

ITU ジャーナル 9

Journal of The ITU Association of Japan September 2018 Vol.48 No.9

特集

SDGs達成に向けたICTの有効活用—その2

ミャンマーにおけるICTインフラ整備と人材育成
持続可能な開発目標 (SDGs) —協生農法—
社会イノベーション事業を通じたSDGs達成への貢献
富士通のSDGsへの取り組み
自動運転技術による社会課題の解決

ITUホットライン

AIが情報通信ネットワークやサービスに及ぼすインパクト

スポットライト

NICTにおける電磁波技術研究の最新トピックス (その1)
海上ブロードバンド普及に向けた取り組み／海上交通のマルチメディア化
「5G国際シンポジウム2018」開催概要／「第5回グローバル5Gイベント」開催概要
国際単位系4基本単位の定義改定について
情報通信と鉄道の接点から見たICTの課題

会合報告

ITU-R:SG1 (スペクトラム管理)
ITU-T:FG-ML5G (機械学習のNW向け応用)、APT:ADF (開発フォーラム)

海外だより

ハンガリーに赴任して思うこと



片倉館

Kaz 2018

特集

SDGs達成に向けたICTの有効活用—その2

KDDI財団のSDGsへの取組み —ミャンマーにおけるICTインフラ整備と人材育成— 3

鈴木 正敏

持続可能な開発目標(SDGs) —協生農法— 5

太田 耕作/船橋 真俊

社会イノベーション事業を通じたSDGs達成への貢献 8

岡田 直子

富士通のSDGsへの取組み 11

藤井 宏紀

三菱電機グループのSDGsへの取組み —自動運転技術による社会課題の解決— 13

三菱電機株式会社

ITU
ホット
ライン

AIが情報通信ネットワークやサービスに及ぼすインパクト 16

一般財団法人日本ITU協会

スポッ
ト
ライト

NICTにおける電磁波技術研究の最新トピックス(その1) 19

平 和昌

海上ブロードバンド普及に向けた取組み 24

坂下 秀和

海上交通のマルチメディア化 29

鈴木 寿一

5G総合実証試験に関する「5G国際シンポジウム2018」開催概要について 34

第5世代モバイル推進フォーラム事務局/一般社団法人電波産業会

第5世代移動通信システム(5G)の実現に向けた第5回グローバル5Gイベントの開催概要について 38

第5世代モバイル推進フォーラム事務局/一般社団法人電波産業会

国際単位系4基本単位の定義改定について 40

臼田 孝

情報通信と鉄道の接点から見たICTの課題 —日本PTCフォーラム2018抄録— 44

PTC日本委員会

会合報告

ITU-R WP1A、B、C及びSG1会合(2018年6月)結果報告 45

安田 匡宏

ITU-T FG-ML5G第2回会合 48

高橋 玲

第15回APT電気通信/ICT開発フォーラム(ADF-15)結果報告 50

益満 尚/三浦 崇英

海外
だより

ハンガリーに赴任して思うこと 57

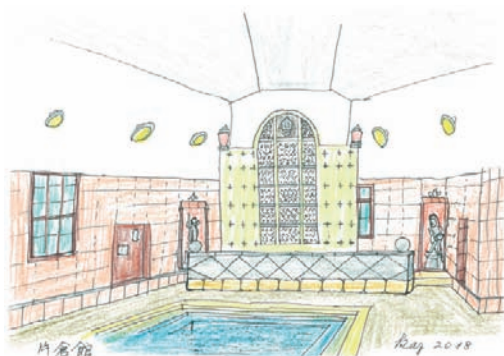
竹下 晴子

〔表紙の絵〕

大谷大学 真宗総合研究所 池田佳和

●片倉館千人風呂(長野県、諏訪市)

諏訪湖に面する上諏訪温泉の入浴施設で、昭和初期に建設され国の重要文化財に指定された洋風建築物の中にある。明治から昭和にかけて絹糸産業で財を成した片倉財閥二代目が欧州視察の見聞により、温泉を利用する文化福祉施設を作った。千人が同時に入るのは無理だが、透明で柔らかな湯質である。





KDDI財団のSDGsへの取り組み —ミャンマーにおけるICTインフラ整備と人材育成—

KDDI財団 理事長 **すずき まさとし**
鈴木 正敏



1. はじめに

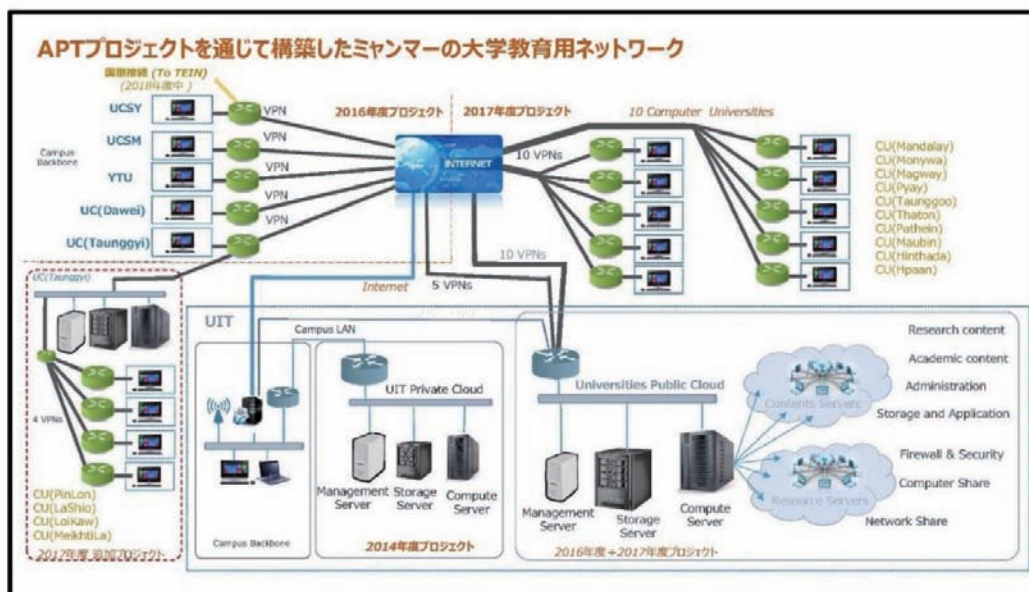
2015年の国連サミットでは、地球の水、エネルギー、資源、生態系などの地球環境を守り、安全かつレジリエントな人間居住環境を整備し、全ての人類を貧困・飢餓から解放しつつ、健康・福祉・教育・雇用の機会均等を実現することを目指し、2016年から2030年までの持続可能な開発目標（SDGs: Sustainable Development Goals）を制定した。誰一人として幸福から取り残さないという壮大な世界目標達成に向けた17の具体的なゴールは、経済、社会、環境、科学技術などのあらゆる分野の英知を融合・調和させて実現すべきものであるが、その実現にはICT技術の果たすべき役割は極めて大きい。また、ジェンダー、国際間の不平等を解消するには、特に途上国のインフラ整備、教育、科学技術の底上げが重要となってくる。KDDI財団はKDDIグループの社会的使命を持つ公益財団法人として、グローバル・パートナーシップのもと、ICTによる世界の調和ある健全な発展に寄与することを目指し、これまでカンボジア、ミャンマー、ネパールなどの多くの途上国とICTを通じた国際協力や支援を行ってきた。本稿では、その一端として、ミャンマーでの大学教育におけるICTインフラの整備と人材育成について紹介する。

2. ミャンマーにおける教育用ICTインフラ整備

ミャンマーが進める国家改革において、教育用ICTインフラの改善は大変重要な役割を担うものと位置付けられている。教育用ICTインフラがまだまだ脆弱なミャンマーにおいて、ミャンマーの大学教育関係者と当財団を含む日本の関係者がまず着手したのは、APT（Asia-Pacific Telecommunity）によるプロジェクトを利用した大学教育用クラウドネットワークの構築である。2014年度から開始した最初のAPTプロジェクトは



■写真1. 大学の先生（中央2名）とのサーバ構築作業風景



■図. APTプロジェクトを通じて構築したミャンマーの大学教育用ネットワーク



『学内用プライベートクラウドシステムの構築』で、ミャンマー国内のコンピュータ大学の中核的存在である情報技術大学（UIT: University of Information Technology）に、教育と研究に利用する学内クラウドシステムを構築するとともに、このシステムの利活用方法や運用・保守や設定管理技術を技術移管した。2016年度からの第2のAPTプロジェクトでは、VPN（Virtual Private Network: 仮想専用網）によるネットワーク接続にて6大学を接続し、高度なICT教育用プログラムを共有クラウドシステムに実装した。また、2017年度にはAPT第3プロジェクトにより、クラウドシステムへの接続大学数を16大学まで拡張し、サイバーセキュリティ面での機能強化を図った。更に、当財団からの資金供与により、別大学（タウンジーコンピュータ大学）にクラウドサーバを複製して分散クラウドシステムを構成し、更に4大学を追加接続し、現在は、20大学が利用するまでに成長している。大学教育用共有クラウドシステムは、ミャンマーの大学教育や研究に貢献するとともに、これまでに培った技術を用いて、ミャンマーの教育用インフラ整備が順次拡大されるものと期待される。

3. ICT人材育成

大学でのICT人材育成に関する試みとして、2017年度より、アプリケーション開発を通じて社会的課題を解決する大学生向けアプリケーションコンテストを主催している。初回に当たる2017年度は、先に紹介したAPTプロジェクトを通じて関係を構築した大学を中心とする18大学を対象に開催した。応募総数55チームのうち、予備選考を通過した10チームによるデモンストレーションを2018年3月3日にヤンゴン市内のホテルで開催した。コンテストの開催にあたり、在ミャンマー日本大使館からの後援、複数の日系企業からの協賛をいただいた。

また、東京大学大学院の江崎浩教授に、このコンテストの審査委員会の共同議長を務めていただき、センスの良いアプリケーションと巧みなデモンストレーションを披露した情報技術大学のTEAM EASY-Qが見事優勝を勝ち取った。プログラミングに関する技術力はもちろんのこと、課題を把握・分析する力、総合的な企画力や英語でのプレゼンテーション能力を磨くこのコンテストは、ICT人材の育成に効果的であるため、今後も規模を拡大して実施予定である。

4. 今後の課題

今後は、これまで積み重ねてきた施策を継続実施すること、日本をはじめとする様々なパートナーとともに新しい試みを行い、大学教育における人材育成とICTインフラの改善に貢献したいと考えている。具体的には、先述の大学教育用共有クラウドシステムの拡張やアプリケーションコンテストの開催の継続実施に加えて、新しい試みとして、APNIC（Asia Pacific Network Information Centre）財団と当財団の共催にて、ミャンマー全土の大学の先生・ネットワーク管理者向けに、高度なインターネット技術を教授する研修、及び、日本の大学とミャンマーの大学のコラボレーションによる様々なアプリケーション実証実験（例：医療に関する遠隔教育）等を推進していく計画である。

SDGsの達成に向けては、国、分野を超えた多くの人々が、地球市民として全ての人が平等に幸福であるためのあらゆる社会課題を解決するという共通の目標をもって、それぞれの役割を果たしていくことが重要である。KDDI財団も、グローバル・パートナーシップを強化しつつ、ICT先進国である日本の技術を広く世界に広げ、今後とも地道な活動を通して、SDGsの目標達成にささやかながら貢献できれば幸いである。



■写真2. アプリケーションコンテスト集合写真



持続可能な開発目標（SDGs）—協生農法—



株式会社ソニーコンピュータ
サイエンス研究所
リサーチアシスタント

おお た こうさく
太田 耕作



株式会社ソニーコンピュータ
サイエンス研究所
リサーチチャー

ふなばし まさとし
船橋 真俊

1. はじめに

持続可能な開発目標（SDGs）が解決を求めている課題は多岐にわたるが、Wallら^[1]によると、特にSDGsの1、2、3、6、8、11、13、14、15については土壌に関連させて一括して対処がなされていくべきであるとされている。これら全てに深く関わる領域のひとつが農業である。

2. 農業

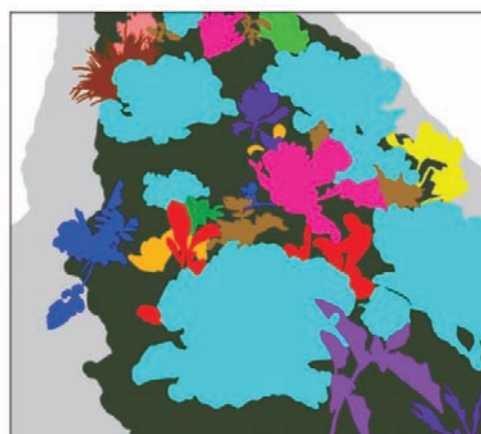
慣行の農業は、そのスケールに関わらず耕起・施肥・農薬の使用を前提としており、環境破壊と生物多様性の減少を引き起こしている。上記3つの要素（耕起・施肥・農薬）に基づく現行の農業の持続はもはや不可能であるとの報告もあり^[2]、また生物多様性の減少がこのまま進めば全球的な生態系の急激かつ不可逆的崩壊が引き起こされる可能性も危惧されている^[3]。既に、地球史上6度目の大絶滅が農業をはじめ

めとする人間活動によって起きていると多くの生物学者が予想している。農業の方式を抜本的に転換していくことは人類社会の持続可能性にとって喫緊の課題となっている。

3. 協生農法

このような状況に対して、ソニーコンピュータサイエンス研究所（以下、Sony CSL）が取り組むのが協生農法プロジェクトである。

協生農法は（株）桜自然塾の大塚隆氏によって原型の創案がなされ、Sony CSLの船橋によって学術的定式化がなされた^[4]農法である。持続可能な食料生産、生物多様性の保護、人間の健康改善、貧困や過疎化の改善などを同時に企図している。協生農法は慣行農法の3つの要素を基本的に排し、様々な植物種を混生密生させること（図1）で、自然状態よりも生物多様性を高めて食料の多様かつ持続的な

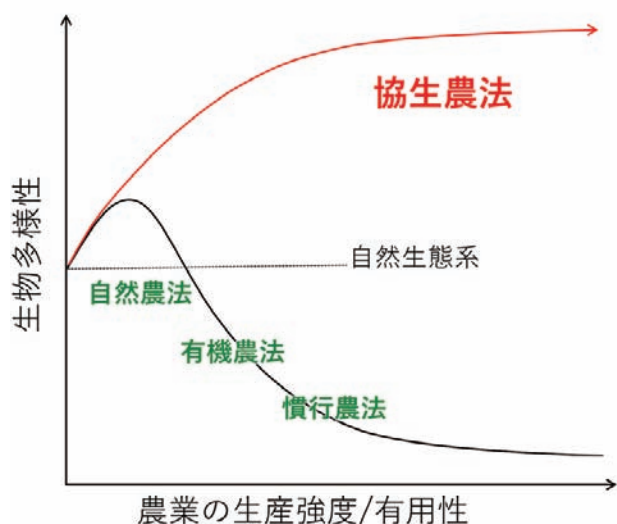


ハクサイ	ナス	コマツナ	チンゲンサイ	カリフラワー	バレイショ
ダイコン	シュンギク	ムラサキキャベツ	ゴボウ	ニラ	キャベツ
ニンジン	下草	通路			

■図1. 協生農法圃場の畝の一部の写真（左）と、その中に写っている植物種を示した図（右）



生産を狙うことが特徴である。生態系の情報によって人間が圃場生態系を制御することで、従来の生物多様性と生産性の間のトレードオフを根本的に乗り越え、圃場生態系の多様性と有用性を高レベルに両立させることを狙う（図2）。



■ 図2. 各農法における生産強度と生物多様性の関係

4. ブルキナファソでの実験

サハラ砂漠以南にある貧困国のひとつであるブルキナファソでは、現地の人々によって2015年より生産実験が始められた。慣行農法の継続によって著しく土壌が破壊され荒廃してしまっていた状況から、協生農法の導入により1年で生態系が回復し、驚異的な生産を実現した（図3）。

500㎡の区画からブルキナファソの1人当たり国民所得の

20倍超の収入に換算されるほどの生産量を達成した。これは僅か10㎡の圃場から首都ワガドゥグでの最低限の生活に必要な賃金を生産できることに相当し、貧困問題に対して極めて実質的な解決策を農業生産から提示するものであった。慣行農法と比較しても40～150倍の生産量であり、その上で劣化した土壌の状態を改善させた。7000haの協生農法圃場をつくることによって国内の貧困を根絶できるとの試算もなされた。

これらの成果を受け、ブルキナファソ政府や在ブルキナファソ日本大使館の支援によって既に3度のアフリカ協生農法シンポジウムが開催され、アフリカ協生農法研究教育センターが設立され、ワガドゥグ大学との共同研究も始まっている。

5. 協生農法の健康への寄与

協生農法は小規模農業において環境構築効果と生産性を両立することが可能であるが、さらに健康に関しても深い関わりがあることが分かっている。

食生活と環境と健康は、密接に絡み合った三つ巴関係（トリレンマ）を形成している。精製された糖や油脂を多く含む食事が普及するに伴い、環境負荷の高い慣行農法をさらに展開させる必要に迫られ、人間においては非感染性の慢性疾患発症のリスクが上昇している。このトリレンマに対して、環境保全的な伝統食（野生状態の有用植物や動物）がその解消に役立つと期待されている^[5]。

協生農法産物は、学術的に自然状態の産物と同等に定義でき（*in natura*産物）、慣行農法の産物（*in cultura*産物）と区別している。養殖魚や畜産動物は人為的に自然状態より



■ 図3. ブルキナファソの実験農園における変化の様子
放置しても雑草すら生えない状態から、1年間で土が見えないほどに有用植物が繁茂した。



も過剰な餌が与えられ、商品価値を高めるために肥大させられている（これらの家畜飼料も*in cultura*産物として生産されており、*in cultura*の状態です料生産が循環している）。同様に慣行農法の農作物に対しては、自然状態では有り得ない恒常的に耕された土壌において過剰な肥料が与えられる。即ち慣行農法の野菜の代謝状態も肥大した家畜と近似しており、植物版のメタボリックシンドロームに例えられる。植物は本来、様々な栄養素が不足する中で周囲の生態系と相互作用し、それによって様々な生理活性物質が発現し、それを食べる動物の健康に寄与している。耕された土壌の上で単体で肥料を吸収し育つ作物からは、我々の代謝を支える健康効果が一部失われている可能性がある。

実際に、協生農法産の野菜やお茶を摂取した消費者から健康改善の報告が多数寄せられている。これらはバイアスを含む主観的な経験に基づくものであるが、症状によって改善例にある程度の共通性が認められ、経験的な再現性があると思わせる段階である。

こうした観点から、我々はいくつかの客観的な分析を行った。メタボローム解析では、協生農法産の番茶が慣行農法産の番茶以上に、体内の様々な代謝経路に影響する成分を有していたことが確認された。さらに協生農法産番茶と慣行農法産番茶を高齢者のリハビリテーション施設に提供したところ、協生農法産番茶の方が被験者の日常生活動作の改善に効果があることが分かった（二重盲検法による比較）。

協生農法は環境保全や食料の持続的生産だけでなく、同時に健康増進にも貢献できることが分かってきており、3者の関係においてさらに研究を進めている。

6. 現状と今後の展望

協生農法の普及によってSDGsの多くの課題解決に貢献できる可能性を見てきた。現在ではブルキナファソ以外の国々にも実践者が広がっている。日本国内では協生農法を実践する市民が増加しており、協生農法友の会（Facebookコミュニティ）が設立され、情報共有の場となっている。

また、日本では農村の過疎化や農業の後継者不足、耕作

放棄地が近年問題になっている。こうした問題の解決のために伊勢市で5000㎡超の実験生産圃場を確保し、協生農法の中規模社会実装のモデルケースとなるよう動き始めている。

一方で、協生農法にも乗り越えるべき課題がある。生態系の複雑な関係性を重ね合わせて利用する故の情報量の多さである。多種多様な植物と昆虫のデータベース、その土地の気候、土質、先住植生、過去の作物の生育状況、進出してきた草、翌年以降の植生計画など、多面的な条件をデータ化し、関係主義的最適化を実現するための膨大な情報処理が必要である。協生農法は農業を情報産業化する試みだという捉え方もできるだろう。

それら、協生農法をはじめとした複雑な現象を人間が上手くマネジメントするのを支援するためのソフトウェアとして、「超多様性マネジメントシステム」を開発している。機械学習や様々なセンサー、個々の体験知を有効利用して人間がより賢くなることで、協生農法だけでなくあらゆる人間活動に貢献するシステムとなるよう研究開発を進めている。

ソニーの技術や他社の技術が入り、全体として共存した豊かな社会の実現につながれば、それが結果として次世代のスタンダードになっていくのではないかと考えている。

参考文献

- [1] Wall D *et al.* "Soil biodiversity and human health" *Nature* 528, 69-76, (2015)
- [2] IAASTD. "Agriculture at a Crossroads: Synthesis Report" (2008) <https://www.globalagriculture.org/fileadmin/files/weltagrarbericht/IAASTDBerichte/SynthesisReport.pdf> (2018.07.07閲覧)
- [3] Barnosky AD *et al.* "Approaching a state shift in Earth's biosphere" *Nature* 486, 52-58, (2012)
- [4] Funabashi M. "Synecological farming: Theoretical foundation on biodiversity responses of plant communities" *Plant Biotechnol.* 33, 213-234, (2016)
- [5] Tilman D & Clark M. "Global diets link environmental sustainability and human health" *Nature* 515, 518-522, (2014)



社会イノベーション事業を通じたSDGs達成への貢献

株式会社日立製作所 サステナビリティ推進本部 企画部 部長代理

おかだ なおこ
岡田 直子



日立の考えるサステナビリティと社会イノベーション事業を通じたSDGs達成への貢献についてご紹介する。

1. 日立とサステナビリティ

茨城県日立市の鉾山で機械の修理を担っていたことが日立製作所の事業のルーツである。当時の設備は外国製であり、日々メンテナンスを行う中で創業者・小平浪平が「外国製品の修理だけではなく、国産技術を生み出して確立していくことが必要である」という強い信念を抱き、5馬力誘導電動機（モーター）を仲間とともに作ったことから始まる。



■図1. 創業者 小平浪平



■図2. 創業小屋（1910年茨城県）

「優れた自主技術・製品の開発を通じて社会に貢献する」という日立の企業理念、そして「和」「誠」「開拓者精神」を掲げた日立創業の精神は、創業以来100年以上にわたり大切に受け継がれている。これら企業理念と創業の精神をベースに、日立は社会イノベーション事業を積極的に推進している。日立が培ってきたOperational Technology（OT）、Information Technology（IT）と、プロダクトを組み合わせ、パートナーやステークホルダーとの協創による社会イノベーション事業を通じて、今日、社会が直面している課題に応えるとともに、Quality of Lifeの向上をめざし、持続可能な社会の実現に貢献する。

2. 日立のSDGs

日立の事業分野は幅広く、SDGs達成にも幅広く貢献できる。2017年4月に執行役社長兼CEO 東原敏昭を議長とするサステナビリティ戦略会議を立ち上げ、SDGsの17のゴールと、それぞれに関わる事業が社会/環境へ及ぼすリスクと機会について検討した。そして、日立の事業戦略を通じて達成に大きく貢献するゴールを5つ特定した。同時に企業活動全体で貢献すべきゴールを6つ特定した。SDGsは相互にかかわりを持つため、日立は実際には17のゴールすべての達成に向けて、直接的、間接的に貢献していく。日立のサステナビリティ戦略の目的は、事業リスクと事業機会のグローバルトレンドを踏まえて社会イノベーション事業が社会にもたらす価値や影響を明らかにし、中長期にわたる自社の持続的発展を実現することである。

3. 事業戦略で貢献するSDGs —持続可能な社会を支えるエネルギー—

日立が事業戦略で貢献する5つのゴールは、社会イノベーション事業の注力4事業分野「電力・エネルギー」「産業・流通・水」「アーバン」「金融・社会・ヘルスケア」に密接に関連している。ゴール達成に向けて取り組むことは日立にとっての事業機会であると同時に、事業を通じた社会的価値の創出にもつながる。以下では、世界で何が起きているのか、また、日立が担うべき役割や取組みについてエネルギー分野への貢献を例にして紹介する。



図3. 日立とSDGsの関係

3.1 世界で起きていること

現代社会に不可欠な電力は、グローバルでの情報通信システムやヘルスケアサービス、輸送システム運用など人々の身近な暮らし、社会インフラを支えることに貢献している。しかしながら、まだ地球上の非常に多くの人々が日常的に電気のない生活を送っている。さらに、グローバルで供給される電力の多くは未だにCO₂排出量の多い炭素資源によるものであり、採掘など労働力への依存度が高い状況でもある。

3.2 日立がめざす姿

再生可能エネルギーを安定的かつ効率的に供給することが、より豊かで持続可能な未来を作る上で重要なことのひとつであると、日立は考えている。電力供給と地球温暖化対策のために、エネルギーバリューチェーンにおけるすべてのパートナーやステークホルダーとの協創によるソリューション提案が有効と考える。

3.3 日立の取り組み

エネルギーの生産から消費にいたるまで、これまで培った製品開発力や強みであるOTとITを組み合わせることなどにより、日立は風力、太陽光などの再生可能エネルギーをはじめ、あらゆる資源からクリーンなエネルギーをつくり出し、安定的

