、日本自動車工業会 (JAMA) の電動車部会にてEV関連の標準化に関する自動車業界スタンスを策定しており、ここで審議・合意された方針が国際標準へ反映されるよう活動している。

標準化活動の実務面では、自動車関係の標準化は自動車技術会 (JSAE) がISO/TC22に対応する国内審議団体であるが、EVに関する標準化については、充電設備要件、自動車要件共に日本自動車研究所 (JARI) が国内審議団体となっている (電動二輪車の標準化はJSAEが国内審議団体)。

また、ワイヤレス電力伝送 (WPT) の作動周波数に関連する国内外の関係機関との連絡調整は、ブロードバンドワイヤレスフォーラム (BWF) を中心に進められている。そのほか、日本電機工業会、電気学会、電気設備学会等の充電設備に関連する各種団体とも連携を取りながら標準化に取り組んでいる。

3. EV用WPTシステム標準化

3.1 EV用WPTのメリット

EV用WPTの最大のメリットは、充電時の利便性の高さである。女性やお年寄りでも、夜間でも、悪天候の状況下においても、迅速・容易に充電できることが期待される。

また、一次側装置 (地上側) と二次側装置 (車両側) の相対位置決めにおいては自動運転との親和性が非常に高く、これらを組み合わせた運転～駐車～充電を含通した全自動EVが近未来の車として期待される。

3.2 主なEV用WPTに関する規格・勧告

WPTに関連する国際規格群の主なものを表1に示す。

ISO/IECとSAEは緊密な連携をとって2020年から2021年にかけての国際規格発行を目指している。

また、ITUによる国際勧告を表2に示す。

3.3 標準化を進めているWPTシステム

3.3.1 電力伝送技術

磁界共振方式を利用したWPTシステム (MF-WPT) で、一次側装置 (電力供給側) は地面上に設置、二次側装置 (車両側) は車両床下に搭載することを前提とした規格化が進められている。

3.3.2 作動周波数

WPTのシステム周波数は、互換性・電力伝送コイルや高周波回路の設計の最も基本となるスペックである。

IEC・ISO・SAEでは2013年に79-90kHzをEV用WPT

■表1. WPTシステム関連主な国際規格 (2019年12月時点)

標 題	発行日	改訂見込日	担当委員会
IEC 61980-1 電気自動車用ワイヤレス電力伝送 (WPT) システム —第1部：一般要求事項	Jul-15 (IS 1st Ed)	Aug-20 (IS 2nd Ed)	IEC/TC69/WG7 議長国：日・米
IEC 61980-2 電気自動車用ワイヤレス電力伝送 (WPT) システム —第2部：磁界を用いた電力伝送システムの制御・通信要件	Jun-19 (TS)	Mar-21 (IS)	
IEC 61980-3 電気自動車用ワイヤレス電力伝送 (WPT) システム —第2部：磁界を用いた電力伝送システム要件	Jun-19 (TS)	Mar-21 (IS)	
ISO 19363 電気自動車—磁界を用いた電力伝送—安全要件及び互換性要件	Jan-17 (PAS)	Feb-20 (IS)	ISO/TC22/SC37/JPT19363 議長国：独・日
SAE J2954 Wireless Power Transfer for Light-Duty Plug-In Electric Vehicles and Positioning Communication	Nov-17 (RP)	2020 (IS)	SAE J2954TF

TS : Technical Specification, PAS : Publicly Available Specification, IS : International Standard, RP : Recommended Practice

■表2. EV用WPTの作動周波数割当てに関するITU-R勧告

標 題	発行日	改訂見込日	担当委員会
RECOMMENDATION ITU-R SM.2110-1 (ITU-R勧告) Guidance for the use of frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission for electric vehicles	Oct-19	—	ITU-R SG1



システムに最適な周波数帯域として選定し、標準化を進めている。

国内においては、2016年3月に電波法施行規則が改正され、最大11.1kVAまでのEV用のWPTシステム周波数帯として79–90kHzが規定された。

国際的には、ITU-Rを舞台に日本がけん引役となり活動が続けた結果、79–90kHzをEV用WPT作動周波数範囲と勧告するITU-R勧告が2019年10月に発効した。

3.3.3 パワークラス

小型自動車用WPTシステムを視野に、一次側（地上側）装置への入力電力に応じて3.7kVA以下（WPT1）、3.7kVA～7.7kVA（WPT2）及び7.7kVA～11.1kVA（WPT3）の3つのパワークラスで規格化が進められている。そのほか、11.1kVA超かつ22kVA以下、22kVA超の2つのクラスが定義されているが、現時点では国際的な議論は始まっていない。

3.3.4 一次側装置と二次側装置の間隔（地上高クラス）

一次側コイルと二次側コイルの間隔については、100mm～250mmの範囲が想定されている。IEC61980-3では作動可能な二次側装置の地上高範囲によってZ1～Z3の3つの地上高クラスを設定し、カバーすべきコイル間隔の範囲を規定している。

なお、製品においては、Zクラスは一次側（地上側）装置のみに対して適用され、二次側（車両側）装置は、対応する地上高範囲を自動車メーカーが決定して明示する。

3.3.5 システム効率

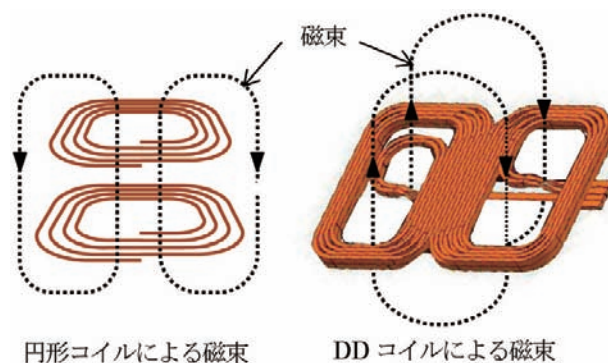
システム効率は、「二次側装置からの出力電力／一次側装置への入力電力」で定義され、一次側装置と二次側装置が同じパワークラスの場合のシステム効率は、一次側と二次側の装置が最適アライメントの状態において最低85%、位置ずれ許容範囲内において最低80%を求めている。

3.3.6 相互運用性

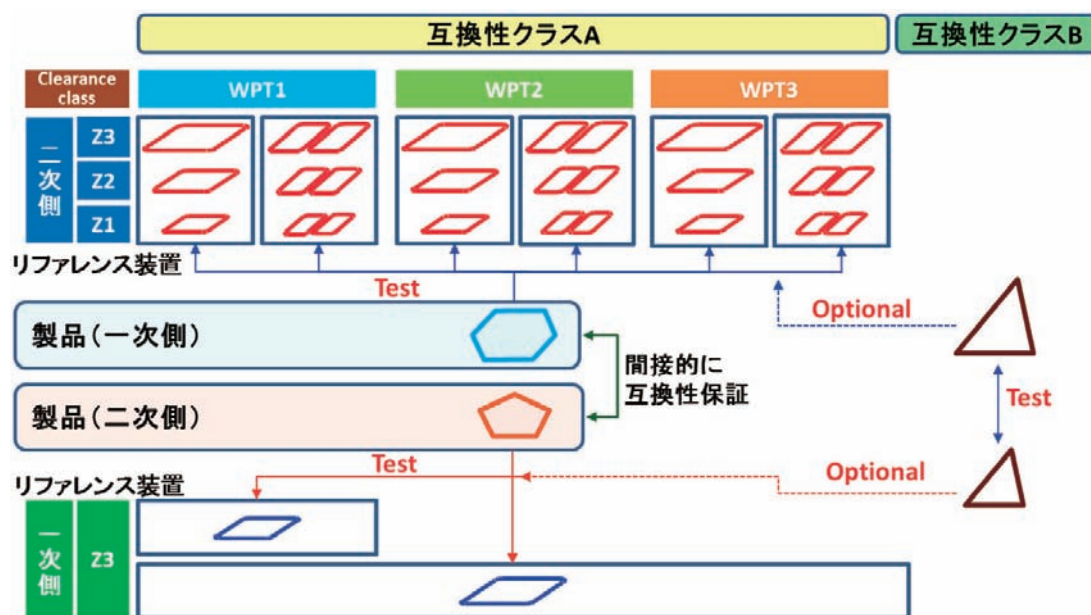
異なる製造者による一次側装置と二次側装置間のグローバルな相互運用性の確保は最重要課題である。

現在、大別して円形（実際は四角形に近いが）コイル方式とDDコイル方式（2つのコイルを接続した形状）の磁束形状が異なる二種類のコイル方式が提案されている（図2）。

異なる磁束形状や異なるメーカー間の相互運用性を確保



■図2. コイル形状と磁束



■図3. リファレンス装置



するため、IEC/ISOではそれぞれの仕様に基づき設計された装置を「リファレンス装置」として規格化し、製品はリファレンス装置に対して互換性を確認することとした(図3)。

なお、2019年2月にDDコイル方式を推進してきたQualcomm Halo社がEV用WPTから撤退、DDコイル方式の技術を移転されたWiTricity社は円形コイル方式の製品化に注力するとしたため、一次側のリファレンス装置は円形コイル方式のみとなる見込みである。ただし、二次側(自動車側)については現時点では円形コイル方式とDDコイル方式の全てをリファレンス装置として残しており、一次側製品はこれから全ての二次側リファレンス装置に対して相互運用性を確認・保証する必要がある。

上記のようにグローバルな相互運用性を目指す一方で、各社で開発が進むにつれ異なる設計の製品間の相互運用性確保は現実的には容易ではないことが顕在化してきた。そのため、IEC/ISOでは、相互運用性のレベルによって「互換性クラス」(Compatibility Class)を導入することで合意した。すなわち、グローバルな相互運用性を意図した「互換性クラスA」のほかに、特定のモデル専用設計を許容した「互換性クラスB」を設け、市場導入へのハードルを下げる(ただし安全性や作動周波数等の相互運用性以外の要件は互換性クラスAと同等)こととした。(SAEにおいても、同様のクラス分けを導入した。)

3.3.7 電磁界からの人体防護

電波ならびに電界・磁界による人体ばく露に関しては、「電波防護指針」や国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)のガイドラインなどを遵守することが基本となる。

ISO 19363では、一般人が通常アクセスする領域(車両まわり及び車室内)には、ICNIRP 2010の制限値を適用するよう規定している。車両床下領域に対しては、i) 床下へのアクセス制限、ii) 侵入を検知して遮断、iii) ICNIRP 2010制限値を満たす、のいずれかによる保護を求めている。

また、心臓ペースメーカーの保護のために、ペースメーカーがばく露され得るエリア(車両まわり及び車室内)ではISO 14117-1 Annex Mの制限値を適用している。

3.3.8 電磁両立性(EMC)

EV用WPTから放射される高調波に対する欧州(主として英国)における中波、短波ラジオ放送との共存やアマチュア無線との共存が議論されており、ITU-R及びCISPR/B分科会において審議されている。

4. 走行中WPT (Dynamic WPT: DWPT)

EV用WPTの将来技術として、交差点での停車中や低速走行中の車両へのDWPT、さらにはより高速で走行中の車両へのDWPTも研究が進められている。DWPTが実用化されれば、駆動用蓄電池の容量低減(=車両価格・重量低減)や航続可能距離の延長につながる可能性が高い。また、DWPTは自動運転との親和性も非常に高く、将来は路面より給電を受けながら全自動走行するEVも期待される。

欧州では2014年から2017年にかけて、欧州委員会のサポートを受けたFABRICプロジェクトとしてフランス及びイタリア、スウェーデンにてDWPTのリサーチが行われ、実現の可能性や将来に向けての課題等が提示された。さらに、スウェーデン運輸省が推進するERS (Electric Road System) プロジェクトにおいてイスラエルのElectreon社が公共の道路に設置する取組みを進めており、乗用車からバス・トラックを対象とした社会実装フェーズへとステップアップしていく模様である。そのほか、北米・中国においても積極的な研究が行われている。

一方、日本においては、東京大学を中心としたDWPTのリサーチがSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)のテーマのひとつとして進められている。

また、2018年11月に韓国よりEV用DWPTシステムの標準化がIECに新規提案された。日本は時期尚早として反対したが、IECにおける投票で承認され、2019年6月のキックオフ会議より標準化活動が始動した。その後しばらく進展はなかったが、2020年3月に2回目の会合が予定されている。

DWPTは、EV社会実現のキーアイテムとなる可能性を秘めている。そのために、DWPTの技術的課題の解決はもとより、電力・道路のインフラの発展、エネルギー生産・活用及びそれらの経済的な合理性の成立解を得た上で関連法整備も含めた国家的な取組みが求められる。電動車普及の過渡期において、各国でエネルギー戦略が異なる以上、足並みをそろえるのは困難な点も予想されるが、上述のSIPでは、これらを包括的に捉えた取組みを目標に掲げている。

5. おわりに

EVの普及のためには、EV自体のイノベーションとともに、充電環境の整備が不可欠となる。今後も引き続き標準化活動へのご支援をいただければ幸いである。



空間伝送型WPT (屋内、IoTセンサ向け)

オムロン株式会社 技術・知財本部 研究開発センタ マスターズスペシャリスト
ブロードバンドワイヤレスフォーラム / ワイヤレス電力伝送 WG TG6 リーダ

ふじもと たくや
藤本 卓也



1. はじめに

ワイヤレス電力伝送 (Wireless Power Transfer/Transmission: 以下、名称以外ではWPT) のうち、電磁誘導型、磁界共鳴型、電界結合型など近接型WPTについては、既に実用化段階となっており、モバイル機器・EV (電気自動車) 等への充電で利用されつつある。

一方、サブGHz以上の電波を使用して電力を伝送する空間伝送型WPTは伝送距離が長く、IoT (Internet of Things) 社会を支える次世代のインフラ技術としての期待も高い。特に近年では、工場内等で利用するセンサ機器への給電用途等での実用化を目指し、国内外で開発が進められているが、国際電波法 (RR: Radio Regulation) 及び国内の電波法においてもカテゴリーが明確化されていない。

本稿では空間伝送型WPTの制度化に向けた国内外の最新動向を紹介するとともに、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) での「センサネットワーク及びモバイル機器へのWPTシステム」の取組み状況についても簡単に紹介する。

2. 国内制度化議論の状況

我が国では、長距離の電力伝送を行う空間伝送型WPTの研究が世界に先駆けて行われてきたが^[1]、電波法上でのカテゴリーがなく、実験局として扱われてきた。しかしながら、工場内等で利用するセンサ機器等への給電用途で世界に先駆けて商用化をする環境を構築するとともに、我が国の強い競争力を獲得するために制度整備化が重要であることを、業界代表としてBWF (ブロードバンドワイヤレスフォーラム) より電波有効利用成長戦略懇談会に要望を出すなどの活動を進めてきたこともあり^[2]、2018年8月に取

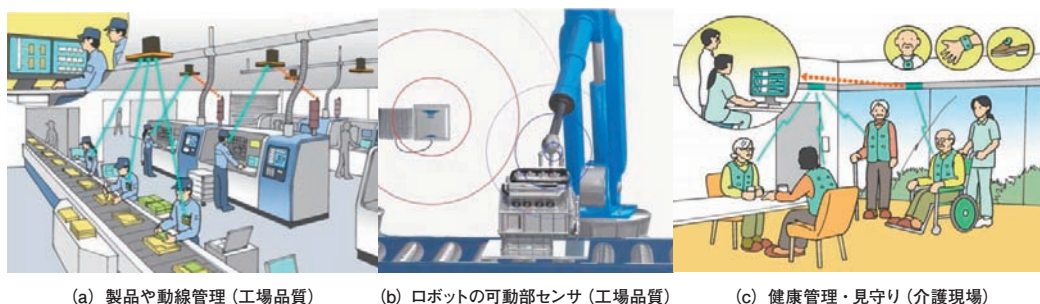
りまとめられた同懇談会の報告書にて、2030年代に実現すべき7つの次世代のワイヤレスシステムの1つとしてWPTがあげられた^[3]。

本提言を受け、同年12月12日に情報通信審議会情報通信技術分科会にて諮問第2043号「空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの技術的条件」の諮問が行われ、翌2019年1月の情報通信技術分科会陸上無線通信委員会にて空間伝送型ワイヤレス電力伝送システム作業班が設置される運びとなり、2月より同作業班での調査が開始された^[4]。

同作業班では空間伝送型WPTの導入にあたって既存の無線システムとの共用に必要な技術的条件、人体への安全性等の検討を行っており、そのための具体的検討として、低コストの無線機実現、国際標準化の観点も踏まえ、3つの周波数帯に検討対象を絞り込み、議論を行っている。当初は屋外での利用や一般人が利用するユースケースも考えたが、様々な課題解決に時間を要することから、第1ステップとしては屋内での利用に限定している。各周波数帯の特徴と利用方法は表1のとおり。

■表1. 利用希望周波数における特徴と利用方法

周波数	特徴 (同一条件時)				利用方法
	送信距離	送受信回	アンテナ大きさ	伝搬特性	
920MHz帯	長距離化	低コスト化	大型化		無指向性アンテナ又はワイドビームにより物陰などの見逃し外を含めた広範囲、複数回時に送電を行う
2.4GHz帯					Wi-Fi機器を利用したビーコン信号等により既存システムと連携し、確率変送電波により電力の1対1送電を行う
5.7GHz帯					専用受電装置により細かい制御による受電装置との連携制御を行い、長い時間の受電と高電力の1対1送電を行う



(a) 製品や動線管理 (工場品質)

(b) ロボットの可動部センサ (工場品質)

(c) 健康管理・見守り (介護現場)

■図1. 920MHz帯での利用シーン



(1) 920MHz帯

920MHz帯での利用シーンを図1に、主な共用パラメータを表2に示す。920MHz帯は伝搬損失が小さく、構造物の影などへも比較的回り込んで伝搬することから、広範囲のセンサへの1対Nの多数同時給電が期待でき、工場や介護現場のセンサネットワークの電源に適している。

また、RFIDと同等の電気仕様とすることで、既に市場にあるRFIDシステムとの連携・応用が可能となり、人体により遮蔽されやすいバイタルセンサ、位置センサ及びロボット等の可動により一定方向に空中線を向けることが難しい機器に使用するセンサへの給電利用が想定される。

■表2. 920MHz帯 共用パラメータ (*現在議論中)

項目	パラメータ
送信出力	1W (30dBm)
周波数	918.0MHz/919.2MHz
等価等方輻射電力	36dBm
占有周波数帯幅	200kHz
空中線利得 (送信)	6.0dBi
利用場所	屋内(WPT一般環境)
変調方式	NON、G1Dなど

(2) 2.4GHz帯

2.4GHz帯での利用シーンを図2に、主な共用パラメータを表3に示す。2.4GHz帯は無線LANシステム等の信号を利用した位置推定と受電制御が可能であり、既設無線システムにWPTの受電部を組み込むことでワイヤレスによる機器利用が可能となる。また、送信装置も2.4GHz帯を使用している無線LAN、構内無線局、特定小電力無線及びISM機器に連携・追加する利用形態が想定され、広範囲な市場形成と世界市場への展開が見込める。

■表3. 2.4GHz帯 主な共用パラメータ (*現在議論中)

項目	パラメータ
送信出力	15W (41.8dBm)
周波数	2410MHz~2486MHz
等価等方輻射電力	最大65.8dBm
空中線利得 (送信)	24.0dBi
利用場所	屋内(WPT管理環境)
変調方式	NON



■図2. 2.4GHz帯での利用シーン

(3) 5.7GHz帯

5.7GHz帯での利用シーンを図3に、主な共用パラメータを表4に示す。5.7GHz帯は周波数が高いためアンテナの小型化が可能であることから、小型・軽量の専用受電装置の開発が可能であり、送信装置においても、ビームを絞った狭ビームにより給電対象を絞り切替えながらの継続給電が可能となる。そのため、工場の無人ラインに使用するロボット等への組込みセンサへの給電、倉庫などの専用表示器、無人化が進む設備における大規模なセンサ群への利用が想定される。

■表4. 5.7GHz帯 主な共用パラメータ (*現在議論中)

項目	パラメータ
送信出力	32W (45.0dBm)
周波数	5738MHz~5766MHz
等価等方輻射電力	最大70.0dBm
空中線利得 (送信)	25.0dBi
利用場所	屋内(WPT管理環境)
変調方式	NON

(4) その他環境条件等

空間伝送型WPTは、同一空間内に他の無線システムと共存して設置・使用され、干渉による他の無線システムへの影響が想定されることから屋内の管理環境を定義している。以下に定義する利用環境を「WPT管理環境」、それ以外を「WPT一般環境」として区分し、本システムも含めた無線システムによる使用環境を整備することで電波を有効利用した環境として使用する。



