

# ジャーナル 12

Journal of The ITU Association of Japan  
December 2018 Vol.48 No.12

**トピックス** Telecom World 2018 報告

**特集**

量子技術の動向と量子ニューラルネットワークについて その1  
量子暗号技術の研究開発動向と展望  
量子コンピュータでも解読が困難な暗号技術「耐量子計算機暗号」の動向  
万能量子コンピュータの商用化動向

**スポットライト**

通信装置のソフトウェア対策のITU-T国際標準化

**会合報告**

ITU-R:SG5 (地上業務)

ITU-T:SG5 (環境、気候変動と循環経済)

SG17 (セキュリティ)

ITU-D:SG1 (電気通信/ICT開発のための環境整備)

SG2 (ICTアプリケーション、サイバーセキュリティ、緊急通信、  
気候変動への適応)

**海外だより**

「光り輝く聖なる島」スリランカ概況



トピックス

Telecom World 2018 報告

岸本 淳一

3

特集

量子技術の動向と量子ニューラルネットワークについて その1

量子暗号技術の研究開発動向と展望

武岡 正裕/藤原 幹生/佐々木 雅英

7

量子コンピュータでも解読が困難な暗号技術「耐量子計算機暗号」の動向

篠原 直行/盛合 志帆

12

万能量子コンピュータの商用化動向

小野寺 民也/沼田 祈史

15

スポット  
ライト

通信装置のソフトウェア対策のITU-T国際標準化

岩下 秀徳

19

会合報告

ITU-R SG5 関係会合 (WP5A, 5B, 5C, 5D, TG5/1) の結果について

有村 祐輝/山本 隆大/野村 惇哉

23

ITU-T SG5 (環境、気候変動と循環経済) 会合報告

奥川 雄一郎/並河 治

28

ITU-T SG17 (セキュリティ) 第4回会合報告

三宅 優/磯原 隆将

32

ITU-D SG1 レポート会合報告

川角 靖彦

35

ITU-D SG2 レポート会合報告

後藤 晃

38



【表紙の絵】

大谷大学 真宗総合研究所 池田佳和

●有馬温泉(兵庫県神戸市)

清少納言の枕草子で「三名泉」にも数えられる古湯。豊臣秀吉は人生の節目ごとに9回も有馬にて湯治している。大阪からも近いので多くの旅館と日帰り入浴施設があり観光客で賑わっている。鉄分を含む湧出泉は赤褐色で「金泉(ぎんせん)」と言われて人気がある。透明な「銀泉(ぎんせん)」もある。

海外  
だより

「光り輝く聖なる島」スリランカ概況

佐藤 岳文

41

この人・  
あの時

シリーズ! 活躍する2018年度  
日本ITU協会賞奨励賞受賞者 その2

市川 貢市/岩谷 純一

44

『ITU ジャーナル』2018年総目次

46

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



## Telecom World 2018 報告

一般財団法人日本ITU協会 きしもと じゅんいち  
岸本 淳一



ダーバンICC全景

### 1. 南アフリカ ダーバンで開催

Telecom World 2018は、2018年9月10日から13日までの4日間、南アフリカ共和国ダーバンで開催された。



マンデラ元大統領



ジャオ事務総局長



Cyril Ramaphosa現大統領

オープニングセレモニーでは、今年、生誕100周年となる南アフリカ マンデラ元大統領の姿が会場に投影され、その後、ジャオITU事務総局長の挨拶、南アフリカCyril Ramaphosa現大統領の開会宣言と続いた。

主催者によれば、157名（47か国）による講演、3,100名を超える参加者とのことであった。

### 2. 閣僚級ラウンドテーブル

今回の閣僚級ラウンドテーブルは、下記の3テーマで、終日にわたり、活発な議論が行われた。

- Government enabling smarter digital development

(より高度なデジタル開発を可能にする政府)

- Addressing the risk of a smarter world  
(より高度な社会の実現へ向けてのリスクへの取組み)
- Financing Digital development  
(デジタル開発に関する資金調達)

最初のセッションGovernment enabling smarter digital developmentは、南アフリカ通信郵政副大臣が司会を務め、ジャオITU事務総局長が冒頭挨拶した。

このセッションは、ICTの展開とネットワーク、サービス、アプリケーションの導入を推進するための政府の役割をテーマとしたセッションで、参加者の各国の通信大臣からは、各国におけるデジタルインフラの導入促進、デジタル技術を生かした経済活性化などへの取組みが紹介された。

Financing Digital developmentでは、デジタル変革を



司会 南アフリカ通信郵政副大臣



ジャオITU事務総局長挨拶



南アフリカ通信大臣



パレスチナ自治区通信大臣

推進し、世界中のより高度な社会に移行するために必要な、デジタルインフラ普及のための資金調達、投資活性化についての議論が行われた。依然として世界的にはインフラが充足していないと感じた。

ITUでは、テレコムワールドにおいて、技術の展示だけでなく、各国の閣僚、リーダーによる議論を重視しており、今回のラウンドテーブルでの熱心な議論からも、各国の関心の高さを感じた。



閣僚級ラウンドテーブルセッション



司会 ジョーンソンITU事務総次局長



中国パビリオン



China Mobile展示



アフリカ連合インフラ・エネルギー長官



セッション参加者



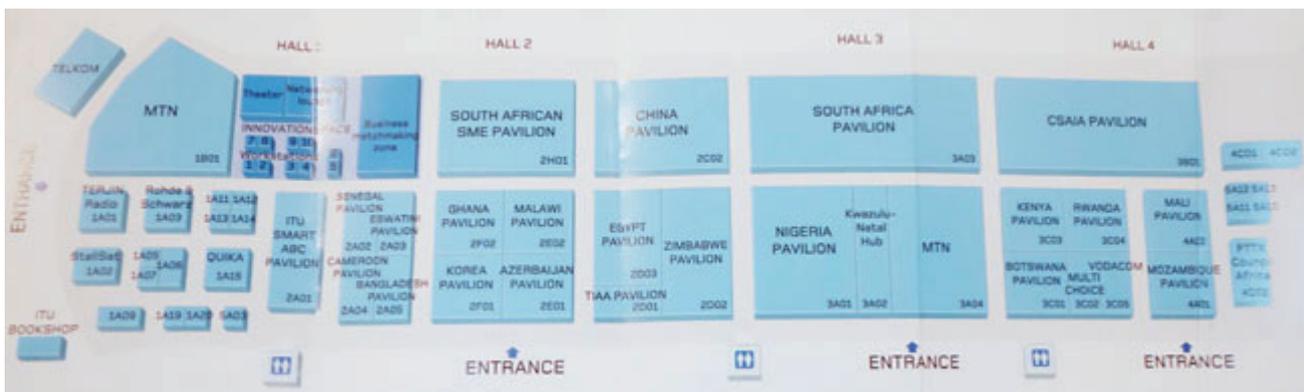
China Telecom展示



CSAIA展示



展示会場の模様



パビリオン配置図

## 3. 各国・各社展示

各国による展示は、主催国南アフリカと中国が大きな面積を占め、目立っていた。

中国は、通信事業者各社によるパビリオンと中国衛星応用工業会（CSAIA）によるパビリオン、また、各社などによるパビリオンなど、アフリカでの存在感を感じさせるものであった。

開催国の南アフリカパビリオンでは、多数の同国のSME（Small/Medium Enterprise）いわばベンチャー企業がそ



南アフリカパビリオン



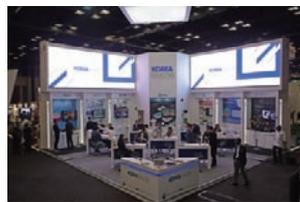
ドローン運用会社創立社長

それぞれの独自技術を展示していた。

それ以外の国では、やはりアフリカ諸国の展示が多く、アジアからはバングラデシュ、韓国が展示を行っていた。



バングラデシュ展示



韓国展示

日本からは、安価で堅牢な光ファイバ敷設を提案するグローバルプランが展示を行った。



グローバルプランの展示

#### 4. フォーラムセッションの様相

フォーラムの各セッションでは、技術、政策、課題解決など様々なテーマでの議論が行われた。

“Smart ABC”、人工知能 (AI)、金融分野 (Bank)、都市高度化 (Cities) をキーワードとした複数のセッションも行われた。

①Smart ABC Expert Roundtable: How human economies can benefit from smart machines (人間が如何に高度マシンの恩恵を受けるか) では、AI、機械学習、大規模なデータ分析は、金融分野において大きな変革の可能性を秘めているが、例えば、AIの決定、行動、影響をどのように規制すべきか慎重に議論し、定める必要がある等の様々な観点での意見が交わされた。

②Smart ABC Expert Roundtable: The role of digital finance in smart, sustainable cities (スマートで持続可能な都市におけるデジタルファイナンスの役割) では、デジタル

金融サービスは、スマート都市の多くの側面を効果的に運用する上で重要であり、輸送から健康、住宅、公益事業、公共サービスまでのあらゆる分野でスマートな都市生活を向上させることができるが、実際には、その実現にあたり、障壁も多いので、課題とその対応策について、参加者それぞれの経験や視点から意見が提示された。

③High Level Panel Discussion: Promoting ICT opportunities for women empowerment (女性エンパワーメントのためのICT機会の促進) では、政府、国際機関、企業の女性リーダーが集まり、公的機関と民間組織の間でイノベー



①セッションの様相



リー ITU-T局長



AIベンチャー (mandal.ai)



データ分析会社 (Ixio Analytics)



国際金融公社



②セッションの様相



③セッションの様相



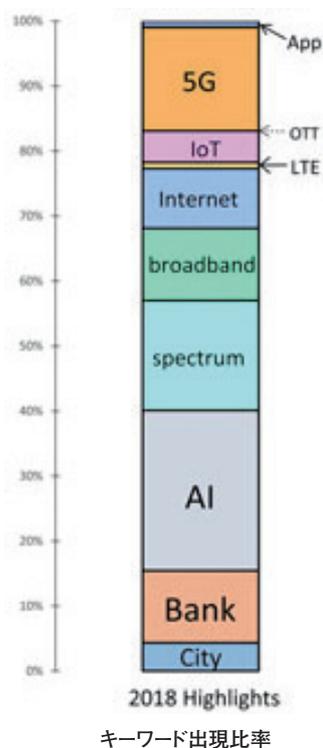
南アフリカ通信郵政副大臣



南アフリカ地方政府高官

ションを起こすための取組みについての意見が報告され、現状の改善のための枠組みや女性の経済的能力やビジネス上のネットワークを強化するための方法などについて活発な議論が行われた。

今回開催の多様なフォーラムでの傾向について、セッション紹介（プログラム）や日々のハイライトに出現したキーワードの比率を用いて確認した。昨年が続いて、Smart ABCへの関心の高さがうかがえ、中でも人口知能に最も高い関心が見られた。技術的なキーワードでは「5G」に関する議論が多かったことがうかがえる。



## 5. アワードセレモニー

本イベントの締めくくりとなるアワードセレモニーでは、参加した各国政府、SMEに対して、Government Award（政府賞）、Global SME Awards Best Business Model（ビジネスモデル賞）、Most innovative use of ICT（革新的ICT活用賞）、Greatest Social Impact（社会影響賞）、Global SME Excellent Award（最優秀賞）などの各賞が贈られた。



政府賞ケニア



グローバルSME最優秀賞 puleg



受賞者と共に

## 6. 所感・感想

全体を通じた個人的な所感・感想は、以下である。

- (1) 途上国での、インフラ導入/整備（特にブロードバンド導入）は、継続した課題である。
- (2) 各国では、産業発展等に向けてICT活用に取り組んでいるが、各種の懸念やリスクの解決/整理も必要とされており、個々の取組みが実施されている。いかに効率的に、スピーディに課題をクリアするかを、各国各処のそれぞれの環境の中で、粘り強く取り組んでいる様子が垣間見えた。

折しも、本イベントに出発する9月初旬の前に、日本では豪雨や地震があり、大きな被害が発生した。本年夏以降、例年より多いと感じる日本の自然災害であるが、ICTの力を用いた『災害時の情報共有方法』や『復旧復興時の支援方法』など各地で行われている事例を、日本から発信することが他国での災害対策の一助になるのではないかと感じた。

## 7. 次回ハンガリー開催

今回は、2019年9月にハンガリー（ブダペスト）で開催予定である。世界の動向把握、情報収集のため、より多くの皆様に参加していただけることを期待しております。よろしくお願いたします。

Telecom World 2018については、当協会HPでもレポートしています。写真詳細等をご覧下さい。

〈ITUテレコムワールド2018ビジュアルレポート〉

[https://www.ituaj.jp/00\\_sg/20180910\\_TW18/TW18.html](https://www.ituaj.jp/00_sg/20180910_TW18/TW18.html)

# 量子暗号技術の研究開発動向と展望



国立研究開発法人  
情報通信研究機構  
未来ICT研究所  
量子ICT先端開発セ  
ンター  
センター長  
たけおか まさひろ  
武岡 正裕



国立研究開発法人  
情報通信研究機構  
未来ICT研究所  
量子ICT先端開発セ  
ンター  
研究マネージャー  
ふじわら みきお  
藤原 幹生



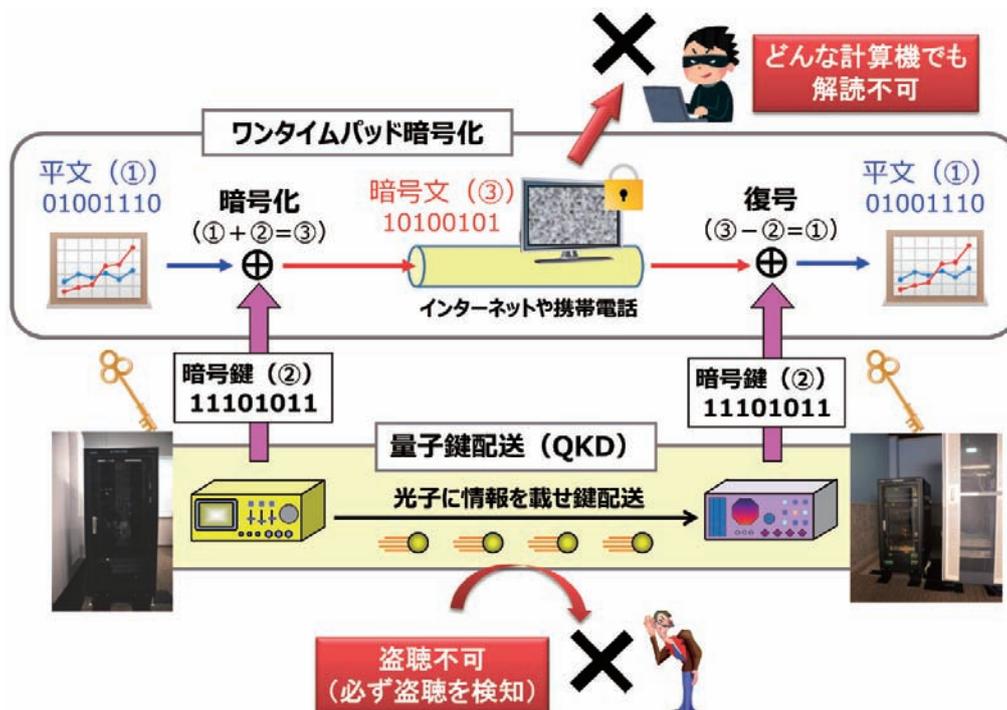
国立研究開発法人  
情報通信研究機構  
未来ICT研究所  
主管研究員  
ささき まさひで  
佐々木 雅英

## 1. はじめに

現在のネットワーク社会を支える情報通信技術の発展は目覚ましく、今も日々進歩し続けている。一方、従来の技術体系の延長上では将来的に性能限界を迎える可能性も指摘されている。原子や電子、光子などを扱う最新の物理学である量子力学の性質を極限まで駆使した量子通信技術は、あらゆる計算機で解読不可能なセキュリティ技術や、宇宙での超長距離高速通信、時刻同期の超精密化など、様々な情報通信分野で抜本的な技術革新が可能になることが理論的に予言され、その研究開発が世界中で進んでいる。多くはまだ基礎研究段階にあるが、本稿では、量子通信技術の中でも実用化に向けた研究開発が最も進んでいる量子暗号技術について、その現状と国内外の取組みを紹介する。

## 2. 量子暗号とは

現在、社会の様々な場面で用いられているRSA暗号、楕円暗号などの数学的なアルゴリズムに基づく暗号は、非常に使い勝手がよい反面、将来的な計算技術の革新によって解読されてしまう潜在的な危険性がある。RSA暗号の解読に必要な計算量とスーパーコンピュータの性能の関係などは既に試算されている<sup>[1]</sup>。また、最近急速に研究開発が進む量子計算機の大規模化がもし実現すると、これらの暗号は一挙に解読可能になると予測されている。さらに、数学的な暗号は、たとえ現在の計算機では能力が不十分でも、まずは暗号データを盗聴・保存しておき、将来開発した高度な計算技術でそれを解読することも可能である。これは、国家機密やゲノム等の医療情報など、最高度のセキュ



■図1. 量子暗号による暗号通信の概要 (写真はNECのQKD送受信機)

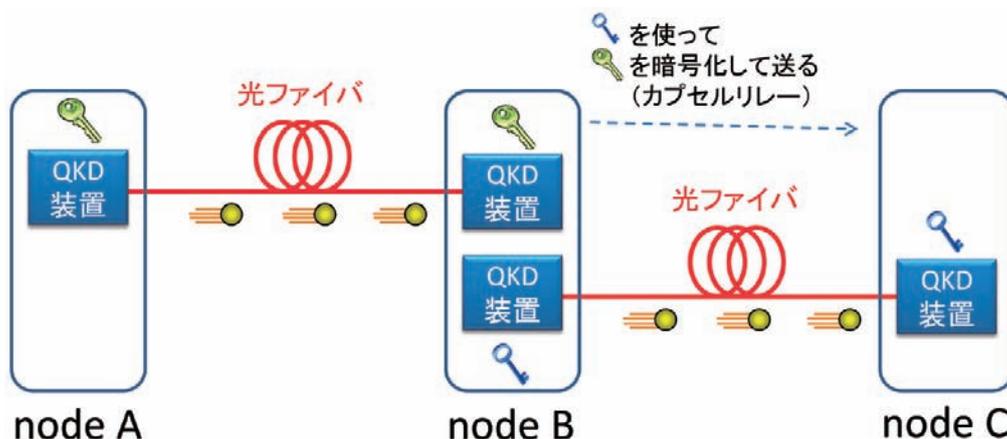
リティが数十年単位の長期にわたって求められるような情報の通信においては重大な脅威となる可能性がある。

量子暗号は、数学的な計算困難性ではなく、量子力学と統計学に立脚した安全性を持つ質的に新しい暗号方式であり、現状の暗号で唯一、量子計算機を含むあらゆる計算機を使っても原理的に解読不可能なことが証明されている。このような安全性は計算量的安全性に対して「情報理論的安全性」と呼ばれる。つまり、量子暗号が正しく動作すれば、将来、計算機や数学がどれだけ発達しても永久に解読できない暗号化が実現できることになる。

図1に、量子暗号において暗号鍵生成を行う量子鍵配送 (Quantum Key Distribution : QKD)、及び鍵を使った暗号化の概略を示す\*。QKDでは、鍵となる乱数の配送のため、光の最小エネルギー単位である光子が平均して1個以下しか含まれない超微弱な光パルス (通常の光通信では10~100万個レベル) を光ファイバ等により伝送する。光子レベルの信号には光の量子性が強く現れる。特に量子力学の基本原則の1つである不確定性原理に由来する「信号に対するいかなる測定 (盗聴) 行為も信号の量子状態に必ず痕跡を残す」という性質を利用して、信号に対する盗聴行為の有無を判別し、盗聴がされていないことが保証できる信号のみを鍵として用いることで、安全な鍵を共有する。また、鍵となる乱数列は好きなものを準備すればよいので、物理乱数源等で生成される何の数学的構造も持たない乱数を用いれば、暗号化されたデータへのいかなる計算機攻

撃も無意味となる。こうして、鍵配送へのあらゆる物理的な盗聴を検知し、かついかなる計算機攻撃でも解読不可能な暗号を実現することができる。実際のQKD装置は、光子の送受信デバイスに加え、鍵情報の誤り訂正や純粋化 (秘匿性増強) などを行う信号処理ボードなどから構成される。また、鍵そのものは0, 1の乱数列であり、鍵を共有した後のデータの暗号化や復号化、伝送は通常の計算機やインターネット等の通信回線で実行できる。

QKDは、数理暗号の根本的な問題を解決し、ある意味究極的な安全性を実現できるが、一方で実装上の大きな制限もある。光子は伝送路の損失で容易に失われてしまう上、長距離ファイバ通信では必須の光増幅器は信号の量子状態を破壊してしまうため用いることができない。このためファイバ通信においては、単体のQKD送受信装置では伝送距離が50~100km程度、また鍵生成速度についても、距離や装置性能によるが、現状では波長当たり数10k~数Mbps程度に制限されている。今後の技術開発や波長多重化などによりある程度の改善は見込まれるが、抜本的に解決するには量子中継技術と呼ばれるある種の光量子計算の処理が必要となり、その実現にはまだ時間がかかると予想されている。このため、QKDのネットワークを構成するには、現在はtrusted nodeと呼ばれる安全性の保証された局舎でQKD回線をつなぎ、鍵をリレーしている (図2)。これにより任意の構成のQKDネットワークを構成できるが、中継する局舎の安全性は必ず確保しなくてはならない。



■図2. 安全な局舎 (trusted node) を介した鍵リレーによるQKDのネットワーク化

\* QKDで作られた鍵を使った暗号化には複数の方法があるが、あらゆる計算機で解読不可能な情報理論的安全性を達成するためには、1ビットの鍵で1ビットの情報を暗号化し、さらに一度使った鍵は二度と使わない「ワンタイムパッド」方式を用いる必要がある。したがって、「量子暗号は情報理論的に安全である」という場合、それはQKD+ワンタイムパッド暗号化による暗号通信のことを指している。



### 3. 国内外の研究開発動向

このように、量子暗号は技術的にはまだ発展途上であるが、従来暗号では不可能な安全性を実現できることから、世界各国で研究開発が活発に進められている。ここでは、QKDのフィールド実装に関する研究開発動向を紹介する(それぞれの詳細・文献については[2、3]などを参照)。

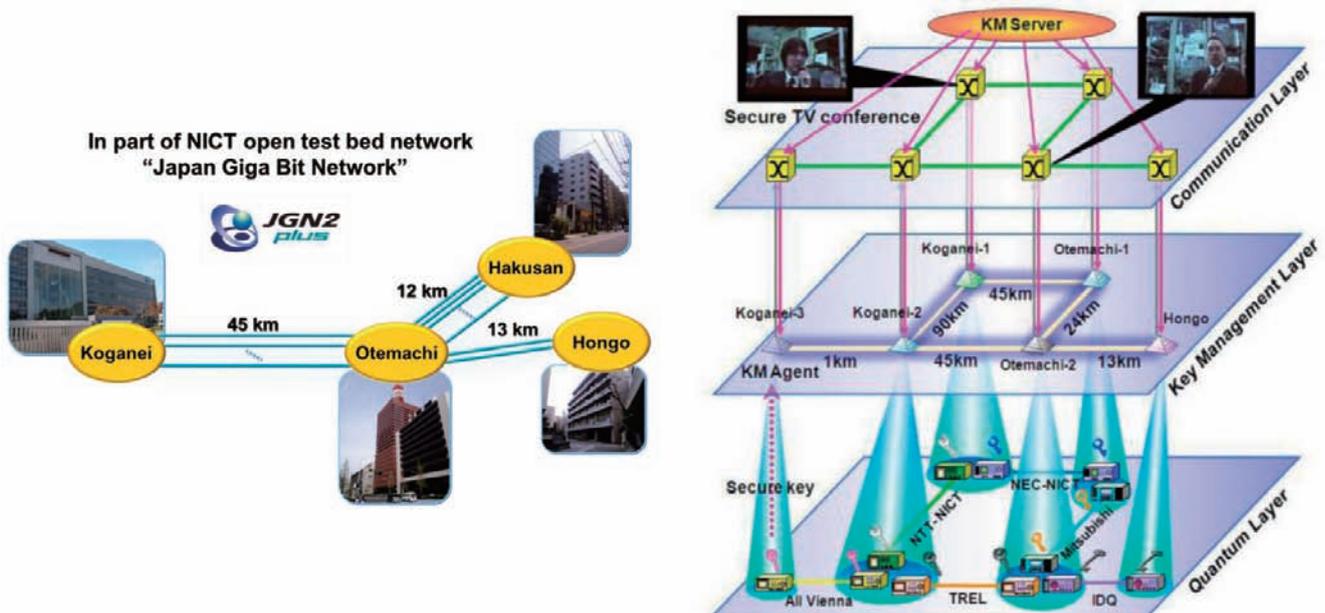
ファイバによる地上のQKDネットワークでは、2004年、米国防高等研究計画局(DARPA)のDARPA Quantum Networkプロジェクトが、ボストン地区の3地点約10kmを結ぶ世界初の都市圏QKDネットワークを実証した。2008年には欧州連合のSECOQC(Secure Communication based on Quantum Cryptography)プロジェクトが、ウィーン市内の6地点を結ぶQKDネットワークを構築して30kmで約1kbps程度の鍵生成を実現し、音声(電話回線)の暗号化通信などが実証された。また、複数の研究機関がそれぞれ開発した異なる方式のQKD装置の相互接続にも成功した。

