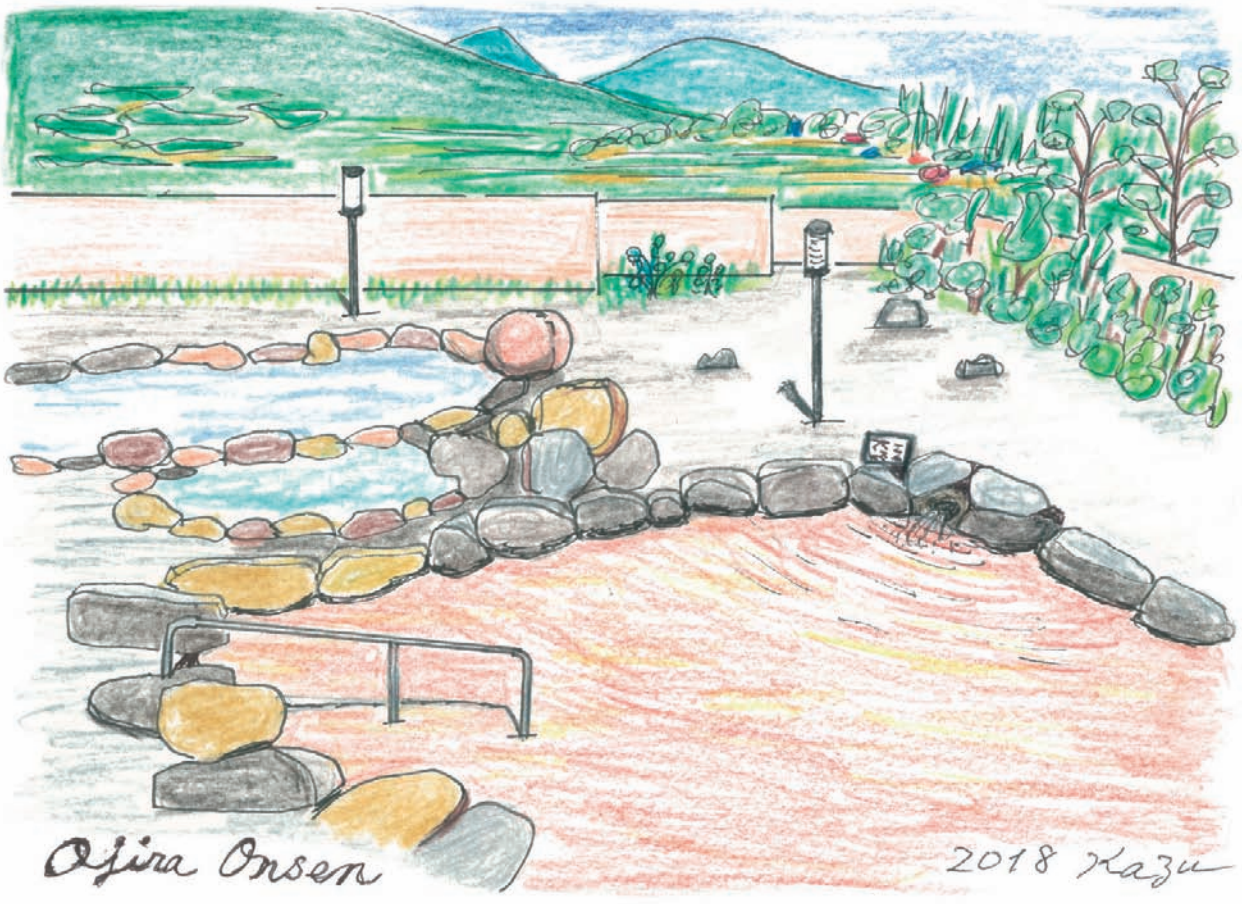
ISSN 0916-7544

平成三十年十月一日発行（毎月一回一日発行）通巻五六六号

ITUジャーナル 10

Journal of The ITU Association of Japan

October 2018 Vol.48 No.10



一般財団法人日本ITU協会
https://www.ituaj.jp

ITUジャーナル
October 2018
Vol.48 No.10

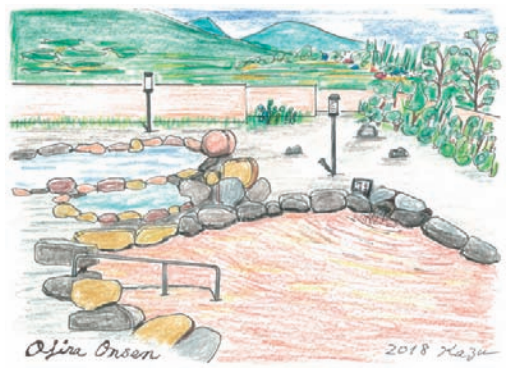
CONTENTS

特集

サイバーセキュリティ

スポットライト

会合報告



海外だより

［表紙の絵］
大谷大学 真宗総合研究所　池田佳和

●甲斐駒ケ岳温泉「尾白の湯」（山梨県北杜市）
本州中央部にあるフォッサマグナ（中央地溝帯）から湧出する温泉。日本最高レベルのミネラル成分が含まれている。ナトリウム-塩化物強塩温泉、泉温39.5℃、溶存物総量は30850mg/kgで温泉法基準の30倍以上もある。赤湯と称している広い露天風呂からは白州天然水取水地の山が眺望できる。

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

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

新たな「サイバーセキュリティ戦略」について

内閣官房内閣サイバーセキュリティセンター　参事官　吉田（よしだ）　恭子（きょうこ）

1. はじめに

2018年7月27日、おおよそ3年ぶりとなる新たなサイバーセキュリティ戦略が閣議決定された。新しい戦略は、実空間との一体化に伴ってサイバー空間がもたらす恩恵と脅威を踏まえ、人工知能（AI）やIoT等による新たな価値の創出を支えるためのサイバーセキュリティの推進、国民・社会を守るための官民の任務保証、自由・公正かつ安全なサイバー空間の堅持等を支える施策について定めた、サイバーセキュリティに関する政府の基本的な計画となる。本戦略の策定に携わった立場から、本稿では、新たな戦略の背景にある基本的な考え方や戦略のポイントについてご紹介させていただく。

2. サイバーセキュリティ政策の推進体制

その前提として、我が国の政府全体のサイバーセキュリティ政策の推進体制についてご説明したい。政府の中でサイバーセキュリティ体制が構築される契機となったのが、2000年の各省庁のHP改ざんの事案である。この事態を受けて、同年2月に内閣官房に情報セキュリティ対策推進室が設置され、以後、国内外で各種サイバー攻撃が頻発・高度化していく中で、我が国のサイバーセキュリティ政策の大きな転換点になったのが、2014年に成立したサイバーセキュリティ基本法である。同法の制定によって政府の推進体制が法的に担保されることとなり、2015年1月にサイバーセキュリティ戦略本部が新たに設置された。内閣官房内閣サイバーセキュリティセンター（NISC）は当該本部の事務局としてその活動を支えている。

NISCの業務は、大きく分けると、①外部からのサイバー攻撃等に対して、政府関係機関の緊急対応能力強化を図るために整備されているGSOC（政府機関情報セキュリティ横断監視・即応調整チーム）に関する事務、②原因究明調査に関する事務、③監査等に関する事務、④サイバーセキュリティに関する企画・立案、総合調整、の4つを主たる所掌事務としている。

また、政府のサイバーセキュリティに関する予算は、2018年度当初予算が前年比約22億円増の約621億円、2017年度補正予算が約33億円となっており、厳しい財政状況の中で確実に措置されてきている。NISCにおいても、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けたサイバーセキュリティ対処調整センター構築のための措置等が講じられている。

3. サイバー空間と実空間の一体化に伴う脅威の深刻化

新たなサイバーセキュリティ戦略は、サイバーセキュリティ基本法に基づいて策定される2回目の戦略であり、2020年以降の目指す姿も念頭に置きつつ、サイバーセキュリティに関する我が国の基本的な立場と今後3年間の諸施策の目標と実施方針を国内外に示すものである。

また、今般の戦略は、2018年4月に発表された自由民主党サイバーセキュリティ対策本部の第1次提言の内容等を踏まえたものとなっている。

新たな戦略は、「1 策定の趣旨・背景」、「2 サイバー空間に係る認識」、「3 本戦略の目的」、「4 目的達成のための施策」及び「5 推進体制」という5つの章から構成されている（**図1**参照）。

第1章及び第2章の検討過程において、現在のサイバー空間の状態をどのようにとらえるべきかという点を踏まえつつ、その上で、我が国が目指すサイバーセキュリティの姿とはどのようなものかという点について、NISC内はむろんのこと、政府部内さらには外部の有識者の方々と多くの議論を重ねた。

3年前の戦略を策定した際のキーワードは「連接融合情報社会の到来」ということで、サイバー空間と実空間（フィジカル空間）が徐々に融合していくのではないかとの考えに基づいていたが、今般の戦略においては、サイバー空間と実空間が既に一体化しており、それによって経済社会や国民生活、すなわち我々の活動空間自体がますます拡張している状態であるとしている。具体的には、今ではAIやIoTをめぐる話題がメディアに登場しない日はなく、AIは第1次及び第2次のブームを経て、深層学習に支えられた第3次ブームの時期を迎えている。また、ネットワークにつながるIoT機器は2020年には約300億個に拡大する見通しとなるなど、その数は爆発的に増加している。これらの技術が様々

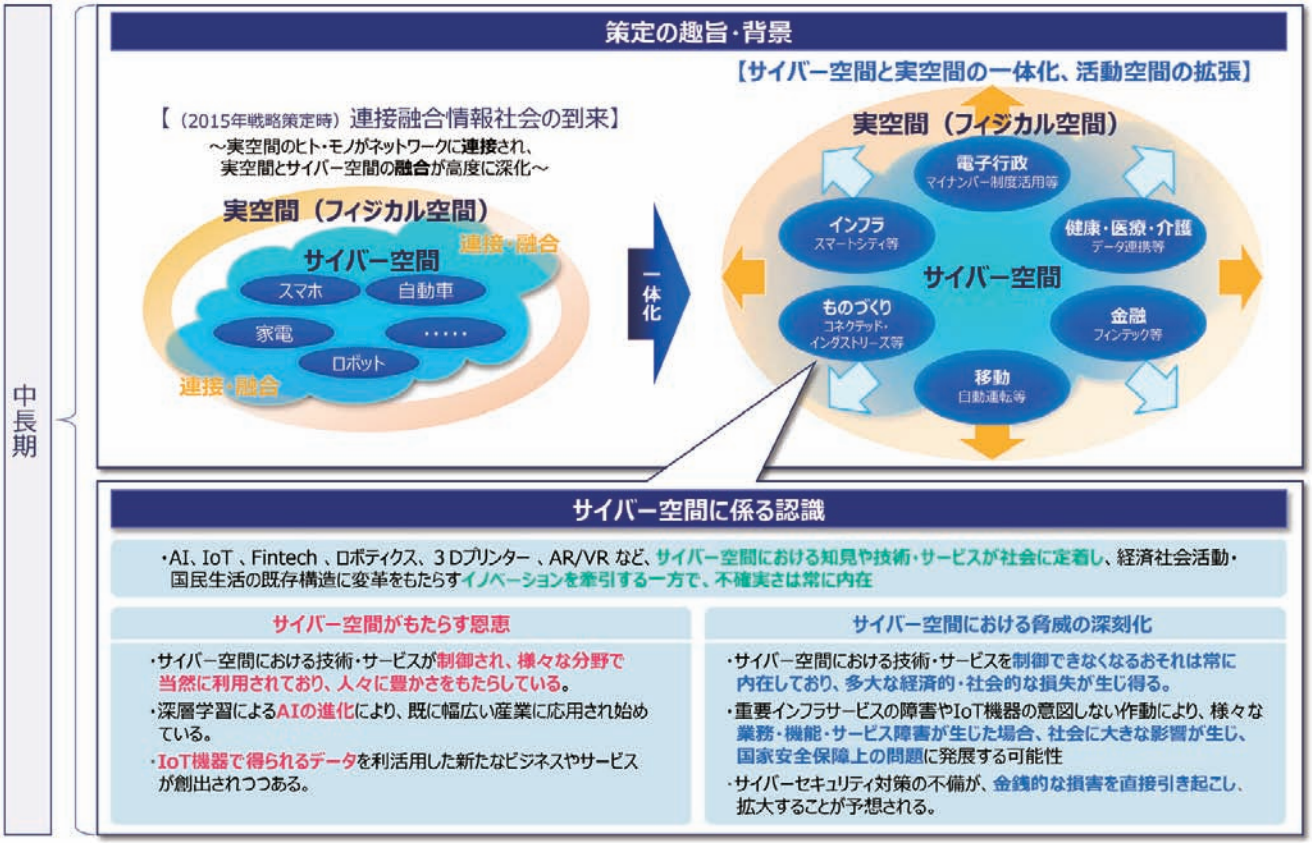
■図1. 新たな「サイバーセキュリティ戦略」及び「サイバーセキュリティ 2018」の概要

なサービスを生み出し、経済成長や国民生活の利便性向上を牽引している。

その一方で、サイバー空間と実空間の一体化を踏まえ、サイバー空間における脅威もまた深刻化・巧妙化している。すなわち、サイバー空間におけるAI、IoT、Fintech等の技術・サービスの定着はイノベーションを牽引する一方で、それらを制御できなくなるおそれを常に内在しており、誤った対処等により、多大な経済的・社会的損失が生じ得る状態となっている。また、重要インフラサービスの障害やIoT機器の意図しない作動により、様々な業務・機能・サービス障害が生じた場合、社会に大きな影響が生ずる可能性がある（図2参照）。

脅威の深刻化の具体的な例として、国内では例えば、2018年1月に発生した仮想通貨の窃取を狙った攻撃が記憶に新しいところである。仮想通貨交換業者が保有していた仮想通貨が不正に外部に送信され、約580億円相当の金銭価値が消失した。海外では、2016年にバングラデシュの銀行がハッキングを受けて約8100万ドル（約91億円）が不正送金され、また、ウクライナの電力供給会社の変電所がサイバー攻撃を受け約1時間の停電が発生するという事案も発生している。同年9月には米国で、IoT機器に感染し史上最大規模のDDoS攻撃を仕掛けた新型マルウエア“Mirai”が登場し、防犯カメラや家庭用ビデオレコーダーなどを“踏み台”にしてインターネット関連サービス事業者のシステムが攻撃にさらされ、この時は日本のサービス事業者も影響を受けている。また、2017年5月に発生したランサムウェア「WannaCry」の感染により、英国では国民保健サービス関連システムが停止し、多数の病院で医療サービスが中断するなど、世界各国で被害が発生した。

また、2018年7月のサイバーセキュリティ戦略本部で決定した「サイバーセキュリティに係る年次報告（2017年度）」において、政府機関等に対するサイバー攻撃の傾向の分析結果を発表している。同報告によれば、前述のGSOCなど各種対応により攻撃件数自体は減少傾向にあるが、既知の脆弱性に対する攻撃等が減少する一方、脆弱性情報の公表直後の攻撃の増加や不審メールの巧妙化が確認されて



■図2.［1. 策定の趣旨・背景］及び［2. サイバー空間に係る認識］のポイント

おり、予断を許さない状況である。

このように、あらゆる機器、システム、サービスがネットワークでつながる現代社会において、ひとたびサイバー攻撃が発生して適切に対処できない場合には、多大な経済的・社会的損失をもたらすことになる。また、攻撃者は、ネットワークの最も脆弱なところを狙ってくることから、一部の組織・事業者だけがセキュリティ対策を講じるだけではもはや対処できない状況になっていることを前提に、対策を進めていくことが必要となっている。

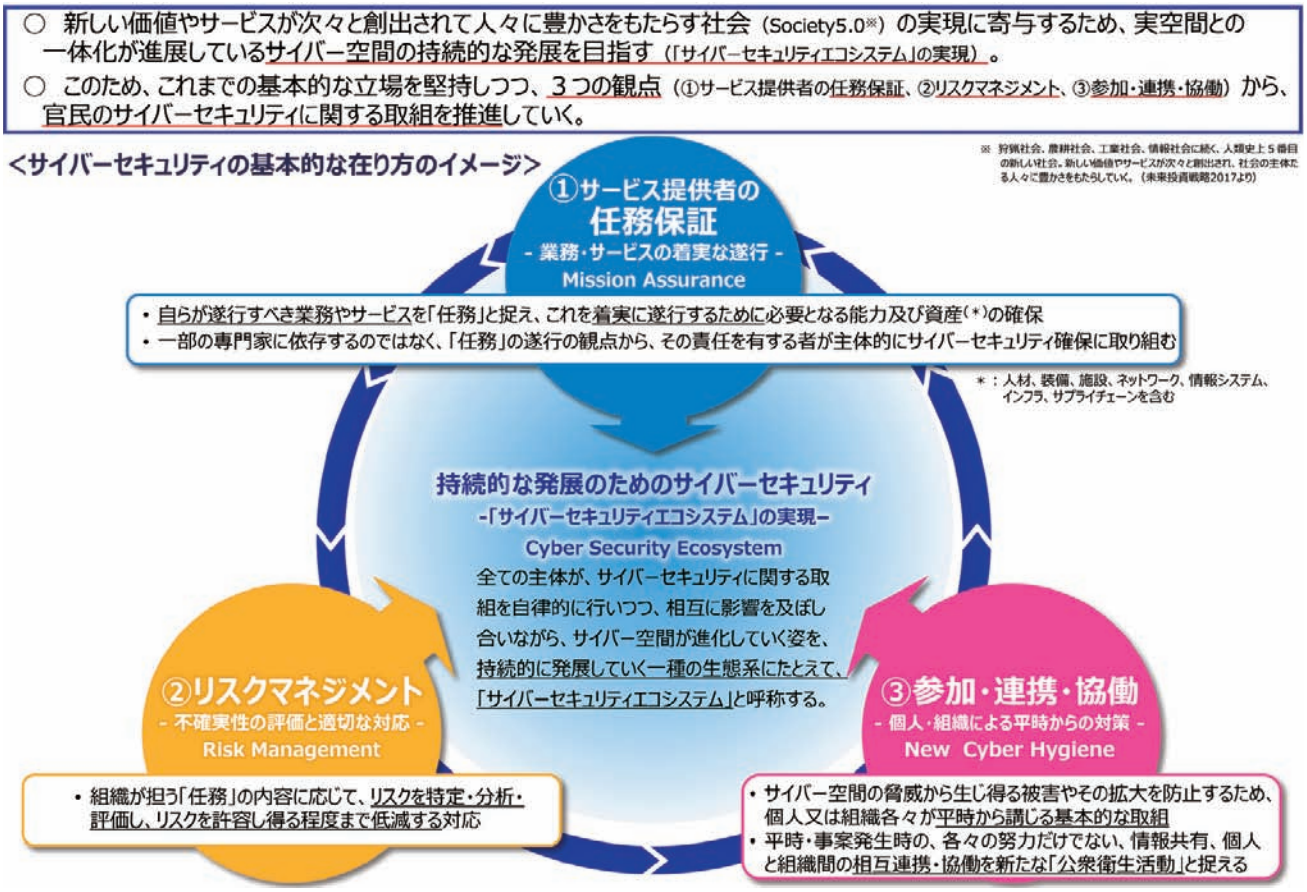
4. 新戦略のキーワードは「任務保証」、「リスクマネジメント」、「参加・連携・協働」

このような現状認識の下、第3章「本戦略の目的」では、今後、我が国としてどのようなサイバーセキュリティの姿を目指すのかということを議論し、打ち出している。

この点について、サイバーセキュリティありきではなく、サイバーセキュリティにしっかり取り組むことによってサイバー空間の持続的な発展を図り新しい産業やサービスが創出される「サイバーセキュリティエコシステム」の実現を目指すというのが基本的な考え方となっている。セキュリティ至上主義になってしまうと、最も確実な防御策はそもそもネットにつなげない、情報通信技術を活用しないということになりかねないが、それはもはや現実的な対処ではない。政府は、「Society 5.0」という、実空間とサイバー空間を高度に融合させたシステムにより、経済社会と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会を目指しており、データ主導社会の到来に伴い、サイバー空間を利用することと守っていくことは表裏一体として進めていく必要がある。

このため、新たな戦略では、サービス提供者の「任務保証」、「リスクマネジメント」、「参加・連携・協働」という3つの観点でサイバーセキュリティの対策を進めていく必要があるとしている（図3参照）。

1つ目がサービス提供者の「任務保証」である。これは、官民問わず、全ての組織が、自らが遂行すべき業務・サービスを「任務」と捉え、その着実な遂行を目指す、そのために必要となる能力及び資産を確保するという考え方である。その際には、一部の専門家に依存するのではなく、「任務」の遂行に責任を有する者が主体的にサイバーセキュリ



■図3.［3. 本戦略の目的（目指すサイバーセキュリティの基本的な在り方等）］のポイント

ティの確保に取り組むことが重要である。

2つ目の観点が「リスクマネジメント」である。これは、不確実性の評価とそれに基づいて適切な対応を行うということである。サイバー攻撃のリスクは決してゼロにはならないとの認識を持った上で、事前にそのリスクを特定・分析・評価し、リスクを許容し得る程度まで低減していくということが重要となる。

そして、3つ目の観点が「参加・連携・協働」である。サイバー空間の脅威から生じ得る被害やその拡大を防止するためには、個人やそれぞれの組織・企業が、平時から基本的な対策をしっかり講じていくことが重要となる。その上で、各々の努力だけでは十分に対処できない部分については、情報を共有したり、官民で連携するなどの相互連携・協働を図る必要がある。このような活動は、いわばサイバー空間における新たな公衆衛生活動としてとらえることもでき、今後、その重要性が高まっていくと考えられる。

5. 経営層の意識改革、官民の任務保証、グローバルな対応のための諸施策

第4章の「目的達成のための施策」は、経済界・産業界との関係が深い「経済社会の活力の向上及び持続的発展」、国民生活に直結する重要インフラなどを守る「国民が安全で安心して暮らせる社会の実現」、グローバルな対応を示した「国際社会の平和・安定及び我が国の安全保障への寄与」、そしてこれら全体を支える人材育成・確保や研究開発推進等の「横断的施策」の4つの柱から構成されている。

まずは1つ目の柱である「経済社会の活力の向上及び持続的発展」のポイントについて、経済界・産業界においては、「サイバーセキュリティ対策はリスクマネジメントの一環」という認識の下で取組みを進めていくことが重要であるとしている。災害対策をはじめとして事業を遂行する上では各種のリスクが存在する中、とりわけサイバーセキュリティに関して経営層の方々は社内外の専門家に対策を一任する傾向が見られるが、このような状況を変えていく必要がある。

既に大企業は一部の産業分野においては経営層がリーダーシップをとってサイバーセキュリティ対策に取り組む動きが見られるが、事業の規模や分野を問わず、経営層の意識改革を進め、自身が組織のリスクマネジメントをリードしていくといった意識の下で対策に取り組んでいくことが重要となる。この点について、2018年3月に「経団連サイバーセキュリティ経営宣言」が公表されるなど、経済界における積極的な取組みが始まっており、今後も官民で連携していくことが必要となる。また、企業におけるセキュリティ投資を進めることも重要である。例えば、政府においては今年度から「コネクテッド・インダストリーズ税制」を設け、事業者のセキュリティ対策の強化と生産性向上の取組みを支援している。

次なるキーワードが「サプライチェーン」である。今、米国でも議論が進んでいるが、大企業に端を発する供給網のどこかでサイバー攻撃が発生するとその影響が全体に及ぶおそれが高いため、サプライチェーンにおけるセキュリティ対策をどのように構築していくのかが問われることになる。この課題について、政府においては、サプライチェーンにおける脅威を明確化し、運用レベルでの対策が実施できるような業種横断的な指針を作成する予定となっている。また、サプライチェーンには中小企業が入ってくるので、その取組みの底上げを進めていくことも重要である。その1つの方策として、我が国においても広がりを見せ始めているサイバーセキュリティ保険が有効であると考えられ、官民が連携して、そのような取組みを広げていくこととしている。

また、全てのモノがネットワークにつながってきている中、安全なIoTシステムの構築も欠かせない。具体的には、パスワード設定に不備のあるIoT機器の調整を行い、電気通信事業者の協力の下で当該機器の利用者を特定し設定変更を促す取組みや、IoTシステムにおけるセキュリティの体系整備と国際標準化等を進めることとしている。

2つ目の柱である「国民が安全で安心して暮らせる社会の実現」は、「国民・社会」「重要インフラ」「政府機関」「大学」「2020東京大会」「従来の枠を超えた情報共有・連携体制」「大規模サイバー攻撃への対処態勢強化」の7つの項目によって構成されている。最初の3つの項目は、これまでの戦略にも入っていたが、あとの4つの項目については、最近の状況や2020年東京大会を控えていることを踏まえ、今般の戦略で新たに盛り込んだ事項となる。ここでは、政府機関、地方自治体、重要インフラ事業者、大学等、それぞれの組織が必要な対策を実施しつつ、多様な関係者が連携して多層的なサイバーセキュリティを確保することが重要であり、これらの業務やサービスが安全かつ持続的に提供されるよう、「任務保証」の考え方に基づく取組みを推進していくということが基本的なコンセプトとなっている。

そして、この柱のキーワードの1つは「積極的サイバー防御」である。これは、攻撃が実際に発生してからそれに対処するという受け身の体制ではなく、サイバー攻撃に対して能動的に防御していくという考え方である。例えば、攻撃の予兆情報等を関係者で共有して対策を講じるといったこともその1つの対応と言えよう。

また、重要インフラの防護に関しては、電力・ガス・通信等の13分野に加え、2018年7月に、新たに空港の分野が加わり、計14分野となった。各分野の所管省庁と関係機関が連携しながら、「重要インフラの情報セキュリティ対策に係る第4次行動計画」に基づいて施策を進めていくこととなっている。具体的には、業務内容や組織の規模等を考慮した安全基準等の継続的な改善や官民の枠を超えた様々な規模の主体間での訓練・演習の実施、脅威情報の共有等が挙げられる。さらに、2018年7月には「重要インフラサービス障害等の深刻度評価基準」が発表された。これは、サイバー攻撃により発生した重要インフラ障害等が国民社会に与える影響の深刻さを、NISCが評価・公表することにより、事業者、政府機関、国民等がその深刻さに関する共通の理解を得て、冷静かつ適切な対応を行えるようになることを目的とする取組みであり、初版として決定したものとなる。

さらに、政府機関等におけるセキュリティ強化・充実についても、2018年7月に改定された「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等」に基づき、新たな技術を活用し、情報システムのセキュリティ水準の向上を進めるとともに、その確認を通じて、従来の攻撃側優位の状況を改善すること等を盛り込んでいる。

2020年東京大会との関係では、2018年2月～3月、平昌オリンピック・パラリンピック競技大会が開催された。同大会の準備期間中は約6億件、大会期間中は約550万件の攻撃が発生した。2020年東京大会の開催まで2年弱となる中、我が国は、この間のサイバー空間の発展状況等も見据えながら、対策を取っていくことが必要となる。そのために必要となる、官民の多様な主体が相互に連携し、施策の推進に係る協議会の創設等を措置するためのサイバーセキュリティ基本法の一部を改正する法律案を先の通常国会で提出したところである。

次に、3つ目の柱である「国際社会の平和・安定及び我

が国の安全保障への寄与」については、「自由、公正かつ安全なサイバー空間の堅持」、「我が国の防御力・抑止力・状況把握力の強化」、「国際協力・連携」という3つの項目から構成されている。特に、今回の戦略では、2つ目の「我が国の防御力・抑止力・状況把握力の強化」というコンセプトを明確に打ち出した点に特徴がある。具体的には、自衛隊をはじめとする防衛関係機関の任務保証や、先端技術を有する組織ではその防御に努める必要がある。また、ひとたびサイバー攻撃を受けたならば、同盟国・有志国とも連携し、政治・経済・技術・法律・外交その他の取り得る全ての有効な手段と能力を活用し断固たる対応をとることとしており、このような活動により攻撃そのものを抑止していくことが大事であるという考え方に基づくものである。このような観点から、サイバー攻撃に関する脅威情報を、立場を同じくする有志国間で積極的に共有することも進めていく取組みも重要である。

6.「戦略マネジメント層」の人材育成を

最後に、4つ目の柱である「横断的施策」のうち、特に人材育成について触れたい。

サイバーセキュリティの推進に当たって、我が国における大きな課題になっているのがサイバーセキュリティ人材の確保・育成である。とりわけ、これからはいわゆる「戦略マネジメント層」、すなわち、これまで橋渡し人材と言われてきた層の人材を企業においてどのように育てていくかが問われている。先に述べたように、経営層がセキュリティの意識を持つことはもちろん重要であるが、経営層が専門的なことの全てを把握することは困難である。一方で、実務者層の人材は技術や現場の対応に特化しているため、その間を円滑につなぐべく、自らの組織のビジネス戦略を踏まえた上で、ある程度の権限を持ってサイバーセキュリティに関する対策の企画立案ができる人材層が必要であり、また育てていく必要がある。このような認識の下、NISCでは、2018年5月に「サイバーセキュリティ人材育成取組方針」を策定したところである。本方針においても、戦略マネジメント層の育成・確保が重要とする一方、組織におけるかかる人材層の定着を課題として掲げており、今後、政府全体で取り組んでいくことが重要である。