(a) 工場内のセンサ給電



(b) 倉庫などのピッキング表示器

■図3. 5.7GHz帯での利用シーン例



- ・屋内、閉空間であること
- ・電波防護指針における指針値を超える範囲が上記、屋内、閉空間に含まれること
- ・屋内の管理環境に設置される空間伝送型WPTの運用が、他の無線・システム等に与える影響を回避・軽減するため、本システムの設置者、運用者、免許人等が、一元的に他の無線システムの利用、端末設置状況を管理できること
- ・屋内の管理環境に隣接する空間（隣接室内、上下階等）においても他の無線システムとの共用条件を満たすか、屋内の管理環境と同一の管理者により一元的に管理できること等。

また、周波数の有効利用を図るために官民が連携して、既存の無線システムや空間伝送型WPT相互間の運用調整のための仕組み作りが行われることが望ましく、この仕組みによって空間伝送型WPTの使用周波数、使用場所等の情報を管理・公開し、既存無線システムとの共存を可能とする環境を図るものとする。また、この仕組みにより空間伝送型WPTが既存無線局の運用に著しく、かつ、継続的に干渉を与える場合には、必要に応じて運用者へ対策を講じるための措置等を指示することで、電波の利用環境の維持に努めるよう議論されている。

3. ITU-Rでの国際制度化議論の状況

WPTシステムに関する国際協調議論は、古くは1978年の第14回CCIR総会で承認されたQuestion 20/2が元となり議論され、その後2013年6月のITU-R SG1会合においてNON-BEAM WPT（磁界結合方式、電界結合方式等の近傍界領域におけるWPT）とBEAM WPT（電波を意図的に放射させる空間伝送型WPT）に分けて議論を行うことになった。

その後、BEAM WPTについてはアプリケーションに特化した報告が2016年6月にReport ITU-R SM. 2392-0として発行され^[5]、現在、他の無線システムとの共用のための検討について、WD（Working Document）新レポート[WPT.BEAM.IMPACTS]として議論が行われている。2019年5～6月のSG1会合（WP1A会合を含む）ではこれに加え、先のReport ITU-R SM. 2392-0の改定と、Beam WPTに使用する周波数に関する勧告案[WPT.BEAM.FRQ]について2021年の完成を目標に議論が行われている。BEAM WPTに対する国際協調議論の状況を表5に示す。写真は、2019年5～6月のWP1A、1B、1C Joint meetingの様子である。

■表5. BEAM WPTに対する国際協調議論の状況^[6]

1978年 第14回CCIR総会	・ BEAM WPTの研究の元になったQuestion 20/2が承認
1997年 ITU-R会合	・ 現在のWPTの元となるQuestion 210-3/1の元のQuestion 210/1が承認
2013年6月 ITU-R SG1会合（WP1A会合含む）	・ WD（Working Document）をNON-BEAM WPTとBEAM WPTに分割して議論を開始
2016年6月 ITU-R SG1会合（WP1A会合含む）	・ BEAM WPTについてはアプリケーションに特化した新レポートが承認→Report ITU-R SM. 2392-0の発行 他の無線システムとの共用検討等についての新レポートITU-R SM. [WPT. BEAM. IMPACTS] の作業を開始
2016年11月 ITU-R WP1A会合	・ 共用検討を含めたBEAM WPT方式のレポート作成のためのワークプランを改訂
2017年6月 ITU-R SG1会合（WP1A会合含む）	・ BEAM WPTの中で広角ビーム、マルチビームによるセンサネットワーク、モバイル機器応用に特化したWIDE BEAM方式の共用検討結果を含めた新レポートITU-R SM. [WPT. WIDE-BEAM. IMPACTS] のその骨子について提案し、作業を開始
2017年11月 ITU-R WP1A会合	・ WIDE BEAM WPTの共用検討の前提条件となるユースケースについて提案
2018年6月 ITU-R SG1会合（WP1A会合含む）	・ WIDE BEAM WPT共用検討の仕様について提案
2019年5・6月 ITU-R SG1会合（WP1A会合含む）	・ 新レポート[WPT. WIDE-BEAM. IMPACTS] について議論、日本からは国内での制度化に向けた進捗を報告。 今後は[WPT. BEAM. IMPACTS]として議論を継続する ・ Report ITU-R SM. 2392-0の改定についての議論 ・ Beam WPTに使用する周波数に関する勧告案[WPT. BEAM. FRQ]について議論
今後の目標	・ 新レポートITU-R SM. [WPT. BEAM. IMPACTS] の承認 ・ Report ITU-R SM. 2392-1（改訂版）の承認 ・ 新Recommendation ITU-R SM. [WPT.BEAM.FRQ] の承認 （2021年目標） →新レポートITU-R SM. [WPT. NARROW-BEAM. IMPACTS] の作成へ



■写真. 2019年5~6月のWP1A、1B、1C Joint meetingの様子

4. 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) での取り組み状況

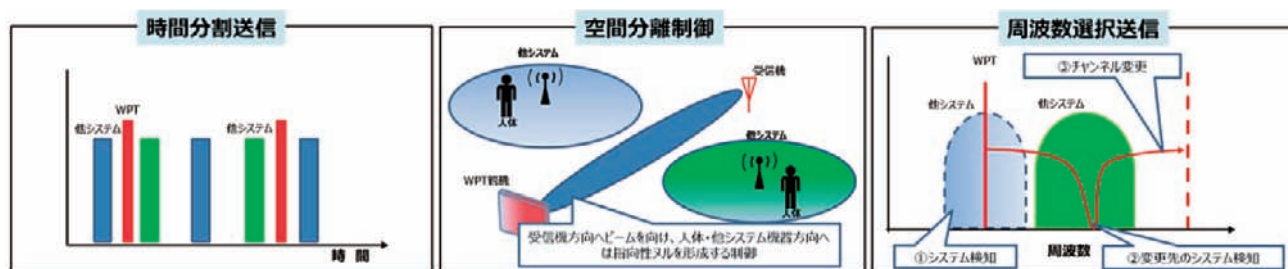
国内での空間伝送型WPTの制度化については、まずは第1ステップとして屋内に限定として検討しているが、今後継続的に発展・進化していくためには、使用条件等の緩和に向けてさらなる技術革新が必須である。

このことから、科学技術イノベーション実現のための国家プロジェクトである戦略的イノベーション創造プログラム (SIP: Strategic Innovation Promotion Program) 第2期の課題名「IoT社会のエネルギーシステム」の中の1つの研究開発テーマとして「センサネットワークおよびモバイル機器へのWPTシステム」にて高い給電効率を実現するため人体や他システムへの影響を時間・空間・周波数によって低減するiTAF-WPT*というコンセプトを提案し、この実現により高い給電効率を目指している^[7]。

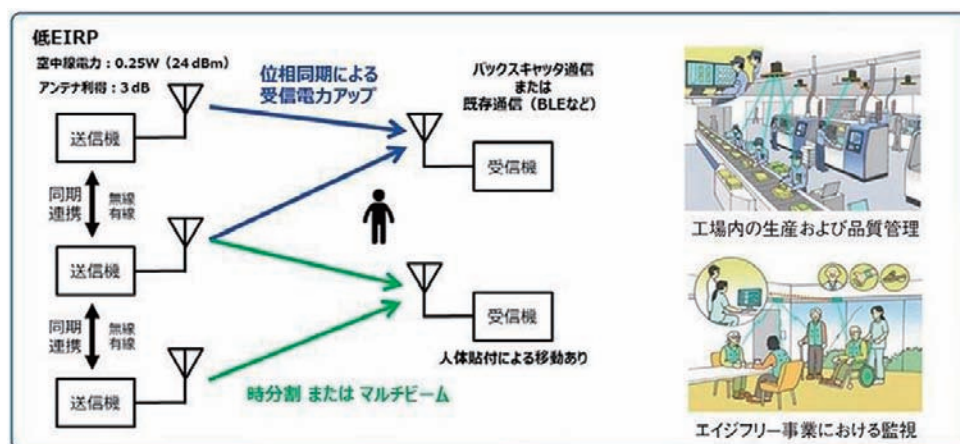
本研究テーマでは、分散アンテナによる協調ビーム制御方式と高度ビームフォーミング方式の2つの給電方式と、両給電方式に関わるOTA (On The Air) 測定評価等について取り組んでおり、ここではこの2つの給電方式についての取り組みについて簡単に紹介する。

(1) 分散アンテナによる協調ビーム制御方式

本方式では図5で示すように分散された複数の給電アンテナを協調してビームを制御し、家庭・工場・介護施設等

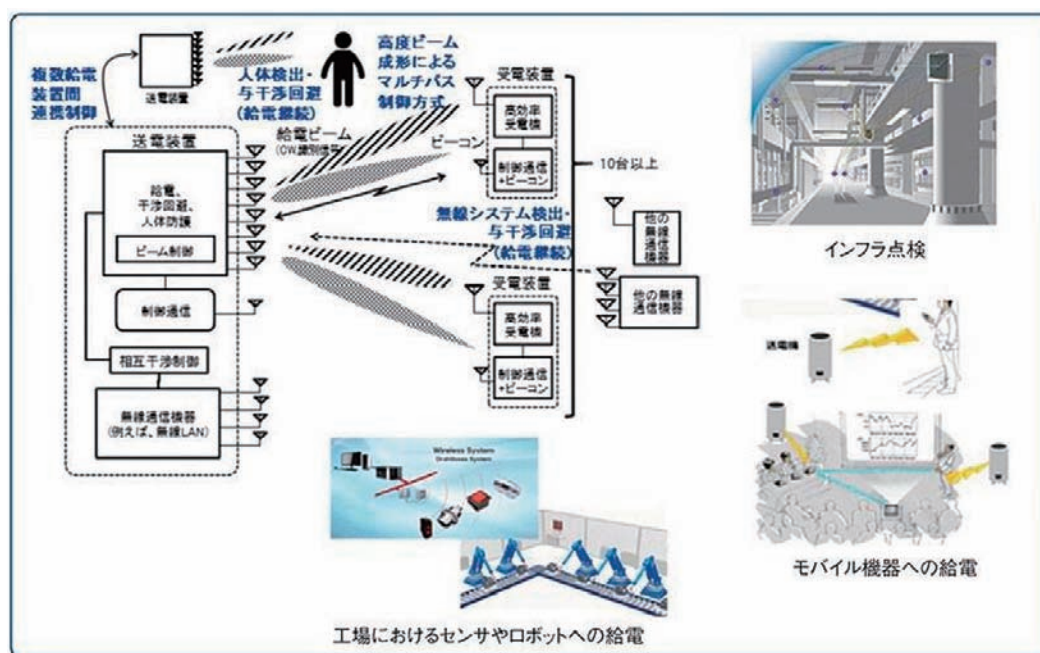


■図4. iTAF-WPT技術の概要



■図5. 分散アンテナによる協調ビーム制御方式

* iTAF-WPT (intelligent Time-Area-Frequency Control WPT): 時間・空間・周波数を統合制御する技術。電波ばく露に対する安全性確保、他無線システムとの共存、最大効率での電力伝送を実現する。



■図6. 高度ビームフォーミング方式

の屋内空間に配置された環境センサ・生体センサ等の電池レス、配線レスを実現するために μW ~ mW 級の広域な給電を目指している。

(2) 高度ビームフォーミング方式

一方、高度ビームフォーミング方式はモバイル機器、IoTセンサ、情報端末への充電、工場等で移動するセンサの給電を実現するために、数 mW 級から数 W 級の給電を目指している。

これらの革新的技術が実用化されれば、空間伝送型WPTの屋外利用などユースケースの拡大や送信電力増加の可能性も期待できる。このことから本研究で得られた成果は順次、総務省の作業班での議論・検討、ITU-Rへの寄書に結びつけるとともに、これと平行して社会実装に必要なビジネスモデルの検討も進めていく。

5. おわりに

以上のように空間伝送型WPTは国内外での制度化議論が進められ、SIPにおいてもさらなるイノベーションに向け取り組んでいる。我が国が世界をリードして研究開発を進める技術を国際制度化や標準化に結び付け実用化することで、電線や電池の心配をすることなく、あらゆるところにワイヤレスでエネルギーを送れ、利便性だけでなくIoT技術と組み合わせて脱炭素にもつながり、新しい未来につな

る。そのためには空間伝送型WPT関係者のさらなる努力が必要であり、その貢献に大いに期待したい。

参考文献

- [1] 例えばH. Matsumoto, "Research on solar power station and microwave power transmission in Japan: Review and perspectives," IEEE Microw. Mag., vol.3, no.4, pp.36-45, 2002.
- [2] 電波有効利用成長戦略懇談会 第6回資料6-6, Feb. 2018. https://www.soumu.go.jp/main_content/000536747.pdf
- [3] 電波有効利用成長戦略懇談会 報告書, Aug. 2019. https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban_09_02000273.html
- [4] 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会空間伝送型ワイヤレス電力伝送システム作業班, 2019. https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/idou/b_wpt_wg.html
- [5] ITU-R: Report ITU-R SM.2392-0, "Applications of wireless power transmission via radio frequency beam", 2016 <http://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2392>
- [6] 篠原真毅、庄木裕樹「ワイヤレス電力伝送の技術、制度化、標準化最新動向」電子情報通信学会誌 Vol.101 No.1 pp.79-84 Jan. 2018
- [7] 総合科学技術・イノベーション会議、SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)「IoT社会のエネルギーシステム」、2019. <https://www.jst.go.jp/sip/p08/team-c.html>



空間伝送型WPTの研究開発と 実用化の現状

京都大学 生存圏研究所 教授 **しのはら 条原** **なおき 真毅**



1. はじめに

空間伝送型ワイヤレス給電 (Wireless Power Transfer: WPT) とは、非結合型WPTとも呼ばれ、送電アンテナから放射された電波 (マイクロ波やUHF波、ミリ波、THz波等) を用いて無線電力伝送を行うものである^{[1][2]}。レーザー光を用いた無線電力伝送 (レーザー送電) も空間伝送型WPTである。放送や通信用の電波を電力として利用する電波ハーベスティング (環境発電とも呼ばれる)^[3] も空間伝送型WPTの一種である。空間伝送型WPTは電磁誘導等の結合型WPTとは異なり、送受電間に電磁界的な結合がないため、受電位置の変化や受電回路の電気パラメータ (共振周波数や回路インピーダンス) の変化によって送電側の電気パラメータが関連して変化しない。そのため、非結合型WPTとも呼ばれる。空間伝送型WPTは送受電間の電磁界的な結合が不要なために、高効率で無線電力伝送が可能な距離は結合型WPTよりも格段に長く、実用上は10m前後から、理論上は数万kmまでも無線電力伝送することができる。また電磁界的結合がないため、送受電システムの設計を個別に行うことができる利点もあるが、反面、受電位置の変化を送電側で感知できないため、高効率で無線電力伝送を行うためには受電位置推定の技術が必要となる。マイクロ波 (やUHF、ミリ波等) を用いた空間伝送型WPTは総じてマイクロ波送電とも呼ばれ1960年代より研究開発が行われ^[4]、我が国でも1980年代以降研究開発が盛んに行われてきた^[5]。しかし、これまで空間伝送型WPTは将来の実現を目指す宇宙太陽発電^[6] 以外の商用キラーコンテンツがあまりなく、実用化の機運が固まり法制化の議論が始まったのは2010年代後半のことである。

2. 日本の空間伝送型WPTの研究開発の現状

2010年代後半になり空間伝送型WPTの実用化に向けた研究開発や法制化の議論が始まったのは、①2010年代前半より始まった結合型WPTの実用化と標準化、法制化によるWPT自体への関心の高まり、②携帯電話や電気自動

車、ドローン等の2次電池ユーザーの急速な拡大と電池持続時間への不安の拡大、③IoT (Internet Of Things) 用センサー、IC等新しいIT技術への期待と、その低消費電力デバイスの電源問題解決への期待、④5Gやbeyond 5Gという無線通信の将来規格がIoTや自動運転等新しい無線技術を取り込んだ発展を目指し始めたこと、等の理由によると思われる。

空間伝送型WPTは大別して複数のユーザーへ広く無線電力伝送を行うユビキタス型と、単一ユーザーに電波をビーム状にして集中して高効率に無線電力伝送を行うビーム型がある。1960年代は前述の②のようなモバイルデバイスや、③のような低消費電力デバイスやIoTのような技術がなかったために、宇宙太陽発電のようなビーム型の研究開発が主流であったが、電波の基礎方程式によるアンテナ小型化の限界のため、商用化には至らなかった。高効率で電波エネルギーを受電側に送るためには「思ったよりも大きな」アンテナが必要となるのである。ユビキタス型は送受電効率という意味で非常に悪いが、ユーザーが必要とする電力を長距離で複数ユーザーに送る利便性があり、IoTからの期待と相まって近年研究開発が盛んになっているのである。

我が国では空間伝送型WPTに関し、2019年現在大きな研究プロジェクトとして、

- ・JST Center Of Innovation (COI) 「活力ある生涯のためのLast 5X イノベーション」 (2013-) [京大他]^[7]
- ・内閣府 (JST^{*1}、NEDO^{*2}等) 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 「IoE (Internet of Energy) 社会のエネルギーシステム」 (2018-) [名古屋大、東大、京大他]^[8] が実施されている。他にもエネルギーハーベスティングに関するJST CREST/さきがけプロジェクト^[9] やA-STEPプロジェクト^[10]、宇宙太陽発電所のためのマイクロ波送電研究開発プロジェクト^[11] 等も行われている。京大COIでは国家戦略特区を利用して、2017年度から室内でのUHF帯 (927MHz、5W以下) のユビキタス型WPTを利用したバイタルセンサーの実証実験を京都府相楽郡精華町の町役場

*1 JST : 国立研究開発法人科学技術振興機構

*2 NEDO : 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構



内で実施しており、2019年度より同町の特別養護老人ホームにてさらに実証実験を行う。

SIPではユビキタス型として「センサネットワーク及びモバイル機器へのWPTシステム（代表：パナソニック梶原正一氏）」、ビーム型として「ドローンWPTシステム（代表：東京電力HD濱田浩氏）」、それらを支える基礎技術開発として「GaN半導体開発（代表：名古屋大天野浩教授）」をそれぞれ行っている。「センサネットワーク及びモバイル機器へのWPTシステム」研究では、主にUHF（920MHz帯）を用いて室内でのユビキタス型WPTのさらなる高効率化のために、分散アンテナによる協調ビーム制御方式と高度ビームフォーミング方式の研究を行っている。「ドローンWPTシステム」では、電磁誘導型、電界共鳴型と5.8GHzマイクロ波を用いた空間伝送型WPTを並行して研究開発を行っており、マイクロ波送電によるドローンWPTシステムは三菱電機と京都大学が担当となり研究開発を行っている。ビーム方向を制御できる高効率フェーズドアレーアンテナの開発や高効率小型受電整流アンテナ（レクテナ）の開発、新しいビームフォーミング手法の開発を行いつつ、実用化のための既存システムとの共存検討評価も行う予定である。

我が国においては屋内利用の空間伝送型WPTに関し、2020年春以降の法制化を目指して現在総務省陸上無線通信委員会/WPT作業班での活発な議論が行われている。国内議論はITU-R（国際電気通信連合 無線通信部門）での議論にもフィードバックされ、我が国はITU-Rでの議論もリードしており、空間伝送型WPTの実用化も世界をリードすべく今後一層の努力が期待される。我が国で空間伝送型WPTの実用化を目指し、筆者が2013年にワイヤレス給電実用化コンソーシウムWiPoTを組織し、2019年現在企業会員36社、学識会員57名で様々な活動を行っている^[12]。さらに、筆者が技術顧問となり、2019年5月には日本初の空間伝送型WPT技術を生業とするベンチャー会社「スペースパワーテクノロジー社」を設立した^[13]。今後は我が国発の空間伝送型WPTの商品化が始まっていくと期待している。

3. 世界の空間伝送型WPTの研究開発の現状

我が国の1980年代以降の空間伝送型WPTの研究の隆盛に対し、米国では1980年代以降は空間伝送型WPTの研究開発ではあまり目立った動きはなく、UHF帯RF-IDの実用化を目指した活動程度であった。しかし、2000年代に入り、空間伝送型WPTの商用化を目指したベンチャー企業が米国で何社か立ち上がり、これらは2010年代後半に