我が国では、総務省と情報通信研究機構(NICT)が中心となって産学官連携プロジェクトを推進し、2010年には、鍵生成速度をそれまでの100倍向上させる100kbps級のQKD装置によるネットワーク「Tokyo QKD Network」を東京圏に構築し、QKDによる動画(ビデオ会議)の秘匿伝送の実証に世界で初めて成功した<sup>[4]</sup>。また、このネットワークは前の2つと異なり、その後現在に至るまで運用を続けており、日本の様々な研究機関が開発したQKD装置の開発・

試験運用やネットワーク実験などが進められ、現在では、伝送距離50kmで約1Mbpsと、フィールド実装としては世界最高性能を実現している。また、QKDネットワークを安全かつ適切に管理するための鍵管理プラットフォーム技術や、アプリケーション層へ適切に鍵を供給するインターフェースなど、実用化に向けたシステム全体の開発もいち早く進めており、これらを総称してQKDプラットフォーム技術と呼んでいる。Tokyo QKD Networkで開発・試験されたQKD技術は、実際のユーザ環境へ展開されており、2015年には、NECは自社内のサイバーセキュリティ関連施設内の回線で、東芝は仙台にある東芝ライフサイエンス解析センターと東北大学東北メディカル・メガバンク機構の間約7kmをつなぐ回線で、それぞれ自社開発したQKD装置の試験運用を開始している。

一方、ここ数年では中国の進展が目覚ましい。約3年半をかけて北京-上海間の約2,000kmを32個の安全な局舎でつないだ世界最大のQKDネットワークを構築し、2017年からその運用を開始している。また、英国、イタリア等でも国家プロジェクトによるQKDネットワークの構築が進められ、米国では、量子暗号企業によるボストン-ワシントンDC間でのQKDネットワークサービスの計画が発表されるなど、世界的な研究開発・実用化競争が続いている。

QKDはファイバだけでなく、空間光通信回線でも動作可能である。例えば日米間など、大陸間レベルの超長距離鍵



■ 図3. 2010年に構築されたTokyo QKD Network(左)とQKDプラットフォーム(右)[4]。現在のネットワーク稼働状況については[5]参照。

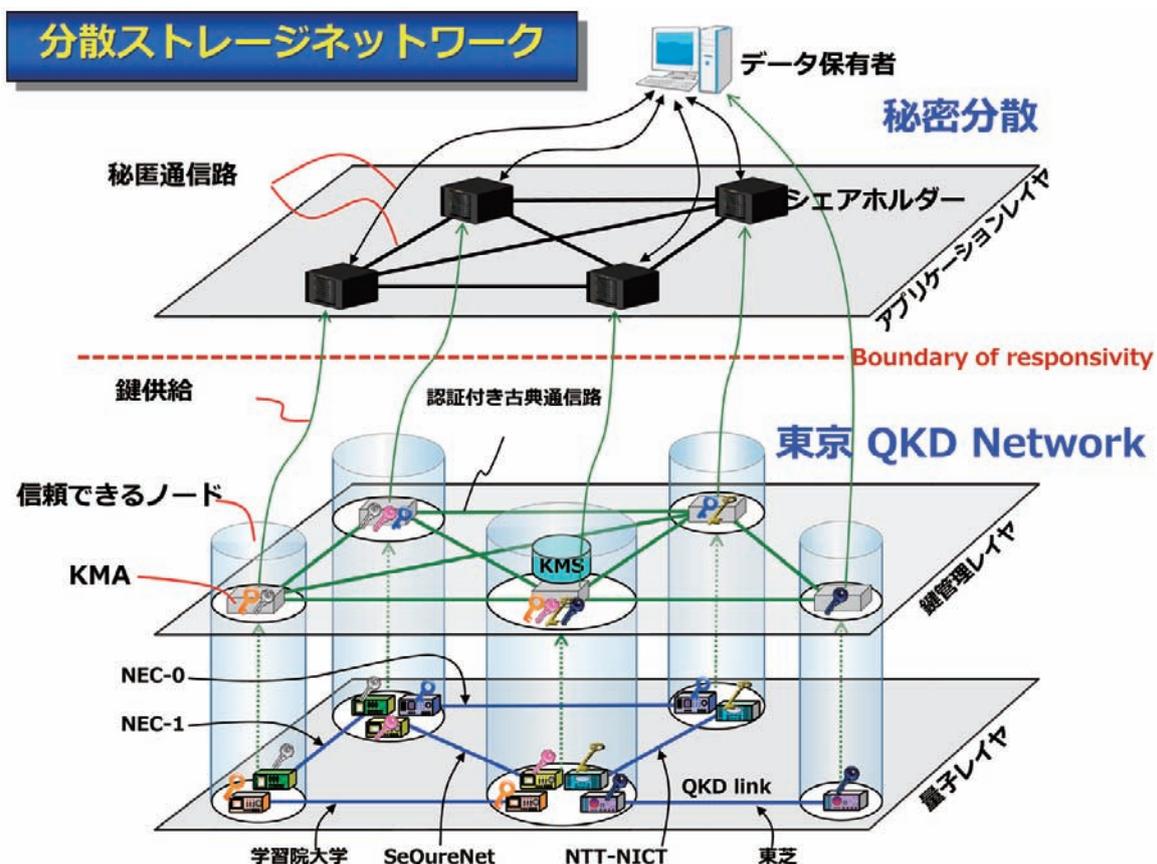
配送を実現しようとする、局舎でつながれた地上QKDネットワークではその実現は難しい。一方、人工衛星が飛ぶ上空では大気も薄く、損失の極めて少ない光通信が可能である。衛星QKDの実現に向けた研究は各国で進められていたが、2017年に中国が衛星-地上局間でのQKDによる鍵生成に世界で初めて成功し、さらに衛星を介した中国-オーストリア間の鍵配信にも成功し、配信された暗号鍵を使った5kBの画像の暗号化伝送も実証している。日本ではNICTが将来的な実用技術を見据えて、中国の衛星よりも10分の1以下の重量であり、コスト的にも優れた超小型衛星を用いた量子通信基礎実験（光子レベルの微弱信号送受信）に世界で初めて成功している<sup>[3]</sup>。衛星量子暗号のプロジェクトは世界中で開始されており、今後の競争がより激化すると予想されている。

#### 4. 量子暗号と現代セキュリティ技術の融合：QKD秘密分散ストレージネットワーク

QKDはデータ伝送時の究極的な安全性を保證するが、ストレージに保存されているデータを守るものではない。一

方、現代暗号の分野ではデータを分割・暗号化して保存する、秘密分散という手法が知られている。例えば、シャミアの $(n, k)$  閾値分散法という方法では、元のデータを $n$ 個のシェアに分割・暗号化する。 $n$ 個のうち、 $k$ 個以上のシェアを集めれば元のデータが復元できるが、 $k$ 個以下のシェアだけでは、いかなる計算機を使っても元のデータの復元が原理的に不可能、すなわち情報理論的な安全性を実現できるという性質を持っている。したがって、これを $n$ 箇所の離れたストレージに分散保存しておけば、仮にその一部が盗まれたとしても情報理論的に安全であり、逆に一部が例えば災害等で欠損しても情報復元が可能であるという、データの秘匿保存とバックアップを同時に実現できる優れた数値アルゴリズムである。ただし、シェアを分散したストレージまでどうやって安全に伝送するかについては回答を与えていない。つまり、QKDと秘密分散が伝送と保存を互いに補完しあえば、秘密分散の持つ安全性のポテンシャルを十分に発揮し、システム全体が情報理論的に安全なストレージネットワークの実現が可能になる。

NICTと東京工業大学は、Tokyo QKD Network上の5つ



■ 図4. QKDを用いた秘密分散ストレージネットワーク [2, 6].



のノードを使って、上記の秘密分散プロトコルを実装したQKD秘密分散ストレージネットワーク(図4)を構築した。さらに、1つのパスワードで情報理論的に安全な認証を実現できるプロトコルを開発し、情報理論的に安全な認証・伝送・保存・復元の実証実験に世界で初めて成功している([6]及び[2]の3-2節)。このような分散ストレージは、例えば医療情報など、極めて高い秘匿性が要求されつつ、一方で地震や火災などの災害に備えたバックアップが同時に実現できる方法として、近い将来の社会実装が期待される。50~100km圏のQKDネットワークを構築し分散保存できれば、大地震・津波などに対しても有効な秘匿バックアップとして機能すると考えられる。

## 5. 標準化活動

欧州のSECOQCプロジェクト後に、欧州電気通信標準化機構(ETSI)においてQKDについて検討を行うIndustrial Specification Group、ISG-QKDが設置され、これまで包括的な議論のほか、QKD装置の実装安全性(実際のデバイスの性能・物理的性質を考慮した安全性)、アプリケーションインタフェース等が詳しく議論されてきた。QKDの標準化活動は長らくETSIでのみ続いてきたが、ごく最近、他の標準化機関でも議論が始まっている。国際電気通信連合電気通信標準化部門(ITU-T)では、今年に入りStudy GroupのSG13、SG17でQKDのネットワークフレームワークやネットワークセキュリティなどに関する提案がなされている。国際標準機構(ISO/IEC)においても、技術レポート作成などが行われている。また、中国では、中国通信標準化協会(CCSA)において量子通信技術の包括的なフレームワークの議論を進めている。今後の活発な議論やリエゾンなどが進むものと予想される。

## 6. おわりに

量子暗号は、いかなる計算機でも解読不可能という、適切に実装されれば究極的な安全性を実現できる反面、距離・速度の制限、さらにはコスト面など、数値暗号にはなかった実用上の課題も存在する。このため、まずはハイエンドの技術としての社会実装から進むものと考えられる。また、QKDの要素技術である物理乱数源や鍵管理・運用アーキテクチャなどは、それ自体を切り出した応用展開も進んでいる。一方、数値暗号の中には、たとえ計算量的な安全性であっても、量子計算機による攻撃に対しても安全であるといわれる耐量子計算機暗号のような新しい技術も存在する。今後は、量子暗号を含めた様々なセキュリティ技術を適材適所で活用し、また暗号を含めたシステム全体において、必要な場面に必要な安全性を提供するトータルソリューションを見据えた研究開発が重要になってくると考えられる。

### 参考文献

- [1] CRYPTREC “暗号技術評価委員会報告”、2013年。
- [2] 情報通信研究機構研究報告 “量子情報通信技術特集”、Vol. 63, No. 1 (2017)。
- [3] 藤原 幹生、竹中 秀樹、Alberto Carrasco-Casad、北村 光雄、佐々木 雅英、豊嶋守生、“量子通信に向けた超小型衛星-地上間の光通信実験”、第38回 量子情報技術研究会資料QIT2018-17、2018年。
- [4] M. Sasaki et al., “Field test of quantum key distribution in the Tokyo QKD Network”, Opt. Express, 19, 10387 (2011)。
- [5] The Project UQCC (Updating Quantum Cryptography and Communications). <http://www.uqcc.org/>
- [6] M. Fujiwara et al., “Unbreakable distributed storage with quantum key distribution network and password-authenticated secret sharing”, Sci. Reports, 6, 28988 (2017)。

# 量子コンピュータでも解読が困難な暗号技術 「耐量子計算機暗号」の動向



国立研究開発法人情報通信研究機構  
サイバーセキュリティ研究所  
セキュリティ基盤研究室  
主任研究員

しのはら  
篠原 なおゆき  
直行



国立研究開発法人情報通信研究機構  
サイバーセキュリティ研究所  
セキュリティ基盤研究室  
室長

もりあい  
盛合 しほ  
志帆

## 1. はじめに

暗号技術は現代社会を支える身近な基盤技術であり、例えばネットショッピングやカードバンキング、交通系ICカード、無線LANなどで日常的に利用されている。現在、広く使用されている代表的な公開鍵暗号としてRSA暗号や楕円曲線暗号が挙げられる。近年、量子計算機の開発が活発に進められており、様々な分野への応用が期待されているが、十分な計算能力を持つ量子計算機が登場することによってRSA暗号や楕円曲線暗号の安全性が大きく低下してしまうことが問題となっている。その対策として、現在使われている計算機のみならず、量子計算機を利用しても安全性が保たれる暗号技術「耐量子計算機暗号」(Post-Quantum Cryptography : PQC)の開発及び標準化が進められている。本稿では、その世界的な動向について紹介する。

## 2. 現在利用されている公開鍵暗号方式の安全性に対する量子計算機の影響

現在使用されている、もしくは開発が進められている公開鍵暗号方式は、数学的な問題を解く計算の困難性を根拠にして、その安全性を保証している。例えば、最も広く利用されている公開鍵暗号方式であるRSA暗号では、同じビット長の大きな二つの素数が秘密鍵として使用され、その積である合成数が公開鍵として公開される。したがって、誰でも入手可能なその合成数が素因数分解されてしまうと、その秘密鍵が取得され、その鍵を使用するRSA暗号は解読されてしまう。もう一つの代表的な公開鍵暗号方式である楕円曲線暗号の安全性は、楕円曲線上の離散対数問題を解く計算の困難性に関連付けられている。即ち、楕円曲線上の離散対数問題を解くことで楕円曲線暗号の秘密鍵が入手されてしまう。量子計算機が開発が進むことでRSA暗号や楕円曲線暗号の安全性が低下する理由は、1994年にShorにより発表された量子計算機用のアルゴリズムがあり、それを使用するこ

とで整数の素因数分解や離散対数問題を解く計算を高速に実行できるようになるからである。

量子計算機上でShorのアルゴリズムを利用した素因数分解の解読実験におけるこれまでの世界記録は21 (=3×7)の素因数分解であるため、現時点ではまだ量子計算機はRSA暗号や楕円曲線暗号に対する深刻な脅威とはなっていない。しかし、2016年に発行された米国国立標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology : NIST)のInternal Report 8105において、スケーラブルな量子計算機が実現される時期は不明であるが、現在使われているRSA-2048を素因数分解できる量子計算機が2030年までに実現される可能性があるとして量子計算機の研究者らが見積もっていると記載された。このような背景により、量子計算機に対しても、現在使用されている計算機に対しても、安全性を確保できる暗号技術が必要とされ、耐量子計算機暗号PQCとして急速に開発・標準化に向けた取組みが活発化してきた。

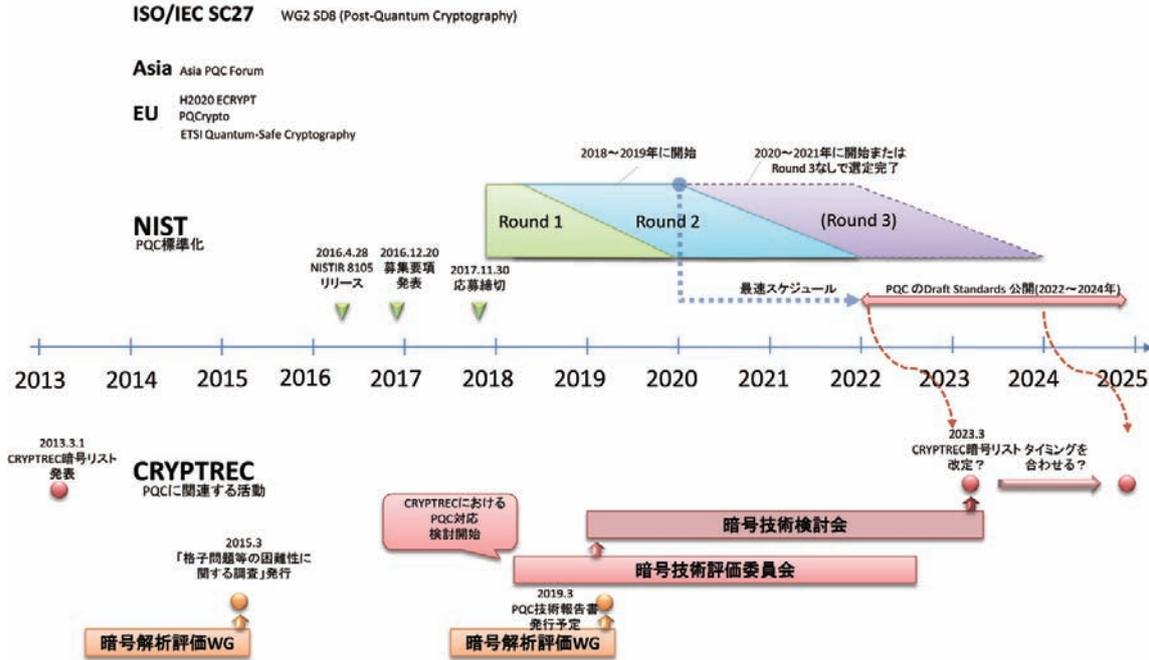
## 3. 耐量子計算機暗号の開発及び標準化の動向

現在使用されている暗号技術の多くは、提案されてから広く普及するまでに20年近く必要としてきた。したがって、耐量子計算機暗号が2030年までに使用できるようになるためには、耐量子計算機暗号の開発及び標準化に向けた準備は2010年ごろから開始されている必要がある。耐量子計算機暗号の研究開発の歴史は古いですが、奇しくも、耐量子計算機暗号にフォーカスを当てた学術的国際会議PQCryptoの第1回が開催されたのは2006年であった。PQCryptoの開催は2018年で9回目を迎えており、耐量子計算機暗号の開発は適切な時期に本格化したと言ってよいであろう。

次に、PQC標準化に向けた国内外の動きについて紹介する(図1参照)。米国では、2015年に米国国家安全保障局(National Security Agency : NSA)が耐量子計算機暗号への移行計画を発表した。さらに、NISTが耐量子計算機

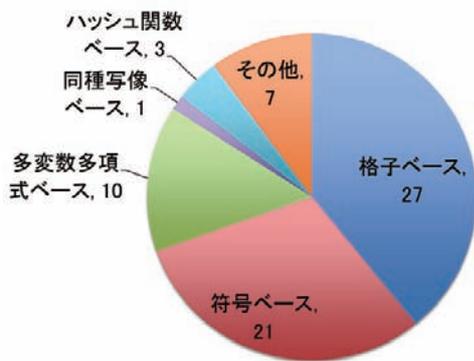


国際



国内

■ 図1. PQC標準化をめぐる国内外の動き



■ 図2. NIST PQC標準化における69候補方式 (ベースとなる技術で分類)

暗号の公募を2016年から開始し、これに対して世界中から2017年11月末の締め切りまでに82件の暗号方式が提案された。このうちの69件が書類選考を通過し、その後、現在までに5件の暗号方式が取り下げられている（図2参照）。NISTは候補となる暗号方式の安全性や実装性能等を評価し、2022~2024年には耐量子計算機暗号の標準ドラフトを公開する予定となっている。欧州では欧州電気通信標準化機構（European Telecommunications Standards Institute：ETSI）が耐量子計算機暗号の動向調査などを行っている。

また、国際標準化機構（International Organization for Standardization：ISO）及び国際電気標準会議（International Electrotechnical Commission：IEC）においても、ISO/IEC JTC 1/SC27にて標準化に向けた議論が行われている。

国内でも耐量子計算機暗号の標準化に向けた取組みが進められている。総務省、経済産業省、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）、独立行政法人情報処理推進機構（IPA）の4者で運営されるCRYPTREC（Cryptography Research and Evaluation Committees）プロジェクトでは、各府省が情報システム調達のために参照すべき暗号のリスト（電子政府推奨暗号リスト）の安全性の評価及び監視を行い、暗号技術の適切な実装法及び運用法の調査及び検討を実施している。このプロジェクトでは、耐量子計算機暗号の標準化を見据えて、2014年度から耐量子計算機暗号の有力な候補の一つである格子に基づく暗号技術及びその安全性に関する数学的な問題（格子問題）について研究動向調査を実施し、技術報告書としてまとめたものを公開している。格子に基づく暗号技術の他にも耐量子計算機暗号の有力な候補がいくつかあり、符号に基づく暗号技術、多変数多項式に基づく暗号技術、同種写像に基づく暗号技術等

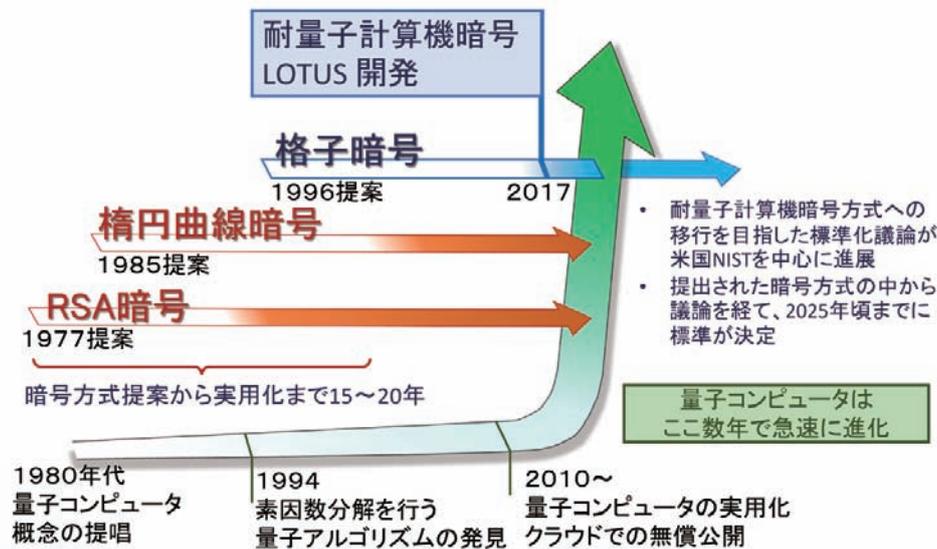


図3. NICTで開発した耐量子計算機暗号LOTUS

がその代表として挙げられる。CRYPTRECでは、耐量子計算機暗号のこれら4種類の暗号技術について2017年度から調査を行っており、調査結果をまとめたものを技術報告書として2019年に公開する予定である。

#### 4. NICTにおける耐量子計算機暗号LOTUSの開発

NICTでは暗号技術の開発及びその安全性評価に関する研究を長年にわたり実施している。耐量子計算機暗号については、格子に基づく暗号技術に分類される新公開鍵暗号方式LOTUS（ロータス）を開発し、NISTの耐量子計算機暗号の標準化プロジェクトへ2017年に提案した（図3参照）。本方式は書類選考を通過し、現時点まで大きな安全性上の欠点は指摘されておらず、標準化プロジェクトにおける候補として評価が続けられている。

LOTUSは、量子計算機を利用しても解読が困難な性質を持つだけでなく、ブラウザやデータベースなどに組み込み可能な暗号学的な汎用性を持つ。暗号学的な汎用性とは、複数の暗号技術を組み合わせて構成した暗号技術全体の安全性に関する概念である。暗号技術はまず単体として安全でなければならない。そして、暗号技術を実際に使用する場合には、他の暗号技術と組み合わせた複合体として使用することがあり、その組み合わせ方によって複合体に脆弱性が生じないようにしなければならない。暗号学的な汎用性を持たない暗号方式を組み合わせた場合は、各暗号方式の安全性を証明した後で、その複合体全体の安全性も証明する必要がある。