そのほか、新たな戦略では、横断的施策の1つとして、実践的な研究開発の推進やサイバーセキュリティに関する普及啓発の必要性についても触れている。普及啓発の関係では、今後、アクションプログラムの策定等に取り組むこととしている。また、NISCでは、サイバー攻撃の事案やそれに関する各種情報をSNSで随時発信しているところである。

7. NISCを中心とする関係機関の一層の能力強化を

最後に、戦略の最終章となる「推進体制」の章において、NISCを中心に関係機関の一層の能力強化を図るとともに、各府省庁間の総合調整及び産学官民連携の主導的役割を担うこととされている。また、各府省庁の施策が着実かつ効果的に実施されるよう、必要な予算の確保と執行についても言及されているところである。今後、NISCにおいては、関係の皆様方のご指導・ご協力をいただきながら、本戦略に基づく諸施策が着実に実施され、戦略の目的が達成されるよう取り組んでまいりたい。

「IoTセキュリティ総合対策」とその進捗状況及び今後の取組みについて

総務省　サイバーセキュリティ統括官室 参事官補佐　相川（あいかわ）　航（わたる）

1. はじめに

近年、ビッグデータ、AI（人工知能）、IoT（Internet of Things：モノのインターネット）等の新たな情報通信技術が様々なパラダイムシフトを生み出している。その中でも、IoTシステムは、これまで個別分野ごとに進められてきたICT化を越えて、異なる分野のデータ連携を実現する結果、現実空間とサイバー空間を緊密に連携させたデータの生成・収集・活用等を通じて、社会課題の解決をもたらす社会基盤として機能していくことが期待されている。

このように社会基盤としてのIoTシステムの発展に大きな期待が寄せられる一方で、IoT機器については、ウィルス駆除ソフトのインストールなどの対策が困難、利用者等においてインターネットにつながっているという意識が低いなどの理由から、サイバー攻撃の脅威にさらされることが多く、その対策強化の必要性が指摘されている。

例えば米国においては、2016年10月、マルウェア「Mirai」に感染した10万台を超えるIoT機器が踏み台となり、Dyn社のDNSサーバに対する大規模なDDoS攻撃が発生し、同社からDNSサービスの提供を受けていた企業のサービスにアクセスしにくくなる障害が発生した。

こうしたIoT機器に関連するサイバー攻撃の増加は、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）が運用しているサイバー攻撃観測網（NICTER）でも観測されている。NICTERで観測されたサイバー攻撃に関係するパケット数は、545億パケット（2015年）から1504億パケット（2017年）と、2年間で2.8倍に増加し、また、2017年に観測されたパケットの半数以上はIoT機器を狙ったものであるという結果が示されている。

2. 政府及び総務省における検討

IoT分野のセキュリティ対策の重要性の高まりを受け、総務省では、2017年より、セキュリティ分野の有識者で構成される「サイバーセキュリティタスクフォース」（座長：安田 浩 東京電機大学学長）を開催し、2017年10月に、IoTに関するセキュリティ対策の総合的な推進に向けて取り組むべき課題を整理した「IoTセキュリティ総合対策」を公表した。また、2018年7月27日にはその進捗状況と今後の取組みについて整理した「IoTセキュリティ総合対策プログレスレポート2018」を作成・公表した。折しも、同日、政府全体の新たな「サイバーセキュリティ戦略」が閣議決定されたが、同戦略にも「IoTセキュリティ総合対策」における様々な取組みが位置付けられている。以下では「IoTセキュリティ総合対策」の概要と、具体的な施策の進捗状況及び今後の取組みについて、主要なものを中心に紹介したい。

3.「IoTセキュリティ総合対策」の進捗状況と今後の取組み

「IoTセキュリティ総合対策」では、(1) 脆弱性対策に係る体制の整備、(2) 研究開発の推進、(3) 民間企業等におけるセキュリティ対策の促進、(4) 人材育成の強化、(5) 国際連携の推進の5つの観点から、今後取り組むべき具体的な施策をまとめている（**図1**）。

(1) 脆弱性対策に係る体制の整備

IoT機器の脆弱性については、機器の①設計・製造段階、②販売段階、③設置段階、④運用・保守段階、⑤利用段階のライフサイクル全体を見通した対策が必要であることから、各段階において適切な対応を行うことが必要である。

例えば、①の設計・製造段階においては、セキュリティ・バイ・デザインの考え方を踏まえて設計された機器に認証マークを付与し、当該認証マークの付された機器の使用を推奨すること等について検討を行いつつ、意識啓発・支援を実施する必要がある。本件は、2017年12月よりIoT推進コンソーシアムのIoTセキュリティ WGにおいて検討が開始され、2018年7月に「IoT機器のセキュリティ対策に関する検討の方向性」がまとめられたところであり、セキュアなIoT機器の認証について、求めるセキュリティ要件、認証手段、基準・規格に適合している旨の表示の仕組み等の論点の具体化を図ることとされた。

加えて、情報通信審議会IPネットワーク設備委員会において、情報通信ネットワークの安全・信頼性を確保するため、DDoS攻撃の原因となるIoT機器がマルウェアに大量感染する事態を防止すること等を目的として、IoT機器を含む端末設備の技術基準に最低限のセキュリティ対策を追加するこ

■図1.　IoTセキュリティ総合対策

とについて、2018年6月に第1次報告案が取りまとめられた。今後は同報告案の意見募集の結果を踏まえ、IoT機器等の端末設備の最低限のセキュリティ対策（アクセス制御機能、アクセス制御の際に使用するID/パスワードの適切な設定を促す等の機能、ファームウェアの更新機能等）について取りまとめた上、関係省令等の改正など所要の手続きを進めていく。

一方で、上記の①～⑤のようなライフサイクル全体を見通した対策に加え、既に設置されているIoT機器や製造・販売された新規のIoT機器についても新たな脆弱性が発見され、こうした脆弱性を突いたサイバー攻撃が行われる可能性がある。総務省では、2017年9月より、一般社団法人ICT-ISAC、国立大学法人横浜国立大学等と連携し、国民生活や社会経済活動に直接影響を与える可能性がある重要IoT機器と、家電製品などのサイバー攻撃の踏み台となってネットワークに悪影響を及ぼすおそれのある機器の双方について脆弱性調査を行い、2018年7月に結果を公表した。

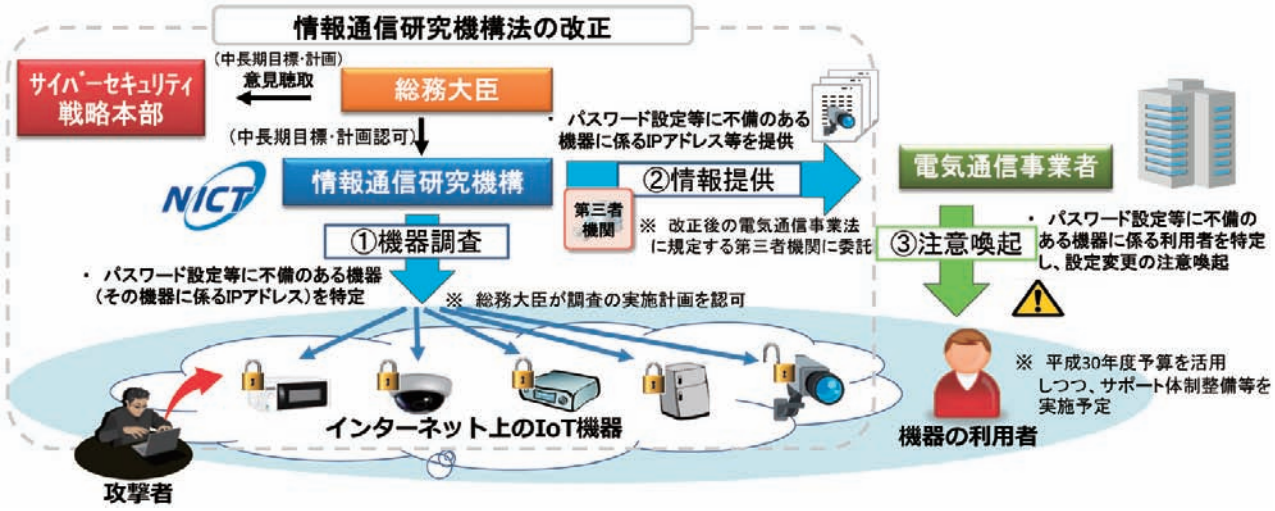
IoT機器の脆弱性調査については、5年間の時限措置でNICTの業務にパスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査を行う業務を追加すること等を盛り込んだ「電気通信事業法及び国立研究開発法人情報通信研究機構法の一部を改正する法律案」を2018年3月に国会へ提出し、同改正法が同年5月に成立・公布された。本法においてNICTはパスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査を行い、当該機器のIPアドレス等の情報を通信事業者に提供し、当該事業者はこの情報をもとに利用者を特定し、パスワード設定の変更を求める注意喚起を発出することとしている（図2）。2018年度内の当該業務の開始を目指し、今後は所要の手続きを進めていく。

（2）研究開発の推進

サイバー空間における攻撃の態様は常に変化しているため、政府が支援する産学官連携による研究開発の成果を即座に反映した、最新のサイバーセキュリティ対策を実施していくことが有効となる。

これまでNICTでは、サイバーセキュリティ分野の基礎的・基盤的な研究開発を実施してきており、2017年5月には、政府や企業等の組織を模擬したネットワークに攻撃者を誘い込み、その攻撃活動を長期観測することで、従来では収集が困難であった攻撃者の組織侵入後の詳細な挙動をリアルタイムに把握することを可能にするサイバー攻撃誘引基盤（STARDUST）を開発した。今後は、サイバー攻撃活動の早期収集や未知の標的型攻撃等を迅速に検知する技術等の実証を行う研究開発環境の整備を加速する。

その他の取組みとして、膨大なIoT機器に対する広域的



■図2. 国立研究開発法人情報通信研究機構法の一部改正について

なネットワークスキャンを効率的に実施するため、その軽量化などの必要な技術開発を推進する。また、安全性を備えた衛星通信を実現するための量子暗号技術の研究開発や、サイバー攻撃の検知・解析を自動化するようなAIを活用したサイバー攻撃検知・解析技術の研究開発等も推進する。

(3) 民間企業等におけるセキュリティ対策の促進

また、民間企業等におけるセキュリティ対策を促進するに当たっては、サイバーセキュリティを経営上の重要課題として取り組むことが有利となる仕組みを構築する必要がある。

まず、「平成30年度税制改正の大綱」（2017年12月22日閣議決定）において、一定のサイバーセキュリティ対策が講じられたデータ連携・利活用を通じて生産性を向上させる取組みについて、必要となるシステムやセンサー、ロボット等の導入に対して税制優遇を措置する情報連携投資等の促進に係る税制（コネクテッド・インダストリーズ税制）が創設された。

また、公衆無線LANについては、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会に向けて普及が進んでいる一方、セキュリティへの対策が十分でないものも多く、公衆無線LANサービスを踏み台にした攻撃や情報漏洩等のインシデントが発生することが考えられる。このため、2017年11月、公衆無線LANにおけるセキュリティ上の課題を整理し、必要な対策について検討を行う「公衆無線LANセキュリティ分科会」を「サイバーセキュリティタスクフォース」の下に設置し、検討を行った。今後は、利用者・提供者の意識向上に向けて、Wi-Fi利用者・提供者向けマニュアル（手引き）の改定や、オンライン教育等の教育コンテンツを活用した周知・啓発、「公衆無線LAN 版安全・安心マーク」に関する周知活動の継続的な実施等に取り組むとともに、公衆無線LANの優良事例について、調査・公表し、優良事例の普及促進を図る。

さらに、民間企業のサイバーセキュリティ対策の取組みを促進するためには、民間企業におけるセキュリティ対策の情報開示を推進し、民間企業の経営層が自社及び他社のセキュリティ対策の現状を認識した上で、さらに必要な具体的な対策を検討し、導入するような「セキュリティ対策の好循環」が起こる環境が必要である。このため、2017年12月、民間企業のセキュリティ対策の情報開示に関する課題を整理し、その普及に必要な方策について検討を行う「情報開示分科会」をサイバーセキュリティタスクフォースの下に設置した。同分科会においては、セキュリティ対策の情報開示を「社内の情報共有（第一者開示）」、「契約者間等の情報開示（第二者開示）」、「社会に対する情報開示（第三者開示）」の3つの側面に分けて議論を行った。

その中で、特に、契約者間等の情報開示（第二者開示）については、契約者間等で確認すべき事項や必要な対策の整理、サプライチェーン全体またはグループ全体における情報共有体制の構築の促進が必要であるとされた。また、社会に対する情報開示（第三者開示）については、事業者の規模や取組状況に応じて、セキュリティ対策の自己宣言制度や主要5項目の開示、「情報セキュリティ報告書」の作成など、段階的に対策を講じていくことが望ましいこ

とを踏まえ、今後「セキュリティ対策情報開示ガイドライン」（仮称）を策定・公表することとしている。

（4）人材育成の強化

政府全体においても、サイバーセキュリティ人材の育成は重要な課題とされており、総務省では、サイバーセキュリティ人材の育成について、2017年4月より、NICTの「ナショナルサイバートレーニングセンター」において、①国の行政機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者などを対象とした実践的サイバー防御演習（CYDER）、②東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会に向けたセキュリティ人材の育成（サイバーコロッセオ）、③若手セキュリティイノベーターの育成（SecHack365）の取組みを積極的に推進している。

CYDERについて、2017年度は、全国47都道府県で計3,009名（国の行政機関316名、地方公共団体1,889名、重要インフラ事業者553名、その他251名）が受講した。また、演習の運営コストの削減と効果的な演習プログラムの提供を行うためのサイバー演習自動化システム「CYDERANGE」（サイダーレンジ）を開発した。引き続き、演習プログラム・教育コンテンツの開発を継続的に行いつつ、受講者のニーズに応じた演習を実施する。

サイバーコロッセオについて、2017年度は、組織委員会のセキュリティ担当者等を対象に実施し、計74名が受講した。今後、更なる演習規模・内容の拡充を図り、より実践的なサイバー演習を実施し、最終的に約220人のセキュリティ担当者等を育成する予定である。

SecHack365について、2017年度は、39名が1年間のプログラムを修了した。SecHack365は、25歳以下のICT人材を対象に、セキュリティイノベーターの育成に取り組むものであり、引き続き、NICTの有する遠隔開発環境「NONSTOP」を活用した遠隔開発実習、集合イベントにおける座学講座やハッカソン等のプログラム内容の充実を図りつつ、セキュリティイノベーターの育成に取り組む予定である。

（5）国際連携の推進

サイバー空間は国境を越えて利用される領域であることから、サイバーセキュリティの確保のためには、国際連携の推進が不可欠であり、これまで述べた施策を含め、政府レベルや民間レベルでの国際的な連携を進めていく必要がある。また、様々なチャネルを通じて、自由、公正かつ安全なサイバー空間を実現するため、積極的に議論に参画していくことが重要である。

まず、ASEAN各国との連携については、実践的サイバー防御演習（CYDER）等の海外展開を通じたセキュリティ人材の育成支援を推進するとともに、サイバーセキュリティの脅威をめぐる状況や対策に関する情報交換等を推進する。2017年12月の「第12回日ASEAN情報通信大臣会合」において、「日ASEANサイバーセキュリティ能力構築センター」をタイに開設することが合意され、ASEANとのサイバーセキュリティ分野での人材育成協力を強化している。本センターはJAIF（日・ASEAN統合基金）の資金供与により実現し、2018年9月に開所し、本格的な稼働を開始した。

また、国際的なISAC（Information Sharing and Analysis Center）間の連携の推進については、国際連携ワークショップの開催等を通じて、日本のICT-ISACと米国のICT分野のISACとの連携を強化し、通信事業者、IoT機器ベンダー、セキュリティベンダー等が、脅威情報を共有し、サイバーセキュリティ対策に活用することを促す。さらに、ITU-T及びISO/IECにおいて、IoTのセキュリティに係るガイドラインの国際標準化活動に積極的に貢献する。

なお、2019年にはG20が我が国で開催されることを見据え、我が国はサイバーセキュリティ分野の国際協調や自由、公正かつ安全なサイバー空間を実現するための議論において主導的な役割を果たすことが求められる。

4. おわりに

本稿では紙面の都合上、「IoTセキュリティ総合対策」の進捗状況や今後の取組みについて、主要な内容に限定して紹介させていただいた。その他の部分も含めて関心がある方は、以下のHPに掲載されている「IoTセキュリティ総合対策」及び「IoTセキュリティ総合対策プログレスレポート2018」について御覧いただければ幸甚である。

▼「IoTセキュリティ総合対策」の公表（2017年10月3日）
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu03_02000126.html

▼「IoTセキュリティ総合対策 プログレスレポート2018」の公表（2018年7月27日）
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01cyber01_02000001.html

ITU-Tにおけるサイバーセキュリティの議論について

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　三宅（みやけ）　優（ゆたか）

1. はじめに

ITU-Tにおいては、Study Group 17（SG17、Security）において、ITU-T全体のセキュリティに関する議論が行われている。SG17では、現時点では14の課題により幅広いセキュリティに関するトピックを議論しているが、サイバーセキュリティも重要なトピックの1つである。本稿では、SG17における活動を中心に、ITU-Tにおけるサイバーセキュリティの取組状況を紹介し、今後の課題を整理する。

2. WTSAにおけるサイバーセキュリティの議論

ITU-Tでは、4年ごとに世界電気通信標準化総会（WTSA: World Telecommunication Standardization Assembly）を開催し、SG構成の確定、SG及びTSAGの議長・副議長の任命、勧告の承認、研究課題案の承認、決議の承認を行っている。ITU-Tで取り上げるべき重要なトピックについては決議を作成して背景と実施内容を明確化しているが、サイバーセキュリティに関連して以下の2件の決議が作成されている。

2.1　決議50　サイバーセキュリティ

2004年に開催されたWTSAにおいて制定された決議で、その後、各WTSAで更新されている。この決議では、主に、以下のことを求めている。

- ITU-T内でこの作業に高い優先度を与えること。
- 情報と電気通信システムをサイバー脅威やサイバー攻撃から守り、堅固にする必要性を引き続き認識し、情報通信ネットワークセキュリティの分野における技術情報の交換を促進するために、適切な国際機関及び地方組織間の連携促進を継続すること。
- サイバーセキュリティの用語を含め、電気通信／ICTの利用における信頼性及びセキュリティの構築に関連する用語及び定義の作成及び改訂についての作業を継続すること。
- サイバー攻撃から保護するため、また攻撃の出所の追跡を容易にするため、標準及びガイドラインの作成のために協力することが要請されるべきこと。
- インシデント対応の関連情報を共有するため、世界的かつ一貫した、また相互運用可能な手続が促進されるべきこと。
- ICT利用における信頼とセキュリティを高めるために、危機と脅威を緩和するため、地域と国際協力を強化することに緊密に協力すること。

サイバーセキュリティ全般においてITU-Tとして積極的に取り組み、国際連携、国際協力が必要であるとしている。

2.2　決議52　スパムへの対策／対抗

サイバーセキュリティにおいて特にスパムメール（迷惑メール）への対策を求めたものが別決議となっている。これは、世界的にスパムメールが電気通信事業に与える影響が大きいことと、広告メールのみではなく、攻撃を目的としたメッセージも多く存在することによる。本決議も2004年に制定されてから更新され続けており、主に、以下のことを求めている。

- 既存または将来の脅威に適切に対処するためにスパムに関するITU-T SG17の作業（勧告作成等）を促進すること。
- スパムに対する方針、規制、経済問題とその影響に関連する技術教育セッションやワークショップ活動を地域別に提供すること。

スパムの対象として電子メールのみではなく、SMS（Short Message Service）、音声通話、IP電話、マルチメディアサービス等での迷惑行為も含まれている。

3. ITU-T SG17におけるサイバーセキュリティ検討

ITU-T SG17においては、WTSA決議に従ってWP2（Cyberspace Security）がサイバーセキュリティを主に取り扱っており、2つの課題（課題4：サイバーセキュリティ、課題5：技術的手法によるスパム対策）で構成されている。本章では、SG17の状況として、この2つの課題の活動内容と、セキュリティに関する文書の整備、SG17に設立された地域活動について紹介する。

3.1　課題4　サイバーセキュリティ

課題4では、ネットワーク経由の攻撃への対策やセキュリ

ティ情報の交換に関する勧告を作成してきた。攻撃手法が高度化するにつれて防御のみではシステムを守ることは難しくなっているため、脆弱性を最小限にすることと信頼できるコミュニティと情報を共有することが重要となっており、課題4におけるプロジェクトの1つとして「サイバーセキュリティ情報交換フレームワークCYBEX（Cybersecurity information exchange framework）」に取り組み、これに関連する各種勧告を発行してきた。CYBEXは、サイバーセキュリティに関する情報を各機関で交換するためのフレームワークを提供しており、全体概要を示す勧告X.1500（Overview of cybersecurity information exchange）においては、技術的な視点から以下の6つのクラスターに分類されている。

（1）弱点、脆弱性、状態に関する情報の交換を行うクラスター
（2）イベント、インシデント、ヒューリスティクに関する情報の交換を行うクラスター
（3）情報交換のポリシー関する情報の交換を行うクラスター
（4）識別、発見、問い合わせに関するクラスター
（5）情報の正当性に関するクラスター
（6）情報交換のためのプロトコルに関するクラスター

これらのクラスターごとに複数の勧告が作成されてきたが、これらの中には、外部機関で作成された文書または標準をITU-Tの勧告としたものも多い。例えば、米国のMITREで作成されたCVE（Common Vulnerabilities and Exposures）やCWSS（Common Weakness Scoring System）、FIRST（Forum of Incident Response and Security Teams）で作成されたCVSS（Common Vulnerability Scoring System）、IETFでRFC化されたIODEF（Incident object description exchange format）等がITU-T勧告として発行されている。広く利用されている既存の仕組みを利用しながら、全体のフレームワークを作りあげてきた。

3.2　課題5　技術的手法によるスパム対策

課題5では、これまでに電子メール、IPベースのマルチメディアサービス、SMSに対するスパム対策の勧告（対策技術、対策フレームワーク、等）を作成し、現在は、モバイルアプリケーションにおける広告、インスタントメッセージ、電話サービスに対する迷惑行為の対策のための勧告、補足文書作成を行っている。

3.3　セキュリティに関連する文書の整備

SG17では、セキュリティ活動に関連した文書の作成も進めている。セキュリティ・マニュアルと呼ばれている文書（Security in Telecommunications and Information Technology）では、ITU-Tでのセキュリティ活動概要、ICTシステムにおけるセキュリティ要件、セキュリティアーキテクチャ、ネットワークインフラのセキュリティ強化、インシデントレスポンス等について、勧告と関連付けて説明が行われている。現時点で第6版が発行されており、第7版に向けた改訂作業が進められている。「ICT Security Standards Roadmap」は、ITU-T、ISO/IEC、IETF、OASIS、3GPP、3GPP2、ATIS、ETSI、IEEE、RAISS Forum等で行われているセキュリティ関連の標準化状況、将来的に必要とされているトピック、ベストプラクティ等が紹介されている。これらの文書は、ITU-Tホームページからダウンロード可能となっている。
https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2017-2020/17/Pages/default.aspx

3.4　地域活動

WTSA決議において地域における取組みを求めていることから、SG17傘下にアフリカの地域グループ（ITU-T SG17 Regional Group for Africa）とアラブの地域グループ（Regional Group for Arab Region）が設立された。これらの地域グループでは定期的に会合を実施し、各国におけるサイバーセキュリティ上の課題を検討するとともに、必要に応じてSG17会合への寄書の提出を行っている。地域で集まって検討を行うことにより、各国のサイバーセキュリティの取組みを活性化することに貢献している。この活動により、近年、アラブ、アフリカ地域からのSG17に対する寄書が増加している。

4．今後の取組みに向けた活動

通信ネットワークや通信サービスに対する攻撃が高度化することにより、セキュリティ対策の取組みも広げる必要が出てきている。現在、ITU-T SG17においては、SG全体のコーディネーションを行う課題1を含めて、14の課題が存在している。上記に紹介した課題4、課題5の取組み以外にも、通信システム（5Gを含む）、IoT、コネクテッドカー、クラウドネットワーク、Webサービス、等に対するセキュリティ対策の勧告作成を行っている。SG17の活動と成果を効率的なものにし、必要とされている取組みに応えるために課題構成の見直しが必要な時期に来ており、そのための活動も

行われている。本章では、今後の取組みに向けた活動について報告する。

4.1 CTO Consultation Meeting

ITU-Tでは、CTO（Chief Technology Officer）ミーティングを定期的に開催している。ICT企業におけるCTOが参加し、ICT業界における課題等を議論し、ITU-Tにおける検討に反映することを目的としている。2018年5月に米国で開催されたCTOミーティングでは、セキュリティに関して以下の2件のトピックが議論された。

1件目は、AIや機械学習（ML：Machine Learning）におけるセキュリティ、プライバシー、トラストである。AI・MLを利用したアプリケーションが、それらの有効性と効率性に着目して開発されており、セキュリティに対する配慮が欠けているのではないかとの指摘である。そのため、セキュリティの観点を考慮しないAI・MLの利用が、問題を起こす可能性があるとされている。一方で、AI・MLのセキュリティ分野への活用は、セキュリティアナリストの負担を軽減し、セキュリティ対策の高度化に貢献すると考えられている。SG17に対して、この両面から本件に関わる標準化の検討が求められた。

もう1件は、5Gにおけるエンド・ツー・エンドでのセキュリティへの移行である。5Gシステムは、SDN（Software-defined networking）、NFV（Network Function Virtualization）、クラウドコンピューティングの機能を包含していき、現在のネットワークから大幅にネットワークアーキテクチャや管理システムが変わってくるとされている。このような変更に伴い、5Gシステムのセキュリティの重要性が増すとともに、エンド・ツー・エンドでのセキュリティへの移行が加速すると考えられている。このような通信アーキテクチャやシステムの変化をサポートするような標準化が必要とされた。

4.2 CG-XSS

CG-XSS（Correspondence Group on Transformation of Security Studies）は、2017年9月から開始したSG17で取り扱うセキュリティ関連トピックとその検討方法を議論するための活動である。現時点で議論が行われている最中であるため、今後の議論において変更される可能性はあるが、これまでに出てきた今後取り扱うべきセキュリティトピックとしては、以下のものがある。

- AIのセキュリティ
  - いくつかの側面があり、AIのためのセキュリティ、セキュリティソリューションをサポートするためのAI、AIを利用したサイバー攻撃への対応、等がある。
- 量子暗号と鍵配送、量子コンピュータでも解読できない暗号アルゴリズムの利用
  - 現在の公開鍵暗号方式が危殆化する場合に備えた取組みを行う。
- ロボティックス
  - ロボット利用におけるセキュリティ対策、プライバシー対策が必要とされている。
- サイバー保険
  - サイバーセキュリティに対する保険の実施には、セキュリティリスクの評価や被害の影響度を計測できる必要がある。サイバー保険が広がる中で、これらの標準化が求められる可能性がある。
- ビッグデータ
  - ビッグデータが活用される中で、安全に管理、利用する方法は標準化されておらず、今後必要になる可能性がある。
- サイバーセキュリティ・サービス
  - サイバーセキュリティに関するサービスを利用する際に参照できる標準、ガイドラインの策定の検討。利用者の立場から、必要とされるサービスの基準、判断を行うことが難しいために、セキュリティ機能の導入が遅れることもあるため、それをサポートするような取組みを行う。
- SDN/NFV、5Gセキュリティ
  - 次世代のネットワークにおけるセキュリティ対策の検討を行う。

今後、SG17で取り扱うべきセキュリティトピックの検討とともに、現在の課題構成から新しい課題構成への移行方法等を議論することになっている。

5. ITU-Tにおけるサイバーセキュリティに関する今後の課題

本章では、ITU-Tにおけるサイバーセキュリティの取組みにおいて課題となるポイントについて説明する。

5.1 新たなサービスやシステム、アプリケーションへの対応

4章で述べたとおり、ICT分野においては常に新たなネットワークサービス、ネットワークアーキテクチャが導入されようとしている。また、IoTやConnected Car等に見られるように、ネットワークの接続先が急激に拡大している。さ

らに、AI・MLの利用に見られるように、サービスの利便性を高める新たな仕組みがICT分野でも使われてきている。このような新しい技術やサービスに対して、セキュリティ部分の対応が不十分になりがちである。分野横断的な対応も必要となるため、幅広い分野を取り扱えるITU-Tにおいても、必要とされる対応を先取りする形で検討を行い、ガイドライン作成等に取り組むべきと考えられる。

5.2　ベストプラクティスをベースとした取組み

新たな攻撃が次々と開発される中で、セキュリティ対策はなるべく短い期間で迅速に行う必要がある。有効な対応策を普及させるには、各国が行っているセキュリティ対策のベストプラクティスをベースにして展開する取組みができれば、その有効性を確認しつつ、成功例を多くの国と共有できる可能性がある。各国の成功事例を展開できるような取組みが必要であると考えられる。

5.3　サイバーセキュリティ分野での国際連携、国際貢献

ITU-Tには、政府レベルで発展途上国を含めた数多くの国が参加している。サイバーセキュリティ対策は各国における重要な課題となっており、多種多様な提案が行われている。各国によってセキュリティ及びプライバシーに対する考え方や、ネットワークサービスの提供形態が異なることから、ITU-Tとして実施する内容として合意が得られにくい場面もあるが、政府レベルで議論が行える場であることから、サイバー攻撃に対する国際連携について、どのような取組みができるかを検討することは重要であると考えられる。また、発展途上国を中心としてセキュリティ対策の取組みを国レベルで向上させるべきとの認識がある中で、ITU-D等との活動と連携しながら、全体的なセキュリティレベルの底上げに貢献する勧告等の作成が必要である。