なってFCC（Federal Communications Commission：連邦通信委員会）に直接に働きかけ、商品の認可を得るようになってきた。

その1社であるEnergous社は、半導体チップセット、ソフトウェア、ハードウェア設計とアンテナを含み、電子装置向けの空間伝送型WPTであるWattUp技術の開発に従事するNASDAQ上場会社で、2017年12月に世界初となる空間伝送型WPTの900MHz帯でのFCC Part 18の認可を得ている。Energous社は、結合型WPTの世界標準規格を目指すAirFuel Allianceにも参加しており、AirFuel規格の一部に空間伝送型WPTを「AirFuel RF」として設定し、世界での普及を目指している。2019年12月にはFCC認可のWattUp技術を用いたSmart Glasses Developer Kitのリリースも始めている。iPhone8がリリースされる前の一時期、「次期iPhoneには空間伝送型WPTが搭載されるかもしれない」という噂がネットに流れたことがあったが、この噂の元はEnergous社との関係であったようで、最終的にApple社はAirFuelに対抗するWireless Power Consortiumの結合型WPT規格QiをiPhone8以降に採用したため、噂は噂で終わったが、Apple社がEnergous社と関係していることは事実のようである。

米国では、空間伝送型WPTを開発するベンチャー企業であるOssia社も、2019年6月及び10月の2度にわたり、2.45GHzで動作するCotaと名付けられたシステムのFCC Part 15とPart18の認可を得ている。Cotaシステムは、室内でのマルチパス環境下で用いられるシステムで、ユーザーから放射するビーコン波を利用して高効率にマイクロ波ビームを形成する技術であり、人体（及び障害物）を避けるようにビーム形成し、安全かつ高効率にマイクロ波送電することを売りにしている。Cotaは携帯電話のマイクロ波送電も米国CES展示会等では既にデモを行っており、10m程度の距離で携帯電話に無線充電を行うことができる。Cotaは一種のフェーズドアレーアンテナシステムであるが、マルチパスビーコン波を利用して高速かつ安価なシステムであることが特徴となっている。彼らはCota技術をベースに、現在Walmart社と組み、電池レスコードレスで動作する集中管理型の商品タグの開発を行っている。また、世界最大の電子レンジメーカーである中国Galanz社とIT家電の開発でも合意している。さらに、Ossia社は2020年度には5.8GHzのCotaシステムを開発し、FCC認可を取ることを目標として研究開発を行っている。2019年10月にシアトルで行われたOssia Image 2019 Workshopでは、2019年10月にFCC



認可を受けた「Forever Tracker」のデモ機や、開発中の5.8GHz Cotaシステムのデモ機が展示されていた。Ossia社は日本のKDDI社とも2015年1月に資本提携を行っており、日本での商品展開も目指している。

これらはユビキタス型もしくはそれに近い空間伝送型WPTであるが、ビーム型WPTの商品化を目指した米国ベンチャー企業も存在する。Escape Dynamics社は、92.3GHz、100kW程度のミリ波を用いてビーム型のマイクロ波送電を行い、マイクロ波で駆動する飛行機の実現を目指していたが、2016年で残念ながら会社をたたんでしまった。レーザー光を用いたビーム型WPTを開発する企業は2019年現在も活発に活動している。2012年に設立されたイスラエルのWi-Charge社は、集束赤外線ビームを用い、移動する物体へビームを追従させながら数m程度でレーザー送電を行う商品を販売している。電波と違いレーザー光は電波法の管轄外であり、彼らはアイセーフ等の安全基準を順守することのみで商品化を行っている。

中国では空間伝送型WPTを推進する目立った企業はないが、マイクロ波を用いたビーム型WPTが盛んに研究されており、西安、重慶、武漢、成都、上海等に複数の大学や研究機関があり、重点的にマイクロ波送電の研究開発を行っている。またエネルギーハーベスティングではあるが、携帯基地局からの電波をハーベスティングしてドローンに無線充電するシステムをファーウェイ社が計画中であると、2017年の展示会MWCで発表され、その後の研究開発が期待されている。中国では屋外で複数の空間伝送型WPTのデモや実証実験が行われており、法制化の仕組みも他国とは異なるであろうことから、今後最注目国であることは間違いない。

4. おわりに

結合型WPTの法制化の議論が固まりつつあり、商品化も進んできて、WPTが身近に感じられるようになり、次は空間伝送型WPTであるという期待感が世界中で高まっている。空間伝送型WPTを実用化するためには、既存電波応用との共存を図り、電波の安全性を担保しなければ先に進めない。我が国は技術も、法制化の議論も世界に先行していたが、近年の米中のスピードに負けてしまいそうな危惧がある。今後議論と研究開発を加速し、空間伝送型WPTの実用化で世界に先駆けることを切に期待している。

参考文献

- [1] Shinohara, N., “Wireless Power Transfer via Radiowaves (Wave Series)”, ISTE Ltd. and John Wiley & Sons, Inc., 2014.1
- [2] Shinohara, N. (ed.), “Recent Wireless Power Transfer Technologies Via Radio Waves”, River Publishers, 2018.5
- [3] 堀越智、竹内敬治、篠原真毅 (監著)、エネルギーハーベスティング 身の周りの微小エネルギーから電気を創る“環境発電”、日刊工業新聞社、2014.10
- [4] Brown, W. C., “The History of Power Transmission by Radio Waves”, IEEE Trans. MTT, Vol. 32, No. 9, pp.1230-1242, 1984
- [5] Matsumoto, H., “Research on Solar Power Station and Microwave Power Transmission in Japan : Review and Perspectives”, IEEE Microwave Magazine, pp.36-45, Dec. 2002
- [6] 篠原真毅 (監著)、“宇宙太陽発電 (知識の森シリーズ)”、オーム社、2012.7
- [7] 京都大学COI「活力ある生涯のためのLast 5X イノベーション」
<http://www.coi.kyoto-u.ac.jp/>
- [8] SIP「IoE (Internet of Energy) 社会のエネルギーシステム」
<https://www.jst.go.jp/sip/p08/index.html>
- [9] JST CREST/さきがけ「微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出」
https://www.jst.go.jp/kisoken/presto/research_area/ongoing/bunyah27-2.html
- [10] JST A-STEP「IoT、ウェアラブル・デバイスのための環境発電の実現化技術の創成」
<https://www.jst.go.jp/a-step/kadai/h27-2s1/h27-senryaku01.html>
- [11] 経済産業省「宇宙太陽光発電における無線送受電技術高効率化等研究開発事業」(J-Spacesystems受託)
https://ssl.jspacesystems.or.jp/project_ssps/?doing_wp_cron=1576982199.0885429382324218750000
- [12] ワイヤレス電力伝送実用化コンソーシアムWiPoT
<http://www.wipot.jp/>
- [13] 篠原真毅、古川実、“京都大学発マイクロ波送電技術ベンチャー「スペースパワーテクノロジー社」”、電気評論、pp.46-49, 2019.11



ITUのメンバーシップと権利・義務

総務省 国際戦略局 国際政策課

おつき め み こ
大槻 芽美子



1. はじめに

ITU（国際電気通信連合）はその活動を活性化させるため、構成国・主管庁以外にも、電気通信に係わる団体がセクターメンバー、アソシエイト、アカデミアとしてITUの活動に参加できるよう制度を設けている。しかしながら、それぞれの参加に係る規則については憲章、条約、決議等、様々な文書において個別に記載されているため、包括的に把握することが難しい。そのため本稿は、主管庁以外の団体がITUの活動に参加するために必要な条件と、加盟後に得られる権利や課される義務等の詳細について、2019年12月末時点の情報を整理し、概説する^{*1}。

2. 参加資格

ITUの活動への参加が認められる団体のうち、主なものは次の3つである。（条約第228-231号）

- (a) 認められた事業体（ROA：Recognized Operating Agency）、学術団体又は工業団体（SIO：Scientific or Industrial Organization）及び金融機関又は開発機関であって関係構成国が承認したもの
- (b) その他電気通信の問題に関係を有する団体であって関係構成国が承認したもの
- (c) 電気通信機関、標準化機関、金融機関又は開発機関であって地域的なものその他の国際的なもの

上記のうち (a) 及び (b) については、ITU活動への参加を希望する場合、構成国が特別に許可し事務総局長にその旨を通知している場合を除き、構成国による承認を必要とする（条約第233-234A号）^{*2}。

「認められた事業体」とは、憲章第1007号に定義する事業体（Operating Agency：個人、団体、企業又は政府の

施設で、国際電気通信業務を行うための電気通信設備又は国際電気通信業務に有害な混信を生じさせる恐れのある電気通信設備を運用するもの）のうち公衆通信業務又は放送業務を運用する事業体を指し、「学術団体又は工業団体（SIO）」とは、政府の施設又は機関以外の団体で、電気通信の問題の研究又は電気通信業務用機器の企画若しくは製作に従事するものを指す^{*3}。

3. 参加手続

主管庁以外の団体がITUの活動に参加する形態には部門構成員（セクターメンバー）、準部門構成員（アソシエイト、後述のSMEアソシエイトを含む）及び学術団体（アカデミア）の3つがある。2019年12月末現在、ITU全体では900を超える団体がセクターメンバー、アソシエイト又はアカデミアとして加盟している^{*4}。日本においては42者がセクターメンバーやアソシエイトとして活動しているほか、9校がアカデミアとして登録されている^{*5}。

前述のとおり、日本国内で電気通信に係わる組織・団体がITUへの活動参加を希望する場合には、主管庁（日本の場合は総務省）の承認を必要とする。日本における、参加にあたっての手続きは以下のとおりとなっている。

- (1) 参加を希望する団体から総務省に対して参加形態（セクターメンバー、アソシエイト、アカデミア等）、参加を希望する部門（ITU-R、ITU-T、ITU-D）、分担金単位数（1/2単位、1/8単位等、詳細は後述）や担当者の連絡先等を記した書類を提出^{*6}。
- (2) 総務省が審査の上、参加に支障がないと認める際にはITU事務総局長及び参加を希望する団体に対してその旨を通知。

*1 本稿は（一財）日本ITU協会の発行する『これでわかるITU 2018年版』を参照し、同書のうち「ITUへの参加と脱退、義務と権利」及び「分担金」の内容を更新することを目的として執筆したものである。

*2 日本においては主管庁である総務省（担当：国際戦略局 国際政策課）の承認が必要となる。

*3 条約附属書第1004号参照。

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

*5 https://www.itu.int/online/mm/scripts/gensel9?_ctryid=1000100569&_ctryname=Japan

*6 様式、連絡票については総務省より送付する。



- (3) 参加を希望する団体は、総務省からの通知を受けた後オンラインフォーム^{*7}にてITUに参加申請を行う。
- (4) 総務省からの通知を受けITU事務総局が参加についての認定を行い、その結果を総務省及び参加を希望する団体へ周知するとともに、分担金の支払請求等の事務手続を開始。

参加が認められた団体は、加入し又は承認された月の初日から計算した1年分の分担金を前払いする^{*8}。ITUが前払いの分担金を受領した日から、ITUの活動への参加が可能となる^{*9}。

4. メンバーの権利

4.1 部門構成員（セクターメンバー）

セクターメンバーは、定められた分担金を支払うことにより、承認を受けた部門における全ての活動に参加できる。セクターメンバーの権利と義務は憲章第3条に規定される。

- 憲章第28A号：部門構成員は、連合の活動への参加に限り、（中略）自己が構成員となっている部門の活動に完全に参加する資格を有する。

【解説】

全権委員会議決議14は、セクターメンバーが「投票及び条約作成会議（への参加）を除き、部門に係るすべての活動に参加することができる」ことを認識している。「自己が構成員となっている部門の活動」の対象となる主な会議、会合等は以下となる^{*10、11}。

- －承認を受けた部門における全ての研究委員会（SG：Study Group）
- －各部門のアドバイザーグループ
- －無線通信総会（RA：Radiocommunication Assembly）
- －電気通信標準化総会（WTSA：World Telecommuni-

cation Standardization Assembly）

- －電気通信開発会議（WTDC：World Telecommunication Development Conference、又はRTDC：Regional Telecommunication Development Conference）
- －上記に関連するワーキングパーティー、専門家グループ、ラポータグループ、又はその他のアドホックグループ等
- また、以下の会議（条約作成会議）には「顧問の資格を持たないオブザーバー^{*12}」としてのみ参加することが認められる。
- －全権委員会議（PP：Plenipotentiary Conference）^{*13}
- －世界国際電気通信会議（WCIT：World Conference on International Telecommunications）^{*14}
- －無線通信会議（WRC：World Radiocommunication Conference、又はRRC：Regional Radiocommunication Conference）

なお、条約第476号及び財政規則第7条5項に従い、これらの条約作成会議に出席するためには費用の負担が発生する。また、WRC及びRRCにはITU-Rのセクターメンバーのみ参加することができる^{*15}。なお、ITU-RセクターメンバーによるWRCへの参加には費用負担は発生しない。

- 憲章第28B号：部門構成員は、部門の総会及び会合の議長及び副議長並びに世界電気通信開発会議の議長及び副議長を出すことができる。

【解説】

セクターメンバーは承認を受けた部門における全てのSG、アドバイザーグループ及びRA、WTSA、WTDC/RTDCにおいて議長・副議長を就任させることができる。なお、PP、WRC/RRC及びWCITにおける議長・副議長（委員会の議長・副議長を含む）は構成国のみ務めることが可能である^{*16}。

*7 <https://www.itu.int/en/membership/Pages/sm-form.aspx>

*8 セクターメンバーについては条約第472号、アソシエイトについては全権委員会議決議152、アカデミアについてはITUウェブサイト（<https://www.itu.int/en/membership/Pages/sm-terms-conditions.aspx>）を参照。

*9 <https://www.itu.int/en/join/Pages/faq.aspx>

*10 全権委員会議決議14参照。

*11 条約第296の2号参照。

*12 「顧問の資格を持たないオブザーバー」は会議への出席は可能だが、議長から求められない限り発言することはできない。詳細は全権委員会議決議145附属書参照。

*13 条約第269E号、全権委員会議決議145附属書3参照。

*14 条約第49号、全権委員会議決議145附属書3参照。

*15 条約第280号、全権委員会議決議145附属書3参照。

*16 ITU会議規則（GR：General Rules of Conferences, Assemblies and Meetings of the Union）第75-76号参照。



- 憲章第28C号：部門構成員は、(中略) 関係部門における勧告及び問題の採択並びに当該部門の運営方法及び手続に関する決定に参加する資格を有する。

【解説】

セクターメンバーは承認を受けた部門のSGにおいて、勧告及び新規課題に対する意見を提出することができ、また、それらに対するコンセンサススペースの最終的な意思決定に参加することができる^{*17}。ラポーターやワーキングパーティーの議長を務めることや、勧告の採択前に必要なドラフティング及び編集作業に参加することも可能である^{*18}。

RA、WTSA、WTDC/RTDCにおいては、各部門の手続規則に基づき、セクターメンバーも寄与文書を提出することができるが、投票権及び手続権（議事進行に係る動議や発言を行う権利）は持たない。ただし、構成国が承認し関係局長に通報した場合には、セクターメンバーが当該構成国に代わって行動（投票を含む）することが認められている^{*19}。

上記のほか、ITU理事会には、部門ごとに最大3つのセクターメンバーから各1名ずつがオブザーバーとして出席できることになっている^{*20、21}。出席するセクターメンバーは各部門のアドバイザーグループによって指名される。ただし、これらの出席者は投票や、書面又は口頭での意見提出を行うことはできない^{*22}。また、2012年理事会で、上記のセクターメンバーのほかに6つの地域通信機関（APT、CEPT、CITEL、ATU、LAS、RCC）もオブザーバーセクターメンバーとして理事会に参加することが可能となった。

4.2 準部門構成員（アソシエイト）

セクターメンバーと異なり、アソシエイトは参加部門のうち

特定の一つのSGに活動参加が限定されるものの、前者より軽減された分担金（後述）での参加が可能となっている。アソシエイトの権利については条約第20条及び各部門の手続規則に定められている。

- 条約第248B号：準部門構成員は、選択した研究委員会の業務に参加することを許可される。ただし、当該研究委員会の意思決定又は連絡活動には、参加することはできない。

【解説】

各部門の手続規則^{*23}は、SGにおけるアソシエイトの役割を以下に記述するものに制限している。

- － 会合への参加（承認を受けた部門における一つのSGのみ。アドバイザーグループやその他の条約作成会議、総会、理事会への参加は除く。）
- － 文書・意見の提出
- － ラポーター、副ラポーター、アソシエイトラポーターを務めること（電気通信開発部門においてはラポーターを除く^{*24}。また他のSGとのリエゾン活動は不可。）
- － 勧告採択前のコメント提出^{*25}

また、2018年全権委員会議で採択された決議209に従い、2020年1月より中小企業が「SMEアソシエイト」として、通常のアソシエイトと比較してさらに低負担で、かつアソシエイトと同様の資格でITUの活動に参加することが可能となった。SMEアソシエイトとしての参加申請の受理にあたっては、属する国の中小企業の定義を満たすこと、年間収益額が1500万スイスフランを超えないこと^{*26}、従業員数が250名未満であることが条件となる。また、上記の条件に基づきSMEアソシエイトの対象とならない会社の子会社又

*17 条約第246A号において、構成国及び部門構成員は、「関係する会議又は総会のうちいずれか適当なものが定める手続に従って研究される問題を採択し、その問題の研究の結果作成される勧告を構成国の正式な協議の対象とするかしないかについても併せて採択する」とされている。

*18 全権委員会議決議14参照。

*19 条約第239号参照。

*20 条約第60B号参照。

*21 理事会決定519参照。

*22 理事会手続規則7.4参照。

*23 ITU-R決議1、WTSA決議31及びWTDC決議1参照。

*24 電気通信開発部門の手続規則(WTDC決議1、5.5参照)によると同部門においてラポーターを務められるのは構成国またはセクターメンバーのみとなっている。

*25 WTSA決議31では、アソシエイトは代替承認手続（AAP：Alternative Approval Process）においてはラストコールの間のコメント提出（ただし、追加的なレビューの期間中ではない）が可能とされている。

*26 上限額は2019年理事会決定による。



は関連会社は、SMEアソシエイトとして認められない。

4.3 学術団体（アカデミア）

2010年の全権委員会議において、学術団体によるITU活動への参加を促すための決議169が採択され、2014年の全権委員会議の開催までを試行期間としてアカデミアの資格が設けられた。決議169は2014年の全権委員会議で改正され、アカデミアの参加を継続させることが決定した。さらに2018年の全権委員会議では決議169が再改正され、アカデミアの権利として以下が明記された。

- アドバイザリーグループを含むITUの全ての部門における活動に参加すること（ただし、PP、WRC、WCITへの参加を除く。）
- それぞれの部門の手続規則に従い、ラポータ、副ラポータ、アソシエイトラポータを務めること（電気通信開発部門においてはラポータを除く。^{*27}）
- ただし、アカデミアはその承認手続にかかわらず、決議又は勧告の採択を含む意思決定の役割を持たない

5. 分担金

5.1 分担単位額

ITUの活動に参加する団体は分担金を支払う義務を負う。2018年の全権委員会議（決定5）において2020–2023年の期間で構成国が負担する分担金の1単位当たりの金額（分担単位額）が318,000スイスフランに設定された。これは2016–2019年会期における金額と同額となっている。セクターメンバー、アソシエイト、SMEアソシエイト及びアカデミアの分担金負担額はこの分担単位額を元に設定される。

5.2 セクターメンバーの分担金

条約第480号により、セクターメンバーの単位当たりの分担額は構成国の1/5（63,600スイスフラン）となっている。セクターメンバーはその分担等級を任意に選定できるが最低単位が定められる。選定できる分担等級の単位は次のとおり。

• 選定できる分担等級

40単位から2単位までは1単位刻みで設定できる。2単位未満については3/2単位、1単位、1/2単位、1/4単位、1/8単位、1/16単位とする。

• セクターメンバーの最低分担単位^{*28}

ITU-R及びITU-T：

1/2単位（31,800スイスフラン）

ITU-D：

1/8単位（7,950スイスフラン）

• 分担等級の選定手続

構成国の分担金単位額は全権委員会議で決定される。全権委員会議後、事務総局長からセクターメンバーに対し、分担単位額の最終的な限度額が通知される。セクターメンバーは全権委員会議の閉会の日から3か月以内に、選定した分担等級を通知しなければならない。この3か月の期間内に事務総局長に自己の決定を通知しないセクターメンバーには、従前に選定した分担等級が適用される^{*29}。