で持続可能な電力供給を図っている。2016年9月に発表した環境長期目標「日立環境イノベーション2050」への取り組みの一環として、大型の風力発電システムによるCO₂排出量の削減、グローバルなエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合拡大目標にも貢献する。

3.4 クリーンな風力発電事業の事例

従来の2MW（メガワット）クラス風力発電システムに加えて、日立は2015年に洋上発電所向けの5.2MWの大型ダウンウインド型風力発電システムを開発した。2016年には翼長を伸ばすことで受風面積を拡大し、年間平均風速7.5m/s未満の低風速地域でも発電量を増加できるHTW5.2-136をラインアップに加えた。これにより、地域の幅広いニーズに対応し、今後も拡大が見込まれる風力発電システム市場で積極的に事業を展開していく。国内の実績（2018年5月末時点）では、これまで304基を受注し、185基が稼働中であり、今後も社会インフラを支える電力システムの提供を通じて、低炭素社会の実現に貢献していく。事業が社会/環境へ与える事業インパクトとしては、受風面積拡大による発電量の増加、低炭素発電システムの事業展開、そして風力発電システム1基につき年間4,837t*のCO₂排出量の削減などが挙げられる。

* 年間発電量×（世界の全電力平均CO₂量－風力のCO₂発生量）＝9,110,400kWh×（0.56kg/kWh－0.029kg/kWh）＝4,837,622kg/年/基（世界の全電力平均CO₂量、風力のCO₂発生量は一般財団法人電力中央研究所（2001年）による。）



4. 企業活動全体で貢献するSDGs

日立は企業活動全体で達成に取り組むSDGsを6つ特定している。これらは、ステークホルダーの日立への期待でもあり、社会に対して果たす責任であると認識している。そして、これらは日立自身にとっても持続可能な経営の実現に影響する重要なものである。また、人権の尊重は、SDGsの17のゴールすべての根底にあるものだと考えている。バリューチェーン全体を通じて、人権に対して事業活動が及ぼす負のインパクトを低減することが重要である。

人権の尊重はグローバルで事業を展開する企業にとって最優先課題であると同時に、取り組みの推進がもっとも難しい課題でもある。国連の「ビジネスと人権に関する指導原則」をはじめとする国際的な基準に則り、企業が人権に関する課題に取り組むことが期待されている。単に人権を侵害しないというだけではなく、その原則以上の取り組みが企業に求められていると認識しており、人権の尊重はSDGsの17ゴールすべての達成につながっている。

バリューチェーンが世界規模で拡大し、多様な労働環境やビジネス習慣、取引慣行に直面している日立は、2013年に「日立グループ人権方針」を策定し、グループ内だけでなく、事業に関わるすべてのステークホルダーの人権尊重の方法を明確にした。また、人権尊重の啓発活動のひとつとして、毎年12月10日の「世界人権デー」には執行役社長兼CEO東原敏昭から日立製作所及び日立グループ会社の国内外の役員と従業員に対して人権メッセージを配信している。2015年

度は調達部門、2016年度は人財部門において、人権デューデリジェンスを実施し、既存の仕組みを整理するとともに、サプライチェーン及びグループ従業員に対する人権リスクの評価、優先度付け、改善策の検討をした。この結果を踏まえ、日立は引き続き、具体的かつ効果的な人権リスク低減策を見直していく。

前述のとおり、日立には創業の精神（和・誠・開拓者精神）があるが、このうち「誠」には、誠意と当事者意識を持って取り組むという意味に加え、別の意味も持つ。博士号の学位を持つ社員とOBでつくる日立返仁会にも伝わる考えでもあるが、誠は孚誠（フセイ）と言って、暖かい思いやりのこもった情愛のあるマコト、私心を去った誠実なマコトという意味で使用している。孚は親鳥が卵を抱いて温める姿をかたどった字であると言われ、古くはマコトと読まれていた。日立にはそうした精神がもともとあり、孚誠という言葉には、社員のこともお客さまのことも、その周りにいる社会全体の人たちのことも思いやって、社会に対してきちんと貢献していこうという本質的な意味がこめられている。

日立はこれからも社会イノベーション事業を通じて社会に貢献していく。そして、事業が社会や環境に与えるリスクを明らかにするとともに、それらへの対策もしっかり考えながら向き合っていく。長期的な視点から今後もSDGsの全17ゴールについて検討を重ね、次期中期経営計画にサステナビリティ戦略を組み込んでいく。



図4. WindPower



富士通のSDGsへの取り組み

富士通株式会社 環境・CSR本部CSR・SD戦略統括部共有価値推進部

ふじ い ひろ き
藤井 宏紀



1. はじめに

今日、世界は様々な脅威に直面している。産業革命以降、急速な経済発展を遂げる一方で、爆発的な人口増加、都市への一極集中、富の偏在、水・食糧問題、テロ・紛争、気候変動に起因する災害など大きな社会的課題を生み出した。

このような状況下、企業に対し、世界は期待と不安の両方を感じている。企業は、経済的利益の追求により、この状況を作り出した「悪玉 (Evil)」なのか、それとも、イノベーションを通じて問題を解決する白馬の騎士 (White Knight)」なのか。

2. SDGsと企業の役割

SDGs (Sustainable Development Goals : 持続可能な開発目標) は、世界に散在する社会的課題の解決に向け、2015年に国連で採択された2030年までに達成すべき17の目標であり、2000年に採択されたMDGs (国連ミレニアム開発目標) の後継となる。しかし、MDGsは主に開発途上国を支援するための、各国政府の行動目標であったのに対し、SDGsは先進国も含め世界のすべての人が幸せに生きるための目標であり、目標達成に向けて、政府のみならず、企業やNPO・NGO、個人などによる努力も期待されている。

SDGsは単に社会貢献ではない。企業には実ビジネスを通じたSDGs達成への貢献が期待されており、実際、多くのグローバル企業が新たなビジネスチャンスの場として活動を始めている。

Global e-Sustainability Initiativeとアクセンチュアのレポート*によると、SDGsの実現に向けてICT業界だけで2.1兆ドルの市場拡大が見込まれると言及している。また、機関投資家もSDGsへの対応も含め企業の社会的責任に着目している。国連が提唱する社会的責任投資原則 (PRI) には、既に1700機関が署名、その運用資産額は70兆USドルを超えており、もはや企業にとって社会的責任への対応は必須のものとなりつつある。

3. 富士通の取り組み

SDGsの実現には1企業の努力では到底解決できるものではなく、多くの企業、NPO・NGO、国際組織等との共創を通じて達成し得るものと考えている。

2018年1月に開催された世界経済フォーラムの年次総会 (ダボス会議) に、弊社社長の田中が参加し、SDGsをキーワードに多くの企業トップと会談を行ってきた。また、同月、SDGs推進の有力団体である「持続可能な開発のための世界経済人会議 (WBCSD)」の副会長に弊社会長の山本が就任、世界規模の課題解決に向けて中心的な役割を果たしている。これらの取り組みにより新たなつながりが生まれ、SDGsの気運が醸成されるとともに、富士通にとってはビジネスをスケールアップするチャンスだと捉えている。

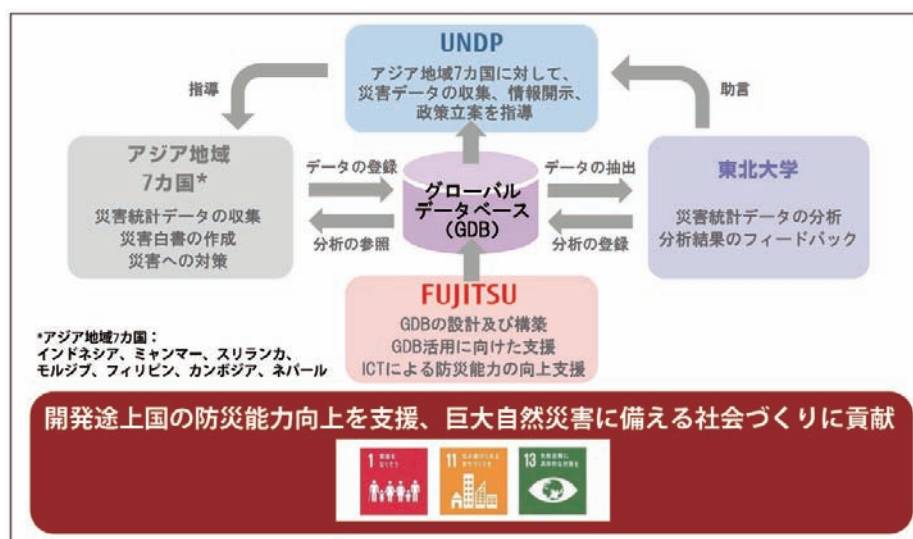
続いて、共創を通じた富士通のSDGsへの取り組みの一例を紹介する。

【事例1】災害統計グローバルデータベース構築支援による災害に備える社会づくりへ貢献

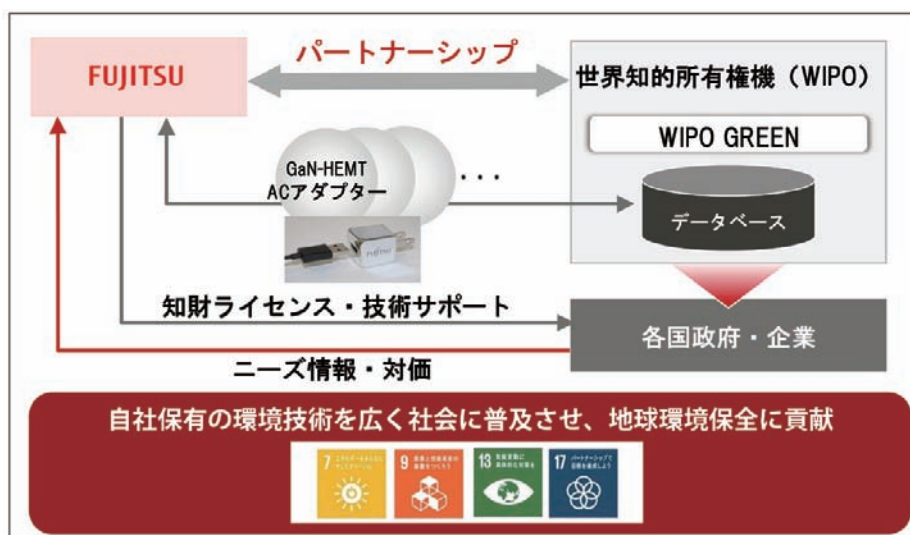
2015年3月に「仙台防災枠組」が採択され、災害による死亡者数、被災者数、直接的な経済損失、重要なインフラへの被害を削減するなど、2030年に向けた7つのターゲットの達成を目指して各国が取り組むことが合意された。

これらの目標の進捗状況をモニタリング、災害統計データを整備することを目的として、国連開発計画 (UNDP) と国立大学法人東北大学災害科学国際研究所 (東北大学) は2015年4月に災害統計グローバルセンターを設置。UNDPが開発途上国における災害統計データ収集・情報開示・政策立案指導を行う一方、東北大学は収集される各国の災害統計データを蓄積・解析し、UNDPを通じて各国に助言を行う。富士通は災害統計データの蓄積基盤であるグローバルデータベース (GDB) の設計・構築を無償で支援するほか、GDBの活用に向けて、寄付により支援をしている。現在、アジアにおけるパイロット7か国を対象に災害統計データベースの整備を進めているが、2020年以降、アジア・太平洋地域20か国への展開を予定している。

*参考: Global e-Sustainability Initiative & Accenture Strategy, “#SystemTransformation: How Digital Solutions will deliver Progress Towards the Sustainable Development Goals” 2016



■図1. 災害統計グローバルデータベース構築支援事業



■図2. WIPO GREENへの参画

富士通は、この活動を通じ、開発途上国の防災能力向上を支援し、巨大大自然災害に備える社会づくりに貢献していく。(図1)

【事例2】WIPO GREENへの参画を通じた環境技術の移転

富士通は、自社の保有する環境技術を広く社会に普及させ、地球環境保全に貢献することを目指し、国連の専門機関である世界知的所有権機構(WIPO)が運営する、環境技術やサービスの移転マッチングの枠組み「WIPO GREEN」にパートナーとして参加。既に保有する環境技術に関する200以上の知的財産をWIPO GREENに登録、技術ライセンス供与を進めている。

富士通はこの国際的な枠組みを活用し、環境技術の普

及と技術移転によるオープンイノベーションをグローバルに推進することで、脱炭素社会の実現や気候変動への適応などに貢献していく。(図2)

4. おわりに

富士通では「世界の人々をテクノロジーにより幸せにする」という企業理念、FUJITSU Wayを掲げており、世界の社会的課題をITで解決することを目標に事業を展開してきた。この理念はまさにSDGsと一致するものである。富士通は、ITによるイノベーションを通じて社会的課題を解決するWhite Knightとして、引き続き、様々な企業や機関等と共に世界の持続可能な発展に貢献していきたい。



三菱電機グループのSDGsへの取り組み —自動運転技術による社会課題の解決—

三菱電機株式会社

1. SDGsへの取り組み

三菱電機グループは、経営戦略の中で、「持続可能な社会」と「安心・安全・快適性」が両立する豊かな社会の実現に貢献する「グローバル環境先進企業」を目指すべき企業の姿として位置付けている。これは、世界共通の目標であるSDGsが目指すものと合致していると考えている。

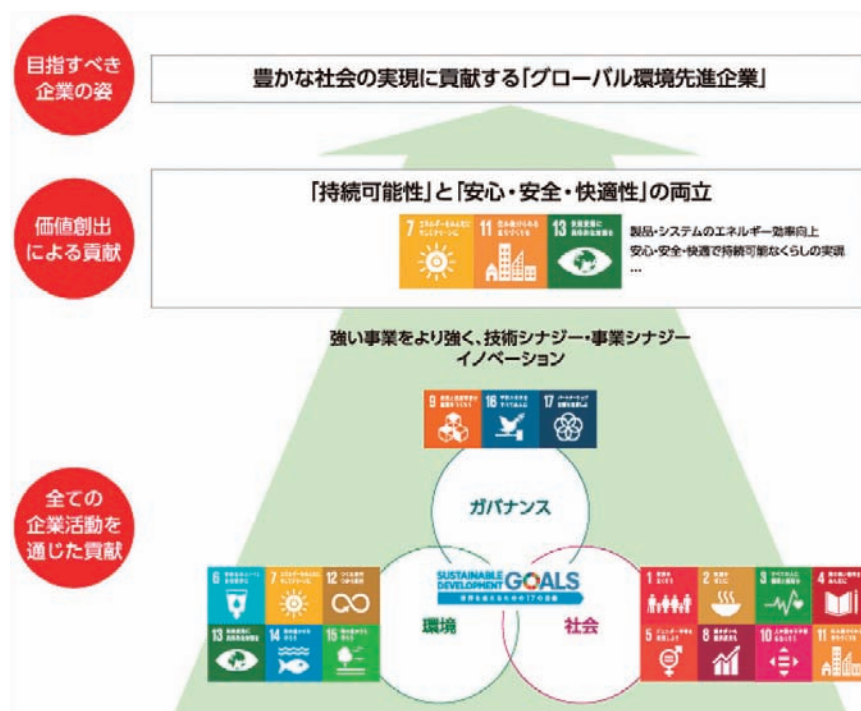
すなわち、三菱電機グループは、多くの事業や、環境・社会・ガバナンス (ESG) などの全ての企業活動を通じてSDGsの17の目標の達成に貢献する考えである。一方で、更にSDGsに貢献していくためには、分野を定めて注力していくことが必要と考えている。総合電機メーカーとしての強みを発揮でき、目指すべき企業の姿とも合致する「目標7: エネルギーをみんなに そしてクリーンに」、「目標11: 住み続けられるまちづくりを」、「目標13: 気候変動に具体的な対策を」について、技術シナジー・事業シナジー等を通じて価値を創出し、重点的に取り組んでいくことで、よりSDGsの達成に貢献することを狙っている。

その中で、今回は、「安心・安全・快適性」を実現し、SDGsの目標の中で、特に、「目標11: 住み続けられるまちづくりを」の達成に貢献する「自動運転技術」について紹介する。

2. 自動運転技術で交通問題を解決へ —三菱電機のコアテクノロジーの結集—

交通事故や交通渋滞による経済的・社会的ロスは甚大だと考えられている。特に少子高齢化の進む日本では、高齢ドライバーによる相次ぐ事故が社会問題化するなど、この課題に拍車をかけていると言えるであろう。三菱電機グループは、2つの走行技術、「自律型」走行技術と「インフラ協調型」走行技術を組み合わせることで、高精度な自動走行システムの実現を目指している。

これにより、「交通事故の削減」、「交通渋滞の緩和」、「僻地での交通難民解消」等の社会課題の解決を実現していく考えである。



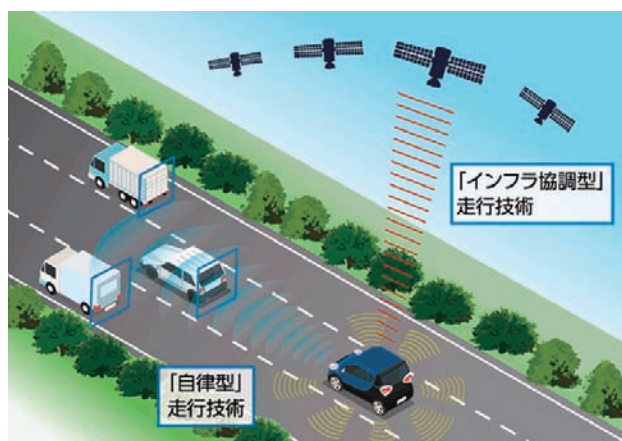
■図1. 三菱電機グループのSDGsへの取り組み



3. 自動運転の仕組みとそれを支える三菱電機グループの技術

3.1 「自律型」走行技術について車体に搭載する各種センサーと車両制御技術

カメラやミリ波レーダ、ソナー等の各種センサーを用い、自動車の自律的な自動運転を可能にするのが「自律型」走行技術である。三菱電機グループが幅広い分野で蓄積してきた、センシング技術を応用して、ドライバーの認知、判断、操作を支援する新たな製品の開発を目指している。今後もその技術に磨きをかけると同時に、三菱電機の人工知能（AI）のコアテクノロジー「Maisart」を軸に、より安心・安全で快適な自動運転の要となる統合統御システムへの応用開発も進めている。



■ 図2. 「インフラ協調型」と「自律型」走行技術の組合わせ

3.2 「インフラ協調型」走行技術

「インフラ協調型」走行技術とは、自動車の周辺環境にあるインフラと協調することで、より高精度な自動運転を実現する新しい技術である。衛星からの精緻な位置情報や、高精度3次元地図、高度道路交通システムなど、車体とは別に、周辺環境のシステムを駆使し、多様な技術が一体となって提供されることが不可欠である。

3.3 高精度位置情報を実現する準天頂衛星システム「みちびき」

準天頂衛星システム「みちびき」は、2017年度には3機打ち上げられた。高精度位置情報サービスを提供する本システムは、三菱電機が設計・製造をした。本サービスを活用



■ 図3. 「自律型」走行のイメージ



■ 図4. 「高精度位置情報」と「道路状況の情報」



すれば、様々な道路環境、濃霧や雪道などの視認性が悪い環境下においても自動運転が可能になる。三菱電機では、自動運転の実証実験を2017年9月から高速道路で開始し、「みちびき」からの位置情報信号を受信する高精度測位端末を使うことで、自らの位置をセンチメートル級で把握することを実証した。

3.4 高精度3次元地図

地図上で正確な自車位置を把握するために必須なのがダイナミックマップである。このデジタル地図は、車線、道路縁、渋滞の静的な情報に加えて、信号等、刻一刻と変化する動的な情報が含まれる。三菱電機グループは、ダイナミックマップ構築に向けた大規模実証実験の実施・管理を行政機関から受託するなど、研究・実験を重ねている。また、2017年6月に三菱電機は、産業革新機構、地図会社、測量会社や国内自動車メーカーとともにダイナミックマップ基盤株式会社を立ち上げ、国内高速道路及び自動車専用道路約3万kmのダイナミックマップ基盤データの整備を進めている。

3.5 先読み情報提供

先読み情報提供は、車両単独では検知できない前方の事故情報、渋滞情報、規制情報等(先読み情報)をドライバーや車両に提供することで、事前の車線変更等を支援する仕組みである。三菱電機では、路車間通信を活用して、車線ごとの先読み情報を自動運転車両に対して提供し、車線変更を支援するテストコース実証などを行い、実用化に向けた取組みを進めている。

3.6 技術シナジー×オープンイノベーションで未来を切り拓く

広範で多様な要素技術の統合が不可欠である自動運転技術。三菱電機グループでは、社内横断的なプロジェクトチームの結成、業種を超えたオープンイノベーションなど、革新的な技術を生み出すための取組みを行っている。2017年3月

には、AIと三菱モビリティマッピングシステム(MMS)の技術を活用して、高精度3次元地図を効率的に作成・変更できる「自動図化技術」と「差分抽出技術」を開発したことを発表した。

2017年10月には、オランダのHERE Technologies(HERE社)との連携に合意。HERE社が整備を行っているグローバルでの高精度地図やクラウド位置情報サービスと、三菱電機の高精度測位技術を組み合わせ、ユーザーが利用しやすい位置情報サービスの提供を目指している。

日本政府は、高速道路でのドライバーの関与が一切ない“完全自動運転”を2025年に実現することを目指している。三菱電機グループは、これらの取組みを通じ、人々がより安心、安全で快適な暮らしを送れる社会の実現に貢献していく。

4. 今後の取組み

自動運転システムの実現を目指す上で、安心・安全・快適性を考慮することはもちろん、熟練ドライバーが運転するような自然な運転ができるように車両制御することも重要と考えている。乗員に与える安心や快適性を更に高めることができるためである。

そのためにも、「自律型」・「インフラ協調型」それぞれの走行技術を高いレベルで統合できるよう開発を進めており、実証実験車を用いた公道試験を通じて、実際の道路環境での信頼性確立のために試行錯誤を重ねている。

国内外の自動車産業は環境変化が加速しており、運転支援技術や自動運転技術の更なる高度化や差別化が求められる中で、三菱電機だからこそ実現できる高度な技術で、自動車社会をより魅力的にしたいと考えている。

このように、三菱電機グループは、これからも、持続可能な社会の実現に向けて、革新的な技術やサービスにより、SDGsが目指す幅広い社会課題の解決に貢献をしていく考えである。



AIが情報通信ネットワークやサービスに及ぼすインパクト

一般財団法人日本 ITU 協会

大学や研究機関といった分野からのITUへの参加促進を目的として、ITUから、論文誌“ITU Journal: ICT Discoveries”が発行された。2018年3月第1号は、「AIが情報通信ネットワークやサービスに及ぼすインパクト」をテーマとして、7件のInvited Papers、8件のSelected Papersから構成されており、弊協会はITUの厚意により、Invited Papers概要の和訳掲載の許可を得たので、本号にて公開する。原文及び各論文のオリジナル全文は、次のサイトに掲載されている。

<https://www.itu.int/pub/T-TUT-ITUJOURNAL-2018>

ITU Journal: ICT Discoveries, 'The impact of Artificial Intelligence on communication networks and services' 1 (1), March 2018

「責任能力を備えたAI：人的価値を高めるAIの設計」

Responsible artificial intelligence : designing AI for human values

執筆者：Virginia Dignum

所 属：Delft University of Technology, The Netherlands

概 要：AIは至るところでますます我々の生活に関わってきている。人的価値を高めるAIシステムの設計は、倫理原則に沿い、社会的なニーズ、関心に合うように行う必要がある。本論文ではヨーロッパの労働市場における期待効果を例にとり、AIがどんなインパクトを与えるかを調査した結果を紹介する。きめ細やかな人的価値を高めるAIシステムの開発にはART設計原則：（説明責任（accountability）、責任所在（responsibility）、透明性（transparency））が重要なのでこの原則を紹介し提案する。

「自動運転車両の深層学習を担う再構成可能プロセッサ」

Reconfigurable processor for deep learning in autonomous vehicles

執筆者：Yu Wang^{1,2}, Shuang Liang³, Song Yao², Yi Shan², Song Han^{2,4}, Jinzhang Peng² and Hong Luo²

所 属：¹ Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing, China

² Deephi Tech, Beijing, China

³ Institute of Microelectronics, Tsinghua University, Beijing, China

⁴ Department of Electrical Engineering, Stanford University, Stanford CA, USA

概 要：民間の自動車の急増は車に搭載される先進運転支援システム（ADASs）の開発に拍車をかけている。ADASの主要機能であるリアルタイム自動視覚機能（RTAV）に深層学習法が導入され、ADASの性能が大きく向上した。RTAVにはテラフロップス（tera operations per second : TOPS）の演算を行うプロセッサや消費電力を30W以内にする制御プログラムが必要である。本論文ではRTAVアルゴリズムの動向を概観し、これに関するいくつかの異なるハードウェアを紹介し、再構成可能RTAV加速器の開発手順を提案する。

我々が開発したField programmable gate array（FPGA）をベースにしたアリストテレスシステム及び圧縮、編集、カスタマイズハードウェアアーキテクチャ等を含むソフトウェアハードウェア協調設計ワークフローについて紹介し提案する。我々の評価で、このFPGAシステムは最新のRTAVアルゴリズムをリアルタイムで処理する能力を持ち、同等レベル



