

ITU ジャーナル 8

Journal of the ITU Association of Japan
August 2019 Vol.49 No.8

特集

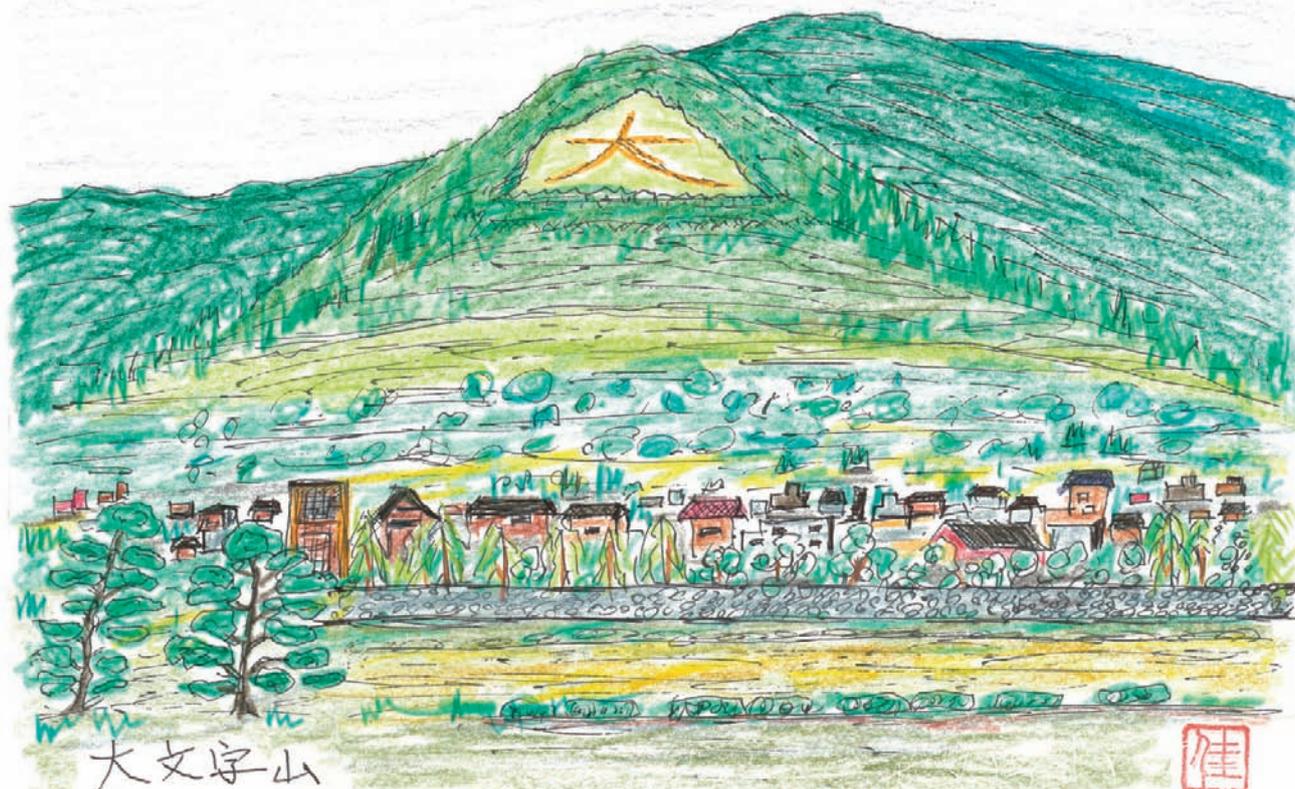
ビジネスイノベーションを実現するAI活用最前線
 SC42/WG4のAI活用事例収集活動から見るAIビジネスの現状と課題
 5G時代のモバイルネットワークにおける機械学習活用の可能性
 ドコモにおけるビッグデータを活用したパートナー企業との新たな価値の協創
 スマート農業の現状と今後の展開
 TMForumにおけるネットワーク運用管理へのAI活用に関する最新動向

スポットライト

電波の高密度利用をめぐる国際動向
 5Gの導入のための特定基地局の開設計画の認定
 ブラックホール「シャドウ」電波撮像を実現したVLBI観測とは
 プラットフォーマー型ビジネスの台頭に対応したルール整備の最新動向
 AI for Good Global Summit 2019参加報告

会合報告

ITU-R:SG5 (地上業務)
ITU-T:SG3 (料金及び会計原則と国際電気通信・ICTの経済と政策課題)、
SG12 (性能、サービス品質及びユーザー体感品質)、
FG NET-2030 (ネットワーク2030のための技術)



特集

ビジネスイノベーションを実現するAI活用最前線

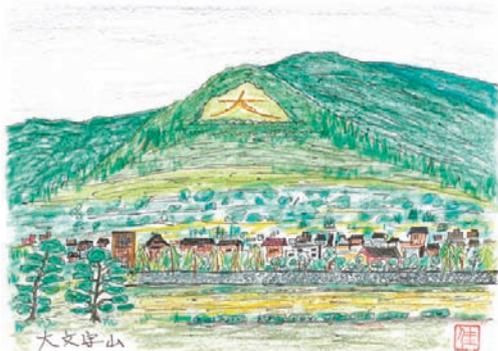
ビジネスイノベーションを実現するAI活用最前線 —SC42/WG4のAI活用事例収集活動から見るAIビジネスの現状と課題— 細川 宣啓／鄭 育昌／丸山 文宏	3
5G時代のモバイルネットワークにおける機械学習活用の可能性 柳橋 達也	7
ドコモにおけるビッグデータを活用したパートナー企業との新たな価値の協創 株式会社サイゼリヤ及び株式会社ドコモ・バイクシェアとの協創事例について 深澤 佑介／山田 将人／篠田 謙司／川崎 仁嗣／石黒 慎／三村 知洋	10
スマート農業の現状と今後の展開 飯田 聡	12
TMForumにおけるネットワーク運用管理へのAI活用に関する最新動向 宮本 達史	16

スポット
ライト

電波の高密度利用をめぐる国際動向 飯塚 留美	18
5Gの導入のための特定基地局の開設計画の認定 —5Gの広範かつ早期の全国展開に向けて— 清尾 勇哉／乾 浩斉／宇野 祐輝	23
ブラックホール「シャドウ」電波撮像を実現したVLBI観測とは 大石 雅寿	27
プラットフォーム型ビジネスの台頭に対応したルール整備の最新動向 岡本 健太	31
AI for Good Global Summit 2019 参加報告 金子 麻衣	36

会合報告

ITU-R SG5関係会合 (WP5A,5B,5C) の結果について 三宅 雅矩／東 良樹／山本 隆大	41
第3回 ITU-T SG3会合報告 本堂 恵利子	44
ITU-T SG12 (Performance, QoS, and QoE) 第5回会合 山岸 和久	48
FG NET-2030 第4回会合報告 三宅 優	51



【表紙の絵】

大谷大学 真宗総合研究所 池田佳和

●大文字山（京都府京都市）
京都の盂蘭盆行事で知られる大文字送り火が焚かれる山を鴨川デルタ（加茂川と高野川の合流地点）から眺めた。大文字の火床は如意ヶ嶽の西峰で銀閣寺北側から登山道がある。鹿ヶ谷から溪流に沿って登るルートもあり京都一周トレイルの一部である。「布団着て寝たる姿や東山」、真ん中となる山。

ビジネスイノベーションを実現するAI活用最前線

—SC42/WG4のAI活用事例収集活動から見るAIビジネスの現状と課題—



日本アイ・ビー・エム
株式会社
IBM東京基礎研究所
部長

ほそかわ のぶひろ
細川 宣啓



株式会社富士通研究所
人工知能研究所
シニアリサーチャー

てい いくしゅう
鄭 育昌



株式会社富士通研究所
人工知能研究所
特任研究員

まるやま ぶみひろ
丸山 文宏

1. はじめに

近年、産業界において人工知能を活用する動きが活発になっている。情報技術に関わる国際標準化を担うISO/IEC JTC1において、2017年10月の総会で、人工知能に対する新しい分科委員会JTC1/SC42 (Artificial Intelligence) の設置が決議された。SC42はJTC 1内外の標準化委員会に対して人工知能の利活用に関する規格開発の基盤を提供することを目指すとともに、人工知能に関する新たな標準化テーマの探索が進められる。^[1] 本稿では、SC42のWG4 (use cases and applications) におけるAI活用事例 (ユースケース) 収集の活動現状を報告するとともに、ユースケースから見える世界におけるAIのビジネス展開の現状及びその課題を示す。

2. SC42/WG4の活動現状

2.1 SC42とWG4 (use cases and applications) の活動

JTC1の目的は、情報技術、情報通信技術の国際標準を開発、維持、促進することであり、SC42の役割は、「人工知能領域の標準化」にある。具体的には、2つの活動があり、第一義がJTC1の標準化プログラムの活動の中心として人工知能に関わる標準化提案を行うこと、そしてもう1つの意義は人工知能の応用規格を開発するJTC1、IEC、ISOへ、ガイダンスを提供することとなっている。

産業界において人工知能を活用する動きが活発になっている現在、人工知能の信頼性、バイアス、ガバナンス、倫理などに関する課題が浮かび上がり、関連する国際標準化のニーズも高まっている。人工知能の活用事例を基に前記の課題を議論するため、代表的AI適用事例 (ユースケース) を収集するWG4 (Working Group) を設立し、WG4の活動で収集したユースケースを前記の課題を議論するWG・リエゾンに提供する。

2.2 ISO/IEC TR 24030の発行とユースケース収集

人工知能のユースケースでは、AIが使われるシナリオを集め、その使われ方やデータの構造によって定型化を行い、AI活用の一助となることを目指す。また、抽象的な議論を具体的な実体を伴った議論すること及び幅広い分野でAIを活用しているステークホルダーを明確にすることも、ユースケースの活用・分析を通じて行う予定である。

WG4は、その前身であるSG3 (Study Group 3) から継続的にAIの実務利用事例、すなわちユースケースを収集している。2018年6月から2019年6月現在、60件以上のユースケースがWG4参加国のエキスパートにより提供された。これらのユースケースをSC42内部及びリエゾンでの議論材料として提供することともに、世界中のAIシステムの利用状況を広く周知させるため、SC42の第2回総会 (2018年10月) でユースケース集を技術報告書 (TR) として発行することが決議された。現在、ISO/IEC TR 24030 Information technology — Artificial Intelligence (AI) — Use cases として文書の開発を進めて、2020年に発行する予定である。

3. ユースケースの収集と現状分析

3.1 ユースケース収集のアプローチ

WG4では、まず、ユースケースを記入するテンプレートを繰り返した議論を経て策定した。ユースケースの記載内容は以下の3つの部分で構成される：

1. 基本情報：必須部分、ユースケースの利用分野 (Application domain)、実装方式 (Development model)、事例現状 (Status)、記述 (Narrative)、KPI、ステークホルダー、AIシステムの属性、社会的な関心など、ユースケースに関する概観的な情報の記入を求めている。
2. AI運用に関する情報：オプション、AIシステムの構築 (学習) から実用するまでの各プロセスとそのプロセスにおける必要なデータの記入を求めている。

3. 参考文献：必須部分、ユースケースの質と信ぴょう性を向上させるため、学術論文、製品マニュアルや特許文書など信ぴょう性がある参考資料の記載を求めている。

この記事内容から、各産業分野におけるAI活用の現状と特徴の分析とともに、AIシステムの活用における必要なデータやプロセスなどの明確化も可能である。

3.2 ユースケースの分布から見た人工知能の利用現状

3.2.1 利用分野

より効率的にユースケースを参照・分析するため、WG4では、AIシステムが利用される産業分野を議論・検討し、表のように24分野をリスト化し^{[2] [3]}、ユースケースのテンプレートには利用分野を選択記載するように工夫した。表は、収集したユースケースの利用分野の分布を示す。上位の分布は、製造（25%）、ヘルスケア（11%）、運輸（10%）、セキュリティ（7%）、フィンテック（5%）などの分野がある。一方、建設、防衛、エネルギー、知識管理、法務、低資源コミュニティ、メディアとエンターテインメントの7分野は、ユースケースの収集ができなかった。また、利用分野を明確に定義が可能なユースケースのほか、前記の利用分野で定義困難なユースケースが13%を占める。

件数が多い分野は、その分野のAIシステムの利用特徴を抽出できる。例えば、製造分野のユースケースは、製造工程における不良品の検出及び利用中製品の欠陥検査など、製品品質の向上につながる適用事例が多いことが分かった。ヘルスケア分野のユースケースは、診断のための情報を正確かつ効率的に提供し、医師の判断を補助する用途になる事例が多いことも分かった。運輸分野において、自動運転を前提とした工作車両制御及び交通信号制御のユースケースが多く、安全、効率及び省エネルギーの目的の達成を目指すことが分かった。このように、AIシステムの利用方式とステークホルダーにとっての利益は産業別で特徴を持つことはユースケースの分析で明確になった。

一方、ユースケースの収集ができなかった分野に対し、WG4では引き続き可能な提供先へ協力要請を行っている。これら未収集分野におけるユースケース収集の課題が垣間見える。ユースケースは信ぴょう性がある公開情報に基づく記述が求められるため、情報が公開不可のユースケース、または学術論文や特許などの文書が作成されていないユースケースの収集が困難である。おそらく各国の防衛分野においては情報公開不可の事例がほとんどであることが推測

できる。

このほかにも、SC42 WG4参加メンバーの出身企業の産業分野が偏る、または各国におけるAIビジネスの注力分野にも偏りがあるため、ユースケースの利用分野に偏りが生じると考えられる。例えば、ヨーロッパから提出されたユースケースには、製造及び運輸分野の事例が多く、新興国からは多岐にわたる事例が提出されたことで、先進国の既存産業にAI適用・実用化が進む一方、新興国はAIの適用によって、新しい産業分野の創出ことに注力すると考えられる。

■表. AIシステムユースケースの利用分野分布

利用分野	割合
製造	25%
ヘルスケア	11%
運輸	10%
セキュリティ	7%
フィンテック	5%
農業、ICT、デジタルマーケティング、教育、小売り、自動車	(各) 3%
社会インフラ、仕事と生活、ホーム/サービス用ロボット、公共分野、ロジスティックス、メンテナンスとサポート	(各) 2%
建設、防衛、エネルギー、知識管理、法務、低資源コミュニティ、メディアとエンターテインメント	(各) 0%
その他	13%

3.2.2 ステータス

収集済みユースケースの現状（ステータス）について集計した結果、「PoC」が52%、「稼働中」が31%、「プロトタイプ」が15%を占めることが分かった。PoCが52%を占めることから、人工知能が多様なビジネスに適用し始め、各分野におけるニーズが高まるにも関わらず、AIシステムの利用が実証・実験にとどまるケースが多く、いまだに実用的なAIシステムの稼働が進んでいない様子が垣間見ることができる。

AIシステムは、出力がデータ依存、非決定的で説明できない出力などの特徴があり、既存の情報システムやサービスと同様な汎用的な導入手順の定義とテスト・レビューに代表される品質保証ができないことで、AIシステムの実用的な稼働には長時間のPoC実施で各ユースケースにおけるデータの収集や課題の抽出と解決が不可欠である。そのため、現状のAIシステムの利用はPoC段階にとどまることが多いと考えられる。

現在第一次のユースケース収集時期を経たこれらの状況



から推察した結果からは、今後AIの利用事例が増加することは容易に想像可能である一方、開発に着手したシステムの実稼働開始（いわゆるプロダクション、サービスイン）に向けた課題が山積みであることもまた明確となった。さらに、収集したユースケースの中には特定のアルゴリズムに特化した解説を行うものや、システム全体の一部として機械学習を組み込む従来のITシステムが混在していることから、AIという用語の曖昧性を浮き彫りにした結果となっている。

現時点でのユースケースの収集状況を見れば、今後もAIのユースケース事例が増え続けるであろうことは想像に難くない。既に収集された事例が完成に近づいてゆくこと、さらには適用分野が拡大していくであろうことも予想される。本WG4においては、単に事例を収集するにとどまらず、継続して重複事例を排除し、また利用例として貴重な例を収集することで量と質の両面にて充実を目指す。

4. ユースケース収集から見た今後のAIビジネス展開における課題

今後品質保証分野に代表される未着手分野・未検討分野の議論が急速に行われるであろうことも予想される。

代表的な未着手・未検討のAI分野については、先述のとおりセキュリティ関連、品質保証関連、またデータ品質関連やユーザーとの対話を伴う信頼性や各種バイアスに伴う保証等、様々な分野が検討されている。この様々な分野の検討は決してSC42のみにとどまることはなく、他のSCが既に一定の標準化を行った分野について再度検討・確認が必要であることが現在最優先の課題として掲げられており、ビジネス面を含めた検討対象領域が拡大し続けることは自明である。本稿では、3つの注目すべき検討対象領域について述べる。

第一の領域は、他SC・WG同士のリエゾン連携である。同じSC42内にあるWG2（Big Data）やWG3（Trustworthiness）との連携はもとより、セキュリティに代表される他SCとのリエゾン連携は増加の一途をたどっている。これは、AI技術は大きなパラダイムの転換を示しており、AIに対する既存技術の再検討を要することの証左であると考えられる。現在SC42には5つのWGが存在するが、WG相互のリエゾン連携のみならず、他SCとの協同作業、さらには各SC内部で各国の代表が会話を行う等、連携対象は指数関数的に増加する傾向にある。新規提案（New work item proposal）をそれぞれのWGより発信するための動向調査、

またWG4に代表される事例の確認や相互の技術紹介は複雑多岐にわたり、各国代表者及びWGメンバーの作業量及びネゴシエーションに投じる時間は甚大なものである。

第二の領域は、AIのライフサイクルと開発プロセスに関する議論である。

- ①従来の汎用システム開発プロセスとAI開発プロセスに差分はあるか？機械学習システムに関する「従来にない」開発プロセスが存在するのか？
- ②そもそも開発プロセス及びシステムの稼働開始から引退までのライフサイクルの話か？
- ③現在存在するDevOpsと呼ばれる領域のようなAIOps概念が存在するのか

など、様々な議題に関して検討が行われており、今後諸外国もどのような動きを行うか注視すべき分野である。特にAI開発プロセスは、既存のソフトウェア開発・システム開発プロセスに関する標準とどのように連携を行うか、あるいはプロセスモデルとしてどのような「差分」が存在するかについて等、検討範囲は広範囲にわたると予想されるが、WG4の収集したユースケース事例からは、現時点で汎用かつ共通なAIプロセスのライフサイクルはいまだ確立していないと推察される。WG4としては各種ユースケースの収集時に当該開発経緯・プロセス・稼働後のライフサイクル全般に関する情報も追加で収集する予定である。これら収集した事例は今後のプロセスとライフサイクルに関する議論をより深く「事実に基づいて」進めるための貴重な情報であると確信している。

最後の領域としては、AI品質（AI Quality）の領域である。

現在、WG3のTrustworthinessにおいては、従来のBIAS、予測不能性（Unpredictability）、さらには倫理的課題（Ethical Matter）やテストと評価（Test and Evaluation）など、極めて広範囲の議論がなされており、AIシステムにおける堅牢性（Robustness）や制御可能性（Controllability）に関しての一定の成果が得られている。一方で、今後の検討領域として「Challenges related to the use of AI System」と題するHCI（Human-Computer Interaction）課題、すなわちAIシステム利用時のユーザー側の心理的要素や、AIシステムに対する詐欺事例（Fraudulent Factor）など、機械学習アルゴリズム、データ品質に次ぐ第3の「AI品質」に関する議論が盛んに行われており、今後は、現在までに散在する様々なAI品質要素の分類と統合が進むと予想される。

ところで、WG4のユースケース上に現れる特徴としての「PoCステータスのまま完了しない」現象、いわゆる「PoC止まり」「PoC貧乏」プロジェクトの根元は、全体の分類や統合も、個別の決定的な解もいまだに得られていないAI品質の各構成要素にあるのではないかと筆者らは考える。また、現時点ではAI品質の議論はいくつかの事例が集まりつつあるものの、具体的事例を用いて汎化が行われているわけではない。この点も、AI品質の議論が遅々として進まない理由ではないかと考える。

より巨視的視点に立脚するならば、当該AI品質に関する議論は今後、単純な国同士の「稚拙な張り合い・競争」では実現し得ない、国際協力をより一層求められる領域であると予想できる。その理由は、様々な国の倫理・宗教・人種・商習慣の実例に基づく事実に基づいた広範囲の配慮・考慮を要するためである。AI品質に関する事例収集、すなわちボトムアップ的なアプローチを通じて、現在よりも協働を推し進めなくてはAI産業の未来はないであろう。WG4のユースケース収集は、その一翼を担うものとして、今後益々重視されるものと考えている。

5. おわりに

本稿では、SC42のWG4におけるAI活用事例収集の活動現状を報告するとともに、ユースケースから見える世界におけるAIのビジネス展開の現状及びその課題を示す。オリンピック開催の前年に当たる今年2019年10月には、SC42の年次総会が東京で開催され、30か国前後延べ150人前後が来訪し、AIの未来に向けた標準化活動の議論が行わ

れる。当該総会においては、各WG単位での議論のほか、複数のWGが共同開催するJoining Working Groupの実施、さらには前々回（US Sunnyvale）、前回（Ireland Dublin）総会から継続的に提案される新提案議題（NWIP：New Work Item Proposal）等、今後のAI動向を左右する重要な分岐点となる様々な「駆け引き」が繰り広げられると予想される。従来の標準化活動で見られた覇権争いあるいはイニシアチブの奪取といった路線から早期に脱却できる国が、より大きくAI標準化に貢献できるであろうことは容易に予想できる。しかし、どの国同士が連携し、どのような分野を協調して標準化を行うかは、全く予測不可能な、いわば「AI戦乱の世」に突入する。特に先述したAIライフサイクルに関する議論、AI品質に関する議論等は、その議論のピークを迎えるため、今後の標準化動向に大いなる影響を及ぼすに違いない。その重要な分岐点を東京で迎える点は目が離せない。

AIの未来は、時々刻々と、また我々の眼前で急激に動いているのである。

参考資料

- [1] 情報処理学会、プレスリリース：人工知能に関わる国際標準化がスタート、https://www.ipsj.or.jp/release/20180110_itscjnews.html
- [2] 情報処理推進機構、AI白書2019 ～企業を変えるAI世界と日本の選択～
- [3] Stanford University, ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LIFE IN 2030, <https://ai100.stanford.edu/2016-report>



5G時代のモバイルネットワークにおける機械学習活用の可能性



ノキアソリューションズアンドネットワークス合同会社
ソフトウェア営業本部プリセールス部 シニアソリューションコンサルタント

やなぎばし たつや
柳橋 達也

1. はじめに

2019年は次世代の携帯通信システムである5Gの元年となった。4月に韓国や米国で相次いで商用の5Gサービスが開始されており、国内においても4月に総務省による携帯事業者に対する周波数の割当てが発表され、商用サービスに向けた本格的な準備段階に入っている。

5Gでは、4Gまでの携帯通信システムで主体的であったコンシューマ向けサービスに加え、自動車や輸送、製造業の工場など、企業向けサービスへの本格的導入が期待されている。ノキアとしては、このような用途の広がりには5Gを実現する通信システムアーキテクチャに以下のような変革が必要となると考えている。

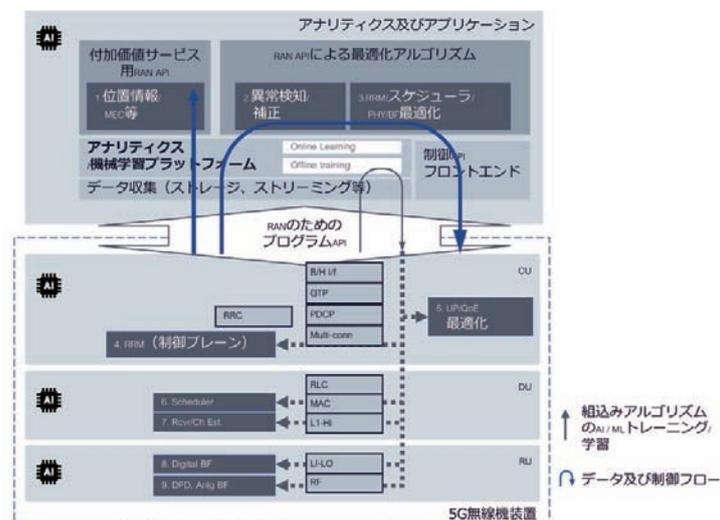
- エンドツーエンドクラウドネイティブアーキテクチャの採用
 - アナリティクス/機械学習技術の活用と自動化への応用
- ノキアでは、このアーキテクチャ変革においてアナリティクス/機械学習技術の活用シナリオを検討し、以下のようなメリットと、200以上のユースケースを認識している。
1. 付加価値サービスによる新たな収益源の創造
 2. ネットワーク及び加入者のパフォーマンス改善
 3. 複雑性の回避
 4. 自動化によるR&Dコストの削減

本稿では、ノキアが考える5Gアーキテクチャのうち、無線アクセスの領域におけるアナリティクス/機械学習の活用の可能性と、海外での実証実験結果を紹介する。

2. 無線アクセスにおけるアナリティクス/機械学習技術の活用

複雑化する5G時代の無線アクセスには、多くの技術課題が存在する。従来の携帯システムとの比較において、5Gの大きな特徴の1つにMassive MIMO技術の採用がある。Massive MIMOは、導入初期の5Gサービスが利用可能な比較的高周波な帯域を使って経済的かつ堅牢な電波制御を実現する上で、極めて重要な要素である。またMU MIMO (Multi User MIMO) 技術を組み合わせることで、時間・周波数空間における多重効果に加え、空間多重効果も利用可能となるが、より高度なBeamforming制御が求められる。

一方で無線アクセスの領域においても、インタフェースのオープン化や外部アプリケーションからのAPI制御といった要望が高まり、複雑化する無線アクセスの課題解決を目的としてこのプログラミングインタフェースを活用し、上位のアナリティクスアプリケーション層と連動するといったシナリオが望まれる可能性がある。以下に実現するアーキテクチャモデルを示す(図1参照)。



■ 図1. RANプログラミングインタフェースアーキテクチャ

3. RAN API

RAN APIは、5G無線機装置とアナリティクスアプリケーションを結合するプログラミングインタフェースであり、データや制御信号の送受信に用いられる。アナリティクス/機械学習プラットフォームは、クラウドRAN (CU-CP/CU-UP)と共にエッジクラウドに配置され、必要に応じて中央クラウド上のアナリティクス機能によって補完される。アナリティクスアプリケーションは大きく付加価値サービス、クローズドループRAN最適化アルゴリズムに大別される。