5.3 アソシエイトの分担金

条約第483A号により、アソシエイトの分担金は理事会が決定することとなっており、2018–2019年度の分担金額は2017年に承認された理事会決議1387で以下のとおりとされている^{*30}。2019年理事会では2020–2021年度の分担金額を定めた理事会決議1396が採択されたが、構成国の分担金に変更がないことからアソシエイトの分担金も2019年度と同額となっている。開発途上国のアソシエイトは全てのセクターでセクターメンバーの1/32単位（1,987.50スイスフラン）となる。

• アソシエイトの分担金

ITU-R及びITU-T：

セクターメンバーの1/6単位（10,600スイスフラン）

ITU-D：

セクターメンバーの1/16単位（3,975スイスフラン）

*27 決議169は「アカデミアはそれぞれの部門の手続規則に従い、ラポータ、副ラポータ、アソシエイトラポータを務めることができる」と定めており、前述注釈の手続規則（WTDC決議1、5.5）が優先される。

*28 理事会が定めた開発途上国については、全ての部門で最低分担単位が1/16に設定されている。

*29 憲章第161H、161I号参照。

*30 分担単位数は2001年の理事会決定による。



5.4 SMEアソシエイトの分担金

SMEアソシエイトの分担金は、SMEアソシエイトの参加に関する全権委員会議決議209に定められており、セクターメンバーの分担金単位の1/16 (3,975スイスフラン) とされている。これは全てのセクターで同額である。また開発途上国のSMEアソシエイトの分担金単位は、全てのセクターにおいてセクターメンバーの1/32 (1,987.50スイスフラン) となっている。

5.5 アカデミアの分担金

アカデミアの分担金は、アカデミアの参加に関する全権委員会議決議169に定められており、セクターメンバーの分担金単位の1/16 (3,975スイスフラン) とされている。アカデミアはこの負担金で全てのセクターに参加することができる。また開発途上国のアカデミアの分担金単位は、セクターメンバーの1/32 (1,987.50スイスフラン) となっている。

5.6 分担金に関するその他の規定

支払期限を過ぎても分担金が支払われなかった場合の債務額に対しては、ITUの各会計年度の4か月目の初めから利子が付される。利率は、最初の3か月間は年率3%、7か月目の初めからは年率6%となる。また、支払期限から6か月(180日)を過ぎても支払いがなく、返済について交渉や合意がなされていない場合には、通告を受領してから3か月(90日)後よりITU活動に参加する権利を失う^{*31}。

6. 活動からの脱退とメンバー間の移行

ITUの活動へ参加が認められた団体は事務総局長宛てに通告することにより、その参加を終止させることができる。それらの終止は、事務総局長が通告を受領した日から6か月の期間が満了したときに効力を生ずる^{*32}。

アソシエイトからセクターメンバーへの移行にあたっては、各年12月31日までにITUのメンバーシップ担当^{*33}に通知を行い、ITUとの間でMembership Agreementを取り交わすことにより、新たな金額での請求書が発行される。支払いは3月30日までとなっており、ITUにて受領が確認できた後に効力を生ずる^{*34}。ただし、構成国による承認手続を行うため、事前に総務省への連絡が必要となる。

7. おわりに

2018年の全権委員会議においてSMEやアカデミアの参加に関する決議が作成、改正されたように、ITUではマルチステークホルダーをベースとした協調を促進させるためにメンバーシップへの門戸を広く開いている。

メンバーシップについての詳細は本稿で参照した憲章・条約・決議等の文書に規定されるが、ITUウェブサイト^{*35}においても分かりやすく解説されているため、参照されたい。ITU活動への参加に関する問合せは、以下の連絡先まで。

総務省 国際戦略局 国際政策課 ITU係

電話：03-5253-5922

FAX：03-5253-5924

E-mail：ituline/atmark/ml.soumu.go.jp

(メール送信の際には「/atmark/」を「@」に変換してください。)

*31 全権委員会議決議152参照。

*32 条約第240号及びITUウェブサイト (<https://www.itu.int/en/membership/Pages/sm-terms-conditions.aspx>) 参照。

*33 E-mail：membership/atmark/itu.int ※メール送信の際には「/atmark/」を「@」に変換してください。

*34 <https://www.itu.int/en/join/Pages/faq.aspx>

*35 <https://www.itu.int/en/membership/Pages/sm-terms-conditions.aspx>



■表. メンバーシップ種別ごとの権利・義務一覧 (○: 活動範囲内で可能、△: 活動範囲内で条件付で可能、×: 不可能)

大項目	小項目	セクターメンバー	アソシエイト	アカデミア
活動可能範囲		属する部門の全ての活動	属する部門の1つのSGにおける活動	3部門の全ての活動
会議・総会・会合への参加	研究委員会 (SG)	○	○	○
	アドバイザーグループ	○	×	○
	条約作成会議及び総会 (PP、WRC、RRC、WCIT)	△ オブザーバー参加 費用負担あり WRC/RRCはRセクターメンバーのみ	×	△ RRCのみ参加可
	その他の部門総会・会議 (RA、WTSA、WTDC)	○	×	△ オブザーバー参加
	理事会	△ 1セクター 3メンバーまで オブザーバー参加可	×	×
文書作成プロセス	SGへの寄与文書、情報文書の提出	○	○	○
	新課題の提案	○	×	○
	決議・決定の作成、改正、廃止に対する意見提出	○	×	×
	コンセンサスベースの最終意思決定	○	×	×
役職	SGの議長・副議長	○	×	×
	ラポーター・副ラポーター・アソシエイトラポーター	○	△ Dセクターはラポーター不可	△ Dセクターはラポーター不可
	WP議長	○	×	○
	RA、WTSA、WTDCの議長・副議長	○	×	×
	PP、WRC、WCIT、理事会の議長・副議長	×	×	×
分担金	セクターメンバーの分担金単位 (構成国の1/5=63,600スイスフラン) に対し	R、Tセクター: 1/2単位以上 Dセクター: 1/8単位以上 *途上国は全てのセクターで1/16単位以上	アソシエイト R、Tセクター: 1/6単位 Dセクター: 1/16単位 SMEアソシエイト 1/16単位 *途上国は全てのセクターで1/32単位	1/16単位 *途上国は1/32単位



ローカル5Gの制度化動向

総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課 課長補佐

おおつか えり
大塚 恵理



1. はじめに

第5世代移動通信システム（以下、5G）は、「超高速」、「超低遅延」、「多数同時接続」といった特性を有しており、自動車、医療、建設業、産業機械、スマートメータなどの様々な分野において5Gの利活用が進むことにより、新たなビジネス創出等への期待が高まっている。

ローカル5Gは、電気通信事業者による5Gの全国サービスとは別に、地域や産業の個別ニーズに応じて、地域の企業や自治体等の様々な主体が、自らの建物内や敷地内でスポット的に柔軟に5Gを構築できる仕組みであり、IoT時代における新しい無線システムとして期待されている。

情報通信審議会において、2018年12月からローカル5Gの実現に向けた検討が行われ、2019年6月にその結果が一部答申として取りまとめられた。その結果を踏まえ、2019年10月に電波監理審議会において、ローカル5Gの制度改正案の諮問・答申がなされ、同年12月24日に制度化され、免許申請受付が開始された。

2. 概要

(1) ローカル5Gの特徴

ローカル5Gは、携帯電話事業者による全国向け5Gサービ

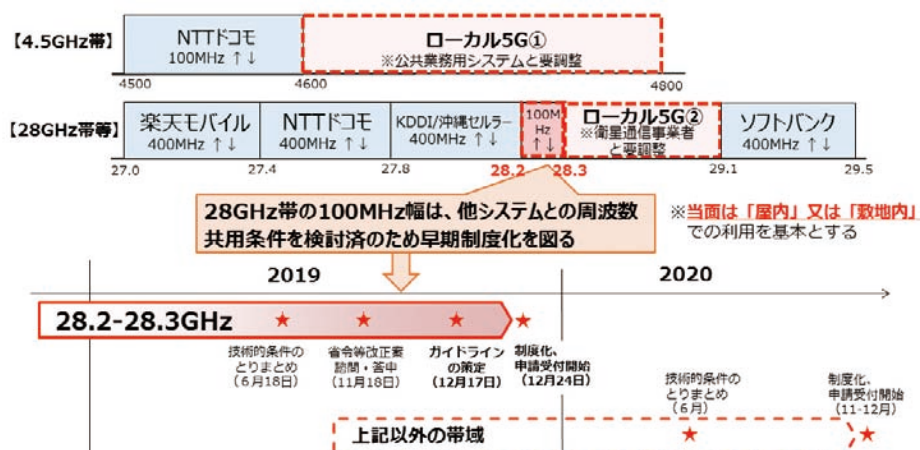
スとは別に、地域の企業や自治体等の様々な主体が自らの建物や敷地内でスポット的に柔軟にネットワークを構築し利用可能とする新しい仕組みであり、地域の課題解決をはじめ、多様なニーズに用いられることが期待されている。自営目的での利用を基本としているが、地域に密着した多様なニーズに対応するために、ベンダーや地域の通信事業者等にネットワーク構築等を依頼し、電気通信役務として提供を受けることも可能となっている。

主な特徴としては、携帯電話事業者による全国向け5Gサービスのエリア展開が遅れる地域において、5Gシステムを先行して構築可能となる。また、特定の用途に特化した設定、制御を行うことが可能であり、工場でのロボットの制御など、超低遅延、高信頼性が要求される通信を実現するために柔軟に設定することが可能となる。加えて、ローカル5Gではセキュリティ管理が必要な情報を全てローカルの閉域網に閉じることができるため、独立性の高いセキュアなネットワークを構築することが可能となる。といった点が挙げられる。

(2) ローカル5Gの使用周波数帯

2018年7月に、5G全国サービスを行う携帯電話事業者向けの周波数として3.7GHz帯、4.5GHz帯及び28GHz帯の共用検討結果及び技術的条件が情報通信審議会情報通信技

■ ローカル5Gは、4.6-4.8GHz及び28.2-29.1GHzの周波数を利用することを想定しているが、その中でも、他の帯域に比べて検討が進んでいる**28.2-28.3GHzの100MHz幅**については、**先行して2019年12月24日に制度化**。

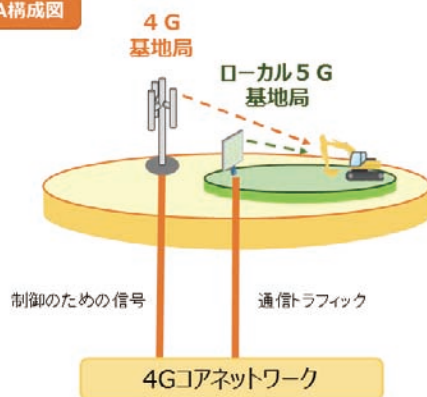


■図1. ローカル5Gの使用周波数帯と導入スケジュール



- 5Gは、導入当初の技術仕様上、ローカル5Gの基地局に加えて、制御のための信号をやりとりするために、**4Gの基地局、コアネットワークを確保する必要があります。**【NSA構成】
- 来年以降には、**ローカル5Gの基地局、コアネットワークのみで動作するネットワーク構成が可能**となる見込み。【SA構成】

NSA構成図



ローカル5G事業者等が、局所的な4Gの基地局、コアネットワークを自前で運用する仕組み（自営等BWA）を合わせて整備することが必要。

この他、既存の全国MNOや地域BWA事業者から4Gの基地局やコアネットワークを借り受けることも可能。

■図2. ローカル5Gのネットワーク構成について

術分科会において一部答申として取りまとめられた。その後、2019年4月10日に携帯電話事業者に対して3.6-4.1GHz、4.5-4.6GHz、27.0-28.2GHz及び29.1-29.5GHzの周波数が割り当てられた。

ローカル5Gの使用周波数帯については、この全国向け5Gサービスとして一部答申の中に含まれていたものの、携帯電話事業者に対して割当てが行われなかった4.6-4.8GHz及び28.2-29.1GHzを使用周波数帯としている。

このうち、28.2-28.3GHzについては、他システムとの共用条件が整理されており、他の帯域と比べて残された検討課題が少ないことから、先行して制度整備に向けた検討を進め、2019年12月24日に制度整備が行われた。

その他の周波数帯（4.6-4.8GHz、28.3-29.1GHz）については、情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会ローカル5G検討作業班において、現在、検討が進められている。2020年6月をめどに情報通信審議会において一部答申が得られ、同年11-12月頃にその他の周波数帯について、制度整備が行われる予定である。

(3) ローカル5Gのネットワーク構成について

5Gは、導入当初は、制御信号を扱う4G（以下、アンカー）のインフラを基盤として動作する無線アクセスネットワーク（NSA：Non Stand Alone。以下、NSA）構成で運用される技術仕様となっており、その後5Gのみで動作する無線アクセスネットワーク（SA：Stand Alone）構成による運用へと移行することが想定されている。

ローカル5Gについても、導入当初は、NSA構成によるアンカーの構築が必要となる。

ローカル5Gのアンカーとしては、地域広帯域移動無線アクセスシステム（以下、地域BWA）の帯域（2575-2595MHz）を使用した4Gによる通信システム（以下、自営等BWA）を自ら構築するか、携帯電話事業者又は地域BWA事業者の4G網を使用するかのいずれかが求められる。自営等BWAについては、ローカル5Gの制度化と併せて制度整備を行っている。

3. 28.2-28.3GHzにおけるローカル5Gの免許の基本的な考え方

3.1 28.2-28.3GHzの免許主体の範囲

(1) 自己土地利用

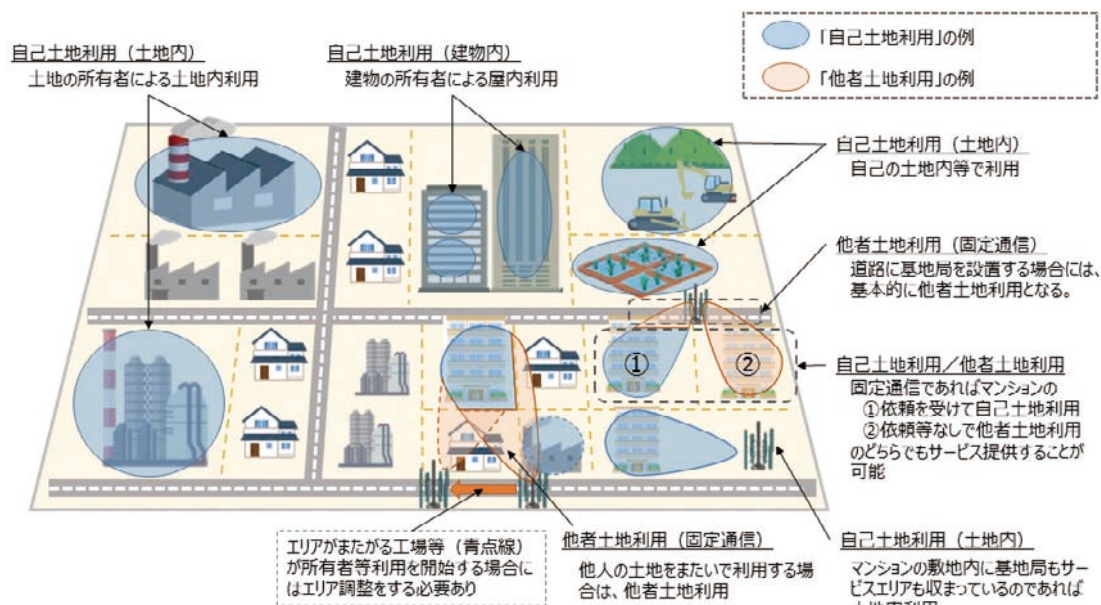
ローカル5Gは、「自己の建物内」又は「自己の土地内」で、建物又は土地の所有者等（賃借権や借地権等を有し、当該建物又は土地を利用している者を含む。）に免許することを基本としている。また、当該所有者等からシステム構築を依頼された者も、依頼を受けた範囲内で免許取得を可能としている。

(2) 他者土地利用

上述の「所有者等利用」以外の場所、すなわち「他者の建物又は土地等」（当該建物又は土地の所有者等からシステム構築を依頼されている場合を除く。）におけるローカル5Gの利用については、当面の間、固定通信（原則として無線局を移動させずに利用する形態）の利用のみに限定することとしている。

(3) 自己土地利用と他者土地利用の関係

自己土地利用は、他者土地利用より優先的に導入することができるものとして位置付けられている。そのため、「他者土地利用」においてローカル5Gの無線局免許を取得可能とする



■図3. ローカル5Gの利用イメージ

のは、当該建物又は土地で「自己土地利用」によりローカル5G帯域が利用されていない場合に限定することとしている。

また、「他者土地利用」の免許取得後に、当該建物又は土地の所有者等が「自己土地利用」としてローカル5Gを利用することになった場合には、自己土地利用のローカル5G無線局に混信を与えないように協議等を行い、空中線の位置や方向の調整等を行うことが必要となる。そのため、その旨を他者土地利用のローカル5G無線局の免許の条件として付すこととしている。ただし、その場合においても、自己土地利用のローカル5Gが一時的に参入するのではなく、周波数の共用の可能性等について事前に協議を行う場等を設けることとしている。

3.2 ローカル5Gの免許人の範囲

携帯電話サービス用及び広帯域移動無線アクセスシステム用の周波数（地域BWA用周波数（2575-2595MHz）を除く。）帯域（以下、全国キャリア向け帯域）の利用と、ローカル5Gの帯域の利用についての関係は、情報通信審議会新世代モバイル通信システム委員会報告において整理がなされており、全国キャリア向け帯域を使用する事業者は、当面の間、ローカル5G帯域の免許取得は認められないこととなっている。

4. 28.2-28.3GHzにおけるローカル5Gの技術的条件

ローカル5Gの技術的条件については、5G全国サービスを

行う携帯電話事業者向けに取りまとめられた技術的条件（2018年7月情報通信審議会新世代モバイル通信システム委員会報告）を踏襲しつつ、ローカル5G独自の要件として、衛星通信システムとの間の共用検討結果を踏まえて、2019年6月の情報通信審議会情報通信技術分科会において、表のとおり技術的条件が取りまとめられている。

5. 免許申請に係るローカル5G同士のエリア調整の考え方

ローカル5Gは、電波法関係審査基準において規定されている算出式に基づいてカバーエリア及び調整対象区域を算出し、他のローカル5Gの免許人との間で、それぞれの重複の有無によって調整を行う仕組みとしている。

カバーエリアとは、基地局と陸上移動局との間で通信を行うエリアで許容干渉レベル-80.0dBm（100MHzシステムの場合）の範囲、調整対象区域とは、カバーエリアの外であって、干渉の可能性のあるエリアのことであり、許容干渉レベル-90.0dBm（100MHzシステムの場合）の範囲となる。

ローカル5Gは、自営的な利用を基本とし、28.2-28.3GHzの同一周波数を複数の免許人で共用する制度であり、能率的な周波数利用が求められることから、無線局の免許申請に際しては、自己土地利用、他者土地利用の区分に関係なく、カバーエリアを必要最小限の範囲とすることが求められる。

エリア内における利用区分の考え方については、一の基地局のカバーエリア及び調整対象区域において、所有権等を有する土地又は建物の範囲内を「自己土地利用に係る部



■表. ローカル5Gの技術的条件 (28.2-28.3GHz)

周波数帯		28.2-28.3GHz
通信方式		TDD
多重化方式/ 多元接続方式	基地局	OFDM及びTDM
	移動局	OFDMA又はSC-FDMA
変調方式	基地局	QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
	移動局	$\pi/2$ -BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
占有周波数帯幅の 許容値	基地局	50MHz/100MHz
	移動局	50MHz/100MHz
不要放射強度の値	基地局	占有周波数帯幅毎に隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スペリアスを規定
	移動局	占有周波数帯幅毎に隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スペリアスを規定
最大空中線電力及び 空中線電力の許容偏差	基地局	最大電力：原則として、屋外では5dBm/MHz以下、屋内では0dBm/MHz以下※ 許容偏差：定格空中線電力の±5.1dB以内
	移動局	最大電力：定格空中線電力の最大値は23dBm以下 許容偏差：定格空中線電力に3.6dBを加えた値以下
空中線絶対利得の許容値	基地局	原則として、23dBi以下
	移動局	20dBi以下
周波数の許容偏差	基地局	±(0.1ppm+12Hz) 以内
	移動局	±0.105ppm以内

分」とし、それ以外の範囲については「他者土地利用に係る部分」とする。そのため、一のカバーエリア及び調整対象区域の中に、自己土地利用に係る部分及び他者土地利用に係る部分の両者が存在することがある。