この性質を持たない暗号方式を使う場合、組み合わせ方を間違えるとそこに脆弱性（攻撃者が付け入る余地）が生まれてしまい、システム全体が破たんする危険性があった。システム全体の安全性を保証するためには、暗号一つ一つの安全性を証明した後に、全体の安全性を証明するという二段階の手順を踏む。しかし、複雑なシステムでは専門家が何日もかけて検証しなければならず、また、その複雑さゆえに誤りが発生しやすい等の問題点があった。暗号を設計する段階で、汎用性という性質を持たせることで、このような危険を避けることができる。汎用性を持った暗号方式同士を組み合わせたシステムは、安全であることが数学的に証明されているため、全体の安全性を証明するステップが省略可能となる。今回NICTで開発したLOTUSでは、ベースとなる格子暗号に対して、復号の際に暗号文の構造をチェックする機構を追加することで、データ破損への耐性を持たせた。このチェック機構により、他の暗号方式と組み合わせ可能な汎用性を持つことが数学的に証明されるため、開発した暗号を基に様々なシステムを構築し、社会の様々な場面で活用することができる。

さらに、格子に基づく暗号技術の安全性評価手法を同時に開発し、暗号の長期利用に適したパラメータの設定が可能になった。この安全性評価手法は、他の格子に基づく暗号技術を評価することも可能であるため、現在、NISTでの標準化プロジェクトに多数提案されている候補方式を統一的な基準で評価することにより、公平な安全性評価に貢献できると考えている。



# 万能量子コンピュータの商用化動向



日本アイ・ビー・エム株式会社  
東京基礎研究所 副所長  
技術理事

おの であ たみや  
小野寺 民也



日本アイ・ビー・エム株式会社  
研究開発  
課長

ぬまた きふみ  
沼田 祈史

## 1. はじめに

1981年5月にマサチューセッツ工科大学コンピュータ科学研究所とIBMは、「計算の物理」会議を共催した<sup>[1]</sup>。著名な物理学者とコンピュータ科学者が一堂に会し、コンピュータの構成部品の微細化が進行するなかで、その限界と可能性が議論されたという。その中で、ノーベル物理学受賞者のリチャード・ファインマンは「自然は古典的ではない、自然をシミュレーションするなら、量子力学に基づいたものにするのがよい」と発言し、これが今日の量子コンピュータの起源とされる。

それから30有余年、量子コンピュータは、理論上のものから、ついに小規模ながら実存するものとなった。実際、IBMは執筆時点で5量子ビット及び16量子ビットの量子コンピュータをIBM Cloudから無償で誰でもアクセス可能にし、様々な実験ができる環境を提供している。

実機の出現とともに急速に量子コンピュータへの関心が高まっているが、その理由は、これまでのコンピュータ（古典コンピュータと呼ぶ）とは全く違う原理で動作し、ある程度の規模になれば古典コンピュータを遥かに凌ぐ驚異的な超並列計算が可能になると考えられているからである。

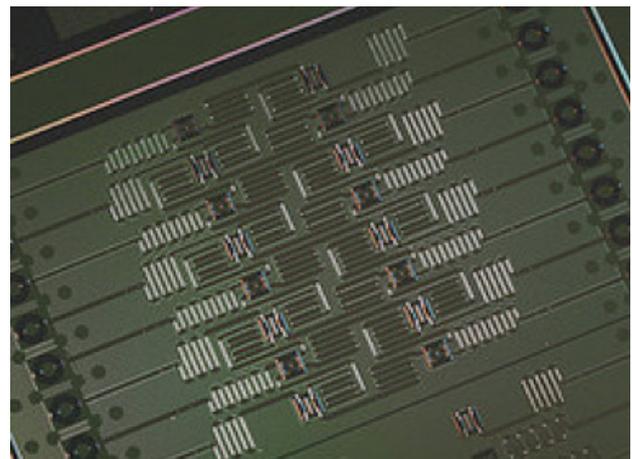
本稿では、量子コンピュータの商用化を目指す取組みである「IBM Q」について、ハードウェア、ソフトウェア、顧客との共創のネットワーク、の3つの点から、解説する。

## 2. 量子コンピュータのハードウェア

量子コンピュータは、重ね合わせや量子もつれといった量子系に固有の状態を生成し制御して、計算を行う。計算単位としての量子2準位系、すなわち量子ビットをどのように物理的に構成するかについては、超電導、イオントラップ、量子ドット、トポロジカル等、いくつかの方式が知られている。

IBMは超電導量子ビットを採用しており、5量子ビットのものを2016年5月に<sup>[2]</sup>、16量子ビットのものを2017年5月に<sup>[3]</sup>、

20量子ビットのものと50量子ビットのプロトタイプを2017年11月に発表している<sup>[4]</sup>。図1に量子ビットと共振器を搭載したチップを示す。図2は希釈冷凍機であり、最上部は室温だが段階的に冷却され最低部では15ミリKになっており、そこにチップが装着される。



■ 図1. 量子ビットと共振器を搭載したチップ



■ 図2. IBMの量子コンピュータ外観  
(希釈冷凍機の下半分を外したところ)

万能量子コンピュータにおいては、量子ビットの数だけでなく、質も極めて重要である。コヒーレンス時間、ゲート操作時間、ゲート操作エラー率、などの観点があり、それぞれ、長いほど、短いほど、小さいほど、質は高い。コヒーレンス時間は、量子ビットが量子状態を保持できる時間である。量子状態は壊れやすく保持できる時間には限りがあり、超電導量子ビットでは100マイクロ秒程度と言われている。また、量子計算は各量子ビットに種々のゲート操作を施しつつ進行するが、ゲート操作時間は1つのゲート操作に要する時間で、超電導量子ビットでは10から100ナノ秒程度と言われている。最後に、量子状態の制御は困難であり、ゲート操作は常に正しく行うことができるわけではなく、超電導量子ビットではゲート操作の種類に応じ0.数%から数%程度の割合でエラーを伴う。超電導ビットに関するこれらの数字は執筆時点のものであり、研究者の絶え間ない努力により改善していくものと思われる。また、上述のように量子ビットの構成方式には様々あるが、一般に、コヒーレンス時間が長ければゲート操作時間も長くなる、といったトレードオフの関係がある。

これまで述べてきたことからわかるように、現在の量子コンピュータは、量子ビットの質の点から近似的 (approximate) であり、数の点から小規模であると言われる。現時点で、古典コンピュータで解けない問題が解けるようになるわけでない。とはいえ、万能量子コンピュータではエラー訂正アルゴリズムが知られていることから、いずれエラー耐性があり (fault tolerant) かつ数百万ビットから数十億ビットを有する大規模な量子コンピュータが登場するものと考えられており、そうなれば、例えば、量子アルゴリズムで最も有名なショアの素因数分解を動かして、2048ビットのRSA暗号を破ることができるようになるだろう。しかし、そこまでの量子コンピュータを作り上げるには、無数のチャレンジがあり、数十年先というのが多くの専門家の見立てである。

ではなぜ量子コンピュータに未曾有の注目が集まっているのかといえば、数年後にも、近似的ではあるが中規模のものが出現するという期待があるからである。仮に100量子ビットのものが登場したとすれば、潜在力として、現在のスーパーコンピュータ比で2の70乗倍の超並列計算パワーを有するものになると考えられている。まさに想像を絶するパワーであり、今は到底解くことができない問題が解けるようになる可能性がある。ただし、そのような問題に対する量子アルゴリズムがなくてはならず、かつ、近似的な量子コンピュータで動かせるものでなくてはならない。

量子アルゴリズムの設計には、これまでとはまったく違う発

想と専門知識が必要になる。近似的中規模量子コンピュータで解くべきビジネス価値のある問題はなにか、量子アルゴリズムはどのようなものになるか、近似的量子コンピュータでどのように動かすのか、こうした課題に、世界の先進的な企業は、今から、すなわち、近似的小規模量子コンピュータを用いて、実験を重ね経験を蓄積しているのである。

### 3. 量子コンピュータのソフトウェア

量子コンピュータの進歩に伴い、その計算能力を最大限に引き出すためのソフトウェア技術の研究開発も進んでいる。量子コンピュータを開発している複数の企業や研究所から、量子プログラミング言語やソフトウェア開発キット (SDK) が公開されているが、プログラミングした結果をシミュレーターではなく、実機の量子コンピュータで試せる環境を無償公開しているのは、まだ限られた企業のみである。IBMが他社に先駆けて世界で初めてIBM Qを無償公開してからすでに2年がたち、ユーザー数は南極を含む7大大陸全てから10万2000人以上、実験回数は約660万回、関連する論文が110本以上執筆されているなど、これまでの利用実績も高い (2018年11月現在)。

実際にIBM Qにアクセスして、量子計算させる方法は2種類あり、1つは、ウェブ・ブラウザからIBM Q Experience (QX)<sup>[5]</sup> を使ってアクセスする方法、もう1つはPythonを使ったSDKであるQiskit (Quantum Information Science Kit)<sup>[6]</sup> を用いる方法である。

QXは、プログラムなどのインストールなしに、アカウント登録だけでウェブ・ブラウザから手軽に誰でも量子計算が体験できる。執筆時点で5量子ビットの実機と20量子ビットの量子シミュレーターに対応している。

QXのメインとなるプログラミング画面である「Composer」は、5量子ビットの場合、音楽の五線譜のようなユーザーインターフェースである (図3 (a))。右側に並んでいる量子演算ゲートを選択して、ドラッグ・アンド・ドロップで五線譜の上に置いてアルゴリズムを組んでいく。図3 (a) の回路は、ベル状態と呼ばれる  $(|00\rangle + |11\rangle) / \sqrt{2}$  の状態を生成するプログラムをQX上で実装したものである。q [1] ビットにアダマールゲートHを操作し、CNOTの制御ゲートをq [1] に、目標ゲートをq [0] に操作した結果をc [0]、c [1] レジスターに格納するという計算である。

実行すると、既に誰かが同じ計算を行っている場合は、結果のキャッシュがあるのでそれを選択することで結果が確認できる。新たに実行したい場合、また、誰も思いつかなかっ



たアルゴリズムを作成した場合には、メールで結果が返ってくる。量子シミュレーションを選択した場合は、即時結果が表示される。図3 (b) は、図3 (a) の量子回路をシミュレーションで、また図3 (c) は実機で、それぞれ1,024回実行した結果の確率のグラフである。IBM Qを含め、現在の量子コンピュータは、近似的であり、ゲートの操作過程などによるエラーが含まれ、今回の結果も同様であることが分かる。

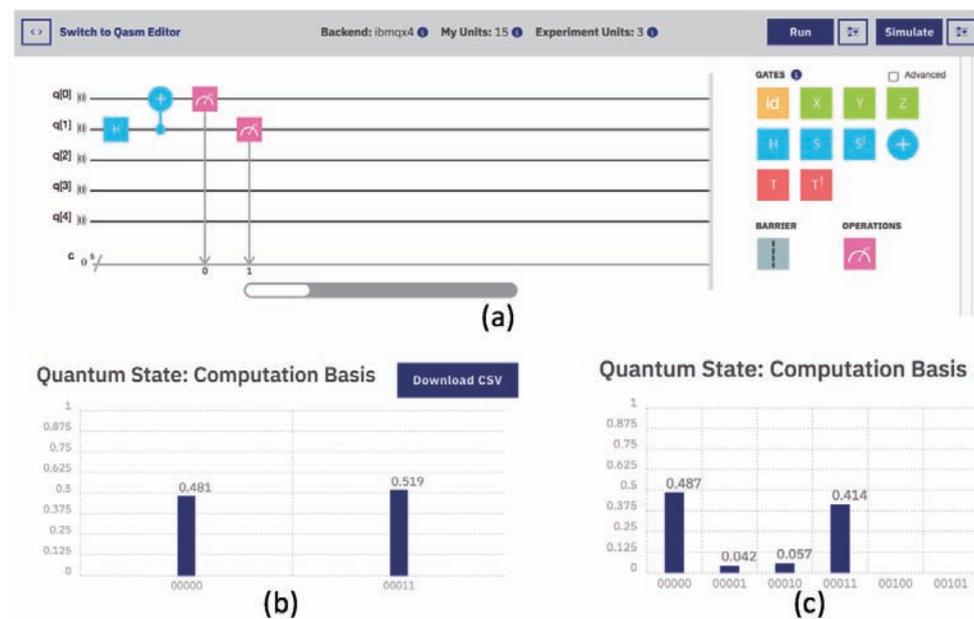
もう1つのプログラミングツールである、Python用SDKのQiskitは、量子実験や量子アルゴリズム、量子アプリケーションを作成するためのオープンフレームワークであり、QXより複雑なプログラミングが可能である。執筆時点で、無償でアクセス可能な実機は16量子ビットまで、量子シミュレーターは

32量子ビットまでである。Qiskitは、Terra、Aquaなどの要素で構成され、そのうち最も基本的な機能を持つQiskit Terraは、量子プログラミング言語であるOpenQASMを使って量子回路レベルでのプログラミングを行う。Qiskit Aquaは、アルゴリズムやアプリケーションを開発するためのもので、現時点で化学計算、人工知能、最適化などのライブラリーがあり、量子プログラミング言語は使わずに、PythonまたはGUIを利用した計算が可能となる。

Qiskit Terraのインストールは以下のとおりである (Python 3.5以上に対応)。

```
$ pip install qiskit
```

図4は、図3と同様にベル状態をQiskitで生成し、手元の



■図3. IBM Q Experienceでの実装例と実行結果 (a) Composer画面 (b) シミュレーション結果 (c) 実機での結果

```
from qiskit import QuantumRegister, ClassicalRegister
from qiskit import QuantumCircuit, Aer, execute

q = QuantumRegister(2)
c = ClassicalRegister(2)
qc = QuantumCircuit(q, c)

qc.h(q[0])
qc.cx(q[0], q[1])
qc.measure(q, c)

backend = Aer.get_backend('qasm_simulator')
job_sim = execute(qc, backend)
sim_result = job_sim.result()

print(sim_result.get_counts(qc))
```

■図4. Qiskitでベル状態を量子シミュレーションするプログラム例

マシンで量子シミュレーション計算を行うプログラム例である。

Qiskitから実機の量子コンピュータで計算を実行するためには、QXのユーザーアカウントが必要となる。QXのアカウント情報から得られるIBM QのAPIトークンをプログラムに追加し、実行するバックエンドデバイスにシミュレーターではなく実機を指定することで実機計算が実行できる。

QX、Qiskitともに、豊富なチュートリアルが公開されており、グローバー、ショアのアルゴリズムといった有名なものから、近似的小規模量子コンピュータ向けのアルゴリズム（例えば、量子化学計算など）まで掲載されている。これらを参考に独自のプログラミングが可能となっている。

## 4. IBM Qネットワーク

2017年12月に発足したIBM Qネットワーク<sup>[7]</sup>は、量子コンピュータの商用化をIBMと共に推進する先進的企業の集まりで、海外からは、JPモルガン・チェース、パークレイズといった金融サービス業、ダイムラー、サムスンといった製造業、などの企業が参画している。また、世界の各拠点にハブを設け、各ハブの下にメンバー企業が加入する形態も整えており、例えば、欧州ではオックスフォード大学、米国ではオークリッジ国立研究所、日本では慶應義塾大学がハブとなっている。

2017年5月には、IBM Qネットワーク・ハブ@慶應義塾大学が、JSR株式会社、三菱UFJフィナンシャルグループ、みずほフィナンシャルグループ、三菱ケミカル株式会社の4社をメンバー企業に迎えて正式に発足した<sup>[8]</sup>。メンバー企業は最上位のIBM量子コンピュータ（執筆時点では20量子ビット）のアクセス権を有し、慶應義塾大学量子コンピューティングセンターの教授及びIBMの研究者と共に、ビジネス利用に向けた共創活動を行っている。具体的には、第2章で述べたように、近似的中規模量子コンピュータで解くべきビジネス価値ある問題はなにか、量子アルゴリズムはどのようなものになるか、近似的量子コンピュータでどのように動かすのか、といった課題に取り組み、近似的小規模量子コンピュータの最上位のものを用いて実験を重ねている。

## 5. 今後の展望

量子コンピュータは、数年で近似的中規模のマシンが開発され、今のスパコンでは解けない問題でかつ、ビジネス価値のある問題が解けるようになると考えられている。問題領域としては、量子化学、機械学習、最適化の3つであろうというのが多くの専門家が指摘するところである。量子コンピュータによって実現されるであろう速度向上については、量子化学と機械学習では指数的向上が期待されているが、最適化の方は近似解においても数倍程度であろうと考えられている。いずれにせよ、現在は、近似的中規模量子コンピュータで解くことのできる具体的な問題を探している段階である。適切な問題を探し出すことができれば、業界を一変させるようなインパクトを持つこともあり得る。今後の展開が楽しみである。

### 参考文献

- [1] The Massachusetts Institute of Technology, “The Physics of Computation Conference”, <https://mitendicottthouse.org/physics-computation-conference/>
- [2] IBM, “IBM Makes Quantum Computing Available on IBM Cloud to Accelerate Innovation”, <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/49661.wss>
- [3] IBM, “IBM Builds Its Most Powerful Universal Quantum Computing Processors”, <https://www-03.ibm.com/press/uk/en/pressrelease/52582.wss>
- [4] IBM, “IBM Announces Advances to IBM Quantum Systems & Ecosystem”, <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/53374.wss>
- [5] IBM, “IBM Q Experience”, <https://quantumexperience.ng.bluemix.net>
- [6] QISKit, “Quantum Information Software Kit”, <https://www.qiskit.org/>
- [7] IBM, “IBM Announces Collaboration with Leading Fortune 500 Companies, Academic Institutions and National Research Labs to Accelerate Quantum Computing”, <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/53483.wss>
- [8] IBM, “IBM and Keio University Announce Collaborations with JSR, MUFG Bank, Mizuho Financial Group and Mitsubishi Chemical to Accelerate Quantum Computing in Japan”, <https://newsroom.ibm.com/2018-05-17-IBM-and-Keio-University-Announce-Collaborations-with-JSR-MUFG-Bank-Mizuho-Financial-Group-and-Mitsubishi-Chemical-to-Accelerate-Quantum-Computing-in-Japan>

## 通信装置のソフトウェア対策の ITU-T国際標準化

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 研究主任

いわした ひでのり  
岩下 秀徳



### 1. はじめに

サービスの多様化、利便性の追求により、現代の社会基盤は、デジタルトランスフォーメーションが進んでいる。社会が便利になる一方で、原因の特定が困難な宇宙現象による電子機器のトラブルであるソフトウェアが増えている。ソフトウェアというのは、永久的にデバイスが故障してしまうハードエラーとは異なり、一時的な故障でデバイスの再起動やデータの上書きによって回復する故障のことである。ソフトウェアが通信装置に発生すると様々な故障モードを誘発し、通信サービスに影響を及ぼす可能性がある。通信装置では、このような故障も想定し通信サービスに影響を及ぼさないように設計するが、ソフトウェアを再現させることが困難であるため、開発段階で十分な検証をすることができなかった。

しかしながら、最近、一般企業が保有できる数メートル程度の小型加速器中性子源を用いて通信装置のソフトウェアを再現させ、効率的に通信装置のソフトウェアによる影響を測定することができるようになった<sup>[1]</sup>。本試験を実施することにより、事前にソフトウェアの影響を把握でき、改善を行った後に実運用ネットワークへ通信装置を導入することで、大幅な通信品質の向上をはかることが可能となる。

このような背景から、ソフトウェア対策に関する設計から評価、品質基準を定めることを目的に、2015年8月に一般社団法人情報通信技術委員会に通信装置のソフトウェア対策に関する標準化Adhoc（以下、SOET Adhoc: Soft error testing Adhoc）が開設<sup>[2]</sup>され、2015年10月のITU-T SG5 会合において、通信装置のソフトウェア対策に関する検討プログラムの開始が承認され、SOET\_Adhoc委員各社が中心となり勧告草案の作成を行い、このたび勧告化が実現した。

この勧告では、ソフトウェア対策に関する設計方法・試験方法・評価方法及び品質評価基準が定義されており、求められる信頼性のレベルに応じたソフトウェア対策を可能にする指標が示されている。

ITU-Tで承認されたソフトウェア対策勧告は、5つの勧告本編と補足資料で構成されている。ソフトウェア対策勧告の全体像を図1に、勧告一覧を表1に示す。勧告化の経緯を表2に示す。



■ 図1. ソフトエラー勧告の全体

■ 表1. ソフトエラー勧告一覧

勧告番号	略称	タイトル
K.124	概要編	Overview of particle radiation effects on telecommunications systems <sup>[3]</sup> (通信装置の粒子放射線影響の概要)
K.130	試験編	Soft error test method for telecommunication equipment <sup>[4]</sup> (通信装置のソフトウェア試験手法)
K.131	設計編	Design methodologies for telecommunication systems applying soft error measures <sup>[5]</sup> (通信装置のソフトウェア対策設計手法)
K Suppl.11	補足編	Supplement to K.soft_des - Soft error measures for FPGA <sup>[6]</sup> (K.131補足資料—FPGAのためのソフトウェア対策)
K.139	基準編	Reliability requirement of particle radiation effect for telecommunication systems (通信装置の粒子放射線影響の信頼性要求基準)
K.138	評価編	Quality estimation methods and application guidelines for mitigation measures based on particle radiation tests (粒子放射線検査に基づく対策のための品質推定方法及びアプリケーションガイドライン)

■ 表2. ソフトエラー対策標準化勧告の年表

2015年	2016年	2017年	2018年
▲8月 TTC SOET Adhoc開設		▲12月 K.124承認	▲1月 K.130, K.131承認
▲10月 ITU-T SG5会合にて 検討プログラムの開始が承認			▲11月 K.138, K.139承認

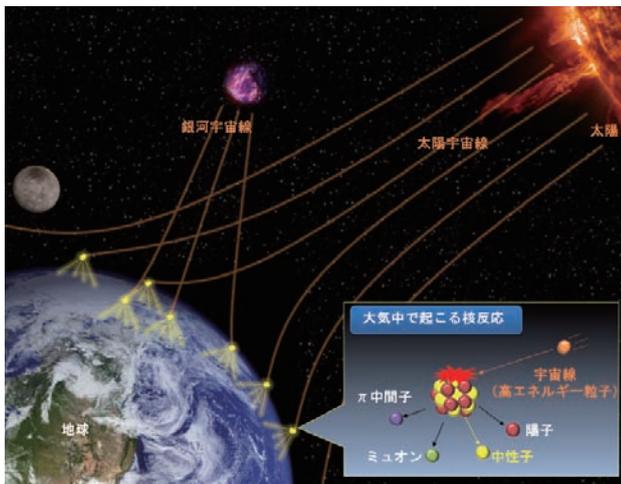
本稿では、各勧告の概要について解説する。

## 2. K.124 (概要編) 通信装置の粒子放射線影響の概要

本勧告には、ソフトウェアが発生するメカニズム、通信装置で発生するソフトウェアの影響と対策の概要、ソフトウェア

に対する標準の必要性について述べている。ソフトウェアが発生する主な要因には、半導体デバイスに微量に含まれる放射性同位元素から生成される $\alpha$ 線と、宇宙線によって生成される中性子線がある。 $\alpha$ 線によるソフトウェアに対する影響は高純度材料（低 $\alpha$ 線樹脂等）を採用することによって低減することができる。

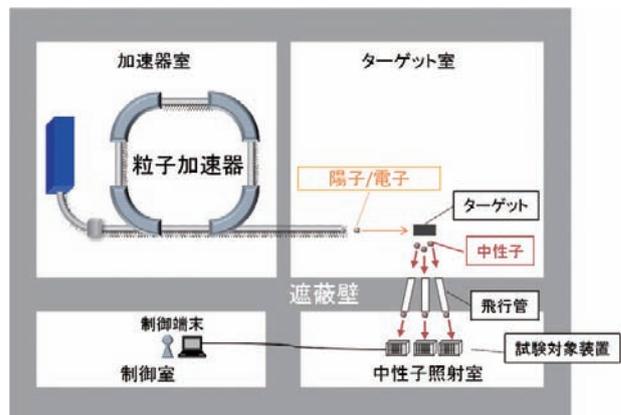
宇宙線によるソフトウェアは以下の要因で発生する。図2に示すように宇宙では太陽や超新星爆発によって、陽子を主体とした高エネルギー粒子が飛び交っている。この高エネルギー粒子が地球の大気に入ると、大気中の窒素原子核や酸素原子核と衝突し、核反応が起きる。この時、原子核内部にあった中性子が飛散する。大気中で発生した中性子の大部分は通常、半導体デバイスに突入しても透過し、何ら影響を与えないが、まれに半導体デバイスを構成するシリコン原子核と核反応を起こし、電荷を持った様々な粒子を発生させる。これが電気的なノイズとなり、一時的なエラーであるソフトウェアを発生させる。