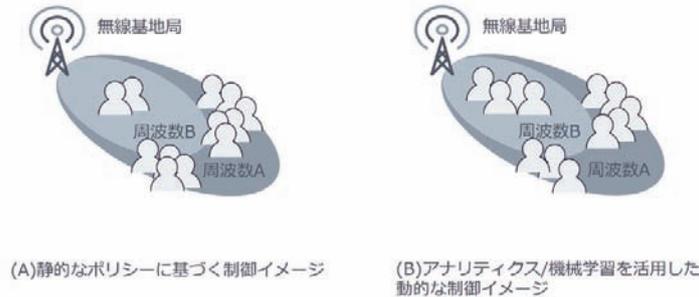
このうちRAN最適化アルゴリズムは、端末やベアラ、基地局セルなど非常に高速な判断が用いられる無線制御アルゴリズムの最適化を補うものとして期待されている。代表的な適用例は以下のとおりである。

1. 制御プレーン無線リソース管理 (CP-RRM) 最適化
 - ・ アドミッションコントロール
 - ・ 物理チャネルリソースのサイジング/割当て (PUCCH, SRS)
 - ・ 周波数間負荷分散

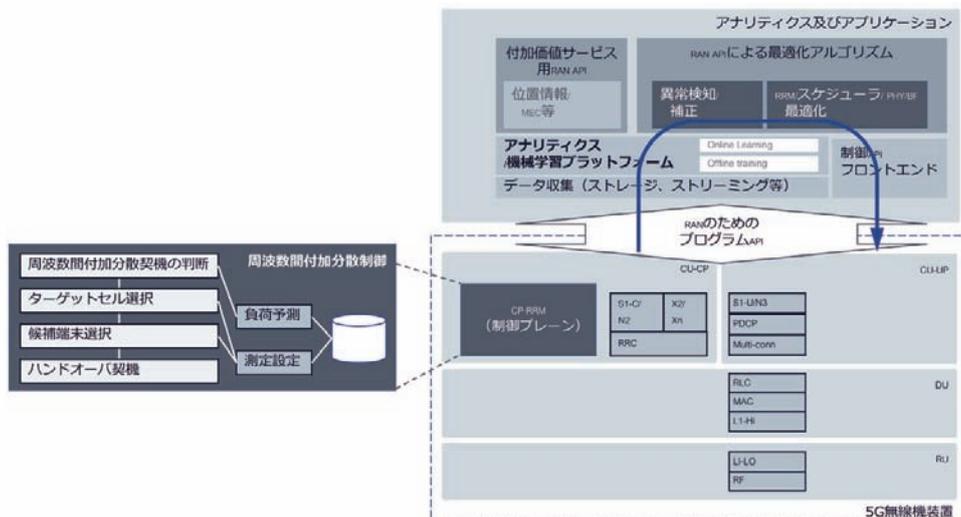
- ・ キャリアアグリゲーション時のアド/ドロップ
2. ユーザプレーンQoE最適化
 - ・ トラフィック管理、マルチコネクティビティ、ビデオ検出/最適化
 3. スケジューラ最適化
 - ・ ビームセレクション
 - ・ アップリンクパワー制御

ここでは周波数間負荷分散を例に解説をしていく。周波数間負荷分散とは、複数の周波数を利用して無線アクセスを運用している環境下において、ユーザを適切な周波数の無線アクセスにオフロードすることで実現される。通常このオフロードは、静的な設定ポリシーに基づいて実現されているが (図2 (A))、イベント会場における利用など、トラフィック需要の予測が難しくかつ動的に変動する環境において、アナリティクス/機械学習によるアダプティブな最適化 (図2 (B)) が望まれる。

実現するアーキテクチャモデルを図3に示す。アナリティクス/機械学習による最適化の可能性は、無線基地局装置



■図2. 周波数間負荷分散制御の例



■図3. RANプログラミングインタフェースを用いた周波数間負荷分散制御アーキテクチャ



が行う周波数間負荷分散のトリガーやターゲットセルの選択、制御対象端末の選択など、制御判断に用いる基準やメトリックを動的に変更することである。

4. アナリティクス/機械学習プラットフォーム

無線基地局からアナリティクス/機械学習プラットフォームに送られるデータにはリアルタイム系と非リアルタイム系があり、また、多様なデータ形式に対応するためのデータ収集領域としてデータレイクを用いたバッチ処理に対応する。

アナリティクス/機械学習プラットフォームはリアルタイム・非リアルタイムデータの処理に対応し、ニューラルネットワークと統計的処理のためのアナリティクス/機械学習ツールキットを具備することで、オフライン・オンライン学習によるモデル生成やそのアプリケーション、推定、予測などに対応する。

5. 海外における活用事例

多くの携帯事業者においては、アナリティクス/機械学習技術の実装はまだ検証レベルであり、これらの検証を通じてアナリティクス/機械学習に対する知見を深め、技術者を育成している段階である。ここでは、ノキアが海外の携帯事業者におけるこのような取組みの一環として実施した、無線基地局におけるバッテリー残量予測の事例を取り上げる。

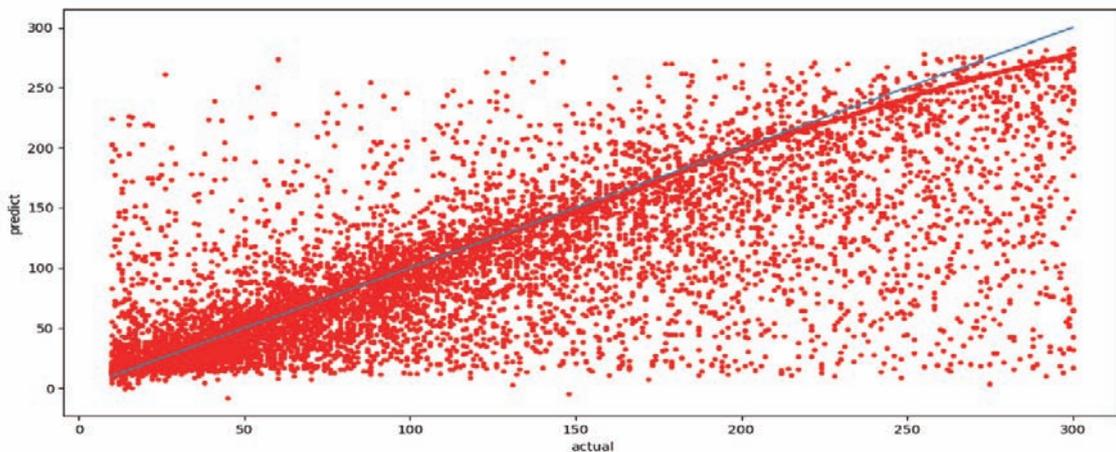
この携帯事業者の無線基地局サイトでは、高頻度で電源消失が発生し、予備電源としてバッテリーが利用されているが、電源消失の頻度が高いためにバッテリーへの充電

が十分でない場合が多く、予備電源としてのバッテリーの持続稼働時間を把握することが極めて難しかった。このケースにおいて、過去の電源消失や無線基地局サイトダウンのイベントに関するデータをアナリティクス/機械学習で解析することで、電源消失が発生し、その状態が継続するような状況においてバッテリーで稼働可能な時間を予測することが可能となった。これにより、複数の基地局サイトで同時に電源消失が発生した場合でも、ポータブル発電機をどの基地局サイトに対して優先的に使うのかという判断が下せるようになった。アナリティクス/機械学習による予測値と実測値の比較を図4に示す。

横軸は実測値に基づく次の基地局サイトダウンが発生するまでの時間（単位は分）、縦軸はバッテリー持続可能時間の予測値を表している。実測値と予測値が近いほどデータプロットは斜めの青い線に寄っていくことになるが、この実証実験からは実測値と予測値の差分の平均偏差が36.3分、標準偏差が39分程度という結果を得ることができた。

6. 将来的な展望

本稿では、無線アクセスネットワークを中心にアナリティクス/機械学習の活用の可能性や具体的な事例を取り上げたが、携帯システムにおける活用の領域は必ずしも無線アクセスにとどまるものではない。より複雑化する5Gシステム全体で、新たな付加価値の創造による収益源の模索や各種設定パラメータの最適化、自動化されるサービスのライフサイクルにおける品質の保証など、あらゆる運用の局面でアナリティクス/機械学習の適用が見込まれている。



■ 図4. アナリティクス/機械学習によるバッテリー稼働時間予測と実測値の比較

ドコモにおけるビッグデータを活用したパートナー企業との新たな価値の協創 株式会社サイゼリヤ及び株式会社ドコモ・バイクシェアとの協創事例について

株式会社NTTドコモ サービスイノベーション部

ふかざわ 深澤	ゆうすけ 佑介	やまだ まさと 山田 将人	しのだ けんじ 篠田 謙司
かわさき 川崎	さとし 仁嗣	いしくる しん 石黒 慎	みむら ともひろ 三村 知洋

1. 背景

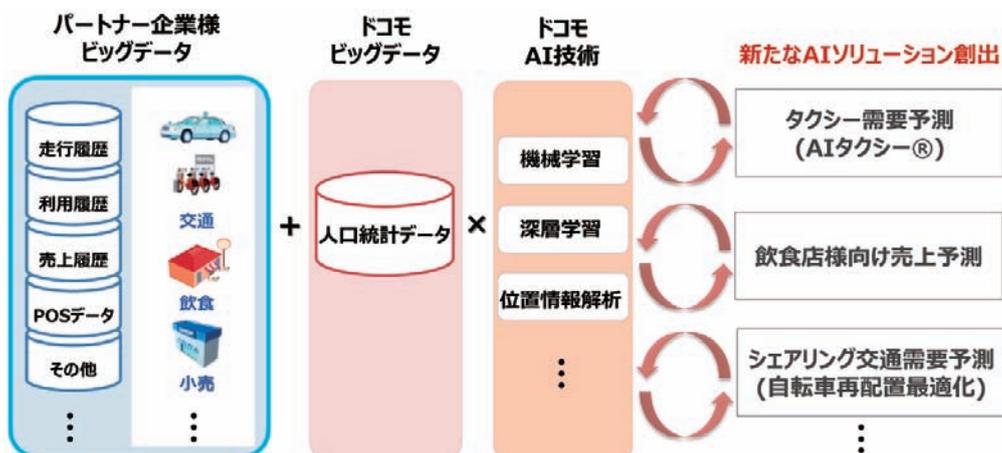
近年、少子高齢化への対策また働き方改革の一環として、様々な業界において現場オペレーションの業務効率化が進んでいる。現場オペレーションの中には、過去に蓄積されたビッグデータに基づいて意思決定を行う場合があり、デジタル化による業務効率化が期待できる。さらに、デジタル化を進めることで、初心者や外国人労働者でも一定の習熟レベルに達するまでの期間の短縮や離職率の低下につながると思われる。

株式会社NTTドコモ（以下、ドコモ）では、図1に示すように、パートナー企業のビッグデータとドコモのビッグデータ（モバイル空間統計[®]のリアルタイム版である「近未来人数予測[®]」のデータ。以下、人口統計データ）及び最先端のAI技術を掛け合わせることで、様々な業界で新たなAIソリューションを生み出す取組みを推進している^[1]。例えば、未来のタクシー乗車需要を予測するサービス「AIタクシー[®]」では、東京無線協同組合の持つ乗車実績データとリアルタイムの情報である人口統計データを掛け合わせることで未来の需要予測を行い、熟練ドライバーの持つ乗車需要に関するノウハウの一部についてデジタル化を行った^[2]。これにより、初心者のドライバーでも乗車需要の高い場所を知る

ことができ、一定のレベルで乗車実績を獲得することが可能になった。ドコモではAIタクシーの事例を筆頭として、飲食店業界及び交通業界において、パートナーとの協創による社会問題解決を推進している。本稿では飲食店業界における取組みとして株式会社サイゼリヤ（以下、サイゼリヤ）との協創事例^[3]について述べる。また、交通業界における取組みとして株式会社ドコモ・バイクシェア（以下、ドコモ・バイクシェア）との協創事例^[4]について述べる。

2. サイゼリヤとの協創事例

飲食店の店舗運営における重要なオペレーションの一つとして、いつ顧客がどれぐらい来店するかという来店需要の予測がある。例えば、来店需要の高低によって、店舗従業員のシフトスケジュール、食材の調達量や調理を開始する時間等は大きく変動する。実際よりも大きく需要があると予測してしまうと、人的コストの増加や食品の廃棄量の増加を招く恐れがある。また、実際よりも過小に需要を予測してしまうと、お客様を長時間待たせる、食材が足りなくなるなどにより、来店及び注文の機会損失につながる恐れがある。このように店舗運営上、お客様の来店需要の予測は非常に重要であるが、来店需要は、天候、場所の特性、周辺のイ



■ 図1. ビッグデータを活用したパートナー企業との新たな価値の協創



メントなど様々な要因の組合せで変動するため、熟練者でも事前に需要予測を的確に行うことは非常に難しい。

ドコモでは、サイゼリヤとの協創において、サイゼリヤが保持する各店舗の過去の売上実績に加え、リアルタイムで変動する情報として各店舗周辺の人口統計データや気象データの特徴量とし、当日の売上実績データを正解データとして、教師あり機械学習により1時間ごとの店舗別売上の予測モデルを構築した。さらに、高需要の時間帯における需要予測の精度を上げるため、リアルタイムの特徴を重視するモデルを開発した^[5]。これによりサイゼリヤの従来モデルに比べ、高需要帯における需要を高精度に予測できるようになった。実店舗でのトライアルに向けて、サイゼリヤの実店舗で利用可能な需要予測の可視化ツールを構築した。可視化ツールでは、2週間前／前日時点／1時間前の3種類の予測結果を可視化している。2週間前／前日時点での予測値は、店舗従業員のシフト管理に活用いただくことを想定している。一方、1時間前時点での予測値は、直前の店舗周辺の人口統計データや天候データを活用するため、突発的な需要変動についての高精度な予測を期待でき、想定外の来店客数の急増を把握し食材の事前準備等に活用いただくことを想定している。本可視化ツールを用い、2018年11月～2019年3月の間でサイゼリヤの実店舗でのトライアルを実施した。

3. ドコモ・バイクシェアとの協創事例

近年、過密する交通渋滞の緩和や環境負荷低減等のため、世界的にシェアサイクルが拡大している。日本においても、ドコモ・バイクシェアを筆頭に各地でシェアサイクルが拡大しており、当該サービスの利用回数は、2011年度から2018年度にかけて約4万回から約810万回に急増している。シェアサイクルでは、ユーザは主要な場所に設置されたサイクルポートで自転車を借り、利用後は別のサイクルポートに返却する。そのため、ユーザが利用・返却したいときに自転車を借りることができ、返却できるよう、どこでどれぐらい貸出・返却需要があるか事前に把握し、自転車を返却需要の高いサイクルポートから貸出需要の高いサイクルポートに再配置することが必要である。誤った貸出需要の予測に基づき再配置業務を行ってしまうと、貸出需要の高いサイクルポートでは貸出可能な自転車がなくなってしまう、ユーザの利用機会の損失につながる。また、返却需要の高いサイクルポートでは返却された自転車であふれてしまい、景観悪化や交通の妨げにつながる。2019年3月

末時点でドコモ・バイクシェアの都内のサイクルポート数は約690か所、自転車台数は約7,600台存在し、再配置業務の効率化が急務となっている。そこで、ドコモでは、ドコモ・バイクシェアとの協創において、ドコモ・バイクシェアが持つ過去のサイクルポートの貸出・返却実績と、リアルタイムの情報であるサイクルポート周辺の人口統計データや気象データの特徴量とし、当日の1時間ごとのサイクルポートの貸出・返却データを正解データとして、教師あり機械学習により貸出・返却の需要予測モデルを構築した。需要予測モデルに基づき、再配置計画を生成し、タブレット端末で再配置計画を提示する可視化ツールを構築した。2018年11月26日から千代田区、港区、新宿区において、実際に本ツールを利用した再配置作業のトライアルを開始した。その後順次、文京区、練馬区、江東区、中央区においても、本ツールを利用した再配置を実施している。

4. おわりに

本稿では、ドコモの人口統計データ及び最先端のAI技術を活用したパートナー企業との新たな価値の協創事例について紹介した。人口統計データを活用することで、人々の動きをリアルタイムに把握することができ、実店舗を持つ飲食業界や、交通業界での現場オペレーションを効率化できる可能性を示した。今後は、トライアルの効果検証とともに、さらに小売業界や運輸業界等、別の業界のパートナーとの連携も加速していきたい。

参考文献

- [1] 津田 雅之、滝田 亘、大野 友義：AI・ビッグデータ分析のトレンド、NTT DOCOMOテクニカル・ジャーナル25周年記念号、2018。
- [2] 川崎 仁嗣、石黒 慎、深澤 佑介、藤田 将成、鈴木 亮平、横島 章人：AIタクシー — 交通運行の最適化をめざしたタクシーの乗車需要予測技術 —、NTT DOCOMOテクニカル・ジャーナル、Vol.26, No.3, pp.15-21, 2018。
- [3] 株式会社NTTドコモ報道発表：AIによる飲食店向けリアルタイム売上予測の実証実験を開始、2018。
- [4] 株式会社NTTドコモ報道発表：自転車シェアリングサービスにおける深層学習技術によるAIを用いた自転車再配置最適化の実証実験を開始、2018。
- [5] 篠田 謙司、山田 将人、高梨 元樹、長谷川 大輔、坪井 哲也、深澤 佑介、木本 勝敏：リアルタイム人口統計情報を用いた店舗需要予測における高需要帯の精度改善、情報処理学会MBL研究会研究報告、2019。

スマート農業の現状と今後の展開

株式会社クボタ 特別技術顧問 工学博士 **飯田 聡**



1. はじめに

世界農業は、気象変動や土壌劣化による耕作地の減少、更に農業従事者の減少、特に熟練者の人材不足など多くの共通課題に直面している。その中で生産性の向上のみならず、安全、安心で環境負荷が少なく、持続的な食料生産が求められている。そのため、欧米では1990年代より精密農業が盛んに研究されている。例えば、衛星測位技術（GNSS）を用いたオートステア装置や収量コンバインによる収量マップの活用、更に衛星画像による土壌や生育の分析・予測などが行われており、生産者が利益を上げるための必須技術になりつつある。

日本農業においても同様の課題に直面しており、クボタでは、その解決のために次世代農業技術としてICTやIoTを活用したスマート農業技術（データ駆動の日本型精密農業と超省力化のための農業機械の自動化・無人化）の開発を進めている。これにより単に農業機械を販売しサービスするだけでなく、バリューチェーンまで含めたトータルソリューションの提供を目指している。

本稿では、クボタでのスマート農業への取組状況やビジョンについて述べるとともに、更なる高度化を目指し、ビッグデータ解析とAIの活用の可能性について述べる。

2. クボタがスマート農業に取り組む意義

(1) 日本農業の現状と課題

今、日本農業は多くの課題を抱えており、大きな転換期を迎えている。例えば、2000年に230万戸あった販売農家が2015年には130万戸とほぼ半減している。日本農家の平均年齢は67歳以上と超高齢化しており、今後10年で更に半減するとの予測もある。

一方で、農業を主業とする担い手農家（プロ農家）や営農集団が増えており、離農農家の農地委託等によりその規模を拡大している。政府は、2023年に担い手が占める農地の割合を現状の56%から80%にすべく様々な施策を打っている。また、2018年からはこれまで長年続いてきた減反政策も廃止され、日本の農家はいよいよ自立を迫られている。

この状況において、クボタとしては、下記のための支援が重要な課題であると考えている。

- ①日本農業が儲かる魅力的なビジネスとして独り立ちすること。
- ②中山間地を含む農村の活性化及び農業の多面的な機能の発現・維持。

(2) 担い手農家の課題とクボタの取組み

日本農業を支える土地利用型の担い手農家や営農法人は、その規模拡大とともに次のような多くの課題に直面している。

【担い手の課題】

- ①多数圃場管理の問題
 - イ) 増加する作業管理の問題
 - ロ) 収量、品質低下の問題
- ②省力化・軽労化、生産コストの削減
- ③生産品の高付加価値化（ブランド化）
- ④人材育成（ノウハウの伝授）
- ⑤販路開拓・拡大

日本農業を魅力ある儲かるビジネスに変えていくためには、これらに加えて農業システム全体を見る化し、フードバリューチェーンの中で『市場に求められる作物を、求められる時期に、求められる量だけ（廃棄の極小化）』作る仕組みを構築すること、すなわちICT・IoT技術を活用したスマート農業システムの開発と普及が不可欠である。

3. データ活用による精密化

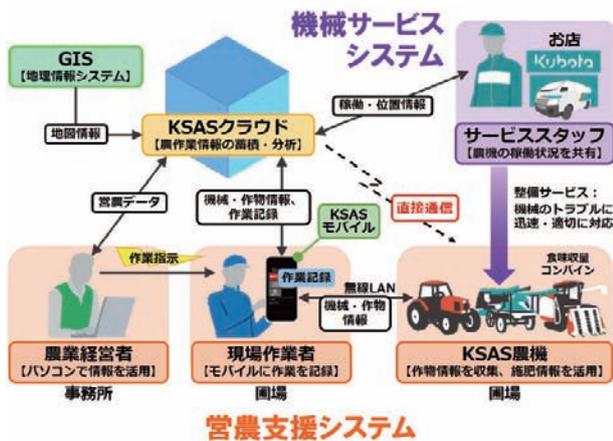
(1) 営農支援システム KSAS (Kubota Smart Agri System)

クボタが独自に開発した営農・サービス支援システムKSASは、農業機械とICTを利用して作業・作物情報（収量、食味）を収集し活用することで、「儲かるPDCA型農業」を実現する新しいソリューションである。全体構成は、図1に示すとおり無線LANや直接通信ユニットを搭載した『KSAS農機』、作業者が作業記録と情報の中継を行う『KSASモバイル』、情報の蓄積と分析を行う『KSASクラウドサーバシステム』で構成されている。

この上で営農支援システムと機械サービスシステムが稼働しており、それぞれ次のような価値の提供を狙いとしている。

【営農支援システム】

- ①高収量・良食味米（作物）づくり
- ②安心安全な農作物づくり（トレーサビリティ確保）



■図1. 現行KSASの全体像

③農業経営基盤の強化（コスト分析と低減）

【機械サービスシステム】

・迅速で適切なサービスの提供によるダウンタイムの低減

【データに基づくPDCA型農業】

現行KSASの核となる食味収量コンバインは、グレンタンク内のみ重量と食味の主要な代用特性であるタンパク含有率及び水分をリアルタイムに計測するセンサ（ロードセル及び近赤外分光分析センサ）を搭載しており、計測データは、田んぼ1枚を刈り取るごとに、コンバインの稼働データとともにKSASモバイルを通じて（2019年から直接通信により）クラウドサーバに送られる。

担い手は、事務所のパソコンからクラウドサーバに蓄積された作業日誌や圃場1枚ごとの収量・食味のばらつき（図2左側参照）を一目で把握することができる。そのため、土壌分析と合わせることで圃場1枚ごとの特性に合わせた土壌改善や翌年の施肥設計が可能となる。また、その設計した肥料の散布量データを、作業員のモバイルを介しKSAS対応の施肥田植機やトラクタに送信できる。受信したKSAS農機は散布量を自動で調量する機能を持っているため、農業初心者でも簡単に、100枚以上の田んぼでも間違いなく施肥を行うことができる。



■図2. KSASのPDCAサイクル

このように、データ収集とそれを基に作業計画→栽培・収穫→データ収集…というサイクルを回すことで収量や食味を上げるとともに、施肥量や作業人数・時間を適正化し農業経営を改善し続ける。これが、これまでの日本農業にはなかった『データに基づくPDCA型農業』である（図2）。

新潟県などでの3年間の実証テストでは、食味の改善・安定化とともに15%の収量増加を確認している。また、食味値による米の仕分で美味しい米を高い価格で販売することや、水分による乾燥機の仕分での品質の安定化と乾燥コストの低減が可能である。

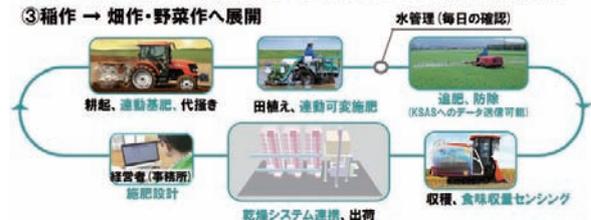
現在、このKSASの使用者から「圃場管理の効率が上がった」「米の収量・品質が上がった」と高評価を得ている。2014年6月のサービス開始から約5年間で営農システムでは約1,820軒、サービスシステムを含む全軒数では7,250軒以上の契約を結んでおり、登録圃場面積は7.4万ha（平均40ha）、枚数では34万枚（平均180枚）となった。

(2) KSASの進化の方向性（AIの可能性）

Step.1（図3）は、稲作機械化一貫体系の中で各農機とのデータ連携によるPDCA型農業を実現することであり、更にStep.2、3と進化させるべく研究開発を進めている。

稲作機械化一貫体系とのデータ連携による日本型精密農業の実現

- ①圃場地図と連携した栽培支援システムの構築（基本コース）
- ②コンバイン、田植機、乾燥機等との連携によるPDCA農業実現（本格コース）
- ③稲作 → 畑作・野菜作へ展開



■図3. KSAS現在サービスを開始しているStep.1の取組み

今後も圃場の基盤整備（合筆など）が進み圃場1枚の面積が拡大すると、圃場1枚の中でのバラツキの管理がますます重要になる。そこでStep.2では、圃場内での土壌や生育環境、生育情報、収量のバラツキをセンシングし、更に精緻な栽培が可能となる以下のような農業機械システムの開発に取り組んでいる。（図4参照）

①の精密食味・収量コンバインは2018年4月より普通型コンバインWRH1200を発売、2019年1月から自脱型コンバインDRシリーズを発売。

②のリモートセンシングは、2019年全国各地でモニター試験を実施中。

③の圃場水管理システムWATARASは、2018年に発売。



■図4. KSAS Step.2の主要取組み

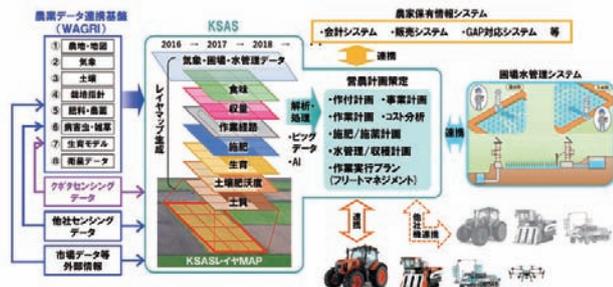
今後、KSASと連携予定。

④については、農業データ連携基盤（WAGRI）との連携予定。

上記の取組みの中で、現状、各センシングデータとお客様の経験に基づいて行われる施肥設計にAI活用の可能性がある。例えば、食味・収量コンバインで得られた食味・収量データから施肥の量をAIにより提案することや、リモートセンシング等の画像から生育ステージの判断や追肥の量やタイミングをAIが提示することも可能となる。さらに、気象予測を加えることで、AIによる水管理の自動化や最適な収穫時期の予測にも適用できる。

