

ITU ジャーナル 6

Journal of the ITU Association of Japan
Jun 2016 Vol.46 No.6

特集

うるう秒

ITUにおける協定世界時(UTC)の将来問題について

スポットライト

高度道路交通システム(ITS)の世界的調和へのトレンド
WRC-19における高周波数帯での携帯電話周波数の確保に向けて
275GHz以上のスペクトラム研究と無線通信規則改定に向けた展望
高速計算を革新する量子計算技術

会合報告

ITU-R:SG5(地上業務)

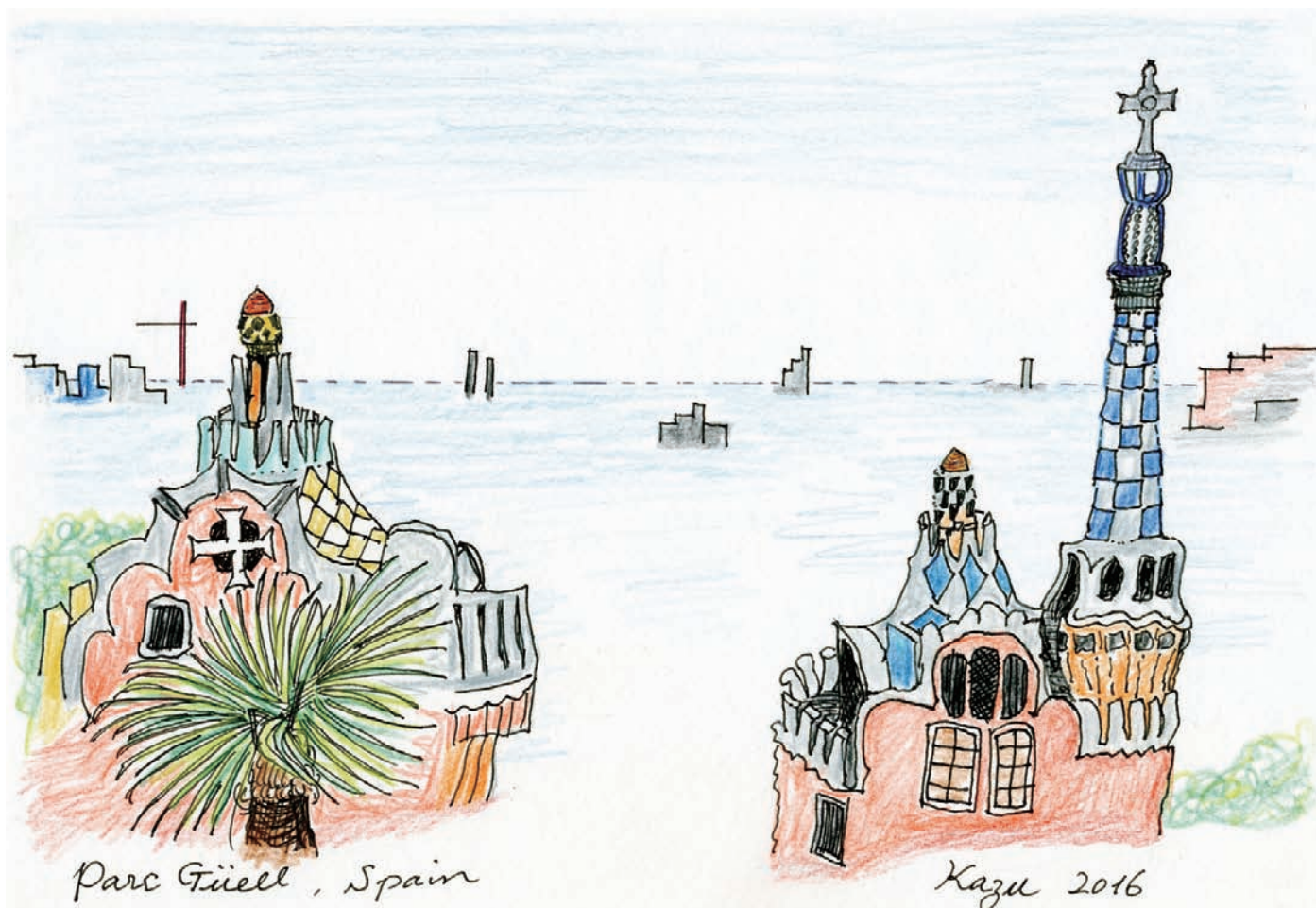
ITU-T:SG3(電気通信の経済的及び政策的事項を含む料金と会計原則)

SG15(伝送、アクセス及びユーザー体感品質)

APT:AWG-19(アジア太平洋電気通信共同体・無線通信グループ)

海外だより

国を挙げてIoT活性化に取り組む韓国



特集

うるう秒

ITUにおける協定世界時(UTC)の将来問題について

3

岩間 司

スポット
ライト

高度道路交通システム(ITS)の世界的調和へのトレンド
—WRC-15 議題1.18とWRC-19 議題1.12—

16

小山 敏

WRC-19における高周波数帯(24.25–86GHz)での
携帯電話周波数の確保に向けて

21

新 博行

275GHz以上のスペクトラム研究と無線通信規則改定に向けた展望

26

小川 博世

高速計算を革新する量子計算技術

31

山本 喜久

会合報告

ITU-R SG5 WP5D会合(第23回)の結果について —IMTに関する検討—

37

山内 真由美

第4回ITU-T SG3会合 結果報告

41

本堂 恵利子

ITU-T SG15 第5回会合報告

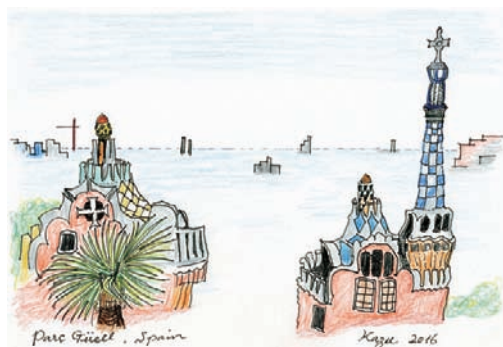
45

村上 誠/近藤 芳展/坂本 泰志/浅香 航太

APT無線通信グループ第19回会合報告

52

松田 純



【表紙の絵】

大谷大学文学部教授 池田佳和

●グエル公園(スペイン、バルセロナ)

アントニ・ガウディが110年前に創作した住宅造成地が、今は世界遺産に登録されている。柔らかな曲線の建築様式に色彩タイル装飾を豊かに組み合わせている。サグラダ・ファミリア教会とは異なり軽快で明るい。海が遠望できる素晴らしい高台の環境だが、当時は殆どの宅地が売れ残った。

海外
だより

国を挙げてIoT活性化に取り組む韓国

58

三澤 かおり



ITUにおける協定世界時(UTC)の将来問題について



国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) 電磁波計測研究所 研究マネージャー

いわま つかさ
岩間 司

1. はじめに

2015年世界無線通信会議 (WRC-15) において、現在の協定世界時 (UTC: Coordinated Universal Time) の次の標準時系についてITU-R以外の関係機関等の意見を幅広く集めWRC-23までに提言を行うこと、またWRC-23までは現行の協定世界時を維持することが決議された。

これで1999年に米国からUTCの将来問題に関する入力文書から開始された17年間にわたるうるう秒に関する議論に一応の区切りがついたことになる。そこでこの機会にUTCの将来問題に関する議論について長く携わっていた関係者として、筆者の知る範囲でこれまでの経緯と今回の決議についてまとめておく。

2. UTCとうるう秒

2章では、ITU-Rにおける議論を理解する上で参考となる基礎的な事柄について記述する。

2.1 天文時と原子時

今回の問題を考察するにあたり、「時」というものの考え方について簡単にまとめる。

時の概念は人類が生活するためのリズムの中から発生した。旧来、人類の生活リズムは、昼と夜といった地球の自転に基づくものから、季節や暦などにみられる地球の公転によるものまで、地球の回転 (自転・公転) に基づくリズムが基本であった。

この地球の回転に基づく時を天文時という。これら天文時は、はるか昔から生活に密着した時刻として使われ続けている。そして1956年以前は、1秒は地球の自転を基にして平均太陽日の86,400分の1であった。

一方、1900年代に入り科学技術が発達してくると、地球の自転速度は潮汐摩擦などの影響によって一定ではないことが判明した。秒は度量衡の七つの基本単位の一つであり、その値は科学技術の発展に大きな影響を与える。このため、当初は自転速度よりも変動が少ない地球の公転を基にした暦表時を基準とした秒の定義が1954年の国際度量衡総会 (CGPM: General Conference on Weights and Measures) の決議に基づいて1956年の国際度量衡委員会 (CIPM:

International Committee for Weights and Measures) で採用され1960年に批准されたが、1967年のCGPMでセシウム原子の遷移周波数から求める秒の再定義に変更となった^[1]。ここでは秒の定義自身は天文時から原子時に変更となったが1秒の大きさについては9桁の精度で以前と変わらないよう保たれた。

以降、このセシウム原子の遷移周波数から求める1秒が国際単位系 (SI: The International Standard of Unit) で定義される1秒である。また、SIで定義される1秒を積算する時系が原子時である。

今後使われる用語のうち、世界時UT (Universal Time) は天文時、国際原子時TAI (International Atomic Time)、UTC及び日本標準時JST (Japan Standard Time) は原子時である。

2.2 時系と時刻情報

ITU-RでUTC関連の文書において、頻繁に用いられる時系 (time scale) と時刻情報 (time signal) の用語であるが、正しい意味が理解されにくい。この二つについては座標と座標上の特定の一点と考えればわかりやすい。

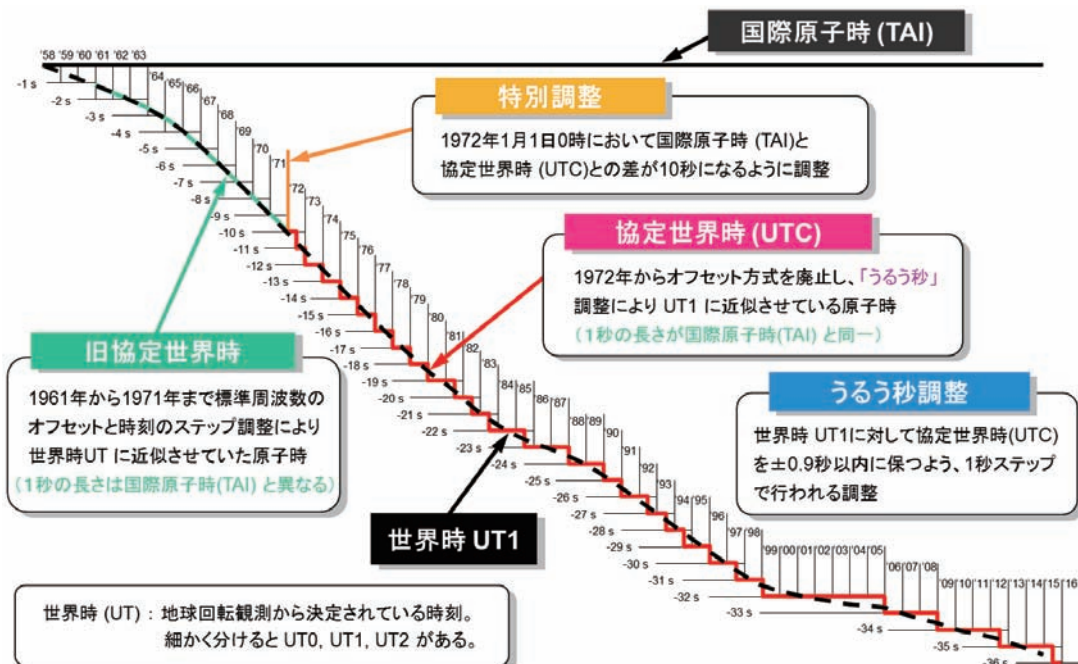
2.2.1 時系 (time scale)

図1は天文時系であるUTと原子時系であるTAI及びUTCとの関係を示している。ここでUT、TAI及びUTCは時系 (time scale) である。

原子時系であるTAI及びUTCの時系としての基準は1958年1月1日0時0分0秒であり、この時刻に天文時系である世界時と時刻 (原点) を一致させ、以降、SIで定義される1秒で時刻を刻んでいる。

TAIは1958年1月1日以降、1日を86,400秒として連続して正確に時刻を刻んでおり、図1上部に黒い直線で示されている。一方、天文時は地球の自転を基準として時刻を定めているので、潮汐摩擦などの影響によって地球の自転速度が変化するため、長期的に観測すると一定ではなく、図1に示す1958年以降は徐々に遅くなってきている。図1の中では黒い点線で示されている。

図1の中でTAIから整数秒遅れ、UTとの差が0.9秒以内を



■ 図1. 様々な時系

維持している赤い実線で示される原子時系がUTCである。図1から分かるようにUTCはTAIと並行、即ち、1秒の長さは等しいが、UTとの時刻差が0.9秒以内になるよう不定期に1秒時系がシフトする不連続な時系である。

この不定期に挿入されている1秒のシフトがうるう秒である。これらの時系についてはITU-RではITU-R勧告TF.460-6のAnnexに記述されている。

勧告TF.460-6に記述されている要点をまとめると以下のようになる。

○世界時 (UT)

UTは地球の回転 (自転) に基づく天文時系であり、UT0は天文台の観測から得られる本初子午線における平均太陽時、UT1はUT0から極運動による効果を補正して計算された天文時系である。

○国際原子時 (TAI)

SIによる1秒の長さはセシウム原子の特定の振動周期から定義される。TAIとは1958年1月1日0時にUT1と一致させ、以降1日を86,400秒として積算した連続な原子時系であり、国際度量衡局 (BIPM: International Bureau of Weights and Measures) によって維持・管理される時系である。

○協定世界時 (UTC)

UTCは、ITU-Rによって定義され、国際地球回転・基準系事業 (IERS: International Earth Rotation and Reference Systems Service) の協力を得てBIPMが維持する時系で、標準周波数及び時刻信号の供給の基礎となるものであり、TAIと正確に一致し、整数秒だけ時刻が異なる。UTCはうるう秒の削除あるいは挿入によりUT1と近似的に一致するようにする。

○うるう秒

- ・うるう秒は、協定世界時UTCと世界時UT1との差が0.9秒以上開かないように、UTCに対して1秒単位で挿入または削除する秒である。
- ・うるう秒調整は、第1優先順位として12月または6月、第2優先順位として3月または9月の最後に調整を行う。
- ・うるう秒挿入は、月の最後に23時59分60秒が挿入され次の0時0分0秒から次の月の最初の日が始まる。
- ・うるう秒削除は、月の最後が23時59分58秒で次の0時0分0秒から次の月の最初の日が始まる。
- ・IERSは実施の少なくとも8週間前までにうるう秒調整実施の告知をアナウンスしなければならない。

注意すべき点として、ITU-R勧告TF.460-6で規定される



図2. 2015年うるう秒挿入時の時刻

UTCは概念的な時系であり、物理的な時系として存在するUTCは各国の時刻標準機関が生成するUTC (k) であることである。日本では国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT: National Institute of Information and Communications Technology) が生成する協定世界時UTC (NICT) がこれに当たる。更にこのUTC (NICT) を9時間 (東経135度分の時差) 進めた時系が日本標準時である。

これは今回のWRC-15のプレナリなどでも議論となったstandard time scaleとreference time scaleの違いに対応する。UTC自身はstandard time scaleであるが物理的に存在する時系ではなく、無線通信など実社会でリアルタイムに用いられているUTCはUTC (k) であり、UTC (k) は不確かさ (uncertainty) を有するreference time scaleである。

2.2.2 時刻信号 (time signal)

時刻信号 (time signal) はある時点における時刻を示す情報であり、時系によって異なる値となる。簡単で分かりやすい例を図2に示す。

図2は日本時間2015年7月1日のうるう秒挿入時の時刻表示である。上から日本標準時、UTC (UTC (NICT))、TAI (TAI (NICT)) で表した時刻である。時刻自体はどれも同じ時刻であるが時系により表記が異なっている。時刻信号 (time signal) を報時する際にはどの時系 (time scale) に基づく時刻かを明記する必要がある。

2.3 UTCの通報

UTCとTAIは、同じ原子時系であり、うるう秒の有無だ

けの違いに見えるが、一番大きな違いは時系が広く一般に供給されているかどうかである。

TAIはCGPMによって定義されるSIの秒を維持するための原子時計の基準となる時系である。そのため、度量衡としての時間・周波数のトレーサビリティのために用いられ、一般に通報されることはない。

一方、UTCは、元々ITU-R勧告TF.460-6で勧告されているように、標準周波数と時刻信号を通報するための基準であり通報する際の精度も定義されている、供給を前提とした時系である。

実際に通報を行っている地上系の標準局の情報はITU-R勧告TF.768-7のAnnexに、それぞれの標準局の送信するタイムコードについてはITU-R勧告TF.583-6のAnnexに記載されている。これら二つの勧告のAnnexは標準局の仕様等の変更などに素早く対応するため、通常のDocument形式ではなく、ITU-RのSG7 (Study Group 7: 科学業務に関する研究委員会) のホームページ上でweb公開され、担当レポートによって管理されている。

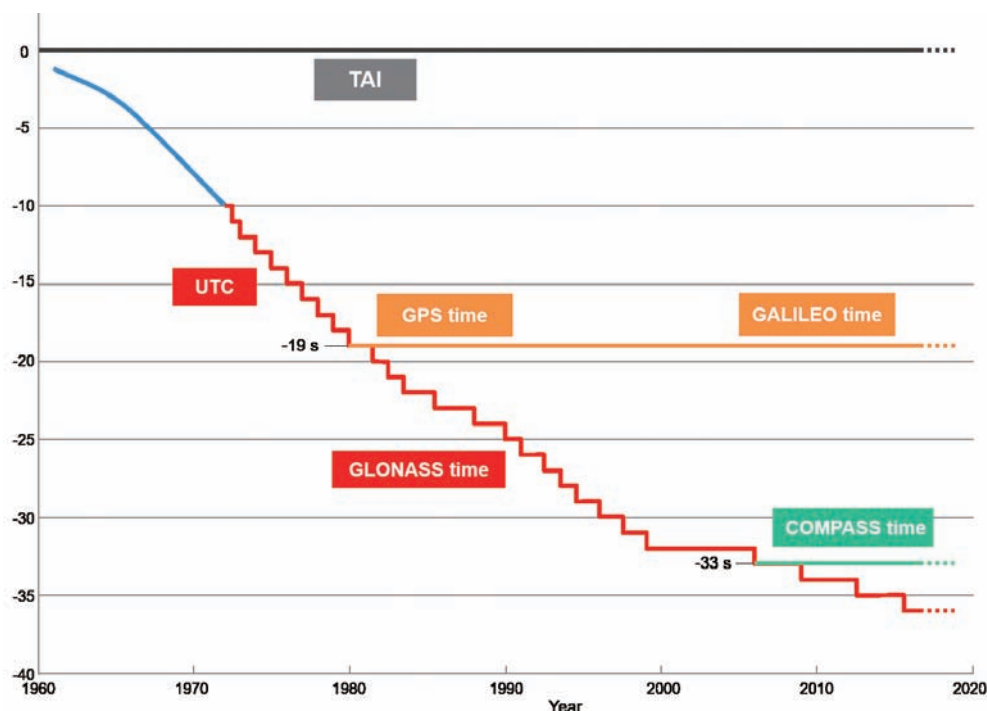
また、ITU-R勧告TF.768-7のAnnexには、地上系の標準局のほかにナビゲーションシステムの基地局に関する情報も掲載されている。これは、UTCの大きな目的の一つにナビゲーションシステムへの情報提供の側面があるからである。前記の二つのAnnexの情報をを用いることで地球上のどこにおいてもUTCの情報を入手でき、これに天文測量の情報を組み合わせることにより、公海上や砂漠の真ん中においても自身の位置を知ることができる。これは現在のように衛星によるナビゲーションシステムが発達していなかった時代にはUTCの重要な役割であり、天文測量と組み合わせたナビゲーションを行うためにもUTCは世界時UTに準拠する必要があった。

2.4 GNSSで用いる時系

1978年に米国のGPS (Global Positioning System) が運用を開始して以降、様々な全地球航法衛星システム (GNSS: Global Navigation Satellite Systems) が実用化されてきた。

GNSSは原子時計を搭載し、高度約2万kmの軌道上を周回しており、地上系のシステムよりも電波のじょう乱が少ないため、高精度の測地情報を入手でき、航法システム以外に高精度な時刻情報源としても利用されている。

ただし、GNSSにおいては図3に示すように、時系にUTCを用いているのはGLONASSのみである。例えば、GPSとGALILEOではTAIから19秒遅れた連続時系、COMPASS



■図3. 様々なGNSS時系

では33秒遅れた連続時系である。

GLONASS以外のGNSS系ではUTCとの差分情報も提供されるため、受信機側でUTCとの差分情報を用いてUTCを計算している。このため、うるう秒調整時にはUTCとの差分情報の適用のタイミングによってUTCと時刻がずれる場合があるので注意が必要である。

3. SG7及びWP7Aにおける議論

3.1 UTCの導入から2000年まで

UTCの議論の背景として、第2章でも触れた20世紀後半のITUとCGPM等における時刻関連の動きを表1にまとめる。

UTCは1970年のCCIR (International Radio Consultative Committee) で承認された勧告460により1972年に導入された。その後、天文時に1秒以内で一致しているUTCは各国で様々な利用されるようになり、1975年のCGPMでは以下のような決議が行われた。

○第15回CGPM 決議5^{[2] [3]}

「協定世界時」(UTC) と称される時系が、極めて広く使用されていること、その時系が多くの場合、報時発信局によって放送されていること、かつ、その放送が利用者に対して、同時に標準周波数、国際原子時及び近似的な一

■表1. 2000年までのUTC関連の出来事

西暦	出来事
1956	歴表時による秒の定義 (CIPM) 秒は、暦表時の1900年1月0日12時に対する太陽年の1/31 556 925.9747倍である
1960	歴表時による秒の定義の批准 (CGPM)
1967	原子時による秒の再定義 (CGPM) 秒は、セシウム133原子の基底状態の二つの超微細準位の間の遷移に対応する放射の周期の9 192 631 770倍の継続時間である
1970	勧告460の成立 (CCIR) 世界中で報時する時系としてUTCを定義
1972	UTCの導入
1975	GGPMIによるUTC利用の推奨 第15回CGPM 決議5
1979	無線通信規則 (Radio Regulations : RR) へ記述 (WARC)
1999	UTCに関する研究課題を米国が入力

つの世界時 (又は平均太陽時としてもよい) を提供していることを考慮し、この協定世界時が、多くの国で法定常用時の基礎となっていることを確認し、この使用が十分に推奨に値するものであると評価する。

このCGPMの推奨により、UTCの利用は無線通信に限らず広く一般に普及することとなった。

1972年のUTC導入時にTAIから10秒遅れた時刻に調整して以来、うるう秒調整は表2に示すように2016年までに



■表2. これまで実施されたるうるう秒調整（日本時間）^[4]

第 回	年 月 日	うるう秒	UTC-TAI
26	2015 年 7 月 1 日	+1 秒	-36 秒
	2014 年	—	
	2013 年	—	
25	2012 年 7 月 1 日	+1 秒	-35 秒
	2011 年	—	
	2010 年	—	
24	2009 年 1 月 1 日	+1 秒	-34 秒
	2008 年	—	
	2007 年	—	
23	2006 年 1 月 1 日	+1 秒	-33 秒
	2005 年	—	
	2004 年	—	
	2003 年	—	
	2002 年	—	
	2001 年	—	
	2000 年	—	
22	1999 年 1 月 1 日	+1 秒	-32 秒
	1998 年	—	
21	1997 年 7 月 1 日	+1 秒	-31 秒
20	1996 年 1 月 1 日	+1 秒	-30 秒
	1995 年	—	
19	1994 年 7 月 1 日	+1 秒	-29 秒
18	1993 年 7 月 1 日	+1 秒	-28 秒
17	1992 年 7 月 1 日	+1 秒	-27 秒
16	1991 年 1 月 1 日	+1 秒	-26 秒
15	1990 年 1 月 1 日	+1 秒	-25 秒
	1989 年	—	
14	1988 年 1 月 1 日	+1 秒	-24 秒
	1987 年	—	
	1986 年	—	
13	1985 年 7 月 1 日	+1 秒	-23 秒
	1984 年	—	
12	1983 年 7 月 1 日	+1 秒	-22 秒
11	1982 年 7 月 1 日	+1 秒	-21 秒
10	1981 年 7 月 1 日	+1 秒	-20 秒
9	1980 年 1 月 1 日	+1 秒	-19 秒
8	1979 年 1 月 1 日	+1 秒	-18 秒
7	1978 年 1 月 1 日	+1 秒	-17 秒
6	1977 年 1 月 1 日	+1 秒	-16 秒
5	1976 年 1 月 1 日	+1 秒	-15 秒
4	1975 年 1 月 1 日	+1 秒	-14 秒
3	1974 年 1 月 1 日	+1 秒	-13 秒
2	1973 年 1 月 1 日	+1 秒	-12 秒
1	1972 年 7 月 1 日	+1 秒	-11 秒
	1972 年 1 月 1 日	—	-10 秒

合計26回実施されている。特に2000年までの28年間は22回と1年から1年半に1度うるう秒調整が起こっていた。

また2000年までの時期は、コンピュータやネットワークなどのデジタル情報関連機器の高精度化の時期とも重なるため、UTCにうるう秒調整を行うことで生じる時系の不連続に伴う不具合が問題となり始めた。

コンピュータなどでうるう秒調整を行う際に生じるトラブルは大きく分けて二つある。

一つは、うるう秒挿入時の時刻である。過去26回発生したうるう秒調整は表2に示すようにすべて1秒挿入による調整であった。うるう秒挿入は月末最終日の最後、23時59分59秒の後に1秒挿入され23時59分60秒という時刻を発生させる。しかし、通常のコンピュータなどでは60秒という時刻は

存在しないため0秒を2回行ったり、1,000秒前から1,000分の1秒長い1秒を用いて少しずつ時刻をずらしながらうるう秒を吸収したりして対応を行っている。これらの対応をシステム内で統一していないと同期が損なわれる原因となる。

もう一つは、うるう秒調整の発生頻度である。うるう秒調整のタイミングは、地球の観点速度に依存し、うるう秒調整の実施は調整の半年前にならないと分からない。このためうるう秒調整の発生頻度が不定期になり、処理の自動化が難しい。

また、1978年に運用が開始されたGPSが2000年頃には広く一般にまで利用されるようになり、ナビゲーションシステムにおいて天文時に準拠するUTCの必要性が次第に薄れてきた。

このようにUTCの需要は大きくなってきたものの、本来の無線通信をはじめとする科学技術アプリケーションの分野ではうるう秒の存在が問題となってきた。

1999年、米国はWP7Aへ「DRAFT NEW QUESTION ITU-R [TF. qq] UTC TIME SCALE」を入力し、UTCとうるう秒に関して検討するよう研究課題案を提案した。

この入力文書はWP7Aで議論され2001年に研究課題ITU-R 236/7となったが、この文書をきっかけに2000年からWP7Aにおいて本格的な議論が開始された。

3.2 WP7Aにおける議論

研究課題ITU-R 236/7における研究課題は三つである。

1. ナビゲーション／電気通信システムと一般の時刻利用の双方を満足できる時系への要求事項は何か？
2. UTCとUT1の時刻差分は現在、及び将来にわたってどこまで許容できるか？
3. 現在のうるう秒調整の手順は利用者の要求を満足しているか、あるいは代替りの手順が開発されるべきか？

WP7Aでは、2000年の会合で米国の入力した新研究課題案が議論されるのと並行して上記の研究課題に対応するため「UTCの将来問題（The future of the UTC time scale）」に特化して検討を行うSpecial Rapporteur Group (SRG) on the future of UTCをWP7A内に設けた。

SRGの議長は当初、米国のR. Beard氏でBeard氏がWP7A議長に就任後は米国のT. Bartholomew氏が就任し、2006年まで精力的に活動を行った。

3.2.1 2002年SRGへの入力

SRGは2001年からWP7A会合とは別に会合を行い、その



結果をWP7Aにフィードバックしていた。SRGに日本からも参加しており、2002年のSRG会合には、日本からアンケート調査の結果を入力した。このアンケート調査はSRGから2002年のWP7Aにも入力された。

アンケートの実施は2001年末、対象は電力・ガス、金融・保険、航空・船舶・鉄道、衛星完成・気象・地震観測、放送・通信、電気・電子・計測機器、時計業界等、日頃時刻を利用する幅広い分野に対して行い80件の回答を得た。アンケート調査結果を図4に示す。

当時のアンケート調査結果では、設問1にあるようにUTCの決定方法（うるう秒調整）に対する不満は2割程度、また設問2にあるようにUTCの決定方法の変更に賛成する意見は約24%と反対の約41%の半数程度で、UTCの決定方法を変更することに消極的であったことが分かる。また、設問2の賛成または反対理由を聞いたところ、UTCの決定方法を変更したい理由としてはうるう秒廃止が過半数を占め、変

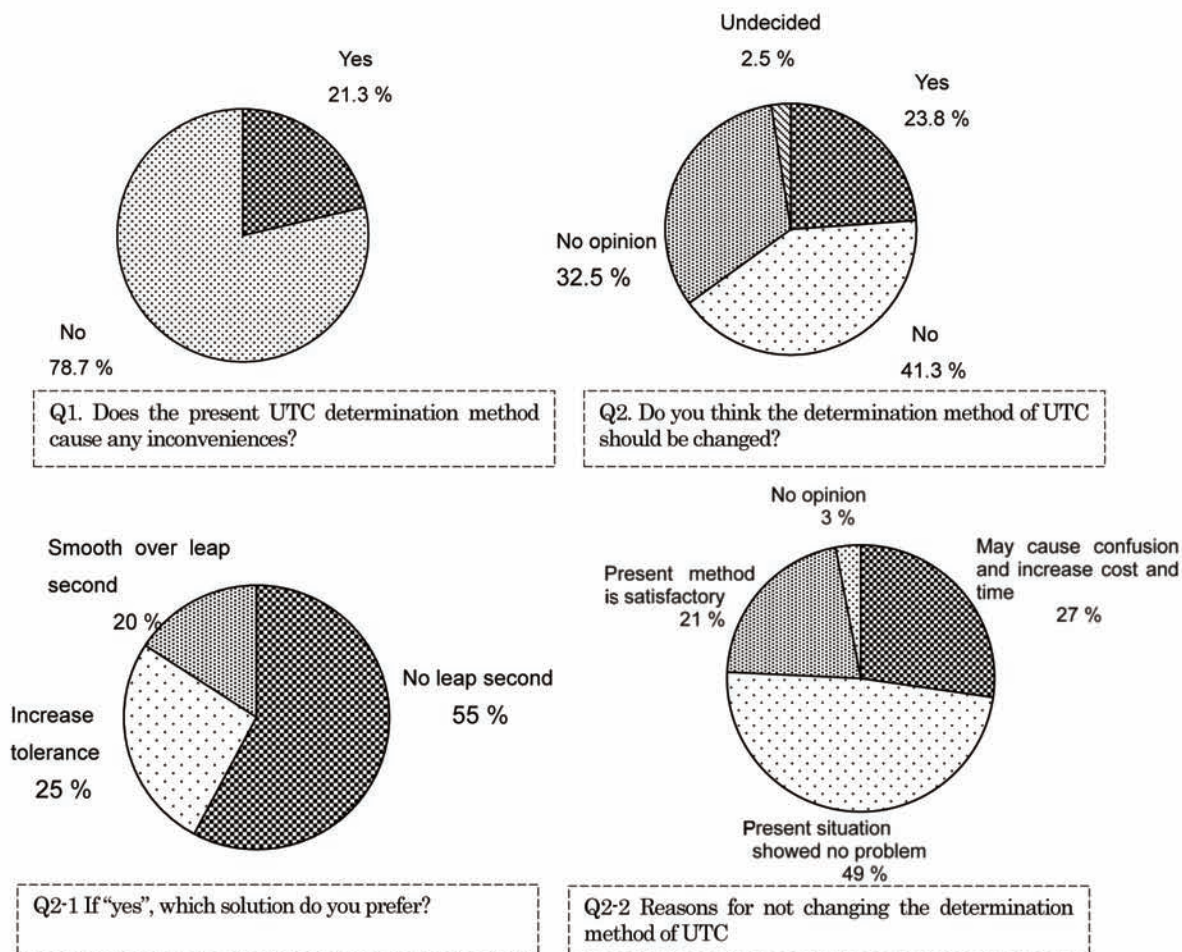
更したくない理由としては現状問題ないことが約半数であった。

これらの結果から、当時の日本ではUTCについて、うるう秒調整の影響を受ける関係者以外まだまだ関心が低かったことが分かる。

このアンケート結果は、これまで供給する側の専門家としての立場でSRGやWP7A会合の議論が進められていたところに、一般利用者を含む利用者側の意見を入力したことで大いに評価され、今後、一般に向けたアンケート調査の必要性が認識された。

3.2.2 トリノUTCコロキウム

UTCの将来問題に一定の方向性を示したのが2003年にトリノで開催されたUTCコロキウムである。トリノUTCコロキウムではUTCの将来形態として、以下のような方向性で議論が行われた。



■図4. 2002年にSRGへ日本が入力したアンケート結果



- ・連続時系を新たに用意する
- ・天文時と区別するため新たな名称を付ける
- ・International Time：TIはどうだろうか
- ・TIはUTCからの移行時点でUTCと時刻を合わせる
- ・移行はUTC50周年の2022年はどうだろうか
- ・UT1は今後とも必要であるのでIERSから入手できる必要がある
- ・IERSはUT1の予測値をwebやサーバなどを通じ通報すべきである

これらの事項は、ほとんど現在のうるう秒廃止の意見と一致する方向性である。この後はITU-R SG7 WG7でopinionを作成し、関係方面に照会を行う方針についても決定された。これによりSRGもUTCの決定方法の議論からこれまでの議論の経緯と方針についてまとめることに活動の重心が変わっていった。

3.2.3 WP7AにおけるITU-R勧告TF.460の改定

SRGによるトリノUTCコロキウムの方針の決定を受け、WP7Aにおいても2004年の会合以降、UTCの将来問題について議論が活発化した。2005年のWP7A会合では以下のような方針が決定された。

- ・SRGのこれまでの活動について整理し、活動報告書にまとめる
- ・2004～2005年のうるう秒変更に関する状況をまとめ、報道資料にして公表する

- ・2005年12月末のうるう秒挿入の経験などをもとに、関係する国際機関や国家計量標準機関に意見照会を行い、2006年のWP7Aに提出して議論を行う

これを受け、2006年のWP7A会合でSRGの最終報告書が入力され、また2006年のうるう秒挿入に関するアンケート結果などが提示された。しかしながら、うるう秒挿入に対するアンケートの回答件数が全部で13件と少なく、かつ、問題点についてのレポートはGPS利用機器関連と（日本からの）ネットワークサービス関連で多少あったのみであったこと、また他の機関から強い賛成あるいは反対の意見が得られなかったことなどから、2006年に方針の決定を行うことは難しく、継続審議となった。2006年のWP7A会合の大きな成果として、WP7A会合の前の週に終了した国際天文連合（IAU：International Astronomical Union）からのレポートが紹介された。ここで、IAUとしては変更に対し反対をしないが、システムの変更等に伴う移行期間として、少なくとも5年は必要である由、提示された。

2007年のWP7Aでは、新たなtime scaleの定義については今後調整することとして、ITU-R勧告TF.460-6の改定について集中的に議論を行った。WP7Aでは技術的な議論のみを行うことを前提に、標準局が通報する時系として何がふさわしいか、という観点から、現在、天文航法などの衰退や通信等の発展による連続時系に対する必要性の高まりとUNIX timeやGPS timeなど複数のシステム依存型の連続時系が乱立することによる混乱回避のため、また現

■表3. うるう秒調整による影響とUTCの将来的な変更の是非についてのアンケート調査（2006年）

Field	Effect of past leap second adjustment	Effect of future change to UTC	Agree or disagree with future change
Broadcasting carriers	None	None (Find the merit in disappearing in an irregular leap second adjustment)	Agree
Telecommunications carriers	None	None (Find the merit in disappearing in an irregular leap second adjustment)	Agree
Time stamp authorities	Operation stopped	None	Agree
GPS receiver manufacturers	None (Problem with bit length of the navigation message of the GPS in the future)	None in near future(New adjustment method may involve the possibility of significant problems)	Both agree and disagree
Geographical Survey Institute	None (Manual adjustment)	Need to adopt some changes to the control programs	—
Satellite launching enterprise	Made some changes to the control programs	Need to adopt some changes to the control programs	—

As individual opinions:

- (1) Manufacturers and Software developers need 5 to 10 years for the future change of UTC. New adjustment method may involve the possibility of significant problems.
- (2) Concerning GPS receiver manufacturing, it would be difficult to start a discussion until the new treatment on the data transmission concerning the leap second or DUT1 is clarified.
- (3) Telecommunications carriers and communication service providers are in agreement with future changes, cause of the trouble prevention, and cost reduction based on the irregular leap second adjustment.
- (4) Time stamp authorities positively agree in because they need to stop the time services for several hours before and after the leap second adjustment. They also desire that the leap second should adjust avoidance July 1 and hope for January 1 from the aspect of the service offer.