6. おわりに

ネットワーク経由のサイバー攻撃の手法が高度化し、攻撃自体の検出も難しくなってきている。また、IoT、5G、SDN/NFV、AI・ML、といった新たなネットワーク技術やサービスが展開される中で、それらに対するセキュリティ対策も必要となってきている。サービス利用者側のみでのセキュリティ対策では防ぐのが難しくなってきている面もあり、国レベルの取組みや国際連携の取組みにより安全性を強化する必要性が高まってきている。ITU-Tは、国レベルの取組みを議論できる数少ない標準化活動であるため、将来の安全なネットワークサービスの提供やネットワーク利用のためにも、有益な議論ができればと思う。

制御システムセキュリティの考え方とコア人材の育成

名古屋工業大学　社会工学専攻 助教　青山（あおやま）　友美（ともみ）

1. 制御システムを狙ったサイバー攻撃

2010年のStuxnet、2012年のBlackenergy2、2013年のHavexに続き、産業制御システム（ICS）を狙ったサイバー攻撃は増加している。2016年にはCRASHOVERRIDE（クラッシュオーバーライド）によってウクライナで停電が発生した。また、2017年11月には産業制御システムのなかでも、プラントの運転に必要な安全を担保する安全計装システムを狙った初のマルウェアTRISISが発見された。

また、情報システム（IT）を基盤とした企業ネットワークと、制御システムを含む、プラントの運用に必要なOTネットワークの境界が曖昧になり、OTネットワークがITの脅威にもさらされるようになった。2016年に世界中のIT機器で感染が観測されたWannacry・NotPetyaは、制御系でも利用されるSMBプロトコルが感染経路に利用されたこともあり、OTネットワークまで被害が拡大した。デンマークの大手海運業者Maersk社は、3億円の経済被害が発生、IT・OTネットワークの大部分の交換・再構築を余儀なくされたと報道されている。

2018年上半期には、アメリカの電力業界を狙ったロシアからのAPT攻撃が観測されている。ベンダー・ITサービスプロバイダ・政府機関を踏み台とし、幾つものノードを得て標的である電力事業者へ侵入した上、事業者で利用されている制御システムの情報収集を行ったとされている。サプライチェーン上の脆弱なノードが攻撃に利用されるケースは今後も増えると考えられる。

2. 制御システムを狙ったサイバー攻撃によるインパクト

ITシステムを狙った攻撃と、制御システムを狙った攻撃では、発生するインパクトが異なる。Krotofilら（2015）はその影響を下記の3つに分類した。

・機器・計装へのダメージ

不安定なプロセスは、機器へのストレスを増大させ、製品寿命を短縮させる。イランのウラン濃縮施設を狙ったサイバー攻撃Stuxnetは、特定のシステムにおいて遠心分離機の圧力を増大させ、かつ回転速度を上下させるようにデザインされていた。これは、超過ストレスを意図的に発生させることによる機器故障、そしてそれによる生産・開発の遅延を目的としていた。

また、意図的に安全限界を超過させることで、機器の破損を発生させることが可能になる。例えば、バルブを急に閉止させることによってウォーターハンマーという現象を引き起こし、配管の耐性を超える衝撃によって物理的な被害をもたらすことが可能である。

・生産へのダメージ

物理的な被害のほか、製品の生産過程に影響を及ぼすことも考えられる。配合などのパラメータ変更を行えば、品質・製品率へ影響を及ぼす。これによって、意図的に製品の欠損率を増大させ、製品の市場価値を下げることが可能となる。また、同様にしてパージにおける原料の損失を増やしたり、触媒を不活性化させることによって、運用コストを増大させることも可能である。また、メンテナンス作業負荷を増やすことによって、生産スケジュールへ影響を与えることも考えられる。例えば、流量バルブを急速に操作すると、キャビテーション（空洞現象）が発生する。これは、流体中に気泡を形成させ、バルブの消耗、液体漏れを発生させる。これは、気泡によってプロセス制御が複雑になるほか、バルブ交換の手間を発生させる。

・コンプライアンスへのダメージ

物理的被害及びオペレーションコストへの影響に加え、安全被害、公害の発生による環境安全への被害及び生産の遅延による契約違反の発生が考えられる。

上記のように、ICSを狙った攻撃は、機器の破損のみならず、プラントの操業に影響を与えることが可能である。

3. 従来の安全対策の限界

プラント制御においては、安全解析に基づく予防対策実施が定着している。ここでは、従来の安全対策の範囲内でサイバーインシデントを防ぐことが可能かを考察する。

リスクの評価は、システム・損害の定義の下にハザードの同定を行い、そのハザードの発生構造をモデル化し、発生確率を定量化することで実施される。ハザードの同定に用いられる方法として、HAZOP（Hazard and Operability analysis：ハゾップ）がある。HAZOPは、プラントの運転状態における「設計意図からのずれ」を導出することで、プロセス異常状態を導き出す方法である。例えば、「流れ」のような設計・運転パラメータに対し、「なし/多い/少ない」などのHAZOPガイドワードを組み合わせ、「流れなし」という正

常な振る舞いから逸脱した状態を抽出する。これを、1つのラインにあてはめてプロセス異常の原因と影響・結果の考察を行う。HAZOPの特徴として、潜在的な危険性を洗い出すことができる、その網羅性の高さが挙げられる。

ハザードの発生構造のモデル化に用いられる方法に、FTA（Fault Tree Analysis：故障の木解析）が挙げられる。FTAは、システムにとって望ましくない事柄をトップ事象として取り上げ、その発生に至る道筋をトップダウンで展開する方法である。原因事象に発生確率を付与することで、トップ事象の発生確率の定量化を行うことができる。

2章で述べたサイバー攻撃によっておきる影響は、事故や故障によっておきる影響と変わらない。つまり、従来の安全対策で防ごうとしている事象と同一である。しかし、サイバー攻撃と事故の違いは、発生までの過程に「悪意」が含まれている点である。

例えば、対策済みのプロセス異常でも、同時に複数起きることで大事故につながる可能性がある。ガス処理施設などで見られる余剰ガスを焼却するための塔（フレアスタック）は、パージを伴うプラント停止手順をうまく計画する前提で処理量を小さくして効率化されている。一度にパージが集まると、フレアースタックの処理量を超えて不安全な状態になる可能性がある。また、プロセスが正常であっても、オペレータが見ているプロセス監視画面上が偽装されれば、オペレータが正しい判断をしているつもりでプロセスに変更を加えてしまう可能性がある。

このような悪意の操作による同時多発や偽装は、これまでのリスク評価に含まれていない。つまり、これまでの安全対策の徹底では、セキュリティリスクの発生まで防止できない可能性がある。

4. 自動化の落とし穴―現場力の低下

20世紀後半、第三次産業革命によって多くのシステムの自動化が進んだ。それまで隔離されていたプラントのネットワークも、情報技術によってプロセスのリモート監視の導入や受注生産の効率化が進んだ。また、自動化によってオペレーターの作業負担も減り、少ない人員で大規模なシステムの安定した運転ができるようになった。

しかし、危険物施設における火災・流出事故の総事故数は、施設数が減少しているにも関わらず1994年と比べてほぼ倍増している。また、その内訳を見ると火災事故の約半数、流出事故の約3分の1が人的要因による事故とされている。また、過去に起きた爆発火災事故は、非定常運転時に熟練オペレータの立会下発生している。

設備の高度化により定常運転時のオペレータの負担が減ったことによって、最小限の知識・スキルでも運転ができるようになったと言える。しかしそれは同時に、稀となったトラブルへの対処力や、状況認識力の低下を招いている。また、第三次産業革命時代を支えた作業員の多くは定年を迎え、作業員の世代交代が進んでいる。情報システムが3年から5年で切り替えられるのに対し、制御システムは平均でも10年から15年と言われている。中には30年を超えて利用されるコンポーネントもあり、現場担当者よりも長く現場で活躍する場合もある。熟練オペレータが経験とともに蓄積した知識をどのように継承するかが課題である。さらに、多品種少量生産型のプラントが増え、システム構造の複雑化が進み、以前にも増して運転員ら現場担当者に求められる知識レベルは上がっている。これまでの安全文化を支えてきた「現場力」に、セキュリティ事象への対応まで頼り切ることができないのが現状である。

5. リスク再考の必要性

制御システムにおけるセキュリティリスクは、安全リスク・経営リスクと密接に関係している。しかし、従来の情報セキュリティ対策は、流感にかからないように手洗い・うがいを徹底するように、流行りの攻撃ベクトルへの対策や定期的なセキュリティパッチ当てなどルーチン対策とルールを徹底する「サイバー空間の衛生」に焦点を当てがちであり、非標的型攻撃への対策でしかない。これだけでは、高度な標的型攻撃への対応や、サイバー攻撃によってプラントのオペレーションに被害が出る可能性まで議論できているとは言えない。セキュリティリスクが発生することを防ぐためにセキュリティリスク単体で議論するよりも、これまでの安全・経営リスクの要因のひとつとしてセキュリティリスクに起因するその影響に焦点を当ててリスクを再考する必要がある。

セキュリティリスクの考え方の見直しは国内外で進んでおり、2016年に米国アイダホ国立研究所（Idaho National Lab：INL）は制御システムセキュリティを発生確率中心でなく、結果事象中心で考える防御戦略のフレームワークを発表している。CCE（Consequence-driven Cyber-informed Engineering）と呼ばれるこのフレームワークは、4つのステップで構成されている。まず、第1ステップとして経営の視点に基づいて結果事象の優先順位付けを行う。組織のミッション達成に必要な基幹機能・サービスを特定し、企業にとって「起きたら困ること=コンセクエンス」の順位を決定する。これは、企業としての社会的使命（機能保証）や、火災や爆発などの安全に

関わる影響や、経済損失などを含め多角的に評価する。次に、第2ステップとして、安全の視点でシステムの分解を行う。第1ステップで定めた基幹機能・サービスの実施に影響を及ぼす重要システム・デバイス・コンポーネントを、システム分解によって特定する。このプロセスは、システム工学に基づいて実施することが可能であり、FTAなどこれまでの安全解析で培った方法論で展開することが可能である。この時点では、システムの関連性にのみ着目し、事象の発生要因（故障・事故・ヒューマンエラー・サイバー攻撃など）の絞り込みは行わない。そして、第3ステップではじめて、サイバー攻撃の特徴である攻撃者の「悪意」の視点で結果事象を基に対象の絞り込みを実施する。組織が想定する脅威エージェントのアセスメントを基に、標的システムに特定の影響を与える方法を、“How（=どのようにして達成可能か）”の視点で分析する。結果事象につながるどのノードが、どのように利用されるかを議論することにより、キルチェーンが特定される。最後の第4ステップでは、セキュリティの視点で、第3ステップで特定されたキルチェーンのプロセスを防ぐための対策を実施する。このフレームワークでは、実施するセキュリティ対策が、どのような攻撃に対し効果を発揮するかの費用対効果の見通しがききやすい。システム全体を見渡しながらセキュリティ対策の実施を行うことができる。

6. 制御システムセキュリティに求められる中核人材

5章で紹介したCCEのフレームワークは、制御システムに対するセキュリティ対策を考える上で、どのような視点を持つ人材が必要かを示唆している。対策を進めるには、情報セキュリティの知識だけ、または制御システムの知識だけでは不十分である。組織の中核となる人材として、ITシステムと制御システム双方の知識・スキルをベースとした上で、サイバーセキュリティ対策の必要性を組織の経営リスク思想で議論できる力が求められる。2017年、IPA（情報セキュリティ推進機構）内に設立された産業サイバーセキュリティセンターでは、このような人材を将来企業の経営層と現場担当者をつなぐ「中核人材」の理想像とし、1年間かけて社会インフラ・産業基盤事業者の若手人材を育成する中核人材育成プログラムを提供している。

7. 名古屋工業大学制御システムセキュリティワークショップの歩み

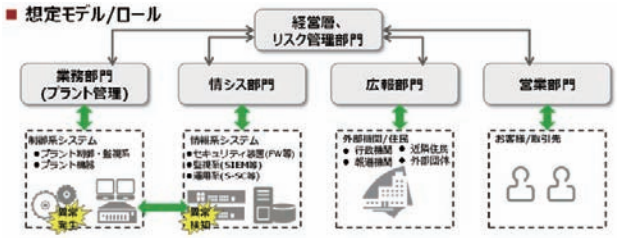
名古屋工業大学では、プラントの操業現場に必要なセキュリティの在り方を議論し、制御システムセキュリティの定着化を

■図1. 名古屋工業大学制御システムセキュリティワークショップの歩み

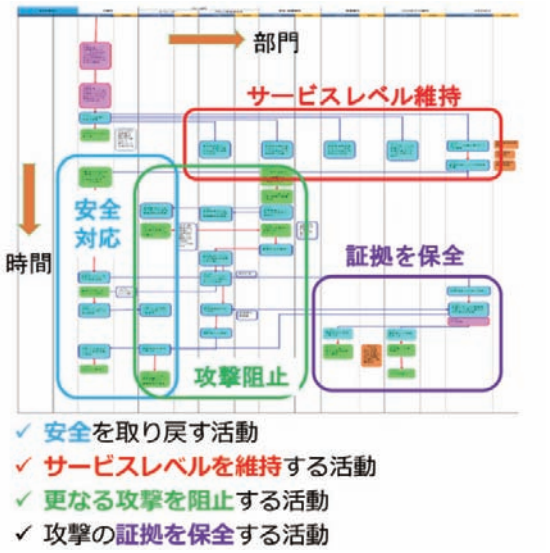
推進することを目的とし、制御システムセキュリティワークショップを2015年より実施している。過去6回開催し、制御システムベンダー・ユーザー企業・セキュリティベンダー・政府機関などから累計約260名（140組織）が参加した。

大学で保有する水循環プラントを模擬したデモシステムを基に制御系を狙ったサイバー攻撃のデモンストレーションを実施した第1回に始まり、第2回から第4回までの机上演習では、テストベッドの構成を基にした仮想企業におけるインシデント対応を予兆・緊急対応・復旧の3フェーズに分けて参加者グループで議論し、仮想企業の各部門が取るべき対応を時系列にスイムレーン図で記述する形式をとった。机上演習の結果、どのグループもプラントの挙動に基づいてオペレータのリモート監視画面と現場機器のクロスチェックや、自動制御からローカル制御への切り替えなど、安全対応に必要な操作を迅速に行うことができていた。安全を取り戻すための対応については、習熟していると言える。しかし、異常の原因がサイバー攻撃であると判明して以降の対応では、後方支援を担う部門との連携の在り方や、意思決定機関などに各グループばらつきが見られた。安全に関する意思決定は順調にできても、セキュリティや、経営に関わる意思決定は現場での情報だけでは実施できない。プラントの構成に依存する安全対応と異なり、各企業の組織構成や意思決定構造に合った対応体制を構築することが必要である。

インシデント対応においては、特にIT部門と制御システムを運用する現場が密接に連携する必要がある。しかし、IT技術者は制御ネットワークの状態やプラントの状況が分からず、早期検知にはOT技術者の物理的な変化の検知が頼りとなる。また、現場からIT技術者へ早期に異常状態を伝達できたとしても、お互いの対話プロトコルが合っていなければ必要な対応につながらない可能性がある。例えば、「制御ネットワーク内の機器に対して通信のリトライが発生している」と現場



■図2. 机上演習で想定した仮想企業の構造



■図3. 机上演習で利用したワークシート

へ伝えても、それが今現場で起きている異常とどう関係するのか、OT技術者に認識されない可能性がある。運転、計装、設備、情報ネットワーク等の文化内での用語を他文化の人にも有用にするためのプロトコル合わせも対策として重要であると言える。第5回目以降のワークショップでは、この部門間のコミュニケーションの在り方をロールプレイ形式で体感できるチャットシステムを開発し、このシステムを利用した演習のシナリオ作成から実施までを行っている。

8. おわりに

現在プラントで利用されている制御システムの多くは、セキュリティの概念なしに設計されている。このようなシステムを脅威から守るには、情報セキュリティと連携しながら、経営リスク思想でバランスの良い対策を考える必要がある。情報セキュリティ部門・プラントの運用部門・経営層の連携を可能にする、コア人材が必要である。そして、安全文化が定着していったのと同様、セキュリティの考え方もプラント運転に必要な基礎知識として現場担当者に定着させていく努力が必要である。

参考文献

・Dragos Report INDUSTRIAL CONTROL SYSTEM THREATS
https://www.dragos.com/yearinreview/2017/
・Maersk had to reinstall all IT systems after NotPetya infection
https://www.itnews.com.au/news/maersk-had-to-reinstall-all-it-systems-after-notpetya-infection-481815
・Marina Krotofil, Jason Larsen, Rocking the pocket book：Hacking chemical plants for competition and extortion, white paper, DefCon23, 2015.
https://media.defcon.org/DEF%20CON%2023/DEF%20CON%2023%20presentations/DEFCON-23-Marina-Krotofil-Jason-Larsen-Rocking-the-Pocketbook-Hacking-Chemical-Plants-WP-UPDATED.pdf
・ウォーターハンマー発生のメカニズム
https://www.tlv.com/ja/steam_story/0902water_hammer1.html
・高度化する設備と作業員の技能レベルが乖離　工場事故多発で化学業界が得た苦い教訓
http://diamond.jp/articles/-/29207
・危険物施設における事故発生件数の推移等
http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h29/05/290530_houdou_3.pdf
・HAZOP&プラント安全促進協会
http://hazop.jp/hazop_basic.html
・安全分析基礎とその説明手法の紹介
https://www.ipa.go.jp/files/000046844.pdf
・故障の影響解析（FMEA）と、故障の木解析（FTA）の活用
http://www.jspmi.or.jp/system/l_cont.php?ctid=130403&rid=831
・後藤伸寿、重盛正哉。“フォールトツリー解析及びイベントツリー解析によるリスク評価の事例。”みずほ情報総研技報（2015）：33-40.
https://www.mizuho-ir.co.jp/publication/giho/pdf/007_06.pdf
・Freeman, Sarah G et al. Consequence-driven cyber-informed engineering（CCE）. doi：10.2172/1341416.
https://www.osti.gov/biblio/1341416
・Consequence-driven engineering needed for critical systems and processes
https://www.controleng.com/single-article/consequence-driven-engineering-needed-for-critical-systems-and-processes/e0b51f03f18d3175a71bb23ce438d880.html
・IPA 中核人材育成プログラム
https://www.ipa.go.jp/icscoe/program/core_human_resource/index.html

NICTにおける電磁波技術研究の最新トピックス（その2）

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　平（たいら）　和昌（かずまさ）

（前号からつづく）

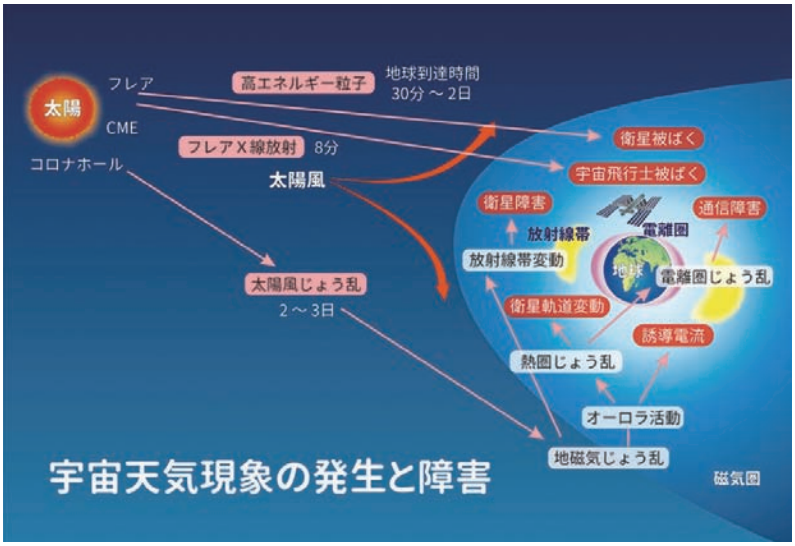
6. 宇宙天気　―太陽活動の影響から社会を守る―

6.1　太陽活動が社会生活に及ぼす影響

衛星通信が一般的に使われる以前の国際通信には、もっぱら短波帯（3−30MHz）による通信が用いられていた。短波通信では、地上のアンテナから送信された電波が、上空の約60−800kmに存在する電離圏と地表との間で反射を繰り返して伝搬し、大陸間の通信を可能とする。しかし、電離圏の状態は時々刻々変化するとともに、季節による変化や数年にわたる変化も加わることから、電離圏の現状や通信相手の位置に応じて使用する周波数を選択する必要があった。国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）では、その前身の組織を含め、1930年代には電離圏の研究を開始し、戦後は本格的に国内多地点で電離圏の観測を行うことにより、予報・警報の発令も含めた「電波の伝わり方」に関する業務を、現在まで継続的に実施している。

電離圏の状態が変化するそもそもの要因は、太陽の活動にある。太陽は自然界に存在する核融合炉であり、その表面では「太陽フレア」と呼ばれる爆発的な現象が起きている。太陽フレアの発生により、非常に高いエネルギーを帯びた粒子（主に陽子）やX線が放出され、高エネルギー粒子はおよそ30分から2日、X線は約8分で地球に到達する。また、太陽フレアは同時に「コロナガス」と呼ばれる高温で帯電したガス（プラズマ）を発生させる。太陽は常に高温のプラズマを四方八方に放出しており、これを「太陽風」と呼ぶが、コロナガスは太陽風の密度や温度、速度が大きいものを言う。このコロナガスは「コロナホール」と呼ばれる太陽表面からも発生している。これらが地球方向に噴出された場合、2−3日で地球に到達する。一方、地球にはこれらに対して2つのバリアが存在する。大気と磁場である。大気はX線の通過を妨げ、その結果として大気がイオン化され、電離圏が形成される。地球の持つ磁場は太陽風を跳ね除け、地球内に侵入させない機能を果たす。ところが、太陽フレアの規模が大きかったり、地球に到達した太陽風の持つ磁場の向きによっては上述のバリアも有効に働かず、地球に様々な影響を及ぼす。このように、太陽活動を源とした我々の生活に影響を与える諸現象を「宇宙天気」という。

宇宙天気現象とその発生により生じる障害について図8にまとめる。様々な障害のうち、もっとも生活を脅かすものは、電力網の障害により生じる大規模な停電である。これは、太陽風の擾乱により電離圏に生じた大規模な環電流が地上の送電線上に大きな電流を誘導し、その結果、発電所・変電所の設備にダメージを与えたことが原因で発生する。過去に



■図8. 宇宙天気現象とその発生により生じる障害

は、1989年3月にカナダで約9時間の停電が生じて約600万人が影響を受けたり、2003年10月には南アフリカ共和国の電力網でトランスが焼損する被害が起きている。さらに生活を脅かす障害として、GPSや準天頂衛星を代表とする衛星測位システムにおける測位誤差の増大が挙げられる。太陽風の擾乱により電離圏に生じた大規模な環電流が電離圏の構造を乱していくことにより、電離圏の電子密度が大きく変化する。その結果、測位衛星からの電波が電離圏を通過する際に生じる遅延量も大きく変化して、測位誤差が増大する。現代では、カーナビの利用や航空機や船舶の運用など、社会活動における衛星測位の利用は不可欠であり、宇宙天気の社会への影響が極めて大きいことが分かる。

これら宇宙天気現象が引き金となる障害の深刻さに鑑みて、各国では対応策を打ち出している。米国では、宇宙天気を地震や津波と同様の国家危機と位置付けて対策の検討を始め、2015年には国家戦略とアクションプランを作成した。2016年10月には、宇宙天気現象による被害を最小化することを政府が支援するという大統領令にオバマ大統領が署名している。また、英国や韓国でも同様な政府文書が発表された。国際機関においても宇宙天気関連の活動が始まっている。国連の専門機関であるICAO（国際民間航空機関）では、宇宙天気情報を民間航空機運用へ導入することを検討している。これは、極端な宇宙天気現象によって、航空機と地上及び衛星との通信の途絶、衛星測位における誤差の増大、乗務員の被曝量の増加という3つの影響が大きくなることへの懸念からである。現在、宇宙天気情報を収集し提供する「宇宙天気センター」の選定に向けてWMO（国際気象機構）とも連携した活動が続いている。また、国連の宇宙空間平和利用委員会（COPUOS）においても、2018年に開催される記念会合「UNISPACE+50」において「宇宙天気サービスのための国際枠組み」が議題として掲げられている。一方、我が国では未だ宇宙天気現象への理解が進んでいないのが現状である。

6.2　宇宙天気予報

時々刻々と変化する宇宙天気の現状を把握するとともに、今後起こるであろう宇宙天気現象を予測して発せられる情報は「宇宙天気予報」と呼ばれている。太陽・地球系空間で起きている現状を1秒でも早く把握し、その対策におけるリードタイムの確保につなげるのが予報を発令する目的である。1988年、NICTの前身である郵政省電波研究所は、それまで行ってきた電波の電離圏伝搬の予報・警報の送信に加え、太陽活動等の情報の通報も行う宇宙天気予報を開始し、同年、この用語を商標登録した。以降、30年間にわたって1日も欠かさず宇宙天気予報を発信しており、我が国唯一の宇宙天気情報の発信機関である。情報を掲載するWebサイト（**図9**）[4]にはひと月に約16万のアクセスがあり、毎日送信している宇宙天気情報電子メールサービスへの登録数は1万を超えている。その情報は、衛星運用機関、航空関係機関、電力事業者、通信事業者などが活用している。

NICTが発出する宇宙天気予報では、予報を①太陽領域、②磁気圏領域、③電離圏領域に分類している。「太陽領域」では、NASA（アメリカ航空宇宙局）が打ち上げた太陽観測衛星SDO（Solar Dynamics Observatory）から送られてくる様々な波長で観測した太陽面の画像や、NASAの太陽観測衛星STEREO（Solar Terrestrial Relations Observatory）

■図9．NICT宇宙天気予報センターのWebサイト

から送られてくる太陽面360度観測画像などを用いて、太陽面における活動領域（黒点領域やコロナホールなど）を把握する。また、NOAA（アメリカ海洋大気庁）が運用する気象衛星GOES（Geostationary Operational Environmental Satellite）から送られてくる太陽からのX線の線量のデータや高エネルギープロトン粒子数を把握する。これらの情報を基に、今後どの程度の規模の太陽フレアが発生するかを予報している。太陽フレアの発生予測においては、機械学習を用いた手法[5]の導入を進めている。NICTが蓄積している太陽面画像における黒点領域の画像から、約60種類の特徴量（面積、明るさ、磁力線の数など）を抽出し、その時に発生した太陽フレアの規模の過去情報を基に、現時点の各黒点領域が引き起こすであろう太陽フレアの規模を機械学習により導出するものである。構築したシステムは世界トップクラスの成績を達成し、人間が判断した結果と比較しても大幅な成績向上を得ている。

「磁気圏領域」では、気象庁地磁気観測所で観測された地磁気データから地磁気変動（地磁気嵐）の現状を把握するとともに、NOAAが運用する太陽観測衛星DSCOVR（Deep Space Climate Observatory）から送られてくる太陽風の速度や密度、磁場の向きなどの情報や、上述の太陽面画像におけるコロナホールの状況を基に、今後地球に到来する太陽風が地球に及ぼす影響を予報している。DSCOVRは地球から150万km離れた地点で観測しており、その観測結果は太陽風が地球に到達するわずか約1時間前の状況でしかない。そのため、太陽風のシミュレーションの実施が欠かせない。NICTでは、独自に開発した太陽風シミュレータによる解析結果を予報に活用している。

「電離圏領域」では、NICTが国内4か所（北海道稚内、東京都国分寺、鹿児島県山川、沖縄県大宜味）で運用している電離圏観測の結果や、国土交通省国土地理院が運用するGEONET（GNSS連続観測システム）からのデータを利用して、電離圏により反射が可能な最大周波数や電離圏の全電子数を導出する。また、局所的・突発的に発生する「スポラディックE層」の発生を国内4か所の電離圏観測の結果から把握する。スポラディックE層の発生は、普段は伝搬しない地点にVHF帯の電波を伝搬させ、VHF帯を利用する業務に混信障害を引き起こす。これらの情報及び地磁気変動の情報などを総合し、今後の電離圏の変動（電離圏嵐）を予報している。また、太陽フレアの予報結果にしたがい、短波帯の電波が吸収されて数時間の通信途絶を引き起こす「デリンジャー現象」の発生を予報している。

前節で述べたように、他国では我が国以上に宇宙天気に関心が高く、NICTと同様に予報を発信している国（組織）がいくつも存在する。中でも米国NOAA、英国気象庁、オーストラリア気象庁は、24時間365日体制で予報を発出している。宇宙天気の影響は世界規模であり、国際的な情報共有が不可欠あり、NICTも参画するISES（International Space Environment Service）には世界18機関が加盟して活動している。