Step.3では、高度営農支援システムの構築を目指して、Step.2の機能に加えて、会計システムや販売システムなど農家が用いる情報システム、流通網や市況情報等外部データと連携し、これらのビッグデータをAIで分析・処理することで、土地利用型農家の利益が最大となる事業計画や適地適作の作付計画作成を支援できる高度営農シミュレータに進化させていく予定である。また、何時、どこで、誰が、どの機械で作業すると効率的か、最適な作業実行プランの作成を支援できるようにしたい。（図5）

クボタはKSASを農家にとって真に有益なシステムにすることで、より多くの農業関係者に使用してもらおうことを目指している。そのためには、農地・地図、気象、土壌、生育



■図5. クボタのスマート農業トータルソリューションの将来構想とレイヤマップ

モデルなど蓄積された官民データの活用・連携が必須であり、他社農機や情報システムとの連携も重要である。そのため、農業データ連携基盤協議会（WAGRI）に参画し、農業データ共通基盤の整備にも取り組んでおり、WAGRIを通して農研機構などの研究機関の知見（AI技術による病害虫予測等）を活用できることを期待している。

4. 自動化による超省力化

(1) 自動・無人化農機

データ活用により栽培プロセス管理や農業経営を効率化するKSASに加えて、耕うんや刈取りなど、既に機械化された作業の効率を更に引き上げ、超省力で精密な作業の実現を目指して、ロボット技術による農機の自動化・無人化の研究開発も進めている。この自動・無人化のレベルは、農水省の定義としては3段階あり（図6）、クボタとしても次のようなテーマに取り組んでいる。



■図6. 農機の自動・無人化のステップ

レベルIのオートステアは、GNSSを利用した自動操舵の技術である。クボタでは2015年春にリリースした日本メーカーの本格畑作市場向け大型（130-170馬力）トラクタM7シリーズからオートステア機能（RTK-GNSS）を採用している。

また、2016年秋からは直線キープ機能付き田植機を販売している。既存のオートステアリング装置は大型で高額であったが、安価なサブm級GPS（D-GPS）とIMU（慣性計測装置）を組み合わせた独自の制御方式を開発することで、小型で安価なオートステアシステムを実現した。結果、初心者でもベテランのような高精度の田植えができ、ストレスが大幅に軽減されるということで、購入者のみならず「日経優秀製品・サービス賞 最優秀賞」や「十大新製品賞」を受賞するなど、各方面から高い評価を得ている。この機能は、小型・中型トラクタへも展開中である。さらに、2018年12月から自動運転アシスト機能付きコンバイン（WRH1200A）の販売も開始した。



レベルⅡは、有人監視下での自動化・無人化であり、無人走行機と有人監視機の複数機による協調作業も含まれる。このレベルの自動化・無人化により作業効率が従来比で1.3~1.5倍に向上することが実証試験で示されている。クボタでは、業界に先駆けて、2017年秋にレベルⅡ自動運転トラクタ（アグリロボトラクタSL60A）のモニター販売を開始した（図7中央）。高精度GNSSであるRTK-GNSSを内蔵し、無人機1台での自動運転作業、無人機と有人機による2台協調運転作業、有人でのオートステアを可能とした。安全機能として、レーザスキャナや超音波ソナーを活用して人や障害物を高精度に検知し確実に自動停止する機構、4台のカメラで周囲を常時監視できるシステムを搭載し、農水省で新たに策定された自動運転トラクタの安全ガイドラインに適合させている。今後は上位馬力のトラクタや田植機も市場に投入していく予定である。



■ 図7. 自動トラクタ・田植機・コンバイン

(2) 自動・無人化農機の進化の方向性

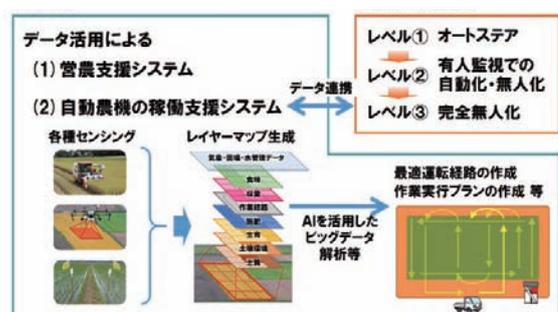
自動・無人化農機の進化については、先ずレベルⅡの完成を目指している。先行するトラクタだけでなく、コンバイン・田植機等の自動化を進めるとともに、制御システムを高度化し、外周作業の無人化や適用インプラメント（トラクタ用作業機）の拡大など圃場内作業の更なる自動化を進めている。その際、安全認識が重要で、作物中の人や動物の識別や暗闇の中での障害物検出、境界の認識などにAIの活用がポイントとなると考えている。

併せて、政府が進める準天頂衛星システムへの対応も推進中である。準天頂衛星システムは、基地局なしで誤差5~6cmの実質精度の確保と受信機の低価格化が進めば活用が広がると考えている。

次に、レベルⅢ遠隔監視による完全無人化では、農道走行を含む、複数の圃場での無人作業が望まれている。これには、農道を含む圃場の基盤整備や安全システムの更なる高度化、監視・制御の高速化のための高速通信インフラ（5Gなど）の整備が必要となる。また、トラクタの完全無

人化には、インプラメント装着状態での道路走行が必須で、それには道路交通法の緩和等、技術開発以外の課題もある。このように、レベルⅢの実現には、研究開発のみならず政府や業界団体と協力して規格やインフラを整備する必要がある。

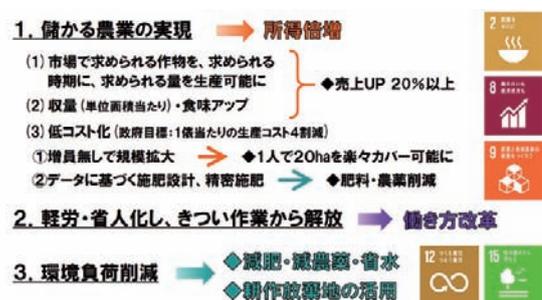
なお、自動・無人化農機は、単体運用ではその効果は限定的である。このため、クボタでは、完全自動ではない農機も含む複数農機の最適運用・管理ができるよう、図8に示すとおりKSASに連携する自動農機の稼働支援システムを構築し、複数農機における最適走行ルートの作成を支援するとともに、自動農機の情報収集・モニタリング・活用できる仕組みの構築を進めている。



■ 図8. KSASと自動・無人化農機の連携

5. おわりに

今回報告したスマート農業の狙いは、図9に示すとおりであり、今後も国内農業の課題解決に取り組んでいきたい。またアジアでの稲作地域や大規模畑作地帯を中心にKSASを展開していくことで、世界農業の課題解決にも貢献していきたい。



■ 図9. スマート農業におけるクボタの狙い

参考文献

- ・2015年農林業センサス（農林水産省）、2016年・2017年
- ・スマート農業の実現に向けた研究会ウェブページ (http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nougyo/)
- ・農業データ連携基盤協議会（WAGRI）ウェブページ (<https://wagri.net/>)

TMForumにおけるネットワーク運用管理へのAI活用に関する最新動向



株式会社 KDDI 総合研究所 コネクティッドネットワーク部門 ネットワーク運用自動化グループ 研究員 **みやもと たつじ 宮本 達史**

1. はじめに

現在のテレコム事業者が置かれる状況について、特に通信接続性の面でのコモディティ化が課題視される一方で、事業環境は単純にテレコム事業者間の競合にとどまらず、IT企業のオープンソースコミュニティ参画、更には農業機械製造企業もテレコム通信技術の標準化団体3GPPへ参画するなど、他業界の企業の参入がここ2、3年で急増しており、今後5G/IoT技術の普及に伴う多種多様なサービスの実現が期待されている。一方で、各サービス要件に適応し得る柔軟なネットワーク運用管理基盤の運用は複雑化することが予想され、今後テレコム事業者は、これらサービスの運用・設備コストを削減するために「維持管理可能な運用業務の自動化」の実現が喫緊の課題である。これに対し、テレコム事業者のネットワーク運用管理フレームワークの標準化を推進するTMForumでは、次世代の運用支援システム(OSS)及び業務支援システム(BSS)のアーキテクチャのリファレンスモデルを作成するために、2017年9月よりODA (Open Digital Architecture) プロジェクトを発足した。一方で、TMForumではネットワーク運用管理へのAI活用の議論も同時期より活発になり、ODAのアーキテクチャの各々のファンクションブロックごとにAI訓練用データセットを管理する方法に加え、データを蓄積するためのリポジトリに関連する運用知見をまとめる必要性について議論が行われてきた。

上述の過程を経て、2018年2月より「AI & Data Analytics」プロジェクトが新設され、現在「AIサービス管理標準 (Service Management Standard for AI)」「AIデータモデル&訓練リポジトリ (AI Data Model & Training Repository)」「AI成

熟度モデル(AI Maturity Model)」「AIユーザーストーリー (AI User Stories)」の計4つのワークストリームが活動中である(図1)。本稿では、TMForumにおけるAIに関する取組みの全体像を示し、各ワークストリームにおける具体的な取組み事例を紹介する。最後に、今後の展望について触れる。

2. TMForumにおけるAIに関する取組み

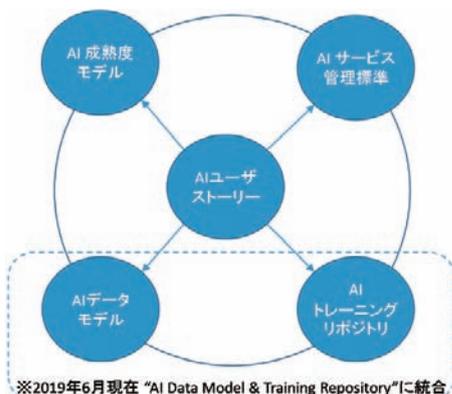
2.1 サービス管理標準

2019年2月のTMForum会合に合わせて、本ワークストリームの文書の初版(IG1184: AI Management Standard) がリリースされた^[2]。本文書ではAI管理ライフサイクルを定義し、Develop (開発) → Commission (準備・検証) → Operation (運用) → Decommission (EOS対応) のそれぞれのフェーズにおいてデータモデルとインタフェース、ODAとのマッピング、ベストプラクティスに関する規約が記述されている。

今後については、データモデルの定義に関して、DAMA-DMBOK^[3] フレームワークを踏襲することで、AIデータライフサイクルを体系的にまとめた文書を作る方針が示されている。一方で、本文書を実用的なリファレンスとして仕上げる上での課題として、PoCの実施及びビジネス観点での標準フォーマットの必要性が挙げられている。

2.2 AIデータモデル&訓練リポジトリ

TMForumでは、SIDという情報モデル標準を定義しているが、近年のAIとIoTに関連するカタリスト(TMForumがファシリテートする、複数のテレコム事業者及び複数のベンダが先進的なユースケースの実現可能性を示すためのデモを行うプロジェクト) 増加の流れを汲んで、新しいデータエンティティが提案されることを予測して、このワークストリームが設置された。2019年2月会合では、次項の図2に示すAI管理ライフサイクルの各プロセスに沿ったデータエンティティを定義する際に、検討すべき課題がどの程度存在するかについて明確化するため、グループごとにユースケースを決めた上で検討を行った。KDDIが参加したグループでは「Document Anonymization」というユースケースを扱い、GDPR対策で顧客データの秘匿性を守るための個人情報削除&アーカイブ作業を人手からAIに置き換えるというケースを想定した場合に、検討すべき主要な課題に



■ 図1. TMForum “AI & Data Analytics” プロジェクトのワークストリーム



ついて議論した。挙げた課題の一部を以下に示す。

- ・精度は何%を求めるべきか
- ・文章が個人情報に当てはまるか否かの判定にAIを適用した場合に、どこまでの精度が許容されるのか
- ・精度改善のためのフィードバックは運用者が実施する必要があり、コストがかかる点はどのように解決すべきか

また、同会合ではカタリストの活動状況と、TMForumが標準化を進める情報モデルフレームワークのSIDをよりAI向けに落とし込むことに関して議論がなされた。一方で、2018年のTMForum会合では合計12のAIに関連するカタリストがあったことから、今後はこれらの知見を集約することでAI訓練データモデルのリファレンス作成を推進し、ODA及びTMForumが標準化を進める運用管理システムのインタフェース規約 (Open APIs) との整合性を保ったデータモデルとなるよう、継続して議論が進められる予定である。

2.3 AI成熟度モデル

AIの導入ステップのアウトラインを定義するために2018年9月のTMForum会合より活動を開始したワークストリームで、テレコム事業者のAI戦略の構造を分析し、短期・長期の戦略プランとゴールを理解できるようにするベンチマークとしての役割を担う。現状の成果として、6つのカテゴリ (Strategy, Culture and Organization, Engaged Party, Operations, Data, Technology) の観点から会社の強み弱みを把握するためのスコアリングシートが作られている^[4]。

2.4 AIユーザストーリー / ユースケース

潜在的Use Caseについて議論を行うワークストリームで、2019年2月に初版となる文書 (GB1002: Artificial Intelligence User Stories & Use Cases) がリリースされた^[5]。現状の完成度としては、まだ実際の事例は記載されておらず、ユースケースを記載するためのテンプレートとトピックが決まっているのみである。参考までに、ネットワーク運用管理に該当する項目として挙げられているユースケースを以下に示す。

・“eTOM as a framework for CSP AI Application” : AIを活用した際にTMForumが規約化するテレコム業務プロセスフレームワーク (eTOM: enhanced Telecom Operation Map) の定義&粒度を統一する。

・“Infrastructure Management Domain Use Cases” : ネットワーク運用の高度化ユースケースの定義。具体的には以下が挙げられている。

- >トラブルシュートに係る時間の短縮とネットワーク開通の短納期化
- >障害予兆検知
- >アラーム監視とビジネスインパクト監視
- >サービス品質の管理

3. おわりに

本稿では、TMForumにおけるネットワーク運用管理へのAI活用に関する動向として、プロジェクトの発足から現在までの一連の活動内容をまとめた。今後、本プロジェクトでは更に2つの関連ワークストリーム“Data Governance”、“Data Lifecycle Management”の活動を推進していく方針が直近の会合にて示されており、データ管理プロセスを体系化する動きが活発化し、テレコム事業者がネットワーク運用管理においてAIを活用する際の実用的なデータ管理規約の策定が期待される。

参考文献

- [1] <https://www.TMForum.org/resources/toolkit/ai-toolkit/>
- [2] TMForum, “IG1184 Service Management Standards for AI R18.5.1”, Feb. 2019.
- [3] <https://dama.org/content/body-knowledge>
- [4] TMForum, “GB1003 AI & Data Analytics Maturity Model R18.5”, Feb. 2019.
- [5] TMForum, “GB1002 Artificial Intelligence User Stories & Use Cases R18.5.1”, Feb. 2019.



■ 図2. AI成熟度モデルの構造 (文献 [5] の図を元に筆者が作成)



電波の高密度利用をめぐる国際動向

一般財団法人マルチメディア振興センター 電波利用調査部

いづか るみ
飯塚 留美

1. はじめに

2020年代に本格的に展開されることになる5Gの時代は、IoT（物のインターネット）化に伴って無線通信ニーズが多様化し、周波数の効率的利用の方法が、排他的利用から共用に変化することが予想される。つまり、利用者が特定の周波数帯を専用するのではなく共用することが前提となり、時間、空間、周波数の三つの次元において、干渉・混信・混雑なく周波数を共用できるメカニズムが必要となる。本稿では、周波数共用を前提とした電波利用を見据え、欧米で検討が始まった動的に周波数を割り当てるための周波数アクセスシステムの実用化に向けた取組みについて紹介する。

2. 米国

2.1 PCAST報告書

大統領科学技術諮問委員会（President's Council of Advisors on Science and Technology：PCAST）は、商用周波数の不足を補う方策の一つとして、連邦政府用周波数を官民で共用する方針等が盛り込まれた報告書（「Realizing the Full Potential of Government-held Spectrum to Spur Economic Growth」）（以下、PCAST報告書）を2012年7月にオバマ大統領に提出した*1。連邦政府が使用している周波数を民間に明け渡すのは、高コストで実行に移すのに時間を要し、かつ連邦政府の業務を中断させることから、長期的に持続可能な周波数政策とはいえないため、政府が使っている周波数から官民が共用し得る帯域を、1000MHz幅創出することを提案した。

官民周波数共用の新たな動的共用枠組みを構築するため、周波数帯ごとに利用者を登録し、使用条件を規定する連邦周波数アクセスシステム（Federal Spectrum Access System：SAS）が新設された。SASとは、予め登録された既存免許人の基地局情報や免許人の端末の利用状況の情報（データベース）を基に、利用可能な周波数帯や利用可能な場所や時間、また送信電力等を周波数の共用条件の決定を司る周波数アクセス制御システムを用いて、当該

帯域を利用できる権利を有する新たな免許人や免許不要の低出力ユーザーに対して、リアルタイムでの周波数ないしチャンネルの割当てを行うものである。

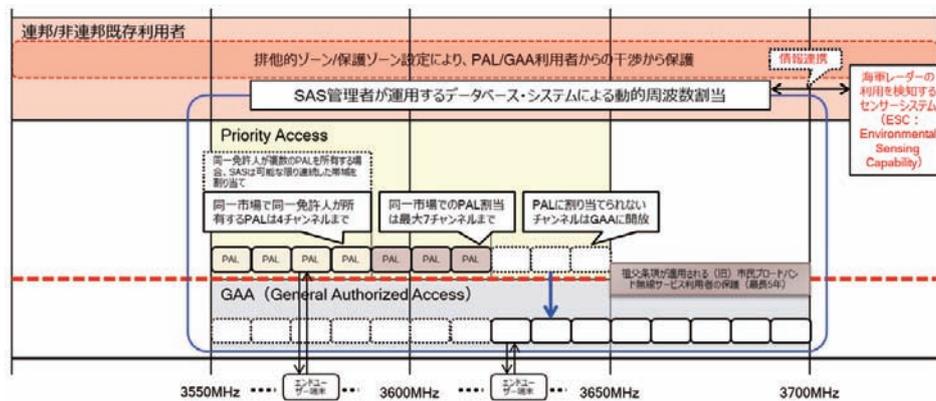
連邦政府用周波数の共用化は、三つの階層構造に基づいて管理される。連邦政府の一次業務システム（一次アクセス）は、電波を利用するサービスの保護に関して最も優先度が高く、有害な干渉から保護される。二次業務の免許人（二次アクセス）は、データベースに無線局の置局データと使用状況を登録し、電波利用料（Fee for spectrum use）と引き換えに、サービス品質の保護を受けることができる。一般認可アクセス（General Authorized Access：GAA）ユーザーは、連邦政府の一次業務や、二次業務のユーザーが、特定の地理的エリアや時間帯において所与の周波数帯を使用していない限りにおいて、未使用周波数への機会利用型アクセス（Opportunistic access）が認められる。GAAは免許不要による運用であるが、SASへの登録義務が課せられる。

2.2 3.5GHz帯でSAS / ESCを採用

米国で初めてSASの導入が規定されたのが、海軍レーダーや固定衛星サービス（Fixed Satellite Service：FSS）地球局等が使用している3.5GHz帯である（図参照）。従来、3550-3650MHzは海軍レーダーの既存業務に使用されていたが、海軍レーダーは使用されるエリアが沿岸地域に限定されることから、これらのエリアをダイナミック保護エリア（Dynamic Protection Areas：DPAs）として保護することで、商用LTE等の利用を促進することを目的に、3550MHzから3700MHzまでの150MHz幅を市民ブロードバンド無線サービス（Citizens Broadband Radio Service：CBRS）として、周波数共用ベースで利用することが可能となっている。

SAS管理者は、連邦政府免許人の信号を検出する電波環境検知機能（Environmental Sensing Capability：ESC）からの信号検出データに基づいて、固定局である市民ブロードバンド無線サービスデバイス（Citizens Broadband Radio

*1 <https://obamawhitehouse.archives.gov/administration/eop/ostp/pcast/docsreports>
https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast_spectrum_report_final_july_20_2012.pdf



■ 図. 3.5GHz帯で導入された動的周波数割当ての概念図

出所：FCC, "Promoting Investment in the 3550–3700MHz Band" GN Docket No. 17–258, Report and Order, FCC 18–149 (2018年10月24日) 等

Service Device: CBSD) が利用可能なチャンネルを特定し、その最大許容出力レベルを設定して、二次業務である優先アクセス免許 (Priority Access License: PAL)^{*2}またはGAAが使用するCBSDの運用を管理する。ESCオペレーターは、既存の海軍レーダーの信号を検知し、その情報をSAS管理者に伝えるために、約200のセンサーノードから成るセンサーシステムを管理する。SAS管理者は、ESCがレーダー信号を検知してから300秒以内に、CBSDの運用を停止または未使用中のチャンネルへの移行を行わなければならない。

SASへの登録や報告が必要な情報には、運用パラメーターに関する情報と、干渉報告に関する情報がある。前者には、地理位置、アンテナ高、FCC ID番号、利用者連絡先情報、エアインタフェース技術、固有のシリアル番号、屋内外利用等が含まれ、後者には信号強度、ローカル干渉水準測定値等が含まれる。

2.3 SAS管理者とESCプロバイダー

連邦通信委員会 (Federal Communications Commission: FCC) は条件付きで、2016年末にSAS管理者としてFederated Wireless、Google^{*3}、Amdocs、Comsearch、Key Bridge、Sony等を認可し、2018年初頭にはESCプロバイダーとしてCommScope、Federated Wireless、Google、Key Bridge

を認可した。また、Rivada Networks、Nokia、Fairspectrum (フィンランド)、RED Technologies (フランス) もSASまたはESCの認可申請を行ったとされている。当初、正式なFCC認可については、既存システムの保護試験やフィールド試験等の結果を、全社が提出した後に、FCCが定める技術基準に基づいた試験期間を経て、2018年までに付与される予定であった。

最終的にFCCは、2019年4月29日に、ESCプロバイダーとしてCommScope、Federated Wireless及びGoogleの3社を正式に認可した^{*4}。一方、SASについては、国家電気通信情報庁 (National Telecommunications and Information Administration: NTIA) 電気通信科学研究所 (Institute for Telecommunication Sciences: ITS) による5つのベンダー (CommScope含む) のSASシステム認証のラボテストが2019年5月1日に完了したところで^{*5}、FCCによるSAS管理者の正式な認可は2019年6月以降と、当初よりも遅れる見通しである。

GoogleとCommScopeは2019年末までに、海軍レーダーを検知するESCセンサーネットワークを共同で構築・使用する予定であるが、SASシステムは独立して構築・運用し、それぞれの顧客にサービスを提供する^{*6}。一方、Federated Wirelessは2019年5月13日、世界初となるESCネットワーク

*2 PALは当初、人口調査標準地域 (Census Tract) に基づき全米を約7万4000区域に区分する地域免許としていたが、最終的に郡単位 (3,232) の地域免許として2020年にオークションにかけられる予定である。

*3 Googleデータベース

<https://www.google.com/get/spectrumdatabase/>

*4 <https://www.fcc.gov/document/wtboet-approve-environmental-sensing-capabilities-escs-35-ghz>

*5 <https://www.ntia.doc.gov/blog/2019/spectrum-sharing-model-gaining-ground>

*6 <https://www.businesswire.com/news/home/20190315005077/en/>



の整備を完了したと発表した。これにより、GAAに基づく免許不要デバイスの商用運用が、2019年中に開始される見通しである。同社は米国で商用化したSASを世界展開する計画で、現在、英国で試験を実施中であるほか、約20か国の規制当局と話し合いを進めている（2019年5月時点）*7。

2.4 AT&Tによる規則改正提案

CBRSとして分配された3.5GHz帯は、FCC規則パート96にて、技術条件や運用要件が規定されている*8。AT&Tは2019年5月16日、5G New Radio (NR) のミッドバンドのアンカーとしてCBRSを使うことを可能とするため、CBRS用小型基地局の新たなCBSDカテゴリーを設けて、出力レベルを引き上げることがFCCに提案した*9。

現行のFCC規則では、CBSDカテゴリーとして、①低出力 (EIRP*10: 30dBm/10MHz) の基地局であるカテゴリーA (CAT A) と、②CAT Aよりも最大出力制限が高く (EIRP: 47dBm/10MHz) 屋外設置が義務付けられるカテゴリーB (CAT B) がある。これらに加えて、AT&Tはさらに高出力のEIRPが62dBm/10MHzのカテゴリーC (CAT C) を提案した*11。

2.5 5G NRへの対応

CBRSの技術標準化や製品認証を担うCBRS Allianceは2019年3月、3.5GHz帯 (バンド48) の次期仕様 (CBRS Alliance Release 3) において、3GPPが策定した5G NRインタフェースをサポートした5G共用の標準を策定し、2020年に実用化する方針であることを発表した*12。次期仕様には、バンド48 (3550-3700MHz) の帯域内外でのLTEと5G NR間のシームレスな相互運用性等を確保するための共用

条件が含まれる*13。

なお、CBRS Allianceの認証を受けたデバイス (CBSD、スモールセル、LTEアクセスポイント等) の数は14機種で、FCC許可を受けたバンド48のエンドユーザーデバイス (スマートフォン、ホットスポットモデム、LTEモジュール等) の数は27機種となっている (2019年7月時点)*14。

3. 欧州

3.1 RSPG報告書

欧州委員会の電波政策に関する諮問機関である無線周波数政策グループ (Radio Spectrum Policy Group: RSPG) は2011年11月、免許制による周波数の共同利用 (Licensed Shared Access: LSA) に関する新たな概念を提案した*15。それによると、LSAとは、コグニティブ無線関連技術を用いることにより、動的な方法で周波数、場所、時間を共用することが可能となるものとされる。その後、RSPGが2013年11月12日に発表した意見書*16ではLSAが再定義された。LSAとは、一人または複数の既存のユーザーに既に割り当てられた、あるいは、割当てが予定されている周波数帯で、個別免許制度 (Individual Licensing Regime) の下で、限られた数の免許人によって運用される無線通信システムの導入促進を目的とする規制アプローチであると定義されている。LSAアプローチでは、追加の新規ユーザーは、周波数使用权に含まれる共用ルールに従って周波数 (またはその一部) を使用することが認可されることによって、既存免許人を含む全ての認可ユーザーが、一定のサービス品質 (QoS) を確保することが可能となる。

このような周波数共用を実現するための手段が、周波数の利用を制御・管理する動的周波数アクセスシステムであ

*7 <https://www.rcrwireless.com/20190523/network-infrastructure/federated-wireless-sas-commercialization>

*8 PART 96-CITIZENS BROADBAND RADIO SERVICE
<https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=228a142ef1e3d6f33a0e30a44547dd50&mc=true&node=pt47.5.96&rgn=div5>

*9 <https://ecfsapi.fcc.gov/file/10516250388279/cbrs-exparte-05162019.pdf>

*10 Equivalent Isotropically Radiated Power

*11 <https://ecfsapi.fcc.gov/file/10516250388279/cbrs%20cat%20c%20proposal.pdf>

*12 <https://www.cbrsalliance.org/news/cbrs-alliance-plans-u-s-5g-service-on-global-3-5ghz-band-in-2020/>