在、DUT1よりも高精度にUT1-UTCの値が入手可能であることなどを踏まえ、UTCからうるう秒調整を無くすことに絞って議論された。

この意見については以前からロシア、ドイツ、米国などが積極的にうるう秒廃止の意見を入力しており、今回イタリアとBIPMを通じてCCTFからもうるう秒廃止を推進する意見が入力された。

また日本では2006年のWP7A会合の議論を受け、総務省が複数の業種に対し、過去のうるう秒調整による影響とUTCの将来的な変更の是非についてのアンケート調査を実施した。ただし、このアンケートはUTCの将来的な変更形態として2005年に米国から提案され、WP7A内で議論されていたうるう秒をうるう時に変更する案で実施している。このため、GPS製造業者から「システムの対応状況を含めて、実施段階で異常動作など社会的な混乱を引き起こす可能性がある」との意見が寄せられている。このアンケート結果から、日本のタイムスタンプ事業がうるう秒の影響により停止しなければならないことが示され、具体的なうるう秒調整の弊害として今後のWP7A等の議論に影響を与えることとなった。

これらの議論を受けWP7Aでは、うるう秒廃止を軸としたITU-R勧告TF.460-6の改定草案を作成した。この勧告草案は2008年、2009年と議論され、英国及び中国の反対意見はあったものの技術的議論は尽くされたとして、2009年のWP7A会合にてSG7へITU-R勧告TF.460-6の改定案が送られた。

3.2.4 SG7におけるITU-R勧告TF.460-6改定議論

ITU-R勧告TF.460-6の改訂案は2009年のSG7で議論されたが、賛成する国と反対する国の間で話し合いがつかなかったため、より多くの国の意見を聞くためCACE/516で各国にアンケート調査を実施した。

調査項目は以下の4項目で、すべてYes or Noで回答する形式であった。

- ① あなたは（天文時へのリファレンスを提供するために）現在のUT1とUTCの関係性を維持することを支持しますか？
- ② あなたは昨今うるう秒を導入することに技術的な困難を抱えていますか？（もしYesならばその理由を説明してください）
- ③ あなたはITU-R勧告TF.460-6の改訂を支持しますか？（その理由を説明できますか？）

■表4. CACE/516への全回答

	Yes	No
①	Canada UK China Andorra*	France Germany Japan USA Korea Italy* Poland* (BIPM) (IAU)
②	France Japan USA Poland* (IAU)	Germany Korea Canada UK China Italy* Andorra*
③	France Germany Japan USA Korea Italy* Poland* Andorra* (BIPM) (IAU)	Canada UK China
④	Canada UK China	France Japan USA Korea Italy* Poland* Andorra* (BIPM) (IAU)

・*の国はSG7関連会合期間中に到着した回答

・BIPM、IAUはセクターメンバであるためカウントせず

- ④ もしITU-R勧告TF.460-6の改訂が承認され5年後にうるう秒を廃止することが合意された場合、あなたの政府に何らかの技術的困難を生じさせますか？（もしYesならばその理由を説明してください）

このアンケート結果は2010年のSG7で議論された。回答は当初8か国と二つのセクターメンバであったが、SG7関連会合期間中に3か国から追加で回答が届いたため、最終的に11か国から回答があった。

CACE/516でITU-R勧告TF.460-6の改訂に関する質問は③であり、賛成8か国、反対3か国という結果になった。また、②に対しフランスは天文測定学、測地学通信などに影響あり、日本はタイムビジネス、米国とポーランドはNTPサービスに問題ありと回答している。

2010年のSG7では、カナダからCACE/516のアンケートでは回答数が少なすぎるため、再度アンケート調査を行うべきという強い要望もあり、2011年にアンケートの設問を①



と③に絞ってCACE/539で再度アンケート調査を実施した。

再度実施したアンケート結果では、2011年9月のSG7で報告され、ITU-R勧告TF.460-6の改訂に賛成したのは13か国、反対は3か国であった。

・賛成した国

アルゼンチン、フィンランド、フランス、ドイツ、インド、イスラエル、イタリア、日本、韓国、ノルウェー、ポーランド、トルコ、米国

・反対した国

カナダ、中国、英国

しかし、カナダ、中国、英国の反対は根強く、SG7では結局ITU-R勧告TF.460-6の改訂について意見がまとまらなかったため、RA-12において議論することとなった。

4. RA-12及びWRC-12

4.1 RA-12における各国の反応

RA-12は、2012年1月16～20日の日程で開催され、ITU-R勧告TF.460-6の改訂に関する審議は19日の全体会で審議された。なおこの改訂に関し米国から改訂を支持する寄与文書、英国から改訂に反対する寄与文書が事前に入力された。

会全体合では、まずSG7議長からUTCにおけるうるう秒の位置付けと現状、SG7における議論などの背景説明が行われ、寄与文書入力順に、米国の賛成意見、英国の反対意見が述べられディスカッションが開始された。

当初は改訂に賛成、反対の議論がそれぞれ続いたが、アフリカ連合を代表するナイジェリアから「今回のITU-R勧告TF.460-6の改訂に関する議論のための情報が少ないため賛成・反対の意見を示せる状態にない。このためRA-12会合でITU-R勧告TF.460-6の改訂を審議するのは時期尚早である。もっとうるう秒調整の影響についてまとめて情報を提示して欲しい。」という意見が出され、アラブ連盟を代表するUAEもこの議論を先延ばしにする意見を支持した。

この辺りから議論を先延ばしにする意見が多く出始め、これらの状況から、RA議長により、加盟各国がこの問題により深い理解を得るために、次回会合までSG7に差し戻して論点を整理して、次回の会合で再び議論する方針を提示し、各国が了承した。

RA-12の議論では、ITU-R勧告TF.460-6の改訂の点からは結論が先延ばしとなったのだが、連続時系の導入の面ではこれまでと違った側面も見ることができた。RA-12で発言した各国の反応をまとめると以下ようになる。

米国：	勧告改訂を支持
英国：	勧告改訂を不支持
カナダ：	勧告改訂を不支持、時期尚早、連続時系導入の必要性は認識
中国：	勧告改訂を不支持
フランス：	勧告改訂を支持
メキシコ：	勧告改訂を支持
ナイジェリア：	更なる情報提供希望
日本：	勧告改訂を支持
ロシア：	更なる情報提供希望、今回の勧告改訂は時期尚早
イタリア	勧告改訂を支持
ドイツ：	勧告改訂を不支持
UAE：	更なる情報提供希望
アルメニア：	更なる情報提供希望
トルコ：	勧告改訂を支持

この中で、これまでのSG7等ではITU-R勧告TF.460-6の改訂を支持していたドイツがRA-12においては不支持に回ったことが技術的議論と政策的議論の違いとして驚きをもって受け止められた。また、会合の間ではロシアは明確な意思表示を行っていなかったが、実際にオフラインで話を聞いたところ、ロシアとしては不支持であるとの意向を伝えられた。

ただし、勧告改訂に反対している国も連続時系の標準時に反対しているわけではなく、カナダや英国なども連続時系の必要性については認識しており、連続時系の導入自体には反対していないことが個別の意見交換で分かった。

すなわち、ここで認識の違いが生じているのはUTC、及び標準時系に対する考え方である。ITU-R勧告TF.460-6の改訂に反対している国は、UTCは市民生活のため現状のまま維持し、必要に応じて連続な標準時系を構築すればよいとしている。一方、改訂を支持する国及びUTCを維持しているBIPMなどは、標準時系は一つに統一すべきであるという考え方である。

4.2 WRC-12における議論

RA-12においてITU-R勧告TF.460-6の改訂について更なる検討が必要としてITU-R SG7に差し戻された。

ここでITU-R勧告TF.460-6はRRの第1.14条で引用されていること、またRA-12の議論で途上国がなぜうるう秒廃止の改訂案が出てきたかを理解していなかったため、WRC-15に向けた会議準備会合（CPM：Conference Preparatory



Meeting for WRC-15) に向けCPMレポートを作成する必要性が出てきたことなどからUTCの将来問題をWRC-15の議題とする必要性が生じた。

これらを受け、米国を中心にWRC-15に向けた新議題として「UTCの修正等による連続的な参照時系の実現の可能性の検討」を取りまとめ、ドイツ、ブラジル、米国、フランス、日本、メキシコ、ニュージーランドの共同提案でWRC-12に提出され、のちにアルゼンチン、イタリアが賛同した。

共同提案はWRC-15に向けたものとして、WRC-12の議題8.2「将来の世界無線通信会議の議題」のなかで議論された。筆者はWRC-12には参加していないためWRC-12報告書の該当箇所を抜粋する。

うるう秒の廃止を選択肢の一つとして決議内に明記する共同提案に対し、英国、カナダ、中国が、UTCは長年にわたり世界で広く利用されており、ほとんどの利用において大きな問題は発生していないことから、次回のWRC-15においては連続的な参照時系を世界的に定めることができるかについて技術的な検討を行う、という抽象的な記載にとどめる共同提案を提出した。

双方の共同提案に関する議論において、ロシアより、前者の共同提案が「うるう秒の削除」を明示しており、次回のWRC-15における結論を暗に誘導（Pre-judge）している旨を指摘した上で、英国等の共同提案に対する支持の表明があった。これを受け、英国主導による会合外での調整やDGによる審議が行われた結果、「UTCの修正やその他の手法などの案を含め、連続的な参照時系が実現できるかを検討する」という書きぶりに改めた上で、本件を議題1.14とすることが承認された。

5. 議題1.14の議論

議題1.14 協定世界時（うるう秒調整）の見直しに関する議題

1.14 協定世界時（UTC）の修正又はその他の方法により、連続的基準時刻系を実現する可能性を検討し、適切な措置をとること。

5.1 2012年うるう秒調整時のインシデント

WRC-12は2012年の1月から2月にかけて開催されたが、同じ2012年6月30日（UTC）の最後に3年半ぶりのうるう秒挿入が実施された。

1997年以降、うるう秒調整は年末（日本時間では1月1日）にうるう秒調整が行われていたが、近年のネットワーク技術の飛躍的な発展と2012年は15年ぶりの6月末日のうるう秒調整ということもあり、日曜日であったにもかかわらず世界中で多くのインシデントが発生した。

2012年のインシデントはLinuxのカーネルのバグによるもの、例えばJavaで構築されたオープンソースデータベースCassandraやオープンソースプラットフォームHadoopなどでCPU使用率が高騰するなどのトラブルが生じ、これらを用いたアプリケーションが障害を発生させた。有名などころでは、オーストラリアでカンタス航空の搭乗予約システムが2時間以上ダウンし400以上のフライトに影響を与えた。

日本においても著名なソーシャルネットワークシステム（SNS）やグループウェア、インターネットサービスプロバイダ（ISP）などにおいてもこの障害によるシステム遅延が報告された。これらのインシデントは2012年9月のWP7A会合でも報告された。

5.2 WP7Aの活動

2012年から2015年にかけてのWP7Aの活動は議題1.14に対するCPMレポートの作成に多くの時間が費やされた。

またWRC-12以降、幾つかの国においてうるう秒に対する対応に変化が生じた。RA-12においては、先延ばしの意見を提案したロシアは、完全にうるう秒を存続させる側となった。一方、長年にわたりうるう秒廃止に反対の立場をとっていた中国が、うるう秒廃止容認の立場になった。これらの国では、参加する代表団のメンバーもすべて入れ替えてWP7A会合に臨んだ。

会合では、日本、米国、フランスなどを中心に2012年のインシデントなどをもとにうるう秒調整のデメリットをまとめ、ロシア、英国などが現行のUTCのメリットをまとめ、お互いに議論を交わしながらCPMレポートとしてまとめた。

日本からの、

- ・タイムスタンプサービスがうるう秒調整の前後で数時間にわたり発行を停止せざるを得ないこと
- ・日本を含むアジア・オセアニア地域では朝の就業時間中に発生するため社会的な影響が大きいこと

の2点がCPMレポート中に反映された。

また議題1.14については、関係する国際機関などから広く意見を求めるため、2013年9月にITU-RとBIPMの共催で、



■表5. WRC-15で検討されたMethod

Method A1	: UTCへのうるう秒調整を廃止し、新たな連続時系を導入する。新たな連続時系は、「UTC」の名称を引き継ぐ。
Method A2	: UTCへのうるう秒調整を廃止し、新たな連続時系を導入する。新たな連続時系は、「UTC」とは名称を変える。
Method B	: 現行UTCの定義を維持しつつ、新たに（うるう秒調整を廃止した）連続時系を導入し、2つの時刻系を共存させる。
Method C1	: 現行UTCの定義を変更しない。連続時系を使用する場合は、国際原子時（TAI）とする。
Method C2	: 現行UTCの定義を変更しない。連続時系の使用は任意とする。
● CPM15-2で追加	
Method D	: 研究（study）の結論が出ていないため、現行UTCの定義を変更しない。

WP7A 会合の後にITU-BIPM Workshop “Future of International Time Scale” が開催された。本WorkshopではITU-R、BIPM以外に、IERS、IAU、ISO、IUGGなどの国際機関、GNSS衛星関係各企業などから発表があり、日本からも実際にうるう秒の影響を報告しているタイムスタンプ業界から発表を行った。これらの発表は今後への資料としてWP7Aでまとめられた。

Methodを決める段階では、当初は現行のUTCからうるう秒調整を取り除く方法と現行のUTCと新たな連続時系を導入する方法の大きく2通りであったが、現行のUTCと連続時系を併用する方法では、英国が提案する現行UTCと連続時系を同等に扱う方法と、ロシアが提案する現行UTCをそのまま報時し連続時系はUTCとの差分で表す方法の二つの方法に分かれた。これら三つの方法がそれぞれMethod A、B、CとなりWRC-15に向け細かく規定されていった。

Method Aについては、米国、フランスなどはUTCをそのまま利用することを強く押し、日本もそちらに同調したが、英国が連続時系でUTCの名称を使用することに強く反対し、ロシアもITU-BIPM WorkshopでISOの発表者が「物理的状態が変化するならば名称も変更すべき」と発言したことを根拠にUTCの名称使用に反対したため、Method AはUTCの名称を引き継ぐMethod A1と名称を変更するMethod A2に分割された。

Method Cにおいても連続時系としてロシアが主張するTAIを用いるMethod C1と任意の連続時系を設定すべきとするMethod C2に分かれた。

最終的には大きく3部類、5つのMethodが決められCPMレポートに記載された。（表5）

5.3 APG15の活動

UTCの将来問題がWRC-15の議題になったことから、この問題は地域連合においても議論されることとなった。アジア・太平洋地域の地域連合は、アジア・太平洋電気通信共同体（APT）のWRC-15準備会合（APG15会合）が

WRC-12からWRC-15の間に5回開催された。

APG15における議題1.14関連のWGでは、日本、韓国、オーストラリアなどが最初からうるう秒廃止を積極的に推進した。懸念された中国もWP7A会合と同じメンバが参加しており、当初は慎重な議論を求める立場を示したが、次第にうるう秒廃止に賛同するようになった。他の加盟国においても慎重な議論を望む国はあっても現行のUTC存続を推進する国はなかった。

また、ITU-RでITU-BIPM Workshop “Future of International Time Scale” が開催されたことを受け、APG15においても2015年2月の第4回会合において「議題1.14に関する情報セッション」を設け、ITU-R事務局、SG7議長をはじめ、オーストラリア、韓国、中国、日本がプレゼンテーションを行った。これらの活動の結果、APTとしてはうるう秒を廃止する方向性がほぼ固まった。また名称についても当初オーストラリアのみMethod A2を支持していたが、名称変更は強い意見ではないとして最終的にAPT全体でMethod A1を支持することに決定した。

APG15の議論の中で長年WP7Aに関わってきたことで日本の意見をかなり尊重してもらうことができた。また、APT共通の問題としてうるう秒挿入時、APTの加盟各国では朝の就業時間中に発生するため社会的な影響が大きいことが改めて確認され、「議題1.14に関する情報セッション」における日本やオーストラリアのインシデント報告も大きな影響を与えた。

5.4 CPM15-2における議論

CPM15-2会合は2015年3月23日～4月4日にかけてジュネーブ国際会議場において開催された。加盟国の主管庁とセクターメンバから約1,300名以上が参加、日本からは約50名が参加した。会合全体についての報告はITUジャーナル2015年8月号に掲載されているのでそちらを参照していただきたい。

議題1.14関連では、アラブの6か国から「まだ議論が尽くされていないため当面現行のUTCの定義を変更しない」



という意見が入力され、議論の結果、Method DとしてCPMレポートに追加された。しかしロシアが求めたMethod Aの削除は却下された。

その他、各国からCPMレポートに対しエディトリアルな修正が加えられ、これらのほとんどは反映された。

5.5 WRC-15における議論

WRC-15会合は2015年11月2日～11月27日にかけてジュネーブ国際会議場において開催された。本会議にはITU加盟国から153か国とセクターメンバを合わせ3,800名以上が参加、日本からは約80名が参加した。

議題1.14に対しWRC-15に入力された各地域連合及び加盟各国からの意見は以下ようになる。

APT： Method A1を支持。(主に日本、韓国、中国、オーストラリア、ニュージーランド、マレーシア)

CEPT： オーストリア、スペイン、フィンランド、フランス、イタリア、リヒテンシュタイン・ルクセンブルク、モナコ、ノルウェー、ポーランド、スロバキア、チェコ、ルーマニアはMethod A1を支持。
バチカン、アイルランド、アイスランド、英国、スロベニアはMethod C1を支持。

RCC： Method Cを支持。

CITEL： Method A1を支持。(署名は米国、アルゼンチン、バハマ、エクアドル、メキシコ、ウルグアイ)

ATU： ブルンジ、ケニア、ウガンダ、ルワンダ、タンザニアはMethod A1を支持。

アンゴラ、ボツワナ、レソト、マダガスカル、マラウイ、モーリシャス、モザンビーク、ナミビア、コンゴ、セーシェル、南アフリカ、スワジランド、タンザニア(重複：WRC-15入力文書原文のとおり)、ザンビア、ジンバブエはMethod A1を支持。
コートジボワールはMethod C1を支持。

ベニン、ブルキナファソ、コートジボワール(重複：WRC-15入力文書原文のとおり)、ガンビア、ギニア、ニジェール、ナイジェリア、セネガル、トーゴはMethod Dを支持。

ASMG： Method Dを支持。

(Method Bを支持する地域連合はなし)

ここまでの各Methodno支持理由は以下ようになる。

Method A

- ・うるう秒調整が不定期で、かつ、半年前でないと調整の有無がわからないことが問題。(自動化できない)

- ・情報ネットワーク社会の進展により2012年のようなインシデントにより社会生活に大きな影響を与える

Method C

- ・社会生活の基準となる時系が天文時とずれていくことは社会生活に与える影響が大きい
- ・現在のUTCで動作している機器を新たな連続時系に対応させるためにはばく大な投資が必要となり、簡単に実現できない (GLONASS系時刻供給システムはUTCで動作)

Method D

- ・どちらの方法をとればいいのか判断がつかない

これらの背景を踏まえ会合では、本議題は突き詰めとうるう秒を廃止するか否かの単純かつ決定的な二元論であるため、Method A1を支持するアメリカ、フランスなどとMethod Cを支持するロシア、英国らが当初から激しく対立した。

図5は、議題1.14を取り扱うサブWGで議長が、各国の議論を活発化させるために、敢えて提示した各Methodの分布図で、CITELのカナダ、ブラジルのようにMethod A1を支持していないのに(これら両国はMethod Cを支持)Method A1に分類された国からは強く反発があったが、Method A支持、Method C支持の両陣営にそれぞれ大きなインパクトを与えた。

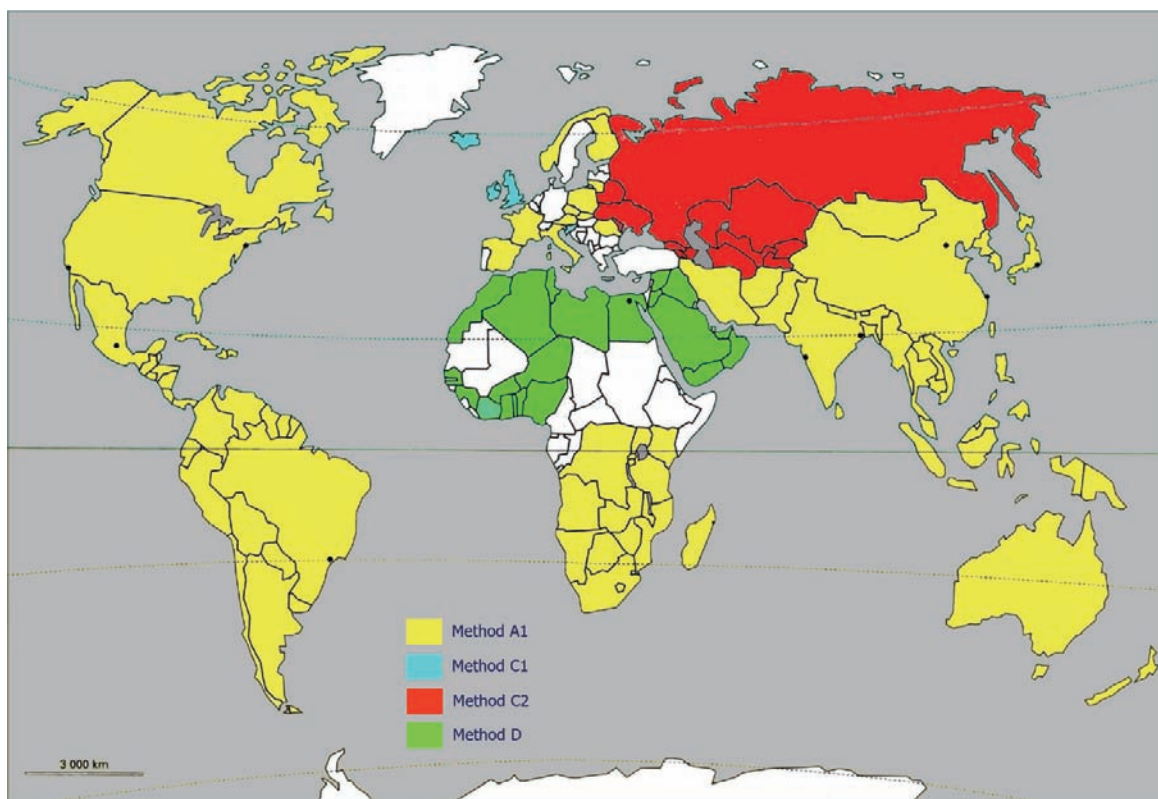
議論が対立した状態で米国が新たな標準時系の決定をWRC-23に行う新たな決議案を提出し、ロシア、英国がこの決議案で妥協する姿勢を見せたため、Methodについての議論は棚上げし、新決議案のドラフトを行ってサブWGでまとめあげた。

Methodについての議論が棚上げされたことに納得できないオーストラリア、韓国、中国及び日本の呼びかけで急きょAPTの臨時関係会合を開き、APTとしてはあくまでMethod A1を支持していくことを確認、同様に不満を持つフランスとともにWGの場でMethodの議論を求めたが、ロシア、英国及びWG議長から新決議案が唯一の全体の妥協案であるということでMethodの議論は却下された。

新決議案はプレナリまで承認を受け、議題1.14に対する新決議として採択された。

新決議では、

- ・ITU-RはBIPM、CIPM、CGPMの関係を強化し、今後、うるう秒調整の廃止を含む次期標準時系について検討を実施し、2023年に開催予定のWRC-23までに提言を行う



■図5. WRC-15において提示された地域連合別Method

- ・この検討には、加盟国、関係の国際機関、産業界、利用者団体も参加すること
- ・現行のUTCは、勧告ITU-R TF.460-6に基づきWRC-23まで維持すること

などが盛り込まれた。また、RRの“1. 用語と定義”の1.14項の「UTC」については、これまで「勧告ITU-R TF.460-6に定義する」と記述されていた部分は削除され、代わりにこの新決議を参照することとした。

6. おわりに

WRC-15が終了して結局先延ばししか、と思われる方も多いかと思われるが、長年「UTCの将来問題」に携わってきた者としては、この15年で世の中がずいぶん変わってきたことを実感している。

2001年のアンケートの頃は、うるう秒はほとんど知られておらず、2012年のRA-12の頃でも関係者以外はほとんど知らなかった。それが2012年のインシデント回りから世の中に少しずつ認知されてきた。これは日本だけではなく、**図5**を見れば分かりますとおり、RA-12では何を言っているかわからないと言っていたアフリカ諸国も各自の意見を持つ

までになった。

また、次期の標準時系を検討する関係国際機関やCGPM等度量衡側の国際機関も基本的にはうるう秒廃止に賛成している機関が多い。次期の標準時系の決定を次々回のWRC-23としたことも移行準備期間を十分確保するためとも考えられる。

これらのことから筆者の希望的観測としては、今回の新決議は準備期間を十分に確保した連続時系への移行だと考えている。ただし、連続時系実現のためには今後も各国・各機関に働きかけうるう秒廃止に向けた活動を続けていく必要がある。

参考文献

- [1] Resolution 1 of the 13th CGPM (1967/68)
<http://www.bipm.org/en/CGPM/db/13/1/>
- [2] Resolution 5 of the 15th CGPM (1975)
<http://www.bipm.org/en/CGPM/db/15/5/>
- [3] 訳・監修 (独) 産業技術総合研究所 計量標準総合センター、“国際文書第8版 (2006) 国際単位系 (SI) 日本語版”、pp.70、(2006年). (和訳)
- [4] うるう秒実施日一覧
<http://jjy.nict.go.jp/QandA/data/leapsec.html>



高度道路交通システム(ITS)の世界的調和へのトレンド —WRC-15 議題1.18とWRC-19 議題1.12—

一般社団法人電波産業会 研究開発本部 ITSグループ 主任研究員

おやま さとし
小山 敏



1. はじめに

ITS (Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム) とは、人と道路、車や鉄道などの交通機関を情報通信技術でつなぎ、環境の改善や快適・利便性を提供し、安全を改善するものである。東日本大震災の後で、防災がITSの重要な目的としてクローズアップされている。ITSは、関係するステークホルダーが多岐にわたることが特徴である。日本ではITSに関する活動の全体をコーディネートするITS Japanがあり、ITS関連機関・団体、学識経験者、業界としては通信機器メーカー、通信会社、自動車メーカー及び自動車関連機器メーカー、有料道路事業者など、多くが参画している。ITSではこのような異業種間の協業による各種の新しいアプリケーションの展開が期待されており、その結果として大きなビジネスにつながるものとして期待されている。

ITSが話題に取り上げられるようになってから20年以上が経過し、日本では5.8GHz帯を使った自動料金収受システム (ETC: Electronic Toll Collection Systems) が身近な存在となり、既に車載器5200万台が稼働しているとされる。ETCに使われている5.8GHz帯DSRC (Dedicated Short Range Communication: 狭域専用通信) の標準規格は、日本が注力し2000年に発行されたITU-R勧告M.1453であり、世界で広く使われている。2015年秋には、700MHz帯を使ったITS Connectが運用を開始し、路車間通信に加えて車車間通信を使った安全運転支援システムが世界に先駆けて実用化されている。

2015年11月に開かれた世界無線通信会議 (WRC-15) ではITS関係で大きな進展があった。79GHz帯レーダー実用化のための77.5-78GHz帯の周波数追加分配が承認され、その実用化に向けて大きく前進することができた。また、2019年に開かれるWRC-19の議題の一つとして「ITSアプリケーションのための周波数の国際的または地域的な調和」が承認され、ITS無線通信システムにとって重要なステップを踏み出すことになった。

本稿では日本が主導しているITU-RにおけるITS無線通信システムの国際標準化の最近の動向についてWRC-15とWRC-19のITS関連議題を中心にして紹介する。