のCPUや画像処理ユニットよりも高性能であることが明らかになった。将来は、特定用途向けIC（ASIC）を利用し次世代メモリーを搭載し100TOPの処理能力をもち消費電力は20Wに抑えることを目指している。

「IoTのビッグデータ解析を利用したグレートバリアリーフのリアルタイム監視」

Real-time monitoring of the great barrier reef using internet of things with big data analytics

執筆者：Marimuthu Palaniswami¹, Aravinda S. Rao¹, Scott Bainbridge²

所 属：¹ The University of Melbourne, Dept. of Electrical and Electronic Engineering Parkville, VIC-3010, Australia

² Australian Institute of Marine Science PMB #3, Townsville, QLD-4810, Australia

概 要：オーストラリアにあるグレートバリアリーフ（Great Barrier Reef：GBR）は全長2,300kmに及ぶ世界最大のサンゴ礁地帯である。しかしサンゴ礁は、白化現象を起こしたり、二酸化炭素の増加によりサンゴの成長を阻害する海洋酸性化を起こすといった気候変動の脅威にさらされている。我々は、IoTや無線センサーネットワーク（WSN）を活用し、収集したビッグデータを解析し、GBRの海洋環境の監視に成功したのでこの事例を紹介する。IoT/WSNは2層構造のネットワークアーキテクチャで構成され、ビッグデータをAIアルゴリズムで解析し、諸現象を未然に検出しGBRを監視する。GBRのWSNは南に位置するHeron島に2009年に構築され、同年にオーストラリアのクイーンズ島を襲ったHamishサイクロンではWSNが時系列で計測した温度、気圧、湿度等のデータから異常を検知しHamishサイクロンの到来を予知した。本稿では複雑な海洋エコシステムを監視し、管理し理解する上でのAIアルゴリズムの全体像を紹介する。大規模なIoTで収集したビッグデータで行う解析法から得られた知見は、海洋エコシステムの複雑な統合システム（System of systems：SoS）を管理するためのフィードバックメカニズムとして同システム改善に役立つであろう。

「情報ネットワーク/サービスへのAIの導入」

Inclusion of Artificial Intelligence in Communication Networks and Services

執筆者：XU Guibao, MU Yubo, LIU Jialiang

所 属：Institute of Technology and Standards Research, China Academy of Information and Communication Technology, Beijing, China PR

概 要：学習能力を備えたAIは情報産業にとって革新的なテクノロジーである。AIを情報ネットワークや新サービスに導入すれば、ネットワークの性能やユーザエクスペリエンスの向上が見込める。しかし、現在のところその完璧なソリューションは存在していない。有力な候補の一つにFINE（future intelligent network）フレームワークが挙げられる。これはネットワーク機能を仮想化し、機能構成をソフトウェアで実現するソフトウェア定義型ネットワーク（SDN/NFV）の一つである。

「説明可能なAI：深層学習モデルの理解、可視化及び解釈能力」

Explainable Artificial Intelligence：Understanding, Visualizing and Interpreting Deep Learning Models

執筆者：Wojciech Samek¹, Thomas Wiegand^{1,2}, Klaus-Robert Müller^{2,3,4}

所 属：¹ Dept. of Video Coding & Analytics, Fraunhofer Heinrich Hertz Institute, 10587 Berlin, Germany

² Dept. of Electrical Engineering & Computer Science, Technische Universität Berlin, 10587 Berlin, Germany



³ Dept. of Brain & Cognitive Engineering, Korea University, Seoul 136-713, South Korea

⁴ Max Planck Institute for Informatics, Saarbrücken 66123, Germany

概要: AIシステムは大規模なデータベースの活用と深層学習法の進歩のおかげでいくつもの複雑な仕事を人間の能力以上に成しえるレベルまで向上した。この優れた能力には画像分類、感情分析、音声理解、ゲーム戦法などが挙げられる。しかし、高度な機械学習やAIのモデルはネスト非線形構造であり、また通常ブラックボックスになっている。つまりどんな要因がその予測結果を生み出したのかについての情報が一切得られず、人間が直接理解できるようになっていない。この透明性の欠如が大きな欠点となり得るので、例えば、医療での応用においては、深層学習モデルの可視化や説明や解釈などの手法の開発に関心が強まっている。本稿では最近の状況を概観するとともに、AIの解釈能力の向上が重要であることを説明する。

さらに、深層学習の推測法について2つの手法を紹介する。1つは入力変化に対する感度を分析するアプローチ、もう1つは入力の変化量から判断基準を類推するアプローチである。これらの手法について3つの分類作業で評価したので紹介する。

「機械学習と情報通信の融合」

The convergence of Machine Learning and Communications

執筆者: Wojciech Samek ¹, Slawomir Stanczak ^{1,2}, Thomas Wiegand ^{1,2}

所属: ¹ Fraunhofer Heinrich Hertz Institute, 10587 Berlin, Germany

² Dept. of Electrical Engineering & Computer Science, Technische Universität Berlin, 10587 Berlin, Germany

概要: 機械学習と情報通信テクノロジーの2分野が合流しつつある。今日の情報通信システムは莫大なトラフィックデータを生成しているので、このデータに機械学習法を適用すれば情報通信ネットワーク自体及び構成要素の設計とマネジメントを向上させることができるとの期待が寄せられている。さらに近年開発されたend-to-endの学習法を取り入れることによりネットワークの構成要素の最適化が可能である。スマートシティ、IoTなど最近登場した情報通信の応用分野においても機械学習法は中心となるテクノロジーである。本論文では異なる情報通信分野での機械学習法の活用状況を概観し、無線通信ネットワークでの2つの応用例を紹介する。我々はこの研究が将来有望で、大きなインパクトを与えるであろうと考えている。

「モバイルネットワーク運用へのAI応用」

Application of AI to Mobile Network Operation

執筆者: Tomoyuki Otani ¹, Hideki Toubé ², Tatsuya Kimura ¹, Masanori Furutani ¹

所属: ¹ DOCOMO Technology INC.,

² NTT DOCOMO INC., Japan

概要: ネットワークの仮想化や5G/IoTの導入によりモバイルネットワークは複雑かつ多様なサービスを提供することであろう。一方、ネットワーク運用に係る作業負担は著しく増加する恐れがある。AIは各分野での人的リソースの不足を補い、またネットワークの進化にも貢献できると期待されている。モバイル産業界にとってもAIのネットワークへの応用はモバイルネットワーク運用の効率を大きく改善させる絶好の機会である。本論文ではネットワーク運用にAIテクノロジーをどのように応用させるか、またAI駆動型ネットワーク運用についていくつか使用事例を紹介する。



NICTにおける電磁波技術研究の最新トピックス(その1)

国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所 研究所長

たいら かずまさ
平 和昌



1. はじめに

国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）では、2016年度から始まった第4期中長期計画においてICT分野の基礎的・基盤的な研究開発等の実施を掲げ、その一分野として「センシング基盤分野」の研究開発を実施している。当該分野では、電磁波を利用して人類を取り巻く様々な対象から様々な情報を取得・収集・可視化するための技術、社会経済活動の基盤となる高品質な時刻・周波数を発生・供給・利活用するための基盤技術、様々な機器・システムの電磁両立性（EMC）を確保するための基盤技術として、リモートセンシング技術、宇宙環境計測技術、電磁波計測基盤技術（時空標準技術、電磁環境技術）の研究開発を実施することとした。

2018年2月、日本ITU協会ITU-R研究会の橋本明主査からNICTにおける電磁波技術研究の最新トピックスを紹介する機会をいただき、第364回研究会において講演を行ったところ、ITUジャーナルでも同講演の内容を紹介させていただくことになった。今号と次号の2回にわたり紹介していきたい。

2. ゲリラ豪雨の到来を予測するために

近年、急激な都市化の拡大が原因とみられる異常気象が日本各地で起きている。その代表的なものが局地的大雨（いわゆる「ゲリラ豪雨」）であり、突発的な大気現象であるがゆえに、しばしば甚大な被害を引き起こして社会問題となっている。これらの現象は積乱雲の発達に伴って発生することが知られている。したがって、積乱雲の発達を早期に検知して

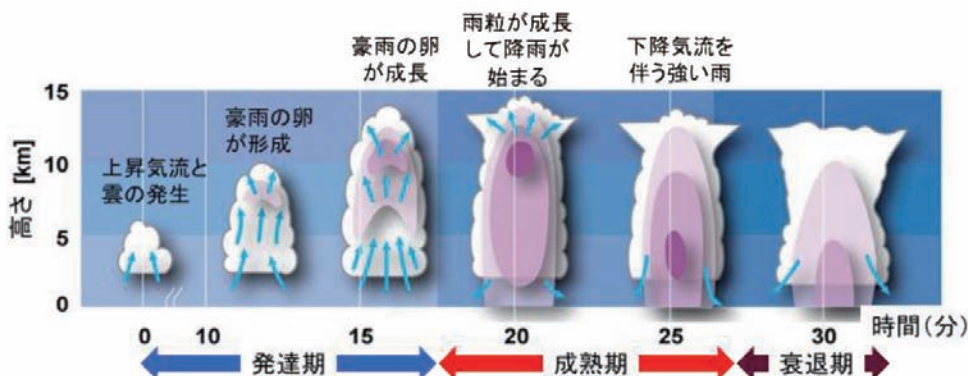
避難指示等へのリードタイムを稼ぐことが、被害を最小限にする目的のために極めて重要である。

図1に積乱雲の一生の典型例を示す。その過程では、まず、上昇気流に乗って地上の水蒸気が集まり、雲を形成する。その後、積乱雲の中で雲粒が成長して雨粒となり地上に降ってくるが、地上に雨が降る10分ほど前には積乱雲の中に成長した雨粒（豪雨の卵）が現れている。この過程から、①地上の水蒸気量の変化を見逃さないこと、②豪雨の卵を可能な限り早く見つけること、の2つが可能となれば、ゲリラ豪雨を早期に検知することができる。NICTは、①を可能とする「地上デジタル放送波を用いた水蒸気量の推定技術」、②を可能とする「フェーズドアレー気象レーダ」を開発した。

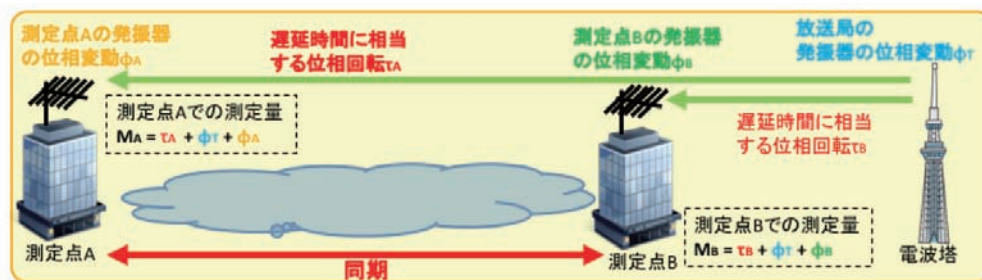
3. 地上デジタル放送波を用いた水蒸気量の推定

空間の水蒸気量の変化により、その空間を伝わる電波の速度が変化する。その変化量は、例えば5kmのスパン全体で水蒸気量が1%増加すると、電波の到達時間は約17ps（ピコ秒）遅れる。この遅延量を長時間にわたり測定できれば、積乱雲の元となる水蒸気量の変化の過程が観測できる。

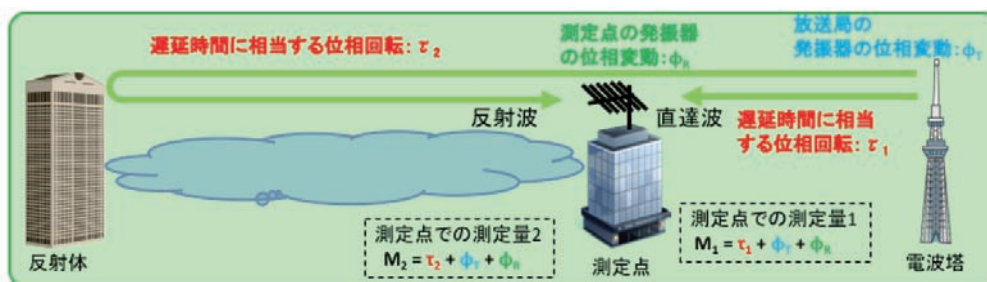
我々は、地上デジタル放送（地デジ）の電波を受信することで水蒸気量を推定する方法を考案した^[1]。ここで、用いる地デジ受信装置が有する発振器の位相雑音は通常1,000ps～2,000psであるため、1ps～2psの測定精度を要求する水蒸気量推定では何らかの工夫が必要である。図2に、地デジ放送波を用いた水蒸気量推定の原理を示す。図2（a）



■図1. 積乱雲の一生（典型的な例）



(a) 任意地点間で同期をとる方法（同期法）



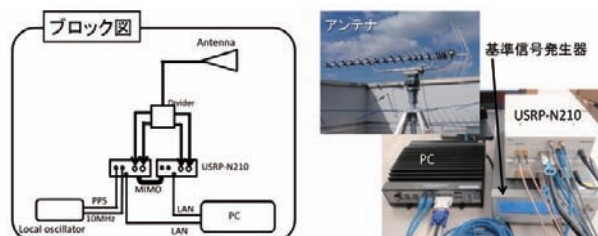
(b) 反射波を使う方法（反射法）

■図2. 地デジ放送波を用いた水蒸気量推定の原理

では、任意地点間の水蒸気量を測定するために測定点Aと測定点Bそれぞれで有する受信装置の発振器を同期させる必要があるが、ピコ秒の精度で同期させることは容易ではない。一方、図2 (b) では、遠方のビルなどの反射体からの反射波と電波塔からの直達波の双方を受信することにより測定点が1つとなり、上述の同期は不要となることから、システムの構成が簡便になる。その反面、適切な反射体を選択する必要があることから、任意地点間の水蒸気量を測定することには制限が生じる。このたび我々は、図2 (b) の方法（反射法）を用いて水蒸気量を推定した。

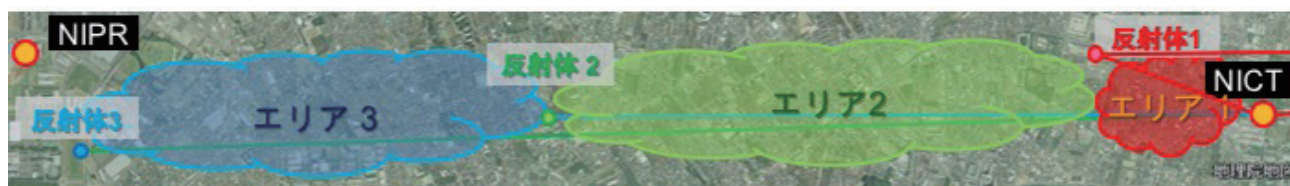
地デジ放送波を用いる利点として、電波の伝搬路の遅延量（伝搬遅延）を比較的容易に求めることができることがあげられる。地デジ放送波にはデータ列が既知の信号（SP信号）が埋め込まれており、この信号を利用することにより伝搬路の伝達関数（遅延プロファイル）を求めることができ、その位相から伝搬遅延を精密に計測できる。さらに、遅延プロファイルのピーク位置の変動を求めることにより、伝搬遅延の変動を観測することができる。用いた測定システムを図3に示す。ここでは、ソフトウェア無線装置（USRP-N210）を用いて、地デジ放送波の搬送波の位相をリアルタイムで測定するシステムを開発した。

図4に、測定対象としたエリアと、測定結果より求めた水蒸気量を示す。測定は、小金井市にあるNICTから立川市にあ

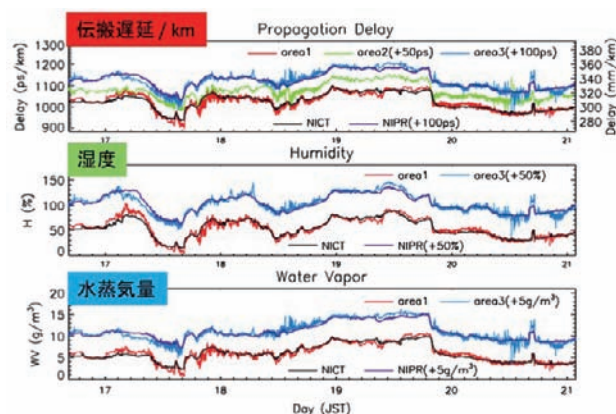


■図3. 地上デジタル放送波を用いた伝搬遅延測定システム

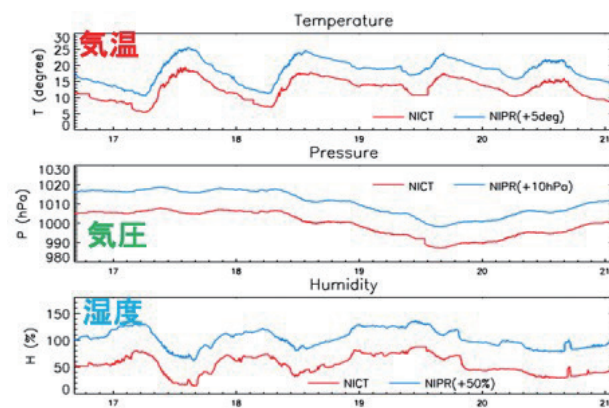
る大学共同利用機関法人情報システム研究機構国立極地研究所（NIPR）にかけてのエリアで実施し、途中にある3つの建築物を反射体として利用した（図4 (a)）。図4 (b) に、2016年3月16日から21日にかけての各エリアにおける単位km当たりの伝搬遅延の変化を示す。例えば、エリア2の伝搬遅延は、反射体2からの反射波と反射体1からの反射波をNICTで同時に受信し、各受信信号から導出した遅延時間の差として求めている。同図には、NICT、NIPRそれぞれの地点における伝搬遅延の値も細い実線で示している。これらの値は、図4 (c) に示すNICT、NIPRそれぞれの地点における地上気象観測データ（気温、気圧、湿度）から算出した値である。両者は良い一致をみせている。測定で求めた伝搬遅延量から推定したエリア1及びエリア3の水蒸気量の変化を図4 (b) に示す。同図には、NICT、NIPRそれぞれの地点における水蒸気量（図4 (c) から算出した値）も細い実



(a) 測定対象としたエリア

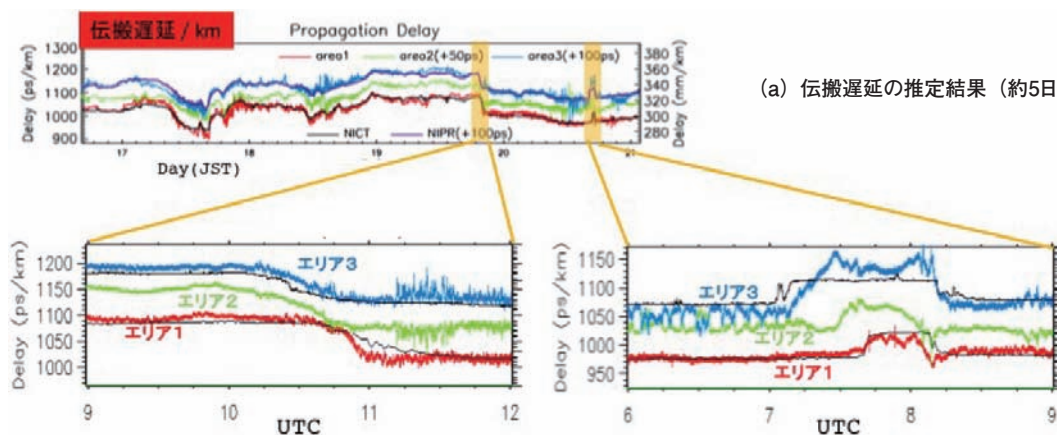


(b) 推定結果 (伝搬遅延、湿度、水蒸気量)

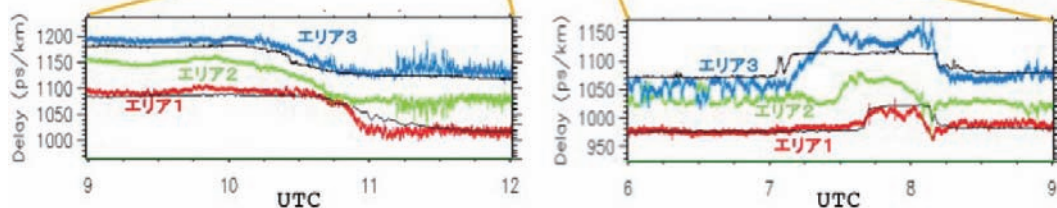


(c) NICT及びNIPRにおける地上気象観測結果

■ 図4. 地上デジタル放送波を用いた水蒸気量等の推定結果



(a) 伝搬遅延の推定結果 (約5日分全体)



(b) 伝搬遅延の推定結果 (各3時間分を拡大)

■ 図5. 地上デジタル放送波を用いた伝搬遅延の測定結果

線で示している。両者はよく一致していることから、本技術の妥当性が示された。図4 (b) に示した伝搬遅延の変化のうち、一部分を拡大した様子を図5に示す。図5 (a) の黄色でハッチした2つの時間帯 (3時間分) について、それぞれを拡大したのが図5 (b) である。この図より、エリア3で起こった伝搬遅延の変動が、時間経過した後、エリア2、エリア1でも起こっていることが分かる。したがって、この2つの時間帯では、ともに気象現象が西から東へ移動したと考えることができる。

地デジを利用した水蒸気量推定のシステムは、受信機能だけで構成されるシステムであり、気象レーダのように電波を送信して測定するシステムとは異なり、無線設備の免許が不要である。また、図3に示すような比較的安価な装置によりシステムを構築できる。これらの利点から、観測点を容易に設置することが可能であり、これまで不可能であった水蒸気量の広範囲かつ面的な観測を可能とするものである。現在、多くの外部機関の協力を得て、関東域に観測点を増やす活動を展開している。



4. フェーズドアレイ気象レーダ

上空の雨や雪の強度分布を地上から把握するために、マイクロ波帯の電波を使った気象レーダが全国に設置されている。気象レーダでは、発射された電波が雨や雪に反射して戻ってくる時間を測定することによりレーダから雨や雪までの距離が分かり、反射してきた電波の強度から雨や雪の量を求めることができる。さらに、反射してきた電波の周波数シフトを観測することにより、どちらの方向に雨や雪の領域が動いているか（ドップラ速度）を把握することができる。気象庁では、C帯を利用した気象レーダを全国20か所で運用している。一方、国土交通省では、河川の防災を目的として「XRAIN」の名称でX帯及びC帯を利用した気象レーダを運用している。これらのレーダにはパラボラアンテナが用いられていることから、地上から上空までの全方位を立体的にスキャンするには時間を要し、いずれのシステムでも約5分間隔で観測データを得るのが現状である。そのため、2章で述べたように、ゲリラ豪雨につながる積乱雲の発達過程を細かく観測することが困難な状況である。このような背景から、高速に観測データを得ることのできる新たな気象レーダの開発が強く求められていた。これを実現するのが「フェーズドアレイ気象レーダ（PAWR）」である。

NICTは、大阪大学及び（株）東芝と共同でPAWRの開発に向けた委託研究を2008年から開始し、2012年、大阪大学吹田キャンパスに日本で初めてのPAWRを設置し、運用を開始した。さらに2014年には、NICTの未来ICT研究所（神戸市）と沖縄電磁波技術センター（恩納村）それぞれにPAWRを設置し、運用を開始した^[2]。図6にPAWRの外観と構造を示す。観測にはX帯を用い、128素子導波管スロットアンテナで受信した信号をデジタルビームフォーミングすること

により、半径約60km、高度約14kmの範囲にある雨雲の3次元構造を30秒ごとに観測できる。

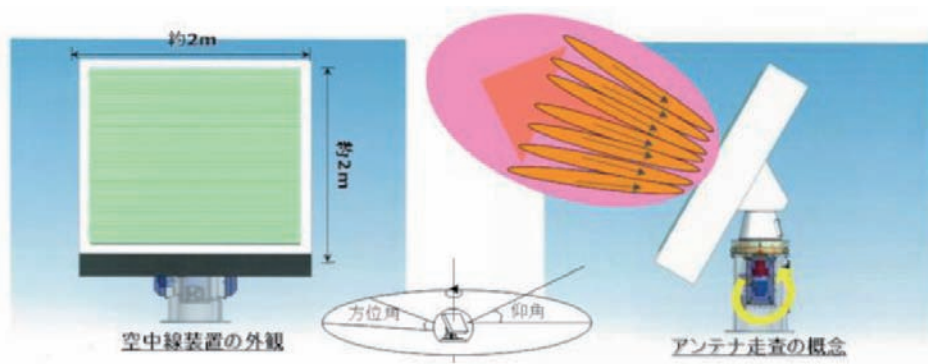
図7に、大阪大学吹田キャンパスのPAWRが捉えた「豪雨の卵」の形成から成長、降雨までの過程を示す。この図は、2012年7月26日、京都府精華町付近に発生した積乱雲が成長し局地的豪雨に至る過程を、北東方向から3次元的に2分ごとに見た様子を示している。17時30分頃、高度4～6kmに1つ目の豪雨の卵が観測され、それが成長して4分後には降水（降雨）している。同様に17時34分頃に2つ目の豪雨の卵が観測され成長する様子が明確に捉えられている。パラボラアンテナによる測定では、このような過程を詳細に観測することは困難である。