周辺のローカル5G無線局との間で、カバーエリア及び調整対象区域が重なる場合には、免許申請前に調整を行う必要がある。

①自己土地利用の申請者が、既存免許人に事前に通知を行うとともに、当該免許人から協議を求められた場合にに応じる必要があるケース

- 申請者の自己土地利用のカバーエリアが、既存のローカル5G免許人の他者の土地における調整対象区域と重複する場合
- 申請者の自己土地利用の調整対象区域が、既存のローカル5G免許人の他者の土地におけるカバーエリアと重複する場合

上記に該当する場合は、個別に両者が合意しているケースを除き、他者土地利用の既存免許人は当該重複が生じないよう必要な対策を講じることが必要となる。なお、申請者の自己土地利用の調整対象区域と既存のローカル5G免許人の調整対象区域が重複する場合は、必ずしも事前調整を要するものではないが、必要に応じて、両者で協議を行うことが求められる。

②他者土地利用の申請者が留意すべきケース

前述のとおり、ローカル5Gの利用は、自己土地利用が他者土地利用より優先される。そのため、他者土地利用の申請は、自己土地利用がなされていない場所でのみ可能となる。

申請者の他者土地利用のカバーエリアが、既存のローカル5G免許人の他者土地利用の調整対象区域に重複する場合、申請者の業務遂行上、有害な混信の可能性があるので踏まえた上で、申請を行うことは可能となる。なお、必要に応じて、既存免許人との間で調整を行うことが求められる。

また、申請者の他者土地利用の調整対象区域が、既存のローカル5G免許人のカバーエリアに重複する場合、当該既存免許人の業務遂行上、有害な混信がないことが明らかにされている場合を除き、免許は認められない。

6. 地域BWA帯域への自営BWAの導入

(1) 自営等BWAの概要

ローカル5Gのアンカーとして利用するため、ローカル5Gの制度整備と併せて、地域BWAと同じ周波数帯となる2575-2595MHz帯に自営等BWAを導入するための制度整備を行った。自営BWAは、ローカル5Gと同様、免許取得の範囲を「自己の建物内」又は「自己の土地内」で、建物又は土地の所有者等に免許することを基本としている。また、当該所有者等からシステム構築を依頼された者も、依頼を受けた範囲内で免許取得を可能としている。

自営等BWAの免許を取得できる者は、地域BWAと同様、全国キャリア（全国キャリア向け帯域を使用する電気通信事



業者) 及びその子法人等以外の者に限られる。ただし、ローカル5Gのアンカーとして利用する場合に限って、全国MNOの子会社等の関連企業が自営等BWAを免許取得することは可能としている。

(2) 自営等BWAと地域BWAの関係

同一の周波数帯を地域BWAと自営等BWAの2つの無線システムが共用することになるため、両者の関係性について、整理が必要となる。具体的には、地域BWAの利用が優先され、自営等BWAは、地域BWAで利用されていない場所及び将来の基地局等の配置計画等において、基地局等の配置場所の計画やそのカバーエリアが具体的に示されていない場所で開設することを基本としている。また、自営等BWAの免許取得後に、同じ場所に地域BWAが参入する場合には、地域BWAの無線局に混信を与えないように協議等を行い、必要に応じて、先に免許取得している自営等BWAの無線局の空中線位置や方向の調整等を行うことを自営等BWAの免許の条件として付すこととしている。ただし、その場合においても、地域BWAが一方的に参入するのではなく、周波数の共用の可能性等について事前に協議を行う場等を設けることを求めている。

7. ローカル5Gの国際的な取組状況

我が国では、ローカル5Gが2019年12月に制度化されたが、海外におけるローカル5Gの取組状況については、ドイツでは3.7-3.8GHzを使用したローカル5Gの免許が2019年後半より開始されており、イギリスでは3.8-4.2GHz等を使用した

ローカル5Gの制度化が2019年末に実施されている状況となっている。日本、ドイツ、イギリスの制度内容を比較すると、使用周波数帯や技術的条件、ローカル5Gの免許単位の考え方、干渉調整の方法等について各国でそれぞれ異なる部分があるものの、自営網としての5G免許を可能とするという方向性で考え方は共通している。

その他の国においても、5Gの自営ネットワークにより様々な利用を実現するため、ローカル5Gの導入について各国で検討が進められており、今後国際的な展開が広がっていく可能性が出てきている。

8. 今後のローカル5Gの普及・展開に向けて

ローカル5Gは、土地や建物を所有している誰もが構築可能な5Gであり、今後の普及・展開に向けては様々な方が柔軟に利用可能となる仕組みの構築が不可欠である。5Gの具体的な活用方法については、特にIoT分野において、国際的にも未だ確立されていない部分が多いのが現状である。そのため、個々の要求条件に応じてどういったサービスが実現できるのか、今後の活用方法等の状況を踏まえて、柔軟な制度運用を実現していくことが求められている。

2019年12月に28.2-28.3GHzを制度化したことに加え、今後、4.5GHz帯及び28GHz帯のローカル5Gの利用周波数の拡張に向けた検討を進め、本年末には制度整備を行う予定である。こうした取組みを通じて、ローカル5Gによる利用が広がり、様々な分野での活用や地域課題の解決等が実現されていくことに期待したい。

日本・ドイツをはじめ、世界中でプライベート/ローカル5Gの制度化が進んでいる

 3.5 GHzのCBRSバンドを、2019年後半に共用免許周波数化 37-37.6 GHzを共用/ローカル免許周波数帯とすることを検討中	 3.5 GHz ローカルエリア・産業向け、3.7-3.8 GHzへ移行の可能性有 2.3-2.4 GHz 共用免許帯、データベースで管理しオンラインで利用予約
 3.7-3.8 GHz 2019年後半より、10MHz単位でローカル免許を発行	 2.6 GHz - データベースを導入、20MHzはProfessional Mobile Radioに割り当て
 3.8-4.2 GHz 50mごとのローカル免許を2019年末に制度化 - データベースによるローカル免許の管理を検討	 24.25-27.5 GHz - 検討中
 3.7-3.8 GHz - 検討中	 24.25-28.35 (400 MHz) - ローカル免許を制度化済、2019 3Qより利用可能
 - Sub licensing of 3.4-3.8 GHz - ローカルネットワーク事業者へのオペレータ周波数のリース	 28.2-28.3GHzのローカル免許を2019年末に制度化完了 4.6-4.8GHz 及び 28.3-29.1GHzのローカル免許を、2020年末までの制度化を目指し検討中

第9回ローカル5G検討作業班ケアルコムルゼン資料抜粋

■図4. ローカル5Gの国際的な取組状況



超伝導ナノワイヤを用いた単一光子検出器の技術動向

国立研究開発法人情報通信研究機構
未来ICT研究所フロンティア創造総合研究室 主任研究員

み き しげひと
三木 茂人

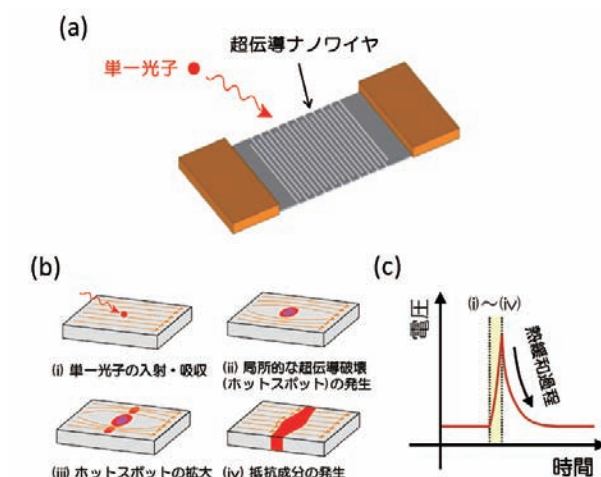


1. はじめに

光の最小単位である光子（フォトン）を捉えることのできる単一光子検出技術は、光子を情報担体として用いる量子情報通信技術分野や、深宇宙レーザー通信、レーザーセンシング、生細胞の蛍光観察など、多岐にわたる技術分野において必要不可欠な基盤技術となる。単一光子検出器としては様々なタイプのものが存在するが、超伝導ナノワイヤを利用した単一光子検出器（Superconducting Nanowire Single Photon Detector：SSPD）は、これまで広く用いられてきた光電子増倍管（Photo Multiplier Tube：PMT）や半導体アバランシェフォトダイオード（Avalanche Photo Diode：APD）に比べて、高い検出感度を有し（高検出効率）、誤り検出が少ない（低暗計数率）、時間揺らぎが少ない（低タイミングジッタ）、ゲート同期動作が不要である（ゲートフリー動作）等の優れた特徴を有している。2001年にSSPDの構造や動作原理についての提案がなされて以来、当初はその潜在性能や動作実証に多くの労力が費やされていたが、2005年頃に液体冷媒を必要としない機械式冷凍機を用いた検出システムや高効率光結合技術の発展により、汎用性の高いSSPDシステムが現れるようになると、量子暗号鍵配送試験をはじめとする様々な量子情報通信技術へ適用された。その後、SSPDの更なる高性能化や高機能化に関する研究開発が現在も国内外で積極的に進められている。本稿では、SSPDの研究開発動向について紹介する。

2. 超伝導ナノワイヤ単一光子検出（SSPD）システム

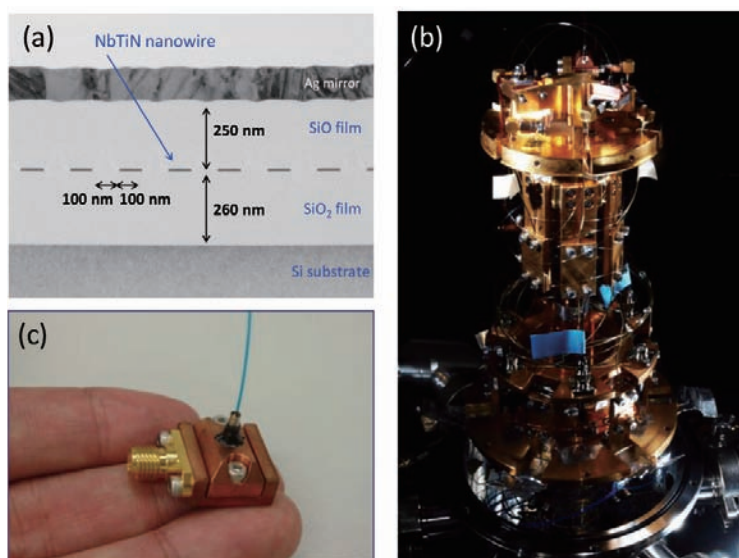
SSPD素子は図1 (a) に示すように、超伝導薄膜によるメアンダ状のナノワイヤによって構成されている。この超伝導ナノワイヤは超伝導転移温度 T_c 以下では超伝導状態となる。このとき、超伝導臨界電流 I_c よりもわずかに小さいバイアス電流 I_b を流した状態にすると、ナノワイヤ中には超伝導電流が流れるために抵抗成分は発生しない。次に、超伝導ギャップエネルギー 2Δ よりも十分に大きいエネルギーの単一光子が入射・吸収されると、超伝導ナノワイヤ中のクーパー対が破壊され、常伝導状態の領域（ホットスポット）が生成される（図1. (b) (i)）。超伝導電流はホットスポット



■ 図1. (a) SSPD素子の外観 (b) 単一光子検出原理 (c) 出力信号波形

以外の部分を流れるが（図1. (b) (ii)）、その部分の電流密度も増大し、ホットスポットがナノワイヤの端から端を覆うように拡大し（図1. (b) (iii)）、抵抗成分が発生する（図1. (b) (iv)）。ホットスポット中の励起電子はエネルギーを拡散することによって超伝導状態へと回復するが、このホットスポット生成、回復による素子の抵抗変化により、電圧パルスを信号として観測することができる（図1. (c)）。この過程において、抵抗成分を生成させるためには、入射光子よりも十分に小さいエネルギーギャップを有した超伝導材料を用いて極細く均一なナノワイヤを実現する必要がある。情報通信研究機構（NICT）では、エネルギーギャップが比較的小さく、極微細加工も可能である超伝導窒化ニオブチタン（NbTiN）薄膜を、線幅100nm以下にまで加工することで通信波長帯（1550nm）における単一光子に対して、高い感度を実現することに成功している。超伝導ナノワイヤは膜厚数nmの非常に薄い超伝導薄膜によって構成されているため、ナノワイヤ層の光吸収効率（例えばNbTiNで30%程度）によって検出効率が律則されてしまう。そこで、図2 (a) に示すように、誘電体層、反射層を備えた光キャビティ構造を採用することでナノワイヤ層の吸収効率を改善し、検出効率を向上させることに成功している。

SSPD素子を動作させるためには T_c 以下にまで冷却する必要があるため、極低温冷却システムが必要となるが、様々



■図2. (a) SSPD素子断面TEM像 (b) シングルモード光ファイバ結合パッケージ
(c) 多チャンネルSSPDシステム

な応用分野への適用を考えると、小型・簡便・連続運転可能な冷却システムが望ましい。我々は、量子情報通信技術への適用を見据え、小型可搬式ギフォード・マクマホン (GM) 冷凍機を用いたSSPDシステムを開発した。図2 (b) に多チャンネルSSPDシステムの写真を示す。GM冷凍機システムは液体冷媒を必要とせず、100V電源で自動冷却が可能となっている。また、連続運転が可能で試料ステージの最低到達温度は2.3K以下まで冷却可能となっている。開発された冷凍機システムは、図2 (c) に示すようなSSPD素子が実装されたパッケージを最大6個まで導入することが可能で、それぞれ独立した入出力ポートを備えているため、複数の検出器を必要とする応用にも1台のシステムで賄うことが可能となっている。実装されたSSPD素子は冷凍機内に導入された同軸ケーブルを通して、バイアス印可及び出力信号の取り出しが行われる。また、パッケージは1550nm波長帯用シングルモード (SM) ファイバが各SSPD素子と結合されており、室温に設置された光入力ポートから光子を入射することが可能となっている。

表1にNICTで開発されたSSPDシステムの性能を示す。2017年に開発された新型SSPDシステムにおいて、システム検出効率81%、暗計数7c/s、タイミングジッタ65psと優れた性能が得られている。SSPDシステムは、様々な量子情報通信技術や蛍光観察、レーザセンシング、深宇宙光通信技術への適用が既になされており、実用段階となっている。

■表1. NICT製通信波長帯 (1550nm) 用SSPDシステム性能
(注：同一素子における数値)

	従来型SSPDシステム (2013年)	新型SSPDシステム (2017年)
検出効率	75 %	81 %
タイミングジッタ	70 ps	65 ps
暗計数率	100 c/s	7 c/s
応答速度	~10 MHz	~80 MHz
動作温度	2.3 K	2.3 K

3. 高性能化へむけた取組み

表2にSSPDシステムにおいて重要となる各性能の変遷と将来目指す究極の目標値を示す。機械式冷凍機を用いた実用的なSSPDシステムが世に現れはじめたのは2005年頃であるが、当時に比べて各数値が飛躍的に向上している。その一方で、表1に示した各数値は同一のSSPD素子において同時に達成したわけではなく、現状としては各数値間においてトレードオフ関係にあるのが現状である。更なる性能向上及びこれらを同時に達成するための興味深い取組みについて、これまでの経緯とともに紹介する。

SSPDにおいて高い検出効率を実現するための取組みの一つとして、どのような超伝導材料を用いれば効率よく抵抗領域を形成することができるかについての探索が行われている。SSPDの提案時から用いられているNbNやNbTiN



■表2. SSPDの高性能化の変遷と将来目標値。
(注：各数値は同一素子において達成した値ではない)

	2009年	2015年	2019年	将来目標値
検出効率	0.7 %	93 %	98 %	99.9 %
タイミングジッタ	60 ps	18 ps	2.6 ps	100 fs
暗計数率	< 10 c/s	< 1 c/s	< 1 c/day	< 1/day
応答速度	100 MHz	1 GHz	1.2 Gbps	10 Gbps
波長帯域	700 -1500 nm	X線 -5 μ m	X線 -10 μ m	X線 - 20 μ m
受光部数	1	64	1024	10 ⁶
動作温度	4 K	4 K	20 K	77 K

薄膜はMgO基板上に成膜されたエピタキシャル薄膜からシリコン基板上に成膜された多結晶膜へと移行することにより、通信波長帯において80%を超える検出効率を実現するに至っている。また、表2に示した、93%(2015年)、98%(2019年)の値は、米国NISTの研究グループによって超伝導アモルファス薄膜材料であるタンゲステンシリサイド (WSi) を用いたSSPD素子を開発した結果得られた値となっている。他にも、モリブデンシリサイド (MoSi) や窒化モリブデン (MoN) など別の超伝導材料の適用によって高検出効率を実現している報告例も相次いでいる。ただし、これらの超伝導材料は超伝導転移温度が全般的にNbNやNbTiNと比較すると低いことから、1K以下の極低温動作を必要とする。これらを動作させるために、ソーブションポンプを用いた小型な4He冷凍機ユニットによって、1K程度まで冷却が可能な小型な冷却システムが実現されてきているが、連続運転が難しいなどの課題は残されている。

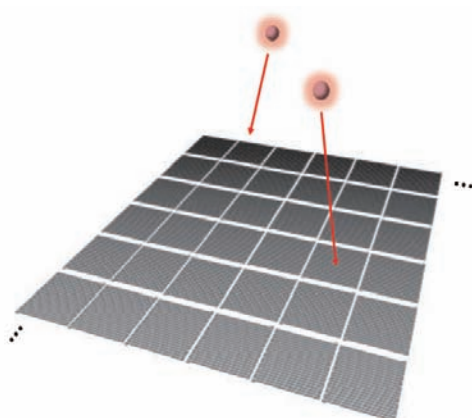
高検出効率、低タイミングジッタ、高速応答を同時に達成することを目指して、これまでの1本の超伝導ナノワイヤによる構成とは異なる様々な構成の提案や実証もなされている。例えば、複数本のナノワイヤを並列に配置した構造は、2007-2008年には既に提案及び動作実証がなされているが、近年、これらの構造が実用レベルで使用できるまでに性能向上がなされている。並列構造としては、光子が入射したナノワイヤのみが抵抗状態へと転移するタイプと、雪崩的に他のナノワイヤも転移するタイプ (アバランシェ型SSPD) が存在する。前者の場合は、抵抗状態へと転移したセクションの数に応じた出力波高値が得られるため、疑似的ではあるが光子数識別機能を有する。一方、後者のタイプでは、光子数識別機能は有しないが、全てのセクションに流れるバイアス電流を出力として取り出すことが可能で

あるため、高信号対雑音比を向上させ、低タイミングジッタ及び高速応答を実現することが可能となっている。どちらのタイプにおいても、現在では通信波長帯における検出効率として80%を超えるものが報告されている。表1における新型SSPDシステムは、我々が開発したアバランシェ型SSPD素子を採用している。また、極低温低雑音増幅器の適用や、インピーダンス整合回路の挿入などにより、出力信号対雑音比を向上させ、タイミングジッタ性能が改善したなどの報告もされている。

これまでは、SSPDの通信波長帯応用を中心に研究開発が進められてきたが、短波長領域 (波長300-1000nm) あるいは長波長領域 (波長2 μ m-10 μ m) への適用に向けて、以下に紹介するような積極的な取り組みがなされている。波長が1000nmよりも短い領域においては、通信波単一光子のエネルギーが通信波長帯よりも大きいため、SSPDにおいてホットスポットを生成しやすく信号生成効率も高い。誘電体多層膜構造を短波長領域用SSPDに適用することにより、性能向上及び応用展開が進められており、例えば、短波長領域においても80%を超える検出効率を取得することに成功している。一方、WSiなどの超伝導材料をナノワイヤに適用することにより、検出効率の大幅な向上がなされたことで、長波長領域における光子検出の潜在性能を示す報告もなされはじめている。NISTのグループによる報告では、WSi-SSPDにおいて波長10 μ m程度まで検出感度を有することが報告されているなど、中赤外波長領域における高性能単一光子検出器の実現も期待される。

4. 高機能化に向けた取り組み

従来のSSPD素子は単一の受光面を有するものであったが、受光面 (ピクセル) を複数個配置して多ピクセルアレイ化することにより、最大計数率の向上、受光面積の増大、疑似光子数識別、空間分解能を得ることが可能となる。例えば図3に示すように、2次元状に多数ピクセルを配置することができれば、SSPDの特徴を兼ね備えた光子イメージングカメラが実現し、量子計測、光子分光、イメージングライダー、半導体LSI動的解析や生体イメージングなど、幅広い先端計測分野において多大なるインパクトを与えることが期待できる。多ピクセルSSPDアレイの実現においてピクセル数の増大に伴って直面する課題の一つとして、多出力信号読み出しにおける冷凍機システムへの熱流入負荷の低減が挙げられる。従来のSSPD信号出力の読み出し方式では、1本/ピクセルの同軸ケーブルを冷凍機内に導入し