2. ITU-RにおけるITS

ITU-Rには電波規制に関するルールを確立するためのWRCと無線技術標準を策定するためのRA (Radiocommunication Assembly: 無線通信総会) がある^[1]。ITSに関する標準化は、SG5の陸上移動通信を所管するWP5Aの中で新技術を担当するWG5のSWG-ITSで進められており、WG5、SWG-ITS共に日本が議長を務めている。図1にITU-RにおけるITS標準化の組織を示す。

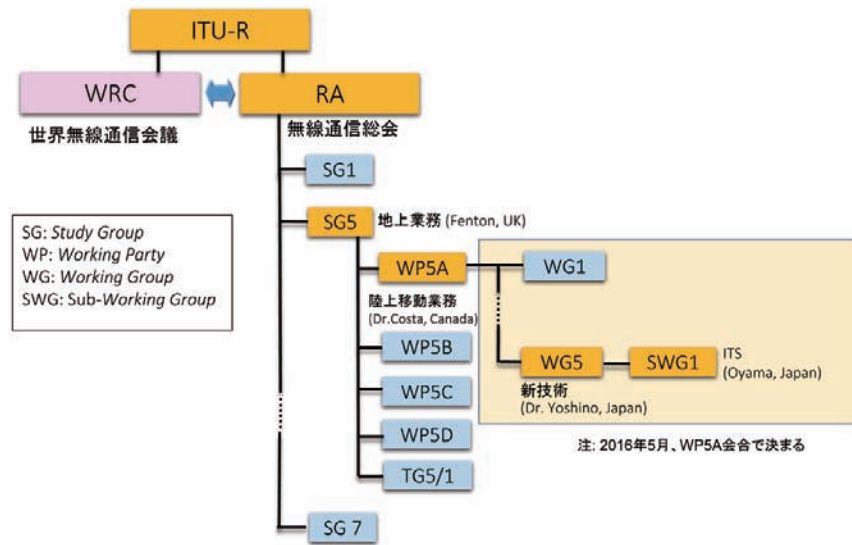
ITU-RにおけるITSの標準化は1994年にカナダからWP5Aへ課題が提案された時に始まり、現在までに削除された勧告を除き、8件の勧告や報告が発行されている。

当初、ITSは無線システムの技術標準の策定のみを行いWRCとは無縁であったが、2012年に開かれたWRC-12で議題1.18が承認されてからWRCとの関係が強くなり、それに伴って勧告や報告の発行数も増えている。図2に2010年以降のITU-Rにおける標準化の実績を示す。

3. WRC-15 議題1.18 79GHz帯短距離高分解能レーダーのための77.5-78GHzの無線標定業務への一次分配

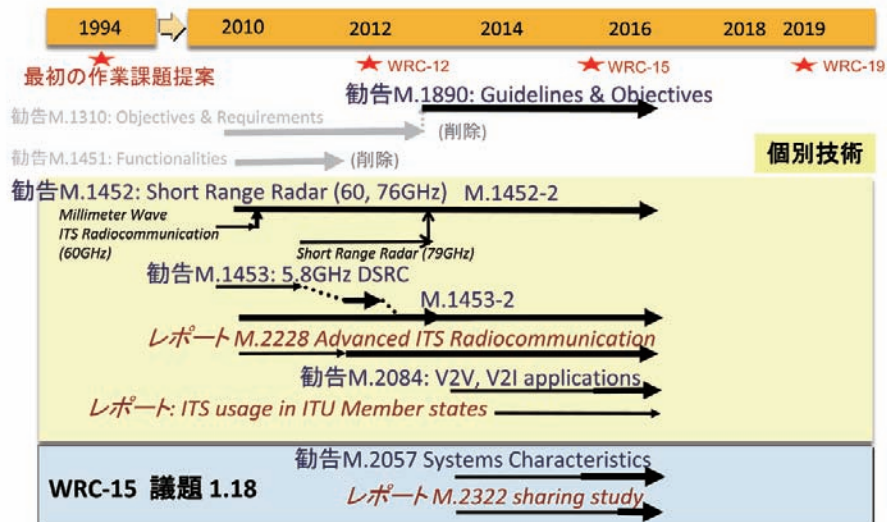
自動車レーダーは安全運転支援のため有効であり、24GHz帯UWBレーダーや60GHz帯、76GHz帯中距離レーダーなどが開発された。しかしながら24GHz帯UWBレーダーは他の業務との干渉問題から時限免許であり、76GHz帯レーダーは占有帯域幅が1GHzである。そこで77-81GHz帯の4GHzを使う79GHz帯短距離高分解能レーダーへの期待が高まったが、77.5-78GHz帯はアマチュア・アマチュア衛星業務に一次分配されており、無線標定業務への周波数分配が無かった。なお、自動車用レーダーアプリケーションは無線標定業務に含まれる。そのため、日本とドイツが協調してWRC-12で77.5-78GHz帯の無線標定業務への追加分配を要求することになった。図3にWRC-15以降の79GHz帯における周波数分配を示す。

WRC-12では議題1.18として「79GHz帯短距離高分解能レーダーのための77.5-78GHzの無線標定業務への一次分配」が議題として承認された^[2]。その後、ITU-R SG5 WP5AやWP5Bで議題1.18に関する勧告や報告が策定された。また、APG (APT Conference Preparatory Group for

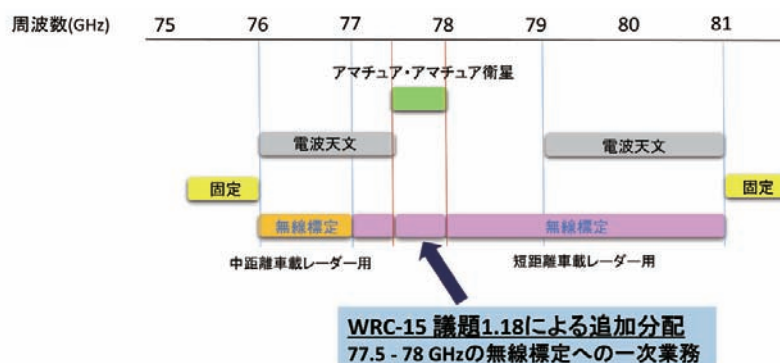


■図1. ITU-RにおけるITS標準化の組織

課題 Q.205-4/5



■図2. ITU-RにおけるITS標準化の実績-2010年以降



■図3. 79GHz帯における周波数分配 (WRC-15以降)



WRC：WRC準備会合）では、会合による審議を重ねた後にAPT共同見解が承認されてWRC-15へ入力された^[3]。

APGでは77.5–78GHz帯の無線標定業務への追加分配そのものについては合意されたが、周波数分配表の新脚注については細部で意見が分かれる結果となった。APT共同見解では‘77.5–78GHz帯における無線標定業務への追加分配は自動車アプリケーションに限定する。技術仕様は勧告M.2057を適用する。’となったため、日本とタイは連名でAPTとは別にWRC-15へ‘77.5–78GHz帯における無線標定業務へ追加分配する。技術仕様は定めない。’としたレーダーの用途や技術仕様を緩和する提案を行った。

WRC-15での議題1.18に関する審議結果は‘77.5–78GHz帯における無線標定業務は自動車レーダーを含む地表アプリケーションのための短距離レーダーに限定される。レーダーの技術仕様は最新の勧告ITU-R M.2057に示す。’となり、日本・タイ共同提案に近い形で決着となった。

79GHz帯レーダーは4～5GHzの広い帯域を持つことから高分解能が実現し、100m先にある7.5cm程度の物体が検知可能となる。例えば、前方に居る子供などの歩行者検知による交通事故の未然防止など、交通安全向上に期待できる。表に日本における自動車レーダーの標準比較を示す。77–81GHz帯高分解能レーダーは省令が改正され次第、運用可能となる。

最近話題となっている自動走行システムにおいても79GHz帯高分解能レーダーが広く使われるものと期待されている。

4. WRC-19 議題1.12

無線LANの急速な普及に伴って、周波数の不足がクローズアップされてきた。無線LANの標準化を進めているIEEE（The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.：米国電気電子学会）は、高速無線LAN規格のIEEE

802.11acを策定したが、その最大伝送速度である約7Gbpsを実現するために160MHzの周波数帯域が必要となった。IEEE802.11acに適当な周波数の候補として5.8/5.9GHz帯が対象とされた。米国では、5.8GHz帯は既に無線LANに割当てがなされているが、5.9GHz帯の帯域幅75MHzについては1999年にFCC（Federal Communications Commission：連邦通信委員会）がITSアプリケーション用として割当てを行っており、米国運輸省や自動車業界などのITSのステークホルダーが安全運転支援システム用途として無線LANとの安易な共用化は望ましくないとして反対している。しかしながら周波数のひっ迫に対する解決策の一つが周波数共用化であり、5.8/5.9GHz帯についてもITSアプリケーションと無線LANとの共用化のための検討が欧米で進められている。日本では5.8GHz帯はITSアプリケーションに80MHzの帯域が割り当てられ、前述したETCも5.8GHz帯で運用されており、仮に無線LANからETCへ干渉があると大きな社会問題になる可能性がある。日本においても2020年の東京オリンピック・パラリンピックまでに5GHz帯を無線LANに開放するとして、欧米と同様に共用化の検討が進められている。図4に世界のITSアプリケーションの周波数割当状況を示す。ITSアプリケーションと無線LANの共用化に向けた検討が慎重に行われる必要がある。

ITSアプリケーションはカーナビやVICS（Vehicle Information and Communication System：道路交通情報通信システム）、ETC、ITS Connectなどのアプリケーションの普及により一般に知られるようになったが、ITU-Rの定めるRR（Radio Regulations：無線通信規則）上では定義されていない。

このような背景を踏まえて、2015年2月に開かれたAPG15-4では、日本からITSのための周波数の明確化に関する新議題の提案が行われた。その後、2015年7月に開かれたAPG15-5でオーストラリア、ニュージーランド、中国などの支持を

■表. 自動車レーダー標準の性能比較

レーダーの種類	周波数 (GHz)	帯域幅 (Max)	出力電力	アンテナ利得	分解能	距離	免許条件(期間)
UWB	22–29	4750 MHz	-41.3 dBm/MHz	—	20 cm	30 m	22 – 24.25 GHz: 2016年迄
76 GHz	76–77	1 GHz	10 mW	40 dBi	1–2 m	200 m	制限無し
79 GHz	77–81	4 GHz	10 mW	35 dBi	7.5 cm	100 m	制限無し

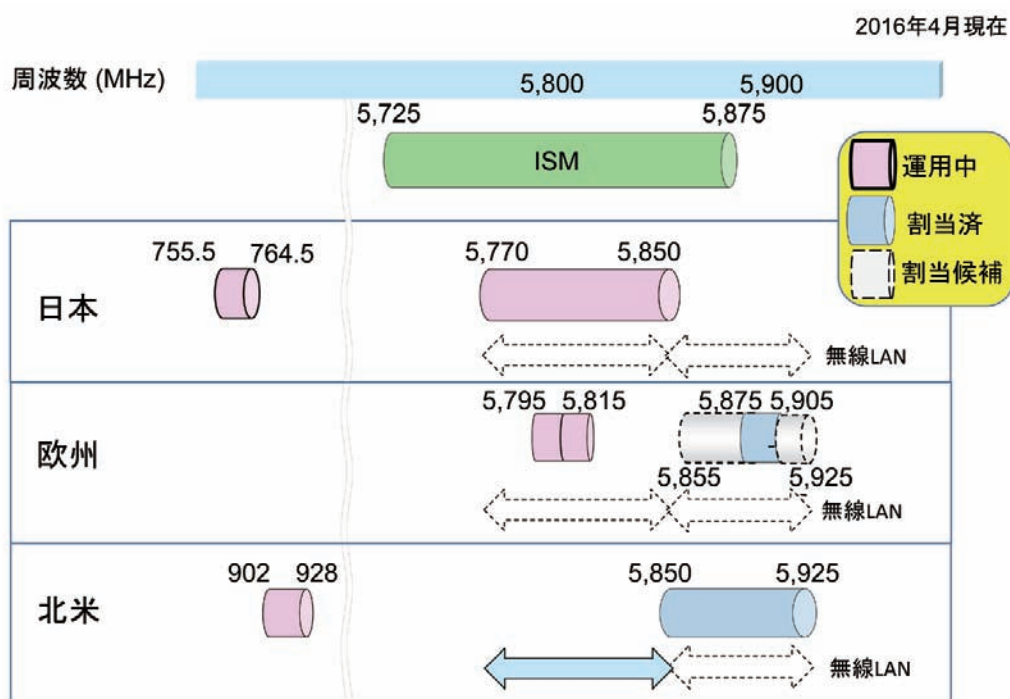


得てAPT共同見解がまとめられ、APT加盟国による郵便投票を経てWRC-15へ提案された。

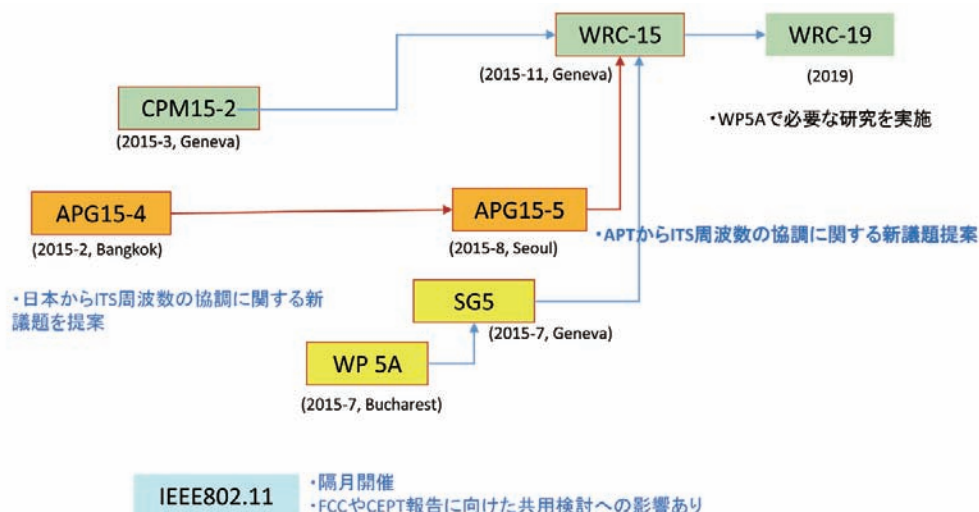
日本からの提案は、WRC-15では求める周波数が明確化されていなかったことを理由に、WRC議題として適当ではない、議題化の時期尚早などとの指摘を受けたが、最終的にWRC-19 議題1.12として承認された。図5にWRC-19 議題1.12「ITSアプリケーション」成立までのプロセスを

示す。

議題1.12は「ITSアプリケーション」とされたが、実際には「ITSアプリケーションのための周波数の検討」を意味している。2019年のWRC-19までWP5Aが責任元となりITSのための周波数の世界的または地域的な調和について研究を進める予定である。具体的には現在WP5Aで作成中のITU-R新報告案「ITU加盟国におけるITSの利用状況」



■図4. DSRCの周波数割当状況



■図5. WRC-19 議題1.12「ITSアプリケーション」成立までのプロセス



を基にしたITSアプリケーションのための周波数利用実態の調査や自動走行システムのための周波数要求条件などについて検討が考えられる。

ITU-R新報告案「ITU加盟国におけるITSの利用状況」は、AWG（APT Wireless Group：APT無線グループ）のTG ITSでまとめたAPT/AWG報告「APT加盟国におけるITSの利用状況」^[4]が基になり、APTからWP5Aへ全世界版の報告書の作成を提案し、作業が行われている。なおTG ITSの議長は日本が務めている。

自動走行システムのための周波数要求条件についてはARIBが事務局となっているITS情報通信システム推進会議が日本自動車工業会と連携して周波数等の通信技術仕様を検討している。

WRC-19までアメリカ、ドイツなど欧米諸国やAWGと通じたアジア・太平洋地域各国との連携を進める予定である。

5. ITS無線通信システムの国際技術動向

ITSの周波数については、無線LANとの共用化検討が慎重に行われる必要がある。5GHz帯無線LANとの共用検討については、WRC-19 議題1.16「5150-5925MHz帯における無線アクセスシステムや無線LANの使用」として承認されており、議題1.12 ITSアプリケーションと同じくWP5Aで研究されるため、注目していく必要がある。

自動走行システムは大きな話題となっており、新聞やテレビで取り上げられることが多く、2020年に開かれる東京オリンピック・パラリンピックを目指した開発動向が注目されている。

また、ITS情報通信システム推進会議や日本自動車工業会は、内閣府が関係省庁や自動車メーカーを中心とした民間や大学・研究機関などの有識者で構成された自動走行に関するプロジェクトであるSIP（Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program：戦略的イノベーション創造プログラム）・自動走行システム推進委員会とも連携している^[5]。

自動車に関する技術は、日本や米国、ドイツで自動運転の公道実験が始まっており、個々の技術開発からモビリティソリューションへと移行されつつある。自動走行システムに導入される路車・車車・歩車間の無線通信システムについては毎年開かれるITS世界会議や地域ごとのITS年次会議、そしてITS、特に自動運転に関する学会などの動向から無線通信の要件を抽出し、WRC-19へ反映していくことになる。

第5世代移動通信（5G）とITSとの関係も今後の課題である。2015年7月に中国からWP5Aに対して3GPP（3rd Generation Project Partnership）で標準化を進めているLTE-V2XをITS関連の勧告や報告に追記する提案がなされており、今後議論を進める予定である。

6. おわりに

ITS無線通信システムは、WRC-15では79GHz帯高分解能車載レーダーの実現のための周波数の確保ができ、WRC-19 議題1.12「ITSアプリケーション」が承認されたことから、ITUにおけるITSの知名度を向上させる機会が与えられたものと解釈できる。WRC-19に向けた国際的なITS無線通信の推進役として、引き続き日本のITU-Rへの貢献が期待されている。

（2016年2月16日 ITU-R研究会より）

参考文献

- [1] 橋本、“無線通信の国際標準化”、日本ITU協会、2014
- [2] 小山、“ITU-RにおけるITSの標準化動向-79GHz帯高分解能レーダー”、ITUジャーナル、Vol. 42、No. 10、pp.24-27、Oct. 2012
- [3] 小山、“高度道路交通システム”、ITUジャーナル、Vol. 43、No. 6、pp.33-35、Jun. 2013
- [4] APT Report、“Usage of Intelligent Transportation Systems in APT Countries” APT/AWG/REP-18 (Rev.1)、March 2013
- [5] 葛巻、“SIP自動走行システム”、ITUジャーナル、Vol. 45、No. 7、pp.12-14、Jul. 2015



WRC-19における高周波数帯(24.25–86GHz)での携帯電話周波数の確保に向けて

株式会社NTTドコモ 無線アクセス開発部 担当部長

あたらし ひろゆき
新 博行



1. はじめに

国際電気通信連合 (ITU: International Telecommunication Union) の世界無線通信会議 (WRC: World Radio-communication Conference) では、各国が用いる携帯電話周波数をできるだけ共通化するため、ITUの無線通信規則においてIMT (International Mobile Telecommunication) の名称で周波数の特定を行う取組みが続けられている。WRCの結果を受けて、多くの国では、地域や自国の状況を踏まえて、特定済みのIMT周波数の中から自国の携帯電話周波数を選択することが一般的となっており、携帯電話の普及・拡大とともに周波数の共通化 (ハーモナイゼーション) が実現されてきている。

2015年11月に開催されたWRC-15では、IMT周波数の追加特定の審議 (議題1.1) が行われるとともに、2019年のWRC (WRC-19) において高周波数帯 (24.25–86GHz) でのIMT周波数の追加特定の審議を行う新議題 (WRC-19 議題1.13) が合意された。本稿では、WRC-19議題1.13の設立の背景や、WRC-15での新議題設立の審議状況、並び

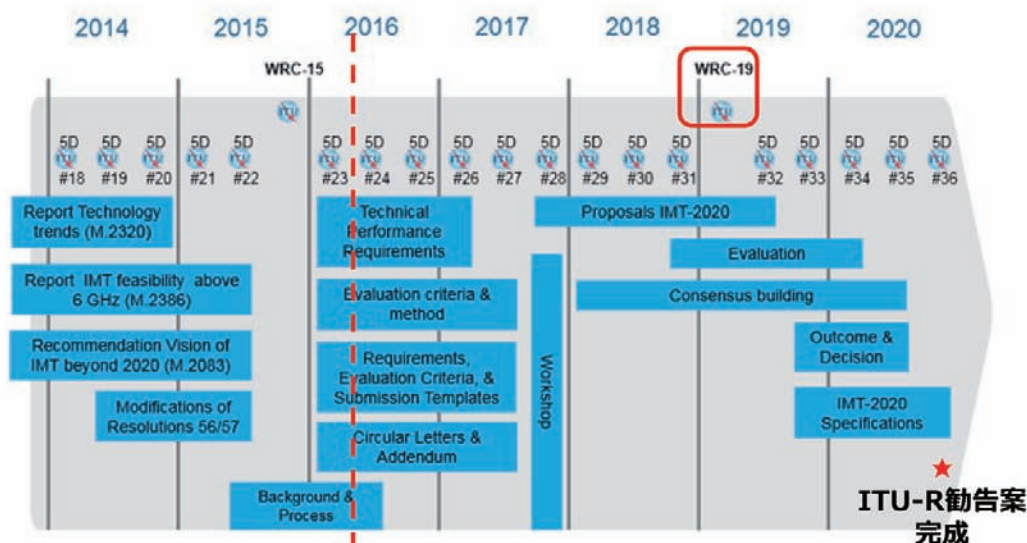
にその後のITU無線通信部門 (ITU-R: ITU-Radiocommunication Sector) における検討状況を概説する。最後に、WRC-19の審議に向けた展望を説明する。

2. WRC-19議題1.13設立の背景

世界的に第5世代移动通信システム (5G) の研究開発が活発化している。このような動きを受け、ITU-Rにおいても、携帯電話システムであるIMTが2020年及びそれ以降にどのように拡張・発展していくかについて、2012年頃から研究が開始された。その研究結果は、2015年10月に、勧告ITU-R M.2380 “IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond” としてまとめられている。

現在は、この勧告ITU-R M.2380で示されたビジョンを具現化するため、IMTの新たな無線インタフェース技術に関する標準化の検討が開始されている。本標準化は、図1に示すとおり、外部の仕様作成団体と連携して、2020年に新たなITU-R勧告案を完成させる予定で検討が進められて

Detailed Timeline & Process for IMT-2020 in ITU-R



現在

■ 図1. ITU-Rにおける新たなIMT無線インタフェース技術の標準化スケジュール



いる。なおITU-Rでは、新たな無線インタフェース技術の勧告化に際して、図2に示すように「IMT-2020」という名称を用いることとし、作成する正式なITU-R文書（勧告、報告等）では、「5G」という名称を用いない方針となっている。これは、何を判断基準にして「5G」と呼ぶかについては、システムを導入する各国主管庁や通信事業者の考え方・戦略等に依存しており、ITU-Rが正式文書により携帯電話システムの世代の定義を示すことは望ましくないという考え方に基づいたものである。

5G（あるいはIMT-2020）の研究開発では、これまで携帯電話が利用してきた周波数（およそ450MHzから3-4GHzまで）だけではなく、より高い周波数（およそ6GHz以上）にもシステム導入を可能とするための技術検討が盛んに行われている。これらの研究開発のニーズに応えるため、高周波数帯においてIMT周波数を特定することの重要性・必要性が各国で認識され、WRC-15に対し多くの主管庁からWRC-19の新議題を設立する提案が行われた。

3. WRC-15における審議状況

WRCでは、無線通信規則を改正する審議のほかに、次回及び次々回のWRCの議題を選定する審議も行われる。高周波数帯におけるIMT周波数の追加特定の新議題提案についても、WRC-15で審議が行われた。この新議題の設立については、WRC-19向けに、下記六つの各地域の検討団体の全てから地域共同提案が行われた。

- 欧州郵便電気通信主管庁会議（CEPT：European Conference of Postal and Telecommunications Administrations）
- ロシア地域電気通信共同体（RCC：Regional Commonwealth in the field of Communications）
- アフリカ電気通信連合（ATU：African Telecommu-

nication Union）

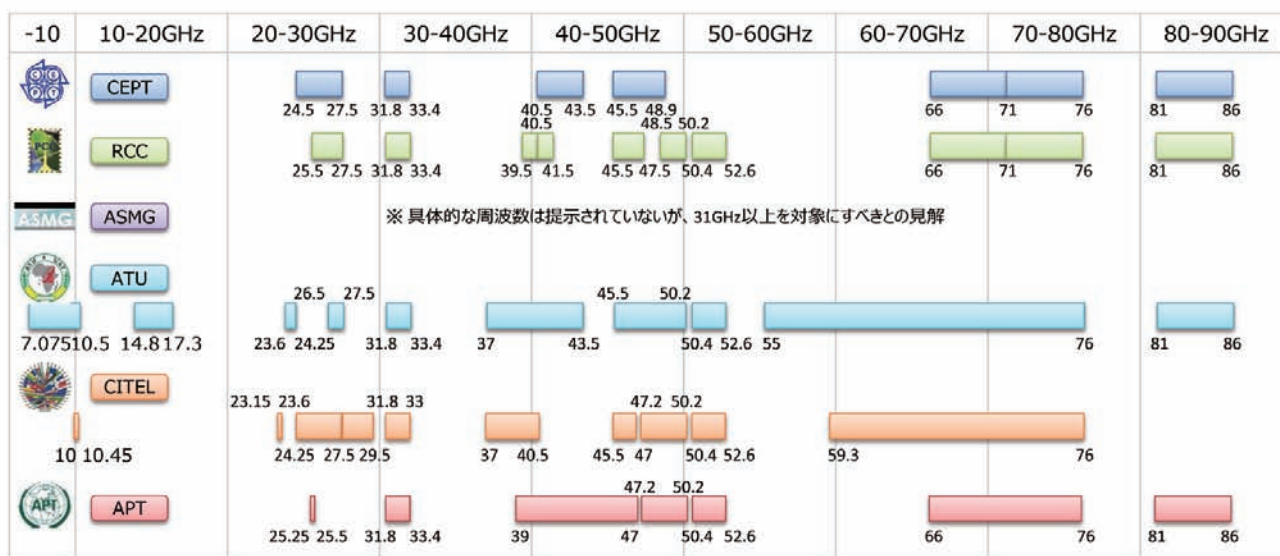
- アラブ周波数管理グループ（ASMG：Arab Spectrum Management Group）
- 米州電気通信会議（CITEL：The Inter-American Telecommunication Commission）
- アジア太平洋電気通信共同体（APT：Asia-Pacific Telecommunity）

ただし、具体的な地域共同提案の内容は図3に示すとおり、高周波数帯のどの周波数を検討対象とするかの考え方が大きく異なっていた。また、一部の国からは地域共同提案以外の個別提案も提出された。日本からはシンガポールと共同で、APT共同提案の周波数に加えて、6-8.5GHz、10-10.5GHz、14.4-15.35GHz、25.5-29.5GHz及び37-39GHzの周波数を検討対象に含めるべきとの提案を行った。

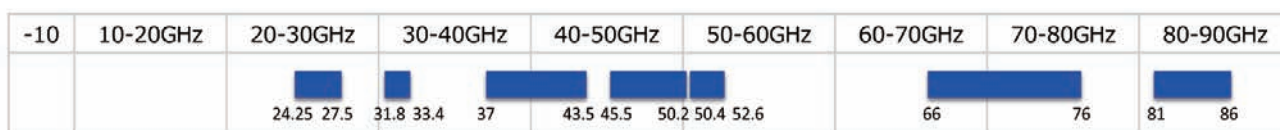
WRC-15の審議において、特に意見調整が難航した周波数は、6-20GHz及び27.5-29.5GHzである。日本からは、25GHz程度以上の周波数に検討を限定することは、IMTの将来開発や経済的なシステム展開に制約が加わる可能性があり、6-20GHzの周波数レンジの中のいくつかの周波数についても、新議題の検討対象に含めるべきとの主張を行った。日本の主張に対しては、アフリカ、北欧諸国の一部からの支持があったものの、6-20GHzの周波数は各国で幅広く利用されており、将来を含め、IMT周波数として確保できる可能性は低いとの意見が多数派を占め、検討対象の周波数としては合意されなかった。また、27.5-29.5GHzについては、韓国、米国が5Gの導入周波数として検討を行っており、WRC-19新議題の検討対象とすることを強く主張したものの、衛星通信に使われている周波数であるため、同様にIMT周波数として確保できる可能性は低いとの意見が多数派を占め、検討対象周波数としては合意されなかった。



■ 図2. IMT-2020の名称について



■図3. 各地域の検討団体から提案された検討対象の周波数レンジ



■図4. WRC-19議題1.13の検討対象として合意された周波数レンジ

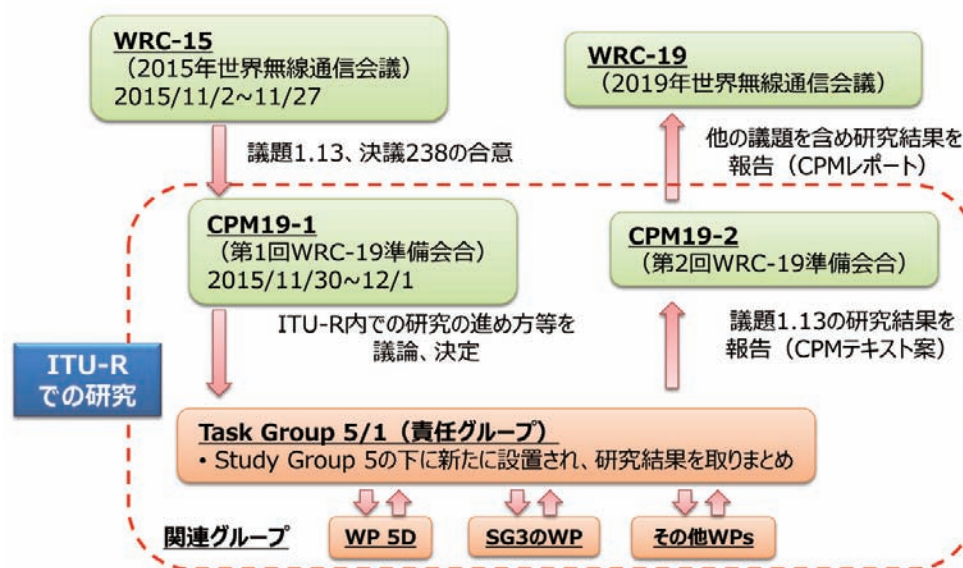
最終的にWRC-19議題1.13の議題名称は“to consider identification of frequency bands for the future development of International Mobile Telecommunications (IMT), including possible additional allocations to the mobile service on a primary basis, in accordance with Resolution 238 (WRC-15)”の表現で合意され、検討対象の周波数レンジは図4のとおりとなった。この周波数レンジは、合意された議題に付随する決議238 (WRC-15) “Studies on frequency-related matters for International Mobile Telecommunications identification including possible additional allocations to the mobile services on a primary basis in portion (s) of the frequency range between 24.25 and 86 GHz for the future development of International Mobile Telecommunications for 2020 and beyond”の中で、ITU-Rへ要請された研究項目の一つとして記載が行われている。

4. WRC-15後のITU-Rにおける検討状況

図5に、WRC-19に向けたITU-Rでの研究の進め方に関する全体の流れを示す。WRC-15後の翌週に開催された第1回

WRC-19準備会合 (CPMI9-1: First session of the Conference Preparatory Meeting for WRC-19) において、決議238 (WRC-15) の中でITU-Rに要請された研究項目の進め方についての審議が行われた。

まずITU-R内のどの研究委員会／作業部会が、WRC-19議題1.13の責任グループとなって研究の取りまとめを行うかについてが、議論となった。主な意見としては、①IMT関連の議題であることから、第5研究委員会 (SG5: Study Group 5) の中でIMTの研究を行っている5D作業部会 (WP 5D: Working Party 5D) を責任グループにすべきとの意見と、②幅広い周波数帯で既存業務との共用検討を行う必要があることから、関連する複数のStudy Groupのもとに議題1.13専門の新たな合同作業部会 (Joint Task Group) を設置して責任グループとすべきとの意見、が示された。議論の結果、双方の意見の中間をとる形で、SG5の中に議題1.13専門の新たな作業部会 (TG 5/1: Task Group 5/1) を設置し、責任グループとして検討を進めることが合意された。TG5/1では、24.25–86GHzに含まれる各周波数帯において、IMTと既存業務との周波数共用検討を行うとともに、第2回WRC-19準備会合 (CPMI9-2) へ提出する研究