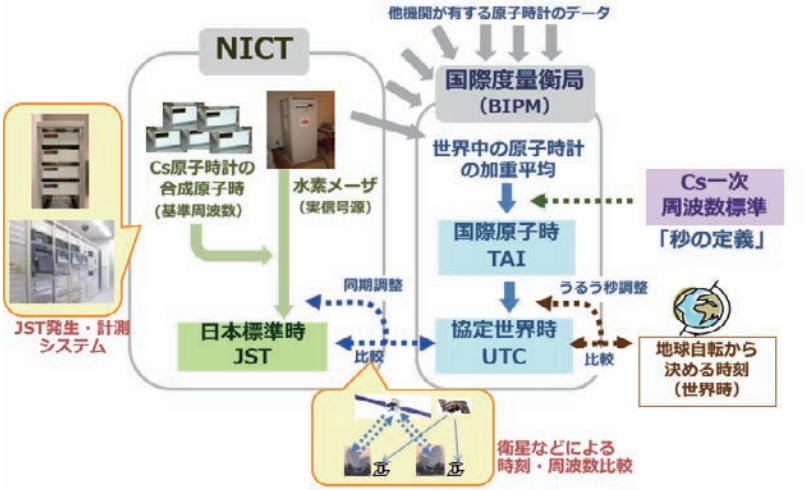
現在の太陽は約11年の活動周期の衰退期を迎えつつあるが、昨年（2017年）9月には11年ぶりの大規模な太陽フレアが2回発生[6]し、衛星測位や短波通信に影響を及ぼした。我々は、常に大規模な太陽フレアの発生に直面している。そのため、宇宙天気情報は現在の我々の生活を守るために重要な情報であることはもちろん、今後の宇宙利用が活発化する上で不可欠な情報である。NICTは、AIをはじめとする新たなアプローチと、長年の運用により実績を誇る観測技術・観測データを基に、他国を先導する活動を展開していきたい。

7. 日本標準時　―あらゆる社会活動の基準―

7.1　日本標準時の生成と配信

1967年、1秒の定義が変更され、地球の回転に基づいて決められていた時系（天文時）が、原子の出す規則正しい電磁波を用いた時系（原子時）に変更された。今からほんの50年前のことである。原子時計が発明され、原子時計を使って地球の自転を観測するとミリ秒レベルで変動していることが判明したため、秒の定義を原子の遷移周波数を使うことに変更された。現在の秒は、「セシウム133原子の基底状態の2つの超微細構造準位の間の遷移に対応する放射の周期の9,192,631,770倍の継続時間」と定義されている。すなわち、セシウム（Cs）原子が発する約9.2GHzのマイクロ波を使って秒を定義している。Cs一次周波数標準機は10^{-14}から10^{-15}の周波数確度をもち、理論的には300万年から3000万年に1秒しかずれない。

日本標準時（JST）はNICTが決定し、日本全国に供給している[7]。**図10**に日本標準時及び協定世界時の決定方法を示す。NICTにある18台のCs原子時計が出す周波数を加重平均して合成原子時を作り、それを基準としてリアルタイムなJSTを生成している。一方、国際度量衡局（BIPM）では、国際的な標準時である「協定世界時（UTC）」を定めている。BIPMでは、NICTのような原子時計を運用する世界中の機関から400台を超える原子時計のデータを集め、その周波数を加重平均して国際原子時（TAI）を作っている。これに、



■図10. 日本標準時及び協定世界時の決定のしくみ

後述する「うるう秒」の調整を施したものがUTCである。世界中から原子時計のデータを集めて計算するには一定の時間を要するため、現時点のUTCがBIPMから発表されるのは1か月後であり、5日おきの値しか示されない。そのため、途切れることなくリアルタイムに正確な時刻を供給する仕組みが各国において必要であり、我が国ではNICTがその任務を担っている。

上述のように、現代の時間は極めて正確に時を刻む「原子時」で動いている。一方で、我々は「太陽が昇っては沈む」という、地球の自転を基準として生活している。これまでの観測により、地球の自転は年々遅くなっていることが分かっており、その結果、日を追うごとに時計が表示する時刻が我々の生活とかけ離れていってしまうことになる。この事態を回避するために、TAIとUTCの差が0.9秒以上にならないように加える1秒（地球の自転の方が速ければ減じる1秒）のことを「うるう秒」という。うるう秒の実施は国際地球回転・基準系事業（IERS）が決定し、各国へ通知する。通常、1月1日または7月1日のUTCの0時直前の1秒に対して調整を実施する。TAIとUTCは1958年1月1日に同じ値でスタートし、2018年10月現在で37秒の差が生じている。その間、1972年1月1日に特別調整として10秒の差となる調整を行い、その後、27回のうるう秒調整を実施してきた。うるう秒調整は定期的なイベントではなく地球の自転速度に依存していることから、次回いつ実施されるかは明示できない。

JSTは様々な方法で社会へ供給されている。最も馴染みの深い手段はNICTが運用する「標準電波」を用いる方法、すなわち「電波時計」への時刻配信である。この標準電波は、福島県の「おおたかどや山」から40kHzで、福岡県と佐賀県の県境にある「はがね山」から60kHzで、それぞれ50kWの出力で送信されており、時刻情報を乗せている。国内における電波時計の出荷台数は1億台を超える（推計値）と言われており、多くの人々に正確な時刻を通知することに貢献している。次に馴染みの深い手段は「NTP（Network Time Protocol）」によるインターネットを通じた時刻配信である。NTPは、ネットワークにつながったパソコンやサーバ等において正確な時刻を得る方法として広く用いられており、NICTが運用するNTPサーバには1日あたり約20億の同期アクセスがある。より正確に時刻を管理する目的で利用されているのが「テレホンJJY」である。電話回線を利用し、NICT側のサーバとユーザ側のクライアントが時刻情報を伝え合い、回線の遅延時間を差し引いて時刻を極めて正確に同期する仕組みである。放送事業者や鉄道事業者、金融機関などが利用しており、月に約14万の同期アクセスがある。

社会の公正を維持し、生活を豊かにするために、極めて正確な時刻が多くの分野で利用されている。NICTは、我が国の時刻を生成・維持して配信する重要な責務を負っている。

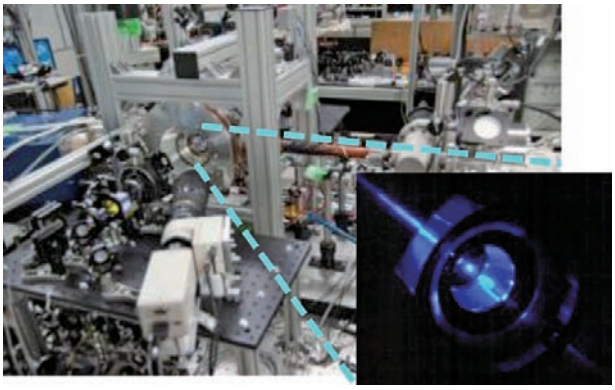
7.2 「秒」の再定義に向けて

国際単位系には「基本単位」と呼ばれるものが7つあるが、このうち「質量」、「電流」、「温度」、「物質量」の4つの基本単位の定義が2019年の国際度量衡総会にて変更されることになっている。これは科学の歴史的な観点からも大きなイベントである。残る3つの基本単位は「長さ」、「光の量」、「時間」であるが、現時点において「秒」は2025年から2026年を目処に定義の変更が検討されている。現在の定義であるマイクロ波の周波数ではなく、光の周波数で定義されることと

なっており、ここでも原子の遷移を使う。現在、その原子としてストロンチウム（Sr）、イッテルビウム（Yb）、インジウムイオン（In^+）、カルシウムイオン（Ca^+）などが候補となっており、中でもSrは有力な候補である。Srの遷移周波数は、約429THzである。Sr原子時計は、NICTを含む諸外国の先端的な研究所が開発中であり、正確な遷移周波数値の獲得や精度の向上にしのぎを削っている。NICTにおいて開発されたSr光格子時計（**図11**）は5×10^{-17}の周波数確度を有しており、Cs原子時計の精度をはるかに上回る。しかしながら、光時計は装置が極めて複雑であり、長期にわたり連続して動作させることは容易でないため、光時計に基づいた実際の時刻信号の生成は実現できていなかった。

NICTは、Sr光格子時計と水素メーザ原子時計を組み合わせて、光格子時計に基づく高精度な時刻信号を世界で初めて半年間連続で試験的に生成することに成功した[8]。時刻信号生成の信号源となる水素メーザーの周波数は、短期的には安定であるが長期的には変動しやすい。一方、Sr光原子時計は短時間で高精度に周波数が確定できることから、この利点に着目し、週に1度3時間程度という間欠的な運用でも水素メーザーの周波数変動を予測できる手法を開発することで、光格子時計を基準とした極めて安定な時刻信号を生成することができた。その結果、生成された時系は、現在のCs原子時計を基準として生成しているJSTよりも1桁改善した精度であるとともに、BIPMが実験用に公表している最高精度の仮想時刻と比べても非常に良い一致を示した。この方法を用いることにより、光格子時計を連続運転させなくても、これまでより精度の高いJSTの生成が可能となるであろう。

「秒」の精度をあげていくことは、これまで不可能であった計測を可能に変えていくことであり、科学の新たな価値を創造することはもちろんのこと、空間の位置情報の精度向上に代表されるように、社会における新たな価値も作り出すことができる。NICTは、標準時の運用と研究開発を同じ組織で実施する世界でも珍しい貴重な機関であり、長年にわたる標準時の運用で培った技術や経験を今後の光時計の安定運用などに活かし、世界トップレベルの時刻精度にチャレンジしていく。



■図11. NICTで開発中のストロンチウム光格子時計
右下の拡大写真は、真空装置内で捕獲された冷却ストロンチウム原子集団。

8. おわりに

NICT電磁波研究所では、「電磁波の特性を活かした、より正確な計測を実現することにより、社会を守り生活を守るとともに、これまで見えなかったことを見ることにより、科学の新たな価値の創造を導く」ことを大目標に掲げて基盤的な研究開発を推進している[9]。ICTを利活用して人類の新たな価値を創造するためには、我々を取り巻く環境における様々な現象や状況を、いかに適切な形でデータ化してサイバー空間上の情報に置き換えられるかが鍵となる。そのためには、計測の基準を構築し、精度の高い計測を可能とするセンサを開発する必要がある。また、社会で活用しやすい形に測定データを料理して公開することも重要である。それらのデータを使った新たな応用分野の開拓には、産業界やアカデミアと連携したオープンイノベーションによる実行が不可欠である。我々は今後も研究開発に一層の努力を続けるとともに、多くの組織や他の分野と連携できる機会が得られることを期待する。

（2018年2月15日　ITU-R研究会より）

参考文献

[4] 情報通信研究機構宇宙天気予報センターウェブサイト、http://swc.nict.go.jp/

[5] N. Nishizuka et al., “Solar Flare Prediction Model with Three Machine-Learning Algorithms using Ultraviolet Brightening and Vector Magnetograms,” The Astrophysical Journal, Vol. 835, Issue 2, 156（10pp）, 2017.

[6] 情報通信研究機構報道発表、“通常の1000倍の大型太陽フレアを観測”、http://www.nict.go.jp/press/2017/09/07-1.html

[7] 情報通信研究機構日本標準時ウェブサイト、http://www.nict.go.jp/JST/JST5.html

[8] H. Hachisu et al., “Months-long real-time generation of a time scale based on an optical clock,” Scientific Reports, Vol. 8, 4243, 2018.

[9] 情報通信研究機構資料、“電磁波研究所 ビジョンとミッション～第4期中長期計画から未来へ～”、http://aer.nict.go.jp/institute/missionplan.html

生体信号情報の情報通信工学への適用
― 生体信号によるユーザ主観評価の客観的推定 ―

早稲田大学　基幹理工学部情報通信学科 教授　亀山（かめやま）　渉（わたる）

1. はじめに

情報通信の分野においては、最終的にサービスを享受するのはユーザであることから、サービスに対するユーザの主観評価を得て、サービス及びネットワークの管理や制御に利用する必要がある。ユーザの主観評価を得る具体的な手法として、従来、アンケートによるユーザ主観評価が広く用いられており、例えば、ITU-R BT.500[1]によるMOS評価手法は映像品質に対する主観評価を得るものとして有名である。しかしながら、アンケート等による主観評価には後述する種々の難しさがあるため、サービスに対する様々なユーザの主観評価を精度よく確実に取得できるとは限らない。

筆者はこの点に対し、サービスを享受しているユーザの生体信号を観測し分析することによって、サービスに対するユーザの主観的な評価を客観指標として取得し、推定する手法について研究を行っている。本稿では、生体信号情報を情報通信工学へ適用する一つの事例として、生体信号によるユーザ主観評価の客観的推定手法について、筆者の研究内容を交えて論じる。

2. ユーザ主観評価取得における従来手法の問題点

例えば、オーディオビジュアルコンテンツ（以下、「コンテンツ」と呼ぶ）の推薦システムを構築する場合、従来手法では、あるユーザのコンテンツの視聴傾向を視聴済みコンテンツに付随するメタデータを用いて分析し、新しい推薦情報を生成するアプローチが一般的である。しかしながら、推薦が受け入れられる割合（推薦精度）はそれほど高くないことが問題となっている。これは、例えば、ジャンル等のメタデータはユーザごとに受け止め方が異なるため、言語で記述されたメタデータからの推定には限界があると考えられる。具体的には、ある人がSF映画と感じているものを別の人はアクション映画と感じている事例、また、ある人がロックと感じている音楽はJポップというジャンルに分類されている事例等が挙げられる。この問題を解決するため、コンテンツ中の歌の歌詞やテキストで書かれたあらすじに機械学習を適用することによりコンテンツが持つムードやジャンルを抽出する試み、また、音楽解析及び映像解析によってそれらを抽出する手法が研究されている。しかしながら、コンテンツのムードやジャンル等は、非常に個人的な要因に由来してユーザに理解されるものであり、同じコンテンツを視聴しても、ユーザの反応、あるいは、ユーザが生起する情動は、個々のユーザの過去の経験や知識等によって異なる。極端な話、ある人が面白いと思ったコンテンツを別の人は悲しいと感じている可能性がないわけではない。

一方、ネットワーク制御の分野では、QoS（Quality of Service）に代わるものとして、実際にユーザがサービスを体感する品質であるQoE（Quality of Experience）を利用する研究が盛んに行われている[2, 3]。ここでの仮定は、QoSが等しい場合であってもユーザが置かれた状況等によってQoEは異なるというものである。ここで、ユーザが置かれた状況とは、単にユーザの置かれた物理的な環境条件だけの問題ではなく、先にも述べたように、ユーザの経験や知識等を含むものと解釈すべきである。実際、ITU-T Rec. P10/G.100[4]では、QoEは「アプリケーションあるいはサービスに対するユーザの喜びや苛立ちの程度」と定義されており、QoEに影響を与えるものとして、「アプリケーションあるいはサービスのタイプや特性、使用コンテクスト、ユーザの期待や満足感、ユーザの文化的背景、社会的及び経済的観点、心理的側面、ユーザの情動」等が挙げられている。

このような要因を受けるユーザ主観評価をアンケートで正確に得ることは困難である。特に、ユーザの経験や知識を基にして生起される情動は、次章に述べる点もあり、アンケートのみで取得することは難しい。

3. アンケートの難しさ

アンケートの難しさは、以下の3点にまとめられる。

（1）妥当性を担保することが難しい。

アンケートで知りたいことは、外的刺激によって人が理解する「概念」である。しかしながら、概念は直接測定できない。そのため、概念は「行動や動作」となって表れることを利用してそれらを測定、あるいは観察するが、概念から行動や動作へのマッピングの妥当性、即ち、アンケートの設問事項への妥当なマッピングが問題となる。例えば、「このシステムは使いやすいですか」という設問は簡単で一見よさそうな設問に思える。しかし、「使いやすい」という表現に関する人

の理解は一通りではないため、妥当性が問われる。より妥当な設問としては、「従来に比べてデータ入力する手間は減りましたか」、「従来に比べて入力時間は短縮されましたか」、「従来に比べて出力されたデータの理解はしやすいですか」等が考えられる。

(2) 人の特性を考慮することが難しい。

人はしばしば、気を遣い、自分をよく見せようとし、経験に影響し、疲れ、手を抜く。このような人の特性を考慮せずにアンケートを取ると、結果に重大な瑕疵を招く。例えば、「このシステムを日常生活で使いたいですか」という何気ない設問も、上司から部下、研究室内の大学院生から卒論生に向けられると、聞かれた側には気遣い、あるいは、忖度の気持ちが生ずるかもしれない。また、「この映像は怖かったですか」という設問に対しても、この程度で怖がっていると思われたら恥ずかしいという気持ちが働くかもしれない。

(3) リアルタイムに答えてもらうのが難しい。

ITU-R BT.500[1]にはスライダを利用してリアルタイムに主観評価を計測する方法が記述されてはいる。しかし、実際に実験を行うと、スライダの操作を忘れる、スライダの操作ばかりが気になって評価に集中できない、といった状況が発生しがちである。

4. 種々の生体信号情報とその特徴

前章で述べた点を解決する一手法として、生体信号情報の利用は有効であると考えられる。特に、興味、飽き、集中、喜び、悲しみ、驚きといった人の情動反応を客観的な指標として取得できる可能性がある。情報通信工学分野に利用できると考えられる主な生体信号情報を**表1**にまとめる。

生体信号に表れる人の反応は個人間で一定の傾向が認められるものの、実際にはかなりの個人差が存在する。そのため、観測された信号から個人差を考慮したデータ分析をする必要がある。これは生体信号を扱う際の難しい点の一つである。例えば、表情解析の研究は近年急速に進歩した分野であるが、個人差を吸収できる分析手法等が検討されている[7]。また、アンケートによる回答をグランドトゥルースとして利用した教師あり機械学習を適用する場合には、前章で述べた難しさがあるため、注意深く設問内容を検討する等、常に妥当性の検証が求められる。

5. 研究事例

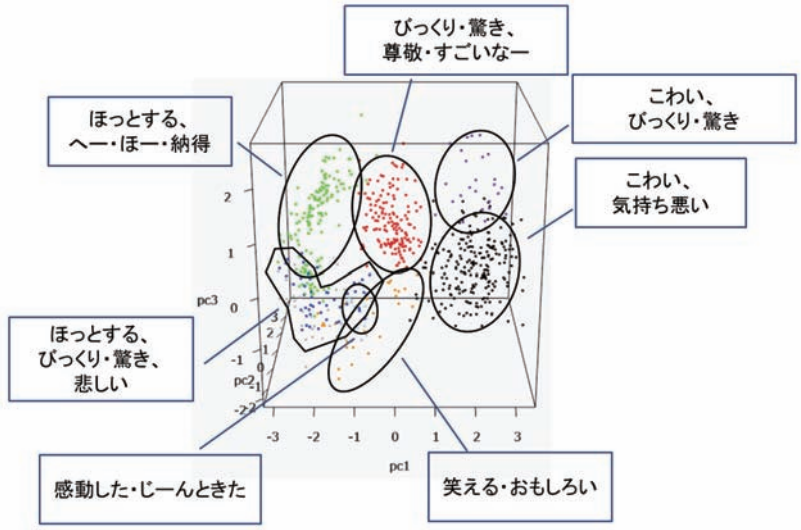
以下、筆者の研究室で行っている2つの研究事例を紹介する。

5.1 映像視聴者の情動推定

より精度の高いコンテンツ推薦システムを目指し、映像視聴者がコンテンツから受ける情動を推定する手法を研究している。文献［8、9、10、11］では、被験者に、驚き、癒し、楽しい、感動、悲しい、怖い、面白い（2種類）、退屈といった情動が生起されると想定する9種類の映像を視聴してもらい、その際の瞳孔径、基礎律動（背景脳波）、RRI（RR

■表1. 主な生体信号情報とその特徴

生体信号	特徴
視線及び瞳孔径等	・興味[5]、集中、注目点、瞬目等の反応が取得可能。 ・アイトラッカによる非拘束の計測が可能。 ・興味度を測定するためには、環境光による瞳孔径変化の影響を取り除く「対光反射補正」[6]が必要。
脳波	・様々な情動反応を計測可能。 ・簡易脳波計を利用すれば比較的手軽に測定可能。 ・完全な非拘束性はないが、将来はウエアラブルデバイス等に搭載される可能性も。
心拍及び血圧等	・緊張及びリラックス等の情動反応が計測可能。 ・簡易心拍計では脈拍程度の情報しか得られないため、心電計、特にR波を計測できるものが望ましい。そのため、装置装着に若干手間がかかる。 ・スポーツ選手の身体状態の測定等でよく利用されている。
顔面温度	・特に鼻梁周辺には動静脈吻合と呼ばれる特殊な血管があり、鼻梁付近の皮膚温度を得ることでストレス度合いを計測可能。 ・赤外線カメラを利用した非拘束な計測が可能。
唾液アミラーゼ	・ストレス度合いを計測可能。 ・計測用のチップを口中に入れる必要がある。
発汗	・主として指や手のひらの精神発汗を電気伝導によって測定。 ・緊張度等を計測可能。 ・非拘束には計測できない。
表情	・様々な情動反応の測定が可能。 ・カメラを用いた非拘束な手法が利用可能。



■図．ある被験者の生体信号データとアンケート結果との対応関係（筆者らの文献［11］の図1より）

間隔、心電波形におけるR波とR波の間隔）を測定する実験を行った。測定したデータに対し、正規化、主成分分析、多段階クラスタリングを施したところ、主成分空間中で図のようなデータ分布とアンケートとの対応関係が得られた。

図から、生体信号データとアンケート結果は非常によく対応していることが分かり、また、主成分空間中では線形分離できない形状に分布しているクラスタの存在も認められる。実験を行った26名の被験者のほとんどで、クラスタ分布や形状は異なるものの、かなりはっきりとした対応結果が得られた。これを基に未知データに対してk-NNによるクラスタ推定を行ったところ、多くの場合に妥当な推定結果が得られた。

一方、線形分離できないという点を考慮し、スパースコーディングによるデータ解析を行った[12]。ここでは、上述の生体信号に加え、顔特徴点も併せて解析を行った。得られたスパース係数をクラスタリングによって分析したところ、情動別にまとまって分布するクラスタが存在するという傾向が見られた。また、スパース係数と基底ベクトルに着目した分析からは、特徴的なクラスタは少数の特徴的な基底にのみ反応しているという結果が得られた。加えて、スパース係数分析の結果から、例えば、怖いという情動は生体信号によって大きく特徴付けられ、面白いという情動は顔特徴点によって大きく特徴付けられることが分かった。

以上より、生体信号による映像視聴者の情動推定が可能であることが示唆された。今後の課題としては、他の機械学習手法の適用による推定精度の向上、個人間での類似度分析等が挙げられる。

5.2　動画視聴時におけるユーザのQoE推定

QoEによるネットワーク制御等の実現を目指し、動画像再生時に品質劣化が生じる場合のQoEを推定する研究を行っている。文献［13］では、再生中に動画が一時停止する遅延を含んだHD品質の動画像を被験者に視聴してもらい、その際の被験者の瞳孔径、視線移動量、基礎律動及びRRIを測定した。幾つかの異なった遅延条件下で複数の動画を視聴してもらい、1つの動画視聴終了ごとに主観品質評価と動画像に対する興味度をアンケートで取得した。取得したデータに対し、主観品質評価を目的変数とし、瞳孔径、視線移動量、基礎律動、RRI及び動画像に対する興味度を説明変数として、取得したデータの6割をランダムフォレストで被験者ごとに学習させ、残りの4割で被験者ごとの主観品質評価を推定できるかどうかの実験を行った。表2及び表3に被験者10名の実験結果を示す。

主観品質評価値の推定は、興味度を含まない場合は約5割、

■表2．興味度を説明変数に含まない場合の分類結果
（筆者らの文献［13］の表7より）

		実際の主観品質評価値					
		1	2	3	4	5	適合率
分類結果	1	298	170	54	22	85	47%
	2	180	609	126	30	150	56%
	3	53	99	223	28	60	48%
	4	22	22	15	75	11	52%
	5	74	119	66	13	252	48%
	再現率	48%	60%	46%	45%	45%	51%

右下のセルは正答率

■表3　興味度を説明変数に含んだ場合の分類結果
（筆者らの文献［13］の表8より）

		実際の主観品質評価値					
		1	2	3	4	5	適合率
分類結果	1	419	103	53	12	106	60%
	2	119	721	137	32	143	63%
	3	40	79	231	21	41	56%
	4	10	32	23	97	2	59%
	5	39	84	40	6	266	61%
	再現率	67%	71%	48%	58%	48%	61%

右下のセルは正答率

興味度を含んだ場合は約6割の精度であり、いずれもチャンスレベルである2割を超え、比較的高い精度で主観品質評価値を推定できることが分かった。特に、興味度を含めた場合には精度が10ポイント上がるという結果を得た。また、説明変数の重要度を調べたところ、興味度、瞳孔径、視線移動量の重要度が高かった。

以上から、「興味のある動画では品質劣化が気になるが、興味のないものでは気にならない」、並びに、「興味のある動画では品質劣化が気にならないが、興味のないものでは気になる」という2つのグループが存在する可能性が示唆された。今後の課題としては、より多くの種類の動画と妨害要因の条件下で、より多くの被験者の実験結果を確認して検証する必要がある。

6. おわりに

本稿では、生体信号情報を情報通信工学へ適用する事例として、生体信号によるユーザ主観評価の客観的推定手法について、筆者の研究事例を交えて述べた。映像サービスやIoTサービスが更に広まるにつれ、それらのサービスが与える快適度や満足度の評価と分析が重要になってくると考えられる。安価で装着が簡単な生体信号測定装置も利用できるようになってきていることもあり、様々な情報通信工学分野での生体信号情報の有効利用が、今後ますます重要となるであろう。

（2018年2月27日　情報通信研究会より）

参考文献

［1］ ITU-R BT.500-13、“Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures”、2012年

［2］ 黒川　章、江崎　修司、平松　淳、堀越　博文、“次世代ネットワーク（NGN）を支えるネットワーク基盤技術”、電子情報通信学会、通信ソサイエティマガジン、No.13［夏号］、pp.10-21、2010年

［3］ 江口　眞人、三好　匠、矢守　恭子、山﨑　達也、“QoE状況依存性に係る同一ユーザ群の評価レンジのモデル化”、情報処理学会論文誌、Vol.54、No.12、pp.2451-2460、2013年

［4］ ITU-T Rec. P.10/G.100、“Vocabulary for performance, quality of service and quality of experience”、2017年

［5］ Hess E. H., Polt J. M.、“Pupil size as related to interest value of visual stimuli”、Science, 132、pp.349-350、1960年

［6］ 加藤　敦士、菅沼　睦、亀山　渉、“ディープラーニングによる瞳孔径の対光反射補正方式に関する検討”、電子情報通信学会、2017年総合大会、H-2-12、2017年

［7］ 佐々木　康輔、渡邉　健斗、橋本　学、長田　典子、“顔キーポイントの移動方向コードに基づく個人差の影響を受けにくい表情認識”、電気学会論文誌C、Vol.138、No.5、pp.611-618、2018年

［8］ 傅　櫻、菅沼　睦、亀山　渉、サイモン　クリピングデル、“マルチモーダル生体情報による映像視聴時の感情分類に関する検討”、電子情報通信学会、2016年総合大会、H-2-14、2016年

［9］ 傅　櫻、橋本　稜平、田上　結衣、菅沼 睦、亀山　渉、サイモン　クリピングデル、“生体情報による映像視聴者の感情分類分析に関する検討”、電子情報通信学会、2017年総合大会、H-2-5、2017年

［10］傅　櫻、菅沼　睦、亀山　渉、サイモン　クリピングデル、“生体信号による映像視聴者の情動分類とアンケート回答との対応関係に関する考察”、電子情報通信学会、HCGシンポジウム、C-1-5、2017

［11］傅　櫻、橋本　稜平、田上　結衣、菅沼　睦、亀山　渉、サイモン　クリピングデル、“アンケート回答と生体信号の対応関係を用いたk-NNによる映像視聴者の情動推定に関する検討”、電子情報通信学会、2018年総合大会、H-2-1、2018年

［12］田上　結衣、菅沼　睦、亀山　渉、サイモン　クリピングデル、“生体信号と顔特徴点のスパースコーディングによる映像視聴時情動分類に関する一考察”、電子情報通信学会、HCGシンポジウム、C-1-4、2017年

［13］河内　瞭彦、菅沼　睦、亀山　渉、“ランダムフォレストを用いた複数の生体情報等による動画遅延時のQoE推定の検討”、電子情報通信学会、信学技報CQ2017-124、2018年

ブロックチェーン・エコノミーにおける信頼の構造に関する一考察

国立情報学研究所　情報社会相関研究系 准教授　岡田（おかだ）　仁志（ひとし）

1. はじめに

ブロックチェーンは分散型仮想通貨の基盤として開発された技術であるが、その応用範囲は貨幣的価値の表現に限定されない。分散型仮想通貨の基盤としてのブロックチェーンの特徴は、中心となる運営者が存在しないにもかかわらず、二重送金を防止することができる点に求められる。すなわち、電子的に表現された価値でありながら、これを複製して二重使用することが不可能であり、原所有者から新所有者へと一意に移転する性質を有する。