応用分野:

- ・ 量子計測
- ・ 光子分光
- ・ イメージングライダー
- ・ 半導体LSI動的解析
- ・ 生体イメージング
- など

技術課題:

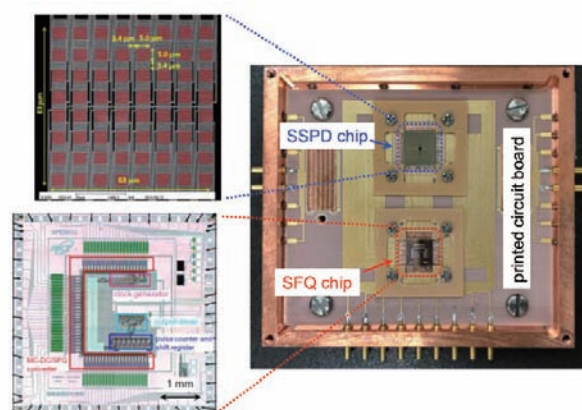
- ・ 均一なナノワイヤ作成歩留まりの向上
- ・ 冷凍機内SSPDアレイへの入射光結合技術
- ・ 極低温下における多出力信号処理技術

■図3. SSPDイメージングアレイと期待される応用分野及び実現に向けた技術課題

なければならず、ピクセル数の増加に伴い、熱流入が増大しSSPD素子の冷却が困難となってしまいます。したがって、多ピクセル信号の読み出し方式の検討が必要となってくる。

米国MITのグループでは、1本の長い超伝導ナノワイヤを分布定数型のマイクロストリップラインとして扱い、ナノワイヤ両端から出力される信号の時間差によって、光子入射位置を同定する手法を提案及び動作実証が行われた。これにより、800ピクセル相当の空間分解能を実現することに成功している。また、超伝導ナノワイヤ部のインダクタンス成分による共振周波数を利用してRF信号による多重化読み出し方式もドイツのKITのグループにより提案がなされ、16ピクセル程度までの多重化信号読み出しに成功している。

NICTでは、極低温環境下で動作し、低消費電力・低ジッタ・高速動作が可能な超伝導単一磁束量子 (SFQ) 回路を用いたSSPD用多重化信号処理方式を世界に先駆けて提案し、動作実証を行っている。例えば、図4に示すように、64ピクセルSSPDアレイと64入力SFQエンコーダ回路を同一パッケージ状に搭載し、同一冷凍機内において正常動作実証に成功している。SSPDアレイの読み出し方式として $2 \times N$ 個の出力で $N \times N$ 個アレイの読み出しが可能な行列読出構造と組み合わせることにより、1024ピクセルまでの拡張が可能であると考えている。この実証試験として 4×4 ピクセルの行列読出型SSPDアレイとSFQエンコーダによる動作実証試験にも成功している。



■図4. パッケージ内実装された64ピクセルSSPDアレイ及び64入力SFQエンコーダ回路

5. おわりに

2013年から2014年にかけて、WSiあるいはNbNにおいても通信波長帯において80%を超える極めて高い検出効率が報告され、今や量子情報通信技術をはじめとする様々な応用研究への適用が成されている。一方、検出器としての技術の成熟が見られたかのように思われがちであるが、本稿で紹介したように、今なおSSPDの研究開発は多様化した方向性のもとで、ますます精力的に進められており、更なる応用展開の拡大がなされるものと強く感じる。



ITU-T SG12 (Performance, QoS, and QoE) 第6回会合

日本電信電話株式会社 ネットワーク基盤技術研究所 主任研究員

やまぎし かずひさ
山岸 和久



1. はじめに

ITU-TにおけるQoS/QoE (Quality of Service/Quality of Experience) の検討はSG12をリードSGとして行われている。QoS/QoEに関する標準化は他標準化機関 (ETSI、ATIS、IETF等) でも行われているため、これら機関とITUの整合を図ることもSG12の重要なミッションである。

今会期 (2017-2020) の第6回会合は2019年11月26日から12月5日までスイス (ジュネーブ) で開催され、各課題の審議を行った。会合の概要を表1に示す。本会合で合意さ

れた勧告数は、新規11件、改訂2件、訂正1件 (表2参照) であった。

以下、主に今会合にてコンセンサスされた勧告及び重要な審議事項についてまとめて報告する。

2. 審議の要点

・勧告P.ICC (Q4/12)

車載通信の通信要求条件及び試験法を規定する勧告P.ICCを規定する勧告P.ICCの草案が提案された。本勧告

■表1. 今会合の概要

開催期間	2019年11月26日～12月5日		開催地	スイス (ジュネーブ)
会議の構成	Plenary	WP1	WP2	WP3
	全体会合	端末とマルチメディア主観評価	マルチメディア品質の客観モデルとツール	IPに関するQoSとQoE
	Q.1, 2	Q.3, 4, 5, 6, 7, 10	Q.9, 14, 15, 16, 19	Q.8, 11, 12, 13, 17
寄与文書	寄書52件、テンポラリ文書159件			
次回会合予定	2020年4月15日～24日 (スイス・ジュネーブ) : SG12全体会合			

■表2. 合意された勧告一覧

勧告番号	種別	勧告名	関連課題番号
P.ICC/P.1150	新規	In-Car Communication Audio Specification	Q4
P.VQD/P.918	新規	Dimension-based Subjective Quality Evaluation for Video Content	Q7
P.1401	改訂	Methods, metrics and procedures for statistical evaluation, qualification and comparison of objective quality prediction models	Q9
G.OMG/G.1072	新規	Opinion Model Predicting Gaming QoE for Cloud Gaming Services	Q13
G.RTM/G.1034	新規	New QoE metrics for mobile telephony communication during rail travel	Q13
P.DFSm/P.1502	新規	Methodology for QoE Testing of DFS	Q13
P.1204	新規	Video quality assessment of streaming services over reliable transport for resolutions up to 4K	Q14
P.1204.3	新規	Video quality assessment of streaming services over reliable transport for resolutions up to 4K with access to full bitstream information	Q14
P.1204.4	新規	Video quality assessment of streaming services over reliable transport for resolutions up to 4K with access to full and reduced reference pixel information	Q14
P.1204.5	新規	Video quality assessment of streaming services over reliable transport for resolutions up to 4K with access to transport and received pixel information	Q14
P.VSQMTF/P.565	新規	Framework for creation and performance testing of ML based models for the assessment of transmission network impact on speech quality for mobile packet-switched voice services	Q15
G.107.1	訂正	Wideband E-model	Q15
E.FINAD/E.475	新規	Guidelines for Intelligent Network Analytics and Diagnostics	Q16
Y.1540	改訂	IP packet transfer and availability performance parameters	Q17



はSystem stability, Speech intelligibility, Speech quality, Talker localization accuracyに関する要求条件及び試験法について記載している。草案が審議され、コンセントされた。

・勧告P.VQM (Q7/12)

映像コンテンツに対する主観品質評価法を規定する勧告P.VQMについて審議した。本勧告は、Fragmentation, Unclearness, Discontinuity, Noisiness, Suboptimal Luminosityの5項目について、7段階の連続尺度で評価することが提案されている。評価法の妥当性が確認され、コンセントされた。

・勧告P.CROWD G (Q7/12)

クラウドソーシングアプローチによるゲーム品質の主観評価に関する検討が提案され、Work itemとしてP.CROWD Gが承認された。

・勧告P.1401 (Q9/12)

客観品質推定技術の統計的比較法を規定する勧告P.1401の修正提案がされ、コンセントされた。

・勧告P.863 Implementer's Guide (Q9/12)

音声品質客観評価技術について規定する勧告P.863のImplementer's Guideが審議された。軽微な不具合を修正し、承認された。

・勧告G.TeleMeTax (Q10/12)

テレミーティングシステムに対するQoS/QoE側面からの分類について審議され、Work itemとして勧告G.TeleMeTaxが承認された。

・勧告P.DFSm (Q13/12)

Digital financial serviceのQoEテスト法を規定する勧告P.DFSmについて、2019年9月に開催されたQ13中間会合で提示された草案に基づき審議した。本草案は、送金に関するアクションフロー、テスト方法等を詳細に記載するものである。軽微な修正を加え、コンセントした。

・勧告G.RTM (Q13/12)

電車乗車時のモバイルテレフォニーのQoEテスト法を規定する勧告G.RTMについて、2019年9月に開催されたQ13

中間会合で提示された草案に基づき審議した。本草案は、Call Drop Ratio, Call Completion Probability, Local Call Drop Probabilityをメトリックとして規定している。軽微な修正を加え、コンセントした。

・勧告G.OMG (Q13/12)

クラウドゲームのオピニオンモデル（品質設計技術）を規定する勧告G.OMGについて審議した。前会合に提案されたモデルの検証結果が公開され、良好な品質推定精度に達していることが確認された。また、映像の特徴量に基づき、品質推定技術の係数を切り替えることで、品質推定精度が向上する点を確認され、映像の特徴量を考慮しないデフォルトモード、映像の特徴量を考慮する拡張モードの両者を含みコンセントした。なお、映像の特徴量を考慮することができない勧告のユーザは、デフォルトモードを利用することが明記された。

・勧告G.OMMOG (Q13/12)

ゲームアプリケーションに関しては、クラウドゲームに加え、モバイルオンラインゲーミングの普及も進んでいるため、新たなWork itemとして、G.OMMOG (Opinion Model for Mobile Online Gaming applications) を立ち上げることを合意した。

・勧告P.1204シリーズ (Q14/12)

アダプティブストリーミングの品質監視技術を規定する勧告P.1203の inputs に用いる4K映像品質を推定する技術を規定する勧告P.1204シリーズについて審議した。勧告P.1204シリーズは、メタデータ（解像度、フレームレート、ビットレート）を用い映像品質を推定する技術を規定する勧告P.1204.1、メタデータに加え映像フレームの情報を用いる技術を規定する勧告P.1204.2、映像符号化情報を示すビットストリーム情報を用いる勧告P.1204.3、符号化前の映像信号及び符号化後の映像信号を用いる技術を規定する勧告P.1204.4、勧告P.1204.1のメタデータに加え符号化後の映像信号を用いる技術を規定する勧告P.1204.5で構成される。勧告P.1204.1及び勧告P.1204.2については技術統合が完了しなかったため、今会合のコンセントを見送り、その他の勧告をコンセントした。

・勧告G.107.1 (Q15/12)

音声通話サービスに対するオピニオンモデル（品質設計



技術)を規定する勧告G.107 (E-model) の広帯域版について審議した。数式に誤りがあり、実効的に計算ができない点を修正し、コンセントした。

・勧告P.VSQMTF (Q15/12)

モバイル音声サービスの品質推定に関する機械学習に基づいたモデルの生成と精度検証のフレームワークを規定する勧告P.VSQMTFについて審議した。本勧告は特定の技術は記述せず、各種特徴量を選定し、選定された特徴量に機械学習を適用し、そのモデルがどの程度の品質推定精度を達成しているかを検証するフレームワークが記載されている。フレームワークの有効性が確認され、コンセントした。

・勧告E.FINAD (Q16/12)

インテリジェントネットワーク分析及び診断に対するガイドラインを規定する勧告E.FINADについて審議した。多

数の修正を加え、コンセントした。

・勧告Y.1540 (Q17/12)

IPパケット転送及び可用性性能パラメータを規定する勧告Y.1540のAnnex B (Additional search algorithm for IP-based capacity parameters and methods of measurement) について審議し、軽微な修正を加え、コンセントした。

・課題の整理

次会期に向け、各課題の継続、統廃合について、審議された。既存課題は検討課題を追加しつつ継続することで審議が進められた。

3. 今後の会合予定

第7回SG12会合は2020年4月15日～24日にスイス(ジュネーブ)にて、開催予定となっている。ラポータ会合の開催予定を表3にまとめる。

■表3. ラポータ会合予定の一覧

会合名	開催期間	開催地
Q13/12ラポータ会合	2020年2月	未定
Q14/12ラポータ会合	2020年2月	未定
Q17/12ラポータ会合	2020年2月	未定
Q19/12ラポータ会合	2020年3月	シアトル



ITU-T SG16 (Multimedia) 第5回会合

Digest of the 5th ITU-T SG16 (Multimedia) meeting

ITU-T SG16 副議長 やまもと ひで き
沖電気工業株式会社 山本 秀樹



1. はじめに

今会期第5回目の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た。本稿では、第5回会合の結果を報告する。会合の日程は、日本の台風シーズンと重なっており、会合中には台風19号が日本に甚大な被害をもたらした。滞在先のホテルのTVニュースでは、Typhoon Hagibis (ハギビス、意味は「すばやい」)として大々的に取り上げられていた。被害に遭われた皆様には心よりお見舞い申し上げます。台風の話はここまでとし、今回の会合の参加者数は、19か国から総計161名であった。開催場所は、本拠地のスイスのジュネーブであり、参加者数は前回とほぼ同数であった。今会合では、前回同様、SG16の活性化を図り、ワークショップが実施された。タイトルは、「メディア

の将来 (Future of media)」であり活発な議論が行われた。

今会合で、審議された寄書は120件 (前回90件)、処理された一時文書は320件 (前回201件) であり前回より大幅に増えている。今会合で Consent された勧告数は24件 (前回20件)、承認された文書は7件 (前回2件) と、Consent された勧告数では前回は上回っている。Consent された勧告及び承認されたドキュメントのリストを、それぞれ表1、表2に示す。なお、凍結、決定あるいは削除された勧告案はない。発行されたリエゾン文書は22件 (前回29件) である。次回会合までに開催される各課題の専門家会合の予定を表3に示す。次回会合までの間に、ほぼ全ての課題は中間会合を計画している。今回は、中間のワーキングパーティー会合は計画されていない。

■表1. 今会合で Consent された勧告のリスト

勧告番号 (*)	種別	勧告名	文書番号 (**)	課題番号
F.740.1 (ex F.ISOMReqs)	新規	Requirements for an information service of objects in museums	TD363	Q21
F.743 (V2)	改訂	Requirements and service description for video surveillance	TD336	Q12
F.743.10 (ex F.CDN-MEC)	新規	Requirements for mobile edge computing enabled content delivery networks	TD361	Q21
F.749.11 (ex F.CUAV-MEC)	新規	Requirements of civilian unmanned aerial vehicles enabled mobile edge computing	TD362	Q21
H.222.0 (08/2018) ISO/IEC 13818-1 : 2019 Amd.1	改訂	Information technology-Generic coding of moving pictures and associated audio information : Systems : Carriage of JPEG XS in MPEG-2 TS	TD335	Q11
H.222.0 (08/2018) ISO/IEC 13818-1 : 2019 Cor.1	改訂	Information technology-Generic coding of moving pictures and associated audio information : Systems : Correction of stream_type value	TD334	Q11
H.265 V7	改訂	High efficiency video coding	TD337-R1	Q6
H.430.4 (ex H.ILE-MMT)	新規	Service configuration, media transport protocols and signalling information of MMT for Immersive Live Experience (ILE) systems	TD359	Q8
H.626 (V2)	改訂	Functional architecture for video surveillance system	TD338	Q12
H.629.1 (ex F.DRIDS)	新規	Scenarios, framework and metadata for digitalized artwork images display system	TD365	Q21
H.644.2 (ex H.VCDN.1-NV)	新規	Virtual content delivery network : Network virtualization	TD364	Q21
H.753 (ex H.IPTV-SBM)	新規	Scene-based metadata for IPTV services	TD357	Q13
H.764 (V2)	改訂	IPTV services enhanced script language	TD358	Q13
H.810	改訂	Interoperability design guidelines for personal connected health systems : Introduction	TD321	Q28
H.813	改訂	Interoperability design guidelines for personal connected health systems : Healthcare Information System interface	TD322	Q28
H.830.15	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Services interface Part 15 : FHIR Observation Upload : Health & Fitness Service sender	TD324	Q28
H.842	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 2 : Optimized Exchange Protocol : Personal Health Gateway	TD326	Q28



H.844	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 4 : Continua Design Guidelines : Personal Health Gateway	TD327	Q28
H.845.17	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 5Q : Power status monitor	TD328	Q28
H.846	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 6 : Personal Health Gateway	TD329	Q28
H.850	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 10 : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Gateway-General requirements	TD331	Q28
H.850.6	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 10F : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Gateway-Pulse oximeter	TD332	Q28
H.850.7	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 10G : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Gateway-Continuous glucose monitoring	TD333	Q28
H.862.0 (ex F.HF-SLM)	新規	Requirements and framework for ICT sleep management service models	TD366	Q24

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

■表2. 今会合で承認されたその他のドキュメント

承認番号	文書種別	種別	文書名	文書番号 (*)	課題番号
FSTP.ACC-RCS (V2)	技術文書	改訂	Technical Paper : Overview of Remote Captioning Services	TD370	Q26
H.Sup19 (V2)	補助文書	改訂	Usage of video signal type code points	TD339	Q5
HSTP.DLT-RF	技術文書	新規	Technical Paper : Distributed ledger technologies : Regulatory framework	TD369	Q22
HSTP.DLT-UC	技術文書	新規	Technical Paper : Distributed ledger technologies : Use cases	TD368	Q22
HSTP.H812-FHIR V2	技術文書	改訂	Technical Paper : Interoperability design guidelines for personal health systems : Services interface : FHIR Observation Upload for trial implementation	TD323	Q28
H.830.16	勧告	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Services interface Part 16 : FHIR Observation Upload : Health & Fitness Service receiver NOTE 2	TD325	Q28
H.849	勧告	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 9 : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Devices NOTE 2	TD330	Q28

(*) TD○○○の正式名称は、SG16-TD○○○/PLEN。

■表3. 次回のSG16会合までに開催予定の専門家会合 (*)

課題名と略称	開催期間	開催地	会合内容
Q12/16 映像監視	2019年12月18日	e-meeting	H.VSCC、F.FRAVSReqs、H.VSBD、F.ECVSReqs、F.MPUVSReqs、F.VRVS、F.SDC、F.BVSSI、F.743 (Rev.)、H.626 (Rev.)、H.627 (Rev.)、H.VSECArchの議論。試験に関する議論
	2020年3月または5月 (未定)	e-meeting	上記及び次回SG16でコンセンストする文書の議論
	2020年3月または5月 (未定)	ETRI, Seoul or Jeju (未定)	上記作業項目、ワークショップ、新規作業項目
Q13/16 IPTV	2020年2月19日	e-meeting	H.IPTV-SBM、H.IPTV-MDS、H.IPTV-TDES.6、H.721 (v3)、H.761 (v4)、H.IPTV-TMRAP1、H.IPTV-EUIF.1 次会期に関する議論
	2020年3月または5月 (未定)	ETRI, Seoul or Jeju (未定)	AM.2、EUIF.1、MDS、TDES.6、TDES.7、EUIF.1、H.721 (v3)、H.722 (v2)、H.761 (v4)、LSFA、PS、VRS、TMRAP1、新規作業項目、次会期に関する議論
	2020年5月13日	e-meeting	同上