■図2. 宇宙線と大気中で起こる核反応

### 3. K.130 (試験編) 通信装置のソフトウェア試験法

本勧告は、加速器中性子源を用いて通信装置のソフトウェアを発生させる方法と試験手順について述べている。図3に示すように、粒子加速器により加速された粒子（陽子/電子）をターゲット（鉛、タンゲステン、ベリリウム、リチウム等）に照射すると核反応が起き、中性子が発生する。この中性子を通信装置に照射することにより、自然界の数百万倍から数億倍の中性子を照射することができ、短時間でソフトウェアを再現させることができる。



■図3. 粒子加速器を用いたソフトウェア試験

### 4. K.131 (設計編) 通信装置のソフトウェア対策設計法、K Suppl.11 FPGAのためのソフトウェア対策 (K.131 補足資料)

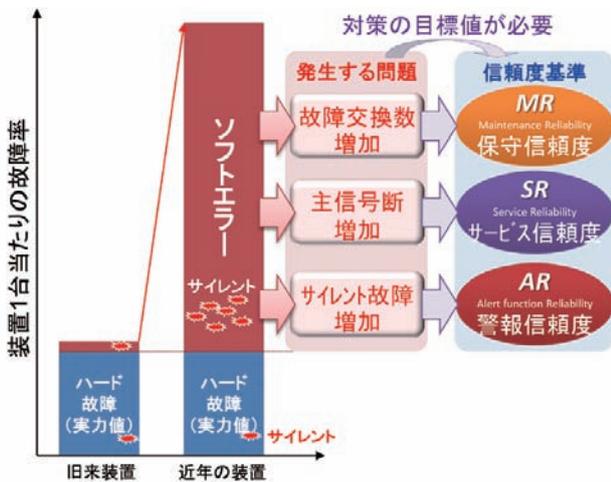
本勧告は、キャリア通信ネットワークを構成する通信装置に対するソフトウェア対策設計手法について述べている。はじめに、ソフトウェア対策の観点から対象となる通信装置の基本構成、ソフトウェアに対する信頼度規定定義と規定方法及び信頼度規定に適合するためのソフトウェア対策の装置開発手順について述べている。また、特に対策が重要となるFPGAについてはK.131の補足資料としてK Suppl.11 FPGAのためのソフトウェア対策に、FPGAのソフトウェア発生率の傾向、ソフトウェアの影響の低減方法について詳細に述べている。

### 5. K.139 (基準編) 通信装置の粒子放射線影響の信頼性要求基準

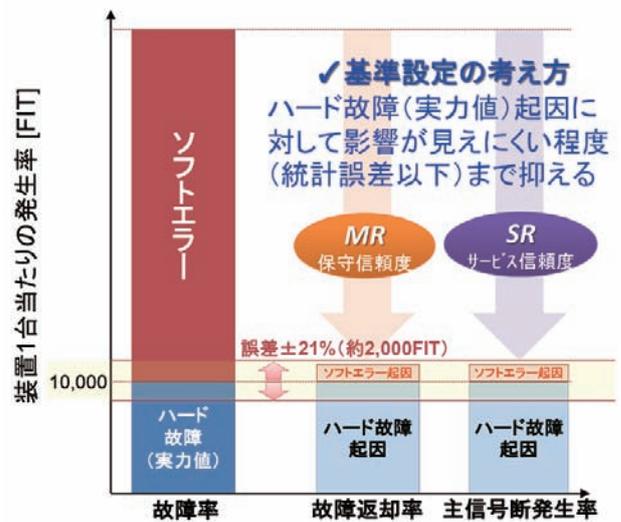
本勧告は、高信頼のネットワークを構築するために必要なソフトウェアに対する信頼性の基準について述べている。ここでは、基準の考え方について解説する。半導体デバイスの高集積化に伴い、通信装置では、旧来から存在するハードエラーに比べてソフトウェアによる故障の割合が多くなってきている（図4）。

この原因は図5に示すようにLSI自体のハードエラーの故障率は微細化では変化せず一定であるのに対し、ソフトウェアは微細化で増加しているためである。

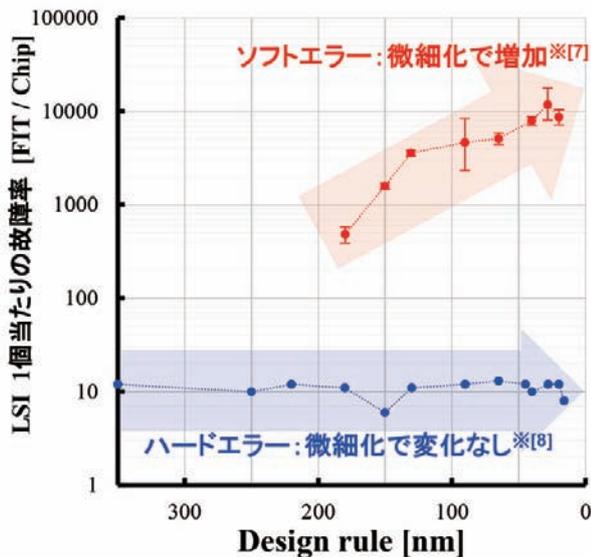
このような傾向から、近年の通信装置ではソフトウェアの増加に伴い、故障交換数、主信号断数、サイレント故障が増加する傾向にある。しかしながら、ソフトウェア自体は物理故障ではないので、対策によって回復することができ、どこ



■ 図4. 通信装置のハードエラーとソフトウェアの割合と発生する問題



■ 図6. 保守信頼度とサービス信頼度の基準設定の考え方



■ 図5. LSIのハードエラーとソフトウェアの故障率

まで対策して低減するかの信頼度基準が必要となる。そこで、故障交換数、主信号断数、サイレント故障に対して、それぞれ保守信頼度、サービス信頼度、警報信頼度の3つの信頼度基準を定義した。

保守信頼度、サービス信頼度は、従来から発生しているハードエラーを基準として、ソフトウェア起因の故障交換数、主信号断の発生率が統計誤差に収まる範囲をそれぞれの目標基準に設定した (図6)。

ただし、ソフトウェアによってまれに誤動作を検出できないサイレント故障は発生が許容されないので、約1万年分相当の中性子線を照射してもサイレント故障が発生しないことを信頼性基準として、設定した (図7)。

このように故障交換率、主信号断発生率の低減、サイレン



■ 図7. 警報信頼度の基準の考え方

ト故障を防ぐための3つの信頼度基準を定義し、クラスを設定した (図8)。これらの基準を満たすことで、大規模ネットワークを構築した場合の信頼性を確保できる。

## 6. K.138 (評価編) 粒子放射線検査に基づく対策のための品質推定方法とアプリケーションガイドライン

本勧告は、K.130 (試験編) に記載の中性子照射試験で得た結果を基に、K.138 (評価編) に定義されている通信装置のソフトウェアに対する各信頼度規定が満たされているかを評価する方法について述べている。K.130に記載されている試験では自然界の数百万倍から数億倍の強度で中性子を照射することで、短時間でソフトウェアを再現させることができる。評価の例を図9に示す。まず、中性子線を照射しソフトウェアを発生させる。測定器により主信号状態、警報監視端末により警報発生状態を確認し、発生した事象を『3つの信頼度基準』へ分類する。例えば、図中の1回目のソフトウェアでは装置警報が発生し、主信号が切れた状態である。

信頼度基準	目的	基準値															
 <b>MR</b> Maintenance Reliability 保守信頼度	✓ 故障交換率(遠隔保守作業を含む)を低減 	装置1台当たり保守作業が必要な頻度(FIT数)で規定 <table border="1"> <tr> <th>MR class</th> <th>事象発生率</th> </tr> <tr> <td>X</td> <td>キャリアとベンダで決定</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>&lt; 2,000 FIT</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>&lt; 10,000 FIT</td> </tr> </table>	MR class	事象発生率	X	キャリアとベンダで決定	A	< 2,000 FIT	B	< 10,000 FIT							
MR class	事象発生率																
X	キャリアとベンダで決定																
A	< 2,000 FIT																
B	< 10,000 FIT																
 <b>SR</b> Service Reliability サービス信頼度	✓ 主信号断発生率を低減 	装置1台当たり主信号断時間と頻度(FIT数)で規定 <table border="1"> <tr> <th>SR class</th> <th colspan="2">事象発生率</th> </tr> <tr> <td></td> <th>MR Occurrence rate (FIT)</th> <th>MTT (hours)</th> </tr> <tr> <td>X</td> <td>キャリアとベンダで決定</td> <td>キャリアとベンダで決定</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>&lt; 2,000 FIT</td> <td>&lt; 200</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>&lt; 10,000 FIT</td> <td>&lt; 1,000</td> </tr> </table>	SR class	事象発生率			MR Occurrence rate (FIT)	MTT (hours)	X	キャリアとベンダで決定	キャリアとベンダで決定	A	< 2,000 FIT	< 200	B	< 10,000 FIT	< 1,000
SR class	事象発生率																
	MR Occurrence rate (FIT)	MTT (hours)															
X	キャリアとベンダで決定	キャリアとベンダで決定															
A	< 2,000 FIT	< 200															
B	< 10,000 FIT	< 1,000															
 <b>AR</b> Alert Function Reliability 警報信頼度	✓ サイレント故障を防ぐ 	自然界換算時間で装置1台当たりサイレント故障が発生しない時間で規定 <table border="1"> <tr> <th>AR class</th> <th>自然界換算時間</th> </tr> <tr> <td>X</td> <td>キャリアとベンダで決定</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>10,000年相当</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>2,000年相当</td> </tr> </table>	AR class	自然界換算時間	X	キャリアとベンダで決定	A	10,000年相当	B	2,000年相当							
AR class	自然界換算時間																
X	キャリアとベンダで決定																
A	10,000年相当																
B	2,000年相当																

Class X: 特に高品質が要求される装置の特別規定  
 Class A: キャリアネットワーク品質  
 Class B: 特に品質が求められない装置/導入台数が少ない装置など

■ 図8. 3つの信頼度基準と基準値



■ 図9. 評価方法の例

この場合は、保守交換が必要と想定されるのでMRに該当する事象としてカウントする。また、主信号断も発生したので、SRに該当する事象とカウントする。次に2回目のソフトウェアは自動訂正が働き、装置警報もなく主信号影響もない状態であった。この場合は、どの信頼度にもカウントされないということになる。このように、試験では主信号影響と、装置警報状態を確認する。そして例えば8回目のソフトウェアでは、装置警報がない状態で、主信号断が継続しているので、これはサイレント故障に該当し、ARが1回とカウントできる。このように各信頼度基準に該当する事象をカウントする。さらに、照射時間から換算した自然界稼働時間と発生頻度から基準値を満たすかどうか判定することができる。

## 7. 今後の展望

この標準勧告によって、ソフトウェアによるトラブルをなくし、信頼性の高いネットワークを世界に提供できると考えている。また、この標準勧告を発展させることで、今後世界的に様々な電子機器で発生が想定されるソフトウェアに関する課題の

解決にも貢献できると考えられる。

## 謝辞

本勧告草案作成において、活発な議論をしていただいたTTC通信装置のソフトウェアに関する標準化Adhoc委員の皆様にご感謝いたします。

(2018年3月8日 ITU-T研究会より)

## 参考文献

- [1] <http://www.ntt.co.jp/news2016/1612/161219a.html>
- [2] <http://www.ttc.or.jp/j/info/bosyu/20150804/>
- [3] <https://www.itu.int/rec/T-REC-K.124-201612-I>
- [4] <https://www.itu.int/rec/T-REC-K.130-201801-I/en>
- [5] <https://www.itu.int/rec/T-REC-K.131-201801-I/en>
- [6] <https://www.itu.int/rec/T-REC-K.Sup11-201711-I>
- [7] ITU-T Suppl\_to-K.131  
<https://www.itu.int/rec/T-REC-K.Sup11-201711-I>
- [8] Xilinx Device Reliability Report  
[https://www.xilinx.com/support/documentation/user\\_guides/ug116.pdf](https://www.xilinx.com/support/documentation/user_guides/ug116.pdf)

# ITU-R SG5関係会合 (WP5A,5B,5C,5D,TG5/1) の結果について

総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課 新世代移動通信システム推進室 システム開発係長 **ありむら ゆうき 有村 祐輝**  
 総務省 総合通信基盤局 電波部 基幹・衛星移動通信課 振興係 **やまもと たかひろ 山本 隆大**  
 総務省 総合通信基盤局 電波部 基幹・衛星移動通信課 基幹通信室 課長補佐 **のむら じゅんや 野村 惇哉**

## 1. はじめに

国際電気通信連合無線通信部門 (ITU-R) SG5 (地上業務研究委員会) 関連会合が、2018年5月から8月にかけてスイス (ジュネーブ) 及びメキシコ (カンクン、WP5Dのみ) で開催されたので、その概要を報告する。

SG5は、陸上・航空・海上の各移動業務、固定業務、無線測位業務、アマチュア業務及びアマチュア衛星業務を所掌しており、議長は、英国のMartin Fenton氏が就任している。SG5は表1に示すとおり、4つのWorking Party (WP) と1つのTask Group (TG) から構成され、2018年5月期は全てのWP会合及びTG5/1会合が開催された。

以下では、5月21日 (月) から6月5日 (火) の間で開催されたWP5A、WP5B、WP5C会合、6月13日 (水) から20日 (水) に開催されたWP5D会合、8月20日 (月) から29日 (水) に開催されたTG5/1会合の主要議題と主な結果について報告する。

■表1. SG5の構成 (敬称略)

組織名	所掌	議長
SG5	地上業務	Martin Fenton (英国)
WP5A	陸上移動業務 (IMTを除く) アマチュア業務、アマチュア衛星業務	Jose Costa (カナダ)
WP5B	無線測位業務、航空移動業務、海上移動業務	John Mettrop (英国)
WP5C	固定業務	Pietro Nava (Huawei)
WP5D	IMT	Stephen Blust (AT&T)
TG5/1	WRC-19 議題1.13	Cindy Cook (カナダ)

## 2. WP5A第20回会合

### 2.1 WP5Aの所掌及び会合の概要

WP5Aは、IMTを除く陸上移動業務、一部の固定業務 (FWA: Fixed Wireless Access)、アマチュア業務及びアマチュア衛星業務に関する技術的検討を実施している。このうち、WG5の議長は我が国のソフトバンクの吉野氏が務めている。2018年5月21日 (月) から31日 (木) に開催された本会合には、46か国から279名が出席し、日本からは23名が参加

した。日本寄書13件を含む193件の入力文書について検討が行われ、64件の文書が出力された。

■表2. WP5Aの審議体制 (敬称略)

	担務内容	議長
WP5A		Jose Costa (カナダ)
WG1	アマチュア業務、アマチュア衛星業務	Dale Hughes (豪州)
WG2	システムと標準	Lang Baozhen (中国)
WG3	PPDR (公共保安及び災害救援)	Amy Sanders (米国)
WG4	干渉と共用	Michael Kraemmer (ドイツ)
WG5	新技術	吉野 仁 (日本)

### 2.2 主要議題及び主な結果

#### (1) 鉄道無線に関する検討 (WRC-19議題1.11)

WRC-19議題1.11 (列車沿線間の鉄道無線通信システム (RSTT) に関する検討) のCPMテキスト案について、①RR変更無し、②決議による周波数調和、③決議による周波数調和+詳細は勧告引用の3つのメソッドが作成され、CPM会合へ上程された。各国が主張する調和周波数帯については暫定として列挙されており、WRCまで継続検討されることとなった。また、RSTTの技術運用特性とスペクトラム要求についての新レポート案ITU-R M. [RSTT.USAGE] 及び周波数調和に関する新勧告案ITU-R M. [RSTT\_FRQ] を更新し、PDNRに格上げした。

#### (2) 5GHz帯RLANに関する検討 (WRC-19議題1.16)

WRC-19議題1.16 (5GHz帯RLANの周波数拡張等の検討) に関して、CPMテキスト案の作成作業が行われた。

本会合では、日本から、5.2GHz帯について、仰角制限を付した屋外利用を認めるメソッド案を提案した。結果として、5.2GHz帯については、①RR変更無し、②屋外開放+出力緩和 (米国提案)、③屋外開放 (日本提案)、④乗り物内で利用可 (フランス提案)、の4つのメソッドが作成され、CPM会合へ上程された。

### (3) 高度道路交通システム (ITS) に関する検討 (WRC-19 議題1.12)

WRC-19議題1.12 (ITS用周波数の世界的調和) のCPMテキスト案については、①RR変更無し、②決議による周波数調和、③決議作成+勧告引用の3つのメソッドが作成され、CPM会合へ上程された。②③における決議においては、②には5.9GHz帯だけでなく5.8GHz帯情報の引用を追加し、③には具体的な周波数帯を明記しないこととなった。また、新レポート案ITU-R M.[ITS USAGE]及び新勧告案M.[ITS\_FRQ]を更新した。

## 3. WP5B第20回会合

### 3.1 WP5Bの所掌及び会合の概要

WP5Bは、無線測位業務、航空移動業務及び海上移動業務に関する技術的検討を実施している。2018年5月21日(月)から6月1日(金)に開催された本会合には、44か国から283名が出席し、日本からは9名が参加した。日本寄書8件を含む174件の入力文書について検討が行われ、47件の文書が出力された。

■表3. WP5Bの審議体制

	担務内容	議長
WP5B	無線測位業務、海上移動業務及び航空移動業務	Mr.J.Mettrop (英国)
WG5B-1	無線標定関係 (各種レーダー等)	Mr.M.Weber (ドイツ)
WG5B-2	航空関係 (WRC-19議題1.10、9.1.4等)	Mr.J.Andre (フランス)
WG5B-3	海上関係 (WRC-19議題1.8、1.9.1、1.9.2等)	Mr.J.Huang (中国)
WG5B-4	他の課題	Mr.J.Cramer (米国)
AH-UAV	無人航空機・決議155関係	Mr.J.Mettrop (英国)

### 3.2 主要議題及び主な結果

#### (1) GMDSSの更新及び近代化に関する検討 (WRC-19 議題1.8)

議題1.8は、決議359 (WRC-15改) による全世界的な海上遭難・安全システム (GMDSS: Global Maritime Distress and Safety System) の更新及び近代化のための規制条項の検討である。

近代化のための規制条項の検討について、前回会合からの修正はなく合意された。GMDSSの更新について、WP4C (移動衛星業務及び無線測位衛星業務に関する作業部会) から送られたイリジウム衛星システムのGMDSS編入に関する内容をCPMテキスト案に反映しCPM会合へ上程された。

#### (2) 自律型海上無線機器 (AMRD) に関する検討 (WRC-19 議題1.9.1)

議題1.9.1は、156-162.05MHz帯で運用されるAMRDの検討であり、AMRDが使用する周波数候補のうち、航行の安全に関わるAMRDについては、異論なくメソッドが作成された。また、航行の安全に直接関わらないAMRDについては、日本からは国際VHFチャンネルの中から選定すべきと主張したが、中国はそれ以外の周波数の使用を主張し、意見が対立した。最終的に①国際VHFの1チャンネルを使用するメソッド (160.900MHz)、②国際VHFの3チャンネルを使用するメソッド (161.525MHz、161.550MHz、161.575MHz)、③国際VHFチャンネル以外の周波数を使用するメソッド (161.4375-161.4875MHz) の3つのメソッドが作成され、CPM会合へ上程された。

#### (3) 衛星VDE (VHFデータ通信) 導入のための海上移動衛星業務 (MMSS) 分配の検討 (WRC-19議題1.9.2)

議題1.9.2は、衛星VDEの導入のための周波数分配の検討である。

前回会合で提案された①国際VHFチャンネル以外の周波数帯 (160.9625-161.4875MHz) を使用 (フランス)、②国際VHFチャンネルを使用 (日本)、③変更なし (ロシア) に加え、今回合合では①②の帯域で異なる電力束密度制限値等の複数の追加提案が行われ、最終的に6つのメソッドが作成され、CPM会合へ上程された。

#### (4) GADSSに関する議論 (WRC-19議題1.10)

議題1.10は、決議426 (WRC-15) による全世界的な航空遭難・安全システム (GADSS: Global Aeronautical Distress and Safety System) の導入及び利用に関する周波数要求と規制条項の検討である。ICAOにおいて、GADSSは既存の航空周波数分配または遭難周波数内で動作するシステムであり追加の周波数分配は必要ないが、RRのその他の条項については修正が必要であると結論付けた。これを受けて新たな周波数割当ては不要とする事で合意された。しかし、その他のRR条項の改定について①GADSSの定義を追加し、技術的基準RR条項で規定しないメソッドと②GADSSの定義を追加し、技術的特性をITU-R勧告で定めるための新決議案を策定するメソッドに意見が分かれ、CPMテキスト案が作成されCPM会合へ上程された。

## 4. WP5C第20回会合

### 4.1 WP5Cの所掌及び会合の概要

WP5Cは、固定無線システム並びに30MHz以下の固定及



び陸上移動業務のシステムに関する技術的検討を実施している。このうち、WG5C-4の議長は我が国のNTTの大槻氏が務めている。2018年5月21日（月）から6月5日（火）に開催された本会合には、37か国、26機関から230名が出席し、日本からは7名が参加した。日本寄書2件を含む122件の入力文書等が検討され、22件の出力文書が出力された。

■表4. WP5Cの審議体制（敬称略）

	担務内容	議長
WP5C	固定業務	Pietro Nava (Huawei)
WG5C-1	3GHz以下のシステム	Brian Patten (米国)
WG5C-2	3-86GHzのシステム	Nasarat Ali (英国)
WG5C-3	86GHz以上のシステム及び一般的な寄与文書	Haim Mazar (ATDI)
WG5C-4	WRC議題に関連しない勧告、レポート等の見直し	大槻 信也 (日本)
WG5C-5 HAPS	WRC-19 議題1.14	Hugues De Bailliencourt (フランス)

#### 4.2 主要議題及び主な結果

##### (1) ITU-R勧告F.1105の改訂に向けた検討

ITU-R勧告F.1105は、災害緩和・救援運用に用いられる固定無線システムに関する勧告であり、現在改訂作業が行われている。本会合では、日本から、改訂勧告草案から改訂勧告案に格上げする提案をした。結果として、会合中にWP5Aから発出されたりエゾン文書を基に内容の修正を行った上で、改訂勧告案に格上げし、SG5に送付することが合意された。

##### (2) ITU-R新勧告草案F. [SHARE] の策定に向けた検討

ITU-R新勧告草案F. [SHARE] は、HF帯固定業務及び陸上移動業務が関係する共用・両立性検討の技術パラメータ及び方法の指針に関する勧告である。本会合では、ロシア及びカナダからの提案を受けて、微細なフォーマットや表記関連の修正とともに、周波数帯の下限値を3MHzから1.5MHzに変更する修正を行った上で、新勧告草案から新勧告案に格上げし、SG5に送付することが合意された。

##### (3) WRC-19議題1.14（高高度プラットフォーム（HAPS）のブロードバンド用途への応用）に関する検討

WRC-19議題1.14は、高高度プラットフォーム（HAPS）のブロードバンド用途への応用可能性の検討を行うものであり、割当候補の周波数帯域ごとに既存業務との共用検討結果をまとめた新報告案及びCPMテキスト案等の作成作業が進められた。本会合では、日本から6GHz帯の共用検討結果に関する新報告案に対して、国内の固定業務の保護のため、HAPSの電力束密度（PFD）の制限値の低減を提案した。

結果として、CPMテキスト案において、割当候補の全ての周波数について、①RR変更無し、②新規割当・特定、③既存割当の削除、の3つのメソッドが作成され、CPM会合へ上程された。また、既存業務との共用検討結果をまとめた新報告案において、日本提案のPFD制限値は、フランス・中国・米国等のHAPS推進国との調整を経て、日本提案の値から10dB緩和して採用された。

## 5. WP5D第30回会合

### 5.1 WP5Dの所掌及び会合の概要

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

IMT-2020開発に関しては、2017年11月のSG5にて要求条件、評価方法に関するITU-R報告が承認されており、第32回会合まで無線インタフェース提案の受付段階にある。周波数関連に関しては、WRC-15の結果を受けた周波数アレンジメント勧告の改訂作業や、WRC-19の議題9.1に関する共用検討やCPMテキスト案の作成を行っている。