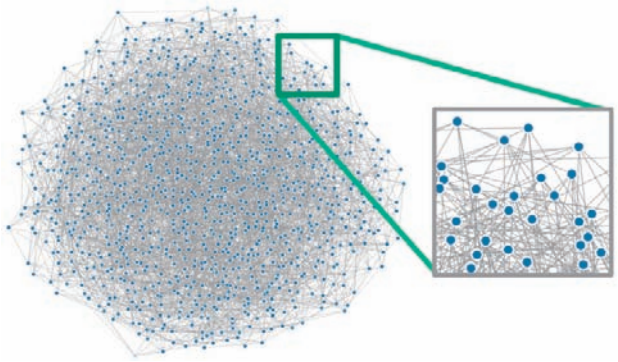
かかる一意性は、電子的に表現された価値がこれまで具備することのできなかった性能であり、それゆえにブロックチェーンは技術的な跳躍であると評される。ブロックチェーンの整合的な性質は、貨幣的な価値のみならず、電子的なアセットとして表現されるあらゆる権利関係の移転を表現できる可能性を示唆する。このような観点から、ブロックチェーンの応用可能性について検討した各種研究会等の調査報告書が公表されている。

本稿では、ブロックチェーン・エコノミーに関する三層構造の仮説を提言しておられる、山崎重一郎教授（近畿大学）の論稿及び資料を端緒として、その社会的かつ経済的なインプリケーションについて考察する。そして、ブロックチェーン・エコノミーの覇権をめぐる国際間の状況について概観し、3つの層から構成されるブロックチェーン・エコノミーにおいて、いずれのレイヤーを把握することが覇権への近道であるのかを検討する。

議論の前提として、はじめに分散型仮想通貨の基礎となる自由参加型パブリックチェーンの構造特性について概観する。そして、ブロックチェーン技術によって経済活動のプラットフォームを構築することの意義がどこにあるのかを考察する。これらの検討を経て、ブロックチェーン・エコノミーの将来について展望する。

2. 自由参加型パブリックチェーンの構造特性

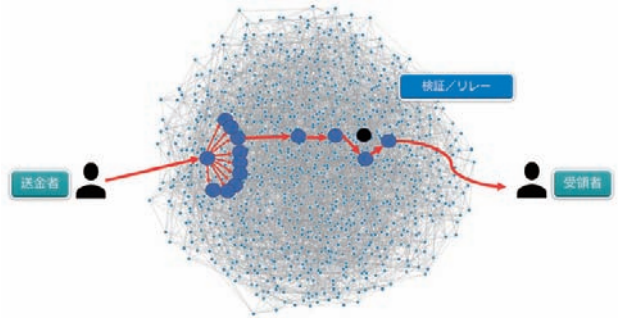
ビットコインに代表される分散型仮想通貨は、自由参加型パブリックチェーンによって構成されている。これは、中心を持たないピアー・ツー・ピアー（P2P）型のネットワークであり、ノードとして参加するために特定の主体からの許可を得ることを必要としない。現時点では、世界中におよそ1万1000個程度のノードが設置されている。各ノードは最大で8個のノードとつながっており、格子状に類似したような構造を持つ。



■図1. ビットコインのP2Pネットワーク

分散型仮想通貨の送金とは、P2P型のネットワークにおいて、ノードからノードへと取引データを伝搬することを意味する。送金者はスマートフォンなどの機器内にウォレットを保有しており、ウォレットには秘密鍵が格納されている。秘密鍵に対応した公開鍵を元に、アドレスが設定される。送金者は、受信者のアドレスに対して送金を行うことを意図する。

このとき、送金者のウォレットは、少なくとも1つのノードを予め知っており、これに対して取引データを渡す。これを受け取ったノードは、つながりのある最大8個のノードに対して取引データを渡す。各ノードは、取引データを検証して、エラーがなければつながりのあるノードへと取引データ



■図2. 送金データのブロードキャスト

を渡す。このようにリレーしていくことによって、最終的には受信者のウォレットへと取引データが届く。

中心を持たないP2P型のネットワークを活用して貨幣的価値を表現することは、一見すると容易に見える。しかしながら、分散型の仮想通貨は早くから構想を持ちながら、長らく実現しなかった。その原因は、電子的なデータの二重使用を防ぐ仕組みを構築することが困難であったことにある。電子的に表現された貨幣的価値においては、二重使用を防止する方法を見つけることが難問とされていた。

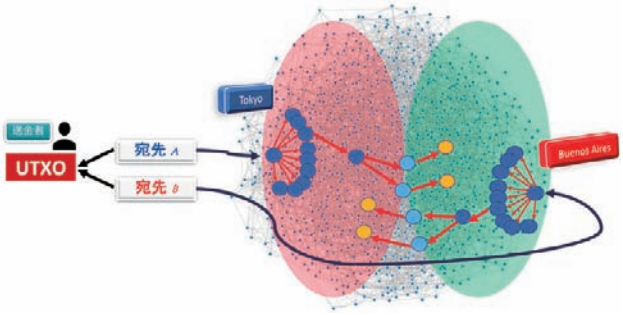
ビットコインにおける貨幣的価値は、UTXO（Unspent Transaction Output：未使用残高）として表現される。いわば電子的に表現されたコインである。UTXOは1か所のサーバに記録されるのではなく、ブロックチェーン上に記録される。では、分散型仮想通貨の台帳であるブロックチェーンはどこに存在するかというと、自由参加型パブリックチェーンに参加する全てのノードが個々に記録する。

分散型仮想通貨の送金とは、送金者の秘密鍵に対応したUTXOを参照し、受信者のアドレスに向けて全部または一部を移動させることである。ウォレットは、このような指示を要素とする取引データを作成し、自己とつながっているノードに対して取引データを渡す。ゆえに、分散型仮想通貨の二重送金とは、1つのUTXOを参照する2つの取引データを不正に作成し、異なる2人の受信者に向けて送金することを意味する。

従来の中央集権型の送金システムでは、1か所において時系列的に取引データを記録するため、二重送金は容易に検知することができた。分散型仮想通貨においては、中心を持たないP2Pネットワークに2つの矛盾する取引データが流れていても、直ちに検出できるとは限らない。P2Pネットワークのノードが地球上に分散しているような場合において、この傾向は顕著となる。

1つのUTXOを参照する取引Aと取引Bが不正に作成され、取引Aのデータは東京付近のノードに渡され、取引Bのデータはブエノスアイレス付近のノードに渡されたと仮定する。このとき、取引Aのデータは東京から徐々に近隣のノードへと伝搬される。取引Bのデータはブエノスアイレスから徐々に近隣のノードへと伝搬される。いずれも正しい取引データとして、ノードからノードへとリレーされる。

こうして、取引Aと取引Bが地球の両側からブロードキャストされる。当初はノード間を矛盾なくリレーされるが、やがて取引Aと取引Bのデータの両方を受け取るノードが現れる。ここにおいて、1つのUTXOを参照する2つの取引が不正に作成されていることが検知される。これが中央集権型のシステムであれば、遅れて到着した取引データをエラーとして扱うなど、何らかのルールに従って取引の正統性を一意に決することができよう。



■図3. 二重送金における2つのデータの伝搬

ところが、地球上に分散したノード間においては、地点によって取引データの到着する時刻が異なる。東京に近いノードは取引Aを先に受け取る蓋然性が高く、ブエノスアイレスに近いノードは取引Bを先に受け取る蓋然性が高い。地球上に分散したノード群においては、ある時刻に観測している風景がノードによって異なる。このことが、中心を持たないP2Pネットワークで貨幣的価値を表現することの難しさの原因であった。

Satoshi Nakamotoが2008年に公表した論稿は、この問題に対する解決策を提示した。その発想は、Proof of Workという方式によって、代表ノードを選定することを内容とする。すなわち、P2Pネットワークに参加するノード群の中から、1つの観測者としてのノードを選定することにより、そのノードが観測している風景は一意に決まるという性質を利用したものである。

ビットコインにおいては、代表ノードを選定するためにProof of Work方式のマイニング方法を導入している。これは、分散性を保つために不可欠なプロセスであるが、資源と時間の浪費であるという批判も存在する。これに対しては、中心を持たないにもかかわらず歴史を記録するための装置、いわばクロニクルを地球上に作り出すためのコストとして容認する向きもある。その是非については論争が繰り広げられている。

3. ブロックチェーン・エコノミーの三層構造

上述のように、ブロックチェーンの存在意義は、中心となる運営者が存在しないにもかかわらず、無数の当事者間における取引を正しく記録し、矛盾なく1つの歴史を作り出

すことを可能にした点に求められる。これまでの巨大な運営者を信頼するネットワークに対するアンチテーゼとして、ボランティアで参加する無数のノードが競争的に協調して、プログラムのコードによる信頼を作り出す仕組みである。

ブロックチェーンは価値の移転を正しく記録することのできる仕組みであるから、貨幣的価値の移転だけでなく、あらゆるアセットの移転を表現できる可能性がある。こうした性質に着目して、あらゆる産業においてブロックチェーン導入の可能性が検討されている。本稿では、これらの動きのなかでも、分散型仮想通貨を支える自由参加型パブリックチェーンを基礎に置いたプラットフォームについて考察する。

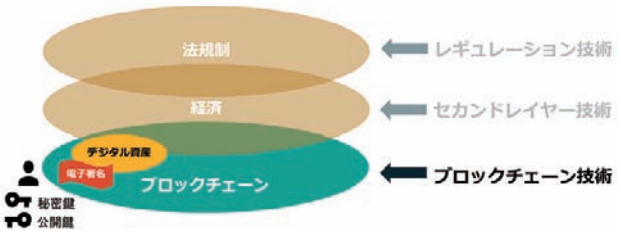
仮説として、ブロックチェーン技術を基礎とした経済活動のプラットフォームは、自由参加型パブリックチェーンによって第1層を構成しながら、その上位レイヤーとして経済活動の第2層と法制度執行の第3層を構築することで形成されるものと想定する。このようなモデルのことを、本稿ではブロックチェーン・エコノミーの三層構造と呼ぶ。

3.1　ブロックチェーンのレイヤー（第1層）

ブロックチェーン・エコノミーの第1層は、分散型仮想通貨に適用される自由参加型パブリックチェーンによって構成される。このタイプのブロックチェーンは、構成要素としてのノードを設置するために何らかの主体による許可を必要としない。なぜならば、許可の主体となるヒトまたは法人はそこには存在せず、ただプロトコルによってのみ規律されるヒトの意思に基づかない空間が広がっているからである。

自由参加型パブリックチェーンは、それがプロトコルに従って正常に動作する限りにおいて、個人から個人へのアセットの移転を不可逆的に記録することができる。個人が保有するアセットの未使用残高はブロックチェーン上に記載されているが、ブロックチェーンは自由参加型のノードによって分散的に保有されている。概念上の設計においては、自由参加型のノードは特定の国家や企業による支配を受けることはない。

ここで、デジタル資産に対する権利を表章するのは秘密鍵である。従来の電子認証基盤では、信頼できる第三者機関の存在が不可欠であった。これに対して、自由参加型パブリックチェーンが創出した空間では、信頼できる第三者機関を必要としない。ブロックチェーンが創出したのは、特定の主体によるコントロールの可能性を排除し、プロトコルによって支配される新しいタイプの信頼空間である。



■図4.　ブロックチェーンのレイヤー（第1層）

ヒトによるコントロールの可能性を排除したことによって、不可逆的な歴史を自動的に記述していくクロニクルが成立した。こうして自由参加型パブリックチェーンは、人間の経済活動の記録を刻む石版としての役割を果たしていく。歴史を刻印するための方式は、あたかもヒエログリフのように特有のプロトコルから構成されている。プロトコルが正しく定義されて実行される限りにおいて、ヒエログリフは正しく歴史を刻んでいく。

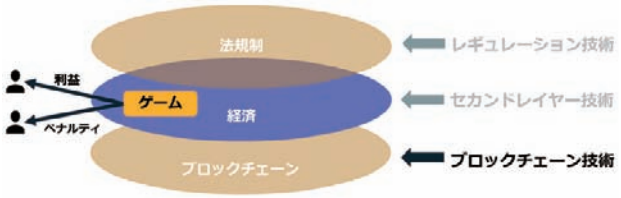
3.2　経済活動のレイヤー（第2層）

自由参加型ブロックチェーンはクロニクルとしての役割を果たす堅牢な仕組みであるが、信頼できる第三者機関を置かないことの結果として、経済活動の主体に関する実在性を担保できないという制約があった。さらに、クロニクルを刻んでいくブロックの1個1個は、ピラミッドの石のようにサイズの上限が決まっているため、ブロックチェーンを基盤とした経済規模の拡大に対応することができないという制約があった。

こうした課題を解決するために提案されたのが、ブロックチェーンのセカンドレイヤー技術である。典型的な方式としては、分散型仮想通貨であるビットコインシステムのセカンドレイヤーとして、ライトニング・ネットワークなどの技術が提案されている。ビットコインシステムにおいては、2017年にアクティベートされた技術文書によって、セグウィット（Segwit：Segregated Witness）のプロトコルが実装された。

Segwit方式は、署名部分をブロックの外部に置くことによって、ブロックに格納できるトランザクション数を増やす効果があり、ビットコインシステムの処理能力を高めるスケーリング策としての意味を有する。Segwit方式のもう1つの効果は、セカンドレイヤーとしてのライトニング・ネットワークの実装を可能にしたことである。これによって、ビットコインシステムは、多層構造の第1層としての位置付けを明確にした。

ライトニング・ネットワークによって記述されるセカンドレイ



■図5. 経済活動のレイヤー（第2層）

ヤーは、第1層としてのビットコインシステムと相互に連携する。これから契約関係に入る2人の当事者は、最初に第1層のビットコインシステム上にデポジット用の共通アカウントを設定する。これを引き当てとしてセカンドレイヤーにおいて契約行為を反復し、契約関係が終了するとビットコインシステムに戻って共通アカウントを閉じ、これと同時に差額を清算する。

ビットコインシステム上における取引をオンチェーンの行為と呼ぶのに対して、セカンドレイヤーにおける経済活動はオフチェーンの行為と呼ぶことができる。オンチェーンの行為はプロトコルによって不可逆性を担保されているが、オフチェーンの行為は不可逆性を当然に備えるわけではない。そこで、オフチェーンの行為にも不可逆性の性質を表現するために、ゲーム理論を応用して契約に反する行為を防ぐことが検討されている。

オフチェーンの行為は、経済活動の行動規範に従って記述されており、その内容は各領域のビジネス・プロトコルに準拠する。しかしながら、契約の一方の当事者が合意の内容を守らなかった場合には、ビジネス・プロトコルから逸脱した行為が発生する。第1層のオンチェーンの行為は、プロトコルが自動的に執行されて逸脱の余地がないのに対して、第2層のオフチェーンの行為は、ビジネス・プロトコルを逸脱する余地がある。

あらゆる経済活動は合理性に関する判断を前提とするため、オフチェーンにおいてビジネス・プロトコルを逸脱することで得られる利益よりも、ペナルティとして受ける損失の方が大きくなるように設計することによって、契約に違反する行為を防ぐことができる。そのための方法として期待されているのが、ゲーム理論を応用したルールの構築である。これが完成すれば、オフチェーンの行為をビジネス・プロトコルに準拠させることができる。

現時点においては、オフチェーンの行為をゲーム理論に従って記述する作業は、いわば手作業によって理論をプログラムに落とし込む段階にある。だが将来的には、ゲーム理論に従って常に契約違反によるペナルティが違反行動による利益を上回るように、半自動的にプログラムを記述するよう改良されるであろう。この段階に至れば、オフチェーンの行為はスケールの制約を受けることなく、広汎に活用することが可能となる。

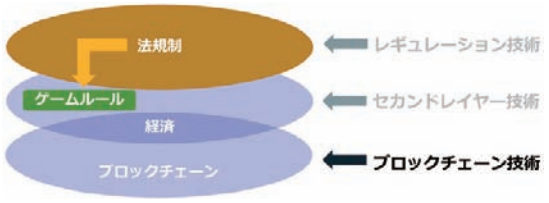
3.3 法規制のレイヤー（第3層）

ブロックチェーン・エコノミーの第1層を規律するのは、プログラムによって記述されたプロトコルであった。第2層の経済活動を規律するのは、ゲーム理論に基づく利益とペナルティの合理的判断であり、第1層と第2層はライトニング・ネットワークなどの仕組みによって相互に連携していた。第1層のルールは、エンジニアによる提案と議論を経て改良され、第2層においては経済学の知見を借りて実効性が改善されていく。

ブロックチェーンにおける経済活動がシステム内で完結するものであれば、これらの二層によって最低限の信頼関係が成立しているように見える。しかしながら、実社会における経済活動を表現するためには、オフチェーンの行為が法律や規範に従ったものであることが必要とされる。契約の両方の当事者が国内に居住するような場合であれば、国内法の規制が自律的に適用されるような装置をシステム内に組み込むことが好ましい。

このような観点から、ブロックチェーン・エコノミーの第3層として、レギュレーションのレイヤーを設計することが提案されている。この構成は、国内法としての強行法を適用する場面よりも、むしろソフト・ローを実装する場面において、より柔軟に機能を発揮する。あるビジネス領域におけるビジネス・プロトコルを業界内で議論して合意に至ったとする。このルールを単に自主的に遵守するのであれば、必ずしも強制力は必要とされない。

これを発展させて、業界団体と規制当局が協調的に関与する方式として、共同規制の手法が注目されている。共同規制の手法によれば、業界団体が中心となって提案したルールが、法適合性を有していて必要かつ十分な内容を具備していることを、規制当局が確認するプロセスを経る。



■図6. 法規制のレイヤー（第3層）

そして、決定したルールに従って経済活動を行っていることを、何らかの方法によって規制当局が検証し、必要に応じて改善のための助言と指導を行う。

ここで、共同規制の仕組みをブロックチェーン・エコノミーの第3層として実装する場合には、第2層の経済活動は第3層のルールの範囲内でしか起こり得ないため、レギュレーションに違反した経済的行動をとることが不可能となる。

およそ共同規制の手法を採用する場合には、過度のレギュレーションによって経済活動の自由を制約していないか、レギュレーションの不足によって契約の不公正を招いていないかを、継続的に検証することが必要となる。共同規制の手法はインターネットに適したレギュレーション手法とされるが、こうした検証のコストが高いことが課題であった。

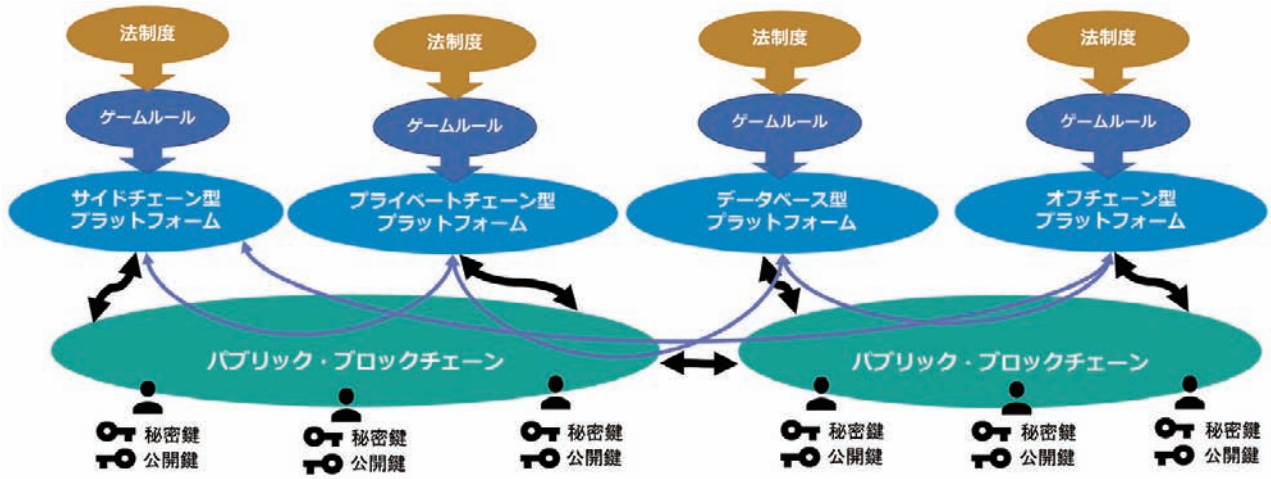
ブロックチェーン・エコノミー仮説では、第2層の経済活動と第3層のレギュレーションを不可分一体で構成することによって、レギュレーションの経済活動における実践を可視化することができる。このことは、共同規制の手法における検証のプロセスを自動化し、さらには協調的にルールを改良するプロセスを支援することが期待される。

4. おわりに

本稿は、ブロックチェーン・エコノミーは三層構造であるとする仮説に対して考察を加えた。その基本形は、第1層を自由参加型パブリックチェーンで構成し、第2層をライトニング・ネットワークなどのオフチェーン技術で構成するものである。ただし、第2層を許可型コンソーシアムチェーンまたはデータベースによって構成することも不可能ではない。オンチェーンとオフチェーンは垂直に連携し、各レイヤーのチェーンは水平に連動する。

こうした階層構造の上位に位置するのが第3層のレギュレーションである。インターネットのルールが主要プレイヤーの集中する国の法律に準拠していったように、ブロックチェーンによる新たな秩序の構築においても、主要なプレイヤーの集中する国が法制度設計をリードする地位を得る。こうした傾向は、三層のレイヤーが密接に関連するブロックチェーン・エコノミーにおいては、より顕著な傾向として現れるものと想定される。

インターネット経済に慣れ親しんだ国では、既存の秩序を重んじてブロックチェーンへの移行を否定する傾向がある。だがインターネット秩序の再構築を試みる国々においては、ブロックチェーン・エコノミーの各レイヤーで存在感を示すことによって、上位レイヤーにおける法制度設計の主導権を握ろうとして競争が繰り広げられている。いま、同時代に起こっている2つの流れの中から、正しく未来を読み取る洞察力が求められている。



■図7. インターブロックチェーン

第16回アジア太平洋ITSフォーラムへの参加概要について

第5世代モバイル推進フォーラム事務局

1. はじめに

高度道路交通システム（以下、ITS（Intelligent Transport Systems））とは、最先端の情報通信技術を用いて人と道路と車両とを情報でネットワークすることにより、交通事故、渋滞などといった道路交通問題の解決を目的に構築する新しい交通システムである。（国土交通省ホームページより）

アジア太平洋は、「ITSの地域的活動を意味するために総称的に呼んでいるものでアジア及びオセアニア地域」のことをさし、同地域でITS推進活動としては最大のイベントとして位置付けられるITSフォーラムは、1995年に横浜で開催されたITS世界会議後に、日本の提唱により開催されたものである。

第1回はアジア太平洋地域ITS セミナーとして1996年9月に産学官連携の下、東京で開催され、日本のVERTIS（現ITS Japan）が事務局となり、ITSを通じた貢献を目的として、日本を含む14カ国/地域を招聘して開催された。ITS世界会議がアジア太平洋地域で開催されない年に、年1回定期的に開催され、2002年の第5回ソウル大会から、アジア太平洋地域ITSフォーラム（以下AP（Asia Pacific）フォーラム）と改称されている。アジア太平洋地域のITS組織としては、11か国/地域が正式加盟し、APフォーラムの開催をはじめとして、本地域でのITS 推進活動における協力関係をうたうMOU（覚書）が締結された。MOUで合意されたアジア太平洋地域での協力関係をITS アジア太平洋（ITS AP）と呼び、APフォーラム、世界会議対応などの連携によるITS APの事務局は、当面ITS Japanが努めることで合意されており、また、議長国は次期APフォーラム開催国が務めることになっている。（ITS Japanホームページより）

第16回アジア太平洋地域ITSフォーラム福岡が、2018年5月8日から10日まで福岡国際会議場において開催され、第5世代モバイル推進フォーラム（5GMF）から本フォーラムに参加し、展示ブースを出展したので、関係者の協力を得て5GMF事務局から参加概要を報告する。

2. 開催概要

第16回を迎えた本フォーラムは、アジア太平洋地域を中心に、ITS、自動車技術、センサー等部品技術等の幅広い専門家が集まり、最新のITS技術に関する各種講演や展示、自動運転車を用いたデモンストレーションや学生を対象としたアイデアソンが行われた。

（1）会合：　The 16th ITS Asia-Pacific Forum FUKUOKA 2018
（2）会合テーマ：“Everyone’s Mobility by ITS”
（3）日程：　2018年5月8日（火）～10日（木）
9：00～17：30（最終日12：30）

■写真1. 会場の外観

■写真2. 開会式の様子

■写真3. 坂井 学　総務副大臣

(4) 場所：　福岡国際会議場、約2,500名が参加
(5) 主催：　アジア太平洋地域ITSフォーラム2018福岡実行委員会
(6) 後援：　総務省、経済産業省、国土交通省、警察庁、福岡県、福岡市ほか
(7) 参加実績：　参加者総数3,556名、会議参加者数1,066名、参加国数23、出展団体数80
投稿発表数54、開催セッション数46

オープニングでは、主催者を代表し本フォーラム実行委員長の中尾 和毅氏（西日本鉄道・常任顧問）の歓迎挨拶に続き、主催自治体を代表し高島福岡市長の歓迎挨拶が行われた。来賓として、総務省の坂井 学 副大臣、小川福岡県知事の挨拶が行われた。最後にAPフォーラムを代表し、ITS Japanの天野専務理事から挨拶があり、壇上で参加したAPフォーラム代表者の紹介が行われた。

2.1 講演・セッション

(1) 全体セッション1：Impact on society by new era of mobility：

小川福岡県知事の基調講演の後で、日本（トヨタ）、米国、中国、インドネシアの産業界等から、社会問題や交通事情に基づいたITSに対する新しい取組みが紹介された。

(2) 全体セッション2：ITS, contributing to the solution of the social challenges：

総務省 竹内電波部長（当時）の日本のITSの開発状況やコネクテッドビークルでの活用が期待される5G関する基調講演に続いて、日本（九州大学）、台湾、シンガポール、オーストラリアの政府機関、アジア開発銀行から社会変革に向けた試み等が紹介された。

(3) ハイレベルパネル：Government Panel-Automated driving for the realization of Society 5.0：

内閣府、総務省、国土交通省、警察庁による講演やパネルが行われた。総務省 新世代移動通信システム推進室 中里室長から日本におけるITSや5Gの開発状況についての講演があった。

■写真4. 竹内 芳明氏
総務省 総合通信基盤局
電波部長

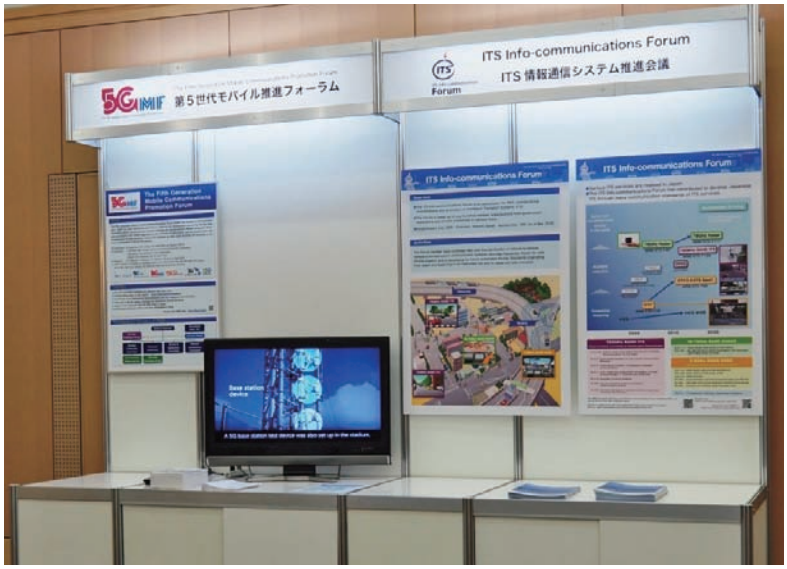
■写真5. 中里 学氏
総務省 新世代移動通信
システム推進室長

2.2 展示・デモ

会場内外において、自動運転車を用いたデモンストレーションや試乗があった。

(1) 展示

5階展示会場において、5GMF並びにITS情報通信システム推進会議がブースを出展し、それぞれの活動紹介を行っ



■写真6. 展示ブース（5GMF、ITS情報通信システム推進会議）

た。5GMFでは5G総合実証試験のビデオ放映、ブックレット（2017年度5G総合実証試験レポート）の配布を行った。ITSでは通信料に関して、5Gでは5G実証試験のビデオに多くの来訪者があり、導入時期や技術的な特徴などの質問が多く寄せられた。

(2) アイデアソン

国内外の100名弱の学生が参加し、「ITSを活用していかにしてアジア各国の交通事故を減らすか」をテーマにグループ別討議を行い、解決のためのアイデアの発表が行われた。

(3) イベント

自動運転やアプリケーションのデモンストレーションとして、バス模擬走行実演、AIバス乗車体験等が行われた。

3. おわりに

今回初めて5GMFからITSのAPフォーラムに出展したが、多数のセッションと大規模な展示に驚いた。5Gに対する理解も深まっており、総務省講演でITS等のインフラ基盤としての5Gの重要性が指摘され、研究者、開発技術者、アイデアソンの学生等の間で関心の高まりを実感した。5GMFは、ITSが5Gの利活用において、重要な分野であることから、交流を深めていく所存である。引き続き、ITS関係者、5G関係者のご支援・ご協力をお願いいたします。