■図5. WRC-19に向けたITU-Rでの研究の進め方に関する全体図

結果の取りまとめレポート案（CPMテキスト案）の作成が行われる。

また、以下の関連グループが、TG5/1に対して必要な検討結果を2017年3月31日までに提供し、WRC-19に向けた研究をサポートすることが合意されている。

1. WP 5D：

- ①24.65－86GHzにおけるIMTの周波数需要（spectrum needs）の研究結果
- ②既存業務との周波数の共用検討に必要なIMT関連のパラメータ

2. 第3研究委員会（SG3）の中の関連作業部会：

周波数の共用検討に必要な伝搬モデル

3. その他の関連作業部会：

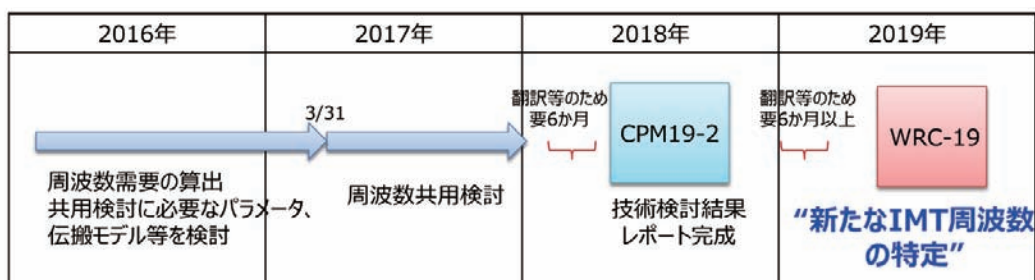
IMTとの周波数の共用検討に必要な既存業務のパラメータ

このうちWP 5Dの①の検討に関連し、過去のWRCでのIMT周波数の追加特定の議論では、モバイルトラフィック増に対応するための周波数要求条件（spectrum requirements）として同様の検討が行われてきた。しかしながら、決議238（WRC-15）で要請された研究では、24.25－86GHzにおけるIMTの周波数需要（spectrum needs）の算出が求められており、モバイルトラフィックの増加という観点だけではなく、高周波数帯を利用する際に想定される新たな利用シーン等を踏まえた検討を行っていく必要があると考えられる。また、WP 5Dの②の検討については、

2020年にかけてIMT-2020として新たな無線インタフェース技術の検討が並行して行われている状況下で、周波数共用検討に必要なパラメータを2017年3月末までに先行して取りまとめる必要がある。これを実現するには、高周波数帯におけるIMT-2020基地局と端末の関連パラメータ（最大送信電力、送信帯域幅、不要発射の強度等）について、5Gの利用シーンを踏まえて、早期に取りまとめていくことが肝要となる。

また、電波伝搬を扱うSG3の関連作業部会では、周波数共用検討に必要な伝搬モデルの検討が行われることとなっている。IMTのような移動通信を想定した高周波数帯の伝搬モデルは、既存のITU-R勧告でカバーされていない可能性もあり、議論のポイントの一つになると考えられる。

図6にWRC-19に向けたITU-Rの検討スケジュールの概要を示す。本スケジュールは、CPM19-2、WRC-19の日程が確定していないため、現時点の想定である。CPM19-2及びWRC-19では各種文書の6か国語への翻訳等のための準備期間が必要となることを踏まえると、TG5/1で詳細検討が可能な実効的な期間は、2017年前半から2018年までの約1年～2年弱の期間となる。一方、WRC-19議題1.13では24.25－86GHzの中から、多数の周波数の検討を行っていく必要がある。したがって、検討する周波数の優先度等をあらかじめ考慮しておくことも、ポイントになると考えられる。



(注) CPM19-2/WRC-19の詳細開催時期は未確定

■図6. WRC-19に向けたITU-Rの検討スケジュール (想定)

5. おわりに

WRCにおけるIMT周波数の特定は、世界共通の周波数の特定を目指すものである。しかしながらWRCでの議論を経るたびに、世界各国の合意形成が難しくなり、共通の周波数特定が困難となってきた。例えば、図7に示すとおり、直近のWRC-15議題1.1の審議では、一部の国のみで特定を行うケースが非常に多くなっている。これは世界の国々の間で、携帯電話の普及状況等に起因した周波数需要の違いや、既存業務での周波数の利用状況の違いにも起因して、合意形成を図ることが難しくなっているためである。

一部の国のみでIMT周波数を特定するケースが多くなることを考えた場合、今後は、1回のWRCで世界共通の特定を理想的に目指すのではなく、主要マーケットを有する国との連携を行って、まずそれらの国に対してIMT周波数の特定を目指すという考え方もあると考えられる。一部の国に対するIMT周波数の特定にとどまった場合でも、それらの国での当該周波数の利用が進み、携帯電話のエコシステムが確立されれば、次のWRCのタイミングにおいて特定国の拡大を期待することができる。実際に、WRC-07で一部の国に特定された周波数（694/698-790MHz及び3400-3600MHz）が、WRC-15において特定国が拡大し、ほぼ世界共通の周波数となったという事例もある。ただし、このような考え方を採用する場合でも、IMT周波数の特定を希望する国は、周辺国との事前調整を十分に行っておくことが重要である。

- 1992年：世界無線通信主管庁会議（WARC-92）
 - 1 885-2 025MHz（※グローバルに特定）
 - 2 110-2 200MHz（※グローバルに特定）
- 2000年：世界無線通信会議（WRC-2000）
 - 806-960MHz（※特定された周波数帯が一部地域により異なる）
 - 1 710-1 885MHz（※グローバルに特定）
 - 2 500-2 690MHz（※グローバルに特定）
- 2007年：世界無線通信会議（WRC-07）
 - 450-470MHz（※グローバルに特定）
 - 698/790-806MHz（※特定された周波数帯が、一部地域、国により異なる）
 - 2 300-2 400MHz（※グローバルに特定）
 - 3 400-3 600MHz（※一部の国にのみ特定）
- 2015年：世界無線通信会議（WRC-15）
 - 470-694/698 MHz（※一部の国にのみ特定）
 - 694/698-790 MHz（※WRC-07の結果から進展し、ほぼグローバルに特定）
 - 1 427-1 518 MHz（※ほぼグローバルに特定）
 - 3 300-3 400MHz（※一部の国にのみ特定）
 - 3 400-3 600MHz（※WRC-07の結果から進展し、ほぼグローバルに特定）
 - 3 600-3 700MHz（※一部の国にのみ特定）
 - 4 800-4 990MHz（※一部の国にのみ特定）

■図7. WRCにおけるIMT周波数の特定状況

以上を踏まえ、WRC-19に向けた残り3年程度の準備期間において、より多くの国・地域と協調したITU-Rによる技術検討結果の導出や、IMT周波数の特定に対する相互理解をより一層進めていくことが重要となる。WRC-15などの過去の経験を活かしつつ、日本として望ましい結果が得られるように、関係各位の協力を得ながら対応を行ってきたい。

(2016年2月16日 ITU-R研究会より)



275GHz以上のスペクトラム研究と無線通信規則改定に向けた展望



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

おがわ ひろよ
小川 博世

1. はじめに

2015年世界無線通信会議(WRC-15)は2015年11月にスイス(ジュネーブ)で4週間にわたって開催され、無線通信規則(RR)の改正に向けた議論が行われた。WRC-15ではまたWRC-19に向けた新議題の議論も行われ、決議809(WRC-15)によってWRC-19議題が決定された。

特に、WRC-19議題1.15においては、「決議767(WRC-15)に従って、275-450GHzの周波数範囲で運用する陸上移動業務応用と固定業務応用を使用する主管庁のために周波数帯を特定する検討を行う」ことになり、本格的にITU-Rにおいて275GHz以上のRRの周波数分配表の見直しのための環境が整備された。

WRC-15の後に引き続き開催されたCPM19-1(WRC-19の第1回準備会合)において、WP1A(Working Party 1A)がこの議題のCPMテキストを作成するグループになったために、今後WP1Aを中心として既存業務との共用検討等が行われる予定である。なお、CPM19-1では、下記の関連グループが、

- ①WP3J、3M、3K: 伝搬モデルをWP1Aに提供する、
 - ②WP5A、5C: 陸上移動業務応用と固定業務応用の技術運用特性をWP1Aに提供する、
 - ③WP7C、7D: 受動業務の技術運用特性をWP1Aに提供する、
- ことが決められている。

更に今後のスケジュールとして、初期検討結果を2016年11月の、最終検討結果を2017年6月のWP1A会合に提供することも決められている。

2. RRの脚注5.565のこれまでの変遷

WRC-19議題1.15では脚注5.565の見直しを中心に議論が進むものと予想されるが、本章ではこれまでのRR上での275GHz以上の規制がどのように行われていたかを概説する。

1976年発行のRRの周波数表では、275GHz以上の周波数はnot allocatedのみが記載されていたが、1982年発行のRRの周波数表から下記の内容の脚注が927として追加され、受動業務への周波数特定が275-400GHzの周波数範囲で

行われ、電波天文業務では2帯域が、地球探査衛星業務(受動)と宇宙研究業務(受動)では6帯域が特定されていた。

927 275-400GHzの周波数帯は種々の受動業務と能動業務を用いた実験及びそれら業務の開発のために主管庁によって使用することができる。この帯域では受動業務のスペクトル線測定として下記の周波数が認定されている。

- 電波天文業務: 278-280GHz、343-348GHz;
- 地球探査衛星業務(受動)及び宇宙研究業務(受動): 275-277GHz、300-302GHz、324-326GHz、345-347GHz、363-365GHz、379-381GHz。

この大部分が未開であるスペクトル領域における将来の研究が受動業務にとって興味深いスペクトル線と連続帯域の追加をもたらす可能性がある。主管庁は、これらの受動業務を有害な混信から保護するため、次の所轄の世界無線通信会議まで実行可能な全ての措置を執ることを要請される。

その後、WRC-2000において上記脚注の見直しが行われ、脚注5.565として、275-1000GHzの周波数範囲で、電波天文業務では8帯域が、地球探査衛星業務(受動)と宇宙研究業務(受動)では17帯域が特定された。

5.565 275-1000GHzの周波数帯は種々の受動業務と能動業務を用いた実験及びそれら業務の開発のために主管庁によって使用することができる。この帯域では受動業務のスペクトル線測定として下記の周波数が認定されている。

- 電波天文業務: 275-323GHz、327-371GHz、388-424GHz、426-442GHz、453-510GHz、623-711GHz、795-909GHz、926-945GHz;
- 地球探査衛星業務(受動)及び宇宙研究業務(受動): 275-277GHz、94-306GHz、316-334GHz、342-349GHz、363-365GHz、371-389GHz、416-434GHz、442-444GHz、496-506GHz、546-568GHz、624-629GHz、634-654GHz、



659–661GHz、684–692GHz、730–732GHz、
851–853GHz、951–956GHz。

この大部分が未開であるスペクトル領域における将来の研究が受動業務にとって興味深いスペクトル線と連続帯域の追加をもたらす可能性がある。主管庁は、上記の周波数帯の分配表が規定される日まで、これらの受動業務を有害な混信から保護するため、実行可能な全ての措置を執ることを要請される。(WRC-2000)

以上の経緯を経て、2007年に開催されたWRC-07において決定されたWRC-12議題1.6により、「決議950 (WRC-07)に基づき275–3000GHzの受動業務にとるスペクトラム使用を更新するためにRRの脚注5.565の見直し」の検討が開始された。その結果、電波天文業務への特定周波数の変更はなかったが、地球探査衛星業務(受動)と宇宙研究業務(受動)の周波数の見直しが行われ、下記のように27帯域が特定された。特に、1000–3000GHzに対しては、非常に大きな大気減衰特性と狭ビーム特性アンテナの使用により能動業務と受動業務が共存できるとの結果が得られたために、これら周波数を双方に使用することができる点が脚注に追加されている。

5.565 275–1000GHzの周波数範囲のうち、以下の周波数帯は、受動業務のアプリケーションのために主管庁により使用が特定されている。

– 電波天文業務：275–323GHz、327–371GHz、
388–424GHz、426–442GHz、453–510GHz、
623–711GHz、795–909GHz、926–945GHz

– 地球探査衛星業務(受動)及び宇宙研究業務(受動)：275–286GHz、296–306GHz、313–356GHz、
361–365GHz、369–392GHz、397–399GHz、
409–411GHz、416–434GHz、439–467GHz、
477–502GHz、523–527GHz、538–581GHz、
611–630GHz、634–654GHz、657–692GHz、
713–718GHz、729–733GHz、750–754GHz、
771–776GHz、823–846GHz、850–854GHz、
857–862GHz、866–882GHz、905–928GHz、
951–956GHz、968–973GHz、985–990GHz

受動業務による275–1000GHzの周波数帯の使用は、能動業務によるこの周波数帯の使用を妨げてはならない。275–1000GHzの周波数範囲を能動業務のために利用しようとする主管庁は、275–1000GHzの周波数範

围の分配表が規定される日まで、これらの受動業務を有害な混信から保護するため、実行可能な全ての措置を執ることを要請される。

1000–3000GHzの周波数範囲における全ての周波数は、能動業務及び受動業務の双方に使用することができる。(WRC-12)

3. ITU-Rにおける最近の275GHz以上の能動業務に関する研究

3.1 2007～2011研究会期

WP1AではWRC-12議題1.6の下での受動業務に関する議論が中心であったが、下記の2件の寄与文書が日本とドイツから入力され、275GHz以上の能動業務の技術動向の報告があった。

- ① Technical trend on active services in the band between 275 GHz and 3000 GHz, Doc. 1A/118 (日本)
- ② Information on the status of the development of short-range communication systems at frequency bands beyond 275 GHz – related to WRC-12 Agenda item 1.6, Doc. 1A/162 (ドイツ)

3.2 2012～2015研究会期

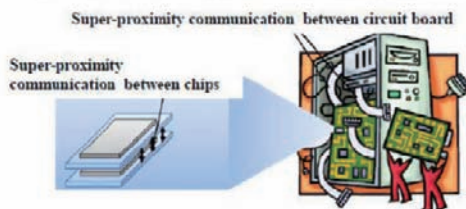
W1Aでは、下記の2件の文書が成立した。

- ① 研究課題ITU-R 237/1、「275–1000GHzの範囲で運用する能動業務の技術運用特性」であり、具体的には、(i) 275–1000GHzの周波数範囲における能動業務の技術運用特性、を中心に検討を進めるが、(ii) 上記 (i) による特性を考慮に入れた能動業務と受動業務間の共用検討及び能動業務間の共用検討、(iii) 275–1000GHzの範囲における研究結果を他の研究グループに伝えること、(iv) 上記研究結果は勧告あるいはレポートを作成すること、(v) 最初の検討結果が2015年までに利用できるようにすること、であった。
- ② レポートITU-R SM.2352-0、「275–3000GHz帯能動業務の技術動向」であり、能動業務例として、図1の四つのユースケースを提供している。これらの情報は、陸上移動業務の研究を行っているWP5A、固定業務の研究を行っているWP5Cに提供されており、WP5AとWP5Cが275GHz以上の研究分野に参加するきっかけにもなっている。

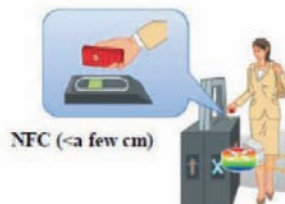
一方WP1Bでは、ショートレンジデバイスのハーモナイゼーション等に関する研究を行っていたが、2014年6月の



◆ データセンター内デバイス間超近接通信



◆ 自動改札機近距離通信



◆ データセンター内サーバー間通信



◆ WLANアクセスポイント通信



■ 図1. レポートITU-R SM.2352-0で紹介されたシステム応用例

会合にオランダから、200–600GHzの周波数帯の中で100GHz帯をチップ内通信へ分配するための研究提案を行った寄書「Possible allocation for intra-chip communication in the 200–600 GHz range (Doc. 1B/159)」が入力された。当時、WP1Aにおいて、275GHz以上にに関する研究課題に基づいた275GHz以上の能動業務の技術動向に関するレポートを作成中であったために、WP1Aの作業の進捗状況を当面見守ることになり、本寄書による作業は開始されなかった。

陸上移動業務の研究を行っているWP5Aと固定業務の研究を行っているWP5Cの2015年7月の会合において、それぞれ新たな研究課題として

③研究課題ITU-R 256/5、「275-1000GHzの周波数範囲における陸上移動業務の技術運用特性」

④研究課題ITU-R 257/5、「275-1000GHzの周波数範囲における固定業務局の技術運用特性」

が成立し、各業務にフォーカスした研究が開始された。

4. WRC-15におけるWRC-19議題1.15の成立

4.1 WRCに向けたAPT準備会合（APG）

WRCに次期WRCに向けての新議題を提案するためには、APTのWRCに向けた準備会合（APG）に提案し、APT加盟国間でコンセンサスを得たAPT共同提案（APC）とし

てまとめあげることが必須となっている。そのため、本議題の原案は、日本がAPG15-4会合（2015年2月）に提案し、その会合でのコメントを反映させた改定案を次の最終会合であるAPG15-5（2015年7月）に再提案した。その結果、多数のAPT加盟国からの支持を受けてAPCが成立した。その内容は、「275–1000GHzの周波数領域で運用する陸上移動業務と固定業務特定のための適切な規制措置を検討する」ことであった。

4.2 WRC-15における審議状況

275GHz以上のスペクトラムのRR上での見直しを行う新議題が欧州共同提案（ECP）として提案された。その内容は、「脚注5.565の下で受動業務保護を維持しながら、275–450GHzの周波数範囲で陸上移動業務と固定業務に脚注により周波数特定を行うための検討」であった。他の地域からの類似の提案がなかったために、APTとCEPTとの調整により下記の内容で合意され承認された。

(1) 決議809（WRC-15）のプリアンブル

決議767（WRC-15）に基づき275–450GHzの周波数範囲で運用する陸上移動業務応用と固定業務応用へ主管庁の使用のために周波数帯の特定を検討する。

(2) 決議767（WRC-15）のタイトル

主管庁の使用のために275–450GHzの周波数範囲で



運用する陸上移動業務応用と固定業務応用への特定に向けた研究。

(3) 決議767 (WRC-15) からのWRC-19への決議

受動業務と能動業務間の共用両立性検討及びこれら業務へのスペクトラム要求に関するITU-R研究の結果を考慮に入れて、脚注5.565で特定された受動業務の保護を維持しながら、275–450GHzの周波数範囲で運用する陸上移動業務応用と固定業務応用へ特定の検討を主管庁の使用のために行い、かつ適切な措置を講じること。

(4) 決議767 (WRC-15) からのITU-Rへの要請

- (4-1) 275GHz以上の周波数で運用する陸上移動業務と固定業務のシステムの技術運用特性を特定すること、
- (4-2) 上記の研究結果を考慮に入れて陸上移動業務と固定業務のシステムのスペクトラム要求を研究すること、
- (4-3) 275–450GHzの周波数範囲で陸上移動業務・固定業務と受動業務との共用両立性検討を可能とするためにこの周波数帯の伝搬モデルを作ること、
- (4-4) 脚注5.565で特定された受動業務の保護を維持しながら、275–450GHzの周波数範囲で運用する陸上移動業務・固定業務と受動業務との共用両立性検討を行うこと、
- (4-5) 上記項目による研究結果と脚注5.565で特定された受動業務の保護を考慮に入れて、陸上移動業務と固定業務のシステムによる使用のための候補周波数帯を特定すること。

なお、上記 (4-1) ～ (4-5) の担当WPが決定したことは、「はじめに」に紹介したとおりである。

5. 周波数特定に向けた今後の展開

5.1 ITU-Rにおける今後の展開

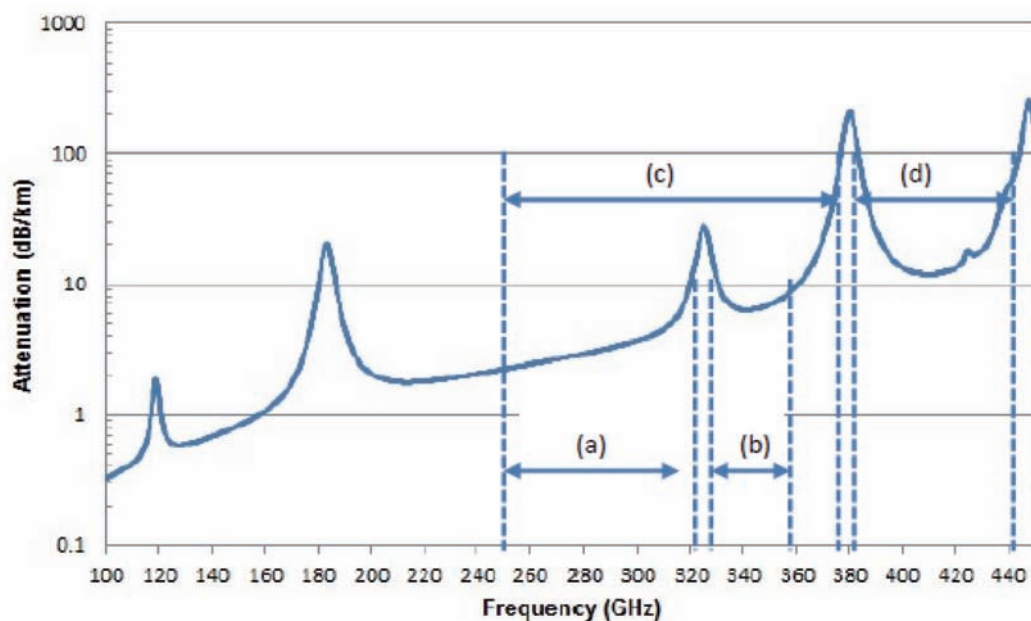
図2は、今後の各WPにおけるWRC-19議題1.15の作業計画を予想した線表である。また、参考にAPGの線表も示している。

WP1Aが責任グループであるために、共用両立性検討のための最終情報が各WPから2017年6月のWP1A会合に送られる予定となっている。WP5A/5CとWP7C/7Dは例年WP1A会合前に開催されていたために、今期も同様であれば比較的情報の流れはスムーズになるものと予想できる。一方、WP3M/3J/3Kが年1回の開催でかつWP1A会合後に開催されるために、リエゾンの交換を効果的に行うことが重要と思われる。

この原稿を執筆している時には今期の第1回WP7C/7Dが既に開催されており、受動業務の技術運用特性の議論が開始されていたが、WP1Aにはまだ技術情報の提供が行われていない模様であった。また、WP5A/5Cの第1回会合に向けた準備も既に行われており、特定周波数帯の特定応用システムのための技術運用特性の初期検討結果が議論されると思われる。議題1.15は、275–450GHzの周波数範囲内の応用システムが必要とする周波数帯の特定をRRの脚注に追加することであるが、必ずしも全ての周波数帯を特定する必要はなく、各業務の応用システム要求条件を踏まえた

Working Parties	2016.06 (第1回)	2016.11 (第2回)	2017.06 (第3回)	2017.11 (第4回)	2018.06 (第5回)	2018.11 (第6回)	2019
WP1A	作業計画提出	作業計画更新 候補周波数の検討	候補周波数の特定 共用検討開始 CPMLレポート更新	候補周波数の勧告開始 共用検討継続 CPMLレポート更新	候補周波数の勧告更新 共用検討完成 CPMLレポート完成	候補周波数の勧告完成	CPM19-2/ WRC-19
WP5A/5C	技術運用特性 スペクトラム要件 上記レポート準備	技術運用特性 スペクトラム要件 上記レポート更新	技術運用特性 スペクトラム要件 上記レポート更新	左記レポート完成			
WP7C/7D	技術運用特性	技術運用特性	技術運用特性				
WP3J/3K/3M	伝搬モデル	伝搬モデル	伝搬モデル				
APT	APT19-1 暫定見解案		APT19-2 暫定見解案		APT19-3 暫定見解案	APT19-4 共通見解案	APT19-5 共通見解案

■図2. ITU-R各WPにおける今後のWRC-19議題1.15の作業計画案



■ 図3. 大気減衰特性例 (100-450GHz)

スペクトラムの議論が行われると思われる。

図3は、各周波数の大気による減衰特性を示しており、特に酸素分子、水蒸気分子による吸収により大きな減衰を受け、特定周波数範囲で共振カーブを描いている。このような周波数領域を用いる広帯域伝送システムでは、信号等の歪のために所望の特性を得ることが困難と思われる。そのため、例えば減衰量10dB/kmを許容する場合には、周波数範囲としては、(a) 275–320GHz帯、(b) 330–360GHz帯の2帯域が候補として考えられる。更に、減衰量100dB/kmが許容でき、かつ100dB以上の帯域内減衰量変動をも許容できる応用システムがあるとする、(c) 275–375GHz、(d) 385–440GHzの2帯域も候補として挙げることができる。また、応用システムの周波数帯としては屋内利用、屋外利用、チャンネル帯域幅、多重化方式、伝送容量、更に送受デバイス間の距離、デバイス性能等のパラメータに基づいた検討が求められる。これらの検討は、2017年5月の完成を目指してWP5A/5Cで進められる予定であり、我が国からも貢献していく予定である。

5.2 APTにおける今後の展開

図2に示したように、例年どおりであればAPTのWRC-19に向けた準備会合APG19は計5回開催される予定である。APG19-1では体制、作業方法、作業計画等が主な審議事項

であり、APG19-2からAPG19-4にかけては各議題のAPT暫定見解の議論が行われ、APG19-5でAPT共同提案が作成される。WRC-19議題1.15もこのスケジュールにのっとり今後APT諸国との議論を進める予定であるが、APT内には無線通信技術の検討を行うAPT無線グループ (AWG) が、関連するWRC-19議題の議論を既に始めており、今後APT諸国との技術及び無線規則に関するコンセンサスを得ていくために両グループ間の連携を積極的に活かしていくことも重要と思われる。

6. おわりに

NICTはこれまで総務省による電波資源拡大のための研究開発として「超高周波搬送波による数十ギガビット無線伝送技術の研究開発」及び「テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発」などに他機関とともに参加し、多くの研究開発成果を挙げてきた。これらの蓄積してきた成果をWRC-19議題1.15によるRRの規則改正に向けたITU-R活動に投入し、スペクトラムに関する国際標準化活動に我が国として貢献が期待できる一つの分野と考えられる。NICT及び関連機関によるテラヘルツの研究分野及び標準化分野に対する益々の貢献を期待する。

(2016年1月21日 ITU-R研究会より)



高速計算を革新する量子計算技術

国立研究開発法人科学技術振興機構
革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) プログラム・マネージャー

やまもと よしひさ
山本 喜久



1. 量子コンピュータ

スピン- $\frac{1}{2}$ を持つ粒子が上向きスピン $|\uparrow\rangle$ と下向きスピン $|\downarrow\rangle$ の相反する状態を同時に占有できるとする量子力学の線形重ね合わせ原理を利用すれば、N個のスピン- $\frac{1}{2}$ 粒子を用いて 2^N 通りという膨大な解の候補を同時に探索することができることをDavid Deutschが指摘したのは1985年のことである^[1]。1992年には、この“量子並列探索という概念”に“量子もつれ”、“量子情報消去”、“非局在量子干渉”、“射影測定”という四つの量子操作を加えて、初の量子計算モ

デル (Deutsch-Jozsaアルゴリズム) が提案された^[2]。1994年に因数分解・離散対数という実問題を解くShorアルゴリズムが発見されるに及んで^[3]、量子コンピュータの研究開発は世界的な広がりを見せた。

量子アルゴリズムの本質は多粒子間の量子干渉である。量子コンピュータが得意とするのは、その問題が持っている隠れた周期性を見つけ出すことであるから、量子干渉が量子コンピュータの基本原則であるのは容易に理解できる。一方、量子情報を格納するスピン- $\frac{1}{2}$ 粒子(量子ビット)

Q&A

量子コンピュータD-WAVEが話題の昨今、日本ITU協会では、国立研究開発法人科学技術振興機構・革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) の山本喜久氏に、量子計算技術についてご寄稿いただくと共に、編集部からの初歩的な質問にもお答えいただいた。

Q. 量子計算というのはどういうものなのでしょうか？

A. 従来のデジタル計算は0または1を情報元としていますが、量子計算は0と1の任意の重ね合わせ（同時に0でもあり1でもある）を情報元としています。

Q. 従来の計算に比べて何が優れているのでしょうか？

A. 2^N という多数の状態をN個の素子で同時に表現できるので、超並列な計算が可能と言われています。

Q. 量子計算はどこまで実現されているのでしょうか？

A. 長期間、莫大な資金を投じて研究が行われてきましたが、実用になった量子計算機はまだありません。

Q. なぜ量子計算の実現が難しいのでしょうか？

A. 量子現象は光子、電子、原子といったミクロな世界では安定ですが、マクロな系の中で長時間安定に存在できないからです。

Q. 量子計算機が実現したらどのような応用が可能になりますか？

A. 量子コンピュータは暗号解読、量子アニーリングと量子人工脳は組合せ最適化・機械学習に応用できると期待されています。

Q. それはどのような影響をもたらしますか？

A. 現代社会のあらゆる分野で、高速・低消費電力での情報処理が可能になります。

Q. 従来のスーパーコンピュータは不要となりますか？

A. 複雑な情報処理タスクにおいて、現代コンピュータが不得意とする部分を量子計算が担務して、全体として優れたバランスのよい使い方をするようになると思います。

Q. D-WAVEが話題になっていますが、どうぞ覧になっていますか？

A. 世界初の商用量子コンピュータと言われていますが、その基本動作(量子性の有無)も有効性(現代コンピュータに対する優位性)も未だに確立されていません。



は実空間上で局在しているから、波動関数の重ね合わせを必要とする干渉計の実現には適さない。この根本的な矛盾を解決するため強引に導入されたのが量子ビット間の量子もつれとそれが実現する非局在量子干渉である。ところが、量子もつれ状態は極めてひ弱な存在であり、これを外界からのじょう乱に対して保護するためには、量子誤り訂正という高価な代償を払わなければならない。表1には、現代コンピュータで解くことが難しい問題のうち、最もサイズの小さいターゲットである1024ビットの整数を因数分解するShorアルゴリズムとアラニン分子の量子化学計算を実行する位相推定アルゴリズムを実装するために必要な量子コンピュータのリソースがまとめられている^[4, 5]。いずれの場合も、量子アルゴリズムの実装に必要な数学上の量子ビット数は約6,000であるが、量子コンピュータに誤り耐性機能を持たせるためには、 $10^8 \sim 10^9$ もの量子ビットが必要となる。単純な言い方をすると、量子ビット1個を雑音から保護するためには、 $10^4 \sim 10^5$ の量子ビットを使わなければならないことになる。この時、計算時間は世の中でよく言われている“一瞬”では決してなく、1日から10日の間である。量子コンピュータは、ほとんどの計算時間を量子誤り訂正に使っていて、ごくまれに量子計算を実行しているため、このような結果になってしまうのである。量子コンピュータはその出発点で既に重大な欠陥を内包していた。

現時点で、 $10^8 \sim 10^9$ もの量子ビットを実装し、その一つ一つを独立して精密に制御する技術ソリューションに関して明確な将来ビジョンを持っている研究者はいないと思われる。そのため、“量子コンピュータは夢ではなく悪夢である (Serge Haroche)” とか“量子コンピュータは100年プロジェクトではなく、1,000年プロジェクトである (Charles Bennett)” などと言った悲観的な意見を持つ研究者も少なくない。