Q21/16 マルチメディアシステム	2020年3月または5月（未定）	ETRI, Seoul or Jeju（未定）	F.ARMS、H.LLS-DIA、F.IQAS-INT、F.P2PCDN、H.ICN-NRArch、F.CMEGReqs、H.ICN-NRArch、F.DAM、F.AFBDI、H.CUAV-F、F.DRIDS、F.DICHE-RC、H.CDN-MECArch、F.MPSReqs、F.DICHE-RC、F.VDSSReqs、F.CDN-AINW、F.ARMSMeta、F.CGS-RAS、F.RIMSReqs、F.CUAV-IXS、H.MPSArch、H.VDSSArchの議論
Q22/16 分散電子台帳	2020年3月3日～6日	ETRI/Seoul	F.DLS、F.DLT-AC、H.DLT、H.DLT-DE、新規作業項目の議論
Q24/16 ヒューマンインタフェース	2020年3月3日～6日	ETRI/Seoul	F.VUI-R、F.HFS-BC、F.DLT-HC、F.DLT-PHR、F.EMO-NN、F.VUI-DM、F.DM-SLM、F.AM-BS、F.MSMD.T、F.DLS-SHFS、F.DLIM-AHFS、F.RPSE、F.MDI及び新規作業項目の議論
	2020年3月31日～4月2日	ETRI/Jeju	同上
Q26/16 アクセシビリティ	2020年3月	Shanghai, China/ETRI. Korea（未定）	H.702（V2）、F.930（V2）、HSTP-ACC-UC、FSTP-TRS-KPI、FSTP-ACC-AI、FSTP-ACC-ALD、FSTP-ACC-AS、FSTP-ACC-AM及び新規作業項目の議論
Q27/16 & JVDS ITS	2019年10月22日	e-meeting	ISOからのコメント議論、H.VDS-UCの議論
	2019年11月5日	e-meeting	同上
	2019年12月10日～11日	Geneva	同上
	2020年3月	ITU/Geneva	同上
Q28/16 eヘルス	2020年2月17日	WHO	Safe Listeningの議論
	2020年3月	ITU（未定）	UHD-Med、BHQ、AIに関する議論
	2020年1月	e-meeting	Safe Listeningの議論
Q5/16 AIマルチメディア	2020年3月31日～4月2日	ETRI/Jeju, Korea	作業中の項目、新規項目、WTSA-20の準備の議論
Q6/16 & JVET & JCT-VC コーデック	2020年1月7日～17日	Brussels, BE	AVC、HEVC、VVC等の議論
	2020年4月15日～24日	Alpbach, Austria	同上
Q8/16 超高臨場感	2020年3月	（未定）	他のQ、SG、SDOとの協調作業、H.ILE-PE、新規作業項目の議論
	2020年5月	（未定）	同上

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

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

2. 主要な成果

2.1 全体

今回、自動運転や運転支援のためのAIに関する新たなフォーカスグループ（Focus group on AI for autonomous and assisted driving: FG-AI4AD）が設立された。このFGは、自動運転や運転支援において、AIシステムによって可能になるサービスやアプリケーションに関する標準化活動を支援するものである。動的タスクである運転において重要な役割を担うAIの行動面の評価に焦点を当てる。世の中の信頼を得るには、道路上のAIシステムは、注意深いドライバーのような振る舞いができることが重要である。このFGは、例えばAIが運転する場合の最低限の閾値に関する標準化のために、国際的な協力体制を作ることを目的としている。

また、新たな課題として、「デジタルカルチャーに関連するシステムとサービス」の設立の提案があり、最後のプレナリで承認された。この課題のテーマは現状Q21（マルチメディアシステム）で議論されている。新たな課題の設立の目的は、このテーマに関する議論の効率化である。新課題は、TSAGでの承認を経て次回のSG16会合に正式に設立される。今回の会合で承認された新規FGと新規課題を、表4にまとめる。

本会合では、ITU-Tの次会期（2021年から2024年の4年間）の体制・方針を決定する会議（WTSA-20）に向けての議論が行われた。SG16全体レベルの議論としては、SG16の任務に関わる文書の見直しを行った。具体的には、次会期の関係する分野の動向を踏まえ、それに合うように、SG16の名称、使命、役割などの文書を行単位で議論した。



■表4. 第5回SG16で承認された新フォーカスグループ (FG) (*) と新課題 (**)

種別	略称	名称	議長・ラポータ	備考
FG	FG-AI4AD	Focus Group on AI for autonomous and assisted driving	Bryn Balcombe (ADA Innovation Lab Limited, United Kingdom)	存続期間2年。第1回会合は、2020年1月21日～22日にロンドンで開催される (*)。
課題	Q.DC	Digital culture-related systems and services	Hong CHEN (BUPT, China)	Q23/WP2

(*) <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ai4ad/Pages/default.aspx>

(**) <https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2017-2020/16/Pages/results-1910.aspx>

並行して、各課題では、専門家の目で、次会期に向けて名称、使命及び役割を議論した。その際には、課題間の役割の見直しを通じての課題の統廃合も視野に入れて議論を行った。議論結果は、TSAGへのリエゾンとしてまとめられた。本議論はここで終わったわけではなく、今会期の最後の会合である次回SG16会合の終わりまで続く。

2.2 ビデオ符号化 (Q6/WP3)

本会合ではISO/IEC JTC 1/SC 29/WG11 (MPEG) との共同作業を行っている2つの作業項目の作業 (改訂版の勧告化作業) は完了した。1つは、H.264 (AVC、ISO/IEC 14496-10) の第14版であり、もう1つは、H.265 (HEVC、ISO/IEC 23008-2) の第7版である。H.265の改訂では、補足拡張情報 (Supplemental Enhancement Information) の追加が行われた。具体的には、魚眼レンズで撮影したビデオの情報と、注釈付きの領域に関するものである。

Hシリーズの付属文書19は、ビデオの制作現場やビデオに関するワークフローで幅広く使用されている、複数の性質の違うビデオ信号を扱うツールに関する文書である。この文書に従ってツールを作ることによって、ビデオ品質を劣化させるような誤った組合せを避けることができる。今回ベースバンドの伝送に関する部分が改訂された。

H.265より高効率の次の符号化技術Versatile Video Coding (VVC) に関しては、MPEGとの共同ビデオ専門家チーム (Joint Video Expert Team: JVET) の中で検討が行われた。JVETの会議は10月1日から開始され、200名以上の参加者と1000件以上の入力寄書を集めた。予定通り、2020年7月の第6回SG16会合で、2件の勧告草案H.VVCとH.SEIを承認予定である。H.265まではAnnexにあった補足拡張情報 (SEI) を今回は別勧告として分離する。並行して、参照ソフトウェアと適合性試験用のストリーム作成の活動も行われている。プロファイルに関しては、Main 10、Main 4:4:4 10の2つが検討されている。

2.3 Eヘルス (Q28/WP2)

国際保健機構 (World Health Organization: WHO) と共同で進めた、難聴を予防する (安全な) 音楽プレーヤーのためのデバイスとシステムに関しては、適合性試験のための文書の作成と、音楽プレーヤーの求められる動作に関する勧告草案の検討が行われた。

個人用健康機器に関するコンテンツ設計ガイドライン (Continua Design Guideline: CDG) の“Keratin”と名付けられた2017年版CDGの伝送方式に関する勧告の、適合性試験の勧告10件が更新された。さらに、技術文書「個人用健康機器システム: サービスインタフェース: FHIR診断結果情報のアップロードの試験実装」が承認された。これは、FHIRに関する標準であるが、試験実装レベルの文書である。

2.4 IPTVとデジタルサイネージ (Q13、Q14/WP1)

IPTVに関しては、異なるサービス事業者や配信プラットフォームの間で、IPTVのコンテンツのシーンに関するメタデータを利用することを目指した「IPTVサービスのためのシーンベースのメタデータ」(H.753) の勧告草案が承認された。また、JavaScriptをIPTV用に拡張したスクリプト言語の標準H.764の第2版が承認された。

デジタルサイネージに関しては、今回寄書が無く、WTSA-20に向けての使命の文書の見直しを行った。その中では、最近の技術のトレンドを示す、AI、自然言語処理、動き認識、4K/8K、仮想・拡張現実感、IMT2020/5Gを含めるようにした。

2.5 超臨場感体験 (Q8/WP3)

超臨場感体験に関しては、サービス設定、メディア伝送プロトコル及び超臨場感体験用のMMTのシグナリング情報を規定した文書H.430.4 (以前の名称は、H.ILE-MMT) が完成した。



2.6 アクセシビリティとヒューマンファクター (Q26/WP2)

アクセシビリティに関しては、遠隔字幕サービスに関する概要の技術文書の改訂版 (FSTP.ACC-RCS (V2)) が承認された。ここでは、プライバシーに関する記述が新たに追加された。字幕による音声情報の視覚表示のガイダンスに関するISO/IECの標準文書 (ISO/IEC 20071-23) とのツインテキストに向けた議論に進展があった。ISO/IECとの共同作業としては、手話による音声情報の視覚表示のガイダンスに関する作業項目の新規作成が承認された。さらに、今後、H.ACC-GAD (Guidance on audio descriptions) とH.ACC-GAP (Guidance on the audio presentation of text in videos, including captions, subtitles and other on-screen text) をそれぞれ、ISO/IEC 20071-21とISO/IEC 20071-25のツインテキストとして作成することが計画されている。

2.7 通信・ITSサービス・アプリケーションのための車載ゲートウェイ (Q27/WP2)

車載ゲートウェイ関連では、ISO/TC 22/SC 31/WG 8とQ27との車両領域サービス (Vehicle Domain Service) 勧告化の共同作業が承認され、第1回の会合が開催された。共同作業グループはJVDS (Joint Vehicle Domain Service team) と命名された。第1回の会合では、H.VDS-UC (Road vehicles-Vehicle domain service-General information and use case definitions、ISO側ではISO 23239-1) が議論された。2020年の勧告化に向けて中間会合を開催し議論を進める予定である。

2.8 ユーザインタフェース (Q24/WP2)

ユーザインタフェースに関しては、ICTによる睡眠管理サービスのための要求条件とフレームワークに関する文書の作成が終了した。この文書は睡眠管理サービスにおける睡眠の経過管理と、睡眠状態に関する相互接続性を与えることを目的として、サービスモデルと要求条件を定義している。

2.9 分散電子台帳とeサービス (Q22/WP2)

分散電子台帳に関するフォーカスグループFG-DLTの出力文書に関して議論を行った。その結果、DLTの規制のフレームワークとユースケースに関する技術文書の2件が承認された。前回の会合で予定されていた、DLTシステムの要求条件 (F.DLS) の勧告化承認は次回に延期された。

2.10 コンテンツ・デリバリ・ネットワーク (CDN) (Q21/WP1)

CDNに関しては、モバイルエッジコンピューティングによって実現されるCDNに関する文書 (F.743.10) と、仮想CDNにおけるネットワーク仮想化の文書 (H.644.2) の勧告化が承認された。日本から提案された、AIネットワーク上のCDNサービスに関する新規作業項目は、AIに関連する課題であるQ5、IPTVに関連するQ13及びCDNを扱うQ21で議論され、作業項目の設立は承認された (F.CDN-AINW)。課題間の調整の結果、本件は今後Q21が主管することになった。

2.11 映像監視 (Q12/WP1)

映像監視に関する課題は、前回のSG16会合で設立が承認され、9月のTSAGにおいても承認されたため、今回第1回の会合が開催された。既にQ21で議論されていた文書のうち、「映像監視のための要求条件とサービス記述」(F.743 (V2)) と、「映像監視のための機能構成」(H.626 (V2)) の勧告化が承認された。

2.12 無人航空機と室内対話型ロボット (Q21/WP1)

無人航空機 (Unmanned Aerial Vehicle : UAV) に関しては、「UAVのためにモバイルエッジコンピューティング環境を使用する場合の要求条件に関する文書」(F.749.11) の勧告化が承認された。

2.13 マルチメディア伝送 (Q11/WP1)

マルチメディア伝送に関する共通文書ITU-T H.222.0|ISO/IEC 13818-1に関して、2018年度版の軽微な修正が承認された。Corrigendum 1はstream_typeの値の間違いの修正であり、Amendment 1は、JPEG XSをMPEG-2 TSで送るための仕様を追加している。

2.14 AIマルチメディア (Q5/WP3)

AIマルチメディアでは、現在複数の勧告草案を議論中である。今会合では、承認まで進んだ文書は無かった。現在審議中の勧告草案のリストを表5に示す。

3. 平行して開催された会議

以下の会議がSG16 (10月7日～17日) と並行して開催された。

- ・JVET、JCT-VC会合 (10月1日～11日)
- ・JCA MMeS会合 (10月14日)
- ・ITUワークショップ「将来のメディアワーク」(10月8日)



■表5. Q5 (AI multimedia) で審議中の勧告草案

略称	タイトル
F.AI-MLTF	Technical framework for shared machine learning system
F.SCAI	Requirements for smart class based on artificial intelligence
F.AI-DLPB	Metrics and evaluation methods for deep neural network processor benchmark
F.AI-DLFE	Deep learning software framework evaluation
F.AI-SCS	Use cases and requirements for speech interaction of intelligent customer service

- ・MPEG会合 (10月7日～11日)
- ・JVDS会合 (10月14日～15日)
- ・ITU-T JCA-AHF (10月10日)
- ・ITU IRG-AVA (10月9日)
- ・ISO/IEC JTC1 SC29 (10月12日)

4. おわりに

今回の会合から、新たな課題、「映像監視システム・サービス」(Q12/WP1)が立ち上がった。さらに、デジタルミュージアムなどを対象とする「デジタルカルチャーに関連するサービスとシステム」(Q23/WP2の予定)に関する新課題の提案と、新しいフォーカスグループ「自動運転や運転支援のためのAI (FG-AI4AD)」の設立の提案が承認された。今後、これらに関する議論が活発化することが期待される。前回に引き続き、ITU-Tの次会期 (2021年1月～2024年

12月)でのSG16の在り方に関する議論が活発に行われた。具体的な目標は2020年11月に開催されるWTSA-20である。SG16の名称に関しては、「マルチメディア」はSG16のブランドとして深く浸透しているので、「マルチメディア」は残しつつ、人が直接使うサービスに力を入れていこうという方向で議論が進んでいる。「マルチメディアとデジタルサービス」といった名称の案も出ている。次回の会合が今会期最後なので次回でこれらの議論は終了する。

次回の会合は、2020年6月22日～7月2日または2020年6月23日～7月3日にジュネーブでの開催が予定されている。次回の会合には、日本からも、既存の各課題に関する寄書だけでなく、新たにSG16でどのようなテーマを標準化すべきか、そのためにはどのような専門家集団や標準化団体と作業をすべきか、将来のSG16に向けた提案を期待している。

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等、旬なテーマを知ることができます。ぜひご覧ください。

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



ITU-T Focus Group on Machine Learning for Future Networks including 5G 第7回会合



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



国立研究開発法人
情報通信研究機構

べど かふれ
Ved P. Kafle

1. はじめに

ITU-T Focus Group on Machine Learning for Future Networks including 5G (以下、FG-ML5G) は2017年11月にSG13の下に設立され、機械学習を適用した将来ネットワークのためのインタフェース、アーキテクチャ、プロトコル、アルゴリズム及びデータ形式に関する仕様草案と技術文書作成を目的とする。その第7回会合及びITU-T Workshop on Machine Learning for 5Gが2019年11月5日から8日までベルリンのFraunhofer HHI (Heinrich Hertz Institute) で開催された。また、会合期間中はBerlin 5G Weekでもあり、11月4日にFraunhofer HHIでは5G & Beyond dayとして5Gに関わるWorkshopや各種展示が行われた。

2. 5G & Beyond day概要

Workshopでは、最初にFraunhofer研究所の紹介があり、ドイツ国内に72拠点、25,000人の規模で2.3 Billion EUROの予算を持つこと、HHIは其中でComputation、Communication & Data management、Sensing & Dataを主要研究課題とする6個の研究部門から構成されること等が示された。引き続き、3GPP等の5G関連標準化動向の紹介があった。5G応用例として、ドイツ鉄道の“Digital Rail”構想への適用、“Smart Sea Port”と呼ぶ港湾システムで



写真1. 2G～5Gまで適用可能なドローン制御の展示

のテストベッド結果、5Gと衛星通信を統合するNTN (Non-Terrestrial Network) 等の紹介があった。また、周波数規制等ドイツ及び欧州の5Gサービス実現に向けた取組み、5Gの産業活用を推進する5G-ACIA (Alliance for Connected Industries and Automation)、ONF (Open Network Foundation) 等の動向について報告があった。展示では、5GのMIMO送受信アンテナや交通制御システムへの機械学習応用、300GHz級ミリ波帯によるビル間通信、SIMカードを搭載し音声信号を利用することにより2Gから5Gの如何を問わず通話可能な領域ならばどこでも適用可能なドローン制御等があった。

3. Workshop on Machine Learning for 5G and beyond概要

WorkshopはITU-T副局長のReinhard SCHOLL氏、FG議長のSlawomir STANCZAK氏、SG13議長のLeo LEHMANN氏らの挨拶に続き、計17件の発表が行われた。各Session構成と発表一覧を表1に示す。ドイツ及び欧州の大学・研究機関、企業からの発表が大半を占めていた。

Session 0においてFG-ML5Gが作成した勧告案、作成



写真2. SG13議長Leo LEHMANN氏の挨拶



■表1. Workshop Programme

Session	標 題
0 : ITU's work on Machine Learning for 5G	Overview of ITU's work on Machine Learning for 5G and beyond (FG ML5G)
1 : Research	Tactile Internet with Human-In-The-Loop (Technical University Dresden)
	Federated Learning and its Applications in Communications (Fraunhofer HHI)
	Deep Learning meets Modeling : Taking the Best out of Both World (Technical University Berlin)
	Network Information Theory (Technical University Berlin)
2 : Telcos	AI for (B) 5G Network Automation (Nokia Bell Labs)
	Current Explorations into Machine "Education" for Networking (Deutsche Telekom)
	Vodafone AI and ML toward the future (Vodafone)
3 : Verticals, SMEs (small-and medium-sized enterprise) & Startups	Machine Learning on the Edge for 5G (NVIDIA)
	Creating a data lake with ONAP (Open Network Automation Platform) (Highstreet Technologies)
	Machine Learning for Resource Management in Access Networks (BISDN)
	AI for Industrial 5G-Challenges and Opportunities (Bosch)
	ML-Based QoE Testing in Mobile Networks (Rohde & Schwarz)
Panel Session	Machine Learning for 5G-Delusion or Salvation? • Johannes Springer, CTO Connected Car at T-Systems • Slawomir Stanczak, Head of Wireless Communications and Networks Department & Head of Chair "Network Information Theory" at TU Berlin • Andreas Müller, Head of Communication and Network Technology at Bosch Corporate Research & Chairman of the 5G-ACIA • Wei Meng, Director of Standards and Open Source Planning, ZTE



■写真3. ワークショップの様子

中成果文書等の議論進捗状況が紹介された。詳細は4項に記載する。

Session 1では大学・研究機関から機械学習技術及びそのネットワーク適用に関する研究動向の紹介があった。Technical University Dresdenは多様な背景を持つ人々が平等に時間や場所の制約を受けずにネットワーク上の知識、技能等の資源を利用できる“Democratise access”について発表し、ロボットによる遠隔制御における遅延の影響等について報告した。Fraunhofer研究所はネットワーク及び計算資源制約を克服するためにデータ収集位置に近い場所での分散処理と中央サーバを協調させる“Federated Learning”について発表した。また、RAN (Radio Access Network) における輻輳や遅延量推定に機械学習を適用

する手法について比較検討した結果等を報告した。

Session 2では通信事業者及び通信機器ベンダからAI/機械学習技術の将来及び5Gネットワークへの適用検討状況に関する発表があった。Nokiaは欧州のMoNArch (Mobile Network Architecture) プロジェクトに関連した5Gネットワーク自動化への機械学習適用に関する検討状況とHamburg Smart Sea Port Testbedにおける5Gスライスネットワーク実験結果を紹介した。VodafoneはAIの発展段階を特定の作業のみのANI (Artificial Narrow Intelligence)、人間に匹敵する汎用性を持つAGI (General)、人間を凌駕する能力を持つASI (Super) に分類、歴史的経緯を踏まえて俯瞰した議論とRANへの機械学習適用例等を紹介した。

Session 3では、機械学習に関するSME (Small-and Medium-sized Enterprise) やStartup企業に関する発表があった。NVIDIAはSoftware-Defined 5G RANへの適用を意識した強化学習やニューラルネットワークに関する自社のSDK (Software Development Kit) について紹介した。Highstreet TechnologiesはO-RAN (Open Radio Access Network) 及びONAP (Open Network Automation Platform) のSDNC (Software Defined Network Controller) プロジェクト活動紹介、データ収集と分析アーキテクチャ、ボットネット検出への機械学習適用例について報告した。



BISNDはブロードバンド未提供地域に“Virtual Fiber”と呼ぶ60GHz帯ミリ波メッシュバックボーンとSub 6GHz帯のフロントホールから成る固定無線アクセスネットワークの構成と資源管理への機械学習適用における課題について紹介した。Boschは工場等の効率化のためのIndustrial IoTへの5G応用とAIによる更なる性能最適化、高信頼化に加えドイツの国家プロジェクト“Artificial Intelligence for Campus Communication”について紹介した。Rohde & Schwarzは複雑化とコスト低減要求が厳しくなるモバイル網の試験法に機械学習を適用、CDR (Call Drop Rate) や異常検出最適化の検討結果を報告した。