5Gの実現に向けた5G時代のスマートフォンユーザー動向に関する第2回日本・台湾合同ワークショップの開催概要について

一般社団法人電波産業会
第5世代モバイル推進フォーラム

1. はじめに

台湾における標準化推進団体である情報通信産業標準協会（Taiwan Association of Information and Communication Standards:TAICS）及び一般社団法人電波産業会（Association of Radio Industries and Businesses：ARIB）は、2016年7月に包括的な協力覚書を締結した。ARIBが事務局を務める第5世代モバイル推進フォーラム（5GMF：吉田進会長/京都大学 名誉教授）において、一般ユーザーを対象としたスマートフォンの利用動向に関する定点観測を行うとともに、5G等の新サービスに対する利用意向等の調査を2016年から行っている。また、2017年にはTAICSの協力により、台湾においてもユーザー利用調査を開始した。台湾での調査において、ユーザーの先進的な利用が明らかとなった。今後とも継続して台湾及び日本におけるスマートフォンユーザーの動向を調査することにより、5G導入に向けての潜在的なニーズに関する情報を得ることが期待されている。

このような中、2017年10月にARIB/TAICS共同主催、5GMFの企画協力を得て、第5世代移動通信システム（5G）に関するサービス・アプリケーションの検討促進を目的に、台北市（台湾）において、一般ユーザー、通信事業者、機器ベンダー、コンテンツ事業者等を聴講の対象とし、日本側から、総務省、5GMFの専門家等が参加する合同ワークショップを開催し、多くの参加者を得ることができた。今回、2018年5月に東京ビッグサイトにおいて開催されたワイヤレステクノロジーパーク（Wireless Technology Park：WTP）において、第2回日台合同ワークショップを開催したので概要を報告する。

本稿は、総務省、5GMF関係者等の協力を得て、事務局を務めたARIB及び企画協力した5GMFが報告する。

2. ワークショップの概要

2018年5月24日、東京ビッグサイトのWTP展示場内のセッション用会場において、「5G時代のスマートフォンユーザー動向に関する第2回日本・台湾合同ワークショップ（The 2nd Japan-Taiwan 5G Workshop on Service and Application towards the 5G realization）」が開催され、一般の参加者を含め約120名の参加があった。

開会に当たり、ARIB森山理事から、ユーザー動向調査におけるTAICSの協力に対する感謝と、動向調査により日本と台湾間の新たな違いや共通点が浮き彫りになり、5Gサービスの検討に貴重なデータベースを構築できている状況に言及し、大規模な5G商用化に向けた関係者の更なる協力に関する挨拶があった。

セッションでは、まず台湾側のパート、続いて日本側のパートが行われ、2会場にまたがり参加者が集まり、熱心な聴講が行われた。

2.1 台湾によるセッション1「台湾の5Gに向けた取組み」

台湾経済部の許氏より、5Gの割当てに向けた周波数の検討状況、期待される5Gサービス、今後の5G実証試験のスケジュール等に関する台湾政府の取組みの紹介があった。

工業技術研究院（ITRI）の陳氏より、5G時代の台湾のモバイルビジネスの考察の紹介があり、様々な分野での5G利活用の見通しや新たなビジネスモデルに関するトピックスの

■写真1. 開会挨拶をする
ARIB 森山理事

■写真2. 総務省
中川 課長補佐

■写真3. 閉会挨拶をする
TAICS 呂 団長

■写真4. ワークショップの模様

説明があった。

台湾のオペレータである中華電信の姚氏より、主に4Gは既に高い普及率で月額料金制、5G実現に向けたパイロットプロジェクトの概要の紹介があり、5G実証試験のスケジュールや国際連携への期待の表明があった。

アプリケーションを提供するソフトウェア開発の立場から、Kdan Mobileの蘇氏より、5G時代の台湾のクラウドやAR/VRに関するイノベーションの状況やIoTを含むスマートフォンアプリケーションの展望の紹介があり、中国市場も視野に入れた新たなアプリケーションの開発へ取組みが示された。

続いて、質疑応答の時間があり、総務省から「日本の中でよく話の出る、包括的な質問になるが、4Gと5Gで最も違いが際立つアプリケーションは何だと思うか? 総務省で違いを語っていく必要があるため、意見を伺いたい。」との質問に対し、中華電信から、「5Gについて最初は速いだけと考えていたが、その後研究を進め、認識が変わった。『通信キャリアの5Gへの取組み』の中でも述べたが、企業の顧客にARを使った5Gサービスを提供することで、新たな価値が生まれると考えている。エンドユーザにとっては、もしかしたら大きな違いは見えないかもしれないが、5Gを使用することで、故障対応時に人を送らず、AR技術を使って対応する等、B2B2Xの対企業の部分に大きな違いがあり、新たな価値を生むと考えている。」との回答があった。

2.2 日本によるセッション2「日本の5G実現に向けた取組み」

総務省の中川課長補佐より、5G早期実現に向けた背景、5Gの基本コンセプト、総務省による5G総合実証試験、5G用周波数の国際協調など、総務省による取組みの概要が紹介された。

（株）インフォシティの岩浪氏より、5GMFの活動の概要と4Gから5Gにおけるアプリケーションの変化の考察、人間と機器の間の関係等の変化に伴う新たなアプリケーション開発に対する取組み等の紹介があった。

日本電信電話（株）の角氏より、5G実現に向けた実証試験について、超高速、超低遅延、多数接続の3つの機能を中心に、パートナーとの取組みなどの紹介があり、また新たなパートナーとの関係構築の仕組みなどの説明があった。

セコム（株）の田中氏より、施設警備、イベント警備等の効率化、品質向上に向けた5Gによって実現されるサービスやアプリケーションについての取組みなどの紹介があり、通信事業者との共創による新たなビジネスモデルや同社の技術と組み合わせた新たなサービスへの展望について説明があった。

2.3 ユーザー動向調査による日本・台湾の比較

セッション2において、ユーザー動向調査を担当したイデア・フロント（株）の内田氏より、動向調査の結果の分析、日本と台湾のモバイル利用動向の差異などの考察が次のとおり紹介された。調査は、日台それぞれにおいて、Webアンケート及びグループインタビューにより行われた。

（1）利用中の端末や回線の種類

日本では、AndroidとiPhoneのシェアが拮抗しているが、台湾ユーザーは8割近くがAndoroidスマホを利用している状況。台湾では、フリー Wi-Fi、職場・学校Wi-Fiの利用率が日本よりも高い状況。

（2）スマートフォンを人に例えると

日本ではスマホを「友人」に例える人が多いが、台湾では「秘書」や「執事」に例える人が多い状況。社会・文化的な背景が考えられ興味深い結果となった。

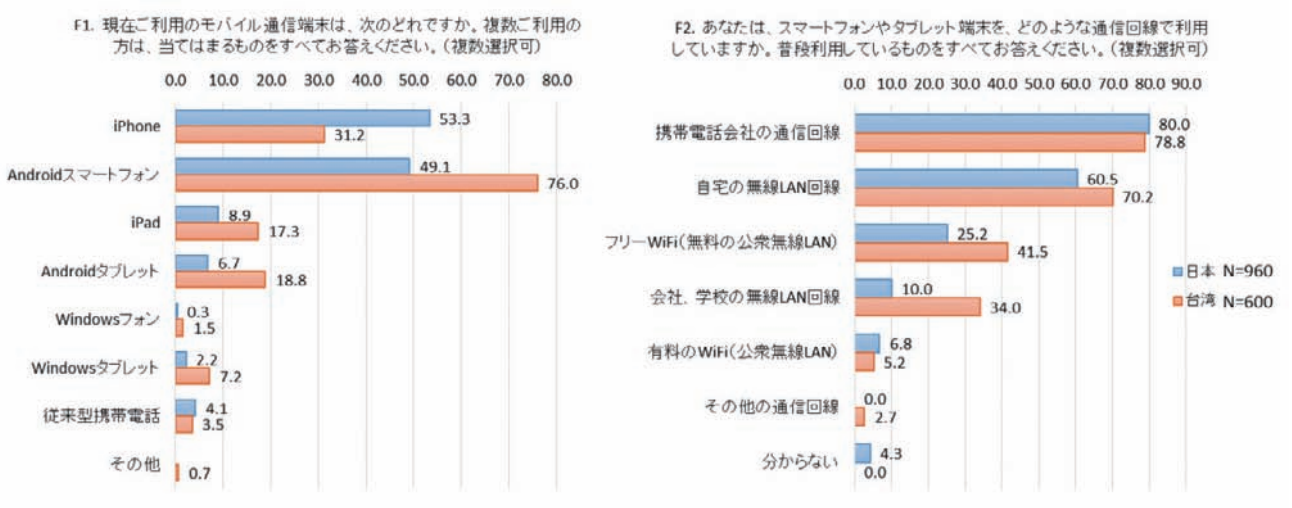
（3）生活行動のモバイル移行の状況

音楽・動画のモバイル利用では、台湾が先行。PCにおける仕事やオンラインショッピングの利用は日本が多くなっている状況。特に、日本では仕事においてPCの利用が多く、モバイル利用が進んでいない実態が明らかになった。

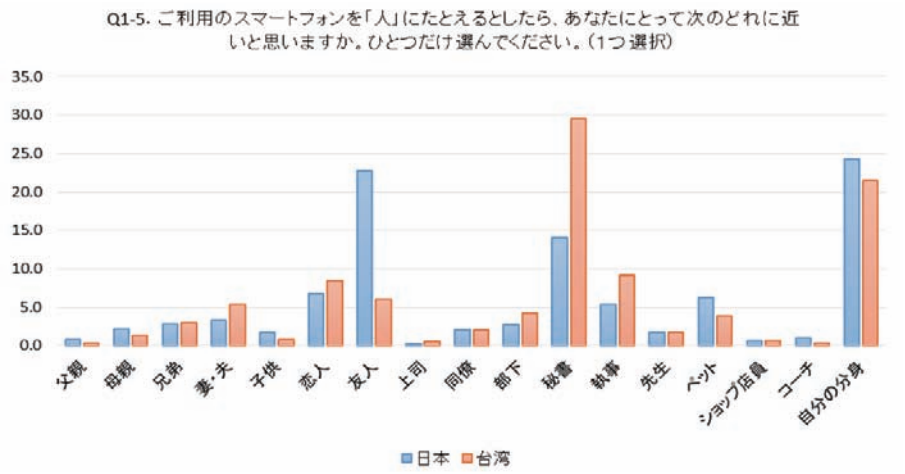
（4）モバイル端末と接続している機器の状況

台湾では、AV機器やスマートウォッチをモバイル端末と無線接続して利用している人が2割近くいるが、日本でのこれらの利用は低く有線接続の状況が明らかになった。

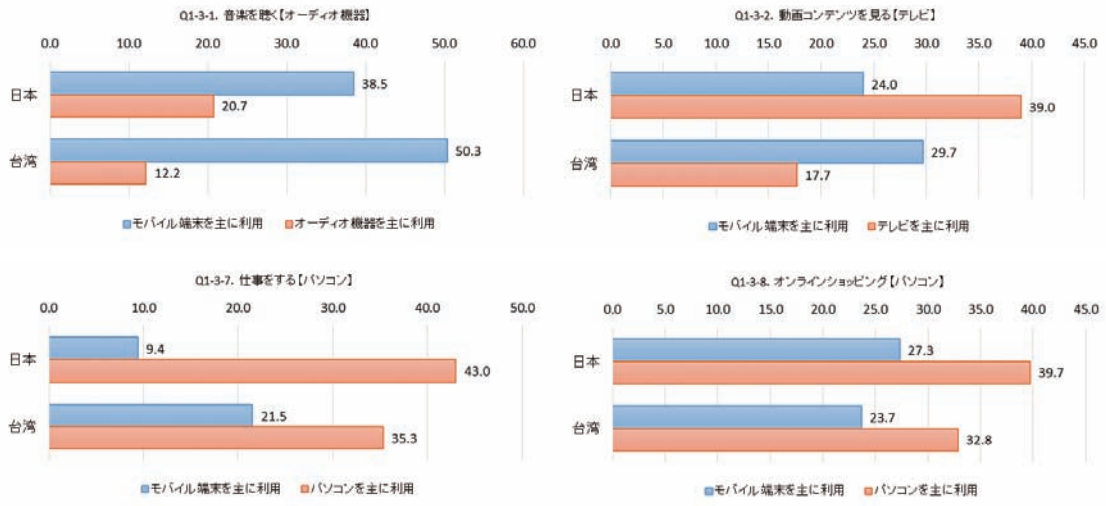
セッションの最後に台湾代表団の呂団長から、登壇者と共催のARIBに感謝の表明があり、さらに東京オリンピックの開催が迫っており、政府・産業界の協力が成功をもたらすと信じており、台湾と日本との協力も合わせて深化させていきたいとの閉会挨拶があった。



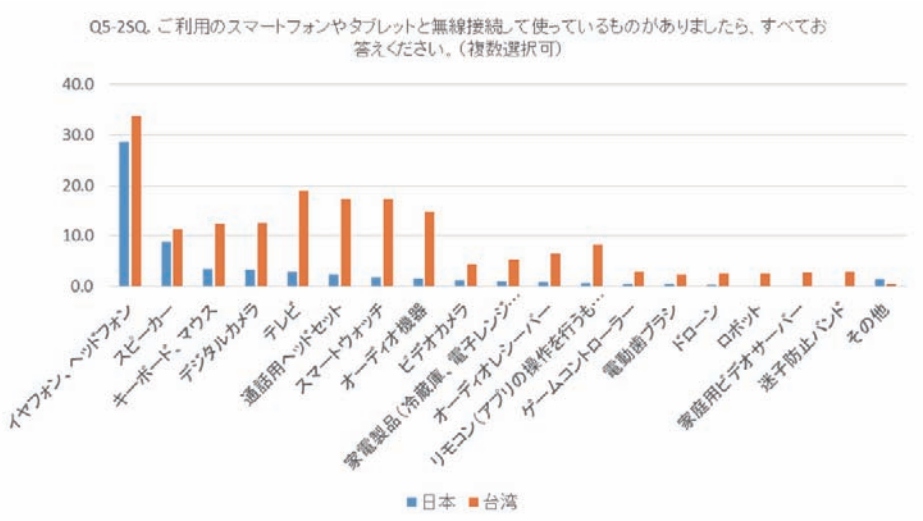
■図1. 利用端末・回線の状況



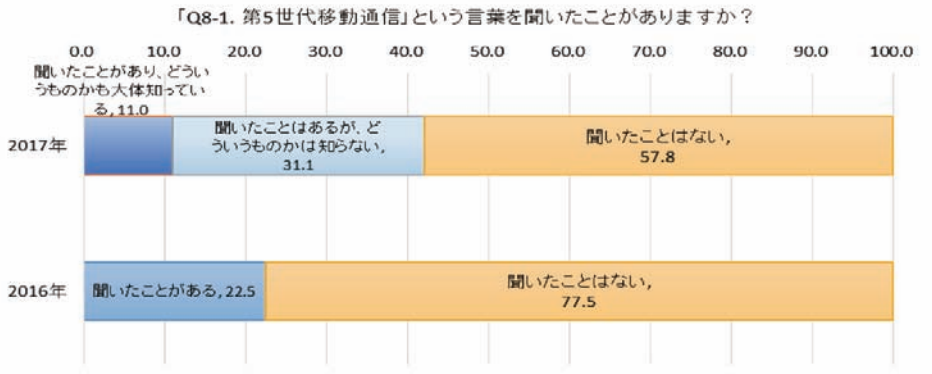
■図2. スマートフォンを人に例えると



■図3. 生活行動のモバイル移行の状況



■図4. モバイル端末と接続している機器の状況



■図5. 第5世代移動通信の認知度

3. おわりに

5GMF及びARIBでは、TAICSとの連携のもと、5G導入に向けてのサービス・アプリケーションに関する先進的な情報を入手するため、台湾におけるユーザーの動向調査を継続し新たな知見を得るとともに、TAICSとの意見交換を継続していく予定である。

日本におけるユーザー動向調査では、「第5世代移動通信システム（5G）」の言葉を知っているか否かの認知度は、言葉自体を知らない人が6割を占めている状況であり、台湾よりもかなり高い状況である。引き続き、国内での5G推進活動のアピールが必要であると思われる。

引き続き、関係の皆様のご支援・ご指導をよろしくお願いいたします。

平成30年版情報通信白書の概要

総務省　情報流通行政局 情報通信政策課 情報通信経済室

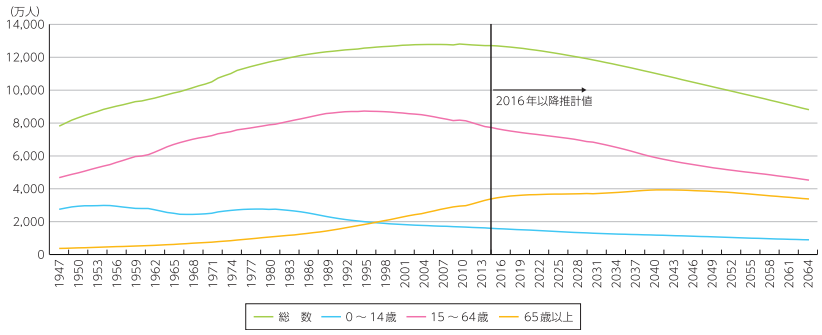
1. はじめに

総務省では、「平成30年版情報通信白書」を2018年7月3日に公表した。今回の白書*1は、特集テーマを「人口減少時代のICTによる持続的成長」としている。

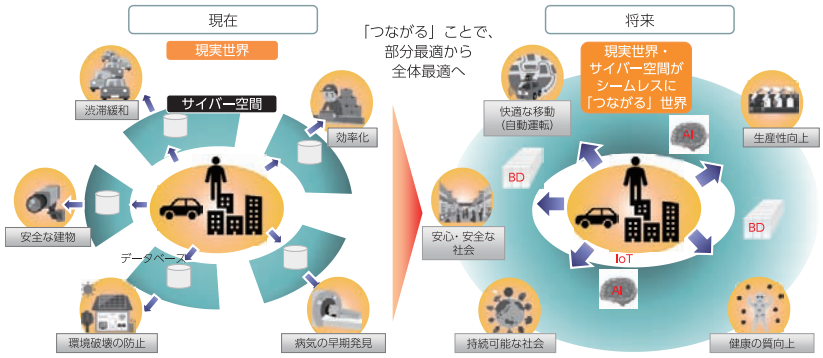
我が国では2008年をピークに人口が減少しており、生産年齢人口の減少と高齢人口の増加が見込まれるとともに（図1）、国内需要の減少による経済規模の縮小、労働力不足など社会的・経済的課題が深刻化することが予想される。これに対しICTを利活用して人・モノ・組織・地域などあらゆるものを「つなげる」ことで新たな価値創造を実現、すなわち、需要喚起、生産性向上、社会・労働参加を促進することで、人口減少時代における持続的成長を図ることが考えられる。

近年、インターネット利用の増大とIoT（Internet of Things：モノのインターネット）の普及に伴い、大量のデータ（ビッグデータ）の生成が進みつつある。それらのデータをAI（Artificial Intelligence：人工知能）により分析し、結果を様々に活用することで新たな価値創造につなげることができる。

別の見方をすると、現在は、デジタルデータが主導する社会・経済へ進化する「デジタルトランスフォーメーション」の時代にある。まず、インフラ、制度、組織、生産方法など従来の社会・経済システムに、AI、IoTなどのICTが導入される。次に、社会・経済システムがそれらICTを活用できるように変革される。さらに、現実世界・サイバー空間がシームレスにつながり、特定の分野、組織内に閉じて部分的に最適化されていたシステムや制度等が社会全体にとって最適なものに変貌することが予想される（図2）。



■図1. 我が国の人口及び人口構成の推移



■図2. デジタルトランスフォーメーション

*1　本白書は、情報通信白書ホームページ（http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/index.html）において、全文を公開している。

以下、本稿では、平成30年版情報通信白書のうち、上記に述べたICTによる新たな価値創造を考察した第2章～第4章の概要について述べる。

2. ICTによる新たなエコノミーの形成（第2章）

ICTには需要面で持続的成長に貢献することが期待される。ここでは、ICTが産業間の垣根を越えて利用され、市場（エコノミー）を新たに形成する役割について、X-Tech*2、シェアリングエコノミーを例に取り上げる。

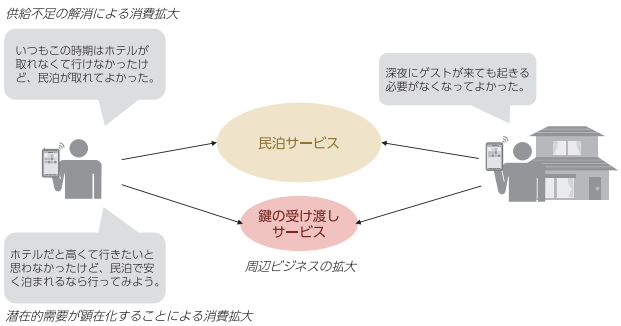
(1) X-Techの進展

近年、様々な産業や業種などにデジタル技術や新たなICTを活用するトレンドが進展している。金融ではFinTech、教育ではEdTech、医療ではMedTechなどと言われ、その総称として、X-Techと呼ばれている。

例えば、FinTechでは、家計簿や金融機関ごとに分散している資産を1つで把握できるサービスや、AIが利用者に最適な資産運用を提案し、小額での運用を可能にするサービスなどが登場しており、我が国の資産運用の活性化に資することも期待される。

(2) シェアリングエコノミー

ICTプラットフォームを活用することで、個人もサービスの供給者として市場に参加できるようになっている。代表的な例が、シェアリングエコノミーである。シェアリングエコノミーには、供給不足の解消や潜在的需要が顕在化することによる消費拡大の効果に加えて、周辺ビジネスの拡大による効果も考えられる（図3）。



■図3. シェアリングエコノミーによる経済への貢献イメージ

3. ICTによる生産性向上と組織改革（第3章）

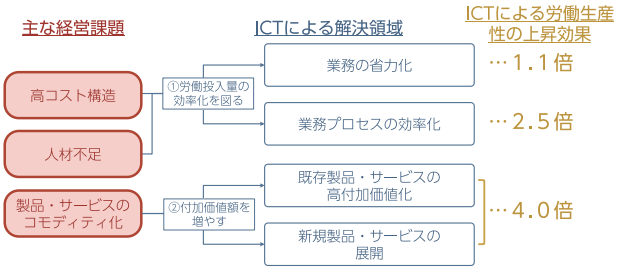
人口の減少は、一国の付加価値の合計であるGDP（国内総生産）の減少にもつながる。限られた人的資源で多くの価値を生み出すには、生産性の向上が不可欠である。ここでは、生産性の向上にはICTの導入と併せて組織改革が必要であることを取り上げる。

(1) 我が国の労働生産性

OECD加盟国35か国の就業1時間当たりの労働生産性を比較すると、我が国は21位であり、G7各国の中では最下位となっている。（2016年・従業者1人当たり）

(2) 労働生産性向上の方策

生産性=付加価値額/労働投入量である。生産性を高めるには分母を減らすか分子を増やす必要があるが、分子を増やす（付加価値向上）ためのICT活用が生産性向上に有益であることが分かった。具体的には、ICTによる労働生産性の上昇効果に関して、労働投入量の効率化と付加価値額を増やすことのどちらが効果があるか、日本の企業へのアンケート結果を基に試算を行った。業務の省力化による労働生産性の上昇効果は1.1倍にとどまる一方で、既存製品･サービスの高付加価値化や新規製品・サービスの展開の効果は4.0倍となった（図4）。



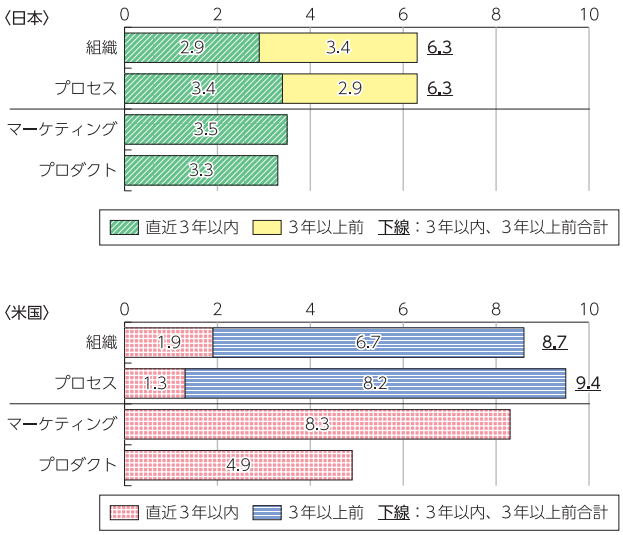
■図4. ICTによる課題解決と生産性の向上方策の類型

(3) 組織改革の必要性

日本は米国をはじめとしたG7各国と比べ労働生産性が低い。生産性向上の方策はさらにイノベーションの4類型（組織、プロセス、マーケティング、プロダクト）に分けて考えることができる。

アンケートを基に日米の大企業の近年のイノベーションの実現度を比較したところ、いずれのイノベーションについても米国企業の方が高くなった。特徴的なのは、米国企業は概ね3年以上前に組織改革を実現済みである一方、日本企業では直近3年間に取り組んでいる企業が未だ一定数あることである（図5）。ICT利活用を利益増加などの成果につなげるには、まず組織改革に取り組むことが有効であることが分かっており、日本企業でも取組みが広がっていくことが期待される。

*2 「エックステック」または「クロステック」と読む。



■図5. 日米のイノベーション実現度

4. ICTによるインクルージョンの促進（第4章）

我が国においては、人口減少が進むとともに単独世帯数の増加と大都市への人口集中が進むと予測されている。これは、いざというときに頼りにできる家族などが身近におらず、社会的に孤立してしまう可能性を持つ人が増加することを意味している。

また、人口減少に伴い減少する労働力を補う手段の1つとして、それまで職場で活躍しづらかった女性、高齢者、障害者をはじめとする、多様な人々の労働参加を進めていくことがより重要になる。

(1) 人々の社会参加を促すICTによるコミュニケーション

ソーシャルメディアが広く普及し、多様な人々とつながることがインターネットの普及以前に比べて容易になったと考えられる。ソーシャルメディアは新しい友人を得たり、情報収集に活用できたりなど様々なメリットがある。ソーシャルメディアを利用して良かったことについて、日本と海外のソーシャルメディア利用者にアンケートを行ったところ、我が国の利用者は、①新しいつながり創出、②既存のつながり強化に関する項目に対して、良かったことと認識する人の割合が海外と比べて低いことが分かった。

また、ソーシャルメディアは現実のつながりを補完するためにも利用されている。ICTによる「見える化」により、困っている地域住民と、そのような人々を助けることができる人をマッチングし、地域内の人々同士の助け合いを促すことができる地域SNSやシェアリングエコノミーサービスが登場しており、各地で様々な取組みが行われている。

(2) 多様な人々が働ける環境の実現に役立つICT

ICTは、職場の人同士のコミュニケーションを活発にしたり、決まった職場に出社しなくても働ける環境を実現したりできるなどの点で、多様な働き方を実現する上で役に立つと考えられる。平成30年版情報通信白書では、多様な働き方を実現するICT利活用として、①ビジネスICTツール、②テレワーク、③クラウドソーシングの3つを取り上げている。

① ビジネスICTツール

近年、職場でのコミュニケーションの円滑化や労務管理などのために、社内SNSやチャット、ウェブ会議などの機能を持つツールの導入・利用が広がりつつある。

個人に対し、ビジネスICTツールの職場への導入の有無が、職場の働きやすさと関係しているか調査したところ、働きやすさに明確な差は見られなかった。しかし、ビジネスICTツールを積極的に利用しているか否かが職場での働きやすさと関係しているかを見ると、積極的に利用している回答者は、働きやすさの評価が高くなった。このことから、ビジネスICTツールの導入のみならず、個人が積極的に利用することが、働きやすさにつながると考えられる。

② テレワーク

テレワークは、ICTを活用した場所や時間を有効に活用できる柔軟な働き方である。「平成29年通信利用動向調査」によると、2017年の我が国企業のテレワーク普及率は13.9%であり、より一層の普及が期待される。テレワークを利用していないが利用したい従業員に対して、利用上の課題を質問したところ、回答率が高かったのは「会社のルールが整備されていない」「テレワークの環境が社会的に整備されていない」などであり、依然としてルールや環境整備の面での課題が残っていることが分かった。

③ クラウドソーシング

クラウドソーシングについて調査したところ、認知度は3割、利用して仕事をしたことがある者の割合は4.7%にとどまった。今後、自営型のテレワーカーが仕事を請け負う手段の1つとしてクラウドソーシングの認知度及び利用が拡大することが期待される。

ITU-R SG3関連会合の結果について

総務省　総合通信基盤局 電波部 基幹･衛星移動通信課 基幹通信室 課長補佐　野村（のむら）　惇哉（じゅんや）

1. はじめに

ITU-R Study Group 3（SG3、電波伝搬研究委員会）関連会合が、2018年6月19日（火）から28日（木）にかけてカナダ（モントリオール）で開催された。本稿ではSG3の概要、近年の動向及び今回会合の結果を報告する。

2. SG3の概要

SG3は、電波伝搬を所掌する研究委員会である。各種無線システムの標準化の検討に必要な電波伝搬特性やパラメータの計算方法等の標準化を担当しており、Pシリーズの勧告の策定・維持等を通じて他のSGに対して電波伝搬に関する情報を提供している。また、伝搬モデルの根拠となる測定データのデータベースも管理している。

SG3は**表**に示すとおり、4つのWorking Party（WP、作業部会）から構成されており、WP3Jが基本伝搬、WP3Kがポイント-エリア伝搬、WP3Lが電離圏伝搬・電波雑音、WP3Mがポイント-ポイント伝搬・地球衛星間伝搬をそれぞれ検討対象としている。SG3議長は豪州のC. Wilson女史が務めている。