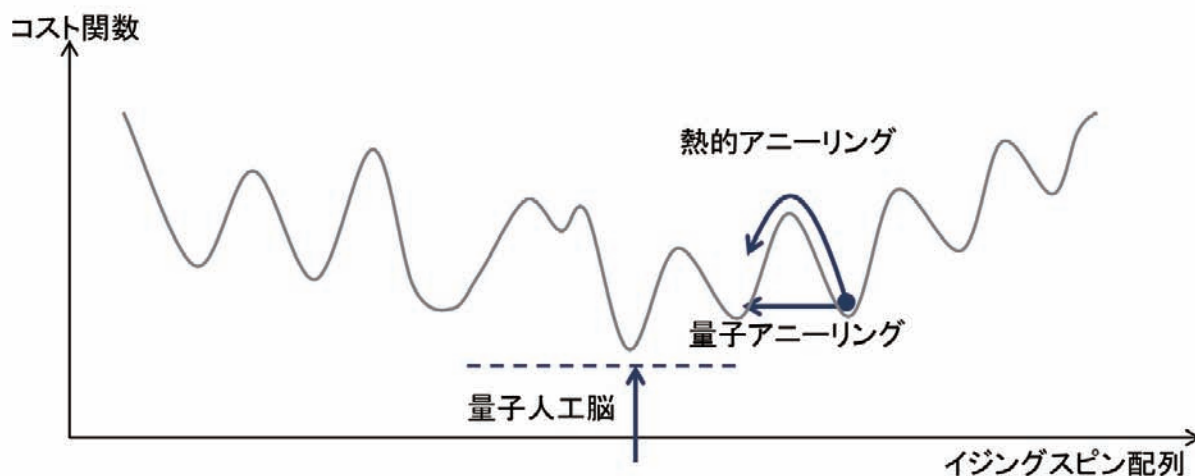
2. 量子アニーリング

量子コンピュータの抱えるもう一つの問題点は、現代暗号の解読マシンという出口を除けば、その応用範囲が限られていることである。組合せ最適化問題に代表されるNP困難・NP完全問題や機械学習・ディープラーニングといった現代計算機科学にとって重要な問題には隠れた周期性はなく、量子コンピュータの基本原則（量子干渉）との相性は決してよくない。この種の問題に威力を発揮しているのは、冶金工学で使われる焼きなまし法にヒントを得た熱的（シミュレーテッド）アニーリングというヒューリスティックである。図1に組合せ最適化問題を解く三つの計算原理を比較する。縦軸は問題のコスト関数、横軸は解の候補である（Nビットの問題の場合、全部で 2^N 個の解の候補がある）。熱的アニーリングでは、プログラム上でゆっくりと温度を下げていくことにより、熱的励起により局所最適解から系を脱出させながら、最終的にコスト関数が最小になる正解に系を誘導できる^[6]。この熱的ゆらぎの代わりに、あるいは熱的ゆらぎに加えて、量子ゆらぎを局所最適解からの脱出に使うと、正解にたどり着く時間を短くできるのではないか、という量子アニーリングのアイデアは様々なスキームの下で調べられてきた^[7-11]。その代表的なスキームは、時刻 $t=0$ で量子スピン系に横磁場のみをかけ、自明な強磁性基底状態を作っておき、その後ゆっくりと横磁場を減衰させ、同時に解きたい問題のコスト関数（例えばイジングハミルトニアン）を系に導入するというものである。この変化が十分に緩やかであれば、量子力学の断熱定理により、系の状態はその時刻ごとのハミルトニアンの基底状態を乗り移り、最終的には解きたい問題のコスト関数を最小にする正解にたどり着くはずである。

この量子アニーリングの原理を超伝導量子ビットで実装したD-WAVEマシンなるものが開発され^[12]、世界初の商用量子コンピュータという大げさな宣伝がなされたが、その真偽をめぐっては今だに論争が繰り返されている。

■表1. 量子コンピュータで必要とされる計算リソースの見積もり^[4, 5]

計算リソース	Shorアルゴリズム (1024ビット因数分解計算)	位相推定アルゴリズム(アラニン分子量子化学計算)
アルゴリズム量子ビット数	6,144	6,650
(純粋化のための) 補助量子ビット数	66,564	15,860
(誤り訂正のための) 物理量子ビット数	4.54×10^8	1.40×10^8
計算量 (Toffoliゲート数換算)	1.68×10^8	1.27×10^9
クロック周波数 (論理層)	5.21×10^9	3.94×10^{10}
計算時間	1.81日	13.7日



■図1. 組合せ最適化問題のコスト関数対イジングスピン配列、熱的アニーリング、量子アニーリング、量子人工脳における正解の探索プロセス

D-WAVEマシンは以下の二つの問題点を抱えている。

- ①量子ビットのコヒーレンス時間が1～10ナノ秒と極めて短く、上記量子断熱変化をさせる計算過程で量子性（例えば重ね合わせ状態や量子もつれ状態）が保持されている保証がない。量子コンピュータ分野の研究者は量子コヒーレンスや量子もつれといった最も基本的な特性に関する定量的評価がD-WAVEから報告されないことに不満を持っている。
- ②最新のD-WAVE IIXマシンでも、量子ビット数 $N=1154$ に対してキメラグラフという限られた量子ビット間の配線を用いているため、このマシンに実際に埋め込める問題サイズはたかだか $\sqrt{N} \sim 36$ ビット程度である（NASA Ames量子人工知能研究所からの報告では、実際には、15～17ビットが実装できる最大の問題サイズのようなものである^[13]）。このように小さな問題サイズでは、熱的アニーリングと量子アニーリングの性能比較はできない。

昨年12月にD-WAVE IIXは熱的アニーリングよりも1億倍速いという実験結果がGoogleより報告されたが^[14]、これはキメラグラフ構造を持つD-WAVE IIXの時間発展そのものを解くべき問題と定義した人工的な（D-WAVEマシンにとって有利、熱的アニーリングにとって不利な）問題設定であり、フェアな計算能力の比較とは言えない。

量子アニーリングの研究開発は今後どの方向へ進んでいくのであろうか？ 今年度より開始される米国IARPAのQuantum Enhanced Optimization (QEO) プロジェクトでは、量子ビット数 N は100程度に抑え、その代わりに量子

ビットのコヒーレンス時間を10マイクロ秒以上にする技術の開発に集中するようである^[15]。更に、量子コヒーレンスや量子もつれを保護するため、量子誤り訂正コードの開発にも取り組むようである。まず、系にある量子性をきちんと定量化し、それを確立してから大規模を図るという基礎研究としては正当な戦略が取られるようである。しかし、その将来展望は量子コンピュータよりも明るいのであろうか？

仮に解くべき組合せ最適化問題が $n=10^4 \sim 10^5$ ビットであったとすると（これより小さい問題サイズでは、多くの場合熱的アニーリングで十分である）、必要な量子ビット数は $N=n^2=10^8 \sim 10^{10}$ となり、前述した量子コンピュータに必要なリソースと同じオーダーになる。キメラグラフに代わる新しい配線スキームが発明されない限り、量子アニーリングマシンの将来は決して楽観できない。これに量子誤り訂正コードをかけるとなると、必要な量子ビット数は更に数桁大きくなると予想される。

3. 量子人工脳

量子コンピュータや量子アニーリングで量子誤り訂正が必要な究極的な理由は何であろうか？ それは、これらのスキームが本質的にアナログ計算機だからである。量子ビットには、外部からの雑音や制御信号のわずかな誤差による誤動作を訂正する識別再生機能というものが元々備わっていない。この点を早くから指摘していたのは、IBMの（故）Rolf Landauerであった。例えば、1995年スタンフォード大学で行われた物理学科／応用物理学科コロキウムで、彼はこの重大な欠陥を指摘して、量子コンピュータ

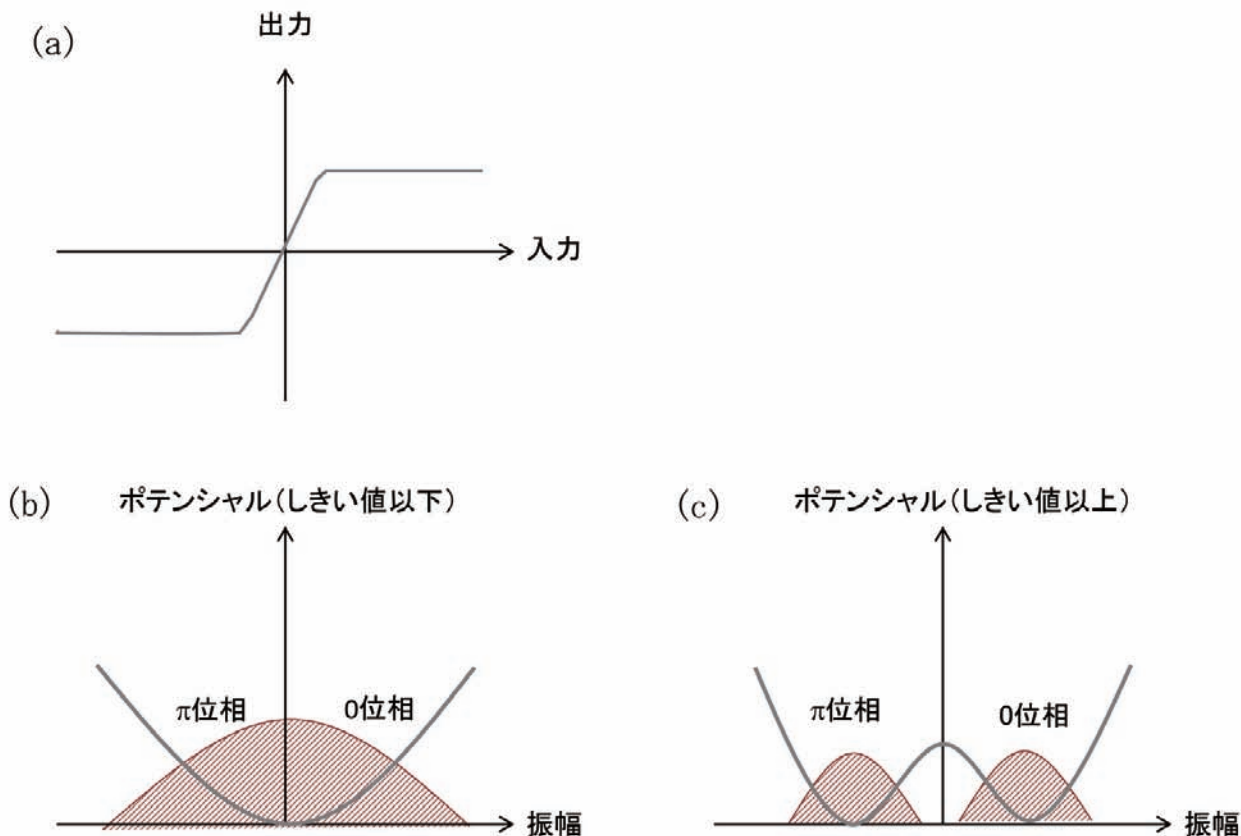


の将来に悲観的な意見を述べている。図2 (a) に示すような識別再生機能を自然に備えている量子系で、プロセッサとメモリを構成することが望ましい。縮退型光パラメトリック発振器 (Degenerate Optical Parametric Oscillator: DOPO) は、この条件を満たす物理系の一つである。発振しきい値では、図2 (b) に示すように、DOPOは二つの位相状態 (0相状態と π 相状態) の線形重ね合わせ状態を取るが、図2 (c) に示すように、発振しきい値より高いポンプレートでは、0相状態か π 相状態のいずれかを取る。このデバイスは、発振しきい値を挟んで量子的なアナログ素子から古典的なデジタル素子へその姿を変える。量子人工脳のハードウェアの一つであるDOPOは、このような理由で採用された^[16, 17]。

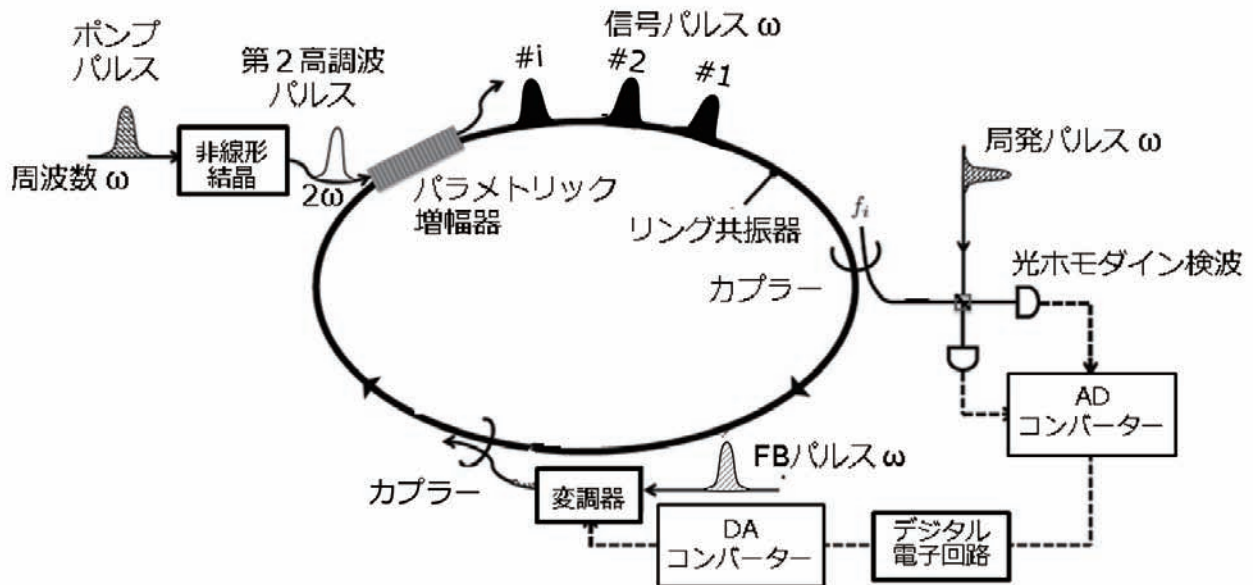
現代コンピュータにおけるフォン・ノイマン (通信路) ボトルネックや量子コンピュータや量子アニーリングにおける長距離配線 (相互作用) 実装の困難さの究極的な理由は何だろうか? それは、メモリやプロセッサに保存された情報が空間的に局在しているからである。情報が計算機全体

にコヒーレントな波動関数として広がっている量子系を構成できれば、この問題は根本的に解決される。一つの光ファイバリング共振器を周回するN個のDOPOパルス情報をキャリアとし、これを一つの量子測定フィードバック回路で時分割全結合するシステムは、この条件を満たす量子系の一つである^[18]。

図3に示す量子人工脳では、一つのポンプ光子は、同時にN個のDOPOパルスとN個のフィードバック光パルスにその分身 (分波) として同時に変換される。どの部分がメモリであり、どの部分がプロセッサなのか、その区別はなく、情報キャリアは長さ1kmの光ファイバ共振器全体にコヒーレントに広がっている。強いて言えば、光ファイバ共振器を周回するDOPOパルスは神経回路網におけるニューロンに、量子測定フィードバック回路はこれを相互結合するシナプスに対応する。実際、図3の量子人工脳を記述する量子力学的運動方程式は古典限界において、ホップフィールド・タンク型のニューラルネットワーク方程式に帰着する^[19]。



■図2. (a) デジタル情報処理における識別再生機能
(b) (c) 発振しきい値を挟んで変化する縮退型光パラメトリック発振器のポテンシャルと出力状態^[16, 17]



■図3. 光ファイバリング共振器を周回する縮退パラメトリック発振光パルスと量子測定フィードバック回路で構成される量子人工脳^[18]

量子人工脳がどのようにして組合せ最適化問題の解を探索するか、を図1に示した。熱的アニーリングが冷却により上から下へ解を探索するのに対し、量子アニーリングは量子ゆらぎにより横方向へ解を探索する。一方、量子人工脳はパラメトリック増幅利得により下から上へ解を探索する。すなわち、問題のコスト関数はDOPOネットワークの総損失にマップされており^[16, 17]、これに対してパラメトリック増幅利得を徐々に上げていくと、利得と損失が最初につり合う基底状態（正解）でパラメトリック発振が起こるというものである。

この量子人工脳の原理を実装したコヒーレントイジングマシンがNTTとスタンフォード大学で開発された。NTTマシンは $N=2,000$ のDOPOパルスを離散値（2ビット）シナプス結合係数で全結合しており^[20]、スタンフォードマシンは $N=100$ のDOPOパルスを連続値（16ビット）シナプス結合係

数で全結合している^[21]。表2に、三つの量子計算スキーム（量子コンピュータ、量子アニーリング、量子人工脳）の原理、開発状況を比較した。

4. まとめ

高速計算を革新する量子計算技術の現状をレビューした。量子コンピュータは多粒子間の量子干渉を利用して問題の隠れた周期性を見つけ出すのが得意である。量子アニーリングは熱的ゆらぎの代わりに量子ゆらぎを用いて、問題のコスト関数を最小化するように設計されている。量子人工脳は、計算機全体に広がるコヒーレントな波動関数を利用して、通信路ボトルネックを解決しつつ、量子的アナログ計算と古典的デジタル計算を組み合わせ、量子誤り訂正を不要にしている。組合せ最適化、機械学習、脳型（ニューロモルフィック）コンピューティングという現代計算機科学

■表2. 三つの量子計算スキームの比較

	量子コンピュータ	量子アニーリング	量子人工脳
基本原理	多粒子間の量子干渉	ハミルトニアン断熱変化	量子発振器ネットワークの相転移
情報キャリア	局在スピン-1/2粒子	局在スピン-1/2粒子	非局在コヒーレント光波
散逸・デコヒーレンス	量子誤り訂正により抑圧	量子誤り訂正により抑圧	計算リソースとして利用
量子性 ($k_B T / \hbar \omega$) (動作温度)	~ 0.01 (@15mK)	~ 0.01 (@15mK)	~ 0.02 (@300K)
応用	因数分解 離散対数	組合せ最適化	組合せ最適化 脳シミュレーション



のフロンティアへ量子計算技術がどのような役割を果たせるのか、果たせないのか、を決める鍵は、そのマシンの“実用性”であると思われる。

参考文献

- [1] D. Deutsch, Proc. R. Soc. Lond. A400, 97 (1985).
- [2] D. Deutsch and R. Jozsa, Proc. R. Soc. Lond. A439 553 (1992).
- [3] P. W. Shor, Proc. 35th Annual Symp. on the Foundations of Computer Science (IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, 1994), P.124.
- [4] N. C. Jones, R. Van Meter, A. G. Fowler, P. L. McMahon, J. Kim, T. Ladd, and Y. Yamamoto, Phys. Rev. X 2, 031007 (2012).
- [5] N. C. Jones, J. D. Whitfield, P. L. McMahon, M-H. Yung, R. Van Meter, A. Aspuru-Guzik, and Y. Yamamoto, New J. Phys. 14, 115023 (2012).
- [6] S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt Jr., and M. P. Vecchi, Science 220, 671 (1983).
- [7] B. Apolloni, C. Carvalho, and D. de Falco, Stoc. Proc. Appl. 33, 233 (1989).
- [8] A. B. Finnila, M. A. Gomez, C. Sebenik, C. Stenson, and J. D. Doll, Chem. Phys. Lett. 219, 343 (1994).
- [9] T. Kadowaki and H. Nishimori, Phys. Rev. E 58, 5355 (1998).
- [10] J. Brooke, D. Bitko, T. F. Rosenbaum, and G. Aeppli, Science 284, 779 (1999).
- [11] E. Farhi, J. Goldstone, S. Gutmann, J. Lapan, A. Lundgren, and D. Preda, Science 292, 472 (2001).
- [12] M. W. Johnson et al., Nature 473, 194 (2011).
- [13] E. G. Rieffel, D. Venturelli, B. O’Gorman, M. B. Do, E. Prystay, and V. N. Smelyanski, arXiv : 1407.2887.
- [14] S. Boixo et al., Nature Commun. 7, 10327 (2016).
- [15] <https://www.iarpa.gov/index.php/research-programs/qeo/qeo-baa>
- [16] S. Utsunomiya, K. Takata, and Y. Yamamoto, Opt. Express 19, 18091 (2011);
Z. Wang, A. Marandi, K. Wen, R. L. Byer, and Y. Yamamoto, Phys. Rev. A88, 063853 (2013).
- [17] A. Marandi, Z. Wang, K. Takata, R. L. Byer, and Y. Yamamoto, Nature Photonics 8, 937 (2014);
T. Inagaki, K. Inaba, R. Hamerly, K. Inoue, Y. Yamamoto, and H. Takesue, Nature Photonics (April 2016) doi : 10.1038
- [18] Y. Haribara, S. Utsunomiya, and Y. Yamamoto, Entropy 18, 151 (2016).
- [19] K. Takata, A. Marandi, and Y. Yamamoto, Phys. Rev. A 92, 043821 (2015).
- [20] H. Takesue, talk presented at ImPACT Annual Meeting (March 2016, Tokyo).
- [21] P. L. McMahon, talk presented at ImPACT Annual Meeting (March 2016, Tokyo).



ITU-R SG5 WP5D会合（第23回）の結果について —IMTに関する検討—

総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課 新世代移动通信システム推進室 課長補佐

やまうち まゆみ
山内 真由美

1. はじめに

ITU-R第5研究委員会（SG5：Study Group 5）の傘下の作業部会（WP：Working Party）のうち、IMT（International Mobile Telecommunications：IMT-2000、IMT-Advanced、IMT-2020及びそれ以降を包括するIMT地上コンポーネントのシステム関連全て）を所掌するWP5Dの第23回会合が、2016年2月23日から3月2日にかけて中国（北京）において開催されたので、本稿ではその概要を報告する。

WP5D第22回会合以降の主な動きとしては、2015年10月に開催された無線通信総会（RA-15）では、第5世代移动通信システム（5G）に関連するITU-R決議/勧告等の作成や改訂の承認が行われた。決議としては、決議56「IMT（International Mobile Telecommunications）の名称」の改訂が承認され、5Gの呼称として「IMT-2020」が盛り込まれた。また、新決議「2020年以降のIMTの将来開発プロセスに関する原則」（決議65）が承認された。勧告としては、2015年9月、新勧告「IMTビジョン-『2020年以降のIMTの将来開発についての枠組及び目的』（M.2083）が承認された。それ以前にも、2014年11月、新レポート「地上IMTシステムの将来技術動向」（M.2320）が承認されている。

2015年11月の世界無線通信会議（WRC-15）において、2019年に開催されるWRC-19におけるIMTに関する議題として、議題1.13（24.25–86GHzの周波数範囲についてIMT特定のための周波数関連事項の研究）が設置された。

CPM19-1決定により、この議題について検討するための組織としてSG5傘下にタスクグループ（TG 5/1）も設置が決定される中、WP5D会合もその検討に大きな役割を担うことが要請されている。

このWP5D第23回会合は、WRC-15後初の会合であり、これらのWRC-15結果などを踏まえた審議体制の見直しを行うとともに、今後の5G（IMT-2020）の無線方式の標準化に向けて作成予定のレポート及び勧告等の作業計画や作業文書の審議やリエゾン文書の作成などが行われた。

2. 議題1.13の検討におけるWP5D会合の役割について

WRC-15での審議の結果、決議809（WRC-15）が承認され、以下に示す決議238（WRC-15）に準拠して、第5世代移动通信システム（5G）で使用する周波数について、次回会合（WRC-19）で決定することを合意した。⇒「WRC-19までの期間内に、24.25–86GHz周波数範囲におけるIMT地上コンポーネントのための周波数需要決定のための適切な研究を実施して完了すること（Resolution238resolves部第1項）」

また、その直後に開催されたCPM19-1での議論の結果、TG5/1をWRC-19議題1.13に関する責任グループとしてその設置が決定された（ITU-R CA/226 ANNEX9）が、その決定（Decision）において、WP5Dは、検討結果をTG 5/1に入力することが要請された。⇒「TG 5/1会合は、IMT



写真1. WP5D会合プレナリセッションの様相1



地上コンポーネントの周波数需要、保護基準を技術運用特性、展開シナリオに関して2017年3月31日までに、研究を実施及び完成させて、これら研究結果をTG 5/1に報告する（Decision decides部第2項）」

3. WP5D第23回会合の結果概要

今回の会合には、各国電気通信主管庁、標準化機関、電気通信事業者、ベンダなど、36か国及び30の機関から合計223名の参加があり、日本代表团としては15名が参加した。本会合では、入力文書は80件（日本からの寄与文書11件を含む）と前回会合からキャリーフォワードされた文書

23件を審議し、外部団体へのリエゾン文書を含む80件の出力文書を作成した。

今般の会合は、WP5D議長であるS. Blust氏（AT&T）が欠席したため、会合初日のプレナリ会合で、副議長であるK.J.WEE氏（韓国）、H.OHLSSEN氏（エリクソン）が議長に指名され、議長を代理で務めることとなった。前回の結果を踏まえ、引き続き、三つのWG（WG-General Aspects、WG-Spectrum Aspects、WG-Technology Aspects）及びAH-Workplan体制で検討が行われた。

なお、WP5Dの審議体制は表のとおりである。

■表. ITU-R SG5 WP5D審議体制

WG等	主な担当項目	議 長
WP5D	ITU-R WP5D全体	S. BLUST (AT&T) (副議長: K. J. WEE (韓国) H. OHLSSEN (エリクソン))
WG GEN (GENERAL ASPECTS)	IMT関連の全般的事項	K. J. WEE (韓国)
SWG CIRCULAR	IMT-2020無線方式の提案募集のための回章作成	Y. WU (ファーウェイ)
SWG IMT-AV	IMTによる音声映像伝送に関する技術及び運用面の特性の研究	G. NETO (ブラジル)
SWG PPDR	IMTのPPDR応用の研究	B. BHATIA (モトローラ・ソリューションズ)
WG SPEC (SPECTRUM ASPECTS)	周波数関連事項	A. JAMIESON (ニュージーランド)
SWG FREQUENCY ARRANGEMENTS	周波数アレンジメント勧告 (M.1036-5) の改訂	Y. ZHU (中国)
SWG SHARING STUDIES	周波数共用研究	M. KRAEMER (ドイツ)
DG IMT SMALL CELL	3.4-3.6GHz帯における固定衛星業務地球局へのIMT小セル配置の干渉評価についての報告案M. [IMT.SMALL.CELL] 作成	J. JIAO (ファーウェイ)
DG IMT MODEL	共用検討のためのIMTモデリングについての勧告案M. [IMT.Model] 作成	R. AREFI (インテル)
DG 4800 MHz COEX	4800-4900MHz帯におけるIMTと航空移動業務の共用条件についてのM. [IMT.Coexistence.AMS] 作成	X. XU (中国)
DG MS/MSS 2 GHz	2GHz帯における移動業務と移動衛星業務の共用についての報告、WRC議題9.1.1CPMテキスト作成	M. KRAEMER (ドイツ)
SWG WORK FOR TG5/1	TG5/1へのリエゾン送付	A. SANDERS (米国)
DG TG Spectrum Needs	24.25-86GHz周波数範囲の周波数需要	H. ATARASHI (日本、NTTドコモ)
DG TG Parameters	IMT将来開発のための24.25-86GHz周波数範囲の技術運用特性	R. RUISMAKI (ノキア)
WG TECH (TECHNOLOGY ASPECTS)	無線伝送技術関連	H WANG (ファーウェイ)
SWG IMT SPECIFICATIONS	・IMT-2000無線インタフェース技術勧告 (M.1457) の維持改定管理 ・IMT-Advanced無線インタフェース技術勧告 (M.2012) の維持改定管理	Y. ISHIKAWA (日本、日立)
SWG RADIO ASPECTS	報告M. [IMT-2020.TECH PERF REQ] の作成、その他の無線管理技術	M. GRANT (米国)
SWG COORDINATION	報告M. [IMT-2020 SUBMISSION] の作成、IMT-2020/2 (背景) の作成	Y. HONDA (日本、エリクソンジャパン)
SWG EVALUATION	報告M. [IMT-2020.EVAL] の作成	Y. PENG (中国)、J. JUNG (韓国)
SWG OUT OF BAND EMISSIONS (OOBE)	不要輻射に関する勧告 (M.1580) 及び (M.1581) の改定管理、IMT-Advancedの不要輻射に関する研究	U. LÖWENSTEIN (ドイツ)
AH WORKPLAN	WP5D全体の作業計画等調整	H. OHLSSEN (エリクソン)



4. 主要議題及び主な結果

4.1 General Aspects関連事項

General Aspects WGの審議は以下のとおりである。

① SWG CIRCULAR

IMT-2020無線方式候補の提案に関する検討開始等を周知する回章を検討する作業グループ (SWG-Circular) が設置され、第1版 (本体) の作成が終了した。本会合終了後速やかに加盟国等に対して回章が発出されることとなった。

② SWG IMT-AV

エリクソン寄書に基づき、レポート作成のための作業文書が作成された。レポートの表題、範囲、内容について議論となり、特に、IMTテレビジョン、IMTオーディオビジョンの定義に関するテキストが作成された。

③ PPDR

IMTのPPDR応用の研究について、決議・報告の改定等を反映するため、ITU-RレポートM.2291-0の改訂を議論した。

4.2 Technology Aspects関連事項

Technology Aspects WGの審議は以下のとおりである。

① 無線方式

2017年秋頃からIMT-2020無線方式に関する提案募集が行われる予定。また、2018年秋頃からは、提案のあった無線方式に関する評価が行われる予定。こうしたプロセスに向けて、WP5Dでは、次の三つのレポートを完成させる予定であり、今回の第23回会合 (北京) からレポート作成の作業を開始した。

- ・技術性能要件 (TECH PERF REQ) : IMT-2020に期待される一般技術性能要件 (例えば、帯域幅、遅延性等) に関するITU-Rレポート。2017年2月会合までに完成予定。次回以降、各要件項目の名称や定義の精査を行う予定。
- ・評価基準及び方法 (EVAL) : IMT-2020技術のための評価基準及び評価方法に関するITU-Rレポート。評価モデル (チャネルモデル) の検討に関する提案等を踏まえ、作業計画を更新した。2017年6月会合までに完成予定。
- ・提出フォーマット (SUBMISSION) : 無線方式提案の提出フォーマット等に関するITU-Rレポート。文書構成についての作業文書が作成され、次回会合にキャリーフォワードされた。各文書構成に従って、作成に必要となる上記レポート等の検討結果を反映させ、

2017年6月会合までに完成の予定。

4.3 Spectrum Aspects関連事項

Spectrum Aspects WGの審議は以下のとおりである。

① 議題1.13 (24.25–86GHzの周波数範囲についてIMT特定のための周波数関連事項の研究)

5Gにおいて使用する周波数帯の検討に関するWRC-19議題化に伴い、周波数需要及び共用検討パラメータを検討する作業グループ (SWG-TG5/1) が設置され、周波数需要に関するドラフティンググループ (DG) 議長に、新氏 (NTTドコモ) が選出された。各DGで、2017年2月に完成予定とする作業計画とTG5/1への報告のための作業文書、リエゾン文書を作成した。

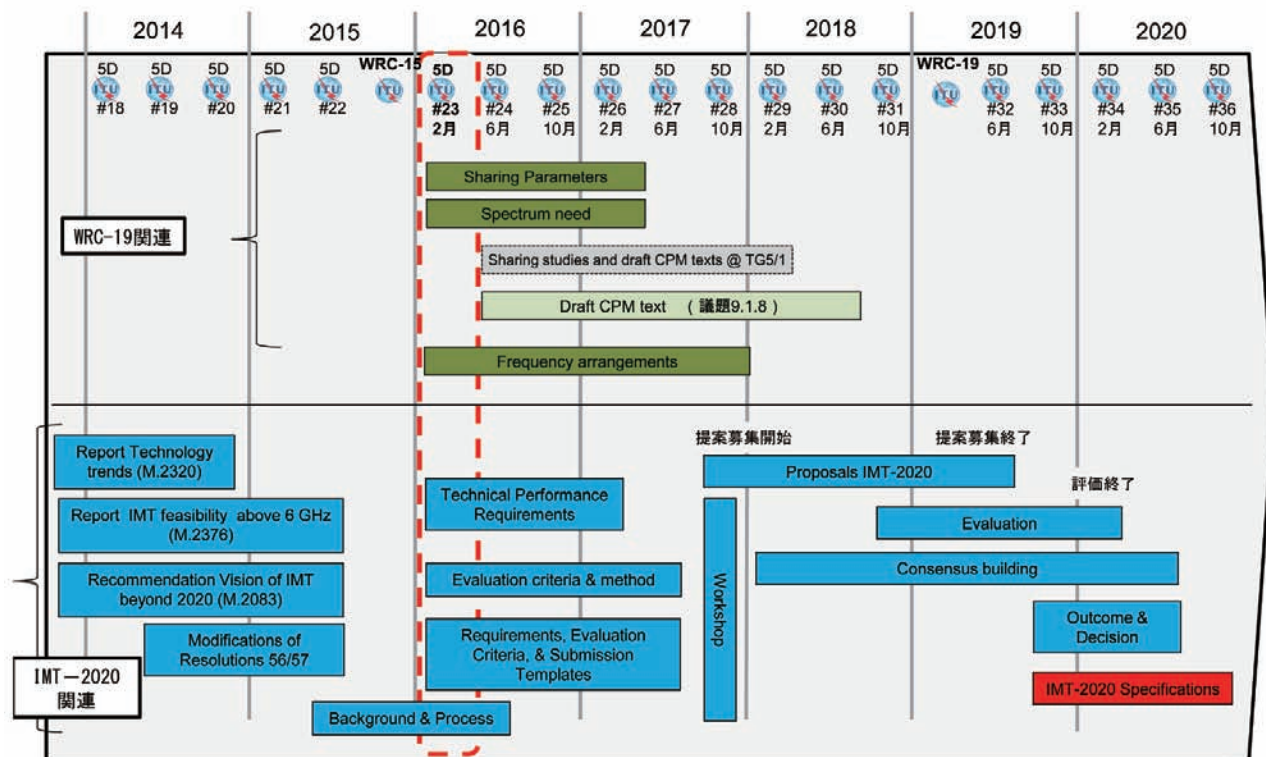
- ・周波数需要の検討を行うDGでは、現状調査、アプリケーション、技術性能などのアプローチが示された作業文書を作成した。
- ・共用検討パラメータの検討を行うDGでは、技術関連パラメータと展開関連パラメータに関する作業文書を作成し、展開環境については、四つの項目 (郊外、都心 (屋上)、都心 (屋下)、屋内) に整理した。