*13 <https://apnews.com/Globe%20Newswire/3f4d8f53be550289ce5b468651968be2>

*14 <https://www.cbrsalliance.org/certification/>

*15 Report on Collective Use of Spectrum (CUS) and other spectrum sharing approaches, RSPG11-392 Final, November 2011
http://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2013/05/rspg11_392_report_CUS_other_approaches_final.pdf

*16 RSPG Opinion on Licensed Shared Access, RSPG13-538, 12 November 2013

https://circabc.europa.eu/d/d/workspace/SpacesStore/3958ecef-c25e-4e4f-8e3b-469d1db6bc07/RSPG13-538_RSPG-Opinion-on-LSA%20.pdf



る。LSA免許人は、規制当局と当事者間との間で協議した共用ルールに基づき、既存ユーザーと協定を結ぶ。協定では、利用可能な地理的エリアや技術的な保護基準、また必要に応じて周波数の明け渡し方法について取り決める。LSA規制枠組みで重要なのが、周波数地理位置及びポリシーデータベース (Spectrum geo-location and policy database) で、既存ユーザーの周波数の使用状況、技術的な共用条件、適用可能な追加の規制ポリシーなどの情報が蓄積される。LSA免許人はデータベースへアクセスすることでLSA協定に基づいた周波数利用が可能となる。

3.2 LSA / eLSAの標準化

LSAの制度的及び技術的な検討は、欧州郵便電気通信主管庁会議 (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations: CEPT) 配下にある電子通信委員会 (Electronic Communications Committee: ECC) において実施されている。ECCのプロジェクトチームのFM53がLSAの規制条件について、FM52が2.3-2.4GHz帯での共用のためのLSA実装について検討を行っている。また、ETSI (European Telecommunications Standards Institute) のリコンフィギュラブル無線システム (Reconfigurable Radio Systems: RRS) 技術委員会がLSA技術条件や地理位置データベースの標準化活動を実施している。

ETSIでは、QoSを担保したローカルエリアサービスの提供を可能とする周波数共用を実現するため、サイト単位での周波数割当てを自動化するソリューションとして、進化版

LSA (evolved version of Licensed Shared Access: eLSA) の標準化が、ドイツ企業を中心に進められている。2018年2月に「ローカル高品質無線網向け一時的周波数アクセスに関する実現可能性検討」のテクニカルレポート初版が発表され^{*17}、2019年2月にはシステム要件に関する技術仕様 (ETSI TS 103 652-1 V1.1.1) 初版が発表されるところである^{*18}。

ETSIによるeLSAの周波数共用枠組みでは、①MNOが公衆網内で自営向けサービスを提供、②MNOから周波数のサブリースを受けたパーティカルサービスプロバイダーがサービスを提供、③ローカル免許人が独自の自営網を構築、の三つに分けてeLSAの共用手続きが定義されている (表参照)。

これによって、IMT (International Mobile Telecommunications) バンドだけでなく全ての周波数帯での周波数共用と、地域単位での短期または長期の免許付与が可能となることから、ローカルエリアにおける産業界の5Gニーズ (特に、PMSE (Programme Making and Special Events)、無線産業オートメーション (WIA)、公衆保護・災害復旧 (PPDR)、eヘルス) への対応策として期待されている。

3.3 LSAの実用化

ECCでは、各国の規制当局によるLSAの実装及び試験に関する経験を共有するため、LSA実施に関する情報交換のための新たな作業アイテムを作成することが、2015年5月に決定された。2015年から2016年にかけて、スペイン、イタリア、フランス、フィンランド、オランダで実施された

■表. eLSAの周波数共用枠組みにおける三つのネットワーク利用形態

	ローカル高品質無線ネットワーク		
	サービスネットワークエリア (公衆網エリア)	プライベートネットワークエリア (自営網エリア)	
	①MNOサービス提供	②MNO周波数のサブリース	③ローカル免許
周波数の割当て	MNOが管理	MNOからパーティカルサービスプロバイダー (周波数リソースコントローラーを兼ねる) へサブリース	周波数リソースリポジトリから周波数リソースコントローラー経由でローカル免許人へ割当て
ネットワークインフラの形態	・公衆網 (ネットワークスライシング等) ・公衆網内の自営網利用 (ネットワークの高密度化)	リースしたMNO周波数を利用した自営網	自営網
無線アクセス技術	MNOが採用する技術	標準化された全ての技術	
ネットワーク管理	全国規模でMNOがサポート	ローカル規模でスタンドアロン	

出所: https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/103500_103599/103588/01.01.01_60/tr_103588v010101p.pdf

*17 Reconfigurable Radio Systems (RRS) : Feasibility study on temporary spectrum access for local high-quality wireless networks

https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/103500_103599/103588/01.01.01_60/tr_103588v010101p.pdf

*18 https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103600_103699/10365201/01.01.01_60/ts_10365201v010101p.pdf



LSA試験の情報が公開され^{*19}、政府機関やPMSEなどの既存免許人や、新たな利用である商用LTEとの間の共用試験等の結果が提供されている。これらのLSA試験では、規制当局の認可を得たRED TechnologiesやFairspectrumなどが、動的周波数管理プラットフォームを提供するプロバイダーとして協力している。

そのなかでLSAを実用化したのはオランダである。同国の場合には政府機関（国防等）に割り当てられた2.3GHz帯を使用するPMSEユーザーに対してLSA予約システムの利用が義務付けられた（2019年4月）。

その後、LSA試験を実施したのはポルトガルである。ETSI仕様（TS 103 235、TS 103 154及びTS 103 379）に基づいたLSA試験が2.3-2.4GHz帯で実施された（2019年3月）。ポルトガルでは2.3GHz帯は放送用に排他的に割り当てられ、ワイヤレスカメラを使った屋外での放送に使用されている。そのため、移動業務との共用可能性について評価するのがLSA試験の目的であった。ETSIによれば、当該試験は6GHz以下の周波数不足の解消や、2.3GHz帯での5G展開につながるとしている^{*20}。

3.4 動的周波数アクセスサービス規則の制度化

LSAアプローチの考え方は、英国では階層型認可（Tiered Authorisation）アプローチと称され、Cバンド（3.8-4.2GHz）で初めて導入することが、2016年より検討されてきた^{*21}。本検討では、Cバンドを使用している既存業務（固定リンク、固定衛星）及び既存免許人（UK Broadband）をTier 1カテゴリーとして干渉から完全に保護した上で、地域免許として新設されるTier 2カテゴリー^{*22}や、機会利用型の新たなユーザーであるTier 3カテゴリー^{*23}への利用を認めることが提案された。しかし、OfcomはLSAアプローチに基づく共用システムの開発には時間を要する等の利用により、申請ベースで、小電力免許（ローカルエリア単位）及び中

電力免許（基地局単位）を付与する方針を提案したところである（2018年12月）^{*24}。

ただし、既に英国では、複数の既存法を改正する「2017年デジタル経済法（Digital Economy Act 2017）」^{*25}が2017年4月に成立したことにより、「2006年無線電信法」において、動的周波数アクセスサービス規則を定めるパート2Aが新設されている^{*26}。動的周波数アクセスサービスとは、Ofcomが規定した特定の周波数帯に属する無線局の使用可能性と、当該無線局が周波数を使用できる場所、出力、時間その他あらゆる条件に関する情報を提供することと定義されている。

4. おわりに

既存免許人への干渉を回避しながら新たな電波利用を実現するための周波数共用システムは、無線局データベースを基盤としたシステムをベースに開発されてきた。おそらく今後も、無線局データベースに基づく周波数共用システムを基盤とした技術開発が進展し、干渉・混信・混雑なく周波数を動的に共用できるメカニズムは、周波数、空間、時間の三つの軸においてより精緻化され、ローカル単位でのきめ細やかな電波利用が可能になることが予想される。つまり、共用できる電波帯域幅、共用できる地理的領域、共用できる時間帯が細分化されることによって、狭帯域から広帯域まで、広域利用から局所利用まで、常時アクセスから秒単位アクセスまで、電波の超高密度な利用が可能になる。これにより地域や企業等の多種多様な電波利用ニーズに対して柔軟かつ動的に対応できることになる。周波数の共用化はもともと政府機関に割り当てられていた電波を民間に開放することを目的に進められてきたが、「ローカル5G」や「プライベートLTE」といった電波利用ニーズの高まりに伴って、動的に電波が利用できる周波数共用に注目が集まってきているといえよう。

（2019年4月22日 ITU-R研究会より）

*19 <https://www.cept.org/ecc/topics/lsa-implementation>

*20 <https://www.etsi.org/newsroom/news/1571-etsi-licensed-shared-access-specifications-for-a-trial-in-portugal-to-support-5g-deployment>

*21 https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0031/79564/3.8-GHz-to-4.2-GHz-band-Opportunities-for-Innovation.pdf

*22 Tier 2地域免許が付与されると、Tier 1免許人はTier 2地域免許人との調整が必要となる。

*23 Tier 1及びTier 2へ干渉を引き起こさないことを条件に、地理的データベースやその他可能な技術を用いて、ダイナミックアクセススペースで周波数を利用する。

*24 Enabling opportunities for innovation, Shared access to spectrum supporting mobile technology
https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/130747/Enabling-opportunities-for-innovation.pdf

*25 <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2017/30/contents/enacted>

*26 <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/36/contents>



5Gの導入のための特定基地局の開設計画の認定

—5Gの広範かつ早期の全国展開に向けて—

総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課 **せ お ゆうや**
清尾 勇哉

総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課 **いぬい ひろし**
乾 浩斉

総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課 **う の ゆうき**
宇野 祐輝

1. はじめに

総務省は、本年4月10日、NTTドコモ、KDDI／沖縄セルラー電話、ソフトバンク、楽天モバイルの4者に対して、第5世代移動通信システム（5G）の導入のための特定基地局の開設計画の認定*を行った。5Gは、これまでの移動通信システムの高速・大容量化路線を継続した「超高速（最高伝送速度10Gbps）」だけでなく、家電やセンサーなど身の回りのあらゆるIoT機器との通信を可能にする「多数同時接続（100万台／km²の接続機器数）」、遠隔からでもリアルタイムな通信を可能とする「超低遅延（1ミリ秒程度の遅延）」といった新しい特徴を持っている。また、5Gは高速道路や新幹線と同様、地域の活性化、活力の向上を図るために不可欠な21世紀の基幹インフラとして期待されており、可能な限り速やかに全国でサービス提供が行われることが求められている。

本稿においては、5G用周波数の割当指標や認定事業者への義務等を定めた特定基地局の開設計画に関する指針（以下、開設指針）の考え方や各者の開設計画の概要について説明する。

2. 5Gの開設計針（割当指標）の考え方

現在、使用されている4Gでは、スマートフォンを含む携帯電話端末による音声通話やインターネット接続が主な利用形態となっている。携帯電話端末は人が常に携帯して使用するものであるため、4Gまでの開設指針においては、「人」を基準として、何%の人口が基地局の通信可能範囲に居住し、通信サービスを利用することができるかを示す「人口カバー率」を最も重要な割当指標の1つとして設定してきた。

例えば、4G導入時の特定基地局の開設計画に関する指針においては、4年以内に50%以上の人口カバー率を確保することを認定事業者への義務として課している。一般的に地

方部への基地局の開設に比べて、都市部への基地局の開設の方がより多くの人口をカバーすることが可能であり、より効率的に人口カバー率を確保する観点から、結果として都市部への基地局の開設が優先的に進められてきた。

一方、IoTにも適した特徴を持つ5Gにおいては、携帯電話端末に加え、自動車や農業、工業、医療機器、スマートメーターなど、様々な産業の「あらゆるモノ」が基地局に接続され得る対象となる。このように、様々な産業に新たな価値をもたらす5Gは、地域課題解決や地方創生への活用が期待されており、都市部・地方部を問わず事業展開の可能性のある全国のあらゆる場所に、早期に5Gの展開基盤を確保することが求められている。このような背景を踏まえ、5G開設指針においては、「人口カバー率」に代わり、「5G基盤展開率」という新たな割当指標（図1）を設定している。

5G基盤展開率とは、日本全国を10km四方のメッシュに区切り、無人島等を除く事業可能性のある全てのメッシュ（約4,500）のうち、何%のメッシュに5G展開の基盤となる5G高度特定基地局を開設するかを示す指標である。5G高度特定基地局（親局）とは、大容量回線（10Gbps）が接続され、複数の5G特定基地局（子局）が接続可能なものを指し、当該5G高度特定基地局を開設したメッシュ内においては、5Gの柔軟な追加展開が可能になる。（図2）

5G開設指針では、この5G基盤展開率を5年以内に50%以上確保することを認定事業者の義務として課している。人口カバー率への寄与は、基地局を地方部に開設する場合に比べて、都市部に開設する場合の方が大きい一方、5G基盤展開率への寄与は、5G高度特定基地局を都市部のメッシュに開設する場合も、地方部のメッシュに開設する場合も同等となる。そのため、5G基盤展開率を導入することにより、都市部・地方部とも平等に評価され、5Gの広範な全国展開に資することとなる。さらに、同開設指針では

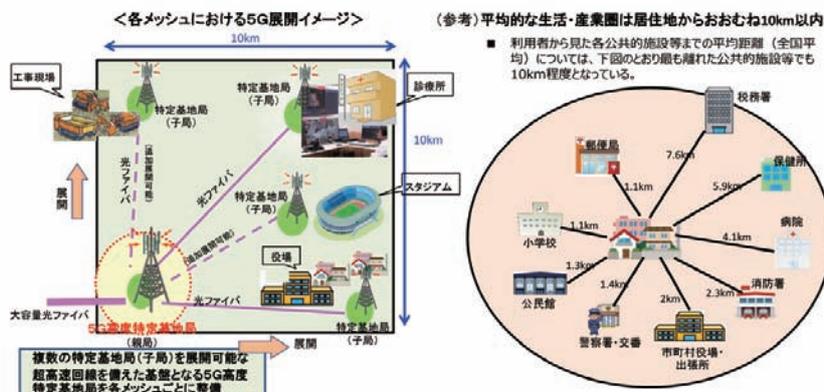
* 開設計画の認定制度は、認定を受けた事業者のみが認定に際して指定された周波数について排他的に特定基地局の免許申請を行うことを可能とするもの。

- 全国を10km四方のメッシュに区切り、都市部・地方部を問わず事業可能性のあるエリア[※]を広範にカバーする。
※対象メッシュ数：約4,500
 - ① 全国及び各地域ブロック別に、5年以内に50%以上のメッシュで5G高度特定基地局を整備する。
(全国への展開可能性の確保)
 - ② 周波数の割当て後、2年以内に全都道府県でサービスを開始する。
(地方での早期サービス開始)
 - ③ 全国でできるだけ多くの特定基地局を開設する。
(サービスの多様性の確保)
- (注) MVNOへのサービス提供計画を重点評価(追加割当て時には提供実績を評価)



■ 図1. 5Gの広範な全国展開確保のイメージ

- 10km四方のメッシュに区切り、メッシュごとに5G高度特定基地局（ニーズに応じた柔軟な追加展開の基盤となる特定基地局）を整備することで、5Gの広範な全国展開を確保することが可能。



■ 図2. 5G基地局の展開イメージ

2020年度末までに全都道府県においてサービスを開始すること等を義務として課しており、都市部・地方部で時間差なくサービスが開始されるようにしている。

また、各者の開設計画を比較審査する際に、5G基盤展開率がより大きいことのほか、全国でできるだけ多くの基地局を開設することやMVNO (Mobile Virtual Network Operator) へのサービス提供計画がより充実していることを重点評価することとした。

3. 各者の5G開設計画の概要

4者の5G開設計画の申請概要については、図3のとおりである。開設計針において重点評価とした項目について、

5G基盤展開率はNTTドコモが97.0%と最も大きく、また、基地局数はKDDI/沖縄セルラー電話が3.7GHz帯及び4.5GHz帯で30,107局、28GHz帯で12,756局とともに最も多い計画となっている。加えて、MVNOへのサービス提供計画については、L2接続のMVNO数は41社と楽天モバイルが、同MVNO契約数は850万契約とNTTドコモが最も多い計画となっている。その他の項目として安全・信頼性確保、5Gの利活用拡大、不感地域解消人数等についての計画も各者から示されている。

これらを踏まえて図4の審査方法に従い審査した結果、全ての者が最低限満たすべき要件に適合し、各者が希望する周波数枠の希望に重複があったことから比較審査（各



○ 本年1月24日(木)から同年2月25日(月)までの間、第5世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画の認定申請を受け付けたところ、4者から申請があった。

■ 申請者4者(50音順)

○ 株式会社NTTドコモ、KDDI株式会社/沖縄セルラー電話株式会社、ソフトバンク株式会社、楽天モバイル株式会社

※ KDDI株式会社及び沖縄セルラー電話株式会社に係る申請については、地域ごとに連携する者として申請しているため、第5世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設指針の規定に基づき、1の申請とみなして、審査を行う。

■ 割当て枠と割当て希望枠数

○ 3.7GHz帯及び4.5GHz帯については、100MHz幅×6枠 に対し合計7枠の申請希望。→ 4者とも1枠ずつ割当て可能。他方、2枠目を希望する3者のうち、1者の希望枠1枠が不足

○ 28GHz帯については、400MHz幅×4枠 に対し、合計4枠の希望

→ 4者とも1枠ずつ割当てが可能

申請者(50音順)	NTTドコモ	KDDI/沖縄セルラー電話	ソフトバンク	楽天モバイル
希望周波数帯域幅(希望枠数)				
① 3.7GHz帯及び4.5GHz帯	200MHz(2枠) 400MHz(1枠)	200MHz(2枠) 400MHz(1枠)	200MHz(2枠) 400MHz(1枠)	100MHz(1枠) 400MHz(1枠)
② 28GHz帯				
サービス開始時期	2020年春	2020年3月	2020年3月頃	2020年6月頃
特定基地局等の設備投資額 (※基地局設置工事、文庫設置工事及び伝送設備工事に係る投資額)	約7,950億円	約4,667億円	約2,061億円	約1,948億円
5G基盤展開率	97.0%(全国)	83.2%(全国)	64.0%(全国)	56.1%(全国)
5G高度特定基地局数	4,331局(4,331メッシュ)	4,160局(4,160メッシュ)	2,855局(2,855メッシュ)	7,948局(2,506メッシュ)
特定基地局数(圏内等に設置するものを除く。)	(注) 太字(下線)部分が今回割り当てられた周波数に対応した開設計画における基地局開設数			
① 3.7GHz帯及び4.5GHz帯				
3,800MHz~4,000MHz	8,001局	30,107局	7,355局	15,787局
4,000MHz~4,100MHz	5,001局	4,160局	4,883局	-
4,500MHz~4,800MHz	5,001局	-	3,373局	-
② 28GHz帯	5,001局	12,756局	3,855局	7,948局
MVNO数/MVNO契約数(上2接続に限る)	24社/850万契約	7社/119万契約	5社/20万契約	41社/70.6万契約

※ 設備投資額、5G基盤展開率、特定基地局数及びMVNO数については、2024年度末までの計画値。

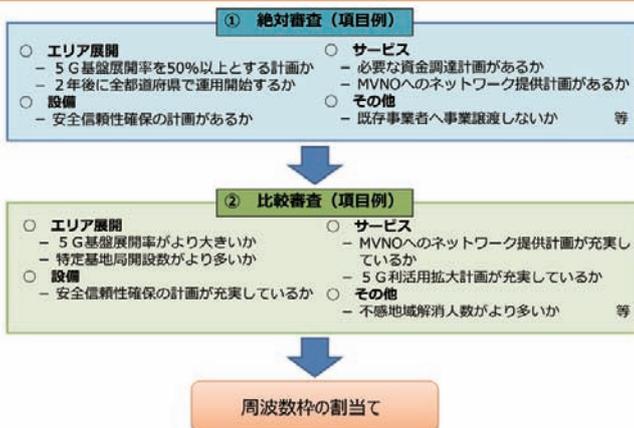
■ 図3. 5G開設計画の申請概要

以下のとおり審査を行い、割当てを実施。

① 申請者が絶対審査基準(最低限の要件)に適合しているかを審査。

② 絶対審査基準を満たした全ての申請者の申請に対して比較審査を実施。

⇒ 審査の結果、評価点数の高い者から順に希望する周波数枠の割当てを実施。



■ 図4. 審査方法

○ 絶対審査及び比較審査の結果、以下のとおり割当てを実施。

[3.7GHz帯及び4.5GHz帯] 2枠割当て: NTTドコモ、KDDI/沖縄セルラー電話

※ 1枠当たり100MHz幅

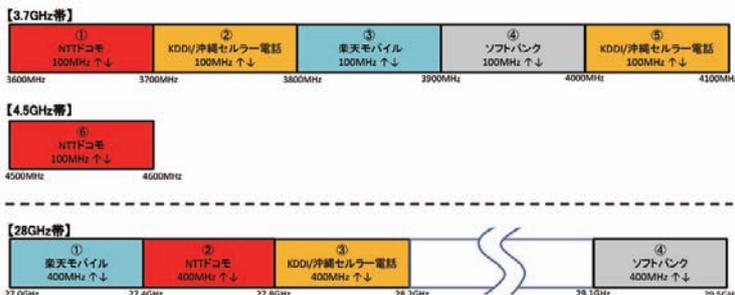
1枠割当て: ソフトバンク、楽天モバイル

[28GHz帯]

※ 1枠当たり400MHz幅

1枠割当て: 全ての申請者

なお、割当てに当たり、全者共通の条件、個人への条件を付すこととする。



■ 図5. 周波数割当て結果のまとめ



項目を点数化し順位を決定)を実施した。点数は、上位から3.7GHz帯及び4.5GHz帯はNTTドコモ、KDDI／沖縄セルラー電話、楽天モバイル、ソフトバンクの順となり、28GHz帯はKDDI／沖縄セルラー電話、NTTドコモ、楽天モバイル、ソフトバンクの順となったことから、各者の周波数枠の希望に従い周波数の指定を行い、その結果が、図5の周波数割当て結果のまとめのとおりである。NTTドコモ及びKDDI／沖縄セルラー電話が合計600MHz幅、ソフトバンク及び楽天モバイルが合計500MHz幅の割当てを受ける結果となっている。

なお、各者の開設計画を認定するに当たり、開設指針の趣旨等を踏まえ、次の条件を付している。

【認定の条件】

- 1 都市部・地方部を問わず、顕在化するニーズを適切に把握し、事業可能性のあるエリアにおいて、第5世代移動通信システムの特性を活かした多様なサービスの広範かつ着実な普及に努めること。
- 2 ネットワーク構築に当たっては、第5世代移動通信システムの特性を十分に活かした多様なサービスを提供するために必要不可欠である光ファイバの適切かつ十分な確保に努めること。
- 3 平成30年7月豪雨や平成30年北海道胆振東部地震等での被害による通信障害に鑑み、停電対策・輻輳対策や通信障害の発生防止等の電気通信設備に係る安全・信頼性の向上に努めること。(ソフトバンクを除く。)
- 4 「情報通信ネットワーク安全・信頼性基準」(昭和62年郵政省告示第73号)、「政府機関等の情報セキュリティ対策のための統一基準群(平成30年度版)」及び「IT調達に係る国の物品等又は役務の調達方針及び調達手続に関する申合せ」(平成30年12月10日関係省庁申合せ)に留意し、サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策を講ずること。
- 5 周波数の割当てを受けていない者に対する電気通信設備の接続、卸電気通信役務の提供その他の方法による特定基地局の利用の促進に努めること。特に、GPRSTONネリングプロトコルが用いられる通信方式を用いて電氣的に接続する方法による特定基地局の利用の促進に努めること。
- 6 IoT向けサービスや個人向けサービスも含め、第5世代移動通信システムの多様な利用ニーズに対応した使いやすい料金設定を行うよう努めること。
- 7 既存免許人が開設する無線局等との混信その他の妨害

を防止するための措置を講ずること。

- 8 移動通信システムが国民にとって重要な生活手段になっていることに鑑み、不感地域における基地局の着実な開設に努めること。
- 9 卸電気通信役務の提供、電気通信設備の接続その他の方法による特定基地局の利用を促進するための契約又は協定の締結の申入れが、4,600MHzを超え4,800MHz以下又は28.2GHzを超え29.1GHz以下の周波数を使用する者からあった場合には、円滑な協議の実施に努めること。

【ソフトバンクのみに付与される条件】

- 3 過去に発生した重大事故の再発防止策の徹底に努めるとともに、平成30年7月豪雨や平成30年北海道胆振東部地震等での被害による通信障害に鑑み、停電対策・輻輳対策や通信障害の発生防止等の電気通信設備に係る安全・信頼性の向上に努めること。

【楽天モバイルのみに付与される条件】

- 10 認定を受けた移動通信事業者は自らネットワークを構築して事業展開を図るという原則に従い、基地局の着実な開設に努めること。
- 11 特定基地局の円滑かつ確実な整備のため、基地局の設置場所の確保及び工事業者との協力体制の構築に努めること。
- 12 電気通信事業の確実な運営のため、必要な社内体制の整備に努めること。特に、特定基地局その他電気通信設備の適切な運用のため、無線従事者など必要な技術要員や基地局の開設に必要な人員の確保、配置に努めること。
- 13 競争に伴う経営環境の変化が生じた場合においても、設備投資及び安定的なサービス提供のために必要となる資金の確保その他財務の健全性の確保に努めること。

4. おわりに

本稿では、「5Gの導入のための特定基地局の開設計画の認定」について概要を紹介した。2020年春頃の5G商用サービス開始を皮切りに、世界に先駆けて5Gを活用したサービスが全国展開されるよう、総務省としては、今後とも各者の開設計画の進捗状況等を適切に確認していくとともに、5G利活用の促進などに必要な取組みを引き続き推進していきたい。



ブラックホール「シャドウ」電波撮像を実現したVLBI観測とは

自然科学研究機構・国立天文台 天文情報センター・周波数資源保護室
周波数資源保護室長・特任教授 国際天文学連合-国際電気通信連合公式リエゾン
国際天文学連合アストロバイオロジー委員会プレジデント