他のSGと異なりSG3の標準化の対象は電波伝搬という自然現象であり、そのアウトプット（勧告、報告、ハンドブック等）はITU-Rにおける各種検討の基礎を成すものである。そのため、入力にあたっては測定データが重視されるなど、ITU-Rの他のSGと比べて学術的な色合いが強い。

■表．SG3の構成（敬称略）

組織名	所掌	議長
SG3	電波伝搬	Carol Wilson（豪州）
WP3J	基本伝搬	Carlo Riva（イタリア）
WP3K	ポイント-エリア伝搬	Paul Mckenna（米国）
WP3L	電離圏伝搬・電波雑音	Christopher Behm（米国）
WP3M	ポイント-ポイント伝搬・地球衛星間伝搬	Glenn Feldhake（米国）

3. SG3の動向

3.1　SG3における議論が活発化

近年、SG3関連会合における議論が活発化している。

主な理由として、無線システムにおいて、従来はあまり使用されてこなかった高周波数帯（数10GHz以上）に関する研究が盛んになったことやWRC-19議題に関連する検討が行われていること等が挙げられる。特に、高周波数帯における共用検討については、これまで伝搬モデルが十分に整備されておらず、今後これらの帯域を活用していく上で、SG3における研究の重要性が増してきていると言える。

3.2　WRC-19議題に関する検討

WRC-15（2015年11月）において、WRC-19議題として、IMTの将来開発に向けたIMT周波数の特定（議題1.13）や275−450GHzの周波数範囲で運用する陸上移動及び固定業務アプリケーションの主管庁による使用の特定に向けた研究（議題1.15）が検討されることが決定された。

議題1.13については、24.25−86GHzの中から、複数の帯域をIMT候補周波数帯として検討していくこととなっている（責任WPはTask Group 5/1（TG5/1））。TG5/1で検討されているIMTと他業務との共用検討に必要な電波伝搬モデルを24.25−86GHzの周波数に対応させるため、SG3のWPは関連WPとして、既存モデルの適用可能周波数帯の拡張のほか、これまで以上に周波数共用を進めるために必要なクラッタ損失、建物侵入損失等の新たなモデルの策定といった検討を精力的に行った。

また、議題1.15については、現在受動業務のみに特定されている275GHzから450GHzの周波数範囲で、能動業務（陸上移動業務・固定業務）への周波数特定を検討していくこととなっている（責任WPはWP1A）。WP1Aで検討されている陸上移動業務・固定業務と受動業務との周波数共用検討のため、SG3のWPは関連WPとして、必要なクラッタ損失、建物侵入損失等の新たなモデルの策定といった検討を精力的に行った。

4. 今回会合の結果

今回会合では、23か国・7機関から89名が参加し、4つのWP宛に合計197件の入力文書があり、議論の結果88件の出力文書が作成された。日本からは、総務省、民間企業及び研究機関から10名が参加し、6件の寄書を入力した。

以下、今回会合における主要結果を概説する。

4.1　クラッタ損失に関する検討

ITU-R勧告P.2108は伝搬経路上の障害物（クラッタ）による伝搬損失モデルに関する勧告である。IMTと衛星業務や他の地上業務との共用検討に際し、クラッタ損失に関するモデルの必要性が認識され、WP3K及び3Mにおいて検討が進められてきたものである。

今回会合では、英国、韓国のほか、オレンジ等のセクターメンバーから、クラッタ損失の測定結果等に関する寄書が入力された。我が国からも、ドローンを活用したクラッタ損失の測定方法を提案し、各国から有意義な検討内容として受け入れられた。

4.2　建物侵入損失に関する勧告P.2109の改訂

ITU-R勧告P.2109は建物進入損失に関する勧告である。前述のクラッタ損失に関する検討と同様、IMTと他の業務との間の共用検討に用いるため、電波が建物を出入りする際の伝搬損失に関する検討がWP3J、WP3K及びWP3Mにおいて進められてきたものである。

今回会合では、英国、中国のほか、オレンジ等のセクターメンバーから、アンテナ指向性による影響の追加や建物侵入損失の推定モデルの妥当性に関する寄書が入力された。これらの寄書を受けて、屋内で使用されている端末のアンテナビーム幅の影響を考慮したモデルの追加等の検討を行った。

議論の結果、P.2109の将来改訂案に向けた作業文書が作成され、議長報告に添付された。

4.3　屋内伝搬に関する推定法の勧告P.1238の改訂

ITU-R勧告P.1238は屋内伝搬に関する伝搬データと推定法を記載した勧告である。IMTに関する検討に用いるため、伝搬損失モデルの周波数拡張に向けた検討を行ってきた。

今回会合において、中国から、屋内伝搬損失を推定するためのパラメータ表を簡素化するため、6GHzを境界として表を分割すること、見通し内外でパラメータを分割することの提案が行われた。当該提案については、境界に当たる6GHzにおける値の取り扱いに関する入力を追加で求めることとなった。また、韓国から、前回会合で韓国から提案がなされた、アンテナビーム幅が受信電力に及ぼす影響について、受信電力のビーム幅依存性に関するモデルを修正することの提案が行われた。

議論の結果、P.1238の将来改訂案に向けた作業文書が作成され、議長報告に添付された。

4.4　屋外短距離伝搬に関する推定法の勧告P.1411の改訂

ITU-R勧告P.1411は屋外短距離伝搬に関する伝搬データと推定法を記載した勧告である。IMTに関する検討に用いるため、伝搬損失モデルの周波数拡張に向けた検討を行ってきた。

今回会合において、英国から、800MHzから73GHzにおける測定結果を基とした、住宅街における見通し外伝搬損失の推定に必要となるパラメータを追加することの提案が行われた。当該提案については、推定の精度を向上させるため、更なる測定データの提供を求めることとなった。また、韓国から、時速200kmを超える高速移動環境における5.9GHz帯の遅延スプレッド及びレベル変動の結果を追加することの提案等が行われた。当該提案については、適用周波数の拡大に向けて更なる検討を求めることとなった。

議論の結果、P.1411の将来改訂案に向けた作業文書が作成され、議長報告に添付された。

4.5　広帯域陸上移動通信のための時間・空間プロファイル推定法に関する勧告P.1816の改訂

ITU-R勧告P.1816は広帯域陸上移動通信のための屋外マクロセル及び屋外スモールセルの時間・空間プロファイル推定法を記載した勧告である。IMTに関する検討に用いるため、水平方向電波到来角度を対象としたプロファイル推定法に加えて、垂直方向電波到来角度を対象とした推定法を新たに追加するための検討を行ってきた。

今回会合において、我が国から既存のモデルと同じ伝搬環境パラメータを用いた垂直方向到来角度プロファイルモデルを追加することの提案を行った。

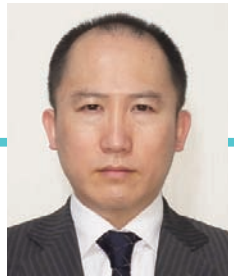
議論の結果、我が国の提案が反映された上で、P.1816の将来改訂に向けた作業文書が作成され、議長報告に添付された。

5. 今後の予定

次回のSG3及び関連会合は、ITU本部（ジュネーブ）にて2019年5月13日（月）～24日（木）にかけて開催される予定である。

SG3では、引き続き高周波数帯に関する伝搬モデルの構築やクラッタ損失・建物侵入損失に関する研究がなされる予定であり、我が国からのより一層の貢献が期待される。

ITU-R SG4（衛星業務）関連WP会合（2018年6～7月）報告



総務省　総合通信基盤局 電波部 基幹・衛星移動通信課　坂下（さかした）　秀和（ひでかず）

1. はじめに

2018年6月25日（月）～7月14日（土）の20日間にわたり、スイス（ジュネーブ）のITU本部において、衛星業務に関する審議を所掌とするITU-R（無線通信部門）SG4（Study Group 4：第4研究委員会）のWP（Working Party）会合が開催されたので、その概要を報告する。

今回は、WP4Cが6月25日（月）～7月2日（月）に、WP4Bが7月2日（月）～6日（金）に、WP4Aが7月3日（火）～14日（土）に開催され、約50か国・約35の機関から延べ約500名（WP4A：約300名、WP4B：約90名、WP4C：約110名）が出席した。日本からは、総務省、KDDI（株）、スカパーJSAT（株）、（株）放送衛星システム、日本放送協会、ソフトバンク（株）、（株）日立製作所、日本無線（株）、（株）エム・シー・シー、（一財）航空保安無線システム協会、（一財）テレコム先端技術研究支援センターから計19名が参加した。

2. WP4A会合

WP4Aは、固定衛星業務（FSS）及び放送衛星業務（BSS）の効率的な軌道及び周波数利用に関する問題を扱う作業部会であり、Mr. J. Wengryniuk（米国）議長の下審議を行った。

2.1　WRC-19議題1.5（ESIM）

本議題は、「17.7−19.7GHz/27.5−29.5GHz帯FSS（静止衛星）網での、移動する地球局（ESIM：Earth Stations In Motion）の利用」に関し、技術・運用要件、周波数共用について検討するものである。

ESIMに係る規制の枠組み（ESIM流通時の免許、調整・通告手続き、隣接主管庁の他無線業務や周波数割当ての保護、干渉発生時の責任主体等）をまとめ、WRC-15で採択された決議156を参照する方向で新決議の作成を目指しており、今会合では、CPMテキスト案及び新決議案の審議を行った。

CPMテキスト案については、①RR変更なし、②ESIMの運用について新決議により技術的、運用的、規制的な条件を規定するとのRRの新脚注を追加するという2つのメソッドでまとまった。

日本からは、5G等の移動通信システムの導入が検討されている28GHz帯における海上ESIMと移動業務、固定業務との共用、共存検討を行うための離隔距離計算結果を入力した。CPMテキスト案の最終化を最優先に審議を行う必要があったため、本計算結果の審議はなかったものの、海上ESIMの離隔距離として日本の計算結果を反映した新決議案を含むCPMテキスト案が作成された。同周波数帯におけるESIMからの移動業務の保護が明確にされる方向で、今後、WRC-19に向け検討していくこととされた。

2.2　WRC-19議題9.1課題 9.1.2（IMT/BSS）

本議題は、WRC-15でのIMT特定に関連したL帯（1452−1492MHz）におけるIMTとBSS（音声）との共存のための研究をWP5DとWP4Aが共同で進めている。

CPMテキスト案については、2018年6月に開催されたWP5Dにおいて更新された文書をベースに審議された。日本、中国から入力があり、BSS保護については現行RRの規定による調整を行うことという日本の提案が反映された。

新報告書草案の作業文書については、WP5Dでは更新されなかったため、WP4Aの前回会合の文書をベースに審議された。日本から提案した離隔距離とフランスから提案した離隔距離の違いがあったため、日本が次回WP4Aにアップデートすることになった。

2.3　WRC-19議題7関係

本議題は、衛星網の事前公表・調整・通告・登録手続きについて扱うものであり、他議題とは異なりCPM19-1段階では詳細議題は提起されず、WP4A会合において各主管庁からの入力に基づき課題の抽出を進めている。

課題A（非静止軌道衛星の使用開始（BIU））について、非静止衛星網のBIU要件及び段階的に打上げ割合の条件を設けるマイルストーン手続きの詳細な条件に関する複数案併記のCPMテキスト案がまとめられた。日本から提起していたマイルストーン手続きが適用される際の移行手続きについても盛り込まれた。

今会合では、前回会合に追加された課題M（AP30Bの

新Resolution案)、課題N（AP30B ListのPFDマスク導入、調整軌道弧縮小検討）を課題E及びFの解決法とすることになり、課題Mが課題Eに、課題Nが課題Fに移行した。空き番号となった課題Mに短期間衛星ミッションの規則が追加された。

3. WP4B会合

WP4Bは、IPベースのアプリケーション及び衛星によるニュース中継（SNG）を含むFSS、BSS及びMSSのシステム、無線インタフェース、性能及び信頼性目標に関する問題を扱う作業部会であり、Mr. D. Weinreich（米国）議長の下審議を行った。

3.1 衛星NGAT（Next Generation Access Technology）

2016年10月に開催されたWP4B会合で、ブラジルからIMT-2020（5G網）へ衛星技術を統合するための要素事項を新報告にまとめる提案がされ、IMT-2020_SATから3GPPで利用されている用語であるNGAT_SATに改名されたものである。

今会合では、欧州ESOAによる作業文書から暫定草案への格上げ提案と地上側のGSMAによるSpectrum Usageの記述を削除する提案の寄与文書を基に作業文書の更新が行われた。周波数要求していると誤解を招くSpectrum Usageの具体的な周波数の記述を削除し、暫定草案への格上げが合意された。

次回会合での報告完成に向け、ITU-T、WP5A、WP5Dにコメントの提供を期待するリエゾン文書を発出することが合意された。

4. WP4C会合

WP4Cは、移動衛星業務（MSS）及び無線測位衛星業務（RDSS）の軌道及び周波数有効利用に関する問題を扱う作業部会であり、KDDI（株）河合氏が議長を務めた。

4.1 WRC-19議題9.1課題9.1.1（2/2.2GHzにおける衛星IMT）

本課題は、1885−2025MHz/2110−2200MHz帯において、地上IMTと衛星IMTの同一帯域・隣接地域での共存のための研究をWP5DとWP4Cが共同で進めている。

今会合では、WP5Dからのリエゾン、各国からの入力文書に基づき、WP5Dから送付されたCPMテキスト案の最終化を行った。前会合に続き、非静止衛星との共用が焦点となり、長時間の審議に及んだ。日本から、1980−2010MHz帯地上系IMTから衛星系IMTへの干渉低減策として、現実的な基地局配置を考慮した干渉解析によって干渉量が低減される結果を示した。

審議の結果、衛星IMTを重視するインマルサット、中国、パプアニューギニアの主張である「1980−2010MHz帯地上系IMTから衛星系IMTへの干渉低減策の実施により、超過干渉を部分的に低減することはできるものの完全には除去できない」という見解と、日本、アメリカの主張である「干渉軽減策の実施により、超過干渉を完全に除去できる」という見解が併記された。

新勧告/報告草案に向けた作業文書については、CPMテキスト案の最終化を優先したため十分な審議時間をとることができず、次回会合に継続審議となった。

4.2 1.5GHz帯におけるIMTとMSSの共存性

WRC-15において、1427−1518MHz帯がグローバルにIMT追加特定されたことを受け、隣接するMSS下り帯域（1518−1525MHz）との共存のための研究をWP5DとWP4Cが共同で進めている。

今会合では、隣接帯域のIMTからの干渉に対する保護基準を審議した。FSSの場合、同一帯域の他一次業務には、システム雑音の6%（干渉/雑音比（I/N）：−12.2dB）の干渉を許容する条件で共用検討を行うことが多いが、本件のようなMSSに対する隣接帯域業務からの干渉保護基準は定められていない。I/N＝−6 ～−20dBの範囲で種々の値が前会合のまま併記され特に議論はなかった。今会合ではインマルサットからの入力である現行の地球局の特性ではなく改善された次世代の地球局の特性を適用することの是非が主な議論であった。IMT側で解決すべきという意見があったため、議論の結果、インマルサットの入力文書は反映されるとともに上記意見を残し、継続審議となった。

4.3 WRC-19議題1.8（GMDSSの近代化及び新たな衛星プロバイダ）

本議題は、IMOがHIBLEO-2（イリジウム衛星）にて使用される1616−1626.5MHz帯を全世界的な海上遭難・安全システム（GMDSS：Global Maritime Distress and Safety System）として利用するための、RR規定整備を検討するもの。周波数新規分配の可能性を含め、技術事項はWP4Cの所掌となっている。

CPMテキスト案は既にWP 5BからCPMチャプター・ラ

ポーターに送られていることから、新報告草案M.［GMDSS-SATREG］に向けた作業文書について審議が行われた。

背景の章に2018年5月のIMO MSC99会合にてイリジウム衛星システムがGMDSSとして認証されたことが反映された。また、前会合と同様にHIBLEO-2のダウンリンクが二次業務であることに懸念が示され、二次業務で安全通信が扱えるのかとの意見があったため、米国とカナダが主張する「このシステムは時分割多重方式（TDD）を使用していることに特徴があり、アップリンク（地球から宇宙）が一次分配であるため、同じ周波数を使用するダウンリンクも保護される」との見解と、ドイツ、スイスが主張する「二次分配であり他業務から干渉保護されずシステムとして機能が保証されないため、GMDSSとして使用するには一次分配が必要」との2つの見解が併記された。

5. おわりに

今会合は本研究会期の5回目の会合となり、CPMテキスト案の締め切りの会合となった。ESIM、IMTと衛星の共存性、WRC-19議題に関して、白熱した審議が展開された。特にCPMテキスト案の最終化に際しCPM19-2やWRC-19を見据えて、併記された異なる見解に対し少しでも自国に有利にしようとするための白熱した審議が展開された。CPMテキスト案は最終化されたが、その根拠となる報告または勧告案については、まだ検討が必要である。特に衛星とモバイル（IMT）の共存性に関しては、多くの周波数にわたった検討が進められているが、干渉保護基準をはじめとする技術特性や運用条件について、さらなる検討が必要である。これらの課題の検討を通じて、引き続きSG4における我が国のプレゼンスを維持できるよう、今後も継続的な対応を行うことが重要である。

小尾敏夫早稲田大学電子政府・自治体研究所顧問「世界で最も電子政府に影響力のある100人」に選出※

8月8日に英国を拠点とする国際政策シンクタンクApoliticalが「世界で最も電子政府に影響力のある100人（the world's 100 most influential people in digital government）」を報道発表しました。小尾早稲田大学名誉教授はAPEC電子政府研究センター所長として第1回受賞者に日本人では唯1人選ばれました。

小尾氏は国内的にはこの分野ですでに総務大臣賞を2度受賞しており、今回電子政府分野での顕著な貢献が世界的に認められた快挙です。小尾氏は早稲田大学電子政府・自治体研究所所長として13年間世界電子政府ランキングを毎年研究発表し、35項目の標準評価指標の構築は世界中から注目を浴びてきました。2005年からAPEC電子政府研究センター所長としても活躍し、アジア太平洋諸国の電子行政やデジタル化に貢献しています。

なお、受賞者100人は、オーストラリアのターブル首相、国連のシュワインフェスト統計局長、デンマークのロード公共イノベーション大臣、エストニアのエルベス前大統領、ソウル市のウオンスン市長、シンガポールのプチュチェリー情報通信上級大臣、WWW発明者のリー氏などです。発表団体のApoliticalは世界銀行、OECDなど国際機関などと連携して第1回目の100人を選定しました。

※早稲田大学総合研究機構ニュースリリースより抜粋
https://www.waseda.jp/inst/cro/news/2018/08/20/4064/

ITU-T SG2の第3回会合状況

日本電信電話株式会社　一色（いっしき）　耕治（こうじ）

1. はじめに

ITU-T SG2のWP1では、番号や識別子に関して、その管理、ネットワークへの適用、通信サービスへの展開に関わる様々な国際間の課題への取組みを行っている。特に、最近のネットワークのIP化やM2M/IoTサービスの急速なグローバル展開の動向により、番号や識別子にも新たな課題が生じてきている。

2017～2020年会期の第3回SG2会合は、2018年7月4日～13日にジュネーブで開催され、60の国・組織より91名が参加、日本からは日本電信電話株式会社（NTT）より2名が参加し、活発な議論が行われた。

本報告では、番号計画に関わるWP1での状況を報告する。

2. 概況

（1）WP1での主要な議論

WP1の主要な研究課題は、Q1/2（ナンバリング、ネーミング、アドレッシング、識別子計画）、Q2/2（ルーチングと相互運用）、Q3/2（サービス及び運用側面）の3つがあるが、これらが連携して課題の検討を進めている。今回の会合ではWP1の諸課題の中で以下の①～⑬の議論が中心に扱われた。

① IoT番号系勧告（E.IoT-NNAI）の新規作成
② IoT識別子テクニカルレポートの作成
③ E.212識別子（IMSI）の新たな割当/サービス課題
④ 国際間の発番号伝達（勧告E.157）の改版
⑤ 番号誤用へのガイドライン（勧告E.156）の改版
⑥ 国際間での不許容とみなされるトラヒック
⑦ ネットワークのIP化に向けた番号ポータビリティ
⑧ M2M/IoT番号ポータビリティの規制の在り方
⑨ 災害救済通信
⑩ SIMカード等のカード番号を規定する勧告E.118の見直し
⑪ 国番号888（国連の災害救済用番号）の状況調査と今後の進め方
⑫ eCallでの国際共有番号882/883の使用の促進
⑬ IPv6アドレスのプレフィックスでのE.164番号の使用の検討報告

（2）本稿での報告項目

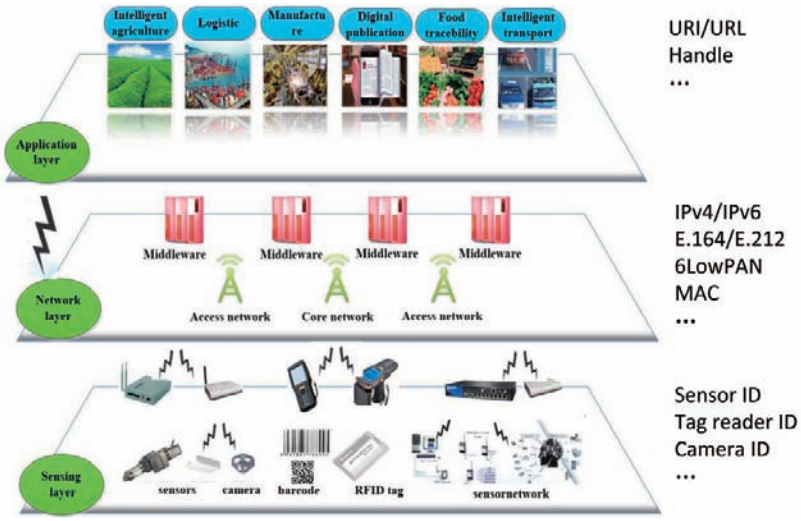
本稿では、以上の①～⑬の議論の中でも、特に今会合で注目されるものについて報告する。まず、①～②に関しては、IoT識別子の課題へも寄書が多く出され議論が進展した。また、③に関しては国際共有IMSIの公衆網以外での用途についての検討の進展が注目される。④～⑥に関しては番号誤用と発番号詐称の課題への寄書が多く出され議論が進展した。また、⑦～⑧についてNTTから番号ポータビリティの勧告改訂に関する寄書が提出され、AT&TからはM2M/IoTでの番号ポータビリティの規制の在り方についての寄書が提出され活発な議論が行われた。⑨についてもNTTから災害救済に関する寄書が提出され、それぞれ議論の進展に貢献した。以下、これらの項目についての状況を説明する。

3. WP1での主要な検討課題の状況

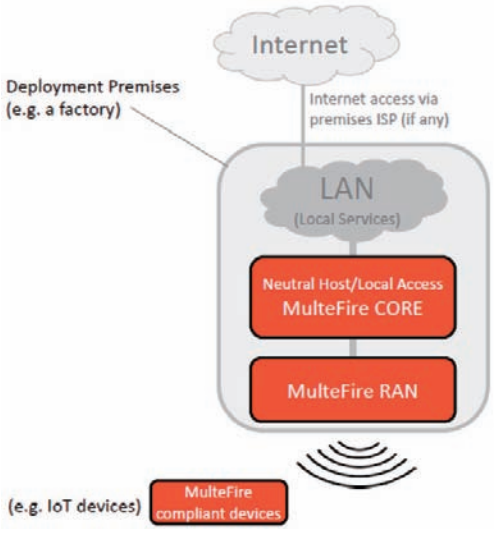
3.1 IoT識別子・新たな番号計画

現在、SG2でのIoT識別子の検討は、IoT/M2M番号の検討を勧告E.IoT-NNAIとしてまとめることが中心である。今会合では、以下のような提案があり、並行してインターネット関連等の様々な組織のIoT識別子全般の調査をテクニカルレポートとしてまとめることと、E.IoT-NNAIでの検討対象は現状の番号体系ベースにとどまらないで進めていく方向となった。

- 中国から、前会合から開始されたIoT識別子のスキームの概観に関するテクニカルレポートのドラフト提示があった。内容は番号のみでなく、インターネット等の周辺の様々な組織のIoT識別子を鳥瞰したグローバルな視点からのIoT識別子に関するものであり、今後、内容を充実させつつ、SG20等へのリエゾン送付を行うといったステップが確認された。**図1**に本レポートの対象範囲を示す。
- さらに中国から、IoTに関する新たな（現行のE.164, E.212…を超えた）番号計画に関する検討（ブロックチェーンなどの新規技術とも関連させる予定）の提案があり、現在検討中のE.IoT-NNAIへの入力とし、IoT用の識別子としてどこまでのものが必要かの分析を行いつつ進めていくことが合意された。
- VISIONng社から、AIOTI（Alliance for Internet of Things Innovation）の検討動向をIoT番号へ反映させる提案が出された。これは、上記テクニカルレポートに反映させていくこととした。



■図1. IoT識別子レポートの対象範囲



■図2. MFAの国際共有MCCの用途

3.2 国際共有IMSIの公衆網以外での用途

(1) MFAからの国際共有IMSIの申込みを受けた新たな勧告の作成

MFA (MulteFire Alliance) から、図2の用途での国際共有IMSIの申込みが出された。携帯網以外の無線帯からのインターネットアクセスに使用され、キャリア網との相互接続やローミング、音声接続の目的ではないと説明された。また、国際共有IMSIを要求する理由は、個別にそれぞれの国のIMSIを要求することによるリソース枯渇への影響等が避けられる点であると説明された。議論では、MFAの申込みは現行のE.212の規定外とされたが、以下を受けて市場での新たな要求に応える方向で、E.212勧告に新たな割当規定を追加する方向とすることで検討を開始した。

・3GPPからはこうした割当てへの懸念は想定されない旨の回答を得た。
・ロシアより、新たな使用方法には、E.212の改定が必要との寄書が提出された。
・米国及びiconectivからはアンライセンス無線帯を用いるCBRS (Citizens Broadband Radio Service) への国内MNCの共用割当が許容され割当要件を策定したとの報告があった。

また、MFAが早期の商用への適用を目途としていることから、新勧告の策定までは、使用期限を3年に限定した暫定コードの割当てにより対応する方向とした。

(2) WGT (World's Global Telecom、ベルギー) からの国際共有IMSIと国際共有番号の要求

WGTから国際共有IMSIと国際共有番号でのトライアル実施の意向が表明された。議論の結果、トライアル用リソース勧告として、IMSIについてはE.212 Annexの新規ドラフト案と、番号についてはトライアル勧告E.164.2の改定ドラフト案が作成され、これをベースにWGTへの割当てを進めることとした。

(3) IMSIの新たな用途/サービス

オレンジ (フランス) より、各国においてもMCCを共有した私設網へのIMSI割当てが出てきている状況から、国際共有E.212番号を私設網用に使用可とする提案が行われた。また、商用目的ではないテスト用のIMSIを設ける提案が行われた。議論の結果、私設網用にはMCC=999を使用してE.212 Appendixを作成し、トライアル用にはMCC=991を

使用してE.212 Annexを作成する方向で進めることとした。

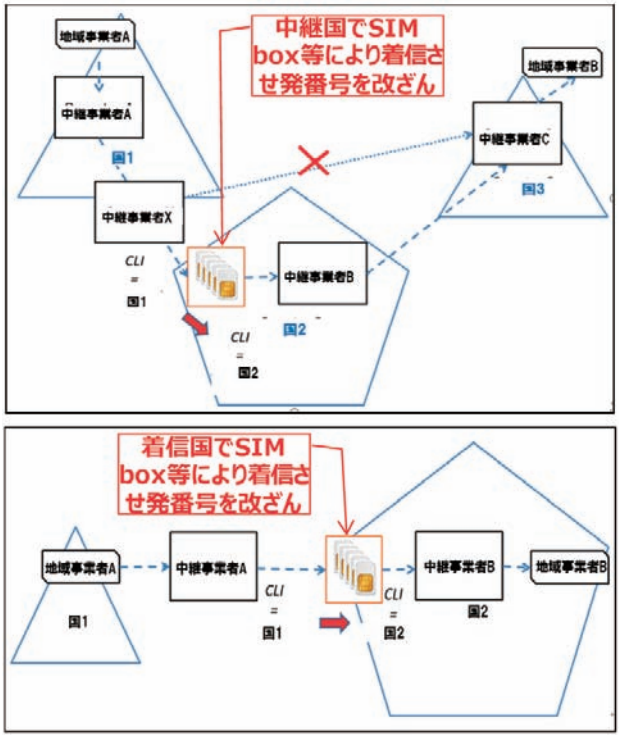
（4）米国国内の動向紹介

米国及び米国でのIMSI管理機関のiconectivからは、米国でのIMSIの割当要件を決定するIOC（ATIS IMSI Oversight Council）により、アンライセンス3.5G無線帯を用いるCBRS（Citizens Broadband Radio Service）へのIMSIの割当てが許容され、割当要件が策定されたことの紹介があった。米国の動向紹介であるが、今後の各国へのインパクトが注目される。