② 周波数共用研究

- ・ITU-RレポートM.[IMT.SMALL CELL]は、3.4–3.6GHz帯における固定衛星業務地球局へのIMT小セル配置の干渉評価に関するレポート案だが、各提案寄書が本文書の範囲として適切に議論されたため、文書の最終化を次回以降に再度延期することとなった。
- ・ITU-RレポートM.[IMT.MODEL]では、共用研究及び両立性研究のためのIMTモデリング及びシミュレーションに関するレポート案で、日本提案寄書の内容を反映し、作業文書を引き続き検討することとなった。
- ・また、1件の寄書入力により、4800–4900MHz帯におけるIMTと航空移動業務の共用条件についてのITU-R文書M.[4800 MHz COEX]の作成を開始した。2GHz帯における移動業務と移動衛星業務の共用 (MS/MSS 2 GHz) に関する議題9.1.1については、WP4Cからのリエゾン文書に対する返信を作成し、WP3K、3Mに情報を求めるリエゾン文書を作成した。

③ ITU-R 勧告M.1036改訂

IMTの具体的な周波数アレンジメントを定めるITU-R勧告M.1036については、WRC-15における1.5GHz帯等のIMT特定を踏まえた改訂のため、2017年10月の第28回会合で最終化することを合意する作業計画を作成した。



■ 図. ITU-R SG5 WP5D における技術・周波数関連の作業計画

5. 今後の予定

WP5D第24回会合は、2016年6月14日～22日に、またSG5関連会合としてはWP5A・WP5B・WP5C第16回会合及びTG5/1会合は2016年5月10日～25日に、SG5第11回会合は2016年5月9日に、いずれもスイス（ジュネーブ）にて開催される予定である。

6. おわりに

WRC-15終了後初めての第1回会合であったにも関わらず、前回会合よりも多くの関係者が集まり、熱心に議論が行われた。今会合では、WP5Dの審議構成について見直しが行われ、新たにSWG（サブワーキンググループ）やDG（ドラフティンググループ）が設置された。また、IMT-2020無線方式の提案募集の開始を告知する回章が合意され、会合終了後に発出されることになった。IMT-2020無線方式の技術性能要件については、日本寄書を含めて内容の検討を開始し、提案をリスト化した作業文書を作成した。WRC-19議題1.13の検討を行うSWG TG5/1を設置し、傘下に周波数需要、共用検討パラメータの二つのDGを設置し検討を開始した。新しい体制のもとで、WRC-19での2020年以降の携帯電話での利用を念頭においた6GHz以上の周波数帯でのIMT周波数の特定や2020年のIMT-2020詳細無線インタフェース動

告完成に向けて熱心に議論が行われた。本会合にご出席いただき長期間・長時間にわたる議論に参加いただいた日本代表团各位、また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には、この場を借りて御礼申し上げる。

WP5D会合は、5G実現に向け、国際的協調を推進していく上で最も重要な会合の一つであることから、関係の皆様には、今後の審議に向けての更なる御協力をお願い申し上げます。



■ 写真2. WP5D会合プレナリセッションの様様2



第4回ITU-T SG3会合 結果報告

KDDI 株式会社 技術開発本部 標準化推進室 マネージャー

ほんどう えりこ
本堂 恵利子

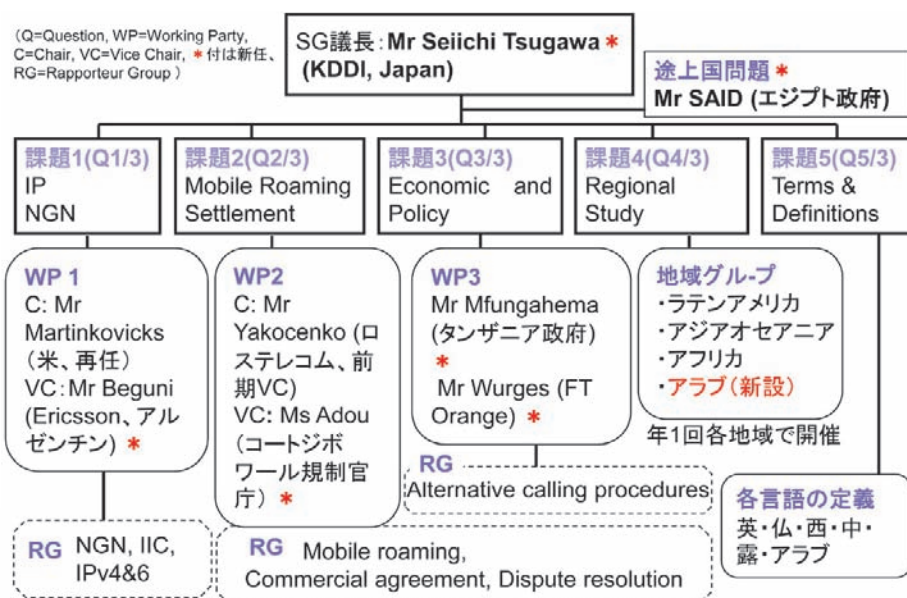


1. ITU-T SG3概要

ITU-T SG3は、T（標準化）セクターにあるSGの一つであり、Tセクター内で唯一技術的でない「電気通信の経済的及び政策的事項を含む料金及び会計原則」に関する諸問題を取り扱う。従来は、事業者間の国際通信協定、精算実務の大原則及び具体的内容を取り決めた勧告を作成することが主たる業務だったが、近年は扱う分野が多様化してきている。その理由は、出席者層が変化していること（7割が政府・規制官庁、約8割が途上国）と、参加者が何を求めてSG3に出席するか（国際問題の解決か、国際的取り決めの自国での活用か）という議論の出発点が微妙に異なることも多く、参加者全員が少しずつ成果を持ち帰るのは非常に難しい場面もあると、日本から参加する通信事業者の一人として感じている。

なることも多く、参加者全員が少しずつ成果を持ち帰るのは非常に難しい場面もあると、日本から参加する通信事業者の一人として感じている。

2016年2月22日から3月1日の日程で、今研究期の最終会合が開催された。今期から、前任期SG3のWorking Party 2（WP2）の議長だったKDDIの津川氏がSG議長に就任している。今回の会合には、50か国140名程の参加があり、日本からは、総務省料金サービス課、NTTドコモ、KDDIが出席した。本稿では、今回の会合の主要な結果と来研究期の課題を中心にご紹介したい。



■図. ITU-T 2013-2016研究期の体制

■表1. ITU-T SG3 課題と各WPの担当業務

WP1	Q1/3	Development of charging and accounting/settlement mechanisms for international telecommunications services using the Next Generation Networks (NGNs) and any possible future development, including adaptation of existing D-series Recommendations to the evolving user needs
WP2	Q2/3	Development of charging and accounting/settlement mechanisms for international telecommunications services, other than those studied in Question 1/3, including adaptation of existing D-series Recommendations to the evolving user needs
WP3	Q3/3	Study of economic and policy factors relevant to the efficient provision of international telecommunication services
	Q4/3	Regional studies for the development of cost models together with related economic and policy issues
	Q5/3	Terms and definitions for Recommendations dealing with tariff and accounting principles



■表2 6 (今年10月末よりチュニジアで開催) で採択される予定

D.52 (新規)	ITU-T Recommendation on establishing and connecting Regional IXPs to reduce costs of International internet connectivity
D.53 (新規)	ITU-T Recommendation on International Aspects of Universal Service
D.271 (改訂)	Revised ITU-T Recommendation D.271
D.97 (新規)	ITU-T Recommendation on methodological principles for determining international mobile roaming rates
D.261 (新規)	ITU-T Recommendation on Principles for market definition and identification of operators with significant market power (SMP)

2. 今回会合の主な成果

今回会合で合意された勧告は表2のとおりである。

3. 各セッション概要

3.1 WP1会合 (議長: Martinkovics (米国、Verizon))

① 国際インターネット接続

国際インターネット接続については、WTSA2000にて勧告D.50が採択され、これがITUにおける国際インターネット接続精算の大原則となっている。トラフィック、伝送路数、地理的広がり等の要素価値を当事者間で補償する必要があることが考慮されつつ、その具体的な内容は当事者間の協定で解決するよう、「インターネット接続精算は『商業上の自由な交渉により行われる』」との文言がある。その後、時代と共に変化する状況を反映するための議論が繰り返され、2011年3月の会合で、中国を中心とした国々が提案していた、トラフィックフローからボリュームを測定し、それを基に相対する事業者のメリットを測り精算を行う考え方を盛り込んだ補遺文書 (Supplement) が追加された。

近年では、SG3での国際インターネット接続に関する議論は、IPピアリング、サービス提供コストに関する国際インターネット接続のあり方の検討と、途上諸国が主張し続けている地域IXP (Internet Exchange Point) の設立に関する議論が併存し、その中で今回の会合では、地域IXP設立及び関連コスト削減に関わる新規勧告D.52に会合として合意した。

勧告D.52には、関連する情報共有の必要性、政策や規制、競争環境の整備、参入障壁低下等をはじめとし、官民による戦略的協力体制の必要性や、設立による効果の分析を行うこと等が書かれている。

国際インターネット接続コスト削減に関しては、各国から取り組みの紹介が寄書として提出され、どのようなベストプラクティスがあり、それを他の国や国際レベルで適用可能なのかについて議論が行われた。国際インターネット接続

コストの削減については、ある一定の共通メカニズムが必要であり、何らかのガイドラインを作成すべきとの意見がいくつかの寄書から出ていたことから、これについては、次研究会期での課題として継続協議をすることとなった。

② ユニバーサルサービス

これも近年活発な寄書提出がある議題の一つであり、今回D.53として勧告案に合意している。途上国から提出される寄書に書かれているユニバーサルサービスの定義は、日本でいうものと異なり、ブロードバンド提供にかかわる国際インターネット接続のコスト削減を促すものであることから、SG3ではWP1での扱いとなっている。11件の寄書が提出され、これを国際問題として扱うことを主張する国々があった。これに対し米国は懸念を表明し、国際レベルの勧告を作成するのではなく、Dセクターで規制官庁を対象とするツールキット等を作成することが望ましいと主張した。Dセクターでは既にそのようなツールキットがあるため、米国の主張は現状に満足していない途上諸国から受け入れられず、今回の会合に提出されていた寄書をベースに勧告案が作成され、最終的に会合として合意に至った。

③ NGN (Next Generation Network)

かねてより韓国主導で、NGN (Next Generation Network) の課金・精算原則に関する既存勧告D.271について議論が行われている。今回の会合で、韓国からInterServに関する精算パラメータに関する記載を削除する提案等があり、これに会合として合意した。

3.2 WP2会合 (議長: Ms. Biendjui, コートジボワール (議長: Mr. Yakovenko, Rostelecomが欠席のため代理議長))

① モバイル金融サービス

TセクターではDigital Financial Servicesについて検討するフォーカスグループが2014年6月に設立され、主なター



ゲットとして銀行口座を持っていない世界の20億人によるモバイルマネー利用促進が掲げられている。技術的検討・エコシステム確立を始めとし、関係機関との関係強化、ケーススタディの共有、等が研究範囲となっている。

SG3も、かねてより精算に関わる研究をしていることから、Digital Financial Servicesの研究を主導的に行いたいとの提案が各国からあった。具体的には、モバイル金融サービスの定義の明確化や情報提供、各国の事例収集及び分析を始めとし、SG3内にあるMobile Money Servicesについて研究するラポータグループで同サービスの取引手数料について料金規制や競争原則を導入することを各国に促すこと、及び勧告作成の提案があった。

このような具体的な主張が提出されていたものの、フォーカスグループとSG3の良好な関係を保ちつつ、それぞれの研究及び情報交換を行うことについてまず整理をする必要があり、具体的な標準化の議論はあまり進まなかった。それにも関わらず、勧告作成を主張するところがそのドラフト作業を進め、会合後半で勧告案が全員に共有された。これに対し日本は、議論の不十分性とフォーカスグループからの報告等を参照した上で勧告等SG3からの文書を作成する必要があることを主張し、これに米国、英国も賛同した。最終的に、上記のMobile Moneyのラポータグループでの継続検討案件となり、フォーカスグループでの検討も考慮の上、次回会合以降に何らかの成果を出すこととなった。

② 国際移動体ローミング

国際移動体ローミングについては、勧告D.98が既にあり、内容は主に、1) 料金値下げのための事業者の対応（料金プランの多様化、消費者の希望による利用上限値の設定、消費者への十分な事前及びローミング開始時の通知等）、2) 市場による解決（競争環境の促進、代替手段の利用の促進、地域もしくはバイラテラルでの値下げへの協力等）、3) 各国は、状況を考慮の上、消費者のメリットのために規制介入させることが可能、となっている。

上記の勧告は国際移動体サービス提供において、特に3)の部分について各国主管庁の再配で活用範囲は広いものであるが、この勧告に加え、より実質的な料金設定に関する記載のある勧告の作成を、アフリカ地域を始めとする途上諸国が主張していた。前回会合に、新規勧告案が多くの国から提出されていたことから、今回のSG3前の2015年9月に個別のラポータ会合をジュネーブで開催し、一つの勧告案に合意していた。この勧告案は、国際移動体ローミング

に関する課金と料金設定への規制介入及びその方法と原則についてD.98より詳細な記載があり、また他の課題と同様に料金の低廉化を促す内容となっている。

今回の会合には16件の寄書が提出され、9月のラポータ会合で合意した勧告案に対し、規制導入の強化や、更なる低廉な小売料金水準を目指すための文言修正が多く提出された。これに対し、WP議長及び本課題のラポータ2名（Mr. Darwish, バーレーンと筆者）が協力して各国の意見を集約し、9月会合での合意文書に最低限の修正を加えることで、勧告案の合意に至った。（勧告D.97）

3.3 WP3会合（代行議長：Mr. Wurgues（フランス、Orange）

① OTT（Over The Top）に関する経済的影響

参加者の7割程が規制官庁からとなってきたSG3会合では、OTTの活発な商業活動に対応可能なよう政策・方針の変更を視野に入れつつ、その必要性や時期を見極めたいという思いを持って参加しているところが多くあることが、16件の寄書及び会合での議論の様子からうかがい知ることができた。

この状況に、OTTの定義や基本的な規制原則を作成することで対処しようとする国々は、勧告作成を強く主張していた。会合では勧告のドラフトはでき上がったものの、国際レベルでの共通項及び良好な関連経済の発展の助けとなるものを作成することを目的とし、本課題は次研究期での継続協議案件となった。

② SMP（Significant Market Power）

今研究期から市場画定とSMP事業者の決定のための規制原則に関する勧告をSG3で作成すべきとの主張があり、単なる自国の取組み紹介にとどまらず、国際的な問題解決のために勧告が必要との主張であった。

これに対し今回の会合には7件の寄書が提出され、これらを取りまとめた勧告案が会合期間中に作成された。勧告案は最終的に合意に至った。（勧告D.261）

また、本課題については、ダイナミックタリフ及び国境を越えた市場支配力の2点を新たに研究課題に含める提案があり、今後ラポータグループで継続検討することとなった。

3.4 その他：次期研究期の課題

今回は今研究期の最終会合であったため、次期研究期の課題案が各WG及びPlenaryで議論された。SG3のカバーする範囲は広く、ある時期に集中的に議論される議題や、



多くの寄書が提出され活発な議論が行われる議題は、その時期の世界のトレンドを如実に反映している。新しい課題としては、上記で紹介したようなOTT関連の問題、Digital Identity、周波数ライセンスコスト、等が挙げられている。(表3)

4. 今後の予定

今後のSG3会合の予定は表4のとおりである。

■表3. List of Questions

Question number	Question title	Status
A/3	Development of charging and accounting/settlement mechanisms for international telecommunications services using the Next Generation Networks (NGNs), future networks, and any possible future development, including adaptation of existing D-series Recommendations to the evolving user needs	Continuation of Q.1/3
B/3	Development of charging and accounting/settlement mechanisms for international telecommunications services, other than those studied in Question 1/3, including adaptation of existing D-series Recommendations to the evolving user needs	Continuation of Q.2/3
C/3	Study of economic and policy factors relevant to the efficient provision of international telecommunication services	Continuation of Q.3/3
D/3	Regional studies for the development of cost models together with related economic and policy issues	Continuation of Q.4/3
E/3	Terms and definitions for Recommendations dealing with tariff and accounting principles together with related economic and policy issues	Continuation of Q.5/3
F/3	International Internet Connectivity including relevant aspects of IP peering, regional traffic exchange points, cost of provision of services and impact of transition from IPv4 to IPv6	Continuation of Q.6/3
G/3	International Mobile Roaming issues (including charging, accounting and settlement mechanisms and roaming at border areas)	Continuation of Q.7/3
H/3	Alternative Calling Procedures and Misappropriation and Misuse of facilities and services including CLI, CPND and OI.	Continuation of Q.8/3
I/3	Economic and regulatory impact of the Internet, convergence (services or infrastructure) and new services, such as OTT, on international telecommunication services and networks	Continuation of Q.9/3
J/3	Definition of relevant markets, competition policy and identification of operators with SMP as it relates to the economic aspects of the international telecommunication services and networks	Continuation of Q.10/3
K/3	Economic and policy aspects of big data and digital identity in international telecommunications services and networks	New Question

■表4. 今後のSG3会合の予定

Meeting	Location	Dates
SG3 RG-LAC	Brasilia, Brazil	16-17 June 2016
SG3 RG-ARB	Tunis, Tunisia	19-22 July (予定)
SG3 RG-CIS/RCC	Moscow, Russian Federation	July or September 2016 (予定)
SG3 RG-AO	New Delhi, India	20-23 September 2016
SG3 RG-AFR	Harare or Victoria Falls, Zimbabwe	Mid-December 2016 or early 2017 (予定)
SG3	Geneva, Switzerland	5-13 April 2017
SG3 RG-EURM	未定	未定



ITU-T SG15 第5回会合報告

日本電信電話株式会社 ネットワークサービスシステム研究所

むらかみ まこと
村上 誠

NTT アドバンステクノロジー株式会社 ネットワークテクノロジーセンタ

こんどう よしひろ
近藤 芳展

日本電信電話株式会社 NTT アクセスサービスシステム研究所

さかもと たいじ
坂本 泰志

日本電信電話株式会社 NTT アクセスサービスシステム研究所

あさか こうた
浅香 航太

1. はじめに

2013-16年会期のITU-T SG15第5回会合は、2016年2月15日から2月26日の日程で、ジュネーブITU本部で開催された。SG15はアクセスからコアまでのネットワーク領域と管路敷設、光及びメタリック系媒体と光伝送、OTN (Optical Transport Network)、パケット伝送までの広範にわたる

技術課題を扱うStudy Groupであり、光及びメタルアクセス網及びホーム網技術 (WP1)、光伝送網技術 (WP2)、光伝送網アーキテクチャ (WP3) という三つのワーキングパーティ (WP) 体制で標準化検討を行っている。表1にSG15を構成する課題名とラポータを示す。

■表1. 各課題名とラポータ

課題	課題名	ラポータ
WP1: アクセス網、ホーム網、スマートグリッドにおける伝送 (議長: Tom Starr、米 AT&T) (副議長: Hubert Mariotte、仏 Orange)		
Q.1	アクセス網標準化の調整	正) J-M Fromenteau、米 Corning 副) 横谷 哲也氏、日 三菱電機
Q.2	アクセス網における光システム	正) Frank Effenberger、中 Huawei 副) 可児 淳一氏、日 NTT
Q.4	メタリック線によるブロードバンド向けアクセス伝送装置	正) Frank Van Der Putten、ベルギー Alcatel-Lucent 副) Les Brown、中 Huawei 副) Miguel Peeters、米 Broadcom 副) Massimo Sorbara、米 Qualcomm Atheros
Q.15	スマートグリッド向け通信	正) Stefano Galli、仏 ERDF 副) Paolo Treffiletti、伊 STMicroelectronics
Q.18	ブロードバンド向けホームネットワーク用送受信器	正) Les Brown、中 Huawei 副) Marcos MARTINEZ、米、Marvell Semiconductor
WP2: OTN技術 (議長: Francesco Montalti、ベルギー Tyco) (副議長: Viktor Katok、ウクライナ STPU)		
Q.5	光ファイバとケーブルの特性と試験法	正) 中島 和秀氏、日 NTT 副) Ms Paola Regio、伊 TI
Q.6	陸上伝送網における光システムの特性	正) Peter Stassar、中 Huawei 副) Pete Anslow、米 Ciena
Q.7	光部品、サブシステムの特性	正) Bernd Teichmann、独 Alcatel-Lucent 副) Alessandro Percelsi、伊、Telecom Italia
Q.8	光ファイバ海底ケーブルシステムの特性	正) 白木 和之氏、日 NTT 副) Omar Ait SAB、仏 Alcatel-Lucent
Q.16	光基盤設備及びケーブル	正) Edoardo Cottino、伊 SIRT 副) Osman Gebizlioglu、中 Huawei
Q.17	光ファイバケーブル網の保守・運用	正) 戸毛 邦弘氏、日 NTT 副) Xiong Zhuang、中 YOFC
WP3: OTNアーキテクチャ (議長: Ghani Abbas、英、Ericsson) (副議長: Malcolm Betts、中、ZTE)		
Q.3	光伝送網の一般的特性	正) 森田直孝氏、日 NTT
Q.9	伝送網装置と網の切替/復旧	正) Tom Huber、独、Coriant 副) Hna Li、中、China Mobile



Q.10	伝送網OAM	正) Jessy ROUYER、米、Alcatel-Lucent 副) Alessandro D'Alessandro、伊、Telecom Italia
Q.11	伝送網の信号構造、インタフェース及びインタワーキング	正) Mark L.Jones、米、Xtera 副) Steve Gorshe、米、PMC-Sierra
Q.12	伝送網アーキテクチャ	正) Stephen Shew、加、Ciena
Q.13	網同期及び時刻分配特性	正) Stefano Ruffini、スウェーデン Ericsson 副) Silvana Rodrigues、加、IDT
Q.14	伝送システムと装置の管理と制御	正) HKam Lam、米 Alcatel-Lucent 副) Scott Mansfield、スウェーデン Ericsson

2. 全体会合の概要

参加者数は258名、参加国数は27か国で、前回に比べ参加者数、参加国数は多少減少したが、依然としてITU-T最大規模のSGとなっている。日本からの参加者数は前回同様32名で中国、米国に次いで3番目の参加者数を擁している。総寄書数は362件、関連するTD (Temporal Document) は482件で前回より増加、日本からの提出寄書数は27件で前回同様であった。また、WTSA-16に向けたITU-T組織再編に関する議論も行われ、TSB局長からの組織再編案“food for thought”に対して、SG15は現状の規模と体制、検討範囲のもとに順調な活動を行っていることから、他組織との併合、分割等は不要であり、今後も現行体制を維持して継続する意思を確認し、その結果をTSAGへのリエゾンとした。

今会合では、DSLとPLCの干渉に関する1件の新規勧告のほか2件の改正をAAP (Alternative Approval Process) 承認、ホームネットワーク送受信機に関する1件の改正をTAP (Traditional Approval Process) 承認、G.fast関連ほか2件の改正をTAPのための凍結 (Determined) とした。また、新規3件、改訂15件、改正18件、訂正8件を含んだ計44件の勧告案を合意 (consent) した。日本が標準化を先導してきた災害時通信に関わる新規勧告L.392 (Disaster management for improving network resilience and recovery with movable and deployable ICT resource units) も承認に向けた合意 (AAP) が得られた。更にPON (Passive Optical Network) のプロテクションとOTNでのCPRI信号伝送に関する補助文書等8件に同意 (agreement) した。

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

アクセス網全般、ホーム網に加えてスマートグリッド向け通信を検討する作業部会であり、アクセス網とホーム網の標準化動向の調査を担当する課題1 (Q.1)、PON等光アクセスシステムを検討する課題2 (Q.2)、DSL (Digital Subscriber

Line) 等、ブロードバンド向けのメタリックアクセスシステムを検討する課題4 (Q.4)、スマートグリッド向け通信の検討を行う課題15 (Q.15)、ブロードバンド向けホームネットワーク用送受信器を検討する課題18 (Q.18) から構成される。

今会合では、TAP承認された勧告が1件、AAP承認された勧告が2件、凍結 (Determined) された勧告2件、コンセントされた勧告が20件 (新規1件、改正13件、訂正5件、改訂1件) となっている。各課題における審議詳細を以下に示す。

3.1 課題1 (Q.1) アクセス網標準化の調整

ITU内外のSDOからのリエゾン文書に従ってANTS (Access Network Transport) 及びHNT (Home Network Transport) に関する文書の改版を行った。今後は、これら文書の改訂等、アクセスネットワークに関するコーディネーションとキーワード抽出等による技術傾向の可視化を中心に作業を進めることが決まった。

3.2 課題2 (Q.2) アクセス網における光システム

10G級-PON (XGS-PON : 10Gigabit-class Symmetric PON (上り及び下り信号帯域が10G級のPON)) に関する新勧告について、G.9807.1としてコンセントした。NG-PON2関連として、G.989.2 Amd.1 (40G級PON物理層仕様) をコンセントした。また、既存勧告として、G.987.1 (10G級PON要求条件) Amd.1、G.988 (ONU管理制御インタフェース) Amd.2がコンセントした。更に、既存勧告G.987.2 (10G級PON物理層仕様) Rev.1及び補助文書G.Sup.51 (PONプロテクション) Rev.1がアグリーメントとなった。

3.3 課題4 (Q.4) メタリック線によるブロードバンド向けアクセス伝送装置

G.fast関連の改正勧告G.9701 (G.fast-phy) Amd.1及びG.997.2 (G.ploam for G.fast) Amd.1のSG承認が予定されていたものの、LCコメント解決を盛り込んだ内容に対する最終レビューが必要であると判断され、LC2に回されるこ



ととされた。そのほかに予定されていた勧告に対する進捗は予定通り進み、新規G.9977 (G.dpm) の承認、G.9700 (G.fast-psd) Amd.1のTAP凍結のほか、G.fast関連勧告4件、DSL関連勧告3件がコンセントされた。

3.4 課題15 (Q.15) スマートグリッド向け通信

コンセントされた勧告は無いものの、狭帯域PLC勧告の一つである新規G.primexと改正G.9903 (G.g3-plc) に関して次会合でのコンセントを目指して審議を進めることが合意されたほか、日本メンバが提案するスマートホーム向けトランスポートアーキテクチャと要求条件を規定する新規勧告G.shp6に対する審議が進んだ。

3.5 課題18 (Q.18) ブロードバンド向けホームネットワーク用送受信器

改正勧告G.9964 (G.hn-psd) Amd.1として同軸ベースバンド向け200MHzプロファイルが承認されたほか、課題4と合同で勧告化を進めた新規G.9977 (G.dpm) 及び改正G.9979 (1905.1拡張) Amd.1が承認された。また、G.9964 (G.hn-psd) に関しては、電話線向けの200MHzプロファイルが新規に規定され、新たにAmd.2としてTAP凍結されている。そのほか、G.hn関連として7件の勧告をコンセントした。一方、前回会合から新しく検討が始められた可視光通信G.vlcに対しても20件程度の寄書が新規に提案され、本格的な議論が進められた。

4. 第2作業部会 (WP2) 光技術及び物理基盤設備

WP2では、光伝達網における物理層のインタフェースと伝送特性から、屋外設備の設計、保守、運用に関する技術を所掌する。今会合では計6課題による審議が行われ、コンセントされた勧告が4件 (改訂4件)、アグリーメントされた勧告が1件 (改訂1件) である。各課題における審議詳細を以下に示す。

4.1 課題5 (Q.5) 光ファイバ及びケーブルの特性と試験方法

G.652 (シングルモードファイバ)、G.657 (低曲げ損失シングルモードファイバ) 改訂について、O-L帯の波長分散特性を規定することが合意され、2016年9月に改訂するスケジュールで議論を進めることとなった。G.654 (カットオフシフトファイバ) の新規カテゴリについては、MFD・損失・波長分散などの規格値について合意が得られ、同様に2016年9月に改訂する予定で進めることとなった。

4.2 課題6 (Q.6) 陸上伝達網における光システムの特性

G.959.1 (OTNドメイン間インタフェース) について、APDを用いた100Gb/s (NRZ 4 x 25G)、40kmの新規アプリケーションコードを追加した改訂勧告がコンセントされた。G.sup39 (光システム設計) について、多次元変調フォーマット及び、Super Nyquistの追加提案を追記した改訂版がアグリーメントされた。

4.3 課題7 (Q.7) 光部品、サブシステムの特性

L.fmc (現場付コネクタ) の新規勧告草案に関する審議が行われ、2016年9月のコンセントに向けて議論を進めることとなった。G.663 (光アンプ・サブシステム) については、XPOLM (Cross-polarization modulation) による影響を追記した改訂案を基に2016年9月のコンセントを目指して議論を進めることとなった。

4.4 課題8 (Q.8) 光ファイバ海底ケーブルシステムの特性

G.973 (無中継光海底システム) に関し、新規パワーバジェットテーブルの記載内容について議論が行われたが、合意は得られず継続議論となった。G.971 (光海底システムの一般事項) 改訂に関し、敷設船情報の更新の質問状に対する回答に基づきAppendixを更新し、勧告体系図の修正を含んだ改訂案で合意され、2016年9月のコンセントに向けて審議を継続することとなった。

4.5 課題16 (Q.16) 光基盤設備及びケーブル

構内光ケーブル (L.59) について、改訂案の審議が行われ、本会合でコンセントされた。L.91 (マイクロダクト敷設) について、既設ダクトへの敷設に加え、新たに製造されたダクト製品の敷設や屋外と関連する屋内の適用領域についてもスコープに加えることで合意し、継続審議されることとなった。

4.6 課題17 (Q.17) 光ファイバケーブル網の保守・運用

災害管理に関する新規勧告について議論が行われ、L.dm-nrr-mdru (移動型ICTリソースユニットを用いた災害管理) に関して、前会合での草案にAppendixを追記した改訂案で合意され、本会合でコンセントされた。L.nrr-frm (NW耐性・回復に対する災害管理のフレームワーク) については内容の更なる充実化が必要として、コンセントを延期することとなった。L.53 (アクセス網保守基準) に関しては、前会合以降の議論を反映した改訂案で合意され、今会合でコンセントされた。



5. 第3作業部会 (WP3) OTNアーキテクチャ

WP3は主として伝送網の論理層を検討しており、七つの課題で構成されている。今会合でも各国から総数200件を超える多くの寄書提案が提出され、コンセントされた勧告が19件（新規1件、改訂10件、改正5件、訂正3件）、アグリーメントされた補足文書が2件である。EthernetやMPLS-TP等のパケット網技術、100Gb/s超OTN、Transport SDN等のアーキテクチャと管理、パケット網における時刻同期等、多岐にわたる議論が行われた。各課題における審議詳細は以下に示す。

5.1 課題3 (Q.3) 光伝送網の一般的特性

光伝送網の標準化を効率的に進めるための調整と光伝送網及び技術の標準化作業プランの更新、OTN、ASON (Automatically Switched Optical Network)、Ethernet、MPLS-TP (Transport Profile) 等、各種技術勧告において共通に参照できる用語勧告の議論を行い、G.8001 (Terms and definitions for Ethernet frames over transport) の勧告化を進めた。

5.2 課題9 (Q.9) 伝送網の切替／復旧

伝送網障害時のプロテクション（切替／復旧）に関する一般的特性とEthernet、MPLS-TP、OTN等の個別技術を対象とする勧告化の議論を行っている。OTN共有メッシュプロテクション (G.otnsm) については動作規定や複数区間のプロテクション方式の議論等が行われた。新規課題として検討継続中の複数ドメイン相互接続網のプロテクションはEthernetとOTN双方、Ethernetのみ対象としてIEEE標準を参照する案等があったが、勧告化に先立ち補助文書として次回本会合で同意する方針が確認された。G.8131 (MPLS-TP線形プロテクション) はフォーマット規定追加等して改正した。