おおいし まさとし
大石 雅寿



1. ブラックホール撮影に成功？ いやいや、それは原理的に不可能。

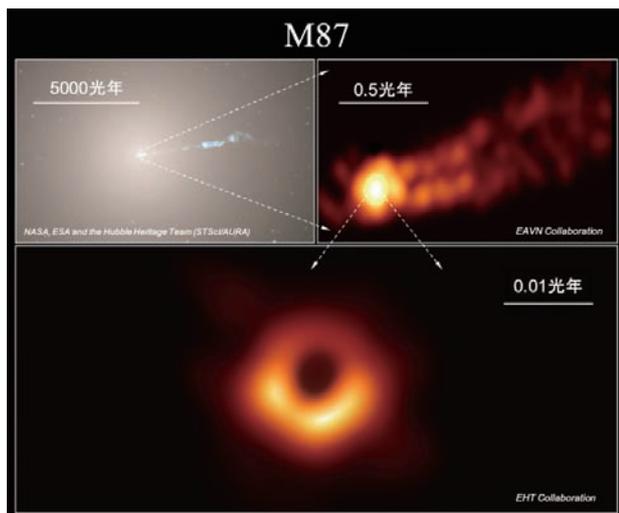
2019年4月10日午後10時、M87星雲の中心部にあるブラックホールに関する研究成果について世界7か所で同時発表が行われた。ブラックホールが文字通り「黒い穴」として見えた、とするイベント・ホライズン・テレスコープ (Event Horizon Telescope (EHT) = 事象の地平線*1望遠鏡) のプレス発表である。事前に情報を知らされていたメディアは、解禁時刻を過ぎるのを待って一斉に報道した。「ブラックホール初撮影」など、と(図1)。その後の1週間程度の間、国立天文台内の関係者はメディア取材やテレビ出演に対応するためにてんやわんやの様子であった(中心人物の一人であった秦君は、女子アナに会えるからと嬉しそうだった)。

一方私は、報道の仕方に違和感を覚えていた。ブラックホールは「原理的に何も見えない」のだからブラックホールが撮影できたとするのは矛盾するからである。正しくは、ブラックホールシャドウを撮影できた、と言うべきだった。ブラックホールは、全ての電磁波領域で一切の放射をしな

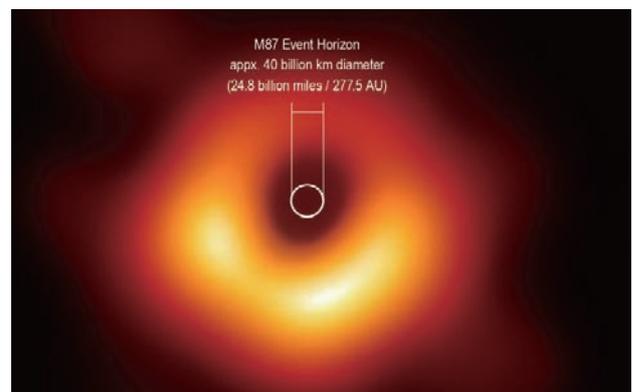
い。従って、何もないぽっかりと空いた領域があたかも「影」のように認識される。これがブラックホールシャドウである。各社の報道内容をつぶさに見たところ、見出しでは「ブラックホールの撮影成功」としていても本文ではきちんとブラックホールシャドウと記載していた社が複数あったのが救いであった。このことを国立天文台内の広報部門に尋ねてみたところ、プレスリリース資料でも「ブラックホールの撮影成功」となっていた*2。これではやむを得ない。

さて、それではブラックホールの本当の大きさはあの画像のうちどの程度なのだろうか? 明るいリングの直径はおおよそ42マイクロ秒*3で、事象の地平線の直径に対応する重力半径(あるいはシュヴァルツシルト半径)は、おおよそ3.8マイクロ秒である。シャドウの直径は、その約5倍(20マイクロ秒)である(図2)。重力半径をkmで表すと約400億kmとなる。これは、太陽系の惑星で最も外側にある海王星の公転軌道の大きさの約4.4倍ある。これほど事象の地平線が大きいのは、中心にあるブラックホールの質量が太陽の約65億倍もあるからである。

ブラックホールの莫大な質量のためにその周辺の空間は大きく歪む。このため、そこに分布する物質が激しく加熱される。そこから放射された電磁波の進行方向が大きく曲



■ 図1. おとめ座にある楕円銀河M87、中心から伸びるジェットと今回撮像されたブラックホールシャドウ。(credit: STScI/AURA, 東アジアVLBI collaboration, EHT collaboration)



■ 図2. ブラックホール「画像」でのブラックホール(事象の地平線)の大きさ。直径は約400億km。(credit: EHT collaboration & Jason Major)

*1 事象の地平線については後述する。

*2 <https://www.nao.ac.jp/news/sp/20190410-eh/>

*3 1マイクロ秒(角度的) = 百万分の1秒

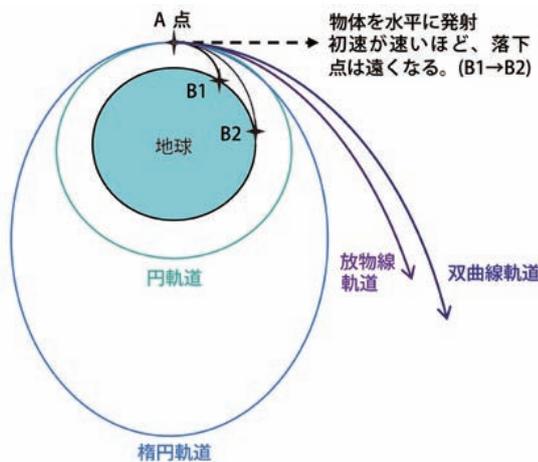


げられるといったことが起き、電磁波がリング上に分布して見えることになる。実際のブラックホールは、画像の中で明るく見えている部分の中心付近、何もない部分（ドーナツの穴）に存在するのである。

2. ブラックホールとは何か？

私は度々一般向け講演や学校での出前授業を行う。その時の定番の質問がブラックホールに関するものである。たくさん質問を受けるが、ブラックホールが何であるのかについては、あまり知られていないと感ずる。いったいブラックホールとは何なのであろうか？

本稿を読まれる方の多くは高校時代に物理を履修し、力学の授業で図3のようなものを見たことがあるだろう。図3のA点から物体を水平方向に投げたことを考える。初速がそれほど速くなければ、物体は近くの点B1に落下する。より大きな初速を物体に与えれば、より遠くの点B2に落下する。さらに大きな初速を与えれば、物体は地球の周囲の円軌道を周回するようになる（第1宇宙速度）。地球の質量及び半径をそれぞれ M 、 R 、重力加速度を G とすると、第1宇宙速度は、 $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ と書ける。さらに初速度を上げていくと、物体は楕円軌道を周回するようになり、さらに速度を上げるとついに地球から無限遠に至る放物線軌道を取るようになる。この時の速度を第2宇宙速度(脱出速度)と呼び、 $v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ と書ける。ここで、質量 M を大きくするか半径 R を小さくすると第2宇宙速度がどんどん大きくなることから、半径 R を小さくして第2宇宙速度が光速 c に等しくなると考えると、その半径は $R_g = \frac{2GM}{c^2}$ と求められる。これは、ある質量 M の物体を半径 R_g 以下に圧縮すると、そこからは

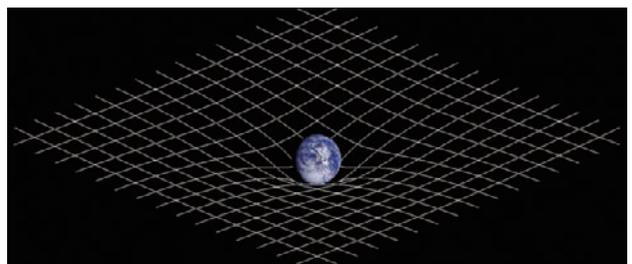


■図3. 脱出速度（宇宙速度）の説明。脱出速度が光速に等しいと仮定すると、中心に古典的なブラックホール相当の物体があることになる。（「宇宙航空研究開発機構（JAXA）提供」）

何も脱出できないことを意味する。これが古典的な意味でのブラックホールである。

ここまでの説明は、ニュートン力学の世界でのものであった。現代的な意味でのブラックホールの存在は、アインシュタインが構築した一般相対性理論に基づく重力場方程式（アインシュタイン方程式）の解として予測されたものである（一般相対性理論と聞いて頭が痛くなった方には申し訳なく思います）。一般相対性理論では、質量が存在するとその周囲の時空が歪む、と考える（図4）。より大きな質量の周囲の時空はより大きく歪む。図4で、地球から遠方では歪んだ平面の傾きは緩く、物体が感じる重力は弱い。一方、地球の近くでは歪みが大きくなって傾きが大きく、物体が感じる重力は強い。このように一般相対性理論では、重力を時空の歪みとして説明する。時空が歪むと、時間がゆっくり進む。このためGNSSシステムでは、搭載している時計の時間がごく僅かだがゆっくり進むことを補正した上で信号を地上に向けて送出している。GPSの場合、1日当たり 8.6×10^{-6} 秒ずれる。これに光速（ 299792.458 km/s ）を掛け算すると距離では2.6kmもずれ、補正なしでは使い物にならないことが分かる。

ここで、図4の地球の質量を大きくしていくことを考えよう。質量が大きくなると時空の歪みが大きくなり、時間の進みが遅くなる。さらに質量を大きくするとさらに時空の歪みが大きくなり、さらに時間の進みが遅くなる。電磁波の周波数は1秒間の振動数であるから、時間の進みが遅くなると、私たちから見て電磁波の振動数が減り波長が引き伸ばされて見えることになる。つまり時空の歪みにより赤方偏移（重力赤方偏移）が起こる。やがてついに、私たちから見て時間が進まないほど時空の歪みが大きくなると、電磁波の波長が無限大に伸び、大きく歪んだ領域からの電磁波は私達に向けて伝搬することがなくなる。言い換えると、この



■図4. 時空のひずみの概念図。時空をゴム膜のように表現している。地球の周囲の時空も歪んでいるため、GPS等からの信号を補正しないと正しい位置や時刻が得られない。
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spacetime_curvature.png より。



ような領域の内側からは電磁波によって伝わる一切の情報が届かなくなる。この境界が「事象の地平線」であり、そのような領域は「真っ黒な穴」—ブラックホール—として認識される。事象の地平線の半径は $R_g = \frac{2GM}{c^2}$ となることが分かっており、これをシュヴァルツシルト半径と呼ぶ。

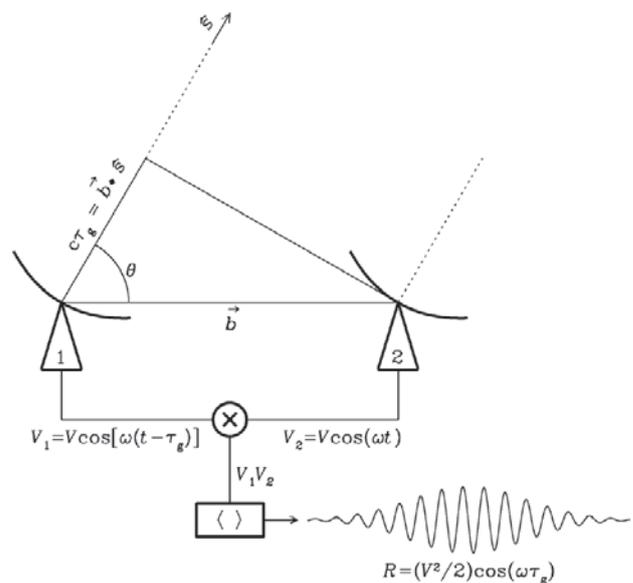
面白いことに、一般相対性理論に基づいて求めたシュヴァルツシルト半径は、ニュートン力学によって求めたものと合致する。ここまで読んだ方は、なぜ私が冒頭で記述したような違和感を持ったのかをご理解いただけるだろう。

3. ブラックホールシャドウを撮像できたVLBI観測とは？

EHTプロジェクト*4は、ブラックホール周囲にある事象の地平線近傍の電波画像を取得し、その画像中心にぼっかりと穴が空いている様子を描き出すことを目的として2012年に始まった。事象の地平線の大きさ（角度）は大変小さいことが予想される。非常に小さい角度分解能の観測を実現する方法が、電波天文観測の一種である超長基線干渉計（Very Long Baseline Interferometer：VLBI）である。EHTプロジェクトは、世界の電波望遠鏡のいくつかをVLBIの手法を用いて連携し、初めて成り立つプロジェクトである。

さて、VLBIの説明の前に（電波）干渉計の説明をしよう。よく知られているように、直径Dのパラボラアンテナが波長 λ で送受信する場合の主ビーム幅FWHMは、 $\frac{\lambda}{D}$ と表される。これから容易に分かるように、ビーム幅を小さくする、すなわち空間分解能を高めるためには、短い波長（高い周波数）を用いるかアンテナを大きくすれば良い。高周波数を受信するための高感度受信機は技術開発により利用可能となってきた。一方、アンテナの大きさをどんどん大きくすると、アンテナ自身の重量により変形してしまい送受信効率が悪化してしまう。

この難点を解消できる技術が干渉計である。これ以降は、信号を受信するケースに限定する。図5に干渉計の原理図（2素子の場合）を示す。干渉計では、複数のアンテナを配置して天体からの電波を受信する。天体は非常に遠方にあるため、天体からの電波は平面波としてアンテナに入射するが、図におけるアンテナ1（左側）とアンテナ2（右側）に電波が入射する時刻は、アンテナ間の距離と天体方向で決まる光路差（図では $c\tau_g$ と表記されている； c は光速）を電波が進む時間 τ_g だけずれる。2つのアンテナから



■図5. 電波干渉計の原理図。遠方にある天体から平面波として地球に到達する電波は、2つのパラボラに光路差 $c\tau_g$ をもって到達する。時間差 τ_g (遅延) を補正しながら2つのパラボラからの信号 V_1 と V_2 を干渉させることにより、天体の輝度分布に対応する相関出力を得る。

(credit : Essential Radio Astronomy, National Radio Astronomy Observatory
<https://www.cv.nrao.edu/~sransom/web/xxx.html>)

の出力電圧 V_1 と V_2 を、遅延を補正しながら相関器に入力し、相互相関関数を計算する。相互相関関数が干渉計からの出力であり、時間の経過に伴って振動する（図5の右下）関数である。これをフリンジ（干渉縞）と呼ぶ。フリンジの振幅に V^2 が入っていることからわかるように、フリンジの振幅は天体放射の強度 V に直接関係する量である。このようにして得られた相互相関関数をフーリエ変換するとクロスパワースペクトラムが得られる。クロスパワースペクトラムは振幅と位相を持つ複素量である。強度の相関を取り、フーリエ変換すると元の強度が得られることは、ウィナー-ヒンチンの定理（Wiener-Khinchin theorem）としてよく知られている。

ここまでは、天体の位置がビーム中心に合致しているとの暗黙の仮定を置いていた。さて、天体の位置がビーム中心から Δl だけずれている場合を考えよう。アンテナ間の距離を D 、受信波長を λ とすると、位相のずれは $\Delta\phi = 2\pi \frac{D \cos\theta}{\lambda} \Delta l$ と与えられる。すなわち、位相差から位置の差を求められることが分かる。 $D \cos\theta / \lambda$ のことを空間周波数（Spatial Frequency）と呼ぶ。空間周波数は何を意

*4 <https://eventhorizontelescope.org/>



味するのでしょうか?周波数は単位時間あたりの振動回数であり、振動の位相を時間で微分した量に比例する。同様に、空間周波数は、フリンジ(干渉縞)の位相を天球面上で空間方向に微分した量であり、1ラジアン当たりのフリンジの振動回数を表している。空間周波数が大きいと、僅かな天体位置の違いでも大きなフリンジ位相差として観測できる。つまり、非常に細かな空間構造を観測できることを意味する。通常、天体には構造があるが、これを点源の重なりとみなせばよく、空間周波数の重ね合わせとして表現できることが分かる。様々な空間周波数成分をできるだけ多く観測し、フーリエ変換すれば、天体の輝度分布が得られることになる。この場合の空間分解能(干渉計のビームの大きさ)は、単一アンテナと同様の式 $\frac{\lambda}{D}$ で表されるが、ここでの D は最大のアンテナ間距離に対応する。言い換えれば、干渉計観測では、アンテナ間距離(基線長という)を大きくすればするほど高い空間分解能が得られる。

より高い空間分解能を得るためにアンテナ間距離を究極まで広げて観測する技術がVLBIである。VLBIでは、各アンテナからの出力信号に精密な時刻信号を付与する形で記録する。通常の干渉計であれば各アンテナで受信した信号をケーブルで相関器に入力することが可能なので、アンテナ間で共通の時刻信号を用いることができる。しかし、VLBI観測に用いるアンテナは100km以上離れている場合が通常であるので、共通の時刻信号を利用することができない。時刻信号は、通常、水素メーザーを基準とした時計が生成したものを使う。時刻信号付きのアンテナ出力信号

は、相関処理を行う所に何らかの手段を用いて物理的に移送された後に相関処理される。地上アンテナをVLBIで用いる場合、最大の基線長は地球の直径である約13,000kmになる。衛星に搭載したアンテナと地上のアンテナを組み合わせれば、軌道長半径が基線長となる観測が可能となる。EHTは、図6に示すように、ほぼ地球直径を基線長とするVLBI観測により実施された。観測周波数は230GHz(波長1.3mm)であるので、空間分解能はおおよそ 20×10^{-6} 秒 = 20マイクロ秒を達成できた。これは視力300万に相当し、月面に置いたゴルフボールが見えるほどの高分解能である。

4. ブラックホールを研究する社会的意味とITU

私たちが非専門家の方向けの講演を行うときによく聞かれる質問に、「宇宙の研究が何の役に立つのですか?」がある。天文学の研究成果が役立つ製品として応用されるわけではないのは明らかなので「(経済的にという意味で)役に立ちませんよ」と答える。

しかし、本記事の執筆を依頼されたことから想像されるように、経済的には役立たなくても、天文学は人々の知的好奇心を大いにかき立てた。ブラックホールというパワーワード(バズワード?)が伴ったという背景はあるだろうが、EHTによる研究成果発表後、マスメディアでは連日ブラックホールシャドウ関連の報道が続いた。人間には誰にでも「知りたい」という基本的な気持ちがある。天文学に限らず、人類の限りない好奇心を満たそうという活動がサイエンスである。面白いと感じれば誰でももっと知りたくなるものである。小さな子供は好奇心が服を着て歩いているようなものである。大人になる過程で好奇心を忘れてしまう場合があるかもしれないが、時には子供の頃を思い出して広い宇宙に心を寄せてみるのも良いだろう。

国立天文台の野辺山宇宙電波観測所の建設予算は約100億円、すばる望遠鏡の場合は約400億円である。確かに巨額の予算である。しかし、日本の人口で割り算すれば、一人当たり、それぞれ100円、400円である。おにぎり1個やコーヒー1杯のお金で宇宙をよく知ることができると考えてみるのはいかがであろうか。

ITUは、有限な電波資源を公平に活用するための国際機関である。電波天文業務は厳しい要求を行ってしまうが、能動業務の皆さんにその要求に応じていただくことで、人類の好奇心に「共に」大いに貢献できるのである。



■ 図6. M87の中心にあるブラックホール周辺の撮像に使われた電波望遠鏡の分布。グリーンランドから南極までカバーしている。(Credit : NRAO/AUI/NSF)



プラットフォーム型ビジネスの台頭に対応したルール整備の最新動向



総務省 情報流通行政局 情報通信政策課 課長補佐 **岡本 健太**

1. はじめに

ICTやデータを活用して第三者に多種多様なサービスの「場」を提供するデジタル・プラットフォームは、革新的なビジネス等を生み出し続けるイノベーションの担い手になっており、その恩恵は中小企業を含む事業者にとっては、市場へのアクセスの可能性を飛躍的に高め、消費者にとっては、その便益向上にもつながるなど、我が国の経済や社会にとって、重要な存在となっている。

一方、複数の利用者層が存在する多面市場を担うデジタル・プラットフォームは、ネットワーク効果、低廉な限界費用、規模の経済等の特性を通じて拡大し、独占化・寡占化が進みやすいとされている。

このような問題が存在する中、欧米各国において、デジタル・プラットフォームを言わば規制のコントロール・ポイント（幾つかに分散して存在する対象の中で、政府による統制を効果的に実現するために規制を及ぼす対象）やゲートキーパーとして捉える動きが見られる。我が国においても、未来投資戦略2018の閣議決定を受け、プラットフォーム型ビジネスに対応したルール整備について検討が行われている。以下では、国内の検討状況を説明する。

2. 検討の経緯

平成30年6月に閣議決定された「未来投資戦略2018」において、プラットフォーム型ビジネスの台頭に対応したルール整備について、以下のとおり記載されている。

【未来投資戦略2018（抜粋）】*1

プラットフォームの寡占化が進む中で、新たなプラットフォーム型ビジネスが次々と創出され、活発な競争が行われる環境を整備するため、特定のプラットフォームからいつでもユーザーが移籍できるデータポータビリティやオープンに接続されることが可能なAPI開放等を含め、中小企業やベンチャーを含めた公正かつ自

由で透明な競争環境の整備、イノベーション促進のための規制緩和（参入要件の緩和等）、デジタル・プラットフォームの社会的責任、利用者への公正性の確保など、本年中に基本原則を定め、これに沿った具体的措置を早急に進める。

上記閣議決定を受けて、日本国内において、プラットフォーム型ビジネスの台頭に対応したルール整備の検討が本格化した。

3. 政府における検討の概要

(1) デジタル・プラットフォームを巡る取引環境整備に関する検討会の設置

総務省、経済産業省及び公正取引委員会は、上記2の閣議決定において、「本年中に基本原則を定め、これに沿った具体的措置を早急に進める」べきものと定められたことを踏まえ、競争政策、情報政策、消費者政策等、多様な知見を有する学識経験者等からなる「デジタル・プラットフォームを巡る取引環境整備に関する検討会」（以下「本検討会」という。）を同年7月10日に設置し、調査・検討を進めてきた。

(2) 中間論点整理・基本原則の公表

本検討会において、同年11月5日に中間論点整理（案）を公表し、意見募集を実施するとともに、事業者ヒアリングを実施し、これらを踏まえ、同年12月12日、中間論点整理を取りまとめ、公表した。

上記中間論点整理を踏まえ、総務省、経済産業省及び公正取引委員会において、同年12月18日、「プラットフォーム型ビジネスの台頭に対応したルール整備の基本原則」（以下「基本原則」という。）*2を策定した。基本原則の概要は以下のとおりである。

*1 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2018_zentai.pdf

*2 http://www.soumu.go.jp/main_content/000590253.pdf



【基本原則の概要】*3

1. デジタル・プラットフォームに関する法的評価の視点

検討を進めるに当たっては、デジタル・プラットフォームが、①社会経済に不可欠な基盤を提供している、②多数の消費者（個人）や事業者が参加する場そのものを、設計し運営・管理する存在である、③そのような場合は、本質的に操作性や技術的不透明性がある、といった特性を有し得ることを考慮する。

2. プラットフォーム・ビジネスの適切な発展の促進

革新的な技術・企業の育成・参入に加え、プラットフォーム・ビジネスに対応できていない既存の業法について、見直しの要否を含めた制度面の整備について検討を進める。

3. デジタル・プラットフォームに関する公正性確保のための透明性の実現

- ①透明性及び公正性を実現するための出発点として、大規模かつ包括的な徹底した調査による取引実態の把握を進める。
- ②各府省の法執行や政策立案を下支えするための、デジタル技術やビジネスを含む多様かつ高度な知見を有する専門組織等の創設に向けた検討を進める。
- ③例えば、一定の重要なルールや取引条件を開示・明示する等、透明性及び公正性確保の観点からの規律の導入に向けた検討を進める。

4. デジタル・プラットフォームに関する公正かつ自由な競争の実現

例えば、データやイノベーションを考慮した企業結合審査や、サービスの対価として自らに関連するデータを提供する消費者との関係での優越的地位の濫用規制の適用等、デジタル市場における公正かつ自由な競争を確保するための独占禁止法の運用や関連する制度の在り方を検討する。

5. データの移転・開放ルールの検討

データポータビリティやAPI開放について、イノベーションが絶えず生じる競争環境の整備等、様々な観点を考慮して検討を進める。

6. バランスのとれた柔軟で実効的なルールの構築

デジタル分野におけるイノベーションにも十分に配慮し、自主規制と法規制を組み合わせた共同規制等の柔軟な手法も考慮し、実効的なルールの構築を図る。

7. 国際的な法適用の在り方とハーモナイゼーション

我が国の法令の域外適用の在り方や、実効的な適用法令の執行の仕組みの在り方について検討を進める。規律の検討に当たっては国際的なハーモナイゼーションも志向する方向で検討する。

(3) 未来投資会議（第23回）における議論

また、平成31年2月13日、未来投資会議（第23回）において、構造改革徹底推進会合会長より、「内閣官房にデジタル市場の競争状況の評価等を行う専門組織を設置する」、「デジタルプラットフォーム企業と利用者間の取引の透明性・公正性の確保のためのルール整備」及び「データの移転・開放の促進等」の3項目が「デジタル市場のルール整備についての検討項目」として提出された。このうち、ルール整備に関わる「デジタルプラットフォーム企業と利用者間の取引の透明性・公正性の確保のためのルール整備」及び「データの移転・開放の促進等」の内容は以下のとおりである。

【デジタル市場のルール整備についての検討項目（抜粋）】*4

2. デジタルプラットフォーム企業と利用者間の取引の透明性・公正性の確保のためのルール整備

①企業結合

- ・デジタル市場においては、企業の市場シェアが小さくても、データの独占により競争阻害が生じるおそれがある。独禁当局は、デジタル市場についての知見が弱いこともあり、十分な勘案ができていないとの指摘がある。
- ・このため、データの価値評価を含めた企業結合審査のためのガイドラインand/or法制整備を図る。その際、イノベーションを阻害することのないよう留意する。

②取引慣行等の透明性・公正性

- ・デジタルプラットフォーム企業は、中小企業・ベン

*3 http://www.soumu.go.jp/main_content/000590254.pdf

*4 <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/dai23/siryout2.pdf>



チャー、フリーランス (Gig Economy) にとって、国際市場を含む市場へのアクセスの可能性を飛躍的に高める。

- ・他方、デジタルプラットフォーム企業と利用者間の取引において、(a) 契約条件やルールの一方的押し付け、(b) サービスの押し付けや過剰なコスト負担、(c) データへのアクセスの過度な制限等の問題が生じるおそれがある。
- ・このため、デジタル市場に特有に生じる取引慣行等の透明性及び公正性確保のための法制and/orガイドライン整備を図る。
- ・一方で、ルール整備が第4次産業革命のデジタルイノベーションを阻害することのないよう、当初は comply or explain (従うか、または、従わない理由を説明する) といった自主性を尊重したルールを検討する。
- ・具体的には、契約条件や取引拒絶事由の明確化・開示、ランキング (商品検索結果の表示順) の明示、デジタルプラットフォーム企業が自身の商品・役務提供を優遇する場合の開示、最恵国待遇条項 (取引先の中で最も有利な取引条件を求めること等) を求める際の開示、あるいは苦情処理システムの整備義務といった項目について検討を行う。

3. データの移転・開放の促進等

金融分野、医療分野、といった具体的分野ごとにデータポータビリティ・API開放について具体的制度設計を行う。また、レガシー規制などについて、デジタル市場に即したルールの整備を図る。この際、規制改革推進会議と連携する。