上述の3つのPAWRで観測したデータは、取得後、順次降雨強度に変換され、観測の約30秒後にはNICTのサーバで公開されている。これらのデータは誰でも自由に使用することができる。そのため、神戸市と連携し「ゲリラ豪雨対策支援システム」を構築して実証実験を実施したり、民間の気象予報会社と連携して、スマートフォンアプリを用いたプッシュ型の大雨予測通知を配信する実験を実施するなど、データの様々な利活用が動きつつある。

降雨レーダにおいて雨量をより高精度に推定できる手法として「偏波」を用いる方法がある。垂直偏波、水平偏波それぞれの電波を送信・受信し、偏波成分の比や伝搬位相差を測定することにより、高精度な雨量推定や雨滴粒径分布の推定が実現できる。NICTでは、この手法を用いたPAWRである「マルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダ（MP-PAWR）」を2017年度に開発し、埼玉大学（埼玉県さいたま市）に設置し、2018年度より観測を始めている^[3]。

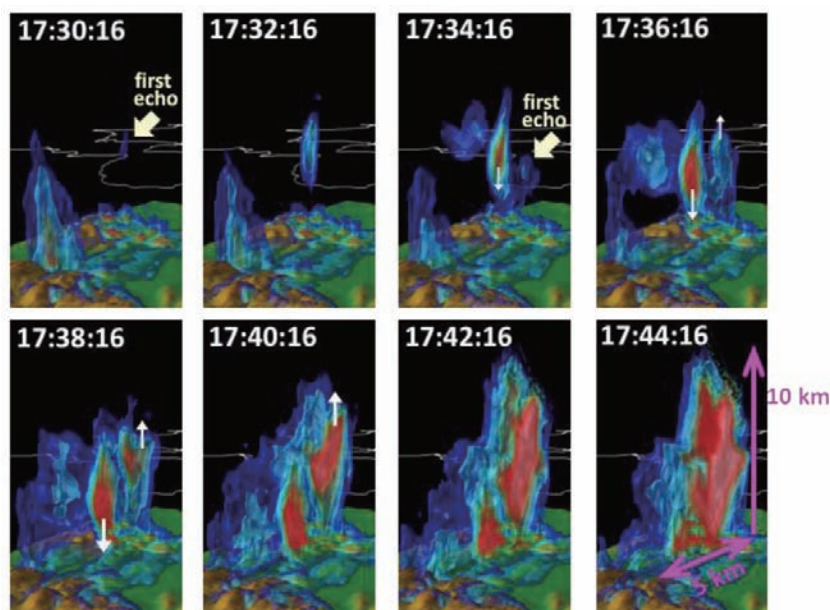


(a) 全体の外観



(b) アンテナの外観と走査イメージ

■図6. NICTが設置・運用しているフェーズドアレイ気象レーダ



■図7. フェーズドアレイ気象レーダで捉えた豪雨までの過程

5. 豪雨・竜巻被害の最小化に向けて

地デジ放送波を用いた水蒸気量推定システム及びMP-PAWRは、内閣府が推進する「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」において進められている「レジリエントな防災・減災機能の強化～豪雨・竜巻予測技術の研究開発」において実施している研究開発プログラムである。このプログラムではNICTが中心となり、東芝インフラシステムズ（株）、日本気象協会、首都大学東京、埼玉大学、名古屋大学、山口大学、防災科学技術研究所、鉄道総合技術研究所、国土交通省国土技術政策総合研究所が連携して実施し、積乱雲の発達過程を生成の初期段階から高速・高精度で観測・推定するシステムの開発や、災害対応の意思決定を支援するシステムの開発を行い、国土交通省や気象庁が発表する防災や気象の情報の高度化や、局地的大雨による都市やライフライン施設、鉄道網における災害、山間地域や都市郊外での土砂災害被害想定地域における警戒体制の充実と住民の避難行動、及び適切な交通規制と利用者の最適な避難に貢献することを目標としている。さらに、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会の運用において、本プログラ

ムで開発したシステムの活用を目指している。降雨構造を素早く立体的に観測し、そのデータと数値モデルを組み合わせ高精度な豪雨予測を実現し、社会ニーズに合わせたきめ細やかな豪雨予測の提供を早期に実現させるために、NICTは今後一層尽力していきたい。

（次号につづく）

（2018年2月15日 ITU-R研究会より）

参考文献

- [1] S. Kawamura et al., "Water vapor estimation using digital terrestrial broadcasting waves," *Radio Science*, 52, 367-377, 2017.
- [2] F. Mizutani et al., "Fast-scanning phased-array weather radar with angular imaging technique," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 56, 2664-2673, 2018.
- [3] 情報通信研究機構報道発表「世界初の実用型「マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダ（MP-PAWR（エムピーパー）」を用いた実証実験の開始について」, <http://www.nict.go.jp/press/2018/07/19-1.html>



海上ブロードバンド普及に向けた取り組み

総務省 総合通信基盤局 電波部 基幹・衛星移動通信課

さかした ひでかず
坂下 秀和



1. はじめに（海上ブロードバンド対応関係省庁連絡会議の趣旨）

陸上では、光ケーブルや4G携帯など大容量の通信インフラが普及している。一方、海上では携帯網のエリアからはずれるため、衛星通信を使うしかない。衛星通信の速度はこれまで最高でも1~2Mbpsで、価格も月何十万円というもので導入にハードルがあるのは否めないところである。

最近では、船員を確保する上でスマートフォンを海上でも陸上と同じように使いたいという要望がある。そこで海上デジタルディバイドの解決に向けて、総務省、国土交通省及び水産庁の三省庁で海上ブロードバンド対応関係省庁連絡会議（以下「連絡会議」という。）を設置し約1年検討し、2018年3月に今後の取組について最終報告としてとりまとめた。

2. 海上ブロードバンドの在るべき方向性

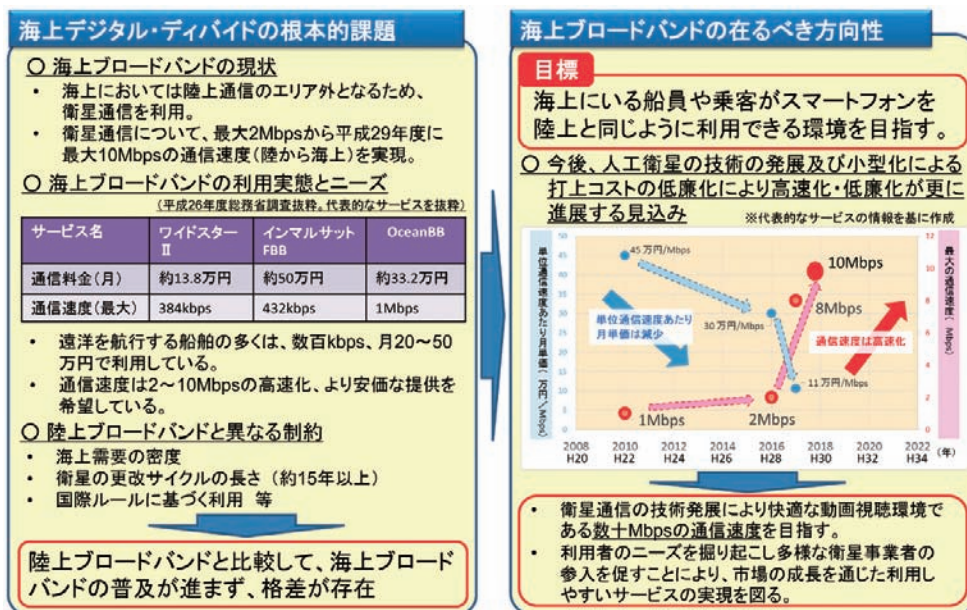
これまで衛星通信の速度は2Mbpsが最高であったが、最近、10Mbpsのサービスが出た。また、2014年の総務省調査によると、遠洋を航海する船は数百kbps、月20~50万円で利用している現状である。陸上と違う点としては需要密度の違いが挙げられる。陸上の携帯電話においては人が

密集した狭い範囲で多数の利用があるため、携帯電話事業者として基地局をたくさん設置するインセンティブが働く。一方、海上では船が散らばって利用している。陸上に比べて少ない利用者でコストを支払うことになるため陸上と比較すると高くなる。また、衛星を打ち上げるには国際ルールに則った手続きが必要である。衛星開発にも長期間かかり、一度打ち上げると長期間使うことになる。陸上と比較すると技術進展が進みにくい状況であった。

そのため結果としてデジタルディバイドが存在してしまっているという状況だと考えられる。

しかし、昨今の衛星技術の発展や打上コストの低廉化により高速、低廉化が進む見込みが出てきている。そこで連絡会議では「海上にいる船員や乗客がスマートフォンを陸上と同じように利用できる環境を目指す。」ことを目標にした。

図1のとおり、最近でも実際に高速化、低廉化が進んでおり今後もその傾向は続いていくことが見込まれている。動画サービス、テレビ電話が快適に利用可能な速度である数十Mbpsも実現不可能ではないと考えられる。そこで利用者ニーズを掘り起こし、多様なサービスを生み出しやすい環境を実現することが重要と考えた。



■図1. 海上ブロードバンドの在るべき方向性



3. 海上ブロードバンド普及に向けた取組み

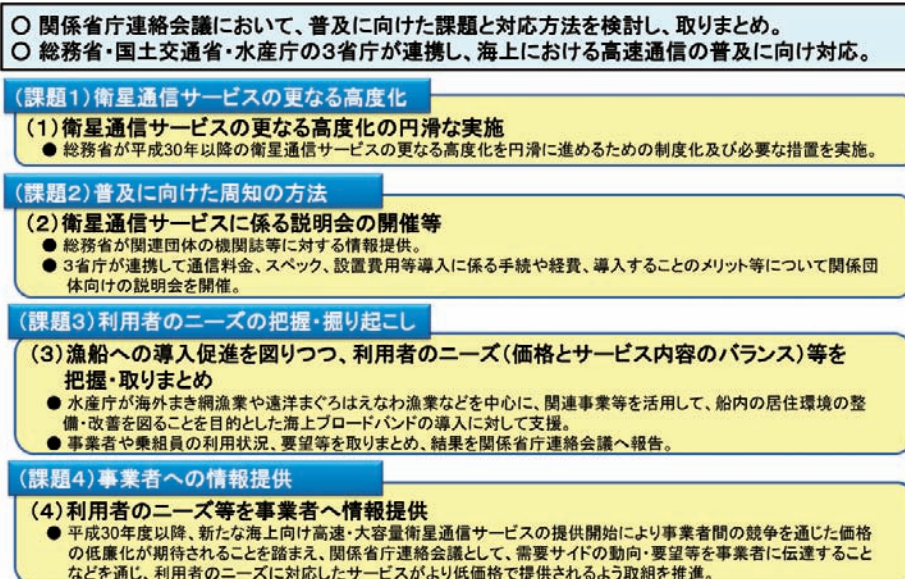
連絡会議において、普及に向けた課題と対応方法を検討し、図2のとおり取りまとめた

3.1 衛星通信サービスの更なる高度化

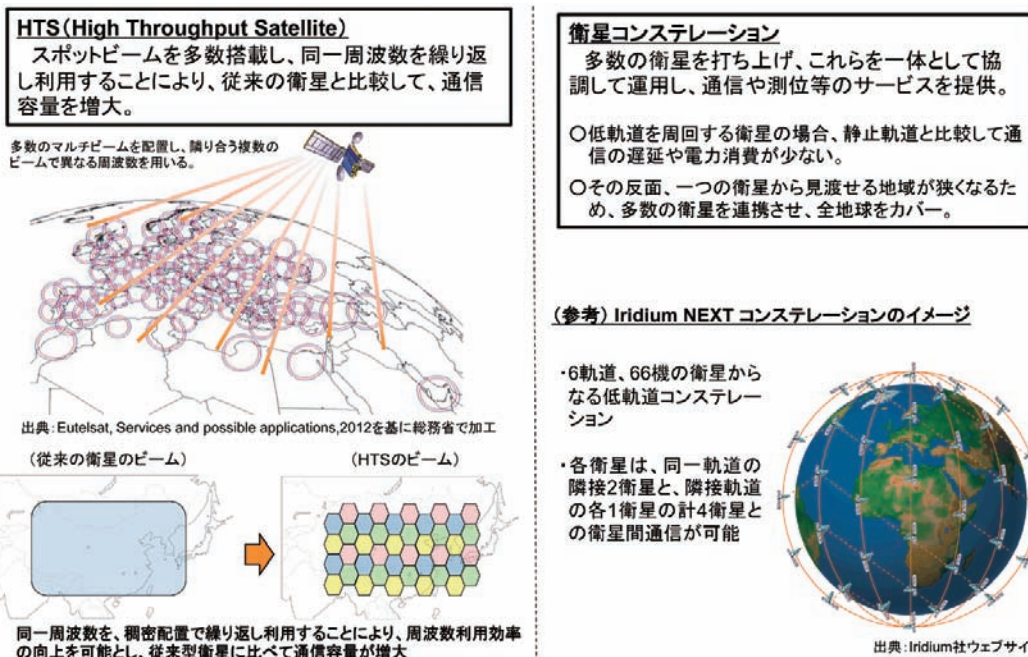
新しい衛星システムのトレンドとして、図3のとおり2つ挙げられる。1つ目はHTS (High Throughput Satellite) である。

スポットビームを多数搭載し、同一周波数を繰り返し利用することにより、従来の衛星と比較して、通信容量を増大することができる。2つ目は、衛星コンステレーションである。これは多数の衛星を打ち上げて、一体のシステムとして通信、測位サービス等を行おうとするシステムである。

図4のとおりHTSを利用しているインマルサットFXは最大8Mbps、スカパーJSATのOceanBB Plusは最大10Mbpsの



■ 図2. 海上ブロードバンド普及に向けた取組み



■ 図3. 新たな衛星システムの発展

- 平成29年度に最大10Mbpsの通信速度(陸から海上)のサービスが開始。
- 総務省が平成30年度以降の衛星通信サービスの更なる高度化を円滑に進めるための制度化等を実施。

※開始時期は各社報道資料を基にして現時点での見込みとして作成。画像は各社Webサイト等から加工

衛星通信事業者	平成29年度 (2017年度)	平成30年度 (2018年度)	平成31年度 (2019年度)	平成32年度 (2020年度)
インマルサット		インマルサット Fleet Xpress(Ka帯) 最大8Mbps		
スカパーJSAT		OceanBB plus(Ku帯) 最大10Mbps		
イリジウム		制度化等を実施	イリジウムネクスト(L帯) 最大1.4Mbps	
OneWeb		制度化等を実施		OneWeb(Ku帯)

■ 図4. 衛星通信サービスの更なる高度化

- 総務省が海運・水産に関する無線局関係団体の機関誌等に対する情報提供。
- 3省庁が連携して通信料金、スペック、設置費用等導入に係る手続や経費、導入することのメリット等について海運・水産業界等の関係団体向けの説明会を開催。

■ 平成29年度の取組

○ 海運・水産関係団体への説明会実施

開催日	対象者	主な団体名	人数
1月26日	沖合・遠洋漁業団体	(一社)大日本水産会	約20名
1月26日	海外まき網漁業者	(一社)海外まき網漁業協会	約30名
2月22日	遠洋まぐろはえなわ漁業者	日本かつお・まぐろ漁業協同組合	約40名
2月23日	遠洋かつお一本釣り漁業者	日本かつお・まぐろ漁業協同組合	約20名
3月8日	漁業海岸局従事者	(一社)全国漁業無線協会	約40名
3月14日	海運・水産業界	外航・内航旅客、貨物、漁業団体	約30名

○ 海運・水産関係団体への説明会



○ 機関誌への掲載



■ 平成30年度以降の取組

今後、各種団体の総会等の機会を活用し、サービスの紹介や導入効果等について、引き続き業界向けの説明会や機関誌等を通じた情報提供を引き続き行う。

平成30年4～6月	7～9月	10月～12月	平成31年1～3月
...	...	...	...
各種総会における説明等	海運・水産関係への説明会等	海運・水産関係への説明会等	海運・水産関係への説明会等

■ 図5. 普及に向けた周知

通信速度で、既にサービスが開始されている。また2018年度以降にも様々な事業者による衛星通信の高度化が進展する見込みである。イリジウムは66機の衛星コンステレーションのサービスである。新しい衛星に更新している最中で日本では2019年度のサービスインと見込まれている。また900機弱の多数の衛星コンステレーションを計画しているのがOneWebである。日本では2020年度のサービスインと見込まれている。

これらのサービスが円滑に導入できるように総務省は制度化に取り組んでいる。

3.2 普及に向けた周知

新しいサービスが開始されても利用者に情報が届かず利用されないと本末転倒であるため、関係省庁で海運・水産関係に図5のとおり周知活動を行っている。今後も機会を



捉えて周知活動を続けていく。

3.3 利用者のニーズの把握・掘り起こし

利用者のニーズを把握して、掘り起こして、事業者へ情報提供して、更なるサービス向上につなげる取組みも必要である。2017年度に外航商船及び漁船にアンケートを行った。外航商船は約96%の船舶が衛星通信の設備を備えているが、主に業務用途で利用されている。船員にも約83%利用開放されているが、時間や容量を制限して一部開放している形態が多い。通信費の月平均は約27万円である。漁船は遠洋漁船については約95%の船舶が衛星通信の設備を備えているが、主に業務用途で利用されている。遠洋漁船についてはより安価で利用されており、月10万円以下の船舶が約45%を占めている。外航商船及び漁船ともに安価で大容量のサービスを希望している。

3.4 事業者への情報提供

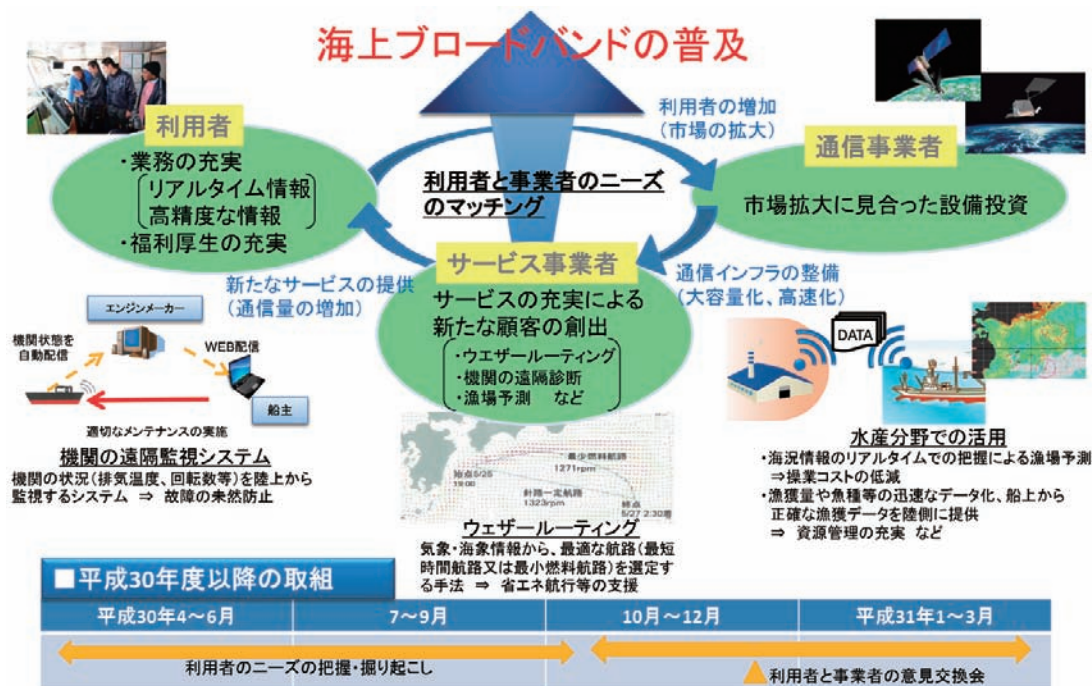
衛星システムは高コストでインフラの更新頻度も陸上に比べ低いため、インフラ整備のスピードがゆるやかで、そうするとサービスも限られ利用者も増えない。利用者が増えないと、なおさらインフラ投資のインセンティブがなくなるといふ負のスパイラルになりがちであった。しかし、現在、衛星システムの技術が進展してきて、低コスト化も進んでい

る。そのような状況でどのようにすれば衛星通信が普及するのか。サービスの多様化を促して正のスパイラルに変える必要があり、それが可能となりつつある。

図6のとおり、様々なサービスが出現してきている。例えば、船の機関の遠隔監視システムである。エンジンの回転数、排気温度などを常時モニタリングして、定期的に情報を収集すれば劣化具合も予想でき、故障する前にメンテナンスすることができる。航海中に故障し莫大なコストが発生することを未然防止できるため、有益なシステムである。また、気象情報から、安全で最小燃料で航路を選定するウェザールーティングというサービスも出現している。これらの技術は現在検討が進められている自動運航船の前提となる技術である。

さらに、水産分野での活用も考えられる。海水温、海流などの海況状態から漁場を予測するという取組みも考えられている。これに加えて、漁場付近の情報を収集するセンサーをブイに設置して、予測に加え実測するということも今後期待される。

このように様々なサービスが出現しつつあり、今後も衛星技術が発展するにあたって、様々なサービスが出現していくことが期待される。新たなサービスが出現すると、利用者の業務や福利厚生への向上につながるため、利用者ニーズが高まる。利用ニーズが高まると、衛星事業者も設備投



■ 図6. 利用者のニーズの把握・掘り起こし、事業者への情報提供



資しやすい環境になり、ますます衛星技術が発展する。そうすると様々な利用ニーズに対応したサービスが出現する。そのような正のスパイラルアップの循環サイクルに転換していくことを目指し、利用者のニーズを把握して事業者情報提供することを推進していく。

4. おわりに

以上のように連絡会議で今後の取組方針を策定したところである。図7のとおり、海上にいる船員や乗客がスマートフォンを陸上と同じように利用できる環境を目指して、総務省、国土交通省及び水産庁は連携して取り組んでいく。

参考

- 海上における高速通信の普及に向けて（最終報告）2018年3月28日
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban15_02000160.html
- 情報通信審議会 情報通信技術分科会 衛星通信システム委員会（第33回）2017年6月27日
資料33-1 衛星を巡る諸問題に関する調査検討作業班 報告書概要
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/idou_eisei/02kiban15_04000272.html

（2018年6月8日 情報通信研究会より）

○ 利用者ニーズを実現するため、総務省・国土交通省・水産庁は、引き続き、海上ブロードバンドの普及に向け、協力して施策を推進。

将来のイメージ

1. 利用イメージ

SNS

陸上の家族、友達と
いつでもつながる！

動画視聴

スポーツ、動画など
休憩時間に楽しめる！



2. 端末設置イメージ

インマルサット Fleet Xpress



■ 図7. まとめ



海上交通のマルチメディア化

日本無線株式会社 **すずき 鈴木 じゅいち 寿一**



1. はじめに

ここ数年、船陸間通信のプロードバンド化に伴い海上交通分野においても情報提供の多様化に大きな期待が寄せられている。いろいろな情報をひとまとめにして扱う媒体の導入、すなわち情報のマルチメディア化が求められてきている。本稿では、海上交通分野における安全・安心・環境保護を目的とした活動と船舶搭載機器のIoT化（Internet of Things）・クラウド利用・スマートデバイスの活用について紹介する。

ここでの情報マルチメディア化は、

- ・多種多様な情報を扱うマルチインフォメーション化
- ・いろいろな装置で情報提供するマルチデバイス化
- ・複数メーカー間で情報展開するマルチベンダー化

の3要素にて構成されたと考える。

2. 船陸間通信の現状

船舶と陸上を結ぶ通信回線は、外航船（外国航路を行き来する船舶）は広域をカバーする衛星通信を、内航船（日本国内航路を行き来する船舶）は沿岸域をサポートする携帯電話網を利用しているのが現状である。

海洋での衛星通信は10Mbps程度の速度で利用料金も高額であり陸上での通信環境に比べて劣るが、着実にプロードバンド化へと進んでいる。一方、沿岸域での国内携帯電話網は不感地帯が多く点在するものの沿岸から15km程度の幅で利用可能であり、東京湾や瀬戸内海では概ね通信エリア内となっている。

今後は、安価で高速・大容量・広範囲な回線網の展開に期待が寄せられており、船陸間通信にて「どんな情報交換が有効であるか」の検討が広まってきている。

3. 海洋情報

船舶と陸上機関が通信でつながると、船舶をとりまく海洋情報の船陸連携がさらに充実してくると思われる。

- 『船舶での観測情報』『船舶管理に必要な情報』
- 『海洋安全安心情報』『海洋環境保護に関する情報』
- 『資源開発研究情報』『人命にかかわる情報』

これら代表的な情報だけでも理解できるように、取扱う海洋情報は広範囲に及び、多種多様な分野での情報交換へ

と発展していく。

海洋情報は、一般的に下記10種類の大分類にて定義^[1]される。

- ・海洋物理 ・海洋科学 ・海洋環境 ・海上気象
- ・海洋生物／生態系 ・地形／地質／地球物理
- ・エネルギー／鉱物資源 ・海域利用／保全
- ・防災 ・総合

具体的には海水温度、潮汐潮位、波向波高などの海洋物理や海象分野のほかに、溶存酸素や微量元素などの化学分野、藻場干潟やサンゴ礁分布などの生態系分野、ガスハイドレートや洋上風力発電などのエネルギー資源分野、港湾施設や定地漁業権などの海域利用保全分野、津波高潮や地震調査研究対策などの防災分野があげられる。