2018年6月13日（水）から20日（水）に開催された本会合には、33か国、34機関から189名が出席し、日本からは15名が参加した。日本寄書10件（うち2件は日中韓共同寄書）を含む135件の入力文書が検討され、71件の文書が出力された。

■表5. WP5Dの審議体制（敬称略）

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

### 5.2 主要議題及び主な結果

#### (1) 一般的審議事項（General Aspects関連）

・MTC（Machine Type Communication）の技術・運用条件の検討に関するWRC-19議題9.1、課題9.1.8のCPMテキスト案作成については、既存のIMT特定帯域でMTCは柔軟に構築可能というまとめに加えて、UAE等が具体



的周波数情報の明示を主張したことを踏まえ、作成中の報告ITU-R M. [IMT.MTC] を参照するテキストをCPMテキスト案に追加し、最終化した。ITU-R M. [IMT.MTC] の作成作業については、[ ] がない形で作業文書をまとめ、新報告草案として次回会合にキャリアフォワードした。

- ・SWG PPDRでは広帯域PPDRへのIMTの使用に関する報告ITU-R M.2291-1にIMT-2020の要素を追加して改訂を行うことを合意し、次回以降報告及び作業計画の作成作業を進める。
- ・新報告案ITU-R M. [IMT.BY INDUSTRIES] については、作業文書にITSや工場の自動化に係るIMT-2020の使用ケースを新たに追記し、並びにIMTの能力に関する情報を扱うセクション3において、IMT Visionに関する勧告ITU-R M.2083 から関係情報を記述した。当該報告案の最終化を次回のWP 5D第31回会合で目指す。
- ・UTC (Coordinated Universal Time) の変更がIMTシステムに与える影響を問い合わせるリエゾン文書、IMTシステムベンダ専門家からの情報を踏まえ、日本寄与文書をベースに米国寄与文書と併せ、WP7Aへの回答リエゾン文書を作成した。

## (2) 周波数関連事項 (Spectrum Aspects関連)

- ・LバンドのIMTと放送衛星業務 (BSS) システムとの共存検討 (WRC-19議題9.1、課題9.1.2) に関するCPMテキスト草案について、日本、フランスから共同提案された想定される規制事項のアクションの構成変更に加えて、中国が主張した2つのアクションが追加されたCPMテキスト草案 (5D/TEMP/527Rev1) を最終化し、WP4Aへリエゾン文書を発出した。
- ・LバンドのIMTとMSSシステムの両立性検討について、新勧告草案に向けた作業文書の更新を行い、WP4Cへリエゾン文書 (5D/TEMP/534Rev1) を発出した。
- ・2.1GHz帯地上IMTと衛星コンポーネントの共存検討 (WRC-19議題9.1、課題9.1.1) に関するCPMテキスト草案は、Conclusion部において規制面の扱いに関する異なる見解を注記として別々に記載し、CPM19-2で扱うことを要請するテキストを加え、最終化 (5D/TEMP/538Rev2) を行い、WP4Cへリエゾン文書を発出した。
- ・4800-4990MHzにおけるIMTと航空移動業務 (AMS) システムの共用検討 (決議223 (WRC-15改) 関連) について、WP3K及びWP3Mに対し、6GHz以下のUrban、Suburban環境におけるクラッター予測を問い合わせるリエゾン文書を発出した。

- ・日本から提案を行ったHAPS (High Altitude Platform Station) のIMT基地局利用に係る技術・運用面のガイドラインに関する勧告/報告作成作業の開始については、IMT-2000を提供するHAPSの最小性能特性と運用条件に係る既存の勧告ITU-R M.1456の改訂を行う作業計画が合意された。

## (3) 技術関連事項 (Technology Aspects関連)

- ・IMT-2020無線インタフェースに関してはETSI及びTSDSIから初期提案があり、これに対応した新IMT-2020文書 (IMT-2020/6及びIMT-2020/7) を作成して、入力情報内容をITUメンバ以外でも閲覧可能とした。
- ・正式提案受領を示す新IMT-2020文書 (IMT-2020/YYY) のテンプレート作業文書は日本、中国、韓国の共同寄与文書及びカナダ寄与文書を基に更新され、内容をほぼ確定させた。
- ・IMT-2020無線インタフェースの評価に関する討議については、前回会合で日本から入力した案を基にTerms of Referencesを作成し、合意した。
- ・AH WORKPLAN議長から提案されたIMT-2020評価に関する評価ワークショップについては、WP5D第32回会合での開催に原則合意し、次回会合でプログラムを検討することとした。
- ・ITM-2020無線インタフェースの評価に関して、今回外部評価団体であるTTAからシミュレータ、北京郵電大等からチャンネルモデルに関する情報 (ソースコード) の更新情報が入力された。
- ・外部評価団体からの評価結果をまとめる新IMT-2020文書 (IMT-2020/ZZZ) のテンプレートに関しては、日本、中国、韓国の共同寄与文書を基に作業文書を作成した。
- ・帯域外不要輻射に関する勧告 ITU-R SM.329の改訂について、WP1A及びWP1Cからアクティブアンテナシステム (AAS) を用いた機器の規定について検討したが、総合放射電力 (TRP) を実環境 (OTA) で正確に測定することは不可という結論に達し、AASに関する規定は盛り込まれなかったとのリエゾン文書が入力された。これを受けて、WP5Dでは、3GPP、CEPT等の外部団体にAASの隣接チャンネル漏洩電力比 (ACLR) に関する規定、OTAでの測定方法等の情報提供を要請するリエゾン文書を発出した。

## 6. TG5/1第6回会合

### 6.1 TG5/1の所掌及び会合の概要

TG 5/1は、WRC-19議題1.13 (将来のIMT開発に向け



た24.25-86GHz帯における移動業務の追加一次分配を含むIMT特定のための周波数に関する検討)の検討に必要なITU-Rの研究を実施する責任グループであり、IMTと他業務の共用検討等を行い、共用検討結果や議題を解決する手法等をCPMテキスト案として2018年9月中旬までに完成させることが求められている。

8月20日(月)から29日(水)に開催された本会合には、38か国、34団体から197名が参加し、日本からは11名が出席した。日本寄書3件を含む72件の入力文書が検討され、共用検討の作業文書の更新、CPMテキスト案の最終化作業が行われた。

■表6. TG5/1の審議体制(敬称略)

	担務内容	議長
TG5/1	WRC-19 議題1.13	Cindy Cook (カナダ)
WG1	CPMテキスト案の作成	Michael Kraemer (ドイツ)
WG2	30GHz帯	Geraldo Neto (ブラジル)
WG3	40-50GHz帯	Yutao Zhu (中国)
WG4	70-80GHz帯	Rauno Ruismaki (フィンランド)

## 6.2 主要な結果

- 共用検討文書及びCPMテキスト案の作成を完了した。CPMテキスト案は2019年2月に開催予定のCPM19-2会合に提出される。また、前会合での積み残しとしていた周波数・業務ごとの共用検討文書の最終化を完了した。各共用検討文書のサマリー章が、CPMテキスト案の3章に反映されている。
- 32GHz帯については無線航行業務(RNS)との共用が困難でありIMT特定を行わない選択肢のみ残された。それ以外の帯域では、IMT特定の是非、特定を行う場合の条件等について議論が行われたが、IMT推進、既存業務保護の間で様々な提案がなされ、また審議時間的にも見解の一致を図ることが難しかったことから、CPM19-2で継続議論されることを前提に、双方の立場でのIMT特定の考え方、特定の条件を体系的に整理することを主眼にCPMテキスト案がまとめられた。
- 日本でも検討が行われている候補周波数の一部が含まれる26GHz帯に関しては、主に、EESS (passive) 保護のための不要発射制限を規定する決議750の更新内容、FSSとの共用条件(出力制限、仰角制限、等価電力束密度による制限等)及びそれらを規定する新決議内容について議論が行われ、CPM19-2に向け選択肢の明確化

が行われた。

- CPMテキスト案のMethodの構成、概要は以下のとおり。
  - Method1: NOC
  - Method2: IMT特定(一部周波数帯においては移動業務の一次業務追加を含む)
    - 共用検討が行われた周波数帯については、以下の2つのAlternativeが含まれる
      - Alternative1: 陸上移動業務に限る
      - Alternative2: 陸上移動業務に限らない
    - 共用検討が行われなかった45.5-47GHz、47-47.2GHzは、以下の2つのAlternativeが含まれる
      - Alternative1: 周波数共用検討が行われていないため、IMT特定を行わない
      - Alternative2: 周波数共用検討が行われていないが、IMT特定を行う
  - Method3: WRC決議に基づきIMT特定に向けた検討を継続(66-71GHzのみ対象)

## 7. 今後の予定

次回以降、各会合は以下のとおり開催される。

- WP5D(第31回会合): 2018年10月9日(火)~16日(火)(日本(福岡))
- WP5A、WP5B、WP5C(第20回会合): 2018年11月5日(月)~15日(木)(ITU本部(ジュネーブ))
- SG5: 2018年11月19日(月)(ITU本部(ジュネーブ))
- WP5D会合(31bis会合): 2019年2月11日(月)~15日(金)(ITU本部(ジュネーブ))
- CPM19-2: 2019年2月18日(月)~28日(木)(ITU本部(ジュネーブ))

## 8. おわりに

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

WRC-19までの今会期では、引き続き地上業務の研究が活発に行われる予定である。我が国が一層貢献・活躍できるよう、今後の審議に向けて関係各位の更なるご協力をお願い申し上げます。

# ITU-T SG5 (環境、気候変動と循環経済) 会合報告



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

おくがわ ゆういちろう  
奥川 雄一郎



株式会社日立製作所  
システム&サービスビジネス統括本部  
環境推進本部  
主管技師

なみかわ おさむ  
並河 治

## 1. はじめに

ITU-T SG5は、落雷や人体の電磁ばく露、電磁両立性(EMC: Electromagnetic Compatibility)などの電磁的現象と、ICT (Information and Communication Technology)の気候変動に対する効果の評価方法について検討している。本稿では、2018年9月11日~22日にスイス(ジュネーブ)のITU本部で開催された、第4回会合の審議内容を報告する。

今会合では、WP (Working Party) 1所掌の課題1~5において、6件の新規勧告案について勧告化手続きを開始することが合意(Consent)された。また、8件の補足文書(Supplement)の発行が同意(Agreement)された。一方、WP2所掌の課題6、7、9において、6件の新規勧告案について勧告化手続きを開始することが合意された。

## 2. 会合概要

- (1) 会合名: ITU-T SG5 第4回会合 (2017-2020会期)
- (2) 開催場所: ITU本部 (スイス・ジュネーブ)
- (3) 開催期間: 2018年9月11日~22日
- (4) 出席者: 26か国 122名 (うち、日本から14名)
- (5) 寄書件数: 132件 (うち、日本から15件)
- (6) 合意(Consent)された勧告案: 新規12件
- (7) 同意(Agreement)された文書: 8件

会合結果の要約はITU-T HP (<https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2017-2020/05/Pages/exec-sum.aspx>)に記載。

## 3. 審議結果

### 3.1 WP1 (EMCと雷防護、電磁界の人体ばく露)における審議状況

#### 課題1 (電磁サージからのICT設備の防護)

本課題では、雷撃や接地、電力システムからの電磁サージに対する通信システムの防護要件の検討を行っている。

今会合では、China Telecomから監視カメラシステムの雷対策と接地に関する新規勧告K.vssの草案第4版が提案され、IP系の監視カメラシステムを対象にするか否かについて議論が行われた。IP系システムを対象とする場合は、既存勧告との違いを明確にする必要があることをNTTからコメントし、次回会合までにChina TelecomとNTTが協力して整理することとなった。また、China Unicomから貧弱な接地環境にある小型の通信装置の保護に関する新規勧告K.pspの草案第5版が提案された。議論の結果、接地ポートがない装置の取扱いなどの条件が追加された最終草案が合意された。

#### 課題2 (装置の過電圧耐力和防護素子)

本課題では、過電圧や過電流に対する通信システムの防護要件と防護素子の検討を行っている。

今会合では、前会合で合意された通信装置の過電圧・過電流の基本要件に関する既存勧告K.44、通信ビル内に設置される装置の過電圧要件を規定した既存勧告K.20、宅内装置の過電圧要件を規定した既存勧告K.21において、AAP (Alternative Approval Procedure) で英国からコメント(DC給電ポート試験における接地条件)が提出されたことを受け、コラポータから解決案として、DC電源線の接地に関する定義や試験方法を解説する補足文書の作成が提案された。これについてNTTやNOKIAなどからの寄書提案を踏まえた草案が作成され、最終的に同意された。また、K.20、K.21、K.45 (アクセス系装置の過電圧耐力要件)で規定している要件の規定根拠を説明する補足文書の作成をNTTから提案し、新規ワークアイテムを作成することが承認された。

自動再投入機能付き漏電しゃ断器の技術要件に関する新規勧告K.rcdの最終草案がChina Telecomから提案され、エディトリアルな修正後、合意された。また、宅内及びアクセスネットワークにおけるサージ防護素子の使用における安



全ガイダンスに関する新規勧告K.spdsafeの草案第3版がNTTから提案され、IEC TC108において基本的な内容の理解が得られた時点で合意されることとなった。

### 課題3 (ICTからの電磁界に対する人体ばく露)

本課題では、ICT装置など通信施設から発生する電磁界の人体に対するばく露について、管理や測定、ガイドラインの検討を行っている。

今会合では、5G無線ネットワークに対する電磁界の適合評価に関する補足文書K.Supp-5G\_EMF\_ComplianceについてTelestra、Ericsson、Nokiaなどからの寄書提案を基にコンテンツが作成された。議論の結果、最終草案が同意された。NTTドコモ、NICTから提出したマンホール設置基地局の近傍での電磁界ばく露レベルに関する情報に関する寄書は、適切な基地局設置場所がない場合の情報として有用であることから、K.91のAppendix VIIIとして追加することが同意された。また、無線基地局からの電磁界ばく露モニタリングと情報プラットフォームについて、韓国から寄書が提案され、K.91のAppendix IXとして追加することが同意された。そのほか、無線設備における作業者の電磁界ばく露制限に対する評価と管理に関する新規勧告K.workers、金属構造物が電磁界ばく露レベルに与える影響に関する新規勧告K.reflection、アンテナ動作中の適合境界の決定法に関する新規勧告K.Zones、長期間を考慮した電磁界ばく露レベルの平均値と最大値の違いに関する新規勧告K.peakの草案第1版がそれぞれ審議され、内容が了承された。また、WHO (World Health Organization) の最近の状況についてEmilie van Deventer氏、EMF (Electromagnetic Field) を考慮した5Gネットワークの構築についてLuca Chiaraviglio氏のセッションが開催された。

### 課題4 (電気通信環境におけるEMC問題)

本課題では、新たな通信装置、通信サービスや無線システムに対応したEMC規格の検討を行っている。

今会合では、無線通信装置のEMC要件に関する新規勧告K.radio\_emcについて、草案が中国から提案され、適用範囲の明確化、参照規格の最新化、性能判定基準の定義、試験法の見直し、EUT (Equipment Under Test) の動作条件などに対するコメントがあり、それらを修正した最終草案が合意された。有線通信装置のEMC要件に関する新規勧告K.wireline\_emcについて草案が中国から提案され、K.radio\_emcと同様に適用範囲の明確化やDC電源ポートに

おける電圧ディップや変動試験のK.48との整合について修正した最終草案が合意された。また、通信施設内の電気装置に対するEMC要件に関する既存勧告K.123の改訂について、NTTから150kHz以下の伝導妨害波に対する許容値及びその根拠を寄書提案し、議論の結果内容が了承された。本件については次回会合で最終草案を提案し、合意する予定である。そのほか、無線通信端末のEMC要件に関する既存勧告K.116について、5Gのモバイル端末に関する要件を新たに盛り込むため、中国から改訂提案があり、作業を開始することが承認された。

### 課題5 (電磁界と粒子放射線からのICTシステムのセキュリティと信頼性)

本課題では、粒子放射線による通信装置のソフトウェアや電磁波セキュリティに関する検討を行っている。

今会合では、ソフトウェア試験結果の品質推定方法と適用ガイドに関する新規勧告K.soft\_mesの草案第4版が日本から提案され、議論の結果、微修正をした最終草案が合意された。なお、出席者から規定値の根拠を明確にしたほうが読者にとってより深い理解につながるとのコメントを受け、今後、補足文書等の作成を検討していくこととなった。ソフトウェアの通信装置に対する信頼性要件に関する新規勧告K.soft\_reqの草案第3版が日本から提案され、微修正をした最終草案が合意された。FPGAのソフトウェア対策に関する補足文書K.suppl.11について、Fin-FETを用いることでソフトウェア故障をより低減できるものの、引き続き対策設計が重要であることを新たに盛り込んだ改訂草案が日本から提案され、微修正を施した最終草案が同意された。また、通信装置の半導体デバイスに対するソフトウェア対策要件に関する新規勧告作成提案が日本から提出され、議論の結果、タイトルを修正することでワークアイテムK.soft\_devとして作成することが承認された。また、HEMP (High altitude Electromagnetic Pulse) に対する通信設備の防護に関する既存勧告K.78について、最新のIEC規格や研究成果を勧告に反映するため、改訂作業を開始することを日本から提案し、承認された。

### 3.2 WP2/5の審議結果

WP2/5のタイトルは“環境、エネルギー効率とサーキュラーエコノミー” (Environment, Energy Efficiency and the Circular Economy) であり、3つの課題を持つ。今会合期間中に3つ全ての課題別会合が行われた。審議結果は

以下のとおり。

## 課題6 (エネルギー効率とスマートなエネルギーの実現)

今会合には19件の寄書があり、全て議論がなされた。

- L.GAL2, “Interface for power management in NFV environments “Green Abstraction Layer 2””

本勧告では、GAL2 (Green Abstraction Layer 2) と呼ばれるNFV (Network Function Virtualization) 環境における電源管理インタフェースを定める。勧告の目的は各NFVの電力消費をモニタしコントロールすること。今会合では、本勧告のメインである構成要素を定める第7章「GALv2 Energy-Aware States definition」とAPI (Application Program Interface) を定める第8章「GALv2 Green Standard Interface」が提案された。継続検討される。

- L.mmmNFV, “Measurement method for energy efficiency of Network Function Virtualization”

本勧告では、NFVと呼ぶ、従来からの物理的な通信機器を仮想的なプラットフォーム上で動作するネットワーク機能に置き換えることを定めている。

そのために、Virtualised Network Functions (VNF)、NFVインフラストラクチャ (NFVI)、NFV Management and Orchestration (MANO) とよばれる3つのドメインが導入されている。今会合で合意された。

- L.L1310, “Energy efficiency metrics and measurement methods for telecommunication equipment”

今会合では、既に発行されている勧告に対し、これまで規定されていなかったradio base stationのエネルギー効率メトリクスとテスト方法の追加提案がなされた。energy performanceとして消費電力量あたりの転送量 [bits/Wh] を規定。議論の結果、改定を進めることとなった。

- L.SE\_DC, “smart energy solution for data centre and telecom centre”

今会合では第7章として “direct AC Mains supply smart solution” を追加する提案がなされた。継続検討。

- L.DCIM

今会合で、ビッグデータとAIを活用したDCIM (data centre infrastructure management) ベースでのデータセンター管理システム要件の新規勧告策定提案があり、開発着手される事になった。

- L.green\_mgm\_DC, “Functional requirements and framework of green data centre energy-saving

management system”

本勧告は、スマートなデータセンターを実現するための energy-saving management system (ESMS) と呼ぶ管理システムを規定する。今会合ではコントロールブロックと呼ばれるモジュールのアップデートが提案され議論された。今会合で合意された。

- L.ENTS2, “Innovative energy storage technology for stationary use-Part 2: Battery”

本勧告は、-48V、最大400VDCまたは12Vまでの電力インタフェースを備えたテレコムサイト、アクティブネットワークユニット、データセンターまたは顧客宅内のICT機器に電力供給するためのバッテリー使用の評価に関するテスト要件が含まれる。今回の会合で合意された。

- L.SP\_OB, “A Methodology for improving, assessing and scoring the sustainability performance of office buildings”

新規勧告開発提案がなされた。この提案は、既存のオフィスビルの環境パフォーマンスを向上させるための方法論を開発することを目的としている。また、既存の全てのオフィスビルに実装されるべき16のベストプラクティス提案と、建物の環境への影響を低減することに関連する約185の項目を各5点で評価する事が提案されている。開発に着手する事となった。

- L.SIB “Sustainable and intelligent building services”

本勧告は、市民の生活の質を向上させるために持続可能でインテリジェントな建物によって提供されるべきサービスとデータ、並びにこれらのサービスを提供する装置によって満たされる機能的特徴と技術的要件の仕様を定める事を目的としている。ビルにIoTを導入することによりエネルギーや環境といった側面を最適に制御するため、基本的な構成、IoTノードの機能要件、技術要件を定めている。今会合で合意された。

## 課題7 (サーキュラーエコノミー)

今会合には20件の寄書があり、全て議論がなされた。

- L.EW 2020, “Guideline on Implementing the E-waste Reduction Target of the Connect2020 Agenda”

本勧告は、Connect 2020アジェンダの電子廃棄物削減目標に取り組むための3つのステップアプローチを扱う。関係する利害関係者が、2020年までに廃棄物を50%削減する、コネク2020アジェンダの目標3.2に取り組む事を目的としている。今回の会合で合意された。



- ・L.ER, “Guidelines and Certification schemes for e-Waste Recyclers”

本勧告は、電子廃棄物処理業者のリサイクル、特にWEEEの回収と解体に携わりリサイクル業者の要件を規定する。継続検討。

- ・L.CEM, “Criteria for evaluation of the environmental impact of mobile phones”

本勧告は、携帯電話の設計、製造、使用、及びEoLのライフサイクルの全ての段階を考慮して、携帯電話の環境への影響を評価するための基準を規定するとともに、環境パフォーマンスの最低レベルを定義する。今回の会合で合意された。

- ・L.CE\_Concepts, “Circular Economy. Definitions and concepts for material efficiency for ICT”

本勧告は、サーキュラーエコノミーに対するICTの特別な考慮事項と課題について規定し、ICTの材料効率の垂直標準化を導くことを意図している。ICTへの適用性を考慮しながら、サーキュラーエコノミーのアプローチ、概念、及びメトリクスに基づいたガイドラインも含む。ガイドラインでは、どのような基準が利用可能であり、どの製品グループに関連しているかを調査する。継続検討。

#### 課題9（気候変動とSDGs）

今会合には26件の寄書があり、全て議論がなされた。

- ・L.1450 (Methodologies for the assessment of the environmental impact of the ICT sector)

本勧告はICTセクターレベルでのGHG排出算定方法論を定めている。追加レビューに対するコメントと共に追加レビュー期間後の5件の寄書がSG5に提出され議論が行われた。今会合で合意された。

また、L.1450の適用に関して3件の寄書があり検討がなされた。ネットワークオペレータが2度目標を守るシナリオの調査結果の紹介。ICTセクターのベースライン検討に地球炭素法（Global Carbon Law）の提案。同じくICTセクターのベースライン検討に研究結果を提案。

- ・L.MAAP (Methodology for assessing the aggregated positive sector-level impacts of ICT in other sectors)

本勧告はICTが他セクターに対する貢献を算定する手法である。

今会合では、この勧告で採用する評価方法論として複数の手法を記述し、それら手法の長所短所や手法選択のガイドを記載する事になった。その際に、複数の評価手法

はサブプリメントとして発行してはどうかという提案がなされた。継続検討。

#### 3.3 アジア・パシフィック地域グループコーディネーション会合（SG5RG-AP、Regional Group for Asia and the Pacific）

今回のSG5会合期間中にSG5副議長のQi Shuguang 女史（中国）が議長を務めるアジア・パシフィック地域グループコーディネーション会合が開催された。

1回目のアジア・パシフィック地域グループ会合が2018年12月3日に中国でSG20会合及びAI/IoT/スマートシティのワークショップと併せて開催が予定されており、それに向けた準備会合的な位置付けであった。議論の結果、3つのグループ（AI and emerging technology、EMC&EMF、ICT Environmental aspects and circular economy）の設立が表明された。