(4) 基本原則に基づく具体的検討の概要

ア. デジタル・プラットフォーマーの取引慣行等に関する実態調査

公正取引委員会は、平成31年1月、基本原則3①を受けてデジタル・プラットフォーマーの取引慣行等に関する実態調査の一環として、オンラインモール運営事業者の取引実態に関するアンケート調査、アプリストア運営事業者の取引実態に関するアンケート調査及びデジタル・プラットフォームサービスの利用者 (消費者) に対するアンケート調査を

実施し、同年4月17日、上記調査の中間報告*5を取りまとめ、公表した。同中間報告の概要は以下のとおりである。

【中間報告の概要】*6

(オンラインモールの利用事業者に対するアンケート結果)

- ・運営事業者により規約を「一方的に変更された」、規約変更の中に「不利益な内容があった」との回答が多かった。
- ・運営事業者による出店・出品の不承認が行われた場合、その理由について「説明はなかった」との回答が多く、運営事業者の説明に「納得できなかった」との回答も多かった。
- ・運営事業者から、商品の販売価格又は品揃えに関する「要請や指示を受けたことがあった」との回答が一定程度存在し、運営事業者による要請等の根拠に関する説明に「納得できなかった」との回答が多かった。

(アプリストアの利用事業者に対するアンケート結果)

- ・運営事業者により規約を「一方的に変更された」との回答が多く、規約変更の中に「不利益な内容があった」との回答が一定程度存在した。
- ・運営事業者によるアプリの不承認が行われた場合、その理由について「説明があった」との回答が多かったものの、運営事業者の説明に「納得できなかった」との回答が多かった。
- ・利用事業者が運営事業者に支払う手数料について、アプリ利用者から支払われる額の「30%」との回答が多く、手数料に関する問題点として「手数料の水準が高額である」を挙げる回答が多かった。

イ. 透明性・公正性確保等に向けたワーキング・グループ
総務省、経済産業省及び公正取引委員会は、基本原則及び未来投資会議における議論を踏まえて、本検討会の下に学識経験者や実務家から成る2つのワーキング・グループを立ち上げた。基本原則3③に関連して「透明性・公正性確保等に向けたワーキング・グループ」(主査:大橋弘東京大学大学院経済学研究科教授。以下「WG1」という。)を設置し、検討を行った。WG1は、同年3月5日から4月18日

*5 <https://www.jftc.go.jp/houdou/pressrelease/2019/apr/kyokusou/190417betten.pdf>

*6 <https://www.jftc.go.jp/houdou/pressrelease/2019/apr/kyokusou/190424gaiyou.pdf>



にかけて、3回の会合を開催し、「取引環境の透明性・公正性確保に向けたルール整備の在り方に関するオプション(案)」を取りまとめ、本検討会に報告した。本検討会における議論を踏まえ、「取引環境の透明性・公正性確保に向けたルール整備の在り方に関するオプション」*7が取りまとめられ、公表された。同オプションの概要は以下のとおりである。

【取引環境の透明性・公正性確保に向けたルール整備の在り方に関するオプションの概要】*8

(基本的な視点)

- ・自由競争やイノベーションによって実現された地位(市場支配力)自体ではなく、競争優位にある力を濫用して公正な競争を歪める等の行為が問題。デジタル・プラットフォーム経済の健全な発展のためには、利用者との関係はもちろん、事業者との関係も含め、公正な取引慣行の実現が必要。
- ・一方、包括的で介入的な規制、硬直的な規制によって、未知のイノベーションを阻害し、利用者の便益を低下させることは避ける必要。変化の早いデジタル市場におけるイノベーションの維持・促進とのバランスのとれたルール整備が何より重要。

(ルール整備の方向性とオプション)

- ・過剰規制回避の観点からは、独占的な事業者に対する規制、一般的な「業」規制ではなく、競争制限のおそれがある行為を事後規制として捉える独占禁止法の積極運用を中心に据えることが望ましい。
- ・デジタル・プラットフォームを巡る競争優位性に伴う不公正取引のおそれについても、独占禁止法の規制の適用による対応は可能。
- ・一方、変化が激しく、依存度の高い中小企業・ベンチャー小規模事業者が存在する中、厳格な事後規制の執行である独占禁止法には、その性質上、迅速かつ効果的な救済や透明性を実現するための明示・開示の義務付け等には限界があり得る。そこで、独占禁止法の迅速かつ適切な執行を可能とする方策を検討するとともに、独占禁止法を補完してデジ

タル市場の透明性・公正性を促進する規律を検討し、これらを両輪として公正な競争環境等の実現を図るべき。

- ・独占禁止法の迅速かつ適切な執行を可能とする方策のオプションとして、①ガイドラインの制定、②特殊指定の告示、③確約手続の積極活用、④事業者団体の組成、⑤40条調査を含む継続的な市場の実態調査。

(独占禁止法を補完する規律の在り方)

- ・包括的で介入的な類の事前規制ではなく、以下の観点から、一定の開示・明示義務を中心に設計。
 - ①独占禁止法違反の未然防止のための規律
 - ②利用者の合理的選択を促すための規律
 - ③利用者のスイッチング・コストを下げるための規律
- ・自主規制、法規制、共同規制の中から、自主性・柔軟性と実効性のトレードオフ関係に留意しつつ検討していくことが必要。
- ・民事措置のみならず、行政措置も含めたエンフォースメントの検討が必要。
- ・対象とする類型、規模についても検討が必要(オンラインモール、アプリストアを議論の起点とし、ある程度巨大なプラットフォームに限定することが考えられる)。

ウ. データの移転・開放等の在り方に関するワーキング・グループ

また、同様に、基本原則及び未来投資会議における議論を踏まえ、基本原則5に関連して「データの移転・開放に向けたワーキング・グループ」(主査:岡田羊祐一橋大学大学院経済学研究科教授。以下「WG2」という。)を設置し、検討を行った。WG2は、同年3月28日から4月19日にかけて、3回の会合を開催し、「データの移転・開放等の在り方に関するオプション(案)」を取りまとめ、本検討会に報告した。本検討会における議論を踏まえ、「データの移転・開放等の在り方に関するオプション」*9が取りまとめられ、公表された。同オプションの概要は以下のとおりである。

*7 http://www.soumu.go.jp/main_content/000620281.pdf
 *8 http://www.soumu.go.jp/main_content/000620283.pdf
 *9 http://www.soumu.go.jp/main_content/000620282.pdf



【データの移転・開放等の在り方に関するオプションの概要】^{*10}

(データの移転・開放ルールの内容)

- ・データ移転・開放の手法（開示、直接移転、アクセス（API開放））については、最低限いずれかの方法によりデータを再利用できることを原則
- ・可能な限り、データの移転・開放の対象や取扱条件の明確化や、利用者が簡易に指示できる操作性を確保
- ・データの移転・開放の実効性を高めるため、データの相互運用性（移転するデータ形式の規格の公開等）を確保
- ・データの移転・開放の事業者と利用者間のコスト分担については、イノベーションやサービス向上のための投資インセンティブを阻害しないこと等も勘案し検討

(データの移転・開放ルールの対象)

- ・データの移転・開放ルールが課せられるデジタル・プラットフォーム等は、利用者のロックインの程度や市場の状況等を踏まえて限定
- ・データの移転・開放を求めることができる利用者（消費者、事業者）は、幅広く対象

(ルール導入のアプローチ等)

- ・ルールの策定・執行のためのアプローチとしては、法規制、自主規制、共同規制が考えられるが、技術の変化のスピードへの対応等も考慮
- ・海外へのデータ移転に係るセーフガードの在り方等については、国際合意等にも留意
- ・執行については、モニタリングを的確に実施する仕組みとともに、苦情処理の仕組み等を活用した適切な執行を確保する仕組みを検討

エ. 小括

以上の検討状況は、取引環境の透明性・公正性確保に向けたルール整備の在り方に関するオプション及びデータの移転・開放等の在り方に関するオプションの整理であり、上記各オプションの内容は、立法を含むルール整備に向け

て、政府において今後のさらなる検討が行われるものである。また、公正取引委員会の調査についても、上記の調査結果を受けて、直ちに独占禁止法上の措置を講ずることができる状況にまでは至っておらず、今後のさらなる調査が必要としている。

(5) 未来投資会議（第28回）における議論

上記3（4）イ及びウの各オプションが公表された後の、令和元年6月5日、未来投資会議（第28回）に提出された「成長戦略実行計画案」^{*11}において、「デジタル市場のルール整備」について記載されている。このうち、プラットフォーム型ビジネスの台頭に対応したルール整備に関する対応の方向性としては、本年2月の未来投資会議（第23回）で提出された「内閣官房にデジタル市場の競争状況の評価等を行う専門組織を設置」、「デジタル・プラットフォーム企業と利用者間の取引の透明性・公正性の確保のためのルール整備」及び「データの移転・開放の促進等」の3つの項目が具体化されている。

特に、デジタル市場の競争状況の評価等を行う専門組織の所掌事務について、①デジタル市場における競争状況の評価、②様々なプラットフォーム・ビジネスについてのルール整備、独禁法、個人情報保護などの課題の調査・提言、③中小企業・ベンチャーなどを含めたデジタル市場の活性化に向けた提言、④G7等の国際的作組みにおけるデジタル市場の競争評価に関するルールづくりへの参画等とすることが記載されている。

4. 今後の動向

平成31年3月29日、基本原則3②及び未来投資会議を受けて、内閣官房にデジタル市場の競争状況の評価等を行う専門組織の設置のため、デジタル市場競争評価体制準備室が設置された。今後の具体的施策については、デジタル市場競争評価体制準備室及び今後設置される予定の専門組織を中心として具体的に検討される予定である。

政府では、今後設置される予定の専門組織を中心として、立法を含むルール整備に向けて各オプションの内容を参考としつつ、さらなる調査・検討が行われる予定である。

*10 http://www.soumu.go.jp/main_content/000620548.pdf

*11 <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/dai28/siryoul.pdf>

AI for Good Global Summit 2019 参加報告



一般社団法人情報通信技術委員会 企画担当 **かねこ 金子** **まい 麻衣**

2019年5月28日から31日まで、AI for Good Global Summit 2019 (以下、AIサミット) がジュネーブの国際会議場 (CICG) で開催された。本稿では、AIサミットの全体概要と主なトピックについて紹介する (図1)。

開催期間	毎年5 or 6月の3~4日間
開催場所	ジュネーブ国際会議場 (CICG)
主催	ITU
協力	XPRIZE*1 XPRIZE Acm*2
国連パートナー	WHO・UNICEF等37団体
概要	<ul style="list-style-type: none"> 国連の持続可能な開発目標(SDGs)達成に向けたAIに関するグローバルで包括的な対話のための国連プラットフォーム 4~5つのテーマ(Break through group)が同時進行で開催

■ 図1. AI for Good Global Summitの概要

1. AI for Good Global Summitとは

本サミットは、政府、産業界、学术界、メディア、37の国連関係機関、そしてACM (米国コンピュータ情報学会)、XPRIZE財団をパートナーとして結集したAIに関する国際的なイベントである。2017年から年1回開催され、今年で

3回目となる。2019年の今年は、120か国以上2,000名以上の来場者、7,000名以上のWeb参加、300名を超える講演者を迎え、過去最大の規模となった。

開催の背景は、ITUや国連が、近年急速な進歩を遂げるAIが社会的課題を解決し、国連の持続可能な開発目標 (以下、SDGs) の進展を加速させる大きな可能性を秘めていると捉えているからである。世界中で生活を向上させるためにAIの力をどのように活用するか、教育・医療・健康福祉・商業・農業・宇宙など幅広い分野における活発な議論や、産官学連携によるプロジェクトの生成を通じて、SDGs実現を加速させるAIの実用化を目指している。

2017年にAIの可能性について言及するグローバルな対話を開始し、2018年はさらに踏み込んで、SDGsの達成を支援するAIソリューションの開発を実現するプロジェクトの発足に取り組んだ。2019年は、AIイノベーターと課題を抱える政府・公共・民間等とを結び付け、実用化に向けたコラボレーションを加速することを目標に掲げた。今後、具体的なプロジェクトが発足するものと思われる。2018年にはAIリポジトリが設定され、既に150以上のプロジェクトが登録されている (図2)。

	2017年	2018年	2019年
目的	AIに関する包括的なグローバル対話	SDGsの達成を支援するAIのソリューション開発	SDGs達成を加速させるAIの実用化
主な成果	AIリポジトリの設定 FG-MLSGの発足	35のプロジェクト提案 FG-AI4Hの発足	教育で2つのプロジェクト発足 今後その他プロジェクトが発足予定
テーマ Break through group	<ol style="list-style-type: none"> Privacy, Ethics & Societal Challenges Capacity Building & Poverty Reduction Common Good & Sustainable Living Investment, Economic Aspects & Designing the Future 	<ol style="list-style-type: none"> AI & Smart Cities and Smart Communities AI & Health The Eye in the Sky: Space, AI & Satellite Trusting AI - Will Mankind Master the Machine, or Vice Versa? 	<ol style="list-style-type: none"> AI and Health AI and Education AI and Human Dignity and Equality Scaling AI AI for Space
講演者	70人以上	150人以上	300人以上
参加者	500人以上 Web5,000人以上	49か国700人以上 Web参加人数不明	120か国以上2,000名以上 Web7,000人以上
メディア	ジャーナリスト 45名 累計視聴者数1億人以上 (多言語) SNS等 300万人以上	ジャーナリスト 40名以上 累計視聴者数10億人以上 (多言語) 1,000近いメディアで放送	ジャーナリスト 40名以上 累計視聴者数13億人以上 (多言語)

■ 図2. AI for Good Global Summit 3年間の比較

*1 世界中のイノベーターを支援する非営利団体の財団、賞金レースを運営

*2 NYにあるコンピュータ科学分野の国際学会



5/28	5/29	5/30	5/31
オープニング ITU事務総局長・WMO事務局長 WIPO理事長・XPRIZE財団取締役 ACMのCEO・EOSG	Break through Session 以下5つに分かれて開催 ()は主催・担当企業 ① AI and Health (WHO) ② AI and Education (Iridescent(米国非営利団体)) ③ AI and Human Dignity and Equality (UNESCO, UNISEF等) ④ Scaling AI (Ocean Protocol(仮想通貨プロジェクト)等) ⑤ AI for Space (XPRIZE)	AIの今後の課題の検討 SDGs・農業・ロボット・科学	テーマ別セッション・パートナーワークショップ ① Smart and Safe mobility ② AI Storytelling ③ AI Guidelines ④ AI Commons ⑤ Planet ⑥ AI for Good in cities ⑦ 5G ⑧ 公共事例 ⑨ 若者のリテラシー
基調講演 マイクロソフト執行副社長 シェンズ取締役会議長		パートナーワークショップ 発展途上国におけるヘルスケアシステム等	
Storytellers Black in AIの共同創設者 等		Break through Sessionの結果報告	
Break through teamsの紹介			
クロージング講演 レイ・カーツワイル氏 (著作「The Singularity Is Near」で有名)			
デモ			

■図3. AI for Good Global Summit 2019の主なプログラム構成

2. AI for Good Global Summit 2019のトピック

2.1 プログラム構成

メインのプログラムは、Break through Sessionと呼ばれるプロジェクトの発足を目的としたテーマ別のセッションである。毎年テーマが4～5つ設定されている。2019年度は、① AI and Health ② AI and Education ③ AI and Human Dignity and Equality ④ Scaling AI ⑤ AI for Spaceの5つが同時進行で開催された(図3)。

その他は、初日や最終日に開催されたサミットの幹部・関係者による講演や、パートナー企業によるワークショップと、講演プログラムと同時若しくは休憩時間に開催されるデモ・展示等があった。今年初の試みとして音楽等芸術分野でのAI・ICT活用について、著名なミュージシャンらのパフォーマンスも披露された。

2.2 オープニング講演

(1) ITU事務総局長 Houlin Zhao氏

AIは我々の生活を変える。安全で信頼された包括的なAIへの道は、政府、産業界、学界、市民社会の間の前例のない共同作業を必要とする。AIサミットはAIに関する対話のための主要な国連プラットフォームであり、世界中のパートナーとの協力により、AI技術の信頼性、安全性、包括的な開発、その恩恵への公平なアクセスを確保している。

(2) 世界気象機関(WMO)事務総長 Petteri Taalas氏
WMOは毎日ビッグデータを扱い、世界中で収集された膨大な量のデータに基づいて24時間365日の運用予測システムを運用している。AIサミットでプロジェクトを生み出し、全ての人々が安全にアクセスできるようにすることが目標である。

(3) 世界知的所有権機関(WIPO)取締役 Francis Gurry氏

1950年代以来34万件のAI特許出願が提出された。AIは経済と社会を変革している最も重要な技術の一つであると同時に、AIにはそれを取り巻く緊急の経済的、社会的、倫理的な問題がある。問題を解決するために、何よりも対話が必要である。

(4) XPRIZE財団CEO Amir Ansari氏

AIとデータは、人類が直面している最大の課題を解決する基本的なツールである。我々は、AI革命の予期せぬ結果についても議論し、実現可能性の高いソリューションのために取るべき行動を提案する。

(5) ACMのCEO Vicki Hanson氏

AI技術者と、政府・産業界のリーダー等を結集させることで、差し迫った世界の課題にAIを適用する新しい方法が提案され実現される。こういったコンピューティング技術が明日問題解決するのに役立ち、職業を発展させ、良い影響を与えることを望む。



(6) EOSG^{*3}事務次長

Fabrizio Hochschild Drummond氏

AIサミットはSDGs達成に向けてAI等のテクノロジーを
発展させるイベントであり、考え得るリスクを共に解決し、
標準に発展させる重要な会合である。

2.3 基調講演等

(1) マイクロソフトEVP Jean Philippe Courtois氏

今後全ての企業がソフトウェア企業になる。AIはその
変革の中心として、人・モノ・活動の検出を可能にするの
と同時に、新世代のビジネスエージェント・専門家となる。
事例としてAI、IoT、クラウドをベースに、ドローンやセ
ンサーで収集したデータを駆使する農業分野の改善を
図るプロジェクト「Farm Beats」を紹介した。

AIを活用して3つの社会課題(①AI for Earth(環境
対策) ②AI for Accessibility(障がい者支援) ③AI
for Humanitarian Action(AIビジネススクールを通じた
リーダー向け育成))に取り組むプログラムを紹介、1億
1,500万ドルを拠出したことを発表するとともに、自社独
自のAI principlesを紹介し、AIに対する革新的な取組
みをアピールした。

(2) シーメンス取締役会議長 Jim Hagemann Snabe氏

産業用AIの前提条件を、①Focus:産業用AIへの投
資に注力 ②Infrastructure:5Gの実装等必要な基盤
の構築 ③Data:AIデータの可用性を確保(データ独占
を回避)の3つとし、産業用AIの原則を、①Trust:プ
ライバシー、セキュリティ、説明性を考慮した設計 ②
Accountability:人的責任の割当て ③Enhancement:
人的能力の向上、と簡潔に語った。

(3) Google AI技術者・Black in AIの共同創設者

Timnit Gebru氏

AIにおける“Black skin”の認識率の低さについて実
験データを用いて説明し、社会的バイアスを取り除くた
めに、必要なデータの収集やその収集方法、評価モデ
ルの必要性を強調した。

(4) アメリカの発明家・実業家 Ray Kurzweil氏

技術的進歩の予測的中させる、著書「The Singularity
Is Near」で知られる同氏が遠隔から初日のクロージング
講演を行った。オリジナルの統計データを示し、「AIの
進歩によって将来は改善される。科学技術の進歩は直

線的ではなく指数関数的に進歩する。人間はクラウドに
接続することで拡大した脳を持ち、知性は100倍になる
であろう。」と予測した。

2.4 Break through Session「AI for Health」

同時進行で5つのセッションが行われるため、日本でも
関心が高い健康福祉関連の「AI for Health」を選択した。

(1) 概要

昨年のAIサミットを通じて、ITUのICTのノウハウと、
世界保健機構(WHO)の健康のノウハウを融合させるべ
く、Focus Group on AI for Health(以下、FG-AI4H)
を発足させた。乳がん、アルツハイマー病、目や皮膚病
などの健康問題に対処するために、AIを活用した健康
手法の評価と国際標準化に向けたフレームワークの開発
を目指している。

(2) ウェルカムセッション

ITU電気通信標準化局長のChaesub Lee氏は、FG-
AI4Hの重要なミッションは保健データのアクセスと適切
な利用におけるベストプラクティスを確立することだと語
り、オープンなプラットフォームへの参加を呼び掛けた。
WHOチーフサイエンティストのSoumya Swaminathan
氏は、ヘルスケア関連のアプリが多く世の中に出回って
いる一方で、リスクもあり品質保証に対処するために、
ガバナンス・フレームワークが必要と強調した。

WHOのCIO Bernardo Mariano氏は健康管理におけ
るデータの流れを、ドイツ連邦保健省医薬品研究所責任
者のWolfgang Lauer氏は、メディカルアプリや医療機器
のサイバーセキュリティ対策のガイドラインを公表し、価
値創造とデータ保護のバランスの重要性について述べた。

FG-AI4Hの議長で、フラウンホーファー研究所のエグ
ゼクティブディレクター Thomas Wiegand氏は、FG-
AI4Hには11のトピックグループがあり、活動の5つのス
テップ①コミュニティの形成(専門家の収集) ②提案
③評価(参照データ及び評価基準の設定) ④レポート
の発行 ⑤普及・展開(AIを活用したヘルスケアソリュー
ションの実用化)を踏み活動を行っているとし、AIソ
リューションの品質管理で網羅すべき5つのポイント(①
パフォーマンス測定 ②堅ろう性 ③不確定性 ④説明
可能性 ⑤一般化可能性)を示した。FG-AI4Hの副議
長で、週刊総合医学ジャーナルLancetのNaomi Lee氏

*3 Executive Office of the Secretary-Generalの略



は、医療分野保守的でAIの活用が遅れていると説明し、ベルリン大学病院のFrederick Klauschen教授は、FG-AI4Hのトピックグループの活動としてがん細胞の発見にAIを活用する事例を紹介しながらベンチマークの定義を示し、検証とベンチマークの必要性を訴えた。

(3) パーソナルヘルスケアとAI

マイクロソフトイスラエルヘルスケアのHadas Bitran氏は、AIを活用したヘルスケアbotや診断チャットの事例を、YourMDのJonathon Carr-brown氏は、適切なプライマリ・ケアを提供する健康管理ソリューションを紹介し、低コストで診断をサポートするAIの可能性を示した。Ada Health常務取締役のHila Azadzoy氏は、世界の4億人がプライマリ・ケアサービスにアクセスできておらず、中国では診察時間が2分という現状を示し、それらを解決するための開発した130か国、5言語に対応した健康管理アプリを紹介した。BaiduのAIヘルスケア部門シニアディレクター Yan Huang氏は、ハイスペックな病院に患者が偏る不均衡に直面し、医師を支援する臨床意思決定支援システム (DISS) を開発し95%の精度を実現したと発表した。

(4) AIにおける研究と政策

3Derm SystemsのCEO Liz Asai氏は、AIを活用することで皮膚科に匹敵するレベルで皮膚がんを分類することができる独自のスキニメージングシステムを示し、異なる民族をカバーするには、データセットの多様性が欠かせないと締めくくった。診療行為や患者データを収集したレポートを公開するFDAのKhair ElZarrad氏は、ヘルスケア分野のデータ活用の重要性を提示し、データの品質を担保するために、開発の初期段階から組み込み、規制当局とのコミュニケーションの重要性を訴えた。前述のマイクロソフトのBitran氏は、医療現場で医師をサポートするAI搭載システム「Project EmpowerMD」を紹介し、システムを改善するために臨床文書の自動化を促進していると述べ、関係部門との連携が必須であると強調した。

(5) 「AI for Health」セッションのまとめ

AIとデータは切り離せないものであり、特に高品質データの重要性は議論全体を通じて共通の認識であっ

た。AIとデータは医療現場の人材不足を補完し、クラウドベースの健康管理やオンライン相談・診断などの提供に役立つ一方で、患者の安全を担保するためには、複数機関をまたがって大量のデータを連携させ、それらを適切に管理運営するベンチマークの必要性が改めて浮き彫りとなった。

企業事例の中で診断支援アプリが多数出ていたが、FG-AI4Hは、AIを活用したヘルスケア系のアプリの提供に中心的な役割を果たし、健康問題や治療のためのAIアルゴリズムやフレームワークの標準化に取り組むと改めて発表された。

(6) 他のBreak through Session概要

「AI for Health」セッションと同時に開催された他のセッションの概要を図4に示す。

2.5 ワークショップ(企業向けAI&機械学習のユースケース)

マイクロソフトSolution ArchitectのAshok Samal氏は、AIプラットフォームの概要を示すとともに、全ての会話の背後にAIを活用することが目標と述べた。既に世界中1,000以上の企業と進めており、一番の強みは開発者が共通のフレームでUWP*4・WPF*5・NET*6・iOS・Android・HTML等複数のプラットフォームに展開できることであるとアピールした。

LiveTilesのマーケティングリーダー Paul Conneally氏は、カウンセリングチャットのWoebotと自分に似たチャットボットを作ることができる「Replica」を紹介。Woebotは思考の偏りや思い込みがない分、人間のセラピストより優れているという心理学者もいる。Replicaに内蔵しているボットは、ユーザの気分、パターン、好み、話し方を徐々に習

AI and Education	AI and Human Dignity and Equality	Scaling AI	AI for Space
<ul style="list-style-type: none"> サミットの成果で2つのプログラムを発表 ①世界最大の家族向けAI教育プログラム 8,000人の親子と150の教育を対象 ②世界最大のAIメンタリングプログラム 教育の専門家1,000名がAIを学びやすくなる実践プログラム 	<ul style="list-style-type: none"> 官民が協力して、AIの開発、教育、労働力への組み込みを確保する戦略を策定することが前提 AIと子供の権利を守る政策ガイダンスの策定を原案 関連サイト「Technoladies」をオープン予定 	<ul style="list-style-type: none"> オープンプラットフォームと新しいテクノロジーを活用して、データやモデルを共有 マルチ・ステークホルダーで様々なスキルを有する人材を連携 貧困や気候変動に対処するため、5年間で、100か国と連携し50のプロジェクトを発足させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 膨大な宇宙データは気象現象の監視や気候変動の対応に役立つ 宇宙分野で有益なAIを実現するためのデータ要件に関する共通の合意を見つける AIと宇宙のガバナンスに関する幅広い原則の合意に向けての第一歩を踏み出す

■ 図4. 2019年のBreak through Sessionの概要

*4 ユニバーサルWindowsプラットフォームの略でWindows10を搭載する様々なデバイスで実行できるプラットフォームアプリ

*5 Windows Presentation Foundationの略で、ユーザインタフェースシステム

*6 マイクロソフトが開発したアプリケーション開発・実行環境

得していくため、自分自身と話していく気分になる。AIとカスタマイズされたチャットボット機能を利用したセルフサービスのプラットフォームの展開を目指す展望を語った。

2.6 クロージング

ITU電気通信標準化局長のChaesub Lee氏、ITU電気通信開発局のDoreen Bogdan-Martin氏、XPRIZE財団宇宙大使のCEO Anousheh Ansari氏は、「The Other 50%」と題して、発展途上国を中心に世界の半分の人々がICTの恩恵を被っていないと問題提起し、ITUとXPRIZE財団がコラボして、これからの20年、30年でそれらを解消すると宣言した。そのためにアイデアや意見が必要だと参加者に呼び掛けた。