4. 海上交通分野における課題

海上交通分野では、毎年不幸にも船舶の衝突や転覆事故が発生し、尊い命が亡くなっている。海上保安庁統計情報によれば国内における船舶事故は常に年間2,100隻を超えており、10年前に比べても400隻程度の減少にとどまり、船舶事故は着実な減少方向に進んでいるとはいえない。さらに、船舶事故隻数の約7割（約1,700隻）以上を小型船舶（プレジャーボート、漁船、遊漁船）が占めており、この傾向は、ここ10年間続いている。

船舶事故の種類は『衝突・乗揚』が全体の約34%で一番多く、『機器故障』が約16%、『運航阻害』が約14%と続く。

船舶事故の原因については『見張り不十分・操船不適切』が全体の約30%で一番多く、『機関取扱不良』が約12%、『船体機器整備不良』が約11%と続く。

国土交通省海事局では、上記の海上保安庁統計情報より小型船舶事故については、

『ヒューマンエラーが原因の衝突乗揚事故が多数発生』と分析^[2]しており、死傷者を伴う船舶事故隻数統計では『遊漁船』『漁船』の事故が多くを占めるとしている。

5. 各省庁における事故防止活動

海上交通分野の大きな課題である船舶事故対策の1つとして、船陸間通信充実とマルチメディア化へ大きな期待があり、

これまでに各省庁のいろいろな活動が発表されている。

(1) 国土交通省海事局

国土交通省では、スマートフォンアプリを活用して衝突事故や乗揚げ事故防止を未然に防止することを目的とした分科会を設立し、各省庁や有識者を中心に民間企業や学校関係者と議論を重ね、『船舶におけるスマートフォンアプリ活用のためのガイドライン』^[3]をまとめた。

さらに、東京湾での実証実験にてスマートフォン活用の有効性を確認し、今後のマルチベンダーによるアプリ普及にて事故防止へ大きくつながるとしている。

(2) 水産庁

水産庁では小型船舶事故で大半を占める遊漁船や漁船に向けた事故防止活動を海上保安庁と連携して進めている。

『遊漁船業者の皆様へ事故防止のお願い!』^[4]

事故原因の衝突乗揚げを防ぐために、事前の水路調査や適切な見張りの確実な実施をお願いしている。

また、漁船向けには、ライフジャケット着用や船舶の始動点検実施の普及促進を『漁船の安全操業に関する情報』^[5]にて発信している。

さらに、漁船に対する船舶衝突防止としてAIS (Automatic Identification System) 船舶自動識別装置) の普及活動にも注力しており、このAIS情報の情報共有化 (マルチインフォメーション) による船舶事故減少に注目している。

(3) 海上保安庁

海上保安庁は海の主管庁であり、これまでに多くの安全に関する情報発信活動を積極的に展開している。

代表的なサイト『海の安全情報』^[6]を一般に公開し、パソコンやスマートフォンなど各種情報機器 (マルチデバイス) 向けに海上の船舶動向や気象情報など事故防止への注意喚起を発信している。

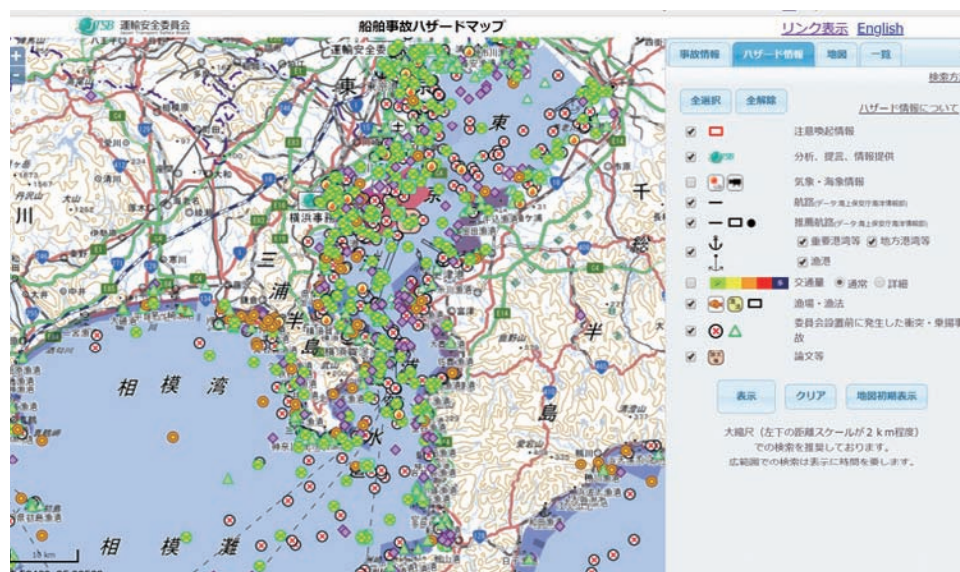


■図1.「海の安全情報」サイト (海上保安庁)

(4) 運輸安全委員会

国土交通省の外局である運輸安全委員会は、航空・鉄道・船舶の事故や重大インシデントについて原因調査と対策を通じて事故防止や被害軽減を目指している。

船舶事故においては、過去に発生した事故内容や海域が抱えるリスクが把握できる『船舶事故ハザードマップ』サイト^[7]



■図2. 船舶事故ハザードマップ (運輸安全委員会)



を一般に公開し事故の再発防止を発信している。

情報端末からWebサイトへのアクセスにて、過去の船舶事故位置が地図上で表示され、数多くの事故について詳細が閲覧できるものである。

今後は、ハザードマップとして蓄積している膨大な事故情報（データ）を民間企業や研究機関と連携し、事故解析や対策結果を一般向けに情報提供することで、より一層の船舶事故防止が図れるとしている。

6. 船陸間システムにおける船舶搭載機器のIoT化

これまで船内の情報は各システムが独立したシステムとして陸上と接続されていた。船舶運航に関する情報、機関動作に関する情報、荷役業務に関する情報、船内管理業務に関する情報は、それぞれ陸上の専用部門にて構築された業務システムで運用されている。専用独立システムなので業務への親和性は非常に高いが、他の情報との連携が弱いものとなっている。

今後の情報のマルチメディア化では、船内ゲートウェイ装置の導入による各装置（各センサー）のインターネット接続が求められており、この船舶搭載機器のIoT化（Internet of Thingsモノのインターネット）は、多種多様の情報をインターネット上で統合的に収集でき、データの統合分析にて新たな情報創出へと展開できる。

さらに船陸通信回線の負荷を考慮し、船内の収集サーバで情報分析処理を実施し、必要な結果をインターネット経由で情報交換するエッジコンピューティング技術の導入も検討され始めている。

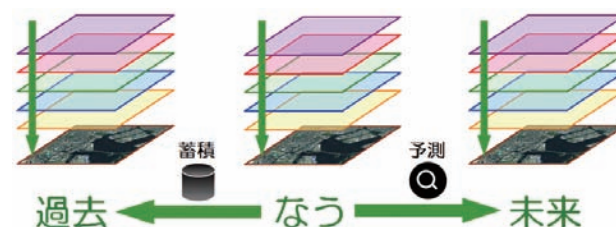
7. 情報マルチメディア化に必要な海洋GIS

情報マルチメディア化では、多種多様な情報表示、必要な情報の選択表示、異種情報の比較表示などが表示系処理に必要となってくる。多くの海洋情報は位置との強い連携が必要であることから地理情報システムであるGIS（Geographic Information System）の導入が有効であると考えられる。日本無線では独自の海洋GISとしてJ-Marine GISを開発し、情報マルチメディア化に対応している。

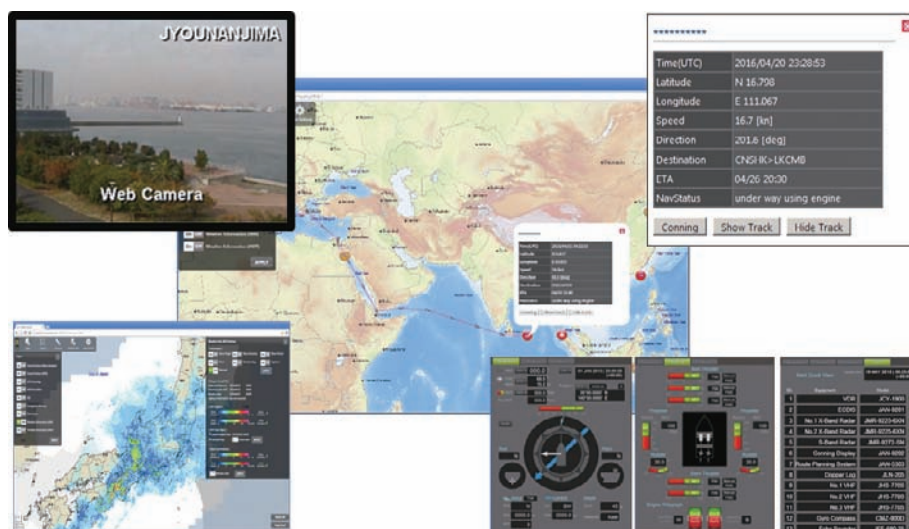
J-Marine GISは、各種情報を表示系レイヤとして独立に構築し、ベースマップの地図レイヤと位置情報にて重ね合わせ、必要なレイヤの表示やレイヤ表示順の変更など自由度があり拡張性に優れた利点を持つ。



■図3. J-Marine GISのレイヤ構造



■図4. 海洋GISにおける空間データの時間軸表示



■図5. J-Marine GIS for Web（日本無線版 海洋GIS）



■ 図8. ジェイ マリン アプリ

・JM-InformU (ジェイ マリン インフォユー)

強風、うねり、着氷、濃霧など海上警報や雨雲接近をいち早く伝えて海の安全安心を提供

情報マルチメディア化として市販の情報機器（タブレットやスマートフォン）への情報提供は多くのユーザへの普及の面からも非常に有効であり、ユーザ要望を意識したカラーコンテンツの開発と提供が重要となってくる。

11. 海洋ソリューションへの展開

海上交通分野における情報マルチメディア化では、前述の『事故防止』以外にもユーザ要望の強い各種管理への対応、すなわち海洋ソリューション展開が期待されている。

『事故管理』

事故後の早期対応による人命救助や環境汚染対策

『船内業務管理』

入出港やワッチなど船内における業務の効率化

『福利厚生』

乗組員や乗船客へのインターネットサービス

『運航管理』

管理船舶の動静把握や最適航路計画支援

『荷役管理』

荷役作業時の作業把握と安全確保

『船員管理』

船員の乗船計画支援や船員の健康管理

『装置管理』

船舶搭載機器の動作状況把握や故障診断と予測

12. 自動運航船の実現を目指して

現在、海上交通分野で注目されているのが自動運航船の開発である。全世界の各主要機関が中心になり研究しており、海外ではフェリー航路への導入やダイナミックポジショニングシステムによる自動接岸実験、電動無人自律運航コンテナ

船の就航計画などが進められている。日本国内でも国土交通省は2025年を目途に自動運航船の実現を目指すとしている。

自動運航には技術的段階を着実に実現する必要がある。

『遠隔操船』

- ・遠方からの操船に必要なセンサー情報のIoT化
- ・衝突予測・自動離着岸などの研究

『自律操船』

- ・船内に蓄積したセンサー情報の活用
- ・避航操船における自動判断の実現（人間アシスト）

『自動操船』

- ・人間特有のアナログ操船技術の克服

これらの実現においても、船陸間通信の充実が必要であり、さらなる情報マルチメディア化が要求されてくるであろう。

13. おわりに

海上交通分野の情報展開は、今後も技術発展とともにいろいろな分野へと拡大していくと予想できる。

日本無線株式会社は海洋における事故防止活動を通じて海上交通分野の安全・安心・環境保護を目指していく。

(2018年6月8日 情報通信研究会より)

参考

- [1] 「海洋情報の定義」 海洋情報クリアリングハウス
<http://www.mich.go.jp/>
- [2] 「小型船舶事故の現状と対策」 国土交通省海事局安全政策課
<http://www.mlit.go.jp/commom/001141264.pdf>
- [3] 「スマートフォンを活用した小型船舶の事故防止」 国土交通省海事
http://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk6_000019.html
- [4] 「遊漁船業者の皆様へ事故防止のお願い!」 水産庁・海上保安庁
<http://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/yugyo/attach/pdf/index-14.pdf>
- [5] 「漁船の安全操業に関する情報」 水産庁
<http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/anzen.html>
- [6] 「海の安全情報」 海上保安庁
<http://www.kaiho.mlit.go.jp/info/mics/>
- [7] 「船舶事故ハザードマップ」 運輸安全委員会
<http://jtsb.mlit.go.jp/hazardmap/>



5G総合実証試験に関する 「5G国際シンポジウム2018」開催概要について

第5世代モバイル推進フォーラム事務局
一般社団法人電波産業会



1. はじめに

2020年に実現が期待されている第5世代移動通信システム(5G)について、5Gが実現する将来像や社会を俯瞰し、「5Gを見る、知る、分かる」をテーマに、総務省主催、第5世代モバイル推進フォーラム(5GMF)及び一般社団法人電波産業会(ARIB)共催、一般社団法人情報通信技術委員会(TTC)後援により、国際シンポジウム2018を開催した。本シンポジウムでは、総務省が2017年度から実施している「5G総合実証試験」の成果を広く周知するとともに、5Gが実現する世界を来場者に体感していただくために、会場内において総合実証試験に関する展示・デモを実施した。また、国内外からの有識者・専門家によるプレゼンテーション・パネルディスカッションを通じて、今後の本格的なIoT時代を迎えICT基盤としての5Gがもたらすインパクトについて共有し、さらにその実現を加速するための環境整備や課題等について議論した。

2日間で1,100人を越える参加者があり、盛況のうちに終えることができた。

本稿では、本シンポジウムの事務局を務めた5GMF事務局及びARIBが総務省及び参加した5GMF役職者の協力を得て、開催概要を報告する。

2. 開催日・場所

日程：2018年3月27日(火)～28日(水)

場所：東京お台場 国際交流館プラザ平成



■写真1. 5G国際シンポジウム2018の会場の様子

3. 開会式及び基調講演

開会にあたり、主催者を代表して総務省 坂井学副大臣の挨拶があり、続いて第5世代モバイル推進フォーラム 吉田進会長(京都大学 名誉教授)の基調講演が行われた。

坂井総務副大臣からは、世界各国の関係者と5Gの将来像、社会像を共有し、さらに密接なパートナーシップを組



■写真2. 総務副大臣
坂井 学氏

■写真3. 5GMF会長 京都大学
名誉教授 吉田 進氏

むことで、世界を席卷するような新たな製品・サービスを生み出すことができれば、主催者として幸甚ですとのご挨拶があった。

吉田会長からは、今回のシンポジウムは5Gの2020の実現に向けて、「5Gを見る・知る・分かる」のテーマに沿ったプログラムの構成となっており、講演や会場内の展示を通じて5Gのインパクトを感じるとともに、5G実現後の将来像・ライフスタイル・ビジネスの在り方を考える場として楽しんでもらいたいとの講演が行われた。

4. セッション概要

4.1 第1部：5Gで何ができるのか？

—5G総合実証試験の成果—

5GMF技術委員長の三瓶政一氏（大阪大学教授）が進行役を務めた。

(1) プレゼンテーション（第1グループ）

（株）NTTドコモ：

「人口密集都市環境における5G超高速通信実証試験 —エンターテインメント／スマートシティ／医療応用分野—」

NTTコミュニケーションズ（株）：

「ルーラル環境における高速移動時の5G高速通信実証試験 —エンターテインメント応用分野—」

(2) プレゼンテーション（第2グループ）

KDDI（株）：5Gの超低遅延を活用した実証試験 —建設機械遠隔操縦、コネクティッドカー、ドローンからの高精細映像伝送—

（株）国際電気通信基礎技術研究所（ATR）：

5Gの超高速を活用した屋内環境での実証試験 —スタジアムエンターテインメント、駅構内の安心安全の向上、

学校のICT教育—

(3) プレゼンテーション（第3グループ）

ソフトバンク（株）：自動運転を支援する5G超低遅延通信実証試験 —トラック隊列走行への適用—

（国研）情報通信研究機構（NICT）：5Gの超多数同時接続を活用した実証試験 —災害避難所とスマートオフィスへの適用—

(4) 総括

三瓶委員長から、「第4世代（4G）までとの違いを実感していただいたと思う。情報配信ではなく情報交換のフェーズに入っている。特に遅延に関しては、人がどのように感じるかという視点だったが、IoTという場面になると1m秒の遅延も問題となる。そのため、キャリアのみでなく、ユーザーと一緒に実証実験が行われた。パティカルセクタのIoTの実装に向けて、2018年度は重要な年度となる。2020年度のサービスインに向け、参加いただいた方々と共に取組みを進めたい。」との総括が行われた。

4.2 スペシャルイベント —5Gへの期待—

5GMF企画委員長の森川博之氏（東京大学教授）が進行役を務めた。

(1) 招待講演

（株）セブン銀行 松橋正明業務執行役員より、セブンラボの取組みや5Gへの期待等について講演が行われた。

講演では、業界の変化把握も重要だが、お客様の価値の変化対応が最重要。例えば、現金受取サービスは銀行のレギュレーションの中で考えていても出てこないサービスである。また、ATMを中心としたフル・リモートオペレーション、電子突合による現金運用の革新を世界初のIoT技術で実現・提供してきたと強調された。

(2) 特別対談

森川博之5GMF企画委員長がモデレータを務め、登壇者として島田啓一郎氏（ソニー）、谷田泰幸氏（JVCケンウッド）、藤岡雅宣氏（エリクソン・ジャパン）、松本端午氏（富士通）を招き、特別対談を実施した。

対談では、「5Gに対する期待は何か」、「5Gに対応したビジネスとしてどのようなものを持っているか」、「5G時代に求められる人材・組織とはどのようなものか」、「5Gへの各社の具体的な対応はどのようなものか」等について、製造事業者、経営者、消費者等の多角的な視点から、新規事業への進出、人材の発掘・育成、社内組織の在



り方、今後の5Gビジネス展開への期待等の幅広い議論が行われた。

4.3 第2部：5Gで生活や仕事の何が変わるのか？ —5Gによる社会変革—

5GMFアプリケーション委員長の岩浪剛太氏（インフォシティ代表取締役）が進行役を務めた。

(1) 講演

aba (株) 宇井吉美代表取締役より、同社の取組みや方向性、5Gへの期待等について講演が行われた。

講演では、介護職の離職率の高さや家族介護者の現状といった「介護者の負担」という課題があり、abaでは、この現状に対して誰もが専門的な「介護脳」を持って介護ができるよう、排泄センサ等のサービス・アプリケーションを提供しているとの説明があり、介護業界がテクノロジーに期待する3つの未来について説明された。

(2) パネルディスカッション

岩浪アプリケーション委員長がモデレータを務め、パネラーに岩佐琢磨氏 (Cerevo)、宇井吉美氏 (aba)、長瀬慶重氏 (サイバーエージェント) を迎えた。

「10年後にどのように世の中が変わるか?」、

「これまでの10年間でスマートフォンによるインパクトは?」、「ネットワーク・スマートフォンの普及によってどのような変化を感じているか?」、「5Gの今後に期待することは?」等について、活発な議論があり、今後生活に根付いた5Gによるイノベーションの展望について、示唆に富んだ意見の交換が行われた。

(3) 総括

岩浪委員長から「この10年で誰もがネットワークにつながり、通信をしている時代となっており、どのような事業者もそれを意識する必要がある。5Gであらゆるものがつながれば、人間が拡張される時代が実現する。あらゆる産業から5Gの利活用を考えてアプローチしてもらいたい。」との総括があった。

4.4 第3部：日本経済新聞の関口和一編集委員が司会を務め、2つのセッションが行われた。

(1) セッション1：5Gをどう実現するのか？

—5G実現に向けたクロスオーバコラボレーション—

石山洸氏 ((株) エクサウィザーズ 代表取締役社長)、富田直美氏 ((株) hapi-robot 代表取締役社長) によるショートプレゼンテーションに続いて、3者による対談を

行った。

対談では、「5Gにどのようなことを期待しているか」、「5Gを活用したアプリケーション」、「4Gから5Gへの変更によるビジネスの在り方」、「5Gを利活用する上での日本の仕組み・規制の課題」、「5Gによる日本の産業革命・企業の在り方の変化」、「日本の教育の在り方」、「2020年のオリンピック・パラリンピックでの5Gの利活用」等の幅広い観点からの議論が行われた。

(2) セッション2：5G利活用国際連携

欧州、アジア諸国から、8名の登壇者を迎え、以下のメンバーでセッションを実施した。

- ①台湾ICT産業標準協会技術委員会 副委員長
Pang-An Ting氏
- ②トルコ共和国・情報通信技術庁5GTR フォーラム
所長 Ramazan Yilmaz氏
- ③インドネシア5Gフォーラム 無線技術ワーキンググループ 委員長 Khoirul Anwar氏
- ④タイ国家放送通信委員会 無線管理局 事務局長
Saneh Saiwong氏
- ⑤パリ国立高等電気通信学校名誉教授
Gérard Pogorel氏
- ⑥フランス規制機関ARCEP委員、フランス国立科学研究中心センター研究部長、エコール・ポリテクニク教授
Pierre-Jean Benghozi氏
- ⑦国際通信学会前会長、スウェーデン チャルマース工科大学教授 Erik Bohlin氏
- ⑧ロンドン・スクール・オブ・エコノミクス客員教授
Martin Cave氏

セッションでは、まず「各国の5G関連の取組みの紹介」について、インドネシア、タイ、台湾、トルコからの発表が



■写真4. セッションの様子



あった。

続いて、「5Gの全体像をどのようにとらえているか」、「各国での最大の課題と解決案」、「5Gの時代の日本はどうなるか、また、日本に何を期待するか」について、電波を含めた公正な利活用の促進が必要、5G導入における料金や競争政策等の課題の指摘があり、日本への期待が示された。

5. 閉会式

閉会にあたり、ARIB松井専務理事より、「アジア及び欧州からの登壇者を迎え、5Gに関する有意義な情報・意見交換ができた。4Gまでは通信インフラであったが、5Gは社会インフラとして様々な産業の利活用が考えられ、これら産業との連携が重要であるとともに、国の役割が大きい。引き続き、関係者のご協力をお願いします」との挨拶が行われた。

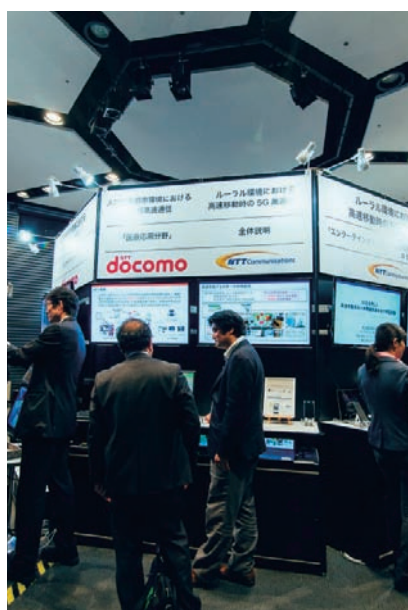


6. 5G総合実証試験の展示・デモ概要

シンポジウム会場に隣接した展示会場に5G総合実証試験の展示ブースを設置し、試験用機材の展示や電波を発射した動的展示もあり、多数の来訪者を迎え、熱心に質問する姿が多く見られた。

7. おわりに

2日間にわたり、30名以上の登壇者を迎え、総務省による「5G総合実証試験」の成果や展示を踏まえながら、第1部から第3部に特別対談を加えたセッションにおいて、「5Gを見る、知る、分かる」を訴求した。登壇者の皆様には、改めて御礼申し上げるとともに、5G実現後に再び集まり語り合っていただきたいくなる中身の濃いシンポジウムとなった。引き続き5G早期実現に向け、ご支援とご協力をお願いいたします。



■写真5. 展示会場の様子



第5世代移動通信システム(5G)の実現に向けた 第5回グローバル5Gイベントの開催概要について

第5世代モバイル推進フォーラム事務局
一般社団法人電波産業会

1. はじめに

グローバル5Gイベント（以下、「5Gイベント」と言う）は、日本、欧州、米国、中国、韓国、ブラジルの第5世代移動通信システム（5G）に関する6つの推進団体*が締結したマルチラテラル覚書（MoU）に基づき、5Gの早期実現に向けた課題や協力関係の構築のため、専門家が一堂に会し情報交換や意見交換を行うもので、年2回、各国・地域の持ち回りで開催される。第1回が2016年5月に北京（中国）で、第2回が同年11月にローマ（イタリア）で開催された。第3回は、2017年5月に総務省主催、5GMF共催により東京で開催され、第4回は、同年11月にソウル（韓国）で開催された。

5Gイベントの運営は、覚書の署名団体が共同で運営（オーガナイザー）を務めることになっており、6団体の事務局を中心にTPC（Technical Program Committee）が設置され、運営方針、プログラムの策定やモデレータ・スピーカーの各団体への割当て等の審議が行われている。

本稿は、第5回イベントに参加した、総務省、5GMFからの参加者の協力を得て、5GMFの事務局を務める一般社団法人電波産業会が作成した。

2. 第5回5Gイベントの開催

第5回5Gイベントは、米国5G Americas主催により「5G New Horizons Wireless Symposium」をテーマに、2018年5月16日～17日の2日間にわたり、米国テキサス州オースチンのオースチン コンベンションセンターにおいて開催された。政府