最後にPanel Sessionにおいて機会学習の5Gネットワーク適用に関する展望、疑問等について意見交換が行われた。

4. FG ML5G会合概要

FG会合には開催地であるドイツを中心に欧州、北中南米、アフリカ、アジア等、遠隔参加も含めて各国から参加者があり、日本からは3名であった。入力文書はリエゾン等を含めて全体で31件、中国、日本、インド、ブラジル、イラン、スペイン、ナイジェリアの大学・研究機関、通信事業者、ベンダ等から提案文書が寄せられた。

FG作成文書と進捗状況を表2に示す。これまで各方面から寄せられたユースケースはSG13で補助文書化され、アーキテクチャフレームワークに関する文書はYシリーズ勧告として承認されている。データ処理のフレームワーク及びネットワーク運用の機械学習による高度化段階の分類に関する文書もYシリーズ勧告としてそれぞれ2019年10月のSG13本会合で勧告化が合意されている。さらに、Market

Place技術の統合化、機械学習モデル最適化と配置フレームワーク、機械学習機能オーケストレータに関する文書を作成、議論進行中である。今会合では、これら3件の作成中文書の更新案が提示、議論された。

新規検討項目の提案もあり、NICT、KDDI、日立、NECはAIによるスライスネットワーク資源割当と障害時復旧自動化のためのアーキテクチャフレームワークの新規勧告化に向けた検討開始を提案した。新規勧告には、想定する対象ネットワーク環境の概要定義、AIによる資源割当機能とデータ分析からスライス再構築までのフロー定義、迅速な障害検出と復旧機能のための状態分析とデータ管理、機械学習モデル構築、異常検出後の要因分析までの流れの定義を含んでいる。また、集積データとトポロジーデータベースを基に機械学習による作業フロー決定を可能とする。さらに、AIを適用したユーザ契機による自動サービスプロビジョニングのためのアーキテクチャフレームワークの新規勧告化に向けた検討開始を提案した。ネットワーク要求、構成設計、プロビジョニング業務フローの各機能を定義、ネットワーク設計と要求/制御情報の流れをアプリケーションサービスユーザとプロバイダ、通信サービスプロバイダ、物理ネットワークサービスプロバイダ4者間の関係として定義する。ネットワーク要求設計業務フローはExtractorによるサービス要求受付、Analyzerによる論理網要求条件定義、Translatorによる通信サービス要求条件への変換から成り、アプリケーションサービスプロバイダから通信サービスプロバイダへの情報受渡しのための機能要求条件(帯域、アドレス、ポリシー等)、機能外要求条件(耐災害性、セキュリティ等)、トポロジー、トラフィック特性等を含んだネットワーク構成設計の効率化にAI/機械学習が有用

■表2. FG作成文書と進捗状況

文書	進捗状況
適用事例 (Use cases)	Yシリーズ補助文書Y.Sup55 (Machine learning in future networks including IMT-2020 : use cases) として完成
アーキテクチャフレームワーク	Y.3172 (Architectural framework for machine learning in future networks including IMT-2020) として勧告化
データ処理フレームワーク	Y.3174 (Framework for data handling to enable machine learning in future networks including IMT-2020) として2019年10月SG13会合で合意
運用高度化の段階分類	Y.3173 (Framework for evaluating intelligence level in future networks including IMT-2020) として2019年10月SG13会合で合意
Marketplace統合アーキテクチャ	入力文書ML5G-I-167R5として議論中
機械学習モデル最適化と配置フレームワーク	入力文書ML5G-I-171R2として議論中
機械学習機能オーケストレータ (MLFO) 要求条件、アーキテクチャ、設計	入力文書ML5G-I-172R2として議論中



になるとしている。

NTTは光伝送網への機械学習適用のための検討開始を提案した。ITU-T SG15で標準化が議論されている光伝送網は5Gを含む将来網サービスを支える重要インフラであり、一層の大容量化、高信頼化とともに低コスト化、低消費電力化等の種々の要求条件があり、従来以上に詳細なデータ収集と機械学習技術等の高度な分析手法適用による運用高度化、効率化の効果が大きいことが期待される。通信事業者としては障害要因分析の自動・高速・高精度化、故障予知等の早期実現が最も有望と期待される。機械学習の専門家が集う本FGで光伝送網への適用形態を検討し、SG15やIETF、ONF等の光伝送網関連標準化団体で継続議論が可能になるようにする予定である。

China Mobileは5Gネットワーク自動化のためのAIを適用したドメインをまたがる統合ネットワークアーキテクチャの新規勧告化を提案した。3GPP、O-RAN等において、RAN、コア網、OSS (Operation Support System)、MANO (Management and Orchestration) それぞれのドメインでAIによる運用高度化の議論はされているが、全体としてのアーキテクチャがないという認識の下、統一フレームワーク、協調設計、モジュラー化と再利用性、データ共用化と効率化、拡張性等が期待でき、各ドメイン間の統合、各ドメインのモデル、データ及び推定の協調方法等が主要議題となるとしている。

FG-ML5G検討課題の適用領域は多岐に渡るため、多くの標準化団体・フォーラムとのリエゾン文書の交換が行われている。ISO/IEC JTC1/SC42 (Artificial intelligence) からはAIユースケースを集めた技術文書への情報提供を要

請された。ETSI ENI (Experiential Networked Intelligence) からはAIのネットワーク応用を分類、定義する文書が紹介された。Linux FoundationからはAIに関するプロジェクトの一つであるAdlikの概要と進捗状況が報告された。中国のAIIA (Artificial Intelligence Industry Alliance) のTelecom Project Teamからも概要と進捗状況の報告があった。

FG-ML5Gは他の国際標準化会議に比較して大学・研究機関等、企業以外からの参加者も多く、Students in projectsという学生参加型の活動も行っている。スペインのUniversitat Pompeu Fabraからは次世代無線LANへの機械学習適用、Iran University of Science and Technologyからは機械学習を適用したサービスチェイニング機能アーキテクチャに関する検討結果が報告された。学生参加としてブラジルのPontifícia Universidade Católica do Paranáから機械学習のネットワークスライスへの適用、ナイジェリアのFederal University of Technology MinnaからAIの各種ユースケース、インドのPES UniversityからMLパイプラインアーキテクチャに関する検討結果の報告があった。

5. おわりに

FG会合後の11月9日はベルリンの壁崩壊から30周年目にあたることから市内ショッピングセンタ内等での写真展示や東西統一ベルリンの象徴的存在であるブランデンブルク門周辺でのイベント等が開催されていた。FG-ML5G第8会合は、Workshopを含めて2020年3月18日から20日まで中国で開催される予定である。



■写真4. ブランデンブルク門に集う人々



どうやって国際機関で働き始め、職位の階段を登って行くか

国際電気通信連合無線局 システムアナリスト/プログラマー

ふくむろ かずつぐ
福室 和紹

1. はじめに

皆様はじめまして。ITU無線局に勤務する福室と申します。本日は「どうやって国際機関で働き始め、職位の階段を登って行くか」といったテーマで少しお話させていただこうと思います。

まず初めに、このテーマに至った経緯から。私は日本で大学を卒業して以来ずっと“ITエンジニア”として働いています。日本ではSE（システムエンジニア）をしていました。ITUで勤務を始めてからも基本的にやっていることは同じです。コードを書き、サーバの設定などもする。なんでも屋です。余談ですが、この“SE”に対応する英語表現をずっと見つけられずにいました。ジュネーブの公用語であるフランス語では、自己紹介の折“インフォーマティシアン”というと、何かIT関連の仕事をしているのだとすっと理解されます。一方、英語では例えば私のITUでの正式な職務名称は「System Analyst/Programmer」ですが、これでは実際のところ何をやっているのなかなか伝わりません。先日、英語の堪能な地元医師に職業を尋ねられ（英語での初診の問診でした）インフォーマティシアンと答えたところ、「ああITエンジニアですね」と言い換えていました。“ITエンジニア”。悪くない響きです。今後英語ではこのように自己紹介しようと思います。余談が長くなりましたが、そういったことで私は電気通信の専門家ではありませんし、ITUでは本社機構勤務、日本で言う内勤です。国際会議にも出席したことはありません。ですので、ITUの本業については皆さんの方がよほどご存知と思います。そこで今日は、ITUのような国際機関に勤めるには一般的にどのような道があるのか、また、昇進の仕組みはどのようなものなのかをお話させていただこうと思います。あくまでも私がこれまで経験したこと、見聞きした範囲でお話します。私の知らないケースや、機関によっての差があることは予めご承知おきください。

2. 国際機関に就職するには

国際機関で働くには、公募されるポストに応募するのがほぼ唯一の道です。ですが、例えばITエンジニアの本採用のようなポストには数百人の応募があると聞きますので、



選考は狭き門です。加えて、公募されるポストには実は既に“意中の人”がいることも少なくありません。“意中の人”、つまり未だ本採用にはなっていないが既に当該ポストの職務を事実上行っていて、組織側は彼、彼女のパフォーマンスに満足しており本採用したいと希望されている人。この“意中の人”にならなければ採用を勝ち取るのはなかなか難しいように思います。ではどうやって“意中の人”となるのか。2通りの方法があります。1つ目はインターン。WHOなどではインターンをさせてもらうのがそもそも狭き門だと聞きますが、2つ目は、JPOの名称で知られていますが、自国の負担で国際機関へ見習い職員（JPO：Junior Professional Officer）を送り出すプログラムを行っている国々があります。日本もその一つです。また自国民だけでなく、中には他国、主に途上国の国民を支援するケースもあります。イタリアのプログラムを使ってやって来ている南米出身のJPOに会ったことがあります。1と2いずれ場合も選考を通るのは本採用に比べれば容易になります。どちらの場合も時限付きかつその間自分（国際機関）の財布は傷まないのですから。そうして皆さんは実際に働いて見せるチャンスを得、自らの有用性を知ってもらうのです。ただ、実際にはこれらの道もなかなか容易ではありません。第一には年齢制限があること。35歳ぐらいがリミットです。またインターンへの申込みは学生であることが条件となります。また無給、もしくはとても薄給です。その間自分の持ち出しで生活する覚悟が必



要です。

3. 昇進。国連機関の職位制度

次に、いかに職位の階段を登って行くかについてお話させていただきます。まずは国連の職位制について簡単にご説明します。国連及びITUなど傘下の専門機関にはG (General Staff。現地採用) の職位1から7まで、P (Professional Staff。国際採用) の同じく1から5まで、最後にD (Director) の1と2の全部で14段階の職位があります。ご想像のように基本的には上に行けば行くほど権限が増し、同時に責任も増し、俸給も若干のオーバーラップはありますが増えます。一方先程国際機関で働き始めるために公募“ポスト”に応募すると申し上げましたが、実はこの“ポスト”という概念がとても特徴的で、10年ほどの日本企業での勤務を経てここに來た私には馴染みのないもので、理解するのにすこし時間がかかりました。当たり前ですが、組織が機能するためには、その中で働く人々がそれぞれの“決められた仕事”を不足なく行うことが必要です。この“決められた仕事”が“ポスト”です。内容は一つひとつのポストのJob Descriptionに記述されています。例えば、「Web serverの維持管理を行う」であったり、「公用文書を英語からフランス語へ翻訳する」であったり。一つのポストに奉職する際、契約書にサインすることによって、我々はそこに書かれている機能を果たすことを約束し、ITUは“それ以外のことを要求しない”ことを我々に対して約束します。ポストが作られる際、それがどれだけの報酬に値するのかが吟味され職位が決定されます。再び余談ですが、国連組織全体で使われているソフトウェアが存在します。Job Descriptionを読み込ませると職位がアウトプットとして出てくる。何か当たり前のことをくどくど書いているようですが、ここまでのことを別の言葉で言い換えると、一つのポストに働いている間は永遠に昇給はない^{*1}ということです。同

じことをしているのだから給料は同じ。Job Descriptionに書いていないことを自らやってもそれが昇給や昇級によって報われることはありません。昇給するためには昇級する、そのためにはポストを移らなければなりません。ポストを移るとはつまり、希望するポスト (通常は上の職位のポスト) が空席となった際に出る公募に自らの意思で応募し、選考を勝ち抜くことを意味します。

私はITUに奉職してもう少しすると20年となります。他の国際機関での勤務の経験はありません。それ以前には新卒採用で入社した日本企業一社のみでの約10年の勤務経験があるだけです。その限定された経験、知見の範囲で私見を述べさせていただくと、以上簡単にご説明させていただいた国連機関の人事制度は合理的で、相当程度の公正性、透明性が保たれていると感じます。現状に満足であれば現在のポストにとどまる^{*2}。突然移動、転勤の辞令が出ることはありません。逆に、より大きな責任を伴うポストで自分を試してみたいければ、自らそれに向けた努力をする。社外での自己研鑽や、また現在所属する部署で“上が詰まっている”、上のポストがしばらく空きそうにない場合、同一職位で部署を移ることも。無論その場合も公募空きポストへの応募ですが。

4. おわりに

以上「どうやって国際機関で働き始め、職位の階段を登って行くか」といったテーマでお話させていただきました。面白く読んでいただけたら幸いです。また、若く転職を検討されている皆さんに多少の参考となれば、これに勝る喜びはありません。実際私も当時転職活動をしていました。海外勤務を希望していましたが、当時勤務していた会社、部署では難しそうでした。ですが、国連、国際機関などは全く考えておらず、そういう選択肢があると気づいたのは全くの偶然からでした。この寄稿が皆さんにとってのそんな偶然となるやも。

*1 実際には数年の間は年次昇給的なものが存在しますが、その後は本当にずっと同じ俸給です。

*2 近年変化がありました。現在公募されるポストには、ほぼ例外なく「2年契約。2年延長の可能性あり」と書かれるようになりました。同一ポストにとどまれるのは最長4年。以前は「2年契約」とのみ。多くの場合4年を超えた後も延長され、2回の契約更新後は無期の契約となっていました。この新しい4年ルールがどこまで厳密に運用されているのか分かりませんが、少なくとも上層部は一人の職員がずっと同じことを続けるのを希望しないというメッセージのようです。



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5

さ さ き もと は る
佐々木 元晴

日本電信電話株式会社 アクセスサービスシステム研究所
motoharu.sasaki.cn@hco.ntt.co.jp
<https://www.ntt.co.jp/>



2012年よりITU-R SG3に参画し、5Gシステム向けの100GHzまでをスコープとした高周波数帯電波伝搬モデル策定を牽引。また各種無線通信システムの周波数共用検討に資する電波伝搬モデルの標準化に貢献。2014年より屋内システムの電波伝搬特性推定法の勧告のドラフト議長として活動しており、国内外へ広く影響力をもった活動が期待できる。

ITU-R SG3における電波伝搬モデル標準化活動

このたびは日本ITU協会賞を表彰いただき誠にありがとうございます。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。

私の活動するITU-R SG3は電波伝搬特性に関する勧告を所掌しています。無線通信システムの設計・構築や新規無線方式への周波数割当を議論する際には、既存方式との周波数共用へ向けた干渉検討が重要です。ITU-R SG3では、電波伝搬特性に関する勧告を策定・維持することで、他SGでのこれらの検討を支援しています。ITU-R SG3は4つのWP（Working Party）で構成されており、降水の影響や回折理論といった基本伝搬から、電離圏伝搬、雑音特性、地上伝搬や衛星伝搬まで、電波伝搬特性とはいえ、その検討範囲は多岐にわたります。この多岐にわたるITU-R SG3の活動の中でも、近年では第5世代移动通信システム（5G）に関連する議論が行われており、特に5Gでの利用が検討されている高周波数帯（～100GHz）の電波伝搬特性について盛んに検討されています。WP3Kでは、5Gと関連の強い高周波数帯（～100GHz）を含む幅広い周波数帯における屋内外での伝搬特性推定法に関する勧告を管轄していることから、5Gの周波数割当を議論する2019年のWRC-19へ向けてその活動が著しく活発化しました。

特に5Gと関連の深い電波伝搬特性に関する勧告として、勧告 ITU-R P.1411（屋外短距離システムの伝搬推定法）

や勧告 ITU-R P.1238（屋内システムの伝搬推定法）については、高周波数帯へ拡張するための勧告改訂が重要であるとされました。また、長距離伝搬での干渉評価などで使用されるクラッターロス（アンテナ周辺の建物や地形による反射や散乱によって生じる伝搬損失）をまとめた新勧告（ITU-R P.2108）、電波が建物外から建物内へ進入する際に発生する建物侵入損失をまとめた新勧告（ITU-R P.2109）についても、早期の策定が必要であるとされました。

これらの勧告改訂・新勧告化については、測定データを元にした議論が必要不可欠でした。そこでNTTでは800MHz～66GHzまでの複数周波数帯において、高周波数帯での測定は難しいとされる1km以上の長距離までを含む大規模な測定を主導しました。この測定データを基に現地での標準化議論を推進することで、上記の勧告改定・新勧告化をタイムスケジュールどおりに完了することができました。私のITU-R SG3での活動は、現地での標準化活動よりもむしろ、議論に必要な測定データを得るための実験計画立案や測定の実施、データ解析など、現地に行く前の活動の方が重要と言えるかもしれません。現地での活動も含め、どの作業においても自分一人で実施できるものではなく、多くの方の力を借りて完遂したものです。改めて感謝致すとともに、今回の受賞を励みとして、今後とも国際標準化へ貢献していきたいと考えています。



ITUAJより

編集後記

ITUには、構成国はMember States、主管庁、電気通信・放送関連団体、大学等はSector Members、Associates、Academiasと、様々な形で参加の仕方があります。その参加条件は？参加手続きは？加盟後にどんな権利が得られるのか？どんな義務が生じるのか？分担金はいくらなのか？

こういった規則は、ITUの憲章、条約、決議など、様々な文書において個別に記載されており、全体を把握するのは難しいのが現状である中、その詳細が整理された記事が、今月のITUホットライン「ITUのメンバーシップと権利・義務」です。ITUの活動への参加の仕方が全般的に分かる本記事、ご一読ください。

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
〃	天野 佑基	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
〃	安原 正晴	通信電線線材協会
〃	中兼 晴香	パナソニック株式会社
〃	牧野 真也	三菱電機株式会社
〃	東 充宏	富士通株式会社
〃	飯村 優子	ソニー株式会社
〃	江川 尚志	日本電気株式会社
〃	中平 佳裕	沖電気工業株式会社
〃	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

編集顧問より

情報技術の発展と社会対応の遅れ

一般財団法人ICT-ISAC
東京大学名誉教授

さいとう ただお
齊藤 忠夫



21世紀に入って情報通信技術の発展は社会に大きな変化をもたらしている。人類の歴史は狩猟社会、農業社会、工業社会と発展してきたが、21世紀の発展は広く情報社会と呼ばれている。情報社会が現実となって、過去の制度との矛盾も顕在化している。

情報社会の中で価値を持つのは情報であり、多くの個人情報が集められその活用は大きな利益を生み出し、GAFAに代表される世界的大企業を生み出している。各個人には広く知られる情報についての情報の選別は重要である。そのため個人情報は情報源の個人が管理できるといのが多くの国で共通のルールになっているが、多くの情報企業では、個人ごとに集められている情報を明確にすることは困難になっており、問題を起している。

通信技術の進展では、それを様々な通信網として世界に展開することになる。通信網は情報伝達を担うインフラストラクチャとされている。インフラストラクチャは社会で広く活用される社会基盤であり、道路、鉄道などと並ぶ社会の基礎である。しかし、21世紀の通信網では扱う情報量は急拡大し、方式は10年ごと、サービスは旧システムのサービス延長も含め20年ごとに更改され、インフラストラクチャと呼ぶには適切ではない。

このような発展の中で、システムを悪用することによって社会を混乱させたり、利益を得ようとするマルウェアの被害も顕在化している。マルウェアは通信ネットワークを通して送られ多様な被害を発生させるが、手紙の時代に作られ検閲を防止するために作られた憲法の通信の秘密の条項が、通信事業者によるマルウェアの検出と除去を困難にしている。

こうした諸問題は世界的に共通であり、社会の円滑な発展のためには問題の認識と新しいルールの世界共通の展開が重要である。ITUに代表される国際的標準化機関の新しい役割になれば世界への貢献は大きい。

ITUジャーナル

Vol.50 No.2 2020年2月1日発行／毎月1回1日発行

発行人 南 俊行

一般財団法人日本ITU協会

〒160-0022 東京都新宿区新宿1-17-11

BN御苑ビル5階

TEL.03-5357-7610(代) FAX.03-3356-8170

編集人 岸本淳一、大野かおり、石田直子

編集協力 株式会社クリエイティブ・クルーズ

©著作権所有 一般財団法人日本ITU協会



一般財団法人 日本ITU協会