5.3 課題10 (Q.10) パケット伝送網インタフェース、インタワーキング、OAM及び装置仕様

Ethernet及びMPLS-TP等のパケット伝送技術を対象にサービス、インタフェース、OAMメカニズム、装置規定に関する議論を行っている。Ethernetに関してはG.8011 (サービス規定)、G.8013 (OAM)、G.8021 (装置機能) 等に関する議論が行われた。また、IETFとのリエゾンを通じて議論してきた一連のMPLS-TP関連勧告G.8113.1 (OAM)、G.8121 (一般的装置機能)、G.8121.1 (G.8113.1記載のOAM

方式に対応した装置機能)、G.8121.2 (G.8113.2記載のOAMに対応した装置機能) をそれぞれ改訂した。

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

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) やOTNを中心とした伝送網に関する議論を行っている。G.709 (OTNインタフェース) に関してはIEEE802.3において規定される新規Ethernet信号 (2.5GbE/5GbE/25GbE /50GbE及び次世代100GbE/200GbE) 収容方式やBeyond 100G OTNへの400GbE及びFlexE等の収容方式を議論し、改訂した。また、G.709 Appendix VIIに記載されていた並列インタフェースOTL (Optical Transport Lane) の部分を削除し、新たに補足文書G.sup.58 (OTN Module Framer Interfaces) を作成した。G.703 (デジタルインタフェース階梯の物理的電気的特性) は課題13における同期信号インタフェースの変更等を含んで改訂した。G.7041 (Generic Framing Procedure) はSynchronization Status Messageの収用規定追加等を含んで改訂した。補助文書G.Sup.56 (OTN Transport of CPRI signals) はGFP-Tを用いたCPRI (Common Public Radio Interface) 信号の多重化や、より高速のCPRI Option 10の収容を追加した。

5.5 課題12 (Q.12) 伝送網アーキテクチャ

一般的及びOTN等の個別伝送網アーキテクチャや制御、NFV (Network Function Virtualization) やSDN (Software Defined Network) の伝送網への適用について議論している。G.800 (伝送網の統一機能アーキテクチャ) は定義、記述を明確化し改訂した。ASONとSDNのコントローラ共通化のためのG.cca (Common Control Aspects) は、リソースデータベースやコンポーネント間連携等に関する議論が行われた。G.asdtn (伝送網のSDN制御アーキテクチャ) に関しては、SDNへの移行シナリオ、IETF TEAS WGのACTN (Abstraction and Control of Transport Network) との関係整理、マルチレイヤ、マルチオペレータ構成と障害時対応等、種々の議題について議論された。

5.6 課題13 (Q.13) 網同期と時刻配信品質

伝送網の周波数同期及びパケット網上での時刻同期等について議論している。G.811 (プライマリリファレンスクロックのタイミング特性) はインタフェース追加とそのジッタ特性を含んだ改正、G.8260 (通信網同期技術に関する用語



定義)は2-way時刻誤差とオフセットの定義等を明確化して改正、G.8261(パケット網のタイミング及び同期)は1544kbit/sインタフェースワンダ特性の訂正を行った。G.8264(パケット網におけるタイミング配信)はeEEC(enhanced Ethernet Equipment Clock)に関する改正、G.8265.1(周波数同期のためのPTPテレコムプロファイル)はユニキャスト及びマルチキャストメッセージネゴシエーションに関する表記の訂正をした。G.8271(パケット網における時刻及び位相同期)はアクセス区間に特化した参照モデルの追加等の改訂を行い、今後はモバイルフロントホールの時刻同期要件についても議論することになった。G.8275(パケットベースの時刻と位相配信のためのアーキテクチャ及び要求条件)はT-TC(Telecom Transparent Clock)を時刻配信網構成図に追加、リング網でのPRTC(Primary Reference Time Clock)切替に関する記述を追加する等の改正をした。また、同期網の構築と監視、GPSにGNSSを併用する構成等の議論があり、今後の検討課題とした。G.8275.1(完全同期網での時刻位相同期のためのPTPテレコムプロファイル)は、ePRTC、T-TC、Ethernetマルチキャストに関する記述の追加等による改訂、G.8275.2(部分的同期網における時刻位相同期のためのPTPテレコムプロ

ファイル)は新規勧告としてコンセントされた。

5.7 課題14 (Q.14) 伝送システム及び装置の管理と制御

一般的及びOTN, Ethernet, MPLS-TP等の伝送技術に特化した装置管理、管理情報モデルについて議論している。G.7712(DCNアーキテクチャと特性)はOut-Of-Band OCh Overheadの記述を含んだ改正をAAP承認し、G.8151(MPLS-TP装置管理)はプロテクションや監視に関する管理情報信号の追加等をして改正した。また、装置管理共通要求条件、プロトコル非依存及び依存型の情報モデル、MPLS-TPのデータ及びサービスYANGモデルについて議論し、他課題との共同会合により同期網、Ethernet、MPLS-TP、ASON、SDN、OTNの管理についても議論した。

6. おわりに

SG15はITU-T最大のSGとして、多数の提出寄書と関連文書の議論と勧告文書の作成、審議を2週間の会期中に行ったが、引き続き十分な議論を行うために、次回本会合までの間に多数の中間会合が予定されている。次回のSG15会合は、2016年9月19日から30日まで、ジュネーブで開催される予定である。

■表2. 今会合で決定されたTAP勧告一覧 (TAP Recommendations Approved)

勧告番号	種別	標題	課題
WP1 (1件)			
G.9964 Amd.1	改正	Unified high-speed wire-line based home networking transceivers - Power spectral density specification : Amendment	Q.18

■表3. 今会合で承認されたAAP勧告一覧 (AAP texts Approved)

勧告番号	種別	標題	課題
WP1 (2件)			
G.9977 (ex G.dpm)	新規	Mitigation of Interference between DSL and PLC (new)	Q.4, Q.18
G.9979 Amd.1	改正	Implementation of the generic mechanism in the IEEE 1905.1a - 2014 Standard to include applicable ITU-T Recommendations : Amendment 1	Q.18
WP3 (1件)			
G.7712/Y.1703 (2010) Amd.2	改正	Architecture and specification of data communication network : Amendment 2	Q.14

■表4. 今会合で凍結された勧告一覧 (Recommendations Determined)

勧告番号	種別	標題	課題
WP1 (2件)			
G.9700 Amd1	改正	Fast access to subscriber terminals (G.fast) - Power spectral density specification (2014)	Q.4
G.9964 Amd.2	改正	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - Power spectral density specification : Amendment 2	Q.18



■表5. 今会合でコンセンストされた勧告一覧 (Texts Consented)

勧告番号	種別	標題	課題
WP1 (21件)			
G.9807.1	新規	10-Gigabit-capable symmetric passive optical network (XGS-PON)	Q.2
G.989.2 Amd1	改正	40-Gigabit-capable passive optical networks 2 (NG-PON2) : Physical media dependent (PMD) layer specification : Amendment 1	Q.2
G.987.1 Amd1	改正	10 Gigabit-capable Passive Optical Network (XG-PON) : General Requirements	Q.2
G.988 Amd2	改正	ONU management and control interface specification (OMCI)	Q.2
G.997.2 Amd1	改正	Physical layer management for G.fast transceivers (2015)	Q.4
G.993.2 Amd2	改正	Very high speed digital subscriber line transceivers 2 (VDSL2) (2015)	Q.4
G.994.1 Amd7	改正	Handshake procedures for digital subscriber line transceivers (2012)	Q.4
G.997.1 Amd6	改正	Physical layer management for digital subscriber line transceivers (2012)	Q.4
G.997.2 Cor1	訂正	Physical layer management for G.fast transceivers (2015)	Q.4
G.997.2 Amd1	改正	Physical layer management for G.fast transceivers (2015)	Q.4
G.997.2 Amd2	改正	Physical layer management for G.fast transceivers (2015)	Q.4
G.9701 Cor2	訂正	Fast access to subscriber terminals (G.fast) - Physical layer specification (2014)	Q.4
G.9701 Amd1	改正	Fast access to subscriber terminals (G.fast) - Physical layer specification (2014)	Q.4
G.9701 Amd2	改正	Fast access to subscriber terminals (G.fast) - Physical layer specification (2014)	Q.4
G.9960 Amd.2	改正	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - System architecture and physical layer specification : Amendment 2	Q.18
G.9960 Cor.2	訂正	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - System architecture and physical layer specification : Corrigendum 2	Q.18
G.9961 Amd.2	改正	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - Data link layer specification : Amendment 2	Q.18
G.9961 Cor.2	訂正	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - Data link layer specification : Corrigendum 2	Q.18
G.9962 Amd.1	改正	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - Management Specification : Amendment 1	Q.18
G.9963 Amd.1	改正	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - Multiple input/multiple output specification : Amendment 1	Q.18
G.9963 Cor.1	訂正	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - Multiple input/multiple output specification : Corrigendum 1	Q.18
WP2 (4件)			
G.959.1	改訂	Optical transport network physical layer interface	Q.6
L.103 (ex L.59)	改訂	Optical fibre cables for indoor application	Q.16
L.310 (ex L.53)	改訂	Optical fibre maintenance depending on topologies of access networks	Q.16
L.392 (L.dm-nrr-mdru)	新規	Disaster management for improving network resilience and recovery with movable and deployable ICT resource units	Q.17
WP3 (19件)			
G.8001/Y.1354	改訂	Terms and definitions for Ethernet frames over transport	Q.3
G.8032/Y.1344	改訂	Ethernet Ring Protection Switching	Q.9
G.8131/Y.1382 (2014) Amd.1	改正	Linear protection switching for MPLS transport profile (MPLS-TP) : Amendment 1	Q.9
G.8113.1/Y.1372.1	改訂	Operations, administration and maintenance mechanisms for MPLS-TP in packet transport networks	Q.10
G.8121/Y.1381	改訂	Characteristics of MPLS-TP equipment functional blocks	Q.10
G.8121.1/Y.1381.1	改訂	Characteristics of MPLS-TP equipment functional blocks supporting ITU-T G.8113.1/Y.1372.1 OAM mechanisms	Q.10
G.8121.2/Y.1381.2	改訂	Characteristics of MPLS-TP equipment functional blocks supporting ITU-T G.8113.2/Y.1372.2 OAM mechanisms	Q.10
G.703	改訂	Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces	Q.11
G.709/Y.1331	改訂	Interfaces for the Optical Transport Network (OTN)	Q.11
G.806 Cor. 2	訂正	Characteristics of transport equipment - Description methodology and generic functionality	Q.11
G.7041/Y.1303	改訂	Generic Framing Procedure (GFP)	Q.11
G.800 (2012) Revision	改訂	Unified functional architecture of transport networks	Q.12
G.811 (1997) Amd.1	改正	Timing characteristics of primary reference clocks : Amendment 1	Q.13



G.8260 (2015) Amd.1	改正	Definitions and terminology for synchronization in packet networks : Amendment 1	Q.13
G.8261/Y.1361 (2013) Cor.1	訂正	Timing and synchronization aspects in packet networks : Corrigendum 1	Q.13
G.8264/Y.1364 (2014) Amd.2	改正	Distribution of timing information through packet networks : Amendment 2	Q.13
G.8265.1/Y.1365.1 (2014) Cor.1	訂正	Precision time protocol telecom profile for frequency synchronization	Q.13
G.8271/Y.1366 Revision	改訂	Time and phase synchronization aspects of Packet Networks	Q.13
G.8272/Y.1367 (2015) Amd.1	改正	Timing characteristics of primary reference time clocks : Amendment 1	Q.13
G.8275/Y.1369 (2013) Amd.2	改正	Architecture and requirements for packet-based time and phase delivery : Amendment 2	Q.13
G.8275.1/Y.1369.1 Revision	改訂	Precision time protocol telecom profile for phase/time synchronization with full timing support from the network :	Q.13
G.8275.2/Y.1369.2	新規	Precision time Protocol Telecom Profile for time/phase synchronization with partial timing support from the network	Q.13
G.8151/Y.1374 (2014) Amd.1	改正	Management aspects of the MPLS-TP network element : Amendment 1	Q.14

■表6. 今会合でアグリーメントされた文書一覧 (Texts agreed)

勧告番号	種別	標題	課題
WP1 (2件)			
G.987.2	改訂	10-Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON) : Physical media dependent (PMD) layer specification	Q.2
G.Suppl.51	改訂 (補足文書)	Passive optical network protection considerations	Q.2
WP2 (1件)			
G.Suppl. 39	改訂 (補足文書)	Optical system design and engineering considerations	Q.6
WP3 (2件)			
G-Suppl.56	改訂 (補足文書)	OTN Transport of CPRI signals	Q.11
G-Suppl.58	新規 (補足文書)	OTN Module Framing Interfaces (MFI)	Q.11

■表7. 次回SG会合までに予定されている中間会合

課題	期日	開催場所	議論内容
SG15本会合	2016/9/19-30	Geneva, Switzerland	第6回全体会合
Q.2	2016/6/22-23	Louisville, CO, USA	Q.2全般
Q.4	2016/4/4-8	Berlin, Germany	DSL/G.fast
Q.4	2016/6/20-24	Antwerp, Belgium	DSL/G.fast
Q.4	2016/11/14-18	Hangzhou, China	DSL/G.fast
Q.15	2016/8/30-9/1	Kanazawa, Japan	Q.15全般
Q.18	2016/5/16-19	Shenzhen, China	Q.18全般
Q.18	2016/7/11-14	Portland, USA	Q.18全般
Q.6	2016/6/20-22	Pisa, Italy	G.698.2、G.metro、G.687、G.959.1 G.Sup39等
Q.9	2016/5/16-20	Munich, Germany	G.odusmp、G.Sup-mdsp、G.8131、OTN用語
Q.10&14	2016/5/16-20	Munich, Germany	Ethernetサービス特性 (G.8011)、Ethernet及びMPLS-TPのOAMと装置機能、同期も含めた伝送装置の管理、OTN用語
Q.11	2016/6/6-10	Shenzhen, 中国	G.798、G.709、CPRI over OTN、Beyond 100G OTN性能、FlexE atomic functions、OTN用語
Q12	2016/6/7-9	Shenzhen, 中国	G.872、OTN用語
Q.12&14	2016/4/25-29	Budapest, Hungary	SDN、ASON、DCN、情報モデル
Q.13	2016/6/6-10	Washington DC, USA	time transport、enhanced EEC、PRTC、sync over OTN



APT無線通信グループ第19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

まつだ じゅん
松田 純



1. APT無線通信グループについて

APT（アジア・太平洋電気通信共同体）無線通信グループ（AWG）は、前身であるAPT無線通信フォーラム（AWF）を発展・再編成し設立された、アジア・太平洋地域における無線通信システムの高度化及び普及促進を目的として年2回程度開催される国際会合である。

AWGは、図1のとおり、WG Spec（周波数にかかるワーキンググループ）、WG Tech（技術にかかるワーキンググループ）及びWG S&A（サービスとアプリケーションにかかるワーキンググループ）で構成され、それぞれのワーキンググループには個別議題の検討を行うSub WG（サブワーキンググループ）やTG（タスクグループ）が設置されている。

2. AWG第19回会合について

2016年2月2日（火）～5日（金）の間、AWG第19回会合（AWG-19）がタイのチェンマイにて開催された。APT構成21か国の政府及び無線通信関係機関より合計167名（うち我が国からは41名）が参加し、61件の入力文書が審議され、28件の出力文書が作成された。また、本会合においては、アドホックグループが設置され、各WG、SWG、TGの目的及び検討事項（ToR）及びAWGの検討体制のほか、AWGのワーキングメソッドの改訂について検討が行われた。なお、本会合においては、これまでの検討体制（図1）のもと審議が行われた。

以下、本会合での主な結果概要について報告する。

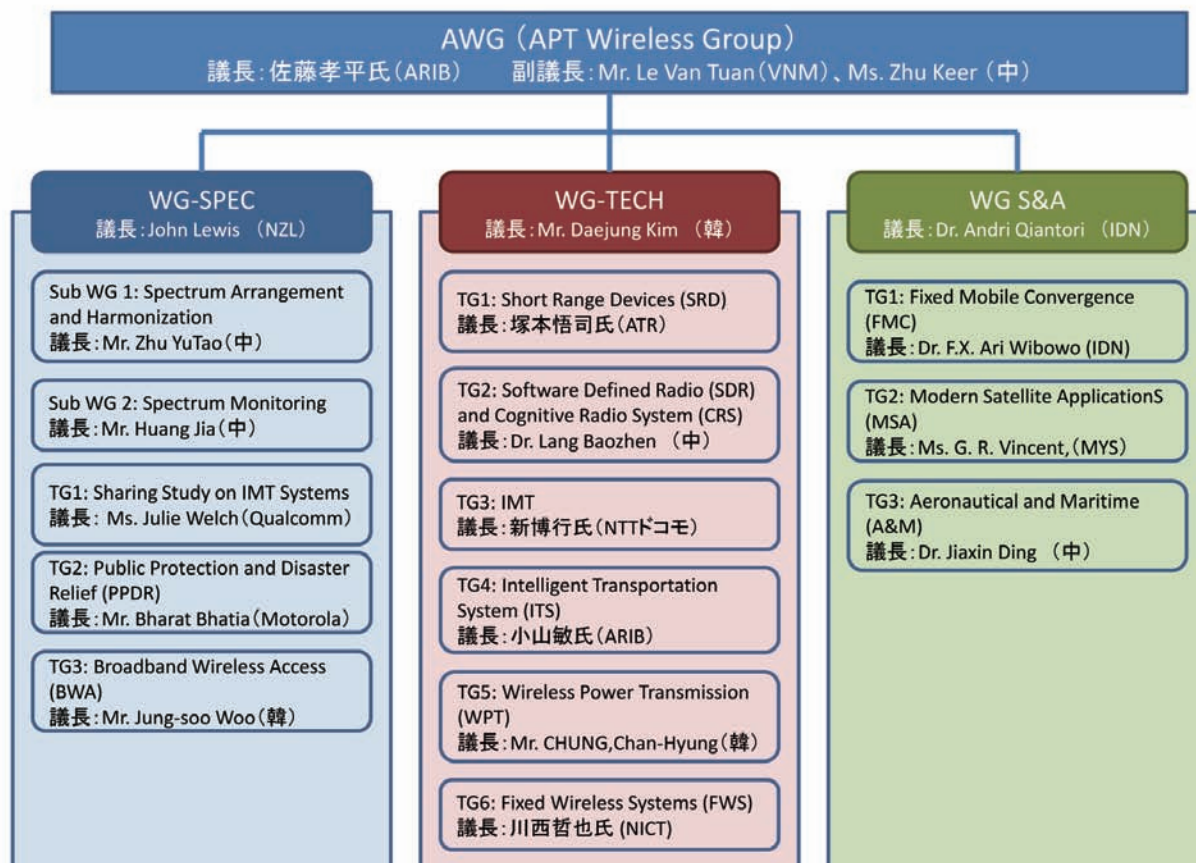


図1. AWG-19会合における検討体制



3. WG Spec (周波数にかかるワーキンググループ)での検討状況について

WG Specは無線通信にかかる周波数に関する事項を所掌し、図1に示すとおり二つのSub WG及び3つのTG が設置されており、IMTに関する共用検討や、電波監視等に関する検討を行っている。本会合においては、698-806MHz帯におけるIMT周波数アレンジメントに関する新勧告案及び電波監視におけるデジタル信号処理技術の応用に関する新レポート案等を作成するとともに、WRC-19議題1.13及び課題9.1.1、9.1.2に関連するAWGでの検討について情報提供とコメントを求めるAPGへのリエゾン文書が作成された。また、PPDRに関するレポートの改訂についてWP5Aへ情報提供を行うリエゾン文書を作成した。

各Sub WG及びTGにおける主要な結果は以下のとおり。

3.1 SWG SA&H(スペクトルのアレンジメント及び協調):

- ・「698-806MHz帯におけるIMT周波数アレンジメント」について、ベトナム及びエリクソンの提案により新勧告案の作成について合意し、両者の寄与文書をもとにドラフティングが行われ、新勧告案を完成させた。
- ・3300-3400MHz及び4800-4990MHzの周波数アレンジメントについては、中国DaTang等により検討開始の提案がなされ、合意された。作業文書、及び作業計画は次回AWGにキャリアフォワードされた。
- ・1427-1518MHz及び3400-3600MHzの周波数アレンジメントについては、ベトナムより検討開始の提案がなされた。これに対し、WRC-19議題9.1.2に関係があるため、まずはAPGでの検討が必要であるとして、中国が反対したため、次回AWG以降で再度議論することとなった。

3.2 SWG SM (電波監視):

- ・「電波監視におけるデジタル信号処理技術の応用」に関する新APTレポート案について、我が国より、解決すべき課題(フェージングによる振幅変化の除去等)の検証及び評価についての寄与文書を入力し、当該新レポート案に追記した形で完成させた。
- ・「TDOA*技術を用いたグリッド型監視ネットワーク」に関する新APTレポート案及び「国境地帯における電波監視手法」に関する新APTレポート案に向けた

作業文書は、次回会合での完了を目指し、現状のままキャリアフォワードされた。

- ・SWG SMの作業計画の見直しが行われ、「電波監視におけるデジタル信号処理技術の応用」に関する検討作業については、当該検討が完了したため削除された。

3.3 TG SSIMT (IMTに関する共用検討):

- ・「隣接及び近隣周波数帯におけるIMT-2000技術間及びIMT-2000技術と他の無線アクセス技術間の共存検討」に関するAPTレポートの改訂については、今回も寄与文書の入力がなく、作業計画に従い本会合で作業を完了した。
- ・ASA/LSA (Authorized Shared Access/Licensed Shared Access) に関する新レポート案/新勧告案については、中国及びエリクソンからの寄与文書は作業文書に反映し、次回会合での完成に向け、引き続き検討を進めることとされた。
- ・TG SSIMT/TG BWA Joint会合において、WRC-15において一部の国に対してIMT特定された3300-3400MHz及び4800-4990MHzの周波数アレンジメントの検討を行うことで合意し、作業計画を作成するとともに、新APT勧告/レポートの作成に着手した。また、韓国の提案により、WRC-19議題1.13の対象周波数帯における既存の一次業務やアプリケーションの調査、共用研究に必要な無線特性及び関連する伝搬モデルの提供を行う研究計画が合意された。また、WRC-19議題1.13、課題9.1.1及び9.1.2に関してAWGにおける共用研究の開始をAPG19-1へ知らせるリエゾン文書が作成された。

3.4 TG PPDR (公共保安及び災害救援):

- ・「ミッションクリティカルな広帯域PPDR通信のための一般的要件」に関するAPTレポートの改訂にあたっては、オーストラリアの提案により今会合で改訂を完了すべく審議された。周波数要求の記載を追加するとともに、タイトルを「ミッションクリティカルブロードバンドPPDR通信の一般的要件」と変更する等の修正が加えられ、改訂が合意された。
- ・「いくつかのAPT加盟国におけるPPDR応用のための決議646 (WRC-15 改訂版) 特定の周波数レンジの調

*TDOA (Time Difference Of Arrival): 複数のセンサへの電波の到達時間の差を用いて電波発射源の位置を計算する技術



和的利用」に関するAPTレポートの改訂については、参照先のANNEX（周波数配置）の一部が欠落していると中国が反対し、更なるレビューが必要なため次回会合へキャリアフォワードされた。また、上記レポートの改訂作業は、決議646にてITU-R勧告M.2015の改訂を求められているWP5Aの参考になるものであるとして、WP5Aに対して情報提供するリエゾン文書を作成した。

更に、モトローラソリューションから提案があった周波数配置の勧告化についてはAWG-21会合までに完了することで合意した。

- ・「PPDRモバイルブロードバンドの実装」に関する新APTレポート案については、Annex2.5に記載の勧告の事例についてはAPTレポート「ミッションクリティカルブロードバンドPPDR通信の一般的要件」に移すこととし、更新された作業文書は次回会合での完了を目指しキャリアフォワードされた。
- ・我が国から提案したPublic Safety-LTEによる大規模セルシステム構築に関する技術検討レポートの作成については、TG IMTとTG PPDRのJoint会合にて審議された。レポートの作成方法や、所掌グループについてTG PPDRとするかTG IMTとするかについて結論が得られなかったが、TG IMTの議長のドラフトに基づき作業計画を作成し、AWG-21会合にてレポートの作成を完了することで合意した。

3.5 TG BWA（広帯域無線アクセス）：

- ・「3400-3600MHzにおけるIMTスモール・セル及びマイクロ・セルとFSSの共用検討」については、今回も寄与文書が入力されず、SWG SA&Hにおいても当該帯域のハーモナイズ案の検討が始まっているため、研究課題としてクローズすることが合意された。

4. WG Tech（技術にかかるワーキンググループ）での検討状況について

WG Techは無線通信にかかる技術に関する事項を所掌し、図1に示すとおり6つのTG が設置されており、小電力デバイスや、IMT、ITS、無線給電システム等に関する検討を実施している。本会合においては、「GSMからIMTへのマイグレーションに関するガイダンス」に関する新APT勧告案や、「悪天候による固定無線への影響」に関する研究についてレポートを作成するにあたりWP3J,3Mへ関連

情報の入力を求めるリエゾン文書等を作成した。

各TGにおける主要な結果は以下のとおり。

4.1 TG SRD（小電力デバイス）：

- ・「275-1000GHzの周波数領域で運用する短距離無線通信システムとアプリケーションシナリオ」に関する新APTレポート案について、最新のテラヘルツ技術の動向及び275-3000GHzの受動業務と能動業務の初期共用検討並びに275-450GHzの周波数領域が短距離無線通信アプリケーションに適する周波数領域であることを追記するとともに、短距離無線通信システムと同周波数帯を共用する可能性のある受動業務の技術運用特性と初期共用検討の章を追加することについて日本から提案し、合意がなされ、また、本レポートはAWG-21会合での完成を目指すことで合意された。なお、本レポートの作成状況についてAPGとWP5Aに情報提供を行うリエゾン文書も作成した。
- ・短距離無線通信の運用についてのAPTサーベイレポートのAnnex2の“Technical regulations in Japan”の章に、現在の日本の規則条項を反映することについて日本から提案し、合意された。

4.2 TG-SDR&CRS（ソフトウェア無線・コグニティブ無線）：

- ・「CRS活用を可能にする技術としての“位置情報データベース”の研究」に関する作業計画の見直しが行われ、当該研究に関する新APTレポートの完成をAWG-21会合とすることで合意された。
- ・中国より、当該新APTレポートに関する作業文書の提案があり、提案どおり作業文書として合意された。

4.3 TG IMT（IMT）：

- ・「GSMからIMTへのマイグレーションに関するガイダンス」に関する新APT勧告案について、エリクソンの提案に基づき誤記の修正や用語の統一を行い合意された。
- ・移動通信事業者の周波数、技術方式、ライセンス期間の情報に関するAPTレポートに関して、インドネシア及びモンゴルより自国の記載内容の更新について提案があり、そのまま改訂について合意された。
- ・WRC-19議題1.13に関する今後の作業の進め方について、中国・韓国から、最初のステップとして対象となる周波数帯域の利用に関する各国の情報収集を行う



べきとの提案があった。これを受け、当該周波数帯域の利用状況及び利用予定に関する調査票及び作業計画が作成されたほか、本作業実施に関するAPTへのリエゾン文書が作成された。

- ・議長より、AWGで各国の5G技術に関する活動状況の情報共有を継続するとともに、適宜ミニワークショップを実施する提案があり、特段異論無くノットされた。

4.4 TG ITS (ITS) :

- ・WRC-15において、ITS用周波数の世界的調和についてのWRC-19議題1.12が承認されたことから、「APT加盟国・地域におけるITSの利用状況」に関するAPTレポートの改訂版の早期改訂及びWP5Aの検討状況を本レポートに反映させる旨の提案を我が国から行い、合意された。また、当該レポートの改訂作業については、次回会合にキャリアフォワードすることで合意された。
- ・当該レポートの改訂作業にあたりITSに使用されているスペクトラムの情報収集を実施しているため、APGでのスペクトラムの調和可能性の検討のために情報提供するリエゾン文書を作成した。

4.5 TG WPT (無線給電システム) :

- ・「モバイル端末向けWPTのサービスシナリオと使用事例」に関する新APTレポートの作業文書について、我が国及び韓国の提案に基づき、タイトル、全体構成に見直し等を行い、AWG-21会合の完成を目指すことで合意された。
- ・「モバイル用WPT (Non-Beam型) の利用周波数」に関する新APT勧告の作成作業を開始するとともに、AWG-21会合での完成を目指すことで合意された。
- ・WRC議題に関連するEV用WPTについては、2017年の勧告策定に向け迅速な検討開始を求める日本提案に対し、APG開催前のAWGでの作業開始はAPGの作業との重複が懸念されると中国が主張し強く反対した。その後、APGでの正式な依頼がなくともAWGの通常の活動として検討を開始できるとのAPT事務局の見解が確認されたが、勧告策定についてはAPGの作業との重複を主張する中国が反対したため、APGの検討に寄与するためのレポートをAWG-22会合までに完成させ、レポート完成後に必要に応じて勧告を作成することで合意された。

4.6 TG-FWS (固定無線システム) :

- ・固定無線システムに用いられる要素技術に関する新APTレポート案について、我が国企業から固定無線技術に関する情報が入力され、本レポート案に盛り込むことで合意された。また、Annexにおける韓国入力に基づく鉄道無線に関する部分については、本会合において設立されたTG Railwayで扱うことも含め次回会合で議論を行うことで合意され、キャリアフォワードされた。
- ・前回会合でインドネシアから問題提起された悪天候による固定無線への影響に関する研究について、我が国からの提案によりレポートの作成に向けた作業文書を作成し、関連情報の入力を求めるためWP3J、3M及び5Cへのリエゾン文書を作成した。
- ・Huaweiの提案に基づき、「固定無線業務向け同一周波数全二重通信システム」に関する新APTレポートの作成について合意され、キャリアフォワードされた。

5. WG S&A (サービスとアプリケーションにかかるワーキンググループ) での検討状況について

WG S&Aは無線通信にかかるサービスとアプリケーションに関する事項を所掌し、図1に示すとおり三つのTGが設置されており、固定と移動の融合や新たな衛星アプリケーション等に関する検討を実施している。本会合においては、新APTレポートの作成のため、「アジア太平洋地域における17.7-20.2GHz及び27.5-30.0GHz帯の利用及び将来計画」に関する質問票、「アジア太平洋地域における108-117.975MHz、328.6-335.4MHz及び960-1164MHz帯の航空無線航行業務の利用」に関する質問票及び「アジア太平洋地域における457.5125-457.5875MHz及び467.5125-467.5875MHzの利用」に関する質問票を作成した。

また、今会合で新たにTG-Railwayを設置することが合意され、APG及びWP5A宛てに情報提供するリエゾン文書を作成したほか、TGの作業を加速するためCG (コレスポネンダスグループ) を設置することが合意された。

各TGにおける主要な結果は以下のとおり。

5.1 TG FMC (固定と移動の融合) :

- ・スモールセルクラウドに関する質問票に対する回答をまとめた調査レポート案について、前回会合においてAWG-19会合にキャリアフォワードすることとされている。



たタイからの入力文書の内容が反映された。タイから追加の情報入力を本年8月までに行う旨のコメントがあり、次回会合において、作成作業が完了する見込み。

5.2 TG MSA (新たな衛星アプリケーション) :

- ・「3GHz以下のMSSの統合システムと衛星・地上ハイブリッドシステムに関する技術研究」に関するAPTレポートについて、NICT及びソフトバンクより、ハイブリッドシステムに関する技術課題を解決する技術の記載を追加する旨の寄与文書が入力され、当該レポートに反映されるとともに、レポートの改訂は次回会合で完成することで合意された。
- ・アジア太平洋地域におけるKa帯の現在の利用状況と将来計画の調査に関して、中国より、新APTレポートの作成及びAPT諸国への調査を実施することが提案され、合意された。これに伴い、APT諸国への質問票が作成されるとともに、レポートの作成完了をAWG-21会合とすることで合意された。

5.3 TG A&M (航空及び船舶) :

- ・「無人航空機の公共業務用サービスとアプリケーション」に関する新APTレポート案の作成に向け、我が国より文書構成等の提案を行い、その案を反映した形で作業文書が作成された。なお、本文書は次回会合にキャリアフォワードされた。
- ・「アジア太平洋地域における船上通信の周波数の利用」に関するAPTガイドラインの作成提案及び「108-117.975MHz、328.6-335.4MHz及び960-1164MHzにおける航空無線航行业務 (ARNS) の利用」に関する新APTレポートの作成提案がベトナムよりなされ、前者については「ガイドライン」を「レポート」とすることで合意され、次回会合にキャリアフォワードされた。また、両レポートの作成にあたって質問票が作成された。