#### 3.4 新規フォーカスグループの設立提案

WP2/5のオープニング全体会合においてSG5議長のMaria Victoria Sukenik 女史（アルゼンチン）より“Environmental Efficiency for Artificial Intelligence and other Emerging Technologies”（FG-AI4EE）と題する新規フォーカスグループの設立提案があった。提案に対するレビューと議論が行われ、多くの国とメンバーのサポートを得、提案されたToR（Terms of Reference）は次回2019年5月予定のSG5会合で最終合意され新フォーカスグループが設立される見通しとなった。

## 4. おわりに

2018年9月11日から21日の期間で開催された今回の会合は、最終日21日にSG5全体会合がSG5議長のMaria Victoria Sukenik 女史（アルゼンチン）が不在のためSG5副議長のQi Shuguang 女史（中国）により進行され、WP1/5とWP2/5それぞれのWP議長から今会合期間中の活動報告がなされすべての案件が合意された。

今会合では、12の勧告に合意、1つの勧告に同意、22の新規アイテムが追加された。

今後のSG5及び地域会合として以下が設定された。

- ・ラテンアメリカ地域会合：2018年10月24日、コロンビア（ボゴタ）
- ・アジア・パシフィック地域会合：2018年12月3日、中国（無錫）
- ・SG5会合：2019年5月13日から22日、スイス（ジュネーブ）

# ITU-T SG17 (セキュリティ) 第4回会合報告



株式会社 KDDI 総合研究所  
スマートセキュリティグループ  
グループリーダー

みやけ ゆたか  
三宅 優



株式会社 KDDI 総合研究所  
サイバーセキュリティグループ  
研究マネージャー

いそはら たかまさ  
磯原 隆将

## 1. はじめに

ITU-T SG17 (セキュリティ) の第4回会合が、2018年8月29日 (水)～9月7日 (金) にスイス (ジュネーブ) のITU本部において開催された。この会合には、日本からの10名を含む、37か国・諸機関から174名の参加があった。提出された寄書は144件 (うち日本から6件) で、424件の臨時文書 (Temporary Document) が発行された。

## 2. SG17全体にかかわる結果

### 2.1 最先端のサイバーセキュリティ攻撃とランサムウェアに関するワークショップの開催

会合前日の8月28日 (火) に、「ITU Workshop on Advanced Cybersecurity Attacks and Ransomware」が開催された。サイバー攻撃の手法が高度化、悪質化する中で、攻撃の現状、技術的な対策の取組み、関連する標準化活動の状況、等について発表が行われた。標準化関連については、サイバー脅威の情報共有の仕組みが必要であることと、これらに関連する取組みについてSTIX/TAXIIがOASISで規格化されていることから、STIX/TAXIIのITU-T勧告化について検討を行うこととなった。

### 2.2 SG17体制の見直しに関する議論

2021年からの会期のSG17の体制見直しを進めるための活動として、コレスポネンスグループ (CG-XSS: Correspondence Group on Transformation of Security Studies) を設立し、会合期間中は特別セッション「Transformation of Security Studies」を開催している。今回の会合では、新規の検討項目として耐量子コンピュータ暗号の検討を課題4のインキュベーションプロセスで検討を行い、前回の会合で提案されていた課題4、課題5、課題6、課題8の課題テキスト修正については、修正箇所を各課題で議論して、修正案をTSAGに送付した。主な修正箇所は、課題4はサイバーセキュリティフレームワークと脅威・脆弱性分析のためのAI

(人工知能) / ML (機械学習) の利用の検討、及び、インキュベーション機能を持つことを追加、課題5はスパムの発信源、電子メールによるマルウェアの拡散、標的型攻撃、ランサムウェアに関する検討の追加、課題6は5Gセキュリティに関する検討の追加、課題8は課題タイトルを「Cloud computing and Big data infrastructure security」とビッグデータを新たに含め、ビッグデータに関する検討を含めたことである。コレスポネンスグループCG-XSSについては、ToR (Terms of Reference) を更新して今会期中は継続することを合意した。

### 2.3 耐量子コンピュータ暗号に関する提案についての検討

量子コンピュータにより既存の暗号アルゴリズムが危殆化 (解読が容易になること) するとされているため、量子コンピュータでも解読が困難な暗号の利用に関する提案が行われた。これらの提案については新規の取扱いとのことで、課題4に設置されたインキュベーション機能により検討された。提案は大きく2つの種類に分類され、1つは共通鍵暗号であるAESの改良、もう1つは、量子鍵配送 (QKD: Quantum Key Distribution) である。AESについては、NISTで仕様が進められISO/IEC JTC1 SC27で標準化されているため、ITU-Tの範疇ではないとのことからワークアイテム化しないこととなった。量子鍵配送については、まずは、テクニカルレポートのためのワークアイテムを設立して議論を継続することとなった。また、量子鍵配送に関する新規課題設立提案も行われたが、次回の会合で継続議論となった。

## 3. 会合の主な審議内容と結果

### 3.1 課題1: 電気通信 / ICTのセキュリティに関する調整

課題1は各WPから独立して活動を行っており、SG17全体の調整、及び、他のSGやTSAG、標準化団体等との関係において、SG17全体にかかわる案件を担当している。今回の課題1においては、活動が停止となっているJCA-COP (Joint



Coordination Activity on Child Online Protection)の再開提案がチュニジアからあり、11月に開催されるITU PP-10の議論を経て次回のSG17会合で本提案を検討することとした。また、次回のSG17会合前日にAI/MLとセキュリティに関するワークショップを開催することとした。

### 3.2 WP1: 電気通信 / ICTセキュリティ

WP1は、各種サービスに必要とされるセキュリティアーキテクチャとフレームワークの検討を行う課題2、ISO/IEC JTC1 SC27との連携をベースに通信事業者における情報セキュリティマネジメントに関する検討を行う課題3、モバイルセキュリティやUSN (Ubiquitous Sensor Network) セキュリティ、IoTセキュリティに関連した検討を行う課題6、ITSセキュリティの検討を行う課題13から構成されている。

- ・課題2では、今回の会合では新規のワークアイテムや勧告発行を合意した文書はなく、主に、既存のワークアイテムの更新を行った。次回の会合で、X.sdnsec-3 (Security guideline of Service Function Chain based on software defined network) を合意 (Consent) する予定となっている。本勧告案では、SDN (Software Defined Networking) の利用においてネットワークポリシーを展開する機能に対する脅威とセキュリティ対策について説明している。
- ・課題3では、ITU-T X.1051 (Code of practice for Information security controls based on ISO/IEC 27002 for telecommunications organizations) に対する補足文書、Information security management users' guide for Recommendation ITU-T X.1051の更新に合意した。また、新規のワークアイテムとしてX.sup-csc (Critical security controls for telecommunications organizations information and network security management in support of ITU-T X.1051) を設立した。本文書もITU-T X.1051に対する補足文書となり、本勧告に関するベストプラクティスを含むものとなる。ISO/IEC JTC1 SC27との連携により進めていたX.cins (Guidelines for cyber insurance) については、SC27側で標準化を進めているISO/IEC 27102との方向性の違いにより、ITU-T側でのワークアイテムを削除することとした。
- ・課題6では、勧告案X.1042 (X.sdnsec-1, Security services using the software-defined networking) を決定 (Determination) した。SDNの機能を利用したセキュリティ対策について規定している。また、新規ワークアイテムとして、5Gにおける信頼関係に基づくセキュリティフレームワー

ク、IoTエラーログの標準フォーマット、IoT環境でのグループ認証における一括したメッセージ認証方式、IoTシステムにおけるセキュリティ制御、IoTデバイスとゲートウェイのためのセキュリティ要件の5件を設立した。

- ・課題13では、イーサネットをベースとした車内ネットワークのセキュリティガイドライン、自動車環境におけるクラウドベースのイベントデータ記録機構のセキュリティガイドライン、コネクテッドカーにおけるセキュリティ脅威情報共有のためのフレームワークの3件を新規ワークアイテムとして設立した。また、勧告X.1373 (Secure software update capability for intelligent transportation system communication devices) の改訂作業を開始することを合意した。

### 3.3 WP2: サイバー空間のセキュリティ

WP2は、CYBEXをはじめとするサイバー空間上の様々な脅威に対する具体的な対策やガイドラインの検討を行う課題4、技術的な観点からスパム対策の検討を行う課題5、ブロックチェーンの要素技術である分散台帳技術のセキュリティについて検討を行う課題14から構成される。

- ・課題4では、勧告案X.1521 (X.ucstix, Use Cases for Structured Threat Information Expression (STIX)) を決定した。本文書では、STIXのユースケースとして、ランサムウェア、暗号通貨へのサイバー攻撃の事例を示している。また、サイバーセキュリティに関する情報交換のための勧告について議論してきたCG-Cyber (Correspondence Group on Cybersecurity Information Exchange Techniques) は、勧告化の作業が一段落したことから、今会合で活動を終了することに合意した。
- ・課題5では、前回の会合で決定したモバイルアプリケーションに埋め込まれた広告スパム対策の技術ガイドラインを規定する勧告案X.1249を再度決定した。投票においてコメントがあり、そのコメント解決により修正された箇所が多いためである。また、X.sup-ctss (Technical framework for countering telephone service scam) を補足文書として発行することに合意した。
- ・課題14では、X.srip-dlt (Security requirements for intellectual property management based on DLT) を新規ワークアイテムとして設立した。また、FG-DLT (Focus Group on Application of Distributed Ledger Technology) に対して、課題14の標準化ロードマップ、DLTに関する標準化活動の概要、課題14における用語集を送付し、連携を深めることとした。

### 3.4 WP3：アプリケーションセキュリティ

WP3は、Webサービスやアプリケーションサービス、P2Pで必要とされるセキュリティ技術の検討を行う課題7、クラウドコンピューティングにおけるセキュリティに関わる検討を行う課題8、仕様記述言語や統一モデリング言語 (UML)、開放型分散処理(ODP)などの検討を行う課題12から構成される。

- ・課題7では、クライアント・サーバモデルにおけるパスワード認証を強化するX.hakm (Guidelines on hybrid authentication and key management mechanisms in client-server model) 及びモバイルインターネットサービスにおけるビッグデータ解析に対するセキュリティ要求とフレームワークを提供するX.srfb (Security requirements and framework for big data analytics in mobile Internet services) を合意した。また、新規ワークアイテムとして、多要素認証におけるリスク特定のためのテクニカルフレームワークを提供するX.tfrca (Technical framework of risk identification to enhance authentication) を設立した。現時点で6件の勧告案を議論している。
- ・課題8では、新規ワークアイテムとして、クラウド環境におけるコンテナ仮想化技術に対するセキュリティ脅威の分析とガイドライン及び参照フレームワークの提供を行うX.sgcc (Security guidelines for container in cloud computing environment) を設立した。現時点で7件の勧告案を議論している。
- ・課題12では、実装者ガイドITU-T Z.Imp.100 (Specification and Description Language implementer's guide-Version 3.0.2) を合意した。また、TTCN-3とSDL-2010関連の勧告の改訂版12件を合意した。現時点で27件の勧告案を議論している。

### 3.5 WP4：ID管理及び認証

WP4は、生体認証技術を通信環境で利用するための標準規格の検討を行う課題9、ID管理に関連する技術やサービスについて検討する課題10、X.509を含むPKI関連技術とASN.1/OID関連の検討を行う課題11から構成される。

- ・課題9では、X.tac (Telebiometric Access Control with smart ID Card) を合意した。また、e-Healthに関する5件の勧告案 (X.th2、X.th3、X.th4、X.th5、X.th6) が削除され、これら5つを集約した新規ワークアイテムとして、X.b2m (Biology to Machine Protocol) を設立した。現時点で2件の勧告案を議論している。
- ・課題10では、FIDO仕様の検討を行い、X.ctap (Client

To Authenticator Protocol/Universal 2-factor authentication framework) 及びX.uaf (FIDO Universal Authentication Framework (UAF)) を合意した。現時点で、3件の勧告案と1件の補足文書を議論している。

- ・課題11では、X.CMS-prof (Cryptographic Message Syntax (CMS) profile) 及びX.orf-gs (Object identifier-based resolution framework for IoT grouped services) を合意した。現時点で、8件の勧告案を議論している。

## 4. 今後の会合の予定について

次回のSG17会合は、2019年1月22日 (火)～1月30日 (水) にスイス (ジュネーブ) で開催される。また会合前日の1月21日 (月) には、AI/MLをテーマとしたワークショップを開催する予定である。

次回までに開催される中間会合等の予定を表に示す。

■表. 今後の関係会合の予定

会合名	開催期間	開催地	会合内容
課題13 中間会合	2018年 11月7日～8日	シンガポール	課題13の ワークアイテム全て
課題10 中間会合	2018年 11月12日～13日	日本 (東京)	課題10の ワークアイテム全て
課題14 中間会合	2018年 11月12日～13日	日本 (東京)	課題14の ワークアイテム全て
ワークショップ	2019年 1月21日	スイス (ジュネーブ)	AI/MLをテーマと したワークショップ
SG17会合	2019年 1月22日～1月30日	スイス (ジュネーブ)	

## 5. おわりに

今回の会合では174名の参加登録があり、寄書、及び、臨時文書の発行件数が過去最高との報告が行われた。アフリカ、アジア地域の国々からの参加者も多く、ITU-Tの中で最も活動が活発なSGの1つとなっている。多くの国がセキュリティに対して関心を持つ中で、これまでの検討項目から時代に即した検討項目への移行が求められており、今回の会合では量子コンピュータ実現後に必要とされる通信の暗号化対策における取組みの提案が行われた。今後も、同様の新規提案が出てくると考えられる。今回の会合では、ITUとして取り扱う項目範囲について議論が行われ、暗号に関する提案は却下されたが、今後も、多くの標準化団体が活動する中で、ITUが取り組むべき範囲について議論が行われていくと考えられる。他の標準化団体との連携を前提として、効率良く有益となる方向性を見いだしていく必要があると考えられる。



# ITU-D SG1 ラポータ会合報告

総務省 参与 かわすみ やすひこ  
川角 靖彦



## 1. はじめに

SG1 (電気通信／ICT開発のための環境整備) は2018年9月17～28日にITU本部で開催され、我が国から松本充司氏 (Q7副ラポータ) 及び筆者 (SG1 副議長及びQ5副ラポータ) が総務省参与として出席した。議長は、Ms. R. F. A. Bessou (コートジボワール)、副議長は日本を含む13人が選出されている。WTDC-17 (プエノスアイレス) の結果、今研究期 (2018-2021) は7つの研究課題が設定され、次回WTDCまで研究作業を続けることになっている。その間、毎年研究課題ごとに年次報告、進捗状況報告、



■写真1. SG1 ラポータ会合風景

成果報告をまとめることとされている。

最終年の2021年には最終報告書がまとめられる。今回は2018年4月30日～5月4日のSG1会合に続くラポータ会合で、各課題に1日ないし2日が割り当てられ、入力文書、BDT FP (Focal Point) の報告、ITU-T/Rからのリエゾン文書 (LS: Liaison Statement)、最終報告書の目次等の審議が行われた。

## 2. 各課題の審議概要

### 課題1 (ブロードバンド政策と戦略)

ルワンダ、マラウィから入力文書により、世銀の資金とユニバーサル・サービス・ファンド (USF) 等により国内の光ブロードバンド網の整備が行われたことが報告された。両国の光ブロードバンド網は、国境を越え、ブロードバンド基幹線により、アフリカ1周光海底ケーブルに接続され国際網につながっている。ブロードバンド網を通じて、国内、国外のIXP (Internet Exchange Point) と相互接続が行われているが、そのために関係者の間でMoUが締結され、インターネットサービスが受けられるようになった。アフリカの多くの国ではUSFを活用したブロードバンド普及策がとられているとの報告がいくつかの国からあった。

■表. 今研究期の課題

課題番号	タイトル
Q1/1	途上国におけるブロードバンド整備のための戦略と政策
Q2/1	デジタル放送への移行及び導入、移行後の周波数帯を利用した新サービス導入のための戦略、政策、規制、方法
Q3/1	クラウド・コンピューティング、mサービス、OTTを含む新興テクノロジー：途上国の挑戦及び機会、経済及び政策への影響
Q4/1	国内電気通信／ICTネットワークに関連するNGNを含むサービスのコストを決定する方法、経済政策と方法
Q5/1	ルール及び遠隔地域のための電気通信／ICT
Q6/1	消費者情報、保護及び権利：法律、規制、経済基盤、消費者ネットワーク
Q7/1	障がい者、特別なニーズのある人々の電気通信／ICTサービスへのアクセス

## 課題2 (デジタル放送への移行、新サービス実施のための戦略、政策、規制、方法)

ITUの開発セクター (BDT) が、ハンガリー、ジュネーブ、ローマで実施した地デジ移行、5Gサービスの周波数利用、CATV等に関するWorkshopの報告を行った後、ブラジルとHuawei (中国) からデジタル放送分野の新技术、新サービスに関する寄書がプレゼンテーションされた。ブラジル寄書はIBB (Integrated Broadcast Broadband) という放送と通信を融合した同国の新サービスについて、Huaweiの寄書は4K、8K、AR (拡張現実: Augmented Reality)、VR (仮想現実: Virtual Reality) など放送分野の新技术の紹介であった。これに関して日本では2018年中に東京オリンピック・パラリンピックに備え、4K、8Kの公共放送が開始される旨発言したところ、議長 (Mr. Hirayama、ブラジル) から次回会合にぜひ寄書を出して欲しいと要請された。

## 課題3 (クラウド、mサービス、OTTを含む新興技術: 機会、経済、政策)

Facebook、TMG (いずれもUSA) が副レポートとしてクラウド・コンピューティングとOTTサービスについて最終報告書に挿入する草案を提出した。また、SME (中小企業) として参加のイタリアのProge Software社がdata-privacyについて寄書を提出した。ほかにはBDTのFPがOTTサービスなどに関するグローバルな調査結果を報告した。これに関して、OTTサービスとテレコム事業者のサービスとの区別がつかなくなっている。それにもかかわらずOTTサービス (Facebook、Google、Amazon、Apple、Skype等) は各国では規制できない。途上国に普及している米国のOTTサービスには途上国ではライセンス料の徴収や課税ができない。世界共通の規制が必要ではないかとの意見がアフリカの数か国からあった。ITUの憲章で規定すべきとの意見も出て、ITR (国際電気通信規則: International Telecommunication Regulations) の問題に発展しそうであった。レポートはマイクロソフトのMr. Kettaniが務めている。

## 課題4 (国内電気通信 / ICTネットワークのサービスコストの決定、経済政策及び方法)

従来のテレコムサービスが収縮する中で、5Gサービス (セルが100~200mと小さいので基地局の数が多くなる) の導入は、途上国にとっては、インフラ投資に多大

なコストが必要になる。インフラ構築や周波数スペクトラムのシェアリングによるコスト削減方法などについて、BDTは各地域でワークショップを開催して、プレーン・ストーミングを行っている。周波数監理やデジタル・エコノミーへ移行の備えが必要になっている。

## 課題5 (ルーラル及び遠隔地域の電気通信/ICT)

日本からSME 特別枠で参加した大和コンピュータのIOTセンサーを活用したメロン栽培法に関する寄書でルーラル地域への適用を訴え、塩尻市から同じく寄書でIOTセンサーを活用したルーラル地域に適用可能な土砂崩れ早期予測、河川水位監視など災害監視、鳥獣被害監視/防止等のセンサーネットワークの紹介を行った。途上国からはルワンダ、コートジボアール、ブータン、インド等多くの国においてUSFが制度化され、ルーラル地域を含む全土にブロードバンドの普及が進められていることが紹介された。これまで日本がラポータを務めて、ルーラル地域の電気通信/ICT開発問題の研究作業が進められてきたが、今期からはジンバブエ及びサウジアラビアの共同ラポータをはじめ途上国から多くの副ラポータが参加し、本課題の研究作業が新たな盛り上りを見せている。

## 課題6 (消費者情報、保護及び権利: 法律、規制)

ブラジルから不正な付加価値サービス (VAS) の調査結果、マダガスカルから不正なSIMカードが通信事業者に多大な損害を与えているが規制ができない問題、インドから消費者データ保護とプライバシーの問題、インターネット利用における子供保護の問題等が寄書で提起された。ラポータ (中国) は顔認証等新技术で不正SIM問題を解決できないかとの見解を述べた。本問題はITUが中心となってキャパシティビルディングを進めるべきだという意見があった。ITUの憲章あるいはITRなど国際的な規制を設けるべきとの意見もあった。BDTからGSRのAIとデータ保護に関するガイドラインが紹介された。中国で2018年12月にITU-TのAIに関するFocus Gのフォーラムが開催される。

## 課題7 (障がい者、特別なニーズのある人々の電気通信 / ICTサービスへのアクセス)

マリ、イラン、コートジボアール、ボスニア・ヘルツェゴビナ、MWF (Mobile Wireless Forum、ベルギー)、イ



ンド、日本、中国、G3ict (米国)、ロシア、WHO、韓国、BDT FP等多数の寄書が寄せられ、各国の障がい者の現状、政策展開、障がい者向け機器の紹介が行われた。日本寄書の1件目は電気通信サービスを障がい者や高齢者が安心して使用できる機器にロゴマークを導入しようとするもので、ロゴマーク取得のプロセス、仕組み等が紹介された。2件目は聴覚障がい者が受話器で聞き取りにくい際にテキストに変換して理解を促すシステムについて、テキストベースではあるが、携帯電話会社による自動リレーサービスの提供に関する事例紹介であり、途上国の関心と呼んだ。韓国、中国、ロシアも障がい者のための国の対策を紹介した。インドはUSF を利用してルール地域農村女性の教育、雇用促進、銀行サービス、行政サービスへのアクセス支援をしていることを紹介した。

MWFは無線機器の障がい者対策を施したものに関するデータベースを構築し、各国の障がい者への取組みを示すWebを紹介した。WHOは高齢者による難聴発症が増加している現状を踏まえ、聴力喪失予防に関する紹介を行った。

### 3. おわりに

SG1会合は各課題の戦略、制度、政策及び方法について審議する場であるため、途上国の通信省及び規制機関の高官が多く参加していた。全権委員会議を1か月後に控えて、ロビーでは、米国国務省の代表が、BDT局長に立候補している同国候補者への支持を参加者に訴えていた。ほかには、今回試験的に非メンバーのSMEが参加できるようになったため、日本の大和コンピュータからQ5にe-Agricultureに関する寄書が提出され、途上国の関心と呼んだ。また、途上国でUSFの導入が進み、ブロードバンド網の普及に役立っていることが報告された。OTTサービスが途上国の通信事業に及ぼす影響が問題となったが、今後も議論が続くものと思われる。課題の審議のほかQ1/1とQ7/1に関するFocus Session/Workshopが開催され専門家のプレゼンテーションによるブレイン・ストーミングが行われ、途上国の参加者にとって有益であった。



■写真2. ジュネーブ旧市街の美術歴史ミュージアムでスイスの画家ホドラー没後100年展が開催中であった。



■写真3. 週末ジュネーブ旧市街のカレッジで領事館主催のジャパフェスティバルが開催され、スイス人若者による和太鼓演奏が披露された。

# ITU-D SG2 レポート合会報告

総務省 国際政策課 **後藤 晃** ことう あきら



## 1. はじめに

今次研究会期（2018～2021年）のITU-D第2研究委員会（SG2）レポート合会第1回が、2018年10月1日～11日の日程で、ITU本部（スイス、ジュネーブ）において開催された。

SG2は「持続可能な開発の促進のためのICTサービス及びアプリケーション」を研究テーマとして7つの研究課題（Q1：スマート社会、Q2：eヘルス、Q3：サイバーセキュリティ、Q4：適合性・相互運用性（C&I）と偽造対策、Q5：災害リスク管理、Q6：環境、Q7：人体ばく露）があり、各課題の会合とも40名前後が参加。アルジェリア、エジプト、ギニア、ケニア、コートジボワール、ジンバブエ、セネガル、ブルキナファソ、ルワンダ等アフリカ諸国からの参加者が多数。ほか、米国、英国、フランス、イタリア、エストニア、リトアニア、中国、韓国、インド、イラン、UAE、イスラエル、ブラジル、パラグアイ等が参加。また、WHO、ILO、UNIDO等の国際機関、各研究課題に関するITU担当者が参加した。