関係者、通信事業者、機器メーカ、大学、研究機関等から約300名の専門家等の参加があった。

今回は、同一会場において、5G North Americaが開催され、5Gに関するセッションや展示が並行して行われた。

2.1 開会式

開会にあたり、5G AmericasのChris Pearson会長から歓迎の挨拶があり、続いて会長とFCC Legal AdvisorのUmair Javed氏が登壇し、オークションの可能性を含めて周波数の割当てを中心とした対談が行われた。

2.2 セッション

冒頭に「The Progress of 5G Spectrum and regulatory Policy」に関するセッションがあり、6か国の政府関係者が出席し、日本からは総務省新世代移動通信システム推進室長の中里学氏が登壇した。講演では主に、5Gのための周波数の検討状況や実証試験の実施状況、サービスの開始時期等が報告され、パネル討論では、他の無線システムとの共用検討を踏まえた周波数協調の重要性が指摘された。

続いて、1日目には、5つのショートプレゼンテーションと次の3つのパネルディスカッションが行われた。

(1) Global Operator Viewpoints

日本からは、松永彰氏（5GMF技術委員長代理/KDDI）が登壇した。

(2) 5G Trials and Pre-Commercials Launches: Concreate Results and lessons Learned

日本からは、奥村幸彦氏（5GMF 5G実証試験推進グルー



■写真1. 会場（オースチン コンベンションセンター）



■写真2. 講演会場（グローバル5Gイベント）



■写真3. 展示会場（5G North America）

* 日本：第5世代モバイル推進フォーラム（5GMF）、欧州：5Gインフラストラクチャ協会（5G-IA）、米国：5Gアメリカ（5G Americas）、中国：IMT-2020（5G）プロモーショングループ（IMT-2020（5G）PG）、韓国：5Gフォーラム（5G Forum）、ブラジル：5Gブラジルプロジェクト（5G Brazil）



■写真4. Mr. Chris Pearson
President of 5G Americas



■写真5. 中里 学氏
新世代移動通信システム推進室長
総務省



■写真6. 松永 彰氏
5GMF技術委員長代理
KDDI



■写真7. 奥村 幸彦氏
5GMF総合実証試験推進グループ
リーダー、NTTドコモ



■写真8. 佐藤 孝平氏
5GMF事務局長
ARIB



■写真9. 中村 隆治氏
5GMF技術委員長代理
富士通



■写真10. 中村 武宏氏
5GMF企画委員長代理
NTTドコモ



■写真11. Dr. Jose Marcos C. Brito
5G Brazil Project代表



■写真12. 第6回グローバル5Gイベントの告知

ブリーダ/NTTドコモ) が登壇した。

(3) 5G Trends and Collaborations: Regional Trends and Inter-Regional Cooperation Activities

日本からは、佐藤孝平氏 (5GMF事務局長/ARIB) が登壇した。

2日目には、2つのショートプレゼンテーションがあり、そのうち1つを中村隆治氏 (5GMF技術委員長代理/富士通) が行った。また、次のパネルディスカッションが行われた。

(1) 5G Services and Use Cases: The Future of High Speed, Low Latency, Large Capacity

日本からは、中村武宏氏 (5GMF企画委員長代理/NTTドコモ) が登壇した。

(2) 5G Ecosystem: Chips, Infrastructure, Security, Devices, Artificial Intelligence and More

日本からは、中村武宏氏 (5GMF企画委員長代理/NTTドコモ) がモデレータを務め、中村隆治氏 (5GMF技術委員長代理/富士通) が登壇した。

(3) The Future of 5G: The Ultimate 5G Experts Panel

日本からは、中村武宏氏 (5GMF企画委員長代理/NTTドコモ) が登壇した。

ショートプレゼンテーションやパネルディスカッションを通じて、5Gの商用化を間近に控え、活発な議論の中から、周波数等の制度整備、5Gの利活用分野の企業との連携、4Gからの移行方法、5Gのシステム展開、ネットワーク機能との連携、ビジネスモデル等の検討促進の重要性の指摘が各国との間で共通認識として示された。

セッションの最後に、ブラジルの5G Brazil Project代表の Jose Marco C. Brito氏から、次回第6回5Gイベントをリオデジャネイロ (ブラジル) で開催することが、宣言された。

3. おわりに

第5回5Gイベントを振り返ると、5Gの取込みをビジネスチャンスと捉え、早期導入のため機器の開発や具体的なシステム展開を議論する米国からの参加者が印象的であった。

また、2020年の国際標準に基づく実用化に向けて時間が限られてきたことから、5Gに関するグローバルな交流の場として、本5Gイベントの開催がさらに重要性を増すものと考えられ、次回ブラジルでの開催が期待される。なお、ブラジル開催で5G推進団体の持ち回りによる開催が一巡するため、5Gイベントの在り方を含め今後の活動計画が議論される予定である。

総務省はじめ、5GMF関係者の皆様のご協力に感謝いたしますとともに、引き続きのご支援をよろしくお願いいたします。



国際単位系4基本単位の定義改定について

産業技術総合研究所 計量標準総合センター長/国際度量衡委員

うす だ たかし
白田 孝



1. はじめに

今日の計測基盤である、国際単位系、SI（エスアイ）は、18世紀のフランスで生まれたメートル法を源流としています。メートル法はその後1875年のメートル条約の成立を経て次第に世界に受け入れられてきました。そして電磁気や化学の計量も取り込みながら国際単位系SIに体系化されて今日に至っています。

単位はその量を記述する「定義」と、技術的に実現する「現示」から成り立ちます。かつては人工物である「メートル原器」のように、定義と現示が不可分であった単位が、今日ではメートルの場合定義は光の速さという物理定数に委ねられ、現示は波長安定化レーザーなどのテクノロジーによって実現されるに至っています。その他の単位も科学技術の発展とともに、定義は自然の中にある原理を使ったものに、その現示は量子効果デバイスなどの最新技術に置き換えられてきました。しかし、質量については今でも「国際キログラム原器」という人工物が定義であり現示でもあり続けています。

単位の定義は国際度量衡総会において、国際的な取り決めによって決められています。そして2018年11月に開催される第26回国際度量衡総会では、単位についての取り決めを大きく変更する改定が決定される予定です。新しく施行される国際単位系では、唯一人工物によって定義されているキログラムを、自然界を支配するいくつかの「定数」を使って定義します。これによって、国際単位系SIの基本単位は全て器物から解放され、自然界の法則にしたがった定義が完成します。

本稿ではこの定義改定の概要について解説します。なお、定義にかかわる解説という性格上、本稿のための書下ろしではない、既出文書、引用文書が部分的にあることをご理解ください。また、後半にはメートル条約事務局である、国際度量衡局がとりまとめた定義改定に関わる広報文書（和訳）をそのまま掲載しています。

2. 現在の国際単位系（SI）とそれが抱える課題

国際単位系（SI）は長さ、質量、時間、電流、熱力学温度、物質質量及び光度について明確に定義された単位、すなわち、メートル（m）、キログラム（kg）、秒（s）、アンペア（A）、

ケルビン（K）、モル（mol）、カンデラ（cd）を基礎として構築されています。これらの単位を基本単位（base units）と呼び、現在（後述する2018年11月開催の国際度量衡総会まで）の定義は簡潔には下記のとおりとなっています。

長さ・メートル（m）：ある一定の時間に光が真空中を伝わる行程の長さ

質量・キログラム（kg）：国際キログラム原器の質量

時間・秒（s）：セシウム133原子が発する電磁波の固有の周期の9 192 631 770倍の時間

電流・アンペア（A）：真空中に1メートルの間隔で平行に配置された無限に細く無限に長い二本の直線状導体が一定の力を及ぼし合う電流（実質的に磁気定数を規定）

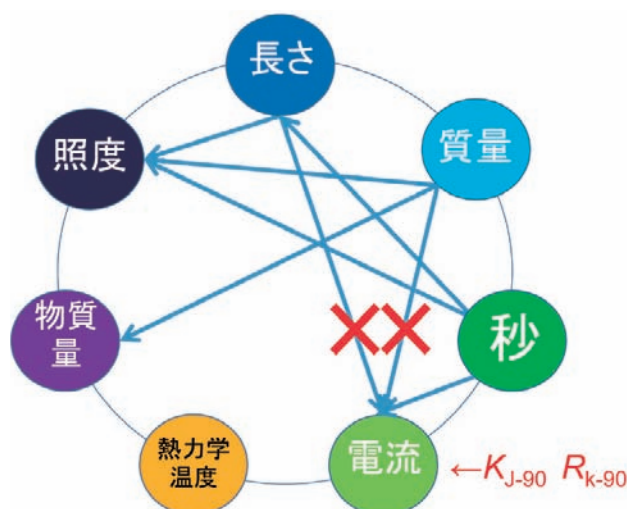
熱力学温度・ケルビン（K）：水の三重点の熱力学温度の1/273.16

物質質量・モル（mol）：0.012キログラムの炭素12の中に存在する原子の数に等しい数の要素粒子を含む系の物質質量

光度・カンデラ（cd）：周波数 540×10^{12} ヘルツの単色放射を放出し、所定の方向におけるその放射強度が1/683ワット毎ステラジアンである光源の、その方向における光度

以上のような現在の単位系は次のような課題を内包しています。

- ・質量が国際キログラム原器という器物に依存しているため、破損など長期的な安定性に課題があること。
- ・電流が電気量（電圧、抵抗、等）における再現性を優先するため、ジョセフソン効果などの量子現象により現示されており、厳密には現在の定義に従っていないこと。また、量子現象に関わるジョセフソン定数、フォン・クリッツィング定数が1990年における協定値を採用しているため、最新の値と異なること。
- ・熱力学温度が水の三重点で定義されているため、将来的な極高温、極低温での温度測定の不確かさ低減の限界



■図1. 国際単位系 (SI) の基本単位と、現状の定義における関連性

が危惧されること。

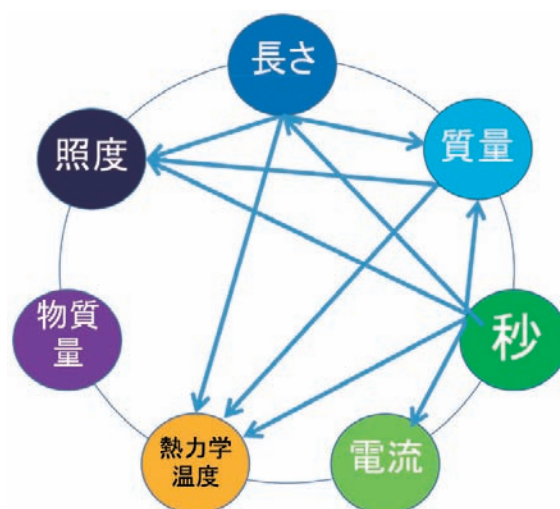
これらの関係を示したのが図1です。矢印が向かう単位は、元となる単位の影響を受けることを示しています。定義から明らかとなり、長さは時間の測定精度に依存していますが、時間は原子時計により十分な精度が確保されています。一方、質量からは多くの矢印が伸びており、質量（国際キログラム原器）の安定性が多くの単位（すなわち組立量にkgが含まれるあらゆる測定結果）に影響を与えていることとなります。さらに電流標準は、90年に採択されたジョセフソン定数とフォン・クリッツィング定数の協定値に基づいて量子デバイスにより実現されており、他の単位との整合性を損なうリスクを帯びています。図1で長さや質量からの矢印が×印で途切れているのは、このことを示しています。

これらの課題を解消するために、質量（キログラム）、電流（アンペア）、物質質量（モル）及び熱力学温度（ケルビン）4単位の定義が改定されようとしています。

3. 定義改定の方角性

これらの課題は、質量をキログラム原器という人工物ではなく、質量に係る基礎物理定数で定義すること、また電流を改めて電磁気力を介して他の単位と正確に関係付ける、などにより解決することができます。具体的にはキログラムをプランク定数で、アンペアを電気素量で、ケルビンをボルツマン定数で、モルをアボガドロ定数で定義し直します。そのために定義の改定前後で単位の連続性を確保し得る、十分小さい不確かさで各物理定数を決定しました。

この結果を受けて質量、電流、物質質量及び熱力学温度



■図2. 新定義における基本単位間の関連性

は国際度量衡総会において下記のような定義として採択する見込みです。

- ・キログラムはプランク定数の値を正確に $6.62607015 \times 10^{-34}$ ジュール・秒 (J s、これはまた $\text{m}^2 \text{kg s}^{-1}$ とも表せる) と定めることによって設定される。
- ・アンペアは、電気素量の値を正確に $1.602176634 \times 10^{-19}$ クーロン (C、これはまた s A とも表せる) と定めることによって設定される。
- ・ケルビンは、ボルツマン定数の値を正確に 1.380649×10^{-23} ジュール毎ケルビン (J K^{-1} 、これはまた $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$ とも表せる) と定めることによって設定される。
- ・1モルは正確に $6.02214076 \times 10^{23}$ 個の要素粒子を含む。この数値はアボガドロ定数である。

図2はこの新定義に基づく単位相互の関係を示しています。各単位は普遍的な基礎物理定数で決定され、国際キログラム原器という器物への依存はなくなります。一方、質量はもはや単独では決定できず、時間・長さの正確な測定（これらは原子時計や光波干渉計により十分正確な測定が可能である）技術によって得られる組立量になります。同時に、各物理定数は現在の定義と乖離を生じないよう、慎重に決定されているので、定義改定の前後で測定結果の不連続は生じません。もちろん、測定器も引き続き利用できます。

4. 改定のメリットと今後の予定

基礎物理定数による定義、特に質量の定義はこれまでに比べ難解です。考え方としては「既知の周波数の光子のエネルギー（これはプランク定数と光の周波数で決定できる）と



等価な質量である（質量とエネルギーの等価原理から）」と捉えられるし、また「1キログラムの物体に光子が衝突したときの運動量変化（速度）から求められ、それは光子の周波数から正確に決定できる」とも捉えられます。重要なことは、定義と完全に等価な、複数の技術的な表現が可能となることです。かつて長さが光の速さで定義されたことで、現在は光の飛翔時間や、光波干渉など測定対象によって最適な技術で、定義に忠実な測定技術が確立しています。これが天文学的長大な距離も、ナノテクノロジーに必要とされる微小なスケールの測定も高い精度で可能としています。

今回予定される定義改定により、将来の技術的進歩を阻害せずに測定精度の向上が期待できます。例えばナノテクに必要となる極微小な質量測定精度の向上や、MEMSなど機電一体デバイスの効率向上などが想定できます。今回の定義改定は前述のとおり2018年11月の国際度量衡委員会で審議されます。採択されれば周知期間をとって2019年5月20日に世界で一斉に施行される予定です。また、関連する規格（ISO/IEC8000シリーズQuantities and unitsやその翻訳規格であるJIS Z 8000シリーズ量及び単位、など）や工学の教科書の関連部分も順次書き換えられることになります。これらの情報の最新版は産業技術総合研究所計量標準総合センターのホームページに特設ページを設けて掲載しています。

<https://www.nmij.jp/transport.html>

また定義改定の全体像、意義については筆者が一般向けに解説を試みています（臼田孝：新しい1キログラムの測り方科学が変われば単位も変わる、講談社ブルーバックス、ISBN-10:4065020565、ISBN-13:978-4065020562）。機会があれば参照ください。

5. SIの定義改定案に関する広報文書

（原文は国際度量衡局、和訳は産業技術総合研究所計量標準総合センターによる）

国際単位系^[1]、SI、は、秒、メートル、キログラム、アンペア、ケルビン、モル及びカンデラ（基本単位）に基づいています。これらの単位のうち4つの定義を最新のものにするため改定されようとしています。2018年11月には、キログラム、アンペア、ケルビン及びモルの新しい定義が、測定の国際的な相互比較性に責任を持つ国際組織である国際度量衡総会（CGPM）により、承認される見込みです。この改定された定義は2019年5月20日に発効する見込みです。

その定義改定は7つの物理定数（例えば、光の速さ、プランク定数やアボガドロ定数）に基づくことになり、それゆえ、

本質的に安定です。それらの物理定数は、改定された定義が、それらを現示するための技術の将来の進歩に適応させるために修正する必要がないよう、選ばれました。このような方法でのSI改定は、2011年及び2014年^[2, 3]に採択されたCGPMの決議においてすでに認識されていました。これらの決議に含まれていた追加要求により、4つの定義改定への円滑な移行が確実なものになります。ほとんどのユーザーはその変化に気付かないでしょう。新版SI小冊子はユーザーへ必須の情報を提供するものであり、定義改定が公式に採択された後に利用可能となります。また、単位の現示に関する手引きが利用可能になります^[4-8]。

いろいろな測定分野にこれらの変更がどのように影響を与えるかについての情報が以下に示されています。

- ・キログラムはプランク定数を使って定義され、SIに基づく質量目盛の長期安定性を保証します。そしてキログラムは任意の適切な方法で実現する事ができます（例えばキップル（ワット）バランス法やアボガドロ（エックス線結晶密度）法）。ユーザーはSIへのトレーサビリティを現在と同じ機関から得ることが出来ます（BIPM、国家計量標準機関（NMI）、及び認定ラボラトリー）。国際比較はそれらの整合性を確実なものにします。プランク定数の値は、改定時にSIにおけるキログラムに変化を起こさないことを確実にするように選ばれます。NMIから校正顧客に提供される不確かさも、ほとんど影響がありません。
- ・アンペアと他の電気単位は、実質的に最も高い計測レベルで実現されていますが、これらの単位の定義と完全に一致することになります。1990年協定から改定SIへの移行により、普及しているすべての電気単位に小さな変更が生じます。ボルトは100万分の0.1しか変化せず、オームは更に少なくしか変化しないため、大多数の計測ユーザーにとっては、何ら対策を行なう必要はないでしょう。最も高精度で仕事を行なっている方々は、所有している標準器の値を調整し、測定の不確かさ見積りを見直す必要があるかも知れません。
- ・ケルビン温度測定の実務や温度測定のトレーサビリティへ直接の影響なく再定義され、多くのユーザーは定義改定に気付かれないでしょう。再定義は未来の進歩への基礎を築きます。物質的あるいは技術的な制約に縛られない定義によって、温度測定をSIにトレーサブルにするための新しくそしてより正確な技術の開発が、特に極限温度において、可能になるでしょう。再定義後は、ケルビンの現示についての手引きが、熱力学温度測定の一次的方法と



もに、十分同程度に、定義目盛ITS-90やPLTS-2000について記述することで、その世界的普及を支えるでしょう。

- ・モルは構成要素（典型的には原子や分子）の明示された数について再定義され、もはや質量の単位、キログラムに依存しません。モルへのトレーサビリティは今までどおり、原子量表及びモル質量定数 M_0 と併せて質量測定を利用する方法を含む、以前に使用されていたすべての取り組み方で確立することが可能ですが、しかし、それらに制限されることはありません。原子量はこの定義上の変更によって影響は受けませんし、 M_0 は今までどおり 1g/mol ですが、今後は測定の不確かさを伴います。この不確かさは非常に小さいので、モルの定義改定は一般的に行なわれていることに対して何の変化も要求しません。

キログラム、アンペア、ケルビン及びモルの定義改定は、秒、メートル及びカンデラには何の影響も与えません。

- ・秒は引き続きセシウム133原子の超微細構造遷移周波数によって定義されます。秒へのトレーサビリティは影響を受けません。時間・周波数計測は影響を受けません。
- ・改定SIにおけるメートルは引き続き基本物理定数の一つである光の速さによって定義されます。幾何測定の実務には何等変更の必要はない上、単位系の長期安定性が改善されることによる恩恵を受けるでしょう。
- ・カンデラは引き続き測光のための技術的定数である K_{cd} によって定義され、したがってこれまでどおりワットと結びつけられます。カンデラへのトレーサビリティは、今までどおり絶対校正された検出器を用いた放射測定法を通して同じ測定不確かさをもって確立されます。

SIは1960年のCGPMにより公式に採択されて以来、数回改定されています。しかしながら、4つの基本単位を一度に再定義することは先例がなく、様々な計測分野において世界中で同時に協力することが必要です。過去と同様に、一般生活への影響が気付かれないようなものであり、以前の単位の定義を用いてなされた測定が、測定の不確かさの範囲内で有効なままであることが確実にとなるように注意が払われています。国家計量標準機関以外では、その変化に気付くユーザーはほとんどいないでしょう。CGPMの決議で要求された実験精度を達成し、条件を満足したことは素晴らしい成果であり、これによりSIは最も要求の厳しいユーザーの要求にも確実に答え続けることでしょう。

参考

- [1] <http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>
- [2] <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/24/1/>
- [3] <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/25/1/>
- [4] <http://www.bipm.org/en/publications/mises-en-pratique/>
- [5] http://www.bipm.org/cc/CCM/Allowed/15/02A_MeP_kg_141022_v-9.0_clean.pdf
- [6] <http://www.bipm.org/cc/CCEM/Allowed/26/CCEM-09-05.pdf>
- [7] http://www.bipm.org/cc/CCT/.../MeP-K-14_DRAFT_Dec_2015.pdf
訳注）現在は下記文書に更新
https://www.bipm.org/cc/CCT/Allowed/28/MeP-K-19_June_2017_DRAFT.pdf
- [8] http://www.bipm.org/cc/CCQM/Allowed/22/CCQM16-04_Mole_m_en_p_draft.pdf



情報通信と鉄道の接点から見たICTの課題 —日本PTCフォーラム2018抄録—

PTC日本委員会

平成30年6月21日（木）、PTC日本委員会の主催によるセミナー「日本PTCセミナー 2018」が、新宿三井倶楽部（東京都新宿区）で開催された。前UQコミュニケーションズ株式会社副社長で現在は日本電設工業株式会社顧問の有田雅紀氏を基調講演者にお迎えし、「情報通信技術・サービスの更なる発展に向けて」をテーマに講演していただいた。

有田氏は、日本国有鉄道で光ファイバー通信や列車無線導入の計画に従事された後、日本テレコム株式会社の技術部や総合企画本部などを経て、東日本旅客鉄道株式会社ではカード事業部やIT・Suica事業本部に所属するなど、鉄道との接点を持ちながら情報通信に携わってこられた。そうした観点から、情報通信の今後についてお話いただいた。

まず有田氏は、ICTがライフスタイルに与えた影響について解説した。とりわけ、WiMAXの鉄道分野への応用について言及。成田エクスプレスなどにおけるインターネット対応や山手線アプリの開発、トレインビジョン（電車内ドア上のデジタルサイネージ）などを紹介したうえで、WiMAXを活用したメンテナンスについて述べた。

「最近注目されている安全・安心対策として、Condition Based Maintenanceと呼ばれるものがあります。これはメンテナンスの革新とも言えるもので、具体的には、線路の状態や架線の摩耗といったことをモニタリングして、データの変化分の推移から判断し、故障や事故に至る前に取り替え

計画に反映させていきます。従来の定期的なメンテナンスから、まったく新しい形へと革新が進行しているところです」。

続いて有田氏は、ICTの今後の展開について議論を進めた。「社会の基礎インフラ」という立場をベースに、ICTの抱える課題を明らかにしていった。

2015年に長野・金沢駅間が開業した北陸新幹線や、2016年に完成した交通ターミナルの「バスタ新宿」において、未だにネットや携帯電話への対策ができていない現状を指摘したうえで、前広なエリア充実策・容量対策の重要性を説いた。

「これはバスタ新宿に限らない話ですが、いったんサービスを開始してしまうと、いろいろな制約がかかってしまいます。結局、コストも時間もかかる。社会の基礎インフラであるならば、前広な対応が欠かせないということを、現場サイドからも世の中にアピールしていく必要があると思います」。

さらに有田氏は、日本の人口が減少していくなかで、現在の日本人の生活を維持・向上させるには、ますますICTが不可欠との認識を示した。業際を超えた広汎なコラボレーションや人材育成、リスクテイク、イノベーションの重要性を強調しつつ、講演を締めくくった。

講演の後には質疑応答の時間も設けられ、活発な意見交換が行われた。また、セミナー終了後は、新宿三井倶楽部内で懇親会も開かれ、引き続き情報交換等が行われた。自由闊達なムードのなか、セミナーは成功裏に終わった。



■写真. 有田講師（前列左から3人目）を囲んだ記念写真



ITU-R WP1A、B、C及びSG1会合（2018年6月）結果報告

総務省 総合通信基盤局 電波部 電波政策課 国際周波数政策室 国際政策係長

やすだ まさひろ
安田 匡宏

1. ITU-R SG1の概要

ITU-R SG1 (Study Group 1: 第1研究委員会) は「周波数管理」に関する議題を担当し、スペクトラム技術、周波数管理手法、電波監視等を研究対象としている。最近では、主にワイヤレス電力伝送 (WPT)、テラヘルツ帯等の検討を行っている。

2018年6月4日から13日までの間、スイス・ジュネーブのITU本部において、WP1A (スペクトラム技術)、WP1B (周波数管理手法)、WP1C (電波監視) 及びSG1の各会合が開催された。日本からは、総務省 (国際周波数政策室、電波環境課、監視管理室)、民間企業等から計20名が出席した。

以下、各WPとSG1会合における主要議題の検討状況について報告する。

2. WP1A (スペクトラム技術)

WP1Aはスペクトラム技術を所掌し、ワイヤレス電力伝送 (WPT)、電力線搬送通信 (PLT) 等を検討している。議長はR. Garcia De Souza氏 (ブラジル) が務めており、表1に示すWGから構成され、6月4日から12日まで開催された。