5.4 TG Railway (鉄道無線システム) :

- ・WRC-15において、列車・線路間の鉄道無線通信シス

テムの周波数調和についての検討がWRC-19の議題として承認されたことを受け、中国よりTG Railwayの設置が提案され合意された。TGのToRについては、我が国で利用している鉄道無線システムや、研究開発実施中であるミリ波を用いた鉄道無線システムの内容等を入力することを念頭に、周波数、技術に加えてサービスやアプリケーションも検討すべきとの提案を行い、反映された。また、AWGにおいて、鉄道無線システムの検討を開始した旨APG及びWP5Aに情報共有するためのリエゾン文書を作成した。

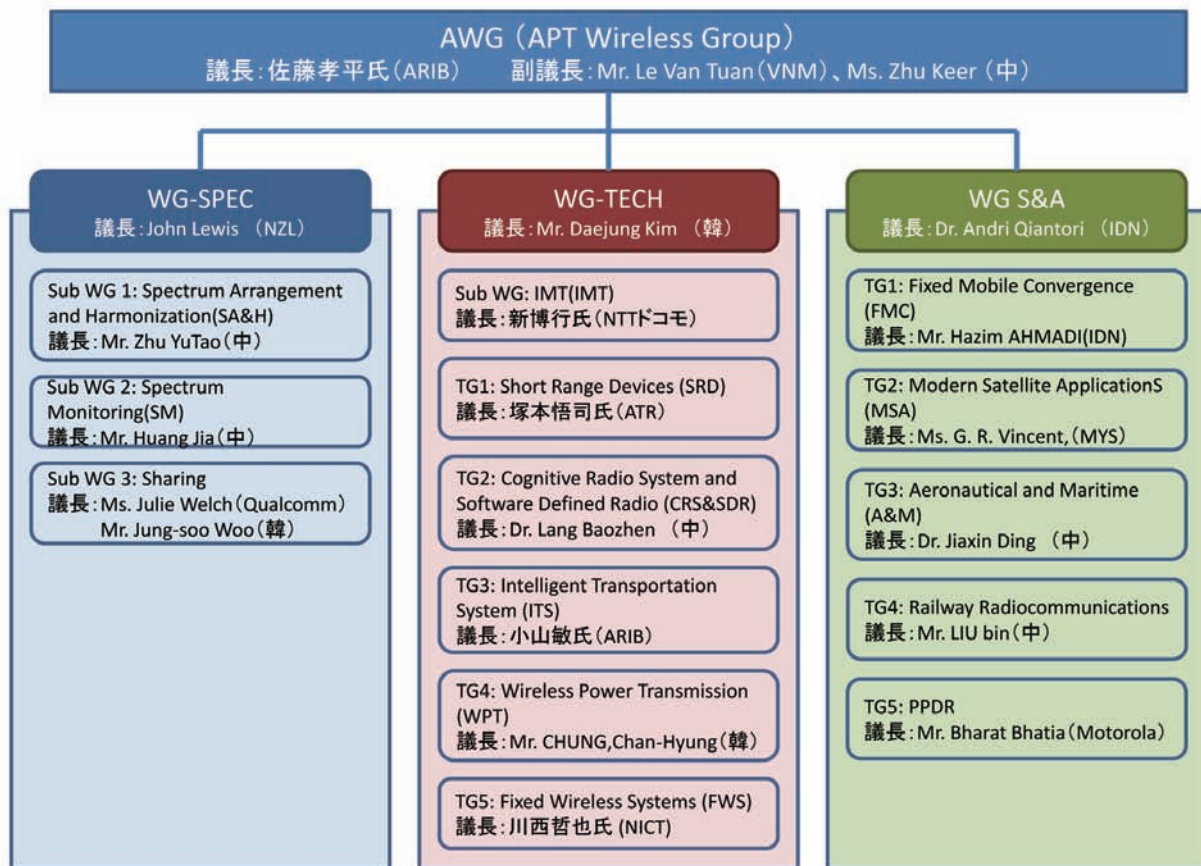
- ・TGの作業を加速するためのCGを設置する提案が中国よりなされ、合意された。

6. アドホックグループにおける検討状況について

本会合においては、アドホックグループが設置され、AWGの組織の再構成、各WG、SWG、TGのToRの見直しについて検討を行ったほか、第39回APT管理委員会における指摘を受けAWGのワーキングメソッドの改訂について検討を行った。検討の結果、AWGの構成については、TG PPDRをWG SpecからWG S&Aに移行、TG IMTをWGに格上げすることとなった。見直し後のAWGの構成は図2に示すとおりであり、AWG-20会合の開始時点から新たな構成のもと審議されることとなった。また、各ToRについては異なるグループ間で重複が無いよう見直しが行われた。ワーキングメソッドの改訂については、AWGの名称を維持するかどうかで結論に至らず、次回会合へキャリアフォワードされた。

7. 次回会合について

次回会合であるAWG-20会合は、2016年9月の第2週にタイ (バンコク) で開催される予定であることが最終日にアナウンスされた。今回の会合では、WRC-19新議題へ対応を行うため新たなレポート/勧告の作成に着手したものが多く見られており、WRC-19において日本の提案が反映されるよう、今後のAWG会合においても積極的に議論を主導するとともに、アジア・太平洋地域における連携をより一層高めていく必要がある。



■図2. AWG-19会合における見直し後の検討体制

APT政策・規制フォーラム(PRF)のご案内

- APT主催により、下記のとおり**APT-PRF会合**が開催されます。また、本会合の参加者を対象とした**展示・企業視察**を予定しています。
- 本会合への参加には事前登録が必要です。ご希望の方は、**総務省 本田・秋田 (03-5253-5376)** までご連絡ください。

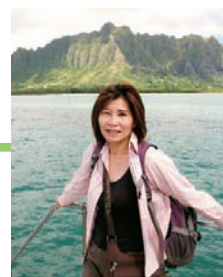
- | | |
|------------------|---|
| 1 開催日時・場所 | 平成28年7月12日(火)～14日(木)
東京(京王プラザホテル(新宿)) 新宿区西新宿2丁目2-1 |
| 2 PRFとは | APT加盟各国の通信主管庁(ハイレベル(局長級))の主要なICT政策や規制に関する現状や課題について意見・情報交換を行い、各国等の取組に反映する会合。 ※今回、官民セッションなども予定。 |
| 3 開催の目的 | IoT/ビッグデータ時代に向けた情報通信政策や先進的なICTシステム・サービスなどの取組について広く紹介。意見・情報交換を通じ、ニーズ把握や人的チャンネル作りを行い、ICTの海外展開支援につなげる。 |
| 4 参加者(予定) | APT加盟国、地域、ICT関連の企業・団体、国際機関 約120名 |
| 5 議題案(予定) | IoT / M2Mや5G及び次世代サービスに係る政策・規制の課題等 |
| 参 考 | APTは、アジア太平洋地域におけるICTインフラの均衡した発展を目的として、研修やセミナーを通じた人材育成、標準化や無線通信などの地域的政策調整を行っています。 |



国を挙げてIoT活性化に取り組む韓国

一般財団法人マルチメディア振興センター 情報通信研究部 主席研究員

みさわ
三澤 かおり



1. はじめに

国内外のICT分野におけるIoTの存在感はますます強まっており、現在最も関心を集めているテーマでもある。2016年2月にバルセロナで開催されたモバイル・ワールド・コンGRESS (MWC) においても、IoTが中心テーマであった。従来の通信ビジネスの成長に陰りが見えてきた中で、今後はIoTであらゆるモノをつなぎ、従来のICTの枠組みと業種を超えた融合分野での新ビジネスを模索する動きが活発化している。

1990年代後半からの政府主導によるICTインフラ整備が奏功し、短期間でICT先進国の地位を確立した韓国では現在、IoTを成長戦略のエンジンと位置付け、官民挙げての重点育成を図っている。迅速な政策展開により、ブロードバンド、次世代携帯電話、電子政府で効果を挙げていることから、IoTでも成果が期待される。そこで、本稿では、国を挙げてIoT産業育成に取り組む韓国の幅広い取組みについて報告する。

2. IoT産業育成政策

2.1 IoT促進の基本戦略

2013年に成立した現政権は、ICTと他業種の融合、いわゆるICT融合による新サービス導入を促進することで、ベンチャー育成及び雇用創出につなげる成長戦略を描いている。多くのICT融合サービスではIoT技術が欠かせないため、IoTは重点育成分野に指定されている。IoTの重点育成を図る基本的戦略を表1にまとめた。政府横断で進めるIoT分野単体の基本戦略は、2014年にまとめられたIoT基本計画である。これらの基本戦略に基づき、技術開発やベン

チャー育成、実証事業等の個別支援策が打ち出されている。

2.2 IoT実証団地の整備

IoT促進策の中でも目玉的な大型事業が、中長期ICT産業発展戦略「K-ICT戦略」の一環として進められている、IoT実証団地整備事業である。この事業では、社会や地域が抱える様々な問題をIoTで解決するため、新サービスの発掘や、事業実施による効果の検証を目的としている。

第一弾事業として、未来創造科学部は2015年にスマートシティとヘルスケアの2分野でのIoT実証団地整備自治体を公募により選定。その結果、移動通信最大手SKテレコムと組んだ釜山（プサン）市がスマートシティ、総合通信最大手KT、サムスン電子と組んだ大邱（テグ）市がヘルスケアの分野で実証団地を2017年までに整備することになった。釜山市ではスマートパーキングや状況認識型避難案内システム等10以上の実証サービスを開始し、2017年までにグローバルな試験導入も計画している。大邱市ではオープンIoTヘルスケアプラットフォームでの実証サービスを進める。国内生保最大手サムスン生命の協力による保険適用、空軍戦闘機操縦士対象健康管理サービス等、官民両分野でヘルスケアの有望サービスを開拓する方針である。

第二弾事業として、都市問題解決につながるIoTサービスの発掘と検証のため、IoT実証団地を更に1か所造成する計画が2016年4月に発表された。自治体と民間企業で構成するコンソーシアムの公募も同時に開始された。

2.3 2016年のIoT促進政策の方向

2016年のIoT促進政策の方向性については、ICT分野主管庁の未来創造科学部が「2016年業務報告」に盛り込んでいる。未来創造科学部は、「K-ICT戦略」の戦略分野に

■表1. 政府のIoT促進政策

政策名（発表時期・主管機関）	概要
K-ICT戦略 (2015年3月・未来創造科学部)	2020年までにICT生産額240兆ウォン・輸出2100億ドルを目指す中長期的ICT産業発展のための基本戦略。戦略育成産業として、IoT、5G、クラウド等9産業を指定。IoT分野ではベンチャー育成、大規模IoT実証団地2か所整備、重点7業種（家電、自動車等）での実証事業等を推進。
モノのインターネット（IoT）基本計画 (2014年5月・未来創造科学部)	2020年までに国内IoT市場規模を30兆ウォンに拡大するための政府横断的IoT促進国家戦略。IoTプラットフォーム開発、IoT専門ベンチャー育成、関連インフラ整備、技術開発等の促進戦略。
モノのインターネット拡散戦略 (2015年12月・未来創造科学部)	上記のIoT基本計画のスピードアップを目指す補完政策。2017年までに製造、ヘルス／医療、エネルギー、ホーム、自動車／交通、都市／安全の6分野のIoT事業化を重点支援。

出所：未来創造科学部発表を基に作成



指定されているIoT、クラウド、ビッグデータ活用の融合新産業分野の成果を2016年中に可視化することを目標に掲げている。そのため、各種の実証事業を実施する。IoT分野については、戦略6分野（ヘルスケア、製造、自動車・交通、ホーム、エネルギー、都市・安全）における事業化やビジネスモデル発掘を集中的に支援するため、「K-ICTモノのインターネット推進グループ」の立ち上げ、低電力長距離無線通信を可能にするLPWA (Low Power Wide Area) ネットワークの試験構築（釜山）が計画されている。また、IoTの類型別専用料金プラン新設など、料金面でのインセンティブ導入も図る。

更に、政府が2016年3月にまとめた「2016年規制整備総合計画」では、IoTやドローン等8分野を優先的育成新産業に指定し、これらの分野の規制は最小限度を残し、大胆に緩和する方針を打ち出している。規制緩和と同時に各種試験事業を積極的に活用することで、新製品やサービスを市場に迅速に投入させることが狙いである。

3. 自治体独自のスマートシティ計画

IoT活用で世界最先端のスマートシティ化を目指す自治体独自の取組みとして、ソウル市の事例が挙げられる。ソウル市は2015年末に市内有名観光地区プクチョン（北村）一帯をIoTゾーン（実証地域）として整備したことを手始めに、2020年までにIoTゾーンを100か所に拡大する。第一弾として整備されたプクチョン地域は、伝統住宅街をはじめとする文化財、しゃれたカフェ、ギャラリーが集まり、国内外から毎年100万人の観光客が訪れる。日本でも大ヒットした「冬のソナタ」をはじめ、多くのドラマや映画のロケ地としても有名である。反面、観光客が増えたことで、騒音や不法駐車、ごみ投棄、プライバシー侵害等の様々な都市問題が浮上していた。そこで、これらの都市問題解決と観光振興のため、地域全体に様々なIoTサービスが導入された（表2）。

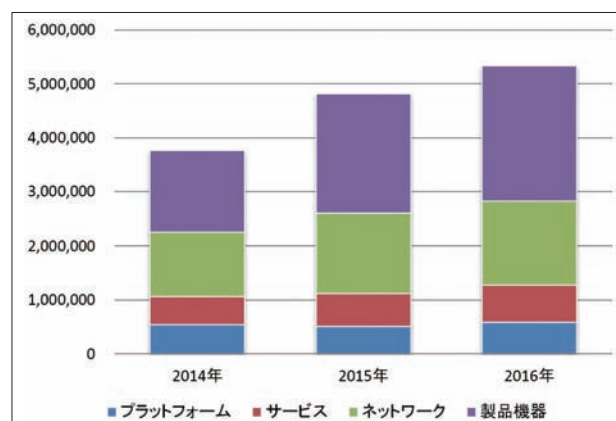
■表2. プクチョンのIoT活用サービス

都市問題解決・生活利便性向上	不法駐車監視、駐車場誘導、ゴミ箱容量感知、住宅火災予防、児童登下校見守り、住民対象ヘルスケア
観光関連	多言語観光案内、近隣商店街、駐車共有、観光客安全

2020年までに世界最先端の「グローバルデジタル首都」となることを目指すソウル市^{*1}は、IoTインフラ整備に加え、IT企業集積地にIoT専門アカデミーを設立するなど、IoTベンチャーの育成支援にも積極的に乗り出している。

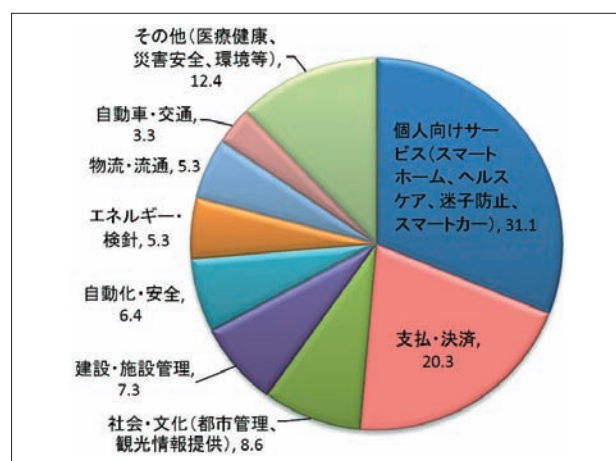
4. IoT市場規模

国内IoT市場状況について政府が統計をまとめる国はなかなか見当たらないが、韓国では2015年度^{*2}から政府が正式統計を公表している^{*3}。2015年の韓国のIoT市場規模は前年比28%成長の4兆8125億ウォン（約4813億円）である（図1）。IoT活用サービス分野では、スマートホームやヘルスケアといった個人向けサービスが31%と最も多いことが特徴である（図2）。



*2016年は推計値。単位：百万ウォン
出所：未来創造科学部

■図1. 韓国のIoT市場規模



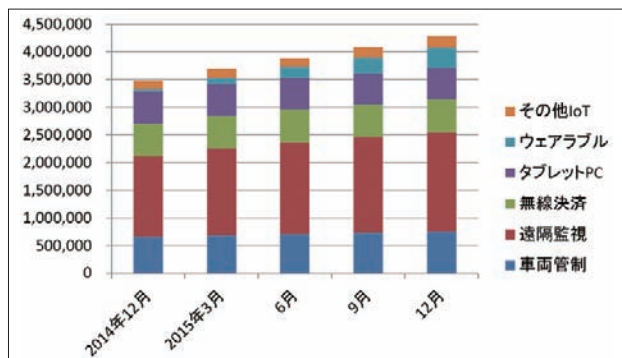
出所：未来創造科学部

■図2. IoT活用サービス分野（2014年売上実績値）

*1 ソウル市は2016年2月に世界的デジタル首都を整備するロードマップ「ソウルデジタル基本計画2020」を発表。

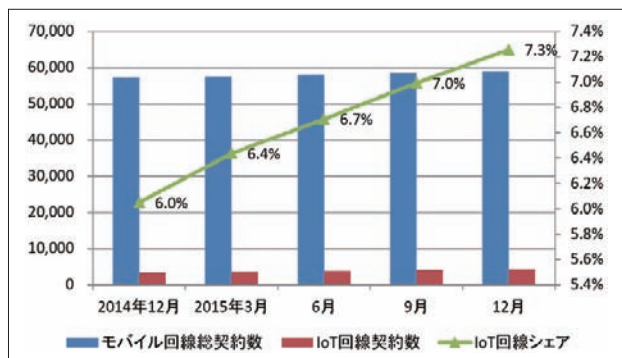
*2 韓国の年度は1-12月

*3 未来創造科学部2016/1/20「2015年IoT産業実態調査」



出所：未来創造科学部

■図3. 韓国のモバイルIoT契約回線数



出所：未来創造科学部

■図4. モバイル回線契約におけるIoT契約の状況 (単位: 千人)

一方、我が国のIoT市場規模については、同時調査ではないため単純比較は難しいが、MM総研の国内市場規模調査^{*4}によると、2014年度は1733億円、2015年度は2930億円に成長する見通しとされている。IoTの導入が最も多いのは製造業の33%、次いでサービス業とされている。

韓国のモバイルIoT契約回線数は図3及び図4に示すとおり、2015年末時点で428万。全体的なモバイル契約数は約5900万と停滞の飽和市場であるが、モバイル契約総数に占めるIoT契約回線数の割合は成長中で、7.3%である。我が国の状況については、テクノ・システム・リサーチの調べによると、2013年末時点のモバイルM2M契約回線数が1000万とされる^{*5}。

5. 市場動向

通信キャリアと大手ICTメーカー各社は中核戦略の柱にIoTを据えている。現在の韓国IoT市場の特徴として、前章で見たように、ICT業界は消費者向けサービス開発に

力を入れている。とりわけ、通信キャリアが2015年からスマートホームサービス競争を積極的に展開しており、この傾向が2016年現在も続いている。2000年代初めに期待されながらも不発に終わった家電中心のスマートホームとは違い、スマホアプリで遠隔制御ができ、宅内のいろいろな場所や家電に取り付けられる、通信キャリアのセンサー型スマートホームサービスが現在人気を集めている。実際に、帰省客が一斉に動くため民族大移動と言われる旧正月連休を目前に控えた2016年2月上旬、留守宅監視のニーズから、キャリア各社のスマートホームサービスの加入ペースが急増した。スマートホームが市場に急速に浸透しているエピソードでもある。

冷蔵庫やロボット掃除機といった家電から、金庫や鏡台、体重計、ヘルスバイク、植木鉢^{*6}、ペット用ウェアラブル、レストランでのオーダーなど、既に身近なあらゆるシーンでIoTサービスが提供されている。キャリアと大手メーカーのIoTプラットフォーム連携も2015年後半から急速に進展したため、2016年中に家電を中心にIoT対応製品とサービスが一層拡大する見通しである。また、世界展開をしているサムスン電子、LG電子との連携を通じ、キャリアのスマートホームの海外展開の可能性も視野に入ってきた。本章では各社のIoT戦略をまとめる。

5.1 通信キャリアのIoT戦略

①LG U+

総合通信キャリアLG U+は、2020年までにIoTで世界一の企業になることを目指し、キャリア3社の中で最も積極的にIoTサービス・ラインナップ拡大を進めている。2014年末に同業他社に先駆けたスマートホームサービス第一弾として、スマホアプリでのガスバルブ遠隔制御サービスを導入した。スマートホームは2015年夏に本格化されてラインナップを拡充し、以降、総合セキュリティ会社とも連携してIoT活用ホームセキュリティ市場の攻略も目指している。LG U+のスマートホームサービスは、オープン方式のため、普段利用するキャリアに関係なく加入でき、スマートフォンで音声指示ができることなどが特徴である。2016年5月時点の加入世帯数は26万と好調を維持している。最も人気のサービスは、窓やドアの開閉をスマホに知らせる開閉感知センサーである。

2016年3月に、LPWA技術のLTE-M対応モジュールの商用サービス化を発表している。従来のモジュールの50%程度のサイズと重量ダウン、更に費用の大幅ダウンを図ったこ

*4 MM総研2016/1/20ニュースリリース：http://www.m2ri.jp/newsreleases/main.php?id=010120160120500

*5 コンシューマ製品を含む回線数。http://www.t-s-r.co.jp/press/20140416.pdf

*6 スマート植木鉢は創業3年のベンチャー n.thing社の製品



とで、ウェアラブルや医療機器での活用範囲の拡大が期待されている。

②SKテレコム

移動通信最大手キャリアSKテレコムは、2014年前半に打ち出した長期成長ビジョンで、5G、IoT、人工知能事業を成長基盤に据える方針を打ち出し、以降、IoT事業に積極的に取り組んでいる。SKテレコムのスマートホームサービス提供方式は他のキャリアと異なり、IoTオープンプラットフォームを他社に提供することで、幅広い提携企業各社の製品と連携させる方式である。そのため、2015年5月のスマートホーム開始以降、サービス拡大のため異業種連携を積極的に拡大している。2016年中に国内外50社以上との提携でスマートホーム製品を100種以上に拡大する計画である。

2016年3月に発表したIoT事業取組方針の「IoT Total Careプログラム」では、世界に先駆けたLPWA全国ネットワーク^{*7}の年内構築やIoT統合管制センター開設計画等が盛り込まれた。

③KT

総合通信最大手キャリアKTは、現在のファン・チャンギョ会長が就任した2014年前半、中核事業を見直して本業の通信事業回帰を図ると同時に大がかりな人員整理を断行。同年5月に発表したビジョンの「ギガトピア (GiGAtopia)」で、高度インフラとIoTを基盤とし、メディア、エネルギー、総合セキュリティ、ヘルスケア、交通管制の5分野を融合成長エンジンとして重点育成する方向性を打ち出した。スマートホームサービスの開始では他社に後れを取ったが、2016年に入ってから対応製品やサービス拡大を図っている。他社との差別化ポイントとして、スマートフォンに加えてIPTVも活用するヘルスケアIoTサービスのラインナップを拡大している。

2016年3月に発表した「IoT事業推進方向」では、世界初のLTE-Mネットワークによる全国サービス開始計画、IoT専用料金プラン提供、スタートアップ支援等のIoT事業促進プログラムの実施計画を盛り込んでいる。更に、NB-IoT全国ネットワークの世界初の商用サービス化も進める計画である。

5.2 主要メーカーのIoT戦略

①サムスン電子

サムスン電子は、2020年までに全ての自社製品をIoT対応とする戦略を2015年初めに明らかにした。2015年からIoT分野に1億ドルを投じ、第一段階として、2017年までにテ

レビをIoTに対応させ、90%の自社製品のIoT化を実現する。2015年5月に米国でIoTオープンプラットフォームARTIKを公開してから、2016年2月に商用サービスを開始し、グローバルなIoTエコシステム構築に乗り出している。超小型IoTモジュールのARTIKを国内外の開発者が活用することで、多彩なIoTデバイスの製品化が可能となる。国内では、2015年9月から12月にかけて、キャリア全社とのIoTプラットフォーム連携で合意しており、2016年もIoTを戦略事業に位置付けている。

②LG電子

LG電子も2015年から、スマホやスマートウォッチを活用するタイプのモバイル中心のIoT戦略を進めているが、自社製品全体のIoT対応を急ぐサムスン電子とは対照的な戦略をとる。差別化されたIoT対応家電を投入すると同時に、スマートホーム利用者の底辺拡大に力を入れるため、2016年上半年に思い切ったオープン型スマートホームサービス「SmartThinQ Hub&Sensor」を開始する。SmartThinQは、宅内のあらゆる場所や製品に取り付け可能な直径4cmの小型センサーと、宅内のセンサーを集中制御する円筒形ハブのセットで構成される。これまで使ってきた家電をそのまま活用するスタイルでスマートホームの普及を図る戦略なので、消費者は家電を買い替えずに済む。実際に、特定メーカーで全ての家電を買いそろえる消費者は多くはないため、現実に沿った路線と言える。

6. おわりに

以上の官民の取組みから、IoTが成長エンジンとしていかに大きく期待されているかが実感される。政策面では、幅広い分野でのIoT活用を促進するため、規制緩和、関連産業育成のための実証事業やベンチャー支援が、2014年以降に急ピッチで進められている。市場面では、通信キャリアのスマートホーム競争が本格化した2015年がIoT本格化元年と言えよう。2016年もスマートホーム、ウェアラブルといった、特に、コンシューマ向けIoT活用サービスの成長が見込まれる。前章のLG U+やLG電子のスマートホームサービス事例に見られるように、今後は、特定事業者の製品に縛られないオープンなサービスの拡大が予想される。我が国でも、コンシューマ向けIoTサービスの本格化はこれからという段階であるが、韓国の官民挙げてスピード感のあるIoT導入の動きは大いに刺激になろう。

^{*7} SKテレコムはLPWA技術にLoRaとLTE-Mを採用する計画

最近の活動

ITUAJ

「世界情報社会・電気通信日のつどい」開催

5月17日は、ITUで定められた「世界情報社会・電気通信日」です。今年も当協会主催の記念式典が、新宿の京王プラザホテルで開催されました。日本ITU協会賞贈呈式では、総務大臣賞の橋本明様、特別賞の土井美和子様をはじめとする受賞者への賞の贈呈が行われました。

受賞者一覧：https://www.ituaj.jp/?page_id=5960

受賞者への贈呈式に続いて、ATR脳情報通信総合研究所長 川人光男氏の記念講演が開催されました。

記念講演資料：https://www.ituaj.jp/wp-content/uploads/2016/05/WTISD_Kawato_sama_pdfwithPW.pdf

記念式典の報告記事は7月号に掲載予定です。



■式典の後、盛大に開催された祝賀会

編集委員

委員長	亀山 渉	早稲田大学
委員	米子 房伸	総務省 情報通信国際戦略局
〃	重成 知弥	総務省 情報通信国際戦略局
〃	本田 昭浩	総務省 情報通信国際戦略局
〃	岩間 健宏	総務省 総合通信基盤局
〃	深堀 道子	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
〃	小松 裕	ソフトバンク株式会社
〃	神原 浩平	日本放送協会
〃	石原 周	一般社団法人日本民間放送連盟
〃	渡辺 章彦	通信電線線材協会
〃	中兼 晴香	パナソニック株式会社
〃	中澤 宣彦	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	株式会社東芝
〃	田中 茂	沖電気工業株式会社
〃	櫻井 義人	株式会社日立製作所
〃	斧原 晃一	一般社団法人情報通信技術委員会
〃	菅原 健	一般社団法人電波産業会
顧問	小菅 敏夫	電気通信大学
〃	齊藤 忠夫	一般財団法人日本データ通信協会
〃	橋本 明	株式会社NTTドコモ
〃	田中 良明	早稲田大学

G7情報通信大臣会合での出来事

国立研究開発法人情報通信研究機構 ふかほり 道子
深堀

伊勢志摩サミットに伴い、全国各地で関係閣僚会合が開催されており、情報通信分野に関しては、4月29日（祝）から30日（土）にかけて、香川県高松市においてG7情報通信大臣会合が開催された（筆者は本会合で仏代表団のリエゾンを担当）。

会場周辺は厳重な警戒体制が敷かれており、会場とホテルは大通りのちょうど向かい側であったが、当局のセキュリティ上の指示により、各国HoDは、会場とホテルの間は徒歩ではなくバスで移動しなければならないことになっていた。しかしながらこの日は天気が良く、ホテルはすぐ目に見えていることもあり、初日の会合終了後、何人かのHoDを含む出席者のグループは、会場からバスに乗らずにホテルに向かって歩き出した。セキュリティ面の制約が多く、HoDの皆様もそろそろ嫌気が差してきていたのかもしれない。複数のHoDの方々が歩いて行くのを横目で見ながら、目前に見えるホテルに移動するためにバスに乗っていただくようお願いするのはなかなか厳しいものがあったが、フランスの経済・産業・デジタル省のPascal Faure企業総局長、ITUのHoulin Zhao事務総局長は快くバスに乗ってください、会合運営側としては大変有り難かった。

また、HoDが移動する際のエレベーターについても、きちんと運用ができるか懸念されていたが、ホテル側に全面的にご支援いただいた結果、フランスに関しては、行動に大きな支障はなかったのではないかと考えている。

本会合期間中は、香川県警の各国担当の方が少し離れたところで常時警戒をされていたようであった。このHoD徒歩移動事件が起きた後、2日目は更に警備が強化されることとなり、県警の更に別の方も各国代表団と一緒に行動されて、結果として、期間中を通じて何事もなく会合を終えることができた。

本会合では、各国代表団、中でも特にHoDの方に対するお願いや制約が大変多かった中、Faure総局長をはじめとするフランス代表団の皆様、また関係者の皆様におかれましては、会合の円滑な運営に全面的にご協力いただきまして、本当にありがとうございました。この場をお借りして御礼申し上げます。



ITUジャーナル

Vol.46 No.6 平成28年6月1日発行／毎月1回1日発行

発行人 小笠原倫明

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 森 雄三、大野かおり、平松れい子

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

国際舞台の主役を目指すあなたに
若手の交渉スキルアップが課題だと感じている方に
朗報です！

～プロの俳優演じるドラマで国際交渉スキルを磨く～

国際交渉 パフォーマティブセミナー

◆開催概要

【開催日時】 2016年7月13日(水)9:30～17:30

【場 所】 新宿三丁目貸会議室

<http://www.shinjuku-kaigi.com/access.html>

【対 象】 国際交渉を担う中堅・若手層、
様々な場面で交渉という舞台の
主役を目指す方など

【募集定員】 20名(定員になり次第締切り)

【参加費】 賛助会員 15,000円(税込)
一般 30,000円(税込)

【主 催】 一般財団法人 日本ITU協会

◆ロールプレイヤー



近藤 強

1994年に渡米後ニューヨークにて応用演劇の
手法を使った企業研修に俳優として参加。現在
までBi-Jingo、STEPS DRAMAおよびCSWなどの
研修会社で俳優／ロールプレイヤーとして活動。



Tania Coke

身体表現コーポリアルマインドを専門とする演劇
ユニットを主宰。メディエーター、コミュニケーション
トレーナーとして企業でワークショップをデザイン
したり、HR誌に寄稿。



Bob Werley

ニューヨークにて映画・舞台作品に多数出演後
2002年来日。舞台、映画、テレビ、声優、モデル
ほか即興コメディ作品など、活動は多岐に渡る。

◆パフォーマティブセミナーとは？

プロが演じるケーススタディ・ドラマを
見て問題点を参加者で共有、新たな
「気づき」があるはず

さらに俳優相手に交渉を体験、理解
度、判断力、ロジックのスキルアップを
身に付ける、リアルに“感じる”セミナー



プロの俳優による交渉場面の上演。
交渉に苦戦する登場人物が、あたかも
自分自身であるような感覚が芽生える



登場人物の交渉の問題点や課題を
指摘したり議論。受講生は自身の
理解不足などに「気づく」場面も

◆前回受講者、受講生を送り出した上司の声から

“俳優の人から「どうしたら良いと思う？」とリアルに聞かれ、自分だったらどうしよう？と自身の振るまい方
や話し方を考えさせられ、臨場感のある良い体験となった”

“いきなり本番の国際会議を体験させる前に、覚悟と自信を持たせることができたと思う
国際交渉は経験がものを言うので、単なる座学では無いこのようなセミナーは非常に有効”

◆お申込は https://www.ituaj.jp/?page_id=10191 日本ITU協会(企画部) tel: 03-5357-7622