ITU事務総局長 Houlin Zhao氏は、AIサミットは他にはない、世界中の複数の分野から利害関係者を招集して、AIがどのように適用され、幅広い問題をどのようにサポートできるか真剣に検討する場である。SDGsと整合することはAIが人類の健康に積極的に影響を及ぼし、全ての学生に質の高い教育を提供することを意味すると短いスピーチを締めくくった。

3. まとめ

AIサミット参加のメリットは、①AIイノベーターと、AIを活用したい企業・自治体の両方と接点を持つことができる。②参加型で積極的に課題を共有できる ③周囲の賛同を

得られればプロジェクトを発足することができる (ITUが推奨) ④スポンサーからの様々な援助が期待できる、の4点が挙げられる。主催者 (ITU・国連・XPRIZE財団) のパワーもさることながら、スポンサーの存在が大きい。図5のパートナー一覧を見て分かるように、豊富な資金力を持つ財団や、オープンイノベーションやコラボレーションをミッションとする団体やコンサル企業が半数を占めており、効果的にアピールすることで資金獲得の可能性もある。

マイクロソフトは唯一のプラチナスポンサーということもあり、基調講演のインパクト、会場内に企業専用ブースを設置したり、複数のプレゼンテーションに参加するなど最も存在感を放っていた。しかしながら、全ての企業や団体の取組みが先進的であるわけではなく、日本が優れていると思われるソリューションも多数存在した。来年の4回目は、2020年5月4日～8日の開催が決定されている。今年、日本企業の出展や講演がなく、来場者にも日本人はほとんど見られなかった。来年は、グローバル市場を狙う日本企業や、先進事例を有する日本の自治体がAIサミットで存在感を発揮できるように、TTCの専門委員会や研究会活動などを通じてバックアップしていきたい。

本掲載は、TTCレポートvol.34 No.2 (2019年7月号) から抜粋したものである。

参考文献

<https://aiforgood.itu.int/>

Grade	企業	団体
Platinum	Microsoft	
Gold	PwC コンサル	米国コンピュータ学会 The Kay Family Foundation 米国財団 AUTONOMOUS DRIVING ALLIANCE
Silver	Deloitte. コンサル	zero abuse PROJECT 米国虐待防止プロジェクト
Bronze	LiveTiles 米国ソフトウェア	
Supporter	[TECHNOSSUS] コンサル stradigi カタンのAI企業	foundation BOTNAR スイスの財団
Content	IVOW 米国ストーリーテリング Access Partnership イギリス公共政策会社 swesnex network スイスハブ-ジョン連携 foraus スイスシンクタンク	IEEE Montréal モントリオール市 DIPLO マルタとスイスの財団 STATE ヘルシンキ フィンランド財団 UNHCR UNICEF OCHA OHCHR Okular-Analytics EPFL スイス連邦工科大学ロザンヌ校 JIPS スイスデータ収集分析 idiap スイス研究機関 DEEP※

※ACAPS, IDMA, IFRC, JIPS, UNHCR, UNICEF, OCHA, OHCHR, Okular-Analyticsが統括するプロジェクト

■図5. AIサミット2019のパートナー一覧

ITU-R SG5関係会合 (WP5A,5B,5C) の結果について

総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課 新世代移動通信システム推進室 システム開発係 **三宅 雅** み やけ まさのり

総務省 総合通信基盤局 電波部 基幹・衛星移動通信課 基幹通信室 国際係 **東 良樹** あずま よしき

総務省 総合通信基盤局 電波部 基幹・衛星移動通信課 振興係 **山本 隆大** やまもと たかひろ

1. はじめに

国際電気通信連合無線通信部門 (ITU-R) SG5 (地上業務研究委員会) 関連会合が、2019年4月から5月にかけてスイス (ジュネーブ) において開催されたので、その概要を報告する。

SG5は、陸上・航空・海上の各移動業務、固定業務、無線測位業務、アマチュア業務及びアマチュア衛星業務を所掌しており、議長は、英国のMartin Fenton氏が就任している。SG5は表1に示すとおり、4つのWorking Party (WP) と1つのTask Group (TG) から構成され、2019年4-5月期はWP5A、WP5B及びWP5Cの3つのWP会合が開催された。

以下では、4月29日 (月) から5月10日 (金) の間で開催された上記3会合の主要議題と主な結果について報告する。

■表1. SG5の構成 (敬称略)

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

2. WP5A第22回会合

(1) WP5Aの所掌及び会合の概要

WP5Aは、IMTを除く陸上移動業務、一部の固定業務 (FWA: Fixed Wireless Access)、アマチュア業務及びアマチュア衛星業務に関する技術的検討を実施している。このうち、WG5の議長は我が国のソフトバンクの吉野仁氏が務めている。4月29日 (月) から5月9日 (木) に開催された本会合には、43か国から約245名が出席し、日本からは22名が参加した。日本寄書6件を含む88件の入力文書について

検討が行われ、41件の文書が出力された。

■表2. WP5Aの審議体制 (敬称略)

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

(2) 主要議題及び主な結果

①鉄道無線に関する検討 (WRC-19議題1.11関連)

ITU-R加盟国におけるRSTTの周波数調和に関する新勧告草案ITU-R M. [RSTT_FRQ] に向けた作業文書について、調和周波数帯の地域別記載に関する議論がなされた。欧州からは各地域における使用周波数帯の論理積を取ることと調和周波数を定めるべきとの意見が出された一方、日本からは論理和による調和手法について提案がなされ、作業文書中には地域ごとに合意された手法による記載が残ることとなった。なお、第三地域については、日本の提案に沿ったAPT提案に基づいての周波数の記載がなされている。

また、日本からは本文書の新勧告案への格上げを提案していたものの、議論が十分に深まっていないとの意見が欧州・米国等から出され合意に至らず、次回継続審議を行うこととなった。

②5GHz帯RLANに関する検討 (WRC-19議題1.16関連)

WRC-19議題1.16 (5GHz帯RLANの周波数拡張等の検討) に関して、RLANと既存業務との共用検討パラメータ等をまとめた新報告案M. [RLAN_REQ-PAR] の作業文書及び既存業務との共用検討結果をまとめた新報告案M. [RLAN_SHARING] の作業文書について引き続き議論された。

日本は5150-5250MHz (W52) の無線LAN屋外利用をRRで規定することを目指しており、本会合では、WRC-19会合の議論に向けて、W52の共用検討結果をまとめた新報告案に条件次第(運用台数・離隔距離制限等)で共用可能との結論を残すとともに、これらの作業文書を2段階格上げし、新報告案をSG5会合に上程することを提案した。

しかし、共用検討結果の内容に合意が得られなかったことや、作業文書から新報告案への2段階格上げは手続き上問題があることを理由に、米国・ロシア・イランが新報告案(作業文書)をSG5会合へ上程することに強硬に反対した。このため、新報告案は完成されなかったが、WRC-19会合では、既存業務を保護した上で、W52の屋外利用に向けて引き続き対処していく。

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

近年、コネクテッドカー及び自動運転の実用化に向けて、セルラーV2Xをはじめ関連する無線通信技術も多様となっていることから、既存の研究課題Q.205「高度道路交通システム」に加えて新たな新研究課題の策定を日本から提案した。その結果、本提案をベースとした新研究課題案「Connected Automated Vehicles (CAV) における無線通信の要件」が欧米をはじめとする各国の支持を得て合意され、SG5会合へ上程された。

また、DSRCに関する日本のARIB規格を含むV2Xの無線インタフェース規格を記載した勧告M.2084の改訂作業が行われ、中国・韓国からのセルラーV2Xに関する情報が追記された。

3. WP5B第22回会合

(1) WP5Bの所掌及び会合の概要

WP5Bは、無線測位業務、航空移動業務及び海上移動業務に関する技術的検討を実施している。4月29日(月)から5月10日(金)に開催された本会合には、33か国から229名が出席し、日本からは9名が参加した。日本寄書3件を含む64件の入力文書について検討が行われ、31件の文書が出力された。

(2) 主要議題及び主な結果

①無人航空機 (UAS) 衝突回避システムに関するITU-R 新報告に関する検討

UASに関する最新動向を反映するため、UASの衝突回

■表3. WP5Bの審議体制

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

避システムの技術特性や周波数利用課題についてガイドラインが検討されている。今回会合では議論の焦点について議論され、①周波数帯、②機体及び衝突回避システム、③衝突回避の地上システム、に分けて進められることで合意された。また、②及び③に向けた作業文書の作成が進められることとなり、情報交換を目的としてそれぞれICAOヘリエゾン文書が送付され、次回会合で継続審議を行うこととなった。

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

議題1.9.1は、156-162.05MHz帯で運用されるAMRDの検討である。今回会合では、新勧告草案について①GroupA及びGroupBの部類、②GroupA及びGroupBの技術的な特性、について議論が行われた。審議の結果、①はIMO及び主管庁の判断に依るとされ、②GroupAは既存の機器を指し新たに特性を定めないとし、GroupBはAIS技術を使用するAMRD及びAIS技術以外を使用するAMRDに細分化された。日本提案の外部電源スイッチ付加及びインジケータ表示が反映され、次回会合で継続審議を行うこととなった。

③WRC-15決議第155号施行に関する検討

UASの管制及び非ペイロード通信用の特定の周波数帯で固定衛星業務における静止衛星通信網とともに運用するUASに搭載された地球局に関する規制措置の見直しを図るため、ガイドライン、UASの制御用通信の特性及び共用検討に関する作業文書の作成が検討されている。WRC-23の議題化を目指しており、WRC-19会合では中間報告をすることとなっている。



今回合会では、中間報告のためにUASの共用検討に関する文書案の格上げを目指していたが、イラン及びロシアの反対によりキャリアフォワードされたため作業進捗を中間報告することとなった。

4. WP5C第22回会合

(1) WP5Cの所掌及び会合の概要

WP5Cは、固定無線システム並びに30MHz以下の固定及び陸上移動業務のシステムに関する技術的検討を実施している。このうち、WG5C-4の議長は我が国のNTT大槻信也氏が務めている。4月29日(月)から5月8日(水)に開催された本会合には、31か国、23機関から190名が出席し、日本からは6名が参加した。日本寄書1件を含む27件の入力文書等が検討され、24件の出力文書が出力された。

■表4. WP5Cの審議体制(敬称略)

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

(2) 主要議題及び主な結果

①WP5Cに割り当てられた研究課題の見直し

WP5Cに割り当てられた10個の研究課題が2019年に終了予定になっていることを受け、日本及び米国より各研究課題の更新に関する入力があった。

結果として、ITU-R勧告F.2113について完成したQ.255(固定無線システムの性能及び可用性の目標と要求)を削除し、Q.257(275-1000GHzにおける固定業務の技術・運用特性)を含む残りの9個の研究課題を2023年まで延長することで合意された。

②ITU-R勧告F.758-6の改訂に向けた検討

ITU-R勧告F.758は、固定業務のデジタル固定無線システムと他業務システムとの共用両立性検討に使用することを目的として、固定業務の技術特性や保護基準についてま

とめた勧告であり、現在改訂作業が行われている。

本会合では、「Short term interference criteria」等、定義が曖昧な文言に関連する箇所を削除した上で、改訂勧告案に格上げし、SG5に送付することが合意された。

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

WRC-19議題1.14は、HAPSのブロードバンド用途への応用可能性の検討を行うものであり、候補周波数帯(6GHz、21GHz、25GHz、31GHz、39GHz、47GHz)のうち、前回SG5会合で承認された6GHz帯以外の5つの周波数帯について、既存業務との共用検討結果をまとめた新報告草案が引き続き議論された。

結果として、これらの新報告案がSG5会合に上程されることが承認され、WRC-19会合での検討に必要な全ての新報告案が完成される見通しとなった。WRC-19会合では、これまでの新報告の内容を基に、国内の固定業務等の既存業務の保護及び既存業務に追加的な制約を課さないことを前提に、HAPSの周波数特定に向けて引き続き対処していく。

5. 今後の予定

次回以降、各会合は以下のとおり開催される。

- ・WP5D会合(第32回会合):2019年7月9日(火)~17日(水)(ブラジル・ブージオス)
- ・SG5会合:2019年9月2日(月)~3日(火)(スイス・ジュネーブ)
- ・WRC-19:2019年10月28日(月)~11月22日(金)(エジプト・シャルムエルシェイク)

6. おわりに

WRC-19会期最後の会合である今回の各WP会合において、日本からも積極的に議論に貢献できたことは、長時間・長期間にわたる議論に参加された日本代表团各位、会合前の寄書作成や審議に貢献していただいた関係各位のご尽力の賜物と、この場をお借りして深く御礼申し上げます。

WRC-19本会合及びその後の会期でも、地上業務の研究が引き続き活発に行われる予定である。我が国が一層貢献・活躍できるよう、今後の審議に向けて関係各位の更なるご協力をお願い申し上げます。

第3回ITU-T SG3会合報告



KDDI株式会社 技術企画本部 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. SG3概要

ITU-T SG3は、T（標準化）セクターにあるSGの1つで「料金及び会計原則」を取り扱う。近年の参加者層は途上国からの政府や規制官庁の方々が9割近くを占め（2019年4月会合の状況、図参照）、それらの国々が属するSG3傘下の地域会合で検討を行った上で、SGに積極的に寄書を提出している。2017-2020研究会期第3回会合（2019年4月23日～5月2日）がジュネーブで開催され、49か国から101名の

参加があった。日本からは総務省料金サービス課、NTTドコモ、IJJ、KDDIが出席し、このうち、KDDIの津川清一氏がSG議長を務めている。本稿では同会合の様子をご紹介します。

2. 3件の勧告を採択

前回会合で合意した3件の勧告案の採択手続を実施した。SG3で作成される勧告は政策的・規制標準化のため Traditional Approval Process (TAP) の対象となる。TAPは、SGでの勧告文言合意後に郵便投票と呼ばれる各国主管庁への文書での承認確認が実施され、回答の70%が賛成であれば勧告はその後に開催されるSGで採択となる（研究期の最終SGで文言合意の場合はWTSAで採択）。

今回は郵便投票にて表1のようなコメントが出たことから、SGでの採択手続前に各担当WPにて再度文言修正等が検討され、MFS勧告の文言がいくつか修正された（詳細下記）。最終的にいずれの国も、各勧告の採択を妨げることはなかったが、留保及び勧告適用対象外を表明した国が日本を含めいくつかあった。

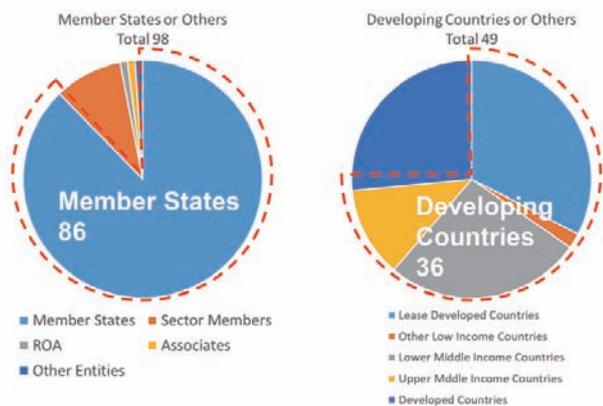


図. 参加者層

表1. 勧告採択前の郵便投票への各国のコメント

勧告の番号	タイトル	コメント国	コメント内容	留保	対象外
D.198	Principles for unified format of price/tariffs/rates-lists used for exchanging telephone traffic	トリニダード・トバゴ	エディトリアルなコメント	無し	無し
D.262	Collaborative framework for OTTs	トーゴ	途上諸国にとって本当に役立つものか疑義がある（勧告採択を妨げるものではないと議場でコメント）	カナダ、日本、英国、米国	
		米国			
		英国 カナダ	留保を表明		
D.263	Costs, charges and competition for Mobile Financial Services (MFS)	トリニダード・トバゴ	エディトリアルなコメント	カナダ、英国、米国	
		米国	MFSはGATSの基礎的通信、WCIT/WATTCの公的通信に当たらないため、勧告より技術文書が相応しい 日本では規制の対象外となる部分の削除（日本の規制との整合性担保）		
		英国			
		日本	*このほか、日本はITUによる会合レポートに、ITUのマンデートを遵守した今後のMFSに関する議論を要望する旨コメントを残している。		
トリニダード・トバゴ	エディトリアルなコメント				
カナダ	ITUのマンデート外の内容を含むため、勧告より技術文書が相応しい				



3. 1件の勧告に合意

今回の会合で勧告案D.264 (D.SpectrumShare) Shared use of spectrum and telecommunication infrastructure as possible methods for enhancing the efficiency of telecommunicationsに合意した。今後TAPを経て次回SGで採択される予定となっている。本勧告は、ロシアが提案元で2016年3月から検討を重ねたものである。周波数や通信設備の共用をITU-Tで勧告化する意義につき議論を何度も重ねた上で、本勧告の趣旨として、共用による経済的側面に鑑みることや、共用相手先に対する非差別性の必要性について書かれたものとなった。

4. 7件の新規ワークアイテム

今回のSGにて7件の新規ワークアイテムが設定された(表2)。

このうち、インドがダブルチャージングの研究を提案した。事業者間の国際精算において、電気通信事業のライセンス料が収益に対する割合で課されているような一部の国では、ライセンス料の計算に際し、事業者間の支払いを収入から控除したりしている状況があるという。この分析と、問題点明確化の活動が予定されている。

また、IoT/M2Mのローミングに関するレポート及び勧告の作成が予定されている。ローミング料金については前研究会期で時間をかけて議論を実施し料金低廉化に関する勧告を2件 (D.97、D.98) 作成したが、その効果や勧告遵守の状況について今後調査することになっており、その調査結果は今後のIoT/M2Mローミング研究に影響を及ぼすと考えられる。

5. IoTに関するセッションの開催

前述のように、IoTの発展のためにSG3が果たすべき役割に関心が集まっていることから、今回の会合期間中にITU-T局長によるセッションが開催された。資料はSG3のサイトに掲載されているため、興味のある方はアクセスされたい (TD150-PLN、TIESアカウント要)。

6. 主要議題の議論の様子

【WP1】

(1) 課題1 国際通信サービスの課金、計算及び精算メカニズムの発展 (新サービス)

中国を中心としたアジア諸国より、コネクテッドカーサービスのビジネスモデルにつきSG3で研究したいと寄書C241にて提案があった。会合にて具体的な検討項目の相互理解に努めたが、今回はワークアイテム化するには至らなかった。この分野については通信業界ではなく車業界のビジネスと考えられるとの意見や、国際間で検討すべき項目が不明確、との意見がいくつかの国からあった。本件は今後のラポータ会合等の機会を活用し、時間をかけて検討可否について議論することとなった。

(2) 課題13 多国間の地上電気通信ケーブルに関する精算協定の料金、課金問題に関する研究

本課題にて中国は一带一路構想実現を目途とし、ITU-T勧告を活用した地上ケーブル (一帯) 接続における関係国間の調整円滑化を図ろうとしている。昨年のラポータ会合後改訂された勧告案に対し、米国が寄書C299にて、勧告にある精算モデルには欠点があり、実際には途上国にソリュー

■表2. 新規ワークアイテム

課題番号	タイトル (略称)	上段: エディター, 下段: 支持国
Q2	STUDY_double charging	インド カメルーン、中国、SONATEL (セネガル)
Q3	STUDY_IMT2020 MVNOs	クウェート バーレーン、中国、コモロ、エジプト、ガンビア、インド、ジョルダン、クウェート、モロッコ、オマーン、パレスチナ、サウジアラビア、スーダン、チュニジア、UAE、Etisalat (UAE)
Q3	STUDY_Digital Transformation	クウェート バーレーン、中国、コモロ、エジプト、ガンビア、インド、ジョルダン、クウェート、モロッコ、オマーン、パレスチナ、サウジアラビア、スーダン、チュニジア、UAE、Etisalat (UAE)
Q6	STUDY_D52 Guidelines	ジンバブエ、SONATEL (セネガル) カメルーン、中国、コートジボワール、ハイチ、エジプト、マリ、サトメアフリカ、ジンバブエ
Q7	TR_IoT M2M roaming	バーレーン ジョルダン、パラグアイ、ルワンダ、チュニジア、ジンバブエ
Q7	D.IoT/M2M Roaming	バーレーン インド、チュニジア
Q12	STUDY_Direct Carrier Billing	エジプト バーレーン、ブラジル、コートジボワール、ガンビア、ハイチ、ジョルダン、インド、クウェート、モリタニア、サウジアラビア、チュニジア

ションをもたらさないとの指摘を丁寧に説明している。現在の該当の勧告草案では、ケーブルの距離に比例したコスト割当てモデルをベースとしたフレームワークがあるが、ケーブルの距離は利用帯域量と必ずしも比例しないことから、多量のトラフィックを流さない国であっても、多国間比におけるケーブルの距離が長ければそれに相当するコスト負担を求められる。このことを具体的な国名及びケーブルの距離想定を用いて米国寄書は説明している。今回の会合では本勧告につき具体的な進捗はなく、今後のラポータ会合で継続検討される。

【WP2】

(3) 課題12 モバイルファイナンシャルサービス (MFS)

1) 勧告D.263改訂に関する検討

前回会合で本勧告の文言に合意後、いくつかの国から通信主管庁の所掌範囲に関するコメントが出ていることから、WP2で再度合意可能な文言を検討することとなった。8項 (Principles for determining MFS charges)、9項 (Enabling a competitive landscape) と冒頭のScopeの部分が主な編集の対象となった。当初、英国がコストに関するスタディが不十分として8項全体の削除を提案したがこれは受け入れられなかった。cost orientedという表現の修正 (例: competition-driven/based) と、cost orientedの対象となる料金の範囲はホールセールカリテールも含むのか、というところで議論となり、国によって規制当局の介入範囲やその考え方が異なることが改めて浮き彫りになった。最終的にtelecommunication charges according to national regulatory frameworksという文言が追加された。また、8項にはリテール料金検討の際、貧困層への対処を推奨する部分があるが、この部分の必要性を再認識した上で、規制化は各国裁量でできるよう勧告の文言を修正した。9項は、通信の規制官庁が関わる事柄であることを明確化し、料金設定や競争、消費者保護に関する条文を再度見直し、全体の整合性を図った。Scope部分からは、各国によるMFS全体俯瞰を漏らすべきでない、とのネガティブな表現が削除された。

2) デジタルファイナンシャルサービス (DFS) に関するレポート9件を発行

TSAG傘下にあったフォーカスグループで検討されたDFS

に関する成果文書をSG3の活動に資するものとして、レポートとして発行することとなった。

3) MFSに関する残存ワークアイテム

今回採択された、D.263勧告のほか、①MFS代理店ガイドライン、②MFS消費者保護、③Eマネー発行者ガイドライン、④MFSにおける競争のためのインターオペラビリティ、⑤MFSランザクションコストモデル、⑥通信規制官庁・中央銀行間のMoUガイドライン、のワークアイテムがある。これらは採択されたD.263の添付もしくは補遺文書として今後検討していくことが望ましいとの方向性になっている。

4) ダイレクトキャリアビリングに関する新規ワークアイテム

エジプトがモバイルペイメントのツールとしてダイレクトキャリアビリング*の概要を理解し、その経済的影響と規制要素を研究する必要があると寄書C307で提案した。研究は支持され、新しいワークアイテムとなった。各国からの経験共有が求められ、成果物は各国の事例紹介を含むレポートが予定されている。

(4) 課題3 国際通信サービスの効率的な提供に関する経済的及び政策的要因の研究

中東諸国より、MVNOを考慮した5G関連政策につき、SG3でレポートをまとめることが寄書C249で提案され、新しいワークアイテムとなった。5Gの発展において、MVNOは5Gによる特定のアプリケーションやネットワークの要件を満たし最適化させるような新たなビジネスを生み出すであろうことから、そのための有効な政策環境作りのため、SG3は適切な手法を研究するべきとの主張である。

そのほか、課題3の中では、将来のデジタルトランスフォーメーション規制に関するレポート作成が新たなワークアイテムとして設定された。中東諸国とインドから本件を提案する寄書が出ているが、具体的なレポートの内容は今後検討される。

【WP3】

(5) 課題6 国際インターネット接続性

本課題については、勧告D.52 (Establishing & connecting regional internet exchange points to reduce cost of Int'l Internet connectivity) の実装ガイドライン作成が新たなワークアイテムとなった。SG3では2000年頃から、主に途

* キャリアビリング: 携帯電話等の電気通信事業者が、通話料と合わせてコンテンツの利用や課金ほかを徴収するサービス



上国が先進国側と接続する際の国際インターネット接続コストを削減したいと主張し、様々な検討が繰り返されている。本件の進捗により、途上諸国の国際インターネット接続に関する問題が減少し、デジタルデバイド解消につながる事が期待されている。

(6) 課題11 ビッグデータ及びデジタルアイデンティティの経済的及び政策的側面

本件についてはインドが提案元として勧告作成に尽力しているが、特にデジタルアイデンティティ勧告について英国、米国、カナダが強い懸念を表明している。デジタルアイデンティティは、国のポリシーやデジタル個人認証基盤のような各国の主権に関わることであり、国際電気通信設備との連携、国際レベルでのユニバーサル性の点においてその実現困難性が指摘された。今回の会合では、SG13や17で扱っているX及びYシリーズの関係する勧告の内容を、SG3での勧告ドラフトに必要な応じて盛り込むことが米国より提案され合意事項となった。次回SG前のラポータ会合で、具体的な検討を実施することが予定されているが、勧告化には未だ意見が対立している。

【WP4】

(7) 課題9 OTT等の新サービスが国際通信サービスやネットワークに与える経済的規制的影響

本課題は、通信事業者と競争するサービス等を展開するOTTとの関係をどう持つべきか、主に途上諸国の政府・規制官庁が模索し、その在り方（ライセンス、料金設定、

税制等）の整理や、サービスのセキュリティ・消費者情報の安全性等、負の影響を回避する方法について必要な取決め・国際的な共通項目をITUで定めるため、前研究期後半より継続検討していたものである。前研究期でも個別のラポータ会合で協議され、その後今回のSG前のラポータ会合でも、米国をはじめ、英国、カナダ等が本件を注視し、勧告の必要性を改めて問う意見を述べる国もあった。今回のSGで最終的に採択された勧告のほかにも、①OTTサービスにおける消費者保障メカニズムと保護、②想定されていないOTT着信による通信事業者の収入減及び消費者のデータ残量搾取の問題（OTT Bypass）、③OTTとMNOとのパートナーシップガイドライン、が残存ワークアイテムとなっている。①の成果文書はほぼ出来上がっている状態で、次回ラポータ会合にて最終的な文書レベル（新たな勧告か、その他）が決定される。その他アイテムについても多くの寄書が提出され、OTTに関する熱い議論が次回最終会合まで継続されることが予想される。