今会合では、日本、米国、カナダ、英国、ドイツ、中国、韓国、EBU、BBC、NABA等からの寄与文書及び前回の議長報告に他のWPからのリエゾン文書を加えて、計76件の入力文書が審議され、33件の出力文書が作成された。

WP1Aでの主な議論は、以下のとおりである。

■表1. WP1Aの構成と各WGの担当課題

	担当	議長
WP1A	スペクトラム技術	R. Garcia De Souza氏 (ブラジル)
WG1A-1	電力線搬送通信 (PLT) システムを含む無線通信システムと有線電気通信の共存及びその関連事項	J. Shaw氏 (英国)
WG1A-2	ワイヤレス電力伝送 (WPT) とその関連事項	F. Ernst氏 (Bosch)
WG1A-3	WRC-19議題1.15と他の議題及び課題	B. Sykes氏 (米国)

2.1 ワイヤレス電力伝送 (WPT)

WP1Aでは、WPTの技術面に関するITU-R勧告の改訂・

作成及び報告の作成を行った。勧告ITU-R SM.2110の改訂に向けた審議の結果、新たに周波数範囲19–25kHz、55–5XkHz、6Y–65kHz、79–90kHz、100–148.5kHzが追加され、60kHz帯は電波時計への影響に配慮が必要との説明つきで、勧告改訂草案 (PDRR) への格上げが合意された。X、Yの値は、2019年6月の次会合にて合意に向けて検討される予定である。

英国やEBUが提案していた、勧告ITU-R SM.2110へ不要輻射の論点を加え許容値を追記するとの改訂案は、調整の結果、勧告ITU-R SM.2110はスコープを変えず周波数範囲のみを扱うものとし、新たな提案は別の新たな勧告ITU-R SM. [WPT-UNWANTED] として検討されることとなった。本会合では、スコープや内容は検討されずに、作業文書のElementsとして議長報告に添付し次会合へ引き継がれた。

新報告ITU-R SM. [WPT_100–148.5kHz] に向けた作業文書は、新報告草案への格上げが合意され、議長報告に添付して次回会合に引き継ぐこととされた。

2.2 275–450GHzにおける能動業務への周波数特定

議題1.15については、日本、米国、ドイツが各々の共用検討結果に応じて、275GHz以上のいくつかの周波数帯で陸上移動業務及び固定業務に特定する新脚注案を提案したが、イランがこれまでのRRの編集方法に反するとの理由で、新脚注策定に反対し、既存脚注の変更で対応すべきと主張。日本は、陸上移動業務に275–325GHz、固定業務に275–296GHz、306–313GHz、319–325GHzを特定することを提案した。

議論の結果、CPMテキスト案には、各国の提案を列挙した5つのメソッドが記載され、特定する周波数帯や新脚注案等のメソッドの構成についてはCPM19-2で改めて検討する見込み。共用両立性の検討に関する作業文書はレポート草案に格上げすることが合意され、2019年6月でレポートを完成することになった。

日本から既存勧告の86GHz以上の有効性について問い合わせるテキスト案を提供し、米国、ドイツ、英国、オランダからのコメントにより微修正され、WP5Cへリエゾン文書を送ることが合意された。



3. WP1B（周波数管理手法）

WP1Bは、周波数管理手法を所掌し、WRC-19関連議題等について検討している。議長はR. Chang氏（中国）が務めており、表2に示すWGから構成され、6月4日から12日まで開催された。

今会合では、米国、中国、ロシア、フランス、エジプト、韓国、EBU、BBC、NABA等からの入力文書及び前回の議長報告に他SGグループからのリエゾン文書を加えて、計64件の入力文書が審議され、24件の出力文書が作成された。

WP1Bでの主な議論は、以下のとおりである。

■表2. WP1Bの構成と各WGの担当課題

	担当	議長
WP1B	周波数管理手法	R. Chang氏（中国）
WG1B-1	ショートレンジデバイス及びその関連事項（WRC-19 Agenda Item 9.1、Issue 9.1.6、9.1.8を含む）	F. M. Yurdal氏（トルコ）
WG1B-2	その他の事項（WRC-19 Agenda Item 9.1、Issue 9.1.7を含む）	L. K. Boruett氏（ケニア）

3.1 ワイヤレス電力伝送（WPT）

WP1Bでは、CPMテキスト案の作成及び周波数管理手法に関するITU-R報告の作成を行った。CPMテキスト案については、ラポータグループ案（日本案などを含む）、米国、英国、トルコ及び韓国からの提案が審議され、修正を経て完成した。

また、新報告草案ITU-R SM. [WPT-SPEC-MNGM]に向けた作業文書については、時間の制約から今会議においては内容が検討されなかった。作業文書は各国／機関からの寄書が部分的にマージされた中途半端な状況で、マージされなかった寄書（日本寄書を含む）と共に次回会合へ引き継がれることとなった。

決議958（WRC-15）のWPTに関する研究課題のうちインパクトスタディについて、2019年6月のWP1B会合で関連する報告案を完成させることとして、ワークプランを更新した。

3.2 アップリンク送信の実施を認可済端末に制限するための追加手法の必要性及び領土内の無認可地球局端末の管理のための手法

WRC-19 Issue 9.1.7のCPMテキストが改訂され、これまで審議されてきたオプションの内、以下の2つのオプションを残す形で完成した。①NOC（米国、ルクセンブルク、中国など支持）、②WRC決議を作成する（ロシア、エジプトが支持）。

これまでの作業文書に記載されていたオプション③RR第4条の規定強化については、これを支持してきたイランがオフライン協議で妥協し、削除された。この上でCPMテキスト草案を承認した。また、本課題に関する新レポート草案については、最終的にCPMテキスト内で全ての課題に言及できたことから、必要ないとの結論に至ったため、本レポート作成のための作業は打ち切られた。

4. WP1C（電波監視）

WP1Cは、電波監視を所掌している。議長はR. Trautmann氏（ドイツ）が務めており、WGは表3のように構成され、6月5日から12日まで開催された。日本、米国、ドイツ、韓国、フランス、コロンビア、ロシア等からの寄与文書及び前回の議長報告と他SGグループからのリエゾン文書を含め合計62件の入力文書が審議され、27件の出力文書が作成された。

WP1Cでの主な議論は、以下のとおりである。

■表3. WP1Cの構成と各WGの担当課題

	担当	議長
WP1C	電波監視	R. Trautmann氏（ドイツ）
WG1C-1	電波監視の技術的な課題	I. C. Tillman氏（米国）
WG1C-2	電波監視の一般的な課題	M. Al-Sawafi氏（オマーン）

4.1 I/Qデータ交換のためのデータフォーマット

電波監視業務で使用する無線周波数情報を記録するI/Qデータについて、規定すべき統一フォーマットに関する新勧告案の策定に向けて議論が進められている。前会合で日本は測定器内部での保存フォーマットではなく、データを交換する際のフォーマットの規定を主張した。

今会合では、新勧告案において、日本からの提案が反映され、データの交換に使用するフォーマットであることが明確にされた。また、フォーマットの様式としては、既存の標準があり分析ツールも有することなどから、日本も支持するHDF5フォーマットとすることで合意された。本勧告案はSG1へ送付され、郵便投票により同時に採択・承認することとなった。

5. SG1

SG1は、6月13日に開催され、議長はS. Pastukh氏（ロシア）が務めた。WP1A、WP1B及びWP1Cからの報告や提案、他のSGからのリエゾン文書等が審議された。

この結果、表4のとおり1件の新勧告案、2件の勧告改訂案について審議され、PSAA（Procedure for Simultaneous



Adoption and Approval) による採択・承認手続きをとることとで合意された。また、表5のとおり、4件の新レポート及び4件のレポート改訂の承認がなされた。さらに、本会合では新課題や課題の改訂・削除の提案は無かった。

6. 次回会合の予定

次回WP1B会合の日程は、2018年11月16日(金)～20日(火)(ジュネーブ)となり、次回SG1関連会合の日程は、暫定的に2019年5月28日(火)～6月7日(金)とされた。

■表4. 新勧告案・勧告改訂案

勧告名	表題	種別	担当WP
SM.1896*	Frequency ranges for global or regional harmonization of short-range devices	改訂	WP1B
SM.1051-3*	Priority of identifying and eliminating harmful interference in the band 406-406.1 MHz	改訂	WP1C
SM. [STORAGE OF I/Q DATA]*	Data format definition for exchanging stored I/Q data for the purpose of spectrum monitoring	新	WP1C

* 同時採択承認手続 (PSAA) により採択・承認を行うもの。

■表5. 新レポート案・レポート改訂案

レポート名	表題	種別	担当WP
SM. [CHAR-UNWANTED]	Unwanted emissions of digital radio systems	新	WP1A
SM. [VISIBLE-LIGHT]	Visible Light for Broadband Communications	新	WP1A
SM. [LPWAN.MTC]	Technical and operational aspects of Low Power Wide Area Networks (LPWAN) for Machine-Type Communication and the Internet of Things in frequency ranges harmonised for SRD operation	新	WP1B
SM.2012-5	Economic aspects of spectrum management	改訂	WP1B
SM.2093-2	Guidance on the regulatory framework for national spectrum management	改訂	WP1B
SM. [SAT-MON]	Measurement techniques and new technologies for satellite monitoring	新	WP1C
SM.2211-1	Comparison of time-difference-of-arrival and angle-of-arrival methods of signal geolocation	改訂	WP1C
SM.2356-1	Procedures for planning and optimization of spectrum-monitoring networks in the VHF/UHF frequency range	改訂	WP1C



ITU-T FG-ML5G第2回会合

国立研究開発法人理化学研究所 革新知能統合研究センター センター長室長

たかはし あきら
高橋 玲



1. はじめに

ITU-T - Focus Group on Machine Learning for Future Networks including 5G（以下、「FG-ML5G」と記す）は、2017年11月にSG13配下に設立され、将来ネットワークのインタフェース、アーキテクチャ、プロトコル、アルゴリズム及びデータフォーマットに関する技術レポートと仕様草案を作成することを目的としている。2018年1月の第1回会合（スイス・ジュネーブ）に続き、第2回会合が2018年4月に中国の西安で開催された。また、会合期間中に“Impact of AI on ICT Infrastructure”と題したワークショップが開催され、各国・機関での機械学習を核としたAI（Artificial Intelligence）技術のICTサービスへの活用動向について議論された。

2. Workshop on Impact of AI on ICT Infrastructure概要

ワークショップは、ITU-T副局長のReinhard Scholl氏やホスト国である中国の関係者のあいさつに続き、4つのセッションにおいて15件の講演があった。

（ワークショッププログラム：<https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/20180425/Pages/programme.aspx>）

Session1では、ICT分野へのAI適用に関する企業の取組状況が紹介された。中国企業の関係者で構成され、チップベンダからサービスプロバイダまで比較的広範なビジネス領域をカバーした。

Session2では、Cutting-edge AI technologiesと題して、主に5Gネットワークを想定した場合の「データの特徴」「機械学習に求められる要件」と、そこから見えてくるユースケースの紹介などの講演があった。

Session3は、Sharing of Network Operatorsの名のとおり、モバイルネットワークプロバイダ4社における機械学習技術の実応用事例が紹介され、ネットワーク性能劣化の原因分析といったネットワーク研究のオーソドックスな課題への取組みに加え、設備稼働の最適化による省電力化、農産物のトレーサビリティへの貢献など多岐にわたった。

Session4は、Techniques as the Driving Forcesと題して、比較的技術的な講演が主体となった。特にFG副議長

のWojciech Samek氏による“Efficient, Distributed& Interpretable Deep Learning”は、FG本会合における議論の中核をなす寄書の導入と位置付けられ、5Gネットワークへの適用を考えた場合の、理論研究面での方向性に関して極めて示唆に富む講演であった。

3. FG会合概要

会合には、77名が参加登録されていたが、現地での参加は30名程度であり、マネジメントチーム以外でのアクティブな参画はFraunhofer（ドイツ）、Intel（米国）、China Mobile（中国）、China Telecom（中国）、ZTE（中国）、ETRI（韓国）、TU-Berlin（ドイツ）等の機関であった。寄書は21件提出され、議論の中心となったのはIntel、Fraunhofer、China mobileからの寄書であった。

FGは3つのWGから構成されている（構成とマネジメントチームを表に示す）が、今回の会合ではFG議長がほぼ全ての議論をリードする形をとり、WGごとの分科会的な審議形態はとらなかった。

■ ユースケース議論

予め合意していたフォーマットに基づいて、各機関から重要性の高いユースケースについて提案があった。各提案は、Intelからは、「エンドエンド最適化車両通信」と題して、車両を対象とした「映像配信」「ビデオフォン」「同乗者の観光エンターテインメントとしてのAugmented Reality（AR）」等を想定し、それぞれのアプリケーションにおけるQuality of Experience（QoE）最適化への機械学習の応用が提案された。ネットワーク性能計測、QoE推定に基づいて、最適な配信方式やネットワーク選択を実現するというユースケースである。

また、同じくIntelからは「高性能産業ネットワークのための機械学習に基づくネットワーク及びデータ管理」として、主に工場等におけるプロセス自動化を目的として、現行の有線ネットワークから無線センサーネットワークへの移行シナリオが提示された。ネットワーク管理がより複雑になるという課題を機械学習による最適化で解決する。

一方、China Mobile、China Telecom等からは、ネット



■表. FG構成とマネジメントチーム（敬称略）

議長	Slawomir STANCZAK (Fraunhofer HHI, Germany)
副議長	Charles Chike ASADU (University of Nigeria) ナイジェリア Seongbok BAIK (KT) 韓国 Viliam SARIAN (NIIR) ロシア Mingjun SUN (CAICT) 中国 Salih ERGUT (Turkcell) トルコ
WG1 : Use cases, services and requirements	正 : Seongbok BAIK (KT) 韓国 副 : Mostafa ESSA (Vodafone) エジプト
WG2 : Data formats & ML technologies	正 : Wojciech SAMEK (Fraunhofer HHI) ドイツ 副 : Qi SUN (China Mobile) 中国
WG3 : ML-aware network architecture	Wei MENG (ZTE Corporation) 中国

ワークキャリアの視点から、モバイルユーザの移動特性、通信行動（どのような場所・時間にどのようなアプリケーションを利用するかなど）を推定し、これに基づいて通信トラフィックを予測することで、通信設備（無線基地局のビームや消費電力、バックボーンの仮想ネットワークのリソース配分等）を最適化するというシナリオが多数提案された。最終的に何を最適化するのかに違いはあるものの、機械学習に期待する要件としては人流と通信トラフィックの予測であるという点は共通している。技術的にはこの点にフォーカスして議論が深められた。

■ 課題と機械学習アルゴリズムのマッチング

Fraunhoferから提出された寄書では、通信ネットワークの最適化への機械学習の応用という観点から、既存技術の整理に基づいて、今後の機械学習アルゴリズム研究への要件が示されている。技術的観点からは非常に整理された寄書であり、今後、前述のユースケース議論に基づいて仕様を検討していくフェーズではバイブル的な位置付けになることが期待される。

具体的には、課題を以下のカテゴリに分け、それぞれについて、入力となり得る／すべきデータと、適用可能な機械学習アルゴリズムの候補を挙げ、前提条件を整理している。

- ・周波数利用効率向上
- ・故障／異常検知
- ・ネットワーク伝送品質推定
- ・変調方式識別
- ・トラフィック予測
- ・トラフィックパタン抽出
- ・フロー分類
- ・経路計算

- ・送信電力制御
- ・キャッシュ最適化

今後のアルゴリズム研究への要件としては、例えば以下の点を挙げている：

- ・適応性：通信シナリオ（トラフィック特性や電波環境など）の動的変化に対応する必要性。これらの変化をアルゴリズムにフィードバックするために必要な情報とその交換手順などの共通化は、標準化が担うべき役割となり得る。
- ・分散学習：学習データが偏在しているが、プライバシーの問題などもあり、データ自体を共有することが困難なケースが多い。そこでデータの秘匿性を確保しながら、個々の機械学習アルゴリズムが情報を共有して、学習効率を上げる必要がある。
- ・リソース制約：通信応用のシナリオでは、電力消費等の要因により、計算リソースが限定されることが多い。そのため、計算量を抑えつつ、性能劣化を最小限にとどめるような機械学習アルゴリズムが必要である。入力データのやり取りにおける通信オーバーヘッドの削減も課題。

■ 新規課題の提案

China Mobileと北京郵電大学からは、「ネットワークの知性（Intelligent capability）を指標化する方法」の検討が新たに提案されたが、次回会合以後の議論を踏まえて、FGの検討スコープに含めるか否かを判断することとした。

4. おわりに

FG-ML5G第3回会合は2018年8月8日～10日に米国San Joseで開催される。また、これに先立ち“Machine Learning in 5G networks”と題したワークショップが8月7日に予定されている。



第15回APT電気通信/ICT開発フォーラム(ADF-15)結果報告



総務省
国際戦略局
国際協力課
国際交渉専門官

ますみ たかし
益満 尚



総務省
国際戦略局
国際協力課
係員

みつおか たかひで
三浦 崇英

1. 「第15回APT電気通信/ICT開発フォーラム(ADF-15)」の目的・概要

同フォーラムは、2017年11月に開催された第14回APT総会(GA-14)で承認された戦略計画(2018-2020)に基づき、域内のICT開発に関する意見・情報交換を行うほか、日本及び韓国からのAPT拠出金(EBC-J、EBC-K)による研究者交流やパイロットプロジェクトの成果について共有すること等を目的とし、2018年6月11~13日にスリランカ(コロンボ)で開催された。主な出席者は各国通信主管庁の実務者級及びAPT加盟の企業・団体、関連の国際機関(ITU、OECD、ESCAP)等あり、日本からは総務省(益満国際交渉専門官、三浦国際協力課係員)、在スリランカ大使館(佐藤一等書記官)、海外通信・放送コンサルティング協力(JTEC)、海外通信・放送・郵便事業支援機構(JICT)、情報通信技術委員会(TTC)、情報通信研究機構(NICT)、日本電信電話株式会社(NTT)、富士通株式会社、古河電気工業株式会社、北陸先端大学院(JAIST)、BHNテレコム支援協議会(BHN)、KDDI株式会社から計16名が参加した。

また今回はADF-15に続き、APTと韓国情報化振興院(NIA)の共催で「APT-NIA ICTブロードバンド接続ワークショップ」が同年6月14日に開催された。

2. ADF-15の各セッション

2.1 開会式・プレナリー

—セッション1—

ホスト国であるスリランカのシリセーナ大統領の出席のもと、アリーワン事務局長及びフェルナンド・スリランカ電気通信規制委員長から開会の挨拶があった。プレナリーでは議長及び副議長の選任が行われ、議長にカンボジア情報通信省キー・レイン副局長、副議長に益満国際交渉専門官が2年間の任期で選出された。



写真1. シリセーナ大統領(左から2人目)及びアリーワン事務局長(中央)

2.2 国家ブロードバンド計画

—セッション2—

同テーマについて、公平、予測可能性、政策及び規制の観点から、日本、バングラデシュ、ソロモン諸島、タイ、ベトナム、ESCAPにおける取組みを紹介。

概要は下記のとおり。

●日本

議長(総務省益満国際交渉専門官)より、我が国のこれまでのブロードバンド政策の歩みについて、普及率の推移や各期間における政府目標の変遷、国、地方、事業者に求め



■写真2. セッション2で議長を務める益満国際交渉専門官

られる役割について紹介。

●バングラデシュ

同国におけるモバイル通信規格の進捗状況（2018年2月より4G-LTE始動）や海底ケーブル、人工衛星等を活用した事業を紹介。課題としてサイバー攻撃に対する脆弱性を挙げ、包括的なBD-CERT（Bangladesh Emergency Response Team）の展開の必要性について言及。

●ソロモン諸島

電気通信市場への参入障壁に対する同国電気通信委員会の取組みや海底ケーブル敷設プロジェクト（例：ソロモン諸島～シドニー）、プロジェクト実施に当たる障壁（同国の地理的条件）について紹介。

●タイ

同国におけるデジタル経済社会開発計画の概要及び、各種プロジェクト（国家的な高速インターネット接続の促進、公共Wi-Fiの拡充等）について紹介。

●ESCAP（奥田氏）

同機関の活動概要及び各地域のブロードバンド接続性について統計データ（有線・無線通信普及率等）に基づき報告。ブロードバンドディバイド解消に向けたAP-IS（Asia-Pacific Information Superhighway）による今後の展望について報告。

2.3 ブロードバンドの遠隔地域への拡充について

—セッション3—

同テーマについて、モルディブ、インド、ブータン、カンボジア、モンゴル、ミャンマー、パキスタンの取組みを紹介。

概要は下記のとおり。

●モルディブ

同国の2014年～2018年間に於ける国家ブロードバンド政策

（①パッケージ化の導入、②サービスの質の向上、③インフラ開発、④コンテンツ開発及びアクセスの簡略化、⑤通信規格の世界標準化）等について紹介。

●インド

同国におけるルーラル及び遠隔地域のICTサービスの普及率の低さについて人口密度や統計データ（社会インフラ、地理的条件）を基に報告。ディバイド解消に向けたUSOF（Universal Service Obligation Fund）による事業内容を紹介。

●ブータン

同国のブロードバンド設備の変遷及び光ファイバーインフラの国内展開状況並びにUSF（Universal Service Fund）を活用したルーラル地域へのプログラムの成果等を紹介。

●カンボジア

同国のICTを巡る近況について通信市場やモバイルサービスの普及率から報告。同国におけるブロードバンド拡充への取組みについてICT政策及び規制の観点から紹介。

●モンゴル

統計データ（モバイル及びスマートフォンの契約者数の推移）に基づき、同国の情報通信概況を報告。同国のブロードバンド遠隔地域拡充への取組みとしてUSOFによるモバイルサービス、ICTインフラ拡充、郵便等について紹介。

●ミャンマー

同国におけるUSF戦略について紹介。本戦略の概要をはじめ、同国発展に当たり必要とされる3つのプログラム（①インフラ整備、②人材育成、③社会的弱者への恩恵）やプログラム実施後の評価方法について報告。

●パキスタン

同国のICTセクターの通信市場における動向について報告。USFの活用目的（ルーラル地域への電気通信事業者の市場参入促進）や実際の運用方法、主要プログラムについて紹介。

2.4 持続可能なブロードバンドネットワークについて、

—セッション4—

地域における有線・無線ブロードバンドネットワークの重要性を前提にスリランカ賛助加盟員による事業内容を紹介。（パネリスト：Dialog Axiata（議長）、スリランカテレコム、Facebook、Asia-Pacific Internet Society（ISOC））

概要は下記のとおり。

●スリランカテレコム

同国における固定・携帯電話普及率の変遷、



消費者の動向、内国及び国際的なバックボーンネットワークへの敷設状況について報告。

●Facebook

今日のアジア地域における4G導入に向けた障壁（ジェンダー格差、インフラ未整備等）について説明。こうした背景を踏まえ同社のmmWave (millimeter-wave) /V Band (vee-band) 等によるソリューションを紹介。

●ISOC

接続性の観点から、コミュニティネットワーク有効性（経済成長や教育）について紹介。一方で、導入に当たり課題（ライセンスや費用面）もあることを指摘し、政策立案者や規制機関が果たすべき役割（税制優遇、ファンド機会の拡充等）について言及。

2.5 日本からの拠出金（EBC-J）によるプロジェクトの成果発表

—セッション5—

ミャンマー・学術クラウドシステム（富士通（中川氏）、UIT（情報技術大学））、タイ・ダム遠隔監視システム（NICT（河合氏）、NECTEC）、インドネシア（パジャジャラン大学）における遠隔医療システム（BHN（樽松氏））の成果を紹介。

・議長（KDDI：中山氏）より

今後も発展と急激な陳腐化が起きるICTは、優れた道具として、様々な活動に貢献していくことになる一方で、デジタルデバイドに加えて、データデバイドというデータの利用課題も見えてきている。本セッションでの3件の発表は、ネットワークの自律回復力、ネットワークされた情報のプラットフォーム、そして、データ利用のアプリケーション例（遠隔診断）とレイヤーごとに重要な点を浮き彫りにしていた。

各成果発表の概要は下記のとおり。



■写真3. EBC-Jによる成果発表の様相①

●ミャンマー（富士通：中川氏）

同国におけるICT高等教育の地域間格差是正を目指す、大学間連携クラウド構築実証事業について紹介。

- ・UIT（情報通信大学）にて現地教員によるクラウド構築及び運用準備と、他15のICT系大学とのVPN接続を実施。
- ・地方大学によるUITの教材（e-learning等）の使用や、仮想マシンを使った実習を実現。
- ・日本側のプロジェクトメンバーはKDDI財団、岡山県立大学、東京工科大学、富士通。
- ・発表に対する質疑応答及び休憩時間を通して、クラウドの有効性、運用のあり方、通信費といった大学側のコスト負担等に関する活発な議論がなされた。

●タイ（NICT：河合氏）

同国のダム遠隔監視システム（DS-RMS）及び災害時自律回復網の実証について紹介。

- ・SDN（Software-defined networking）の導入により経路制御及びデータ転送の機能を分離し、統合的な制御を実現。
- ・Nerve Netによるネットワーク形式の変更（木型からメッシュ型）により、災害時のネット接続脆弱性を改善。
- ・キックオフミーティング（2017年3月13～14日 NECTEC）、NICTによる国内研修（2017年5月15～17日、同年7月25～27日）等の活動報告。