我が国からは、橋本総務省参事官補佐、後藤総務省ITU係長、川角総務省参与（ITU協会）、中島Q2レポート（東海大学）、今中Q5副レポート（NICT）、梅澤Q1副レポート（KDDI）、小林Q1副レポート（NEC）、永沼Q3副レポート（NEC）のほか、NTTドコモ、神戸国際大学、塩尻市、東北大学、日本光電工業、中小企業（SME）4社等21名が参加した。

## 2. 概要

ITU-D SG2の7つの研究課題について、2018年5月のSG2合会で決定した今期における各研究課題の活動方針に基づき、会期末における最終報告書やガイドライン等の取りまと

めに向けて、加盟国、セクターメンバー、試行的に参加が認められたSME及びITU事務局から提出された寄書の報告及び議論、ワークショップでのプレゼンテーション等を通じたベストプラクティスの収集及び分析が行われた。また、他の国際機関、ITU-T及びRのSG、ITU-D SG1等との連携及び研究内容の重複回避、今後の作業方針・スケジュール等について議論し、合意した。

各研究課題の最終報告書に我が国のベストプラクティスを反映させることで、途上国支援を図るとともに、我が国の優れたICTの技術やシステムの海外展開を支援するため、今次合会において以下の取組みを実施した。

### (1) SMEの参加及び展示ブースの出展

2017年の理事会で、SMEは分担金の支払いなしでITU-D及びTのSG関連合会に参加できるパイロットプロジェクトの実施を決定した。今次SG2レポート合会に我が国から、表のとおり4社の参加希望があり、総務省は、寄書の提出及び展示ブースの出展を支援した。

この4社のSMEのほか、情報通信研究機構（NICT）が移動式ICTユニット「MDRU」を展示し、機能の詳細や衛星通信との連携等について、アフリカ諸国から関心が寄せられた。

### (2) 我が国主導でのワークショップの開催

我が国のレポート及び副レポートが中心となって、我が国主導で防災ICT、eヘルス、サイバーセキュリティに関するワークショップを開催し、我が国の優れたICTの技術及びシステムについて紹介するとともに、サイバーセキュリティ政

■表1. 我が国から参加したSME4社

企業名	参加形態
大和コンピューター	IoTセンサー及びビッグデータによる効率的な農作物の栽培システムについて、スマートシティに関する研究課題への寄書提出及び同システムを用いたマスクメロンの出展及び試食会の実施。試食した参加者からはメロンの糖度の高さが大変好評であった。
アステム	IPTVによる聴覚障害者向けの字幕及び手話付き放送システムについて、防災ICTに関する研究課題のワークショップでのプレゼンテーション及び出展。
メロディ・インターナショナル	妊産婦リモート診断システムについて、eヘルスに関する研究課題への寄書提出、ワークショップでのプレゼンテーション及び出展。セネガルから同国での実施について支援要請があった。
オレンジテク・ラボ	保健医療情報のビッグデータから各種ソリューションを導き出すAIディープラーニングシステムについて、eヘルスに関する研究課題への寄書提出、ワークショップでのプレゼンテーション及び出展。



■写真1. ICT栽培メロン試食会



■写真2. MDRUの展示



■写真3. 妊産婦診断システムの展示

■表2. 我が国が主導したワークショップ

イベント名	日時	概要
緊急通信システムを利用した防災訓練に関するワークショップ(Q5:災害リスク管理関連)	10月3日(水) 午前及び午後前半	NTTが開発した移動式ICTユニット「MDRU」やNICTが開発した「耐災害ワイヤレスメッシュネットワーク」の災害時における活用事例、アステム社が開発したIPTVによる字幕及び手話付き放送サービス、東北大学によるグローバルな災害被害統計データベース整備の取組み等を紹介。また、リモートで講演したフィリピンのCVISNet財団より、総務省がITU及びフィリピン政府と実施したMDRU共同プロジェクト等を紹介。
新たなデジタル医療技術の導入に関するワークショップ(Q2:eヘルス関連)	10月5日(金) 午前	メロディ・インターナショナルが開発した妊産婦リモート診断システム、日本光電工業が開発したAEDリモート管理システム、オレンジテック・ラボが開発した医療情報のAIディープラーニングシステム、神戸国際大学の研究成果である遠隔医療長期利用者ほど医療費と治療日数が減少する調査結果等を紹介。関連の展示ブースをより多くの参加者に披露するため、コーヒープレイクを提供。
サイバーセキュリティの新たな課題に関するワークショップ(Q3:サイバーセキュリティ関連)	10月9日(火) 午前	総務省のIoTセキュリティ総合対策の具体的施策として、脆弱性対策に関する体制整備、研究開発の推進、民間企業等におけるセキュリティ対策の促進、人材育成の強化、国際連携の推進に取り組んでいる旨プレゼンテーション。参加者との関連な質疑、意見交換の場としてコーヒープレイクを提供。



■写真4. サイバーセキュリティワークショップにおける総務省(壇上左から1人目)のプレゼンテーション

策について共有した。なお、今次研究会期におけるSG関連会合でのワークショップの実施については、我が国からWTDC-17決議に盛り込むよう働きかけ、また、2018年5月のSG会合においても寄書を通じて提案したものであり、我が国主導でのワークショップ開催により、SGでの研究活動の活性化に貢献している。

このほか、持続可能な産業化のためのコネクティビティを強化する技術とイノベーション(10月1日、Q1:スマート社

会関連)、ICT機器の偽造対策(10月4日、Q4:C&Iと偽造対策関連)、電子廃棄物に関する政策(10月9日、Q6:環境関連)、電磁界の人体ばく露に関する政策(10月10日、Q7:人体ばく露関連)についてワークショップが開催された。

### (3) 積極的な寄書の提出

我が国より、SG2ラポータ会合全体で11件の寄書を提出。スマート社会、eヘルス、災害リスク管理、環境に関するベストプラクティスについて、各国と共有した。

地方自治体である塩尻市によるIoTセンサーネットワークの整備により市民生活の利便性向上につなげる多様な取り組みの紹介に対し、会場から多くの意見や質問が寄せられた。また、NTTドコモによる使用済み携帯電話等の小型家電から東京2020大会のメダルを製作するプロジェクトの紹介に対し、会場から高い評価が寄せられた。

なお、他国からの寄書提出数及び提出先研究課題は、ブラジルから6件(Q2に2件、Q3、Q5、Q6に2件)、セネガルから4件(Q2、Q4、Q6、Q7)、インドから3件(Q5に2件、Q6、Q7)、中国(Q5、Q7)、ハンガリー(Q1に2件)、ガーナ(Q4、Q7)、ベナン(Q1、Q2)から各2件、英国(Q3)、スイス(Q3)、エストニア(Q3)、リトアニア(Q3)、ロシア(Q6)、

■表3. 我が国から提出した寄書

研究課題	寄書	提出元
Q1: スマート社会	持続可能なスマートシティの提案	塩尻市
	IoT時代に相応しい通信システム候補「LTE Cat.M1」	KDDI
	マスクメロン栽培におけるICT活用農法	大和コンピューター
	スマートな都市及び社会の安全性	NEC
Q2: eヘルス	慢性疾患患者への長期的遠隔医療の経済効果	神戸国際大学
	無線ネットワークに繋がるAEDリモート監視システム	日本光電工業
	ICTを活用した遠隔地のための妊婦の健康管理	メロディ・インターナショナル
	ITサポートによる医療	オレンジテク・ラボ
Q5: 災害リスク管理	早期警報及び災害情報の早期収集に関する日本の開発動向	NICT
	災害統計グローバルセンター	東北大学
Q6: 環境	東京2020大会メダルプロジェクト	NTTドコモ

韓国 (Q1)、ブータン (Q3)、パラグアイ (Q2)、エジプト (Q1)、ギニア (Q4)、ジンバブエ (Q4)、中央アフリカ (Q7)、ナミビア (Q3)、ルワンダ (Q4) 等から各1件であった。

#### (4) 他国寄書への対応

全般的に各国のベストプラクティスを紹介する寄書が多かったが、Q3:サイバーセキュリティの会合において、ブラジルから新たに各国のサイバーセキュリティの動向に関する調査を実施するよう提案。我が国より、既にITUが2年ごとにグローバル・サイバーセキュリティ・インデックス (GCI) 調査を実施しているところ、ブラジル提案の調査項目は多くがGCI調査と重複しているため、両者を十分比較・精査した上で、重複のない項目のみをGCIに盛り込む必要がある旨提言。コーヒープレイク中に関係者間で協議した結果、ブラジル提案の調査項目のうちGCIと重複のないものを精査して抜き出した上で、GCIの調査票の別添という形で追加する方向で、2年後の次回GCI調査に間に合うよう作業を進めることとなった。

### 3. その他

川角総務省参与のこれまでの48年に及ぶITUの活動への貢献・功績が評価され、2018年10月8日 (月) 午後のブレイク中にジャオ事務総局長から表彰状が授与された。また、同事務総局長より、ITUの諸活動への日本の大きな貢献に対する謝意も述べられ、他の国も日本に続いてほしい旨の期待が述べられた。

### 4. 次回会合日程

SG1会合: 2019年3月18日 (月)~22日 (金)

SG2会合: 2019年3月25日 (月)~29日 (金)

なお、今次研究会期においては、各研究課題において年次報告書の作成がワークプランに盛り込まれており、各課題のラポータ及び副ラポータにより、上記会合までの年次報告書案の提出に向けて、メーリングリスト等を通じて議論を継続することとなった。



■写真5. 事務総局長から川角参与 (左から2人目) への表彰状授与



■写真6. 事務局長から授与された表彰状

## 「光り輝く聖なる島」 スリランカ概況



在スリランカ日本大使館 一等書記官 さとう たけふみ  
佐藤 岳文

### 1. はじめに

九州と四国を合わせたのと同じくらいの面積の島に約2000万人が暮らすこの国に私が赴任して2年半ほどになります。

スリランカは、セイロンティー、カレー、世界遺産、宝石、アーユルヴェーダ、ビーチリゾートなど豊富な観光資源を持ち、最近では日本のマスコミで取り上げられることも増えつつあるようですが、知名度はまだまだといったところです。

本稿がこの国への皆様の理解を深め、興味を持っていただく一助になれば幸いです。

### 2. 概要

スリランカと聞いてシンハラ人とタミル人の紛争を思い浮かべる方も多いかと思います。この国内紛争は2009年まで26年間にわたり続き、北部・東部地域に行けば、開発の遅れ等から現在もその影響を感じることがありますが、その後テロ等が再発したことはなく、今後もその可能性は極めて低いと見られています。治安はよく、外国人が生活する上で危険を感じることはほとんどありません。

2018年3月に、仏教徒とイスラム教徒との衝突拡大を防ぐため、紛争終結後初となる非常事態宣言が発令され、ヘイトスピーチ等の流布を防ぐためにソーシャルメディアへの接続が規制されるという出来事がありました。しかしこれも、その

後は双方の対立が表面化する事案は起きていません。

政治の面では、2015年に発足した現在の連立政権では内部で不和が生じ、前大統領の政党が地方選挙で躍進するなど、先の展望が見えにくい状況が続いています。2020年には大統領選挙と総選挙が予定されており、与野党の鞘当てが始まっています。

経済的には、一人当たりGDPが3,835ドル、成長率は4.4%と、持続的な成長を遂げています。これは、間もなく中国やタイ等と同じ「中進国」という分類に達する水準です。一方で、政府財政には対外債務の負担が重くのしかかっており、その影響で南部のハンバントタ港の運営権を99年間中国に貸与することになった件は日本でも大きく報じられました。なお、証券会社が9月に発表した分析では、通貨危機のリスクが最も大きい国としてスリランカが挙げられましたが、スリランカ中央銀行は数値の誤りだとしてこの分析を否定しています。

### 3. 国民性

われわれ日本人が南国の人々に対して持つような、人なつづくて陽気でのんびりしていて、というイメージは、スリランカ人にも当てはまります。ただ、彼らにはそれだけではない一面もあります。

スリランカは、仏教・ヒンズー教・イスラム教・キリスト教が



写真1. コロンボ市の街並み。面積・人口ともに杉並区と同程度



写真2. 北部・東部の風景。郊外に一歩出ると、農地あるいはジャングル、高地では茶畑が延々と続く

混在する多宗教多民族国家であり、ポルトガル・スペイン・イギリスに統治された歴史を持ち、使用言語もシンハラ語・タミル語・英語の3つという、いささか複雑な背景を持つ国です。

そんな多様性を持つスリランカ人を、数年滞在しただけの私が論じるのは甚だお門違いですが、ここではあくまでご参考まで、周りから聞いた意見も踏まえつつ、私が思うスリランカ人の印象を述べさせていただきます。

## ・おとなしく、真面目

スリランカ人は「おとなしい」「優しい」「まじめ」といった意見がしばしば聞かれます。おとなりのインドから来た人には特にそういった印象が強いようです。信心深い小乗仏教の国であることに加え、義務教育が無償であり識字率も9割を超えるという高い教育水準が、そういった気質に関係しているのかもしれませんが。

大まかな指示では思うように動いてくれないが、マニュアルで細かく決められた作業では凄いパフォーマンスを発揮することがあるという話を聞くこともあります。

## ・プライドが高い

これもスリランカ人の特徴としてよく言われる点です。プライドの高さ故に、頼みごとに対して「できない」と言わず、失敗を認めないなどです。何か質問したらすらすらと答えてく

れ、それが知ったかぶりだったと後になって気づくという経験が多々あります。それでも彼らに悪気は無く、そして憎めないのも特徴です。

ちなみにスリランカには、自殺率の世界ランキングで常に上位を推移しているという不名誉な記録があります。一説によると、鬱など内面的な理由ではなく、対外的な意思表示であるケースが多いそうです。そういった自我の強さも、プライドの高さと関係しているのではないかと思ったりします。

## ・親日

1952年のサンフランシスコ会議で、セイロン代表であるジャヤワルダナ元大統領（当時蔵相）が、「憎しみは憎しみによってやまず、愛によってやむ」という仏陀の言葉を引用して対日賠償請求権を放棄する旨の演説をしました。これは日本とスリランカの親密な関係を象徴する有名なエピソードです。

同じ仏教国であること、日本語とシンハラ語の構造が似ていること、道路を走るのがほとんど日本車であることなど、理由は色々と言われていますが、スリランカは大の親日国として知られています。

ちなみに、スリランカは「おしん」が大ヒットした国の一つであり、こちらが日本人と知るや、すぐにおしんの話をしてきます。



## 4. 情報通信

### ・ICT普及度

ITUによる各国のICT普及度を示すICT Development Index\*を見ても、スリランカは176か国中117位という結果でした（2017年現在。1位アイスランド、10位日本）。

内容を見ていくと、スリランカが高く評価されているのは、携帯電話普及率、ユーザーあたりのインターネット接続速度、初等・中等教育の環境といった指標です。逆に、固定電話の普及率、ネット・コンピュータ世帯普及率、ブロードバンド加入率等は、世界に後れを取っています。現地で生活する立場から見ても、あまり違和感のない、妥当な評価だと思います。

### ・放送

日本の無償資金協力によってルパバヒニ（シンハラ語でテレビの意）国営放送局が1982年に放送を開始しました。業界の人に限らず、同局の設立が日本の支援によるものだと知るスリランカ人は多くいます。当時供与された放送機材は、さすがにだいぶ老朽化していますが35年以上経った今でも大切に使われています。2014年には地上デジタル放送整備のための円借款供与に合意し、事業の実施に向けた協議が進められています。

スリランカでは、テレビ・ラジオともに放送局数が飽和状態であり、電波干渉が頻発するなど混沌とした状況が続いています。これに対し、最近、大手放送局が業界団体を立ち上げ、倫理規定の導入を議論するなど、ようやく互いに強調する動きを見せはじめています。

### ・電気通信

かつての国営通信事業者であるスリランカテレコムは1996年に民営化され、翌97年に日本のNTTがその株式を取得しました。この資本関係は2008年まで続き、その間両国間で活発な人材交流、技術移転がありました。また、電話交換機の整備にはODAによる支援も行われました。当時は組織改

編への反発や紛争の影響などもあり様々な苦勞があったようですが、日本による支援の甲斐あって、本件はスリランカにおける民営化の成功例として認識されています。

ITUの調査によると、スリランカは通信料金が世界で最も安い国の一つだそうです。今年、スリランカ政府は携帯通話料金の下限価格の撤廃を決定し、これにより更に料金の低価格化が進む可能性があります。ユーザーとしてはありがたい限りなのですが、市場規模に対して携帯通信事業者が5社もあるのは多すぎるとして過当競争を懸念する声もあります。

### ・ロータスタワー

空港からコロombo市内に向かう正面に見えてくるのが、現在建設中のロータスタワーです。高さは350mと東京タワーとさほど変わりませんが、まだ高層ビルの少ないコロomboの街並みではひときわ存在感を放っています。完成後は、テレビ・ラジオ放送、通信事業者の送受信塔として使用されるほか、展望台や回転レストラン、ショッピングモール等が併設される予定です。

2012年に竣工し、当初2015年に完成する予定だったこのタワーは、土地所有権の問題等により工事が遅れ、2018年現在も工事が続いています。関係者は「もうすぐ完成」と言っていますが、その時期も聞くたびに変わっています。

## 5. おわりに

スリランカは、南アジア地域においてシンガポールのような物流・経済のハブとなることを目指しています。コロomboでは沖合の埋め立て開発による「ポートシティ」をはじめ、大型の建設があちこちで進んでいます。

まだまだ語りつくせない奥深さを持つスリランカに皆様も是非お越しいただき、日ス友好の輪を広げていただければ幸いです。行ったことがない方に来ていただきたいのはもちろんのこと、行ったことがある方も、その目覚ましい発展ぶりに驚かれることと思います。

\* [https://www.ituaj.jp/?page\\_id=7858](https://www.ituaj.jp/?page_id=7858)

## シリーズ! 活躍する2018年度日本ITU協会賞奨励賞受賞者 その2

いちかわ  
市川 こういち  
貢市株式会社NTT東日本-南関東・千葉事業部 設備部 エンジニアリング部門  
渉外調整担当・課長  
kouichi.ichikawa@east.ntt.co.jp  
http://www.ntt-east.co.jp

タンザニアのケーブル保守改善やタイ国・ベトナム国の通信網構築支援で通信技術向上に貢献。現在は設備部に所属し、海外通信キャリア向けに技術情報等を提供し、技術向上に貢献中。今後、国際分野での活躍が期待できる。

## タンザニア連合共和国とベトナム社会主義共和国での活動

このたび、日本ITU協会賞奨励賞を頂き大変ありがとうございます。

私の国際協力の原点は、青年海外協力隊員として活動したタンザニアでの2年間になります。1986年12月、期待と不安に胸を躍らせ成田を出発して2日間かけてダルエスサラームまで渡航しました。1987年1月、タンザニア郵電公社ダルエスサラーム電話局に電話線路のエンジニアとして配属され、地下ケーブルの保守をしてきました。主な活動の内容は現場スタッフと共にメトリックケーブル故障位置測定器を使用して故障探索・修理をしながら、技術移転をすることでした。私が赴任する前年は2万4千加入の電話に1年間に8万件を超える故障受付があり、この電話事情の悪さを改善するために2年間の協力活動をしてきました。任期中にJICAより単独機材供与が決まり、機材を港から引取り、所属先へ引渡しをした時のことですが、港からの機材の引取りに数か月かかったことを憶えています。それは文化や習慣の違いでやむを得ない事でありましたが、なかなか事が進まず葛藤と闘いながら奮闘していたことを思い出します。任地ダルエスサラームはアラビア語で「平和な港」を意味し、食材として海産物が豊富で魚好きの日本人にとっては恵まれた環境でしたが、飲料水はろ過と煮沸は必須であり、飲み水づくりは毎日欠かせない大事な日課でした。

2007年からはベトナム・ハノイのタンロン工業団地「光アクセストライアル」に参加しました。内容は、NTTグループと

ハノイテレコムグループが共同でGE-PONをタンロン工業団地内の電話局に設置し、ハノイテレコムのネットワークに接続し、日本へのデータ送受信による通信速度の向上・安定性を検証するものでした。私の所属していたNTT-ME社の役割は、現地調査・設計、機材調達リストの作成、施工を実施し、納期内にトライアル設備を構築すること及び、マニュアル作成、OJTを実施し、トライアル設備引渡し後のハノイテレコムの保守運用が円滑にできるように技術移転することでした。

現場調査の段階では、既設の図面が整っていない等のため配線ルートが正確に把握できないことなどに苦慮しました。調査後の国内での設計、機材調達リストの作成では施工品質を確保するために漏れがないよう慎重に取りまとめていきました。いよいよ現地で施工が始まるという時に、機材の引取りが10日程遅れ、これをカバーするために施工期間を大幅に短縮してなんとか納期を守ることができました。マニュアルの作成、OJTはスケジュールとおりに実施でき、ハノイテレコムの技術者の強い探究心と熱い情熱により有意義なディスカッションができ、想定していた以上の成果を得られました。光アクセスフィールドトライアルを通してベトナムでの期待の大きさを肌で感じることができました。

これまでの海外経験を通してこれからも国際通信の発展に貢献できることがあるかと思っています。今後ともよろしく願います。



いわたに じゅんいち  
岩谷 純一

日本電信電話株式会社 NTTアクセスサービスシステム研究所  
iwatani.junichi@lab.ntt.co.jp  
<http://www.ntt.co.jp/index.html>



IEEE 802.11のTGax会合にて、次世代高効率無線LAN (802.11ax) の標準化のドラフト策定に貢献した。またITU-R WP5A会合に日本代表団として参加し、5GHz帯無線LANの屋外利用拡大に向けた取組みに尽力し、2019年世界無線通信会議 (WRC-19) 議題1.16に関する議論にも貢献している。

## 無線LANの利用条件改善に向けた取組み

この度は日本ITU協会賞奨励賞という栄誉ある賞をいただき、大変光栄に存じます。関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。私は、2015年から、IEEE 802.11 Working Groupにて次世代高効率無線LAN (802.11ax) 標準化のためドラフトの作成・改訂等に従事した後、2017年より、ITU-R WP5Aに日本代表団として参加し、5GHz帯無線LANの利用条件改善 (2019年の世界無線通信会議 (WRC-19) の議題1.16) に関する取組みを進めています。

IEEEからITU-Rに活動の場が変わった際、会合での議論・意思決定のプロセスの大きな違いに驚きました。IEEE 802.11会合では、個人が投票権を持ち、多数決で多くの物事が迅速に決まるのに対し、ITU-R会合では、国が参加主体で全会一致が原則のため、少数意見に配慮しながら粘り強く時間をかけて合意形成することが重要だと認識しました。

ITU-R WP5Aでは、国内制度との整合性や無線LANの需要増への対応の観点から、特に5.2GHz帯の屋外開放など、無線LANの制約緩和に向けて活動しています。5.2GHz帯は、衛星のフィーダリング等の既存システムがあるため、無線LANの制約緩和に懸念を示す国もあります。そのため、賛成国との協調だけでなく、反対派の国々と個別に協議し、懸念点や許容可能な条件などを確認・調整する作業が必須と

なります。

これまで、WP5A会合にて、ドラフトCPM文書 (WRC-19会合準備文書)、共用検討レポート等を対象に、作業文書修正提案の寄書を継続的に入力し、日本の意向を各会合の出力文書に反映させてきました。特に賛成派・反対派・容認派の国々を相手に、個別に協議を繰り返し、落とし所を探ることで合意形成に努めました。こうした取組みにより、2018年5月に完成したドラフトCPM文書では、無線通信規則改訂案の選択肢として、5.2GHz帯の屋外開放・高出力化を含む日本案を反映させることに成功し、規則改訂に向けて重要課題を1つクリアしました。

WP5A会合での当面の論点は、制約緩和時の他システムとの共用可否等の技術検討です。これまで検討を行い、条件次第では共用可であることを主張してきましたが、それを共用検討文書に反映させ、レポートとして完成させることが課題です。こうした技術検討を踏まえ、WRC-19会合での規則改訂の実現に向けてさらに合意形成を進めたいと考えます。

長期的には、IEEE とITU-Rの双方での経験を活かし、無線LANの利用条件のさらなる改善、標準化会合における日本の影響力の向上などにも微力ながら貢献していきたいと考えています。