7. 今後の予定

今回のSG3より、WTSA20に向けた議論を開始した。副議長のエジプトが中心となり、SG3のマンデートと課題をレビューし、次回会合に向けてメーリングリストを使った個別の協議を重ねていくこととなった。SG3の課題は現在13あり、今後どのようにそれらを扱っていくかが検討される。

次回SGは表3のとおり、2020年春以降に予定されている。その前にラポータ会合を開催し、主要議題の詳細な議論が展開される。

■表3. 今後の会合予定

会合名	開催地（予定）	日程（予定）
Regional Group for Eastern Europe, Central Asia and Transcaucasia	未定	(前回会合：2019年5月)
Regional Group for the Arab Region	チュニジア	2019年9もしくは10月
Regional Group for Asia and Oceania	スリランカ	2019年10月2-4日
Regional Group for Africa	トーゴもしくはガンビア	2020年1もしくは2月
Regional Group for Latin America and the Caribbean	未定	(前回会合：2019年2月)
Rapporteur Group Meetings: Q1 (on international aspects of Universal Service), Q2, Q3, Q7, Q9, Q10, Q11, Q12, Q13	ジュネーブ	2020年1月20-24日（予定）
e-meeting		(未定)
SG3	ジュネーブ	2020年3月31日-4月9日（もしくは6月）

ITU-T SG12 (Performance, QoS, and QoE) 第5回会合



NTTネットワーク基盤技術研究所 やまぎし かずひさ
山岸 和久

1. はじめに

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

今会期 (2017-2020) の第5回会合は2019年5月7日から16日までスイス (ジュネーブ) で開催され、各課題の審議を行った。会合の概要を表1に示す。本会合で合意された勧告数は、新規4件、改訂5件、改正1件、訂正1件 (表2参照) であった。

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

2. 審議の要点

・勧告P.64 (Q5/12)

電話端末の感度/周波数特性を規定する勧告P.64では、電話端末の音響特性を測定する構成を示している。有線電話の受話器を前提とした記述が多く、現代の端末の形状、デザイン、寸法の定義について合わなくなっている。そのため、現代的な端末の外観デザインに対応するような寸法の定義を追加し、勧告の改訂をコンセンサスした。

・勧告P.80 (P.Loudness) (Q5/12)

端末の受信ラウドネスの計算を規定する勧告P.Loudnessについて審議が引き続き行われた。勧告P.Loudnessは、ハンドセット、ハンズフリー、会議端末に対し、狭帯域

■表1. 会合の概要

開催期間	2019年5月7日～16日		開催地	スイス (ジュネーブ)
会議の構成	Plenary	WP1	WP2	WP3
	全体会合	端末とマルチメディア主観評価	マルチメディア品質の客観モデルとツール	IPに関するQoSとQoE
	Q.1、2	Q.3、4、5、6、7、10	Q.9、14、15、16、19	Q.8、11、12、13、17、18
寄与文書	寄書76件、テンポラリー文書179件			
次回会合予定	2019年9月4日 (スウェーデン・ストックホルム) : WP3会合 2019年11月26日～12月5日 (スイス・ジュネーブ) : SG12全体会合			

■表2. 合意された勧告一覧

勧告番号	種別	勧告名	関連課題番号
P.64	改訂	Determination of sensitivity/frequency characteristics of local telephone systems	Q5
P.80 (P.Loudness)	新規	Calculation of loudness for speech communication	Q5
P.863.1	改訂	Application guide for Recommendation ITU-T P.863	Q9
P.1201.2	訂正	Parametric non-intrusive assessment of audiovisual media streaming quality - Higher resolution application area	Q14
G.107.1	改訂	Wideband E-model	Q15
G.107.2	新規	Fullband E-model	Q15
G.1028	改訂	End-to-end quality of service for voice over 4G mobile networks	Q11
G.113	改正	Transmission impairments due to speech processing	Q11
E.MTSM	新規	Measurement campaigns, monitoring systems and sampling methodologies to monitor the QoS in mobile networks	Q12
G.CSFB	新規	Assessment of the LTE circuit switched fall back - impact on voice QoS	Q12
Y.1540	改訂	IP packet transfer and availability performance parameters	Q17



(300–3.4kHz)、広帯域 (100–8kHz)、超広帯域 (50–14kHz)、フルバンド (10–20kHz) の電話の比較を可能とするラウドネスの計算方法を規定している。今会合では、エディトリアルな修正を実施し、新勧告P.80としてコンセン

・勧告P.863.1 (Q9/12)

フルリファレンス型音声品質客観推定技術を規定する勧告P.863のアプリケーションガイドを規定する勧告P.863.1の改訂について審議した。軽微な文言修正に加え、超広帯域までに制限されていた表現をフルバンドまで拡張した点の修正がされ、勧告P.863.1の改訂がコンセントされた。

・勧告P.1201.2 (Q14/12)

IPTVの品質監視技術を規定する勧告P.1201.2の数式に誤記があったため、該当の数式を修正し、訂正をコンセントした。

・勧告G.107.1 (Q15/12)

音声通話サービスに対する客観品質評価技術を規定する勧告G.107 (E-model) の広帯域版について審議した。送信側、受信側の室内ノイズについて規定していた点を、将来課題とし、既存の規定を全て削除し、改訂をコンセントした。

・勧告G.107.2 (Q15/12)

音声通話サービスに対する客観品質評価技術を規定する勧告G.107 (E-model) のフルバンド版について審議した。前会合において、遅延に関する影響についての評価がなされていないという指摘で、コンセントを見送っていたが、今会合にて、遅延に関する評価を狭帯域、広帯域と整合をとり、R値の最大値で遅延の影響を等倍することとし、新勧告G.107.2をコンセントした。これにより、EVS (Enhanced Voice Services) コーデック等の超広帯域及びフルバンドの品質推定が可能となる。

・勧告G.113 (Q11/12)

音声処理による伝送劣化を規定する勧告G.113について審議した。勧告G.107.2の制定に伴い、フルバンドの音質劣化要因及びバースト要因を追記することが合意され、勧告G.113にAppendix Vを追記し、改正をコンセントした。

・勧告G.1028 (Q11/12)

VoLTEのエンド-エンドパフォーマンスを規定する勧告G.1028の改訂について審議した。ETSIの最新動向と整合をとる軽微な修正を加え、改訂をコンセントした。

・勧告E.MTSM (Q12/12)

モバイルネットワーク下のQoS監視のための測定シナリオ、測定システム、サンプリング法を規定する勧告E.MTSMについて審議した。エディトリアルな修正を加え、新勧告としてコンセントした。

・勧告G.CSFB (Q12/12)

LTEサーキットスイッチフォールバックの評価を規定する勧告G.CSFBについて審議した。本勧告では、サーキットスイッチフォールバック時の測定項目としてKPI (Call Setup Failure Ratio, Call Setup Time, Return to 4G/LTE time, Return to 4G/LTE Failure Ratio) を規定し、それらの測定方法を記載している。記述の妥当性が評価され、新勧告としてコンセントした。

・勧告G.QUIT (Q13/12)

初期ローディング遅延がユーザ体感に与える影響に関する客観評価法を規定する勧告G.QUITについて審議した。初期ローディング遅延が体感品質に及ぼす影響について詳細に報告された。今後、モデル化を進め、コンセントに向かうことが合意された。なお、モデル構築においては、コラボレーションベースで進めることが合意されている。

・勧告G.QoE-VR (Q13/12)

VRサービスのQoE要因を規定する勧告G.QoE-VRについて審議した。最新のタイルベースストリーミングに関する記載などを補強した。今後、さらなるブラッシュアップを実施し、コンセントを目指すこととなった。

・勧告P.360-VR (Q13/12)

HMD (Head Mounted Display) の360度映像に対する主観評価法を規定する勧告P.360-VRについて審議した。主観評価において、適切な評点を取得するため、評価者データのスクリーニングを実施する。VR映像においては、視線移動が発生するため、通常の映像評価と比較して、評点がばらつく傾向があることが報告された。今後、引き続き調査することとなった。



・勧告G.QoE-5G (Q13/12)

5G環境下におけるQoE要因を規定する勧告G.QoE-5Gについて審議した。5G環境下では、M2M (Machine to machine) 通信も含まれる。QoEについては、人が感じる品質と定義があるため、Machineに関する品質については別途定義する必要があることが提案された。今後、用語については別途整理することとなった。

・勧告G.OMG (Q13/12)

オンラインゲームのオピニオンモデルを規定する勧告G.OMGについて審議した。初版のモデルが提案され、学習データに対し、良好な品質推定精度に達していることが確認された。今後、検証試験を実施し、次会合にて、コンセントを目指すこととなった。

・勧告Y.1540 (Q17/12)

IPパケット転送及び可用性性能パラメータを規定する勧告Y.1540の改訂について審議した。Annex A “IP-Based Capacity and Flow-related Parameters and Methods of Measurement”, Appendix X “Summary of Lab (Phase 1) & Field (Phase 2) Results : Annex A Evaluation Plan”, Appendix XI “A brief survey on Internet Access related QoS and QoE research”, Appendix XII “Accurate bitrate measurements”, Appendix XIII “IP-Based Flow-related Parameters and Methods of Measurement” の改訂を行い、コンセントした。

・課題の整理

次会期に向け、各課題の継続、統廃合について、審議が開始された。おおむね、既存課題は検討課題を追加しつつ継続することで審議が進められた。一方で、提供網、一次及び二次分配網における画像取得から生成までの先進テレビジョン技術のためのエンド-エンドQoSの測定と制御について検討する課題18の検討が今会期進んでいないため、課題18が管理する勧告のメンテナンスを課題19に移管する提案がされた。実質的な審議が行われていないため、課題19として合意した。今後は、次会期の課題構成の議論の中で審議することとなった。

3. 今後の会合予定

WP3会合は2019年9月4日にスウェーデン（ストックホルム）、第6回SG12会合は2019年11月26日～12月5日にスイス（ジュネーブ）にて、開催予定となっている。ラポータ会合の開催予定を表3にまとめる。

■表3. ラポータ会合予定の一覧

会合名	開催期間	開催地
Q5/12ラポータ会合	2019年10月	Herzogenrath
Q13/12ラポータ会合	2019年9月	Stockholm
Q14/12ラポータ会合	2019年9月	Stockholm
Q17/12ラポータ会合	2019年9月	Stockholm

なお、本記事は、TTC report 2019. July Vol.34/No.2, 「ITU-T SG12 (Performance, QoS, and QoE) 第5回会合」からの転載です。



FG NET-2030 第4回会合報告



株式会社KDDI総合研究所 スマートセキュリティグループ グループリーダー

みやけ ゆたか
三宅 優

1. はじめに

Focus Group on Technologies for Network 2030 (FG NET-2030) の第4回会合が、2019年5月21日(火)～23日(木)にロシア(サンクトペテルブルク)において開催された。また、本会合開催日の午前中に、「4th ITU workshop on Network 2030 jointly with ITU Forum on Future Applications and Services, Perspective 2030」と題するワークショップが開催された。この会合には66名が参加し、25件の入力文書について議論され、6件の出力文書、2件のリエゾン文書が作成された。本稿では、ワークショップ及び会合で議論された内容について説明する。

2. 第4回ネットワーク2030に関するワークショップにおける発表

2.1 プログラム

これまでの第1～3回の会合同様に、今回の会合においてもワークショップが開催され、14件の発表があった。今回の会合では、ITU-T SG3、SG11の地域会合と並行して行われたため、本ワークショップはこれらの会合と合同で開催された。ワークショップの発表リストを表1に示す。

2.2 主な発表の概要

2.2.1 From IMT-2020 to Network-2030 (Rostelecom, ロシア)

SG11議長のAndrey Koucheryavy氏とSG3副議長及びFG NET-2030副議長のAlexey Borodin氏の共同発表であった。2030年のネットワークに必要とされる取組みとして、

■表1. 第3回ネットワーク2030に関するワークショップ発表リスト(敬称略)

タイトル	発表者	所属
From IMT-2020 to Network-2030	Alexey Borodin	Rostelecom (ロシア)
Technological partnership. Development of local R&D	Gayfutdinov Eldar	Rostelecom (ロシア)
Edge cloud infrastructure for the future network	Sophie Zhang	中国電信 (中国)
Quantum Security-Preparing for the next era	Dong-Hi Sim	SKテレコム (韓国)
Modular conception of software and hardware components for high-quality data acquisition and Big data analytics in evolving communication network systems	Leonid Semakov	Rohde & Schwarz (ドイツ)
Introducing FlexNGIA-A Flexible Internet Architecture for the Next-Generation Tactile Internet	Mohamed Faten Zhani	ケベック大学 (カナダ)
To Support Flexible Transmission Unit in the Future Networks	Jingcheng Zhang	Huawei (中国)
Towards Truly Immersive Holographic-Type Communication : Challenges and Solutions	Maria Torres Vega	ゲント大学 (ベルギー)
Mass service of individualized control for the population rescue in the event of all kinds of emergency situation	Viliam Sarian	Scientific Research Institute for Radio (ロシア)
Future Networks Based Sustainable Agriculture and Precision Farming	Rakesh Lingappa	Jain Institute of Technology (インド)
Over the Air Test for Mobile Wireless	Chumadin Alexander	Keysight Technologies (ロシア)
Emergency situation in Smart Cities. Points of Application ICT 2030	Viliam Sarian	Scientific Research Institute for Radio (ロシア)
Remote Area Networks-The Last Frontier for Universal Access	Yaning Zou	ドレスデン工科大学 (ドイツ)
Satellite in the ecosystem of 5G and beyond	Ivan Zaitsev	OneWeb (英国)

以下のような主張が行われた。

- 今後も遅延を低減した超低遅延通信が重要と考えられるが、経路の最適化による遅延時間の縮小はこれ以上は難しいため、D2D (Device to device) 通信を使った超高密度ネットワークのための新しいプロトコルが必要である。
- 超低遅延を実現する技術の実装が進むにつれて、ネットワークの非中央集権化が進むと考えられる。
- Human-to-Avatar (H2A)、Avatar-to-Human (A2H)、Avatar-to-Avatar (A2A)、等の多くの新しい形態が2030年には普及すると考えられる。
- ナノ・ネットワークから発生するトラフィックの特性を調査し、2030年のネットワークの検討に取り入れるべきである。

2.2.2 Edge cloud infrastructure for the future network (中国電信、中国)

情報を共有するために利用されたインターネットから様々なデータを収集、解析するIoT時代に移行し、今後は、Trust (信頼) をベースとしたネットワーク上でのValue (価値) の移動を可能とするものになっていくと予想している。また、ネットワーク・アーキテクチャについては、CDN (Content Delivery Network)、P2P、クラウド、エッジ・コンピューティング、ブロックチェーン等により、非中央集権化が進むとした。これに伴い、クラウドを使用したDC (Data Center) からエッジ中心のDCへの移行が進み、遅延と帯域消費の問題を解決するとしている。これらの進展により、低遅延・大容量を必要とするアプリケーション (自動運転、AR/VR、遠隔操作、等) の利用が進むとした。今後、検討が必要なものは非中央集権的なクラウドインフラで、「Edge Cloud、Center Cloud、Cloud Network & Terminal」のための統一された管理・制御システムが必要であるとしている。

2.2.3 Quantum Security-Preparing for the next era (SKテレコム、韓国)

韓国のSKテレコムが取り組んでいる量子暗号通信について紹介が行われた。光ファイバを盗聴するための装置が売られていること、既存の暗号アルゴリズム (特に公開鍵暗号方式) が量子コンピュータの進展により解読される可能性があることを指摘し、SKテレコムでは、光ファイバを利用した通信で盗聴を不可能とする量子暗号通信を利用した

量子鍵配送 (QKD: Quantum Key Distribution) の利用を進めているとの説明が行われた。既に、実験的に35万人が利用するLTEネットワークに対して導入を行い、評価を行っているとのことであった。

2.2.4 Introducing FlexNGIA-A Flexible Internet Architecture for the Next-Generation Tactile Internet (ケベック大学、カナダ)

Tactile Internet (接触感覚があるインターネット) を実現するための課題と、それを解決するために検討を行っているネットワーク・アーキテクチャに関する説明が行われた。現在のネットワークは、「Best Effort」をベースとしており、インフラ、エンドツーエンドの経路と品質保証、性能に関する制御を行うことが困難になっている。使用されているTCP等の通信プロトコルも、遅延や品質を保証することが難しいため、Tactile Internetに求められる要件を満たしていない。そのため、Tactile Internetを実現するためには、ネットワーク上での計算リソース、ネットワークを統合的に管理するService Function Chain (SFC)、リソースを管理するためのプラットフォーム、新しいネットワークプロトコルスタックと機能、等が必要であると説明した。

2.2.5 To Support Flexible Transmission Unit in the Future Networks (Huawei、中国)

ネットワークが広帯域化する中で、エンドツーエンドの通信において1500バイトとなっているイーサネットのフレームサイズがMTU (Maximum Transfer Unit) として使われていることによりTCPのスループットに大きな影響を与えることを示し、OS (Operating System) やアプリケーションにおける処理の観点からは、最適なMTUサイズはもっと大きいとしている。そのため、エンドツーエンドで最適な性能を達成するには、各アプリケーションが独自のMTUサイズを設定し、そのサイズを動的に変更できる仕組みが必要であるとした。

2.2.6 Remote Area Networks - The Last Frontier for Universal Access (ドレスデン工科大学、ドイツ)

EUとブラジルの研究機関が共同で実施している5G-RANGE Projectの紹介である。2017年11月から開始し、30か月のプロジェクトとなっている。このプロジェクトでは、辺りな場所においてモバイルブロードバンド通信を利用することを目指し、TVWS (TV White Space) を活用して運用コスト



トを削減したネットワークサービスの実現を目指している。要件として、セル半径を50km、データレートを100Mbps、モビリティを120km/hで動作することを求め、そのために必要とされる仕組みを提案して5G仕様へ提案する予定となっている。また、2030年において必要とされる要件についても検討しており、1Gbpsのデータレート、通信衛星を使った低遅延通信、あらゆるデバイスを接続できる柔軟性があるネットワーク、が必要であるとしている。

2.2.7 Satellite in the ecosystem of 5G and beyond (OneWeb、英国)

ESOA (EMEA Satellite Operators Association) が取り組む5G時代のネットワークに向けた衛星通信について説明が行われた。衛星通信の機能の向上や柔軟な構成の変更、接続先の多様化から、5Gネットワークとの相互接続における親和性が高まってきており、衛星通信の利用によるユースケースも増えてくると考えられている。2018年に3GPPのパートナーとなり、RAN (Radio Access Network) やシステム・アーキテクチャに関するサポートを行っている。

3. FG NET-2030会合における議論

3.1 Focus Groupにおけるグループ構成

Focus GroupにはSubgroup-1「Use cases and requirements」、Subgroup-2「Network services and Technologies」、Subgroup-3「Architecture and Infrastructure」の3つのグループがあり、各グループは表2に示す成果文書の作成を進めている。

3.2 Subgroup-1 (Use Cases and Requirements)

2030年のネットワークにおけるユースケース及びそれらに必要とされる特別な要件について明確化を行うSubgroup-1では、成果文書「UC: Use Cases and Requirements for Future Networks」の作成を進めている。今回の会合では、

4件の寄書を確認し、以下の議論を行った。

- エッジ・コンピューティングにおける8つのユースケースの提案が2件の寄書により行われ、今後、これらをどのように取り入れていくかを電話会議等で議論することとした。
- DLT (Distributed Ledger Technologies)、ゲーミフィケーションに関連するユースケースについて寄書を求めることとした。
- 既に成果文書案UCに含まれているユースケースについて、必要とされる要件の検討を開始することとした。また、ユースケースと要件の関係の整理方法について提案を求めた。

7月下旬までに成果文書の内容をほぼ固め、8~10月の期間で最終版に向けた取組みを行うことで合意した。

3.3 Subgroup-2 (Network Services and Technologies)

2030年のネットワークに対する新しいサービスと、それをサポートするための技術の明確化を行うSubgroup-2では、成果文書「GAP: New Services and Capabilities for Network 2030: Technical Gap and Performance Target Analysis」の作成を進めている。今回の会合では、寄書により提出された提案に従って議論を行うとともに、成果文書の構成について議論した。

- ユーザの識別を行うための新しい番号システムに関する検討を行う提案がされたが、ITU-T SG2との取組みとのオーバーラップが指摘され、異なる番号システムをITU-T内で検討することが望ましくないとのことから、ITU-T SG2にリエゾンを送付して状況を確認することとした。
- 4G/5G/6GネットワークのためのLite Coreの提案が行われた。固定回線とモバイル回線のコアを統合して効率化、処理の軽量化を行うことを目的としている。FG NET-2030ではモバイル関係の技術を取り扱わないこととして

■表2. 成果文書 (予定) 一覧

省略形	タイトル	担当Subgroup
GAP	Gap analysis (gaps and challenges), towards a Standardization Gap Report for ITU-T Study Groups	2
UC	Use Cases and Future Scenarios (including requirements)	1
PDT	Performance and design targets 2030	1
AF	Architecture and Framework, including backward compatibility	3
TERM	Report on Terminologies, Taxonomy and Definitions	2



いるため、検討の範囲の整理と、Lite Core（コアの再構成）のユースケース、アーキテクチャの検討が必要であるとされた。

- in-time/on-timeサービスに関する提案が行われた。IETFやIEEE802委員会で議論されているDetNet (Deterministic Networking)、TSN (Time-Sensitive Network) 等の既存の提案との違いと、ユースケースの明確化が必要との整理をした。

3.4 Subgroup-3 (Architecture and Infrastructure)

将来のネットワークのアーキテクチャとフレームワークについて明確化を行うSubgroup-3では、成果文書「AF: Architecture and Framework, including backward compatibility」の作成を担当している。今回の会合では9件の寄書を確認し、以下の議論を行った。

- Intelligent Architectureに関する記述を含めることとした。AI技術を使ったネットワーク管理、ネットワーク制御について、アーキテクチャの観点から検討を行う。
- Network 2030のアーキテクチャの原則に関する提案が行われ、原則を検討するサブチームを構成して本寄書をベースとした議論を継続することとした。ベースとする原則はIDEASデザインコンセプトと呼ばれ、Intelligent、Deterministic、Elastic、Accessible、Securedから構成されている。
- エッジ・コンピューティング (EC) のインパクトに関する寄書が提出され、成果文書に取り入れることとした。ECがもたらすネットワークの構成変更と、ネットワークにおいて必要とされる機能（統合的な管理等）について説明されている。

4. 今後の会合の予定、FG NET-2030の活動について

表3に今後の会合予定を示す。次回の第5回会合（2019年10月）はITU-T SG13会合との併催となる予定である。また、各サブグループは、毎週、または、2週に1回のペースで電話会議を行うこととした。

今回の会合において、韓国から新規の副議長が任命された。SKテレコム所属で、主にITU-T SG11に参加している。これにより、副議長が5名体制となった。また、本FGは1年（2018年10月～2019年10月）の予定で設立されたが、さらに検討の時間が必要であるとの認識から2020年12月を期限とする1年延長をITU-T SG13（本FGの親元）に要請することとした。

5. おわりに

本FGの開始時は1年の期限であったが、それが2年に延長されることがほぼ決定した。将来のネットワークに必要とされる新しい技術やアーキテクチャについては、新たな提案を必要とされていることと、整合性がとれた整理が必要な状況であり、全体的なまとめに時間を要している。活動期間の延長によりさらに議論が続くこととなったが、議長として各国の将来ネットワークに関する取組みを調査してFG NET-2030の活動に取り入れていきたいとの意向があることから、活動延長を前提とした実施内容の整理とスケジュールの再構築が必要な状況になった。

■表3. 今後の会合の予定

開催期間	開催地	会合内容
2019年10月16～19日	スイス（ジュネーブ）	10月14～16日にワークショップを開催

ITUAJより

編集後記

ブラックホール、それは、近くに来たものすべてがその中へ吸い込まれてしまい、「事象の地平線」と呼ばれる境界を越えてしまったら、光でさえも逃れることはできない。計り知れぬそれに恐れを抱きつつも、人はそれが何なのか知りたい、見たい、という好奇心を抑えられることなく、研究を重ね、想像図を描いてきました。

そして2019年4月10日、ブラックホールの姿が史上初めてとらえられた、とのニュースが飛び交いました。果たして、今回何が分かったのか。何が見えたのか。そもそもブラックホールとは何か。どのように撮影されたのか。今号のスポットライト「ブラックホール「シャドウ」電波撮像を実現したVLBI観測とは」で解説されています。ぜひご精読ください。

ITUジャーナル読者アンケート

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

編集委員

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

編集委員より

小売業と時代の変化



パナソニック株式会社

なかがね はるか
中兼 晴香

消費者として普段よく利用するコンビニやスーパーなどの小売業。ここ最近、著しい変化を感じます。

主には、キャッシュレスの普及と多様化、セルフレジの増加、そしてレジ袋の有料化です。背景としては、少子高齢化による人手不足、デジタル技術革新によるSociety5.0の実現、SDGsの推進、そして日本に関して言えば、間近に迫った2020年オリンピック開催もあると思います。

これに伴う政策の動きも活発になっています。キャッシュレスは、消費税増税後のポイント還元の手段として活用される見通しとなっています。レジ袋有料化については、先日のG20エネルギー・環境関係閣僚会合において経済産業大臣が国としての方針を明らかにしました。

キャッシュレスについては、単に決済手段が増えるという観点だけでは捉えられません。消費者の購入履歴に基づくデータビジネスにまで広がっています。中国では決済データは大きなインフラの一つになっています。セルフレジとキャッシュレスの組合せによって、人件費を削減でき、収益をほかの投資に回すこともできます。レジ袋に関しては、プラスチックの代替品や、自然に分解するプラスチック材料の開発が行われています。また、新たなエコバッグのビジネスが展開されるかもしれません。広い視野で考えることによって、その先のビジネスに大きな可能性を感じます。

消費者の中には、環境が大きく変わることに最初は戸惑う人もいます。特にデジタル機器に不慣れな高齢者など、多くの人が快適に使えるための消費者への対策は必要でしょう。政府にはそのあたりのケアを期待したいです（ただ、キャッシュレスを推進する一方で、新紙幣が発行されるのは少し驚きましたが）。

大きな時代の潮流を感じる小売業、変化をピンチにするかチャンスにするか、これらにかかっているかと思っています。今後の変化を楽しみたいと思います。

ITUジャーナル

Vol.49 No.8 2019年8月1日発行／毎月1回1日発行

発行人 福岡 徹

一般財団法人日本ITU協会

〒160-0022 東京都新宿区新宿1-17-11

BN御苑ビル5階

TEL.03-5357-7610 (代) FAX.03-3356-8170

編集人 岸本淳一、大野かおり、石田直子

編集協力 株式会社クリエイト・クルーズ

©著作権所有 一般財団法人日本ITU協会



一般財団法人 日本ITU協会