●インドネシア（BHN：樽松氏）

本プロジェクトは2016年、国際共同研究プロジェクト（APT Category I）にインドネシアテレコムとパジャジャラン大学医学部の研究者（Dr. Agung Budi Sutiono教授）が応募し採択された事業で、2017年初めからシステムの仕様検討や大学病院での臨床実証試験、Hospital Expo（ジャカルタ）でのBHN、日本遠隔医療学会との情報交換等によりシステム改善を図ってきたもの。

- ・Sutiono教授は日本で脳神経外科医の博士号を取得し、かつ、電気通信大学で通信の博士号も保有する医療と通信の技術に熟知した研究者。
- ・同国のルーラル地域では病理医や放射線医師の絶対数が不足。地理的にも17,000以上の島を有しており遠隔医療（遠隔病理・画像診断システム）の有効性が期待される。治療の前の地域の医師が患者の処方を決める手段として有効である。
- ・遠隔医療診断システムは先進国医療メーカーが開発した高価なシステムが主流で、途上国では容易にその恩恵



を享受できない状況が続いており、同国は地方病院に遠隔病理診断システムを普及させ、大学病院での臨床実証試験を行い改善を図っている。

BHNとしては、このシステムを更なるパイロットプロジェクト (APT Category II) にもつなげ、アジア各国の医療課題を解決に導くソーシャルビジネスにつながることを期待。

—セッション6—

ラオス・防災ICTシステム (富士通 (小林氏)、ラオス情報通信郵便省)、タイ・光ファイバーセンサー防災システム (古河電工 (田島氏))、フィリピン・災害時車間通信システム (TTC (眞野氏)、現地大学) の成果を紹介。

・議長 (BHN: 樽松氏) より

日本は、東日本大震災をはじめ、震災、風水害等多様な災害を経験し、実際に活用できたシステムや運用上の課題及び留意事項等の知見を有している。防災ICTシステムには住民向けサービスと行政機関向けサービスの2つの分類がある。また防災ICTシステムが利用される時期に応じて、3つのフェーズに分類されており、それぞれのフェーズに対応したシステムの利用が要望される。今後、それぞれに適する防災システムの検討が望まれ、このノウハウをAPT加盟国で共有されることを期待したい。

各国成果発表の概要は下記のとおり。

●ラオス (富士通: 小林氏)

同国農村部におけるICT活用型災害情報発信のパイロットプロジェクトについて紹介。

- ・同国では洪水における災害が最も大きく、河川の水位測定のためのセンサーやデータを送るためのシステムが導入されてきている一方で、機器が破損しても、修理予算及び人材の不足等により放置され、地方の災害情報収集が十分行われていない。



■写真4. EBC-Jによる成果発表の様相②

- ・上記背景を受け、修理不要で代替可能なスマートフォンのほか、タブレットやPC等多様な入力端末による、住民からの水位情報はじめ、災害時の被災状況を情報収集する情報基盤を整備した。これにより中央政府における水位・災害状況の管理・分析が容易となり、中央政府から地方局への災害情報の配信やSMS、スマートフォンアプリケーションを介した避難指示が可能となった。

同国政府及び住民から、本システムの有効性への認識や引き続き活用したいとの評価を得られた。

●タイ (古河電工: 田島氏)

Uttaradit地区での光ファイバー気象センサーによる洪水防災システムについて紹介。

- ・これまでタイにおける気象センサーの機能は災害対策といった観点からは不十分であり、災害警報を地元政府及び住民が車等で直接伝える形であった。また同センサーにはメンテナンス費用 (バッテリーの交換) をはじめ、機能上の問題 (点灯不良、情報伝達のタイムラグ、正確性の欠如等) もあり、実用面での課題も多くあった。
- ・本プロジェクトでは上記背景を受け、光ファイバー気象センサーを同国の公共教育機関を中心に敷設し、情報の正確性やタイムラグを解消。加えて、本センサーはファイバーにより伝達される光を動力源としており、メンテナンスに係る低費用化を実現。

●フィリピン (TTC: 眞野氏)

車両通信による災害対応モデルの国際共同研究について紹介。

- ・災害時の共通課題として通信手段の脆弱性が挙げられる一方で、通常のインターネット接続性のみでは対策として不十分な面がある。こうした背景から車両を活用した通信技術の有効性が認められる。
- ・災害時におけるV (Vehicle) -HUB及びUAV (Unmanned Aerial Vehicle) による通信手段の有効性について紹介。
- ・本テーマにつきASTAP-29,30において議論し、ASTAP-30において車両通信による災害対応モデルへの標準化仕様への回章が承認されたことを報告。

2.6 韓国からの拠出金 (EBC-K) によるプロジェクトの成果発表

—セッション7—

GIS管理システム (GEOMEXSOFT)、法廷記録のデジタル化 (KCA)、レジリエント・シティ (マレーシア工科大学)



による成果の紹介。

概要は以下のとおり。

●GEOMEXSOFT

デインプー（プータン）におけるGIS管理システムについて紹介。

- ・同国の資産データの管理状況への課題（データを管轄する統一基盤がないこと等）について説明。上記課題へのソリューションとしてGIS活用による空間・非空間データの統合管理システムの有効性について紹介。
- ・韓国によるKPIs（Key Performance Indicators）策定に向けた同国訪問概況及び今後のプロジェクト計画（拡充範囲、予算規模等）について報告。

●KCA

プータンにおける法廷資料のアーカイブ化に向けたプロジェクトについて紹介。

- ・これまで同国における法廷資料の管理環境が悪く、裁判資料（判例）等への関係者（裁判官、弁護士、利害関係者）によるアクセスが困難な状況にあった。
- ・本件は上記課題へのソリューションとしてデータの管理システムの組織化及びアーカイブ化による、裁判資料へのアクセス機会の向上について紹介したもの。

●マレーシア工科大学

同大学及び韓国NIA（National Information Society Agency）等の共同研究によるコミュニティベースの防災情報都市（CBRDD）の構築に向けた取組みについて紹介。

- ・災害時、災害後における被災者が求めるものやCBRDD構築に向けた課題についてタマンヤセレンダといった地区レベルでの調査結果を報告。
- ・本調査結果から、セレンダにおける災害時のケーススタディについて4つのシナリオをソリューションとして紹介。加えて今後のプロジェクト計画（対象範囲の拡大等）についても言及。

2.7 パネル討論

—セッション8—

資金援助を受けたプロジェクトの持続性可能性について

- ・議長（ITU-AJ：川角氏）より

アジア太平洋地域で世銀、アジア開発銀行、APTの予算外開発プログラム（日本及び韓国拠出基金）の資金援助（無償）で実施されたプロジェクトの持続可能性についてパネル討論を行った。アジア開発銀行のS.Y. Yoon代表からは、世銀グループでは国連の2030年に向けた開発目標（SDGs）



写真5. パネル討論の様相①

に呼応して、大規模ICTプロジェクトへの投資を進めており、近年アジア太平洋地域においてICTインフラの整備に資金援助（無償または借款）していることが報告された。太平洋島しょ国への光海底ケーブル敷設プロジェクトの推進はその一例である。一方、APTの予算外基金の開発プログラムは小規模だが、毎年11か月以内を期限としてルーラル及び遠隔地域のプロジェクトに資金援助を続け、確実な実績を残している。日本のJICT和美女長からは、同社の概要と海外プロジェクトへの支援が報告された。韓国のKOICAの発表もあった。いずれにおいてもプロジェクト実施後の保守運営資金をどう確保するか、人材育成、プロジェクト実施地域の住民参加及び住民の有益性の認識等が持続可能性に最も重要であるとされた。

—セッション9—

IoT及びその関連アプリケーションについて

ICT利活用の手段としてのIoT及びその関連アプリケーションについて、交通、スマートシティをテーマにパネル討論を行った。スリランカで最も大きなシェアを誇るモバイルネットワークキャリアのMobitelは、IoT産業におけるモバイルインフラ整備の重要性について指摘。同社のNB（Narrow Band）-IoTの取組みを紹介するとともに、これからの通信市場は大手通信事業者が独占市場化すると予測し、これに伴う問題点（経済成長への悪影響等）について説明。Dialog Axiataからは、異なるIoTブランドを管轄する統一的なプラットフォームの構築が、長期的には消費者及び事業者の双方にとって利益になることを指摘。その上で、消費者を起点とした多様なIoTブランドの統一プラットフォームによるソリューションを紹介。NTT（岩田氏）及びJAIST（Dr.Yuto Lim）はアジア太平洋地域のスマートシティに係る調査研究について、タイ及びマレー



■写真6. パネル討論の様相②

シアにおける現在の課題とそのソリューションの紹介及びガイドライン作成等の今後の計画について報告。

—セッション10—

ICTを基盤としたStart-up（起業）及びSMEs（中小企業）について

ICTを基盤としたStart-up及びSMEについてその課題や成功体験を共有し、持続可能なビジネスエコシステムの実現に向け必要となる政策や規制についてパネル討論を行った。TAKAS.LKからは、ネット中立性の確保が公平なインターネット環境の構築に資するとし、ネット中立性の確保が長期的に中小企業や個人ベンダーの市場参入障壁の緩和に大きく貢献すると説明。Sri Lanka TelecomはStart-up及びSMEsの事業活動促進と経済（GDP）成長の関係性、DSP（Digital Service Provider）の有効性について紹介。OECDからはSMEs間の連携の重要性について東南アジアにおける調査から分析結果について報告。

—セッション11—

ITU-Dの活動について

・議長（ITU-AJ 川角氏）より

ITUは憲章の第一条にその目的として開発途上国の援助を掲げており、当初は事務総局技術協力部で任務を遂行していたが、メイトランド報告の勧告を受けて1985年～90年、開発センターが独立機関として設立されたのち、1992年には臨時全権委員会（ジュネーブ）で開発局が設けられて以来25年以上ITU開発局（ITU-D）セクターがプロジェクト実施のほかSG（Study Group）活動を続けている。SGでは途上国のニーズに呼応して4年ごとに研究課題を設けてメンバー参加型の研究活動を行っている。SG1副議長も務める

川角氏とITU-DのSund女史がITU-D SG1及びSG2の活動を紹介。JTEC宗里氏は、ミャンマーで実施したe-Villageプロジェクトの紹介を行った。JTEC宗里氏は、同財団が自己資金によりミャンマールール地域で実施したe-Villageプロジェクトを紹介したところ、途上国から是非自分の国にも来て欲しいとの大きな反響があった。また、Sund女史から「ADFに初めて参加して多くの素晴らしいAPTプロジェクトを知った。APTからこれら事例をITU-D SGに報告してほしい」とのコメントがあった。アリーワン事務局長はITU-SGへの報告は、管理委員会の承認手続きを経る必要があるとコメントした。



■写真7. パネル討論の様相③

3. APT-NIA ICTブロードバンド接続ワークショップ

3.1 国家ブロードバンド計画

—第4次産業革命—

韓国における産業革命の変遷及びルール地域のデジタルディバイド解消に向け、ブロードバンドネットワークの有効性について紹介。

同国の具体的な取組みとして、10Gインターネットサービスの商業化（2018年開始予定で2022年までにはカバー率50%を計画）や第5世代移動通信システムについて言及。

—ブロードバンド接続性の向上—

同国におけるブロードバンドネットワークを巡る市場の変遷（規模、成長率等）や政策について紹介。ルール地域へのアクセスギャップについて、その不採算性から積極的な対応がなされてこなかった。これを受け、USOや免許制度、税制優遇等による対策の必要性について指摘。また、PPP（Public-Private Partnership）の活用や持続可能なブロードバンド接続実現に向けた需要面・供給面からのソリューションについても紹介。



3.2 ブロードバンド接続及びデジタルディバイド解消に向けた取り組み

ーブロードバンド接続及び品質の向上ー

韓国電気通信事業者SKによるプレゼンテーション。同国における電気通信概況（インターネット及びスマートフォンの普及率、各種サービス（LTE、有線、Wi-Fi等）のカバー率）や事業者による継続的な投資の重要性について言及。同社の事業紹介とともに、PON（Passive Optical Network）やFWA（Fixed Wireless Access）の有効性及び社会課題へのソリューションとしての活用実績等について紹介。

ールーラル及び遠隔地域へのブロードバンド拡充ー

デジタルディバイドが引き起こす問題及びそのソリューションとしてのブロードバンドネットワーク有効性について紹介。前者については都市部とルーラル地域間の比較から、その格差（アクセス、利用、スピード等）について考察するとともに、本格差は正に向けた後者の役割（競争促進、敷設費用削減、拡充のための投資等）やルーラル地域への導入に必要な3つの要素（価格、信頼、デジタル・リテラシー）について言及。

4. おわりに

ADF-15はホスト国スリランカによる手厚い歓迎もあり、非常に感慨深いものとなった。同国政府主催の夕食会や市内視察を通じて、同国の現地情勢等を知るまたとない機会となった。例えば、夕食会においてはスリランカによる伝統歌謡の紹介や、その後の各国の代表団による自国伝統歌謡の披露から生まれた文化交流。市内視察においては多様な民族から構成される同国において、異なる宗教施設が並立している

ことから、民族や宗教を超えた「共存」の姿を垣間見ることができた。

スリランカは、2014年7月に同国政府による地デジ日本方式の採用表明を皮切りに、同年9月安倍総理立ち会いのもと、円借款「地上テレビ放送デジタル化計画」（137億円）の交換文書署名式が実現。2018年5月には第5回目となる日スリランカ地デジ共同作業部会を開催。また、APTにおいても我が国拠出金による同国人材育成のための訪日研修やJapan-Sri Lanka Joint Comprehensive Partnership事務局やスリランカ防災管理省等と我が国の技術者・研究者による防災システムの国際共同研究を実施する等、我が国ICT海外展開推進に向けて重要な相手国である。

最後に、ホスト国であるスリランカ政府をはじめ、APT事務局、日本からのAPT賛助加盟員として本会合にご出席いただいた方々、事前の対応等にご尽力いただいた関係者各位にこの場をお借りして深くお礼申し上げる。



■写真8. 閉会式の模様



ハンガリーに赴任して思うこと

在ハンガリー日本国大使館 二等書記官

たけした はるこ
竹下 晴子



1. はじめに

ハンガリーに赴任してちょうど2年が経った。読者の中には、筆者のことをご存知の方もいらっしゃると思う。この場をお借りして、お世話になった全員の方々に礼を申し上げたい。ハンガリーはITUジャーナルの読者の方々にとって馴染みのない国だと思う。確かに、ハンガリーはICT分野での先進国ではない。だが、既存技術の活用が上手く、日本がこの国から学べることもあると思う。そこで、最近ハンガリーで始まった新サービスとともにハンガリーを紹介したいと思う。

さて、読者の皆様はハンガリーの位置をご存知だろうか。ジュネーブからほぼ真東に1,200kmほど離れたところにハンガリーの首都ブダペストがある。ジュネーブからブダペストへ向かう途中に通過する国はドイツとオーストリア。ハンガリーの人口は約980万人で、周囲を7つの国（北から時計回りに、スロバキア・ウクライナ・ルーマニア・セルビア・クロアチア・スロベニア・オーストリア）に囲まれている。国土は、日本の4分の1弱の大きさである。平坦で国土がそれほど大きくないハンガリーは、無線回線の設計がしやすいのではないと思う。

なお、ここで一つハンガリーとジュネーブのつながりを紹介しておきたい。この国（実際にはオーストリア＝ハンガリー二重帝国）の皇后として有名なエリザベート（1837～1898年）がいる。彼女はレマン湖畔で暗殺されてその生涯を終えた。ジュネーブのパキ地区側のフェリー乗り場近くにエリザベートのモニュメントがある。ハンガリー赴任後に、ジュネーブとのつながりを知ることができたことは、とても嬉しいことであった。



写真1. ブダペストの夜景。中央はドナウ川

2. ハンガリー語で数字の「ゼロ」は電波の世界と同じ?

ハンガリー人の大多数を占めるマジャル人は、その起源がアジアにあると言われている。公用語であるマジャル語の中には日本語と似ているものがある。例えば「水（みず）」はマジャル語で「víz（ヴィーズ）」と言い、音が似ている。また、料理の塩気が足りない時に「塩足らん（シオタラン）」と言うと、ハンガリー人は理解してくれる。実は、マジャル語で「Sóltalan（ショータラン）」は、塩味が薄いという意味なのである。ただ、一般的にハンガリー料理は味付けが非常に濃いため、この言葉が実施に役に立ったことはないのだが。

このように少ないながらも日本語との共通点があるマジャル語だが、数字は全く異なる。1から10を覚えるだけでも一苦労だ。しかし、「ゼロ」だけは一発で覚えることができた。なんと、マジャル語で「ゼロ」のことを「nulla（ヌッラ）」と言うのである。アンテナから放射された電波が干渉しあって打ち消し合う不感点（null）と似ているのである。なので「ゼロ」だけは簡単に覚えることができた。

3. 欧州初のスマート・ホテル

ITUにおけるプレゼンスはそれほど高くないハンガリーだが、最近、ブダペスト市内にICTを活用した欧州初の「スマート・ホテルKViHotel Budapest」がオープンしたので紹介したい。

このホテルを利用するために、スマートフォンにホテルの専用アプリをインストールし、客室を予約するところまでは、既に出回っている複数の旅行アプリと同じである。だが、このホテルでは、予約からチェック・イン、客室内設備のコントロール、ルームサービス依頼、チェックアウトまで、スマートフォン1台で全ての手続き・作業を終えることができるのである（写真2はアプリ画面の一部）。しかも、ホテルの従業員と対面することなくこれらを終えることができるのだ。ホテル側によると、このホテルは「欧州初」のスマート・ホテルとのこと。

まずはチェック・イン。ホテル・ロビーにおいて、アプリの「チェック・イン」ボタンをクリックしてチェック・インを行うと、アプリ上に客室番号が表示されるとともに、客室番号が宿泊客のスマホのアプリを使ってロビーと宿泊客用スペースを仕切っている扉と客室の扉を開けるための「鍵（写真2の「Open



Door」のボタン)」の使用権限が与えられる。宿泊客は、この鍵を使って宿泊スペースに入るわけだが、操作は非常に簡単だ。扉に設置されているセンサーへ自分のスマホを近づけ、「鍵」ボタンをクリックするだけなのである。カチッと音を立てて扉が開けば、宿泊客はロビーから宿泊客用スペースに入ることができる。なお、この扉を開けるために使われている通信方式はBluetooth。

宿泊スペースに入ったら、宿泊客は自分の部屋の前まで行き、もう一度、自分の部屋の扉の前で「鍵」ボタンをクリックすれば客室に入ることができる。なお、宿泊客の身分を証明するIDカードやパスポートのコピーはスマホで撮影して、それをホテル側へあらかじめ送っておく。このように、チェック・インから客室に入るまで、スマホ1台で全てを行うので、当然ながらロビーに常駐しているスタッフは一人もいない。緊急時にはアプリを使ってホテルに連絡を取ることが可能な上（もちろん電話も可）、セキュリティ会社による管理も行われており、安全性は確保されている。

客室に入った後は、同じくアプリを使って、TVを操作したり、エアコンの調整をしたりすることができる。ルームサービスを注文したい場合は、アプリを使って近隣レストランからデリバリーを注文することが可能だし、朝食や客室清掃、クリーニングの依頼もアプリを使う。もちろん、ホテルの外でアプリを使うこ

とも可能なので、ホテルに戻る前に客室の温度を確認し、エアコンの温度設定を変更することも可能である。チェック・アウトも同様にこのアプリを使う。その上、通常のホテルと同様に、チェック・アウト後にホテルに荷物を預けることも可能。ロビーには鍵付きロッカーが設置されており、同じアプリを使ってロッカーの施錠・開錠を行うので、宿泊客以外の人がこのロッカーを使うおそれもない。

このホテルのシステムと専用アプリは6名のハンガリー人が開発した。開発のコンセプトは、宿泊客がホテルとのやりとりで費やす不要な時間の削減と、ホテルのバックヤードの削減。システム開発に関わったハンガリー人は、なんら新しい技術は開発せず、既存の技術の組み合わせだけで新しいホテルをオープンさせた。このように、ハンガリーは既存技術の活用が上手なのである。

4. 2019年は日・ハ外交関係樹立150周年

2019年、日本とハンガリーは外交関係樹立150周年を迎える。1869年10月17日、両国（ハンガリー側は当時のオーストリア＝ハンガリー二重帝国）は日奥修好通商航海条約を締結した。これは日本が江戸時代から続く鎖国政策をやめ、明治時代（1868年～1912年）に入ってすぐにハンガリーと外交関係を結んだことを意味している。明治維新直後の日本が遠いヨーロッパの国と外交関係を結んだことは、とても感慨深い。

2019年には日本とハンガリーにおいて様々な記念行事が行われる予定である。読者の中にはWRC-19（2019年10月開催予定）でそれどころでないという方もいるかと思うが、一息ついた際に150年前の歴史に想いを馳せていただけると嬉しく思う。

5. おわりに

東欧という国で生活して初めて、ヨーロッパの国々は全く一つにまとまっておらず、西欧と東欧の違いを身をもって体験した。ヨーロッパの歴史と社会構造は日本に居ては分からない複雑なものだった。かつてITU会合に臨む時にはヨーロッパをCEPT（欧州郵便電気通信主管庁会議）の枠で捉えることが少なくなかったが、今ではもっと複雑な歴史的・社会的背景を考える必要性を強く感じている。今後は、この経験を将来の業務に活かすとともに、様々な方と共有していきたいと思う。

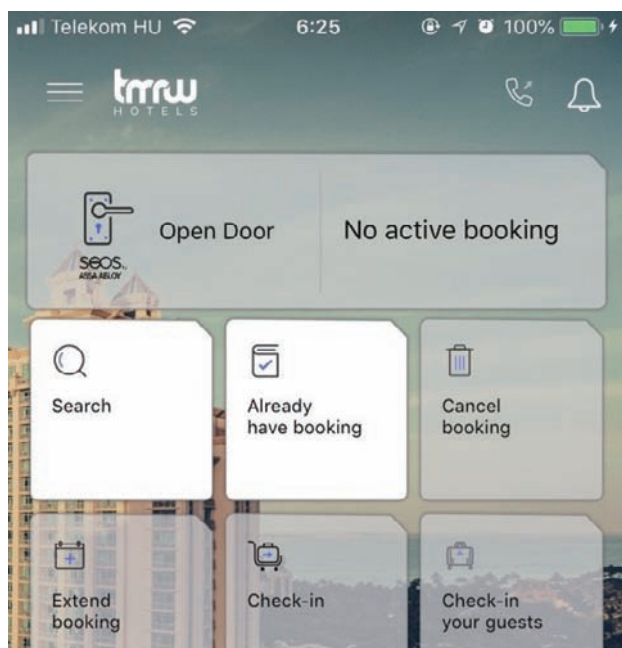


写真2. スマート・ホテルのアプリ画面

ITUAJより

お知らせ：ITUの無線通信規則フリーダウンロード

ITU (国際電気通信連合) から出版している無線通信規則 (Radio Regulations) を、以下の2つの方法でURLからフリーダウンロードできますので、ご利用ください。(①、②をクリックするとそれぞれのサイトが開きます。)

① Administrative Regulations Collection

過去から最新まで希望する規則をダウンロードすることができます。

② Regulatory Publications

最新版をダウンロードすることができます。希望する言語ITEM (例えばENGLISH) を選択、かつ、Zipped PDFまたはZipped MS Wordのいずれかを選択、更に、PRICE欄がFree of chargeであることを確認の上、「DOWNLOAD」をクリックすると、希望するファイルを入手することができます。

ITUジャーナル読者アンケート

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

編集委員

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

編集委員より

コラボレーションの推進



国立研究開発法人情報通信研究機構

なる せ ゆ き
成瀬 由紀

情報通信研究機構 (NICT) はICT分野における我が国で唯一の国立研究開発法人ですが、その使命は、ICT高度化のための研究開発にとどまらず、その成果を社会課題の解決や新たな価値の創造につなげることも含まれています。そのためには、課題を抱えている側にとって何が真の解決になるのか、何が価値であるのかを把握したうえで、それらにつながる研究開発をすることが必要になります。

例えば、IoTでは身近にある様々なモノがネットワークに接続されますが、実際にモノを扱っている側の実感においてそれが役立つものであるべきであり、そのためには、シーズとなるICT技術だけでなく、利用者の真のニーズについてより理解を深める必要があり、実際の研究開発をニーズ側と共同でやっていくことも必要になってきます。またそれに役立つツールはICTだけではなく、他分野の理解も必要になります。

それは研究開発機関内だけでなく、幅広いコラボレーションの推進が重要になってきます。現在、NICTでは、技術の開発と普及を目指したセクタをまたがるコンソーシアムやアライアンスの形成、異分野との連携に取り組んでいます。また、ベンチャー企業の支援や、若手人材の発掘・育成のためのイベントや様々なアイデアソン・ハッカソンも開催しています。

国内外の標準化機関においても、多様なステークホルダを取り込むための努力がされていますね。このITUジャーナルも、標準化の動向を広く知らせて更なるコラボレーションに結び付けるためのツールのひとつと言えます。より多様な分野のより多くの方のお目に触れるよう、編集委員の一人として微力ながら貢献してまいりたいと考えております。

ITUジャーナル

Vol.48 No.9 平成30年9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