# 『ITUジャーナル』 2018年 総目次

Vol.48 No.1 ~ No.12

題名	筆者	所載
<b>&lt;年頭挨拶&gt;</b>		
●平成30年総務大臣年頭所感	野田 聖子	No. 1
●ITUより新年のごあいさつ	Houlin Zhao	No. 1
●新年を迎えて	小笠原 倫明	No. 1
●2018年を迎えて	亀山 渉	No. 1
<b>&lt;トピックス&gt;</b>		
●「第50回世界情報社会・電気通信日のつどい」開催	一般財団法人日本ITU協会 企画部	No. 6
●「第50回世界情報社会・電気通信日のつどい」記念講演より IoT・AIの未来とセキュリティの課題—これからのICTをどう進化させるか—	徳田 英幸	No. 8
●放送大学におけるマルチチャンネル放送開始について	本間 祐次	No.11
●Telecom World 2018 報告	岸本 淳一	No.12
<b>&lt;特集&gt;</b>		
●Connected Car社会の実現に向けて Connected Car社会の実現に向けた研究会	中里 学	No. 1
●東京オリンピック・パラリンピックのe-service 東京オリンピック・パラリンピックのe-service デジタルサイネージ ILEによる新たなスポーツ観戦スタイルと標準化状況 多言語音声翻訳 アクセシビリティ標準化	山本 秀樹 谷川 和法 今中 秀郎/外村 喜秀/田中 清 千田 昇一 川森 雅仁	No. 2 No. 2 No. 2 No. 2 No. 2
●サイバーセキュリティ対策の最前線 サイバーリスク対策の現状と今後の課題 セキュリティ対策を支える技術—インシデント分析センター NICTERとその利活用— セキュリティオペレーション人材の現状と育成に向けた取組み セキュリティオペレーションの自動化に向けた機械学習技術の活用	門林 雄基 笠間 貴弘 衛藤 将史 高橋 健志	No. 3 No. 3 No. 3 No. 3
●日本・デンマーク外交関係樹立150周年記念 「PHOTONICS CREATING THE FUTURE !」 フォトニックセミナーより 日本ITU協会機関誌読者の皆様へ デンマーク工科大学 (DTU) における光通信関連研究プログラムと日本との研究連携 新規マーケットを開拓する特殊光ファイバ技術 光ネットワークシステムの研究開発と展望 再構成可能なインフラのためのスケーラブル・フレキシブル光通信技術の研究開発 —Horizon 2020 EU-Japan SAFARI プロジェクト— ダイナミック光パズネットワークの挑戦—VICTORIES拠点活動の10年間—	フレディ・スヴェイネ Leif Katsuo Oxenlowe / 盛岡 敏夫 武笠 和則 / 中嶋 史紀 原井 洋明 宮本 裕 並木 周	No. 4 No. 4 No. 4 No. 4 No. 4 No. 4

題名	筆者	所載
●地方自治体のドローン活用事例とその未来像について		
熊本県阿蘇郡南小国町の「ドローンを活用したまちづくり」	稲田 悠樹	No. 5
スマートドローンで広がるドローンの可能性	松木 友明	No. 5
ドローンの広域飛行に向けたセルラー網の上空利用に向けた取組み	原 尚史／山田 武史	No. 5
「ドローン運用統合管理サービス」のご紹介	宮河 英充	No. 5
損保ジャパン日本興亜のドローンを活用した自治体支援等の取組事例紹介	高橋 良仁	No. 5
●AIの標準化動向		
AIの標準化概観—ELSI対応を中心に—	江川尚志	No. 6
ETSI ZSM-ISGの動向について	後藤 良則	No. 6
ITU-T FG-ML5G 第1回会合	村上 誠	No. 6
日本企業が人工知能標準化活動に参加すべき理由	帆足 啓一郎	No. 6
—国内ワークショップへの参加を通じて—		
●ITS国際標準化の最近の動向		
ITS国際標準化の最近の動向	内藤 悠史／千村 保文／ 中尾 康二／高塚 雄也	No. 7
●SDGs達成に向けたICTの有効活用—その1		
持続可能な開発目標 (SDGs) 達成に向けた我が国の取組み	甲木 浩太郎	No. 8
持続可能な社会の実現のために—Society 5.0の実現を通じたSDGsの達成—	長谷川 知子	No. 8
持続可能な開発目標 (SDGs) のためのICT	Houlin Zhao	No. 8
—全ての人々にとってより良い、そして発展につながる技術の利用について—		
●SDGs達成に向けたICTの有効活用—その2		
KDDI財団のSDGsへの取組み—ミャンマーにおけるICTインフラ整備と人材育成—	鈴木 正敏	No. 9
持続可能な開発目標 (SDGs) —協生農法—	太田 耕作／船橋 真俊	No. 9
社会イノベーション事業を通じたSDGs達成への貢献	岡田 直子	No. 9
富士通のSDGsへの取組み	藤井 宏紀	No. 9
三菱電機グループのSDGsへの取組み—自動運転技術による社会課題の解決—	三菱電機株式会社	No. 9
●サイバーセキュリティ		
新たな「サイバーセキュリティ戦略」について	吉田 恭子	No.10
「IoTセキュリティ総合対策」とその進捗状況及び今後の取組みについて	相川 航	No.10
ITU-Tにおけるサイバーセキュリティの議論について	三宅 優	No.10
制御システムセキュリティの考え方とコア人材の育成	青山 友美	No.10
●第5世代移動通信システム (5G) 総合実証試験		
2017年度 5G総合実証試験の全体概要	総務省 総合通信基盤局 電波部移動 通信課 新世代移動通信システム推進室	No.11
5G総合実証試験におけるNTTドコモの取組み	奥村 幸彦／須山 聡／増野 淳	No.11
5Gの実現に向けた高速移動環境における実証試験	一瀬 正則／中川 一郎	No.11
5G実証試験の概要 (2017年度実施)	松永 彰／中野 哲	No.11
—コネクテッドカー、建設機械遠隔操縦、ドローンからの高精細映像伝送—		
第5世代移動通信システムの屋内環境における実証試験	山田 雅也／鈴木 信雄／横山 浩之	No.11
5G総合実証試験—5G超低遅延通信のトラック隊列走行への適用—	吉野 仁／山口 良／三上 学	No.11

題名	筆者	所載
5Gの多数同時接続性能を活用した防災倉庫及びスマートオフィスの実証	石津 健太郎/村上 誉/沢田 浩和/ 伊深 和雄/松田 隆志/児島 史秀	No.11
●量子技術の動向と量子ニューラルネットワークについて その1		
量子暗号技術の研究開発動向と展望	武岡 正裕/藤原 幹生/佐々木 雅英	No.12
量子コンピュータでも解読が困難な暗号技術「耐量子計算機暗号」の動向	篠原 直行/盛合 志帆	No.12
万能量子コンピュータの商用化動向	小野寺 民也/沼田 祈史	No.12
<ITUホットライン>		
●2017年世界電気通信開発会議 (WTDC-17) 結果報告	長屋 嘉明	No. 1
●第9回ITUカレイドスコープ2017学会議報告	池田 佳和/上田 敏樹/ Ved P. Kafle/山田 徹	No. 2
●無線通信総会、ITU-R研究委員会等の作業方法を定めた決議ITU-R 1-7 —和訳抜粋と解説(その1)—	橋本 明	No. 2
●無線通信総会、ITU-R研究委員会等の作業方法を定めた決議ITU-R 1-7 —和訳抜粋と解説(その2)—	橋本 明	No. 3
●無線通信総会、ITU-R研究委員会等の作業方法を定めた決議ITU-R 1-7 —和訳抜粋と解説(その3)—	橋本 明	No. 4
●AIが情報通信ネットワークやサービスに及ぼすインパクト	一般財団法人日本ITU 協会	No. 9
<スポットライト>		
●BS・110度CSによる4K・8K放送の概要と技術課題	宇佐美 雄司	No. 1
●AI・ディープ・ラーニングに法はどのように向き合うのか —ディープ・ラーニングの特徴を踏まえた法的枠組み検討の必要性—	遠藤 元一	No. 2
●第5世代移動通信システム (5G) の実現に向けたアプリケーション開発動向に関 する日本・台湾共同ワークショップの開催概要	一般社団法人電波産業会	No. 2
●なぜ第5世代移動通信システム (5G) にエンド・ツー・エンドのネットワークスラ イシング技術が重要であるのか?	Peter Ashwood-Smith	No. 2
●ITU-T SG3 最近のトレンドー2017年11-12月開催ラポータ会合報告よりー	本堂 恵利子	No. 3
●ワイヤレス電力伝送システムの国際制度化・標準化の最新動向	庄木 裕樹	No. 3
●第5世代移動通信システム (5G) の実現に向けた第4回グローバル5Gイベントの 開催概要について	第5世代モバイル推進フォーラム事 務局 一般社団法人電波産業会	No. 3
●ワイヤレス電力伝送技術を生かす電波環境の標準化動向ー電気自動車用WPT 充電器の課題ー	久保田 文人	No. 4
●5G周波数割当てをめぐる海外最新動向 (前編)	飯塚 留美	No. 4
●IoT/M2Mサービスと電気通信番号の標準化動向	一色 耕治	No. 4
●新型スーパーコンピュータ SX-Aurora TSUBASA	山田 洋平/今井 照之	No. 4
●列車～地上間無線通信システムが利用する無線周波数の国際協調に関する動向	川崎 邦弘	No. 4
●2017年度 APT研修 Development of Practical Problem-solving Skills : Network Construction for E-application in Regional Community to Bridge the Digital Divide	一般財団法人日本ITU協会 国際協力部	No. 4
●「音の日」と「音の匠」について	森 芳久	No. 4

題名	筆者	所載
●5G周波数割当てをめぐる海外最新動向(後編)	飯塚 留美	No. 5
●サイバーセキュリティ研究倫理と日本における活動	秋山 満昭/吉岡 克成	No. 5
●oneM2Mを使用したIoTアプリケーション開発の始め方 —IoTアプリケーション開発者向けチュートリアル イベント開催—	内田 信行/奥井 宣広	No. 5
●スマート農業の推進—ICT関連施策について—	北川 泰義	No. 6
●IoT導入の課題とその解決策 —スマートIoT推進フォーラム「IoT導入事例集」の活用法—	稲田 修一	No. 6
●APT事務局次長2期目にあたって	近藤 勝則	No. 6
●D2DやUAV、AIによるネットワーク制御に関する研究開発動向	川本 雄一/加藤 寧	No. 7
●3GPPにおける5G標準化と世界動向	永田 聡	No. 7
●固定電話網のIP網への円滑な移行に向けた取組み	影井 敬義	No. 8
●AIってなに?を語るはじめの一歩	近藤 勝則	No. 8
●2018年世界情報社会・電気通信日の特別記念局8J1ITU運用報告 —2018年の8J1ITUの発信数とその概要—	木下 重博	No. 8
●NICTにおける電磁波技術研究の最新トピックス(その1)	平 和昌	No. 9
●海上ブロードバンド普及に向けた取組み	坂下 秀和	No. 9
●海上交通のマルチメディア化	鈴木 寿一	No. 9
●5G総合実証試験に関する「5G国際シンポジウム2018」開催概要について	第5世代モバイル推進フォーラム事務局/一般社団法人電波産業会	No. 9
●第5世代移动通信システム(5G)の実現に向けた第5回グローバル5Gイベントの開催概要について	第5世代モバイル推進フォーラム事務局/一般社団法人電波産業会	No. 9
●国際単位系4基本単位の定義改定について	白田 孝	No. 9
●情報通信と鉄道の接点から見たICTの課題—日本PTCフォーラム2018抄録—	PTC日本委員会	No. 9
●NICTにおける電磁波技術研究の最新トピックス(その2)	平 和昌	No.10
●生体信号情報の情報通信工学への適用 —生体信号によるユーザ主観評価の客観的推定—	亀山 涉	No.10
●ブロックチェーン・エコノミーにおける信頼の構造に関する一考察	岡田 仁志	No.10
●第16回アジア太平洋ITSフォーラムへの参加概要について	第5世代モバイル推進フォーラム事務局	No.10
●5Gの実現に向けた5G時代のスマートフォンユーザー動向に関する第2回日本・台湾合同ワークショップの開催概要について	一般社団法人電波産業会/第5世代モバイル推進フォーラム	No.10
●平成30年版情報通信白書の概要	総務省 情報流通行政局 情報通信政策課 情報通信経済室	No.10
●小尾敏夫早稲田大学電子政府・自治体研究所顧問 「世界で最も電子政府に影響のある100人」に選出	早稲田大学総合研究機構 ニュースリリースより抜粋	No.10
●改正航空法の概要と環境整備に向けた取組み	徳永 博樹	No.11
●5GHz帯無線LANの利用環境整備に向けた取組状況	野村 惇哉	No.11
●ITU-Rにおける5GHz帯無線LANのWRCへ向けた議論状況	岩谷 純一	No.11
●「持続可能な開発のためのICT」をテーマとした第103回二科展デザイン部特別課題ポスター展の開催	総務省 国際戦略局 国際政策課	No.11
●通信装置のソフトウェア対策のITU-T国際標準化	岩下 秀徳	No.12

題名	筆者	所載
<b>&lt;会合報告&gt;</b>		
●ITU-R SG5 WP5D会合(第28回)結果	村井 遊	No. 1
●ITU-T SG16 第2回会合の結果概要	山本 秀樹	No. 1
●第29回ASTAP総会の結果報告	戸田 公司	No. 1
●APT無線グループ第22回会合報告	総務省 総合通信基盤局 電波部 電波政策課 国際周波数政策室	No. 1
●ITU-R SG4(衛星業務)関連WP会合(2017年10月)報告	坂下 秀和	No. 2
●ITU-T SG13(2017年11月会合)報告	後藤 良則	No. 2
●ITU-R SG1(周波数管理)WP1A・WP1B会合(2017年11月)結果報告	総務省 総合通信基盤局 電波部 電波政策課 国際周波数政策室	No. 3
●ITU-T SG20 第2回会合(2017-2020)	端谷 隆文	No. 3
●第1回FG DLT会合報告	高木 世紀	No. 3
●APT第14回総会及び第41回管理委員会の開催結果について	三宅 雄一郎	No. 3
●ITU-R SG5関係会合の結果について	小橋 泰之/川崎 祥子	No. 4
●ITU-T SG5(環境、気候変動とサーキュラー・エコノミー)第2回会合報告	中村 尚倫/端谷 隆文	No. 4
●第2回ITU-T SG11会合報告	釧吉 薫	No. 4
●ITU-T SG2の第2回会合状況	一色 耕治	No. 5
●ITU-T SG9(映像・音声伝送及び統合型広帯域ケーブル網)第2回会合報告	宮地 悟史	No. 5
●ITU-T SG15 第2回Geneva本会合結果報告	村上 誠/近藤 芳展/ 坂本 泰志/中村 浩崇	No. 5
●第2回FG-DLT会合報告	三宅 滋/千田 昇一	No. 5
●第3回FG-DPM会合報告	千田 昇一/高山 和久	No. 5
●ITU-R SG4(衛星業務)関連WP会合(2018年2~3月)報告	坂下 秀和	No. 6
●ITU-T SG17(セキュリティ)第3回会合報告	三宅 優	No. 6
●ITU-T TSAG(2/26-3/2)会合報告	戸田 公司	No. 6
●第3回APT WRC-19準備会合(APG19-3)結果報告	総務省 総合通信基盤局 電波部 電波政策課 国際周波数政策室	No. 6
●2018年次ITU理事会の結果概要報告	後藤 晃/土屋 由紀子	No. 7
●ITU-R SG6(放送業務)関連会合(2018年4月)結果報告	谷田 栞	No. 7
●ITU-R RAG 第25回会合結果概要—WRC決議908及びITU-R 4カ年業務計画を中心に—	網野 尚子	No. 7
●第2回ITU-T SG3会合報告	本堂 恵利子	No. 7
●ITU-T SG12(Performance、QoS、and QoE)第3回会合	山岸 和久	No. 7
●APT無線通信グループ(AWG)第23回会合報告	総務省 総合通信基盤局 電波部 電波政策課 国際周波数政策室	No. 7
●WSISフォーラム2018の結果概要	小山内 勇太	No. 7
●ITU-R SG7関係会合の結果について	馬田 祐佳子	No. 8
●ITU-T SG20 第3回会合	山田 徹	No. 8
●ITU-D TDAG及びSG会合結果	長屋 嘉明/川角 靖彦	No. 8
●第30回ASTAP総会の結果報告	戸田 公司	No. 8
●ITU-R WP1A、B、C及びSG1会合(2018年6月)結果報告	安田 匡宏	No. 9

題名	筆者	所載
●ITU-T FG-ML5G第2回会合	高橋 玲	No. 9
●第15回APT電気通信/ICT開発フォーラム (ADF-15) 結果報告	益満 尚／三浦 崇英	No. 9
●ITU-R SG3関連会合の結果について	野村 惇哉	No.10
●ITU-R SG4 (衛星業務) 関連WP会合 (2018年6～7月) 報告	坂下 秀和	No.10
●ITU-T SG2の第3回会合状況	一色 耕治	No.10
●ITU-T SG16 第3回会合の会合報告	山本 秀樹	No.10
●第3回ITU-T SG11会合報告	釧吉 薫	No.11
●ITU-T SG13 (2018年7月会合) 報告	後藤 良則	No.11
●ITU FG-ML5G Meeting—Focus Group on Machine Learning for Future Networks including 5G—	桐葉 佳明／岡本 康史	No.11
●ITU全権委員会議APT準備会合の結果	白江 久純／長屋 嘉明／ 土屋 由紀子	No.11
●ITU-R SG5関係会合 (WP5A, 5B, 5C, 5D, TG5/1) の結果について	有村 祐輝／山本 隆大／野村 惇哉	No.12
●ITU-T SG5 (環境、気候変動と循環経済) 会合報告	奥川 雄一郎／並河 治	No.12
●ITU-T SG17 (セキュリティ) 第4回会合報告	三宅 優／磯原 隆将	No.12
●ITU-D SG1ラポータ会合報告	川角 靖彦	No.12
●ITU-D SG2ラポータ会合報告	後藤 晃	No.12
<b>&lt;海外だより&gt;</b>		
●フィリピンのインターネット普及に向けて	矢部 慎也	No. 1
●欧州の首都ブリュッセルより	佐藤 輝彦	No. 3
●フランスにおける情報通信事情	鎌田 俊介	No. 5
●ハンガリーに赴任して思うこと	竹下 晴子	No. 9
●ジュネーブにおける携帯電話事情	加藤 義行	No.10
●親日国トルコの情報通信概況	江原 真一郎	No.11
●「光り輝く聖なる島」スリランカ概況	佐藤 岳文	No.12
<b>&lt;この人・あの時&gt;</b>		
●シリーズ! 活躍する2017年度国際活動奨励賞受賞者 その4	高谷 和宏／武田 和晃	No. 1
●シリーズ! 活躍する2017年度国際活動奨励賞受賞者 その5	津田 健吾	No. 2
●シリーズ! 活躍する2017年度国際活動奨励賞受賞者 その6	中山 善博／成清 善一	No. 3
●シリーズ! 活躍する2017年度国際活動奨励賞受賞者 その7	袴田 佳孝／広瀬 克昌	No. 4
●シリーズ! 活躍する2017年度国際活動奨励賞受賞者 その8	三浦 周	No. 5
●シリーズ! 活躍する2017年度国際活動奨励賞受賞者 その9	山上 大／山岸 和久	No. 6
●シリーズ! 活躍する2017年度国際活動奨励賞受賞者 その10	松嶋 孝明／日本電気株 式会社TCI事業部	No. 7
●シリーズ! 活躍する2018年度日本ITU協会賞奨励賞受賞者 その1	阿部 元洋／市ヶ谷 敦郎・ 岩村 俊輔・根本 慎平	No.11
●シリーズ! 活躍する2018年度日本ITU協会賞奨励賞受賞者 その2	市川 貢市／岩谷 純一	No.12

## ITUAJより

### お知らせ

当協会は、事務局として、ITUクラブという会の運営を行っております。この会には、ITU等に関連する諸活動に参加した方々が集まり、相互の連携・交流ならびに親睦を深めています。

[https://www.ituaj.jp/?page\\_id=135](https://www.ituaj.jp/?page_id=135)

12月は総会が開催されます。今年のゲストは、総務省 国際戦略局長 吉田真人様です。「国際社会への貢献—G20に向けて—」というタイトルで、興味深いお話をいただきます。

また、ゲストにスピーチをいただいた後は、懇親の時間となります。久しぶりにお会いになるお仲間、初めてお目にかかる方、皆様との交流の場として、ITUジャーナル読者の皆さまも大歓迎です。是非おいでになりませんか？

### ◇開催概要◇

日時：2018年12月17日（月）18：00～20：00

場所：メルパルク東京

<http://www.mielparque.jp/tokyo/access/>

ゲスト：総務省 国際戦略局長 吉田真人様

会費：3,000円

お申込み：[https://www.ituaj.jp/?page\\_id=788](https://www.ituaj.jp/?page_id=788)

## ITUジャーナル読者アンケート

アンケートはこちら [https://www.ituaj.jp/?page\\_id=793](https://www.ituaj.jp/?page_id=793)

## 編集委員

委員長	亀山 渉	早稲田大学
委員	白江 久純	総務省 国際戦略局
〃	高木 世紀	総務省 国際戦略局
〃	三浦 崇英	総務省 国際戦略局
〃	羽多野一磨	総務省 総合通信基盤局
〃	成瀬 由紀	国立研究開発法人情報通信研究機構
〃	岩田 秀行	日本電信電話株式会社
〃	中山 智美	KDDI株式会社
〃	福本 史郎	ソフトバンク株式会社
〃	熊丸 和宏	日本放送協会
〃	山口 淳郎	一般社団法人日本民間放送連盟
〃	側島 啓史	通信電線線材協会
〃	中兼 晴香	パナソニック株式会社
〃	牧野 真也	三菱電機株式会社
〃	東 充宏	富士通株式会社
〃	飯村 優子	ソニー株式会社
〃	江川 尚志	日本電気株式会社
〃	岩崎 哲久	東芝インフラシステムズ株式会社
〃	辻 弘美	沖電気工業株式会社
〃	三宅 滋	株式会社日立製作所
〃	金子 麻衣	一般社団法人情報通信技術委員会
〃	杉林 聖	一般社団法人電波産業会
顧問	齊藤 忠夫	一般社団法人ICT-ISAC
〃	橋本 明	株式会社NTTドコモ
〃	田中 良明	早稲田大学

## 編集委員より

### 生命の息吹を感じるITU本部

ソフトバンク株式会社

ふくもと 史郎  
福本 史郎



はじめまして。2017年3月より出版編集委員を仰せつかりながらも、今回が初寄稿となります。早速ですが、皆様はトカゲ触れますか？イグアナのような大型種でなく、普段みかけるヤモリやカナヘビのことですよ。もしかして子供の頃は触れたけど……という方もいらっしゃるのではなかろうか？

2018年5月のITU-R WP5C会合に参加するためジュネーブのITU本部へ訪れたときの話です。その日も天気は穏やかに晴れ、清々しい陽気の屋外とは打って変わって、暗い会議室の中では白熱した議論が交わされていました。昼休み、人気の少なくなった会議室内で机の上を動く影、どうやらトカゲのようです。早速捕まえ観察、ふむ、日本産と違いかわからん。森にお帰りと離してやるもの机の上から動こうとせず、その勇姿をパチリ。うん？ここはアメリカ代表の席ではないか？まあ、いずれ居なくなるだろうと思いそのまま放置しておりました。

さて昼休みも明け、大柄な米国男性3名が席に座ろうとする目の前にトカゲが、意外にも大パニック。ある者はノートで、ある者はクリアファイルで避けようと必死です。おかげで5分は開始が遅れました。私のせいですかね？スイマセン……その時、背後をトコトコ歩く小動物！これは新たな出会いと振り向くとネズミが、これは無理です。



C会議室に佇むトカゲ

## ITUジャーナル

Vol.48 No.12 平成30年12月1日発行／毎月1回1日発行

発行人 福岡 徹

一般財団法人日本ITU協会

〒160-0022 東京都新宿区新宿1-17-11

BN御苑ビル5階

TEL.03-5357-7610 (代) FAX.03-3356-8170

編集人 岸本淳一、大野かおり、石田直子

編集協力 株式会社クリエイト・クルーズ

©著作権所有 一般財団法人日本ITU協会



一般財団法人 日本ITU協会