3.3　番号誤用と発番号詐称の課題

国際的な発番号詐称が問題となる中で、勧告E.156（番号誤用）及びE.157（国際発番号伝達）の両勧告は密接に関連するものであり、共通のアドホックが結成され、勧告改定に向けてのそれぞれのベースドキュメントが作成された。なお、エジプトからは、これまで議論のあったSIM-BOX等の問題（**図3**参照）について、規制の観点から検討を進めるために新たなワークアイテムを作成することが提案され、新ワークアイテムの提案書が了承された。

- 前会合で取り上げられた、国際呼バイパスなどの通信詐欺に用いられるSIM-BOXについて今会合でも取り上げられた。SG3からはSIM-BOXによる国際呼バイパスへの経済的なインパクトを検討する新ワークアイテム立ち上げのリエゾンが送られた。また、SG12からもSIM-BOX関連のリエゾンが送られた。
- テレコムイタリアからは、番号の誤用に関するE.156勧告の改定記述の修正に関する寄書が提出された。
- ロシアが被った大量のロボコール的な詐欺情報＋発番号スプーフィング攻撃を受け、対応策の強化について提案が出され、さらに具体的にE.156の改定についての提案が出された。
- エジプトから、これまで議論のあったSIM-BOXの問題について規制の観点から検討を進めるために新たなワークアイテムを作成することが提案された。
- 英国からは、番号誤用のサプリメントの提案、誤用番号の扱い方法に関してのE.156への盛り込み提案が出された。
- ナイジェリアからは、番号及びIMSIの誤用の実例が提出された。
- 英国が国内における検討状況のアウトプットとして、通信プロバイダーが介入して発番号のチェック等を行う方法について紹介し、E.157への盛り込みを提案した。



■図3.　国際SIM-BOXによる番号改ざんの例

3.4　番号ポータビリティ

オールIP化に向けた番号ポータビリティに関しての実例の盛り込みを目的とした勧告（E.164 サプリメント2）の改定への検討をNTT主導で進めている。また、IoT/M2Mサービスでの番号ポータビリティのあり方も検討課題となっている。

（1）E.164 サプリメント2の改定

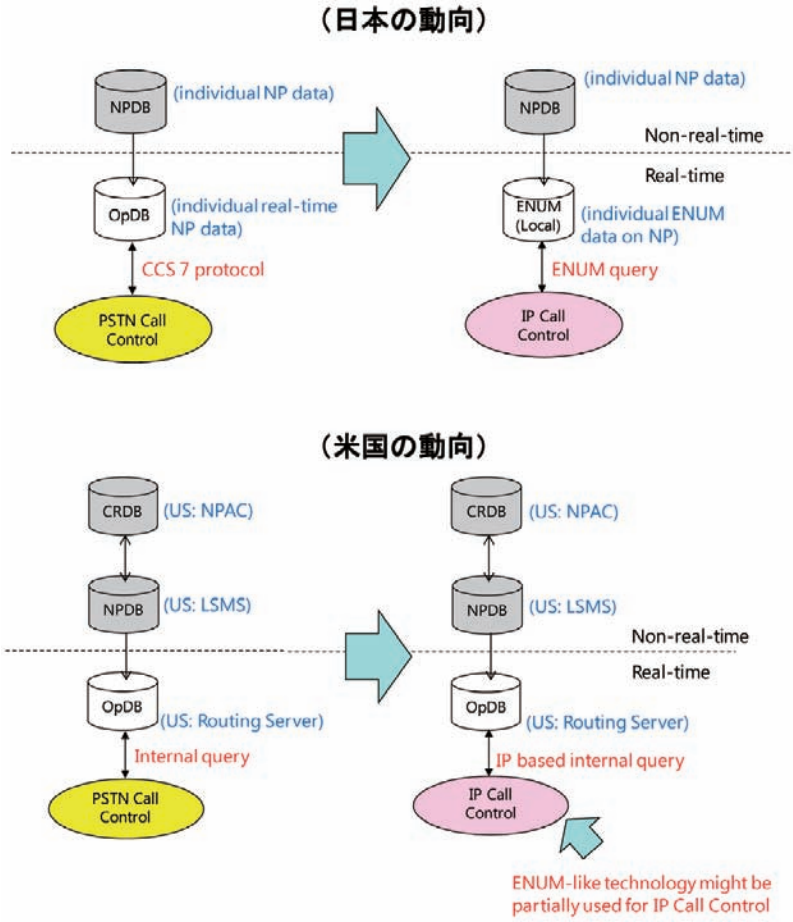
番号ポータビリティに関するE.164勧告サプリメント2の改訂（エディタ：一色（NTT））に向けた事前アンケートの集計によると、ほとんどの国からの回答がオールIP化に向けた番号ポータビリティ方式の決定については未定となっている。こうした状況を受けて、今会合でのNTT提出寄書では、検討進展のために、米国、オランダ、イタリア、日本のエキスパートが協力して各国の検討動向の実例を提供した。本資料は、今後の検討に大変有用な材料であり、E.164勧告のサプリメント2改訂に生かされるものであるとされた。（**図4**に提供された実例のうちの日本と米国の動向を示す。）

（2）M2M/IoT番号ポータビリティの規制の在り方

AT&T（米国）より、IoT/M2Mサービスでの番号ポータビリティの義務化はすべきではないとのコメントが出され、E.164勧告のサプリメント2改訂に向けた今後の課題とされた。

AT&Tの意見の概要は以下のとおり。

- 既に提案されているように（前会合のNTT寄書）、



■図4. IP化に向けた番号ポータビリティの動向（日、米）

IoT/M2Mでの番号ポータビリティには、キャリアスイッチングとエンドユーザポーティングの2種類がある。

・IoT/M2Mでエンドユーザ（デバイス）への番号ポータビリティが必要なユースケースは、あまり見当たらない。

・IoT/M2Mサービスプロバイダーがエンドユーザをまとめてキャリア変更する、キャリアスイッチングのケースはあり得るが、実際にはOTAによるSIM書き換え等に膨大なコストがかかるため現実的ではない。

3.5 災害救済

災害関連の用語勧告E.td-drについては、コレスポンデンス活動結果の修正ドラフトが合意され、ITU-T及びITU-Rの用語検討委員会（CCVとSCV）及びITU-R SG5にリエゾンを送付することとなった。また本勧告のエディタにNTTの荒木が指名された。本勧告案は次会合までに大きな修正コメントがなければ、次回会合にて凍結することが合意された。

災害救援システムフレームワーク補助文書E.sup.fdr（エディタ：荒木（NTT））に関しては、NTTからの寄書により、APTレポート（災害情報共有システム（Lアラート））に関する情報を追加する提案を行った。議論の結果、NTT提案の修正ドラフトが全面的に認められ、本会合の最新ドラフトとして合意され、ITU-T及びITU-Rの用語検討委員会（CCVとSCV）及びITU-R SG5にリエゾンを送付することとなった。

4. おわりに

電気通信サービスの新たな進展やネットワーク形態の変遷に伴い、番号・識別子が担う役割は変化してきており、SG2での活動も短期課題として即応が必要なものから、中長期にわたる課題の研究まで幅広いものとなっている。特にM2M/IoTサービスの急速なグローバル展開により、短期・中長期双方での課題が生じている。こうした動向を見極めながら、国内的にはＴＴＣ番号計画専門委員会での議論を進めながら、番号・識別子に関わる標準化活動等、積極的な取組みを今後も進めていく。

なお、次回の第4回SG2全体会合は2019年2月19日（火）～28日（木）にジュネーブでの開催が予定されている。

ITU-T SG16 第3回会合報告

ITU-T SG16　副議長
沖電気工業株式会社　通信システム事業本部ネットワークシステム事業部
映像配信事業責任者
山本（やまもと）　秀樹（ひでき）

1. はじめに

今会期の第3回SG16会合は、2018年7月9日～20日にかけて、スロベニアの首都リュブリアナで開催された。本稿では、第3回会合の結果の概要を報告する。

今会合の参加者数は、18か国、10機関から総計131名であった。今会合は、本拠地のジュネーブに近い東ヨーロッパでの会合であったが、アフリカからの参加者が無く、アジアからの参加者が減少した結果、参加者数は前会合より少なかった。

この夏の異常気象で、ジュネーブでも30度を超える日があったが、会合期間中のスロベニアは、昼間でも25度前後、朝晩は半袖では肌寒いぐらいの気候で、猛暑の日本とは異なり過ごしやすい場所であった。今会合では、SG16の活性化を意図して、課題ごとに行っていたワークショップを会合の初日に集め、初日をワークショップの日とするという試みを行った。ワークショップのタイトルは、「マルチメディアアプリケーションとデジタル社会の未来（Multimedia applications and the future of digital society）」とした。

今会合で、審議された寄書は114件（前回122件）、処理された一時文書は266件（前回303件）であった。今会合でコンセントされた勧告数は33件（前回26件）、承認された文書は3件（前回7件）と、前回の成果と比較すると勧告数では増加がみられる。コンセントされた勧告及び承認されたドキュメントのリストを、それぞれ**表1**、**表2**に示す。なお、凍結、決定、あるいは削除された勧告案はない。発行されたリエゾン文書は28件（前回35件）である。次回会合までに開催される各課題の専門家会合及びワーキングパーティ会合の予定を**表3**に示す。次回会合までの間に、IPTVやデジタルサイネージを所轄しているWP1は、2018年10月26日にジュネーブで中間会合を計画している。このWP1会合では、デジタルサイネージ関係（Q14）の勧告承認を予定している。

■表1．今会合でコンセントされた勧告のリスト

勧告番号 (*)	種別	勧告名	文書番号 (**)	課題番号
H.222.0 | ISO/IEC 13818-1（Ed.7）	改訂	Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information : Systems	TD193	Q11
H.766（ex H.IPTV-MAFR.14）	新規	Lua for IPTV services	TD190R1	Q13
H.783（ex H.DS-AM）	新規	Digital signage : Audience measurement services	TD213R1	Q14
H.785.1（ex H.DS-PISR）	新規	Digital signage : Service requirements and a reference model on information services in public places via an interoperable service platform	TD215	Q14
F.746.7（ex F.IQAS-META）	新規	Metadata for Intelligent Question Answering Service	TD192-R1	Q21
F.743.6（ex F.NG-CDN）	新規	Service requirements for next generation content delivery networks	TD191-R2	Q21
F.746.8（ex F.USMReqs）	新規	Requirements for unified application and network status monitoring	TD230-R1	Q21
H.626.3（ex H.VSSIArch）	新規	Architecture for visual surveillance system interworking	TD225	Q21
F.743.5（ex F.CDNFI）	新規	Framework and interfaces for multimedia content delivery network	TD226	Q21
H.626.4（ex H.P2PVSArch）	新規	Architecture for point-to-point visual surveillance system	TD222	Q21
F.921	改訂	Audio-based indoors and outdoors network navigation system for persons with vision impairment	TD224	Q26
F.791	改訂	Accessibility terms and definitions	TD227	Q26
H.820	新規	Conformance of H.810 personal health system : Conformity Assessment Test Plan	TD176	Q28
H.830.13	新規	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Services interface Part 13 : Capability Exchange : Health & Fitness Service sender	TD177	Q28
H.830.14	新規	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Services interface Part 14 : Capability Exchange : Health & Fitness Service receiver	TD178	Q28

H.830.15	新規	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Services interface Part 15 : FHIR Observation Upload : Health & Fitness Service sender	TD179	Q28
H.830.16	新規	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Services interface Part 16 : FHIR Observation Upload : Health & Fitness Service receiver	TD180	Q28
H.845.17	新規	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 5Q : Power status monitor	TD181	Q28
H.841	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 1 : Optimized Exchange Protocol : Personal Health Device	TD182	Q28
H.842	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 2 : Optimized Exchange Protocol : Personal Health Gateway	TD183	Q28
H.843	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 3 : Continua Design Guidelines : Personal Health Device	TD184	Q28
H.844	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 4 : Continua Design Guidelines : Personal Health Gateway	TD185	Q28
H.845.2	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 5B : Glucose meter	TD186	Q28
H.846	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 6 : Personal Health Gateway	TD187	Q28
H.849	改訂	Conformance of ITU-T H.810 personal health system : Personal Health Devices interface Part 9 : Transcoding for Bluetooth Low Energy : Personal Health Devices	TD188	Q28
F.780.1（ex F.Med-UHF）	新規	Framework for telemedicine systems using ultra-high definition imaging	TD232	Q28
H.870（ex F.SLD）	新規	Guidelines for safe listening devices/systems	TD231-R1	Q28
H.265.1（V3）	改訂	Conformance specification for ITU-T H.265 high efficiency video coding	TD228	Q6
T.88 | ISO/IEC 14492-2（V2）	改訂	Information technology - Lossy/lossless coding of bi-level images	TD195	Q6
G.722.2（2003） Annex C（2017）Cor.1	訂正	Corrections to Table C.3	TD212	Q7
H.430.1（ex H.ILE-Reqs）	新規	Requirements for Immersive Live Experience（ILE）services,	TD219	Q8
H.430.2（ex H.ILE-FW）	新規	Architectural framework for immersive live experience（ILE）services,	TD220	Q8
H.430.3（ex H.ILE-SS）	新規	Service scenario of immersive live experience,	TD221	Q8

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

■表2. 今会合で承認されたその他のドキュメント

勧告番号	文書種別	種別	文書名	文書番号(*)	課題番号
FSTP-ANS-Checklist	技術文書	新規	Compliance procedure and requirements for audio-based indoor and outdoor network navigation system for persons with vision impairment	TD223	Q26
FSTP-RCSO	技術文書	新規	Technical Paper : Overview of remote captioning services	TD229	Q26
HSTP-DIS-UAV	技術文書	新規	Technical Paper : Use cases and scenarios for disaster information service using unmanned aerial vehicles	TD194-R3	Q21

（*）TD○○○の正式名称は、SG16-TD○○○/PLEN

■表3. 次回のSG16会合までに開催予定の専門家会合、ワーキングパーティ会合

会合名(*)	開催期間	開催地	会合内容	状態(**)
Q13	2018年10月22−26日	ジュネーブ	他期間との調整、勧告草案の審議	P
Q14	2018年9月10−14日	電話会議／電子メール会議	勧告草案の審議、寄書審議	P
Q14	2018年10月22−26日	ジュネーブ	勧告草案の審議、寄書審議	P
Q21	2018年11月19−21日	Xiamen（中国）	勧告草案の審議、寄書審議	C
Q24	2018年11月19−21日	Xiamen（中国）	勧告草案の審議、寄書審議	C
Q26	2018年11月5−9日	ジュネーブ	勧告草案の審議、寄書審議	C

Q26	2019年1月または2月	未定	勧告草案の審議、寄書審議	P
Q27	2018年11月5−9日	ジュネーブ	勧告草案の審議、寄書審議	C
Q28	2018年11月5−9日	ジュネーブ	勧告草案の審議、寄書審議	C
Q28	2019年1月または2月	未定	勧告草案の審議、寄書審議	P
Q6	2018年9月4−6日	ジュネーブ	− H.265.1（V3）のAAPの過程で出たコメント対応。未来のビデオ標準開発に関する議論 − リファレンスソフトウェアと適合性試験に関する議論 − MPEG, JPEGなどとの今後の進め方。 − Q6, JCT-VC、JVETの今後の協力体制の進め方	C
Q6 & JCT-VC & JVET	2018年10月3−12日	マカオ（中国）(***)	上記の項目の継続審議	C
Q6	2018年11月13−15日	ジュネーブWG11と共催）	上記の項目の継続審議	C
Q6 & JCT-VC & JVET	2019年1月8−18日	マラケッシュ（モロッコ）(***)	勧告草案の審議、寄書審議	C
Q8	未定	未定	勧告草案の審議、寄書審議	P
WP1	2018年10月26日	ジュネーブ	勧告の承認	C

（*）Q○は専門家会合、WP○はワーキングパーティー会合。　（**）P−計画中、C−確定。
（***）ISO/IEC JTC 1/SC29/WG11と共催

2. 主要な成果

2.1　全体

初日のワークショップ「マルチメディアアプリケーションとデジタル社会の未来（Multimedia applications and the future of digital society）」はITUの欧州地域オフィスとの協賛で行われた。ワークショップは、スロベニアのBoris Koprivnikar大臣の開会挨拶で始まり、様々な分野から全体では23件の発表が行われた。分野としては、デジタル文化、マルチメディアを用いたAI、車載上のマルチメディア、e農業を含むeサービス、超高臨場感環境（ILE）及びIPTVに関する発表が行われた。日本からはNTTの岩田氏から農業におけるICT利用の可能性と、NTTの外村氏・今中氏から超高臨場感システムとその標準化に関する発表がなされた。発表資料は、SG16のホームページからリンクが張られている*。

今回、新たに2つのフォーカスグループと2つの課題の設立が決まった。フォーカスグループは、「健康に関するAI（Focus Group on Artificial Intelligence for health）」と、「車載マルチメディア（Focus Group on Vehicular Multimedia）」であり、両方ともSG16を親組織として設立された。新しい課題は、「AI応用マルチメディアアプリケーション（Artificial Intelligence-enabled multimedia applications）」と、「分散電子台帳とeサービス（Distributed Ledger Technology and e-services）」である。それぞれで、WP3とWP2の下の課題として設立される予定である。新規課題に関しては、12月のTSAG会合でのレビューを受け、2019年3月の第4回SG16会合において正式に設立されることになる。**表4**に新フォーカスグループと課題の一覧を示す。

■表4. 第3回SG16で承認された新フォーカスグループ（FG）と新課題

種別	略称	名称	議長・ラポータ	文書番号(*)	備考
FG	FG AI4H	Focus Group on Artificial intelligence-enabled multimedia applications	Thomas Wiegand（Fraunhofer HHI, Germany）	TD196	存続期間2年
FG	FG VM	Focus Group on Vehicular Multimedia	Jun Harry Li（TIAA, China）	TD197	存続期間2年
課題	Q.MM-AI	Artificial intelligence-enabled multimedia applications	Wang Yuntao（CAICT, China）	TD198	Q5/WP3
課題	Q.MM-DLT	Distributed ledger technologies and e-services	未定(**)	TD199-R2	Q22/WP2

（*）TD○○○の正式名称は、SG16-TD○○○/PLEN。
（**）第4回会合時の臨時ラポータとして、FG-DLTの副議長兼Q21/16ラポータのWei Kai氏（CAICT, China）を任命。

＊　https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/20180709/Pages/default.aspx

2.2 ビデオ符号化（Q6/WP3）

本会合では2つの作業項目の改訂版の作業が完了した。1つは、H.265.1の第3版であり、H.265のデコーダの標準に対する適合性を調べるためのテスト信号のセットの修正に関するものである。もう1つは、ISO/IEC JTC1/SC29との共同作業を行っている、二値画像のロス有・ロス無の符号化の標準の第2版である（ITU-T T.88 | ISO/IEC 14492-2（V2））。

会合の期間中、ISO/IEC JTC1/SC29との「H.265より高効率な符号化」を検討する共同ビデオ専門家チーム（Joint Video Expert Team, JVET）と、ビデオ符号化のための共同協調チーム（Joint Collaborative Team on Video Coding, JCT-VC）が開催された。

H.265の次の符号化技術は、Versatile Video Coding（VVC）と呼ばれている。

2.3 Eヘルス（Q28/WP2）

WHO（世界保健機構）によれば、世界で11億人もの若者が聴覚障害を引き起こす危険性があると言われている。スマートフォンなどポータブル音楽プレーヤの発展途上国を含めた世界的な普及に伴い、イヤホン、ヘッドホンを通した音楽視聴により、若年層の難聴者の急速な増加が深刻になっている。この問題に対し、WHOと共同で進めていた、安全な視聴のためのデバイスとシステムに関する勧告化作業が完了した（H.870）。この勧告は、音楽プレーヤを安全に用いるための技術基準を記載している。

前回の会合では、個人用健康機器に関するコンテニュア設計ガイドライン（Continua Design Guideline、以下CDG）の第3版（2017年版）に対応した適合性試験の標準文書として、H.820～850シリーズの新規5件と、更新7件の合計12件の作業を完了し勧告承認を行った。これらは、“Keratin”と名付けられた2017年版CDGの伝送方式に関するものであり、ヘルスとフィットネスサービスの送信・受信に関する新規の勧告とゲートウェイなどの改訂が含まれている。

前回の会合で勧告化されたH.861.0（ex H.MBI-PF）はマルチメディア脳情報の交換のためのプラットフォームの要求条件を規定していると同時に、そのプラットフォーム上で、マルチメディア脳情報を交換する場合の概念的なエコシステムについても記述している。今回、これの改訂版の作業が開始された。

2.4 IPTVとデジタルサイネージ（Q13、Q14/WP1）

IPTVに関しては、ブラジルのデジタル放送やIPTVで使用されているマルチメディアフレームワークである、Luaが勧告化された（H.766）。Luaは汎用スクリプト言語として、様々な製品に組み込まれている。

デジタルサイネージに関しては、デジタルサイネージ用の視聴情報収集に関する勧告が承認された（H.783）。さらに、日本から提案していた、公共の場での情報提供にデジタルサイネージを使用するためのサービス要求条件と参照モデルに関する勧告が承認された（H.785.1）。なお、デジタルサイネージの表示デバイスの制御に関する作業項目に関しても内容の進展があり、2018年10月に予定されている中間のWP1会合での勧告承認を目指して作業を進めることになった。

2.5 超臨場感体験（Q8/WP3）

超臨場感体験に関しては、初めて勧告の承認がなされた。今回承認された勧告は、3件で、超臨場感体験を提供するサービスのための要求条件（H.430.1）、アーキテクチャのフレームワーク（H.430.2）及びサービスシナリオ（H.430.3）である。また、ILEシステムのためのMMTのサービス設定、メディア伝送プロトコル及び信号情報の勧告草案（H.ILE-MMT）に関しては、内容の進展があった。

2.6 アクセシビリティとヒューマンファクター（Q26/WP2）

アクセシビリティに関しては、2件の技術文書と2件の勧告の改訂が承認された。技術文書は、遠隔字幕サービスの概要に関するもの（FSTP.RCSO）と視覚障害者向け音声による屋内外のネットワークナビゲーションシステムのための適合性手続きと要求条件（FSTP-ANS-Checklist）である。改訂された勧告は、アクセシビリティサービスで用いる語彙に関するもの（F.791 Rev.）と、視覚障害者のためのナビゲーションに関するもの（F.921 Rev.）である。

本会合では新規1件と改訂版3件の作業項目を立ち上げた。新規は、視覚障害者向け情報サービスシステムに関するものである（F.ACC-ISSVReq）。改訂版の3件は、IPTVシステムのためのアクセシビリティプロファイル（H.702 Rev.）、アクセイシブル会議（FSTP.ACC-AM Rev.）及び遠隔参加者（FSTP.ACC-RemPart Rev.）である。

2.7 ITS（Q27/WP2）

ITS関連では、上述の車載マルチメディアのフォーカスグループの設立以外に、新たな作業項目として、AIを用いたマルチメディア通信を可能とする車両システム（F.VS-AIMC）が設立された。また、ITS関連の各種標準化団体の調整を行う

CITS（Collaboration on ITS Communication Standards, ITSに関連する情報通信標準における協調活動）に対するSG16の代表として、著者が任命された。

2.8　マルチメディア伝送（Q11/WP1）

ほとんどの地上波や衛星波の放送で使用されているマルチメディアのデジタル伝送の勧告H.222.0｜ISO/IEC 13818-1の第7版が承認された。第7版は、第6版、承認済の第6版の修正1「JPEG2000ビデオの伝送のための、超低遅延と4K以上の高解像度のサポート」、承認前の修正2「MPEG-2 TS上でのメディアの統合用の時刻の付与されたメタデータの伝送方法とその例示」及び承認前の修正3「MPEG-2 TSシステム上のHEVCタイルの伝送方法」を統合したものである。

2.9　音声コーデック（Q7/WP3）

G.722.2は、3GPPのAdaptive Multi-Rate（AMR）をベースとするマルチレートの広帯域音声符号化方式AMR-WB（Adaptive Multi-Rate Wideband）と技術的に同一の勧告である。前回の会合では、G.722.2の最新版V14のためのテストシーケンスに関するC言語のコードの修正を行った実装ガイドの修正が承認された。この実装ガイドの修正と様々な修正を行った修正版を承認した（G.722.2（2003）Annex C（2017）Cor.1）。

2.10　自然言語処理（Q21/WP1）

自然言語処理関係では、知的質疑応答システムのためのメタデータの勧告草案が承認された（F.746.7）。

2.11　ユーザインタフェース（Q24/WP2）

ユーザインタフェースに関しては、発話/自然言語処理技術に基づくeサービスのためのユーザインタフェースの要求条件とフレームワーク（F.UI-SH）、ICTによる睡眠管理サービスモデルのための要求条件とフレームワーク（F.HF-SLM）及びブロックチェーンに基づくヒューマンファクターサービスモデルのための要求条件とフレームワーク（F.HF-BC）の作業項目が立ち上がった。

2.12　コンテンツデリバリネットワーク（CDN）（Q21/WP1）

CDNに関しては、次世代CDNのためのサービス要求条件（F.743.6）、マルチメディアCDNのためのフレームワークとインタフェース（F.743.5）及びユニファイドアプリケーションとネットワーク状態監視のための要求条件（F.746.8）の3件の勧告が承認された。

2.13　映像監視（Q21/WP1）

映像監視に関しては、映像監視システムの相互接続のためのアーキテクチャ（H.626.3）とポイントツーポイント映像監視システムのアーキテクチャ（H.626.4）が承認された。

2.14　無人航空機と緊急性（Q21/WP1）

無人航空機を使った災害情報サービスのユースケースとシナリオに関する技術文書が承認された（HSTP-DIS-UAV）。

3. 平行して開催された会議

3.1　JCT-VC及びJVET

いつものとおりSG16がホストをする形でISO/IEC JTC1/SC29/WG11（MPEG）との間で、ビデオコーディングの拡張に関するJCT-VCとJVETのセッションが行われた。

3.2　その他の会合

その他、以下の会合が行われた。

・MPEG会合（7月16～20日）
・JCA MMeS会合（7月12日）
・マルチメディアアプリケーションとデジタル社会の未来ワークショップ（7月9日）

4. おわりに

これまでテーマ単位で個別に開催していたワークショップを初日に集めることによって、参加者間で広く情報を共有することができたと思われる。今回は、本会期になって初めての新フォーカスグループ（健康に関するAI、車載マルチメディア）と新課題（AI応用マルチメディア、分散電子台帳とeサービス）に関する提案があり、全て承認された。今後、これらに関する標準化活動の進展が期待される。

次回の会合は、ジュネーブで2019年3月19～29日に開催される予定である。第2週は、ISO/IEC JTC1/SC29のWG1（JPEG）とWG11（MPEG）が同じ場所で開催される。日本からより多くの寄書が提出され、活発な会議となることを期待している。

ジュネーブにおける携帯電話事情

在ジュネーブ日本政府代表部 一等書記官　加藤（かとう）　義行（よしゆき）

1. はじめに

ジュネーブには数多くの国際機関が所在しており、国際電気通信連合（ITU）にも毎年多くの出張者が訪れる。総務省関係者だけでも年間100名程度、民間企業の方々を含めた日本団全体では、延べ数百名の方々が出張で当地を訪れる。

出張者の多くがポケットWi-Fiを持参してスイス国内でのデータ通信を確保しているが、近年、SIMフリー携帯を持参して現地SIMを購入する出張者も増えている。2017年6月にはEU加盟28か国域内での国際ローミング手数料が原則無料化（スイスは対象外）されたことも受け、国際ローミング料金も大きな変化が起きており、現地SIMを利用する割合は今後も増えることが予想される。ジュネーブはご存じのとおりスイスの最西端にあり、フランスまではバスを利用して10分程の所に位置することから、国際ローミング料金も含めた当地SIM情報を、本コラムではまとめることとしたい。

なお、本コラムにて記載する情報はあくまでも当方が調査した掲載時点での情報となることを、あらかじめご了承いただきたい。

2. SIMカード事情

スイス国内の3大キャリアとしては、Swisscom、Sunrise、Salt Mobileがある。これに加え、多くの格安SIM提供事業者が混在している構図である。このコラムでは、実際に私の周辺や出張者が多く使用しているキャリア、空港や街中などでの購入のしやすさを考慮して選出した情報を記載する。

料金は、通話やSMS等がセットになったパッケージや毎月定額支払いプラン等、様々なキャンペーンもあり、料金プランが複雑なため、あくまでもPrepaidの基本パッケージ情報（データ通信）を中心にまとめることとする。

SIMの使用一例としては、20スイスフラン（CHF）のデポジットの入ったSIMを購入、1か月500MBのデータパッケージを10CHFで申込み、残金10CHFで出張中の通話・SMSをまかなうといった形が想定される。なお、データパッケージの申込み／解除は、SMSを特定番号宛に送信することによりできるケースが多い。

なお、注意点として、携帯電話の「モバイルデータ通信」は「データ通信パッケージ」を申し込んでからオンに、「海外ローミング」は「ローミングデータ通信パッケージ」を申し込んでからオンにすることをお伝えしておく。（データパッケージ以外の基本料金は、非常に割高な料金体系となっているため。）また、使用後（帰国時）は、申し込んだデータパッケージの解除も忘れずに。

（1）Swisscom

スイス最大手の携帯キャリア。コルナバン駅などSwisscom店舗にてSIMを購入することが可能。19.9CHFで、20CHF分デポジットされたSIMを購入できる。

【通話】

スイス国内通話　0.29CHF/min、1回の通話の上限は0.87CHF（ただし120分まで）。

主要ヨーロッパ諸国への通話　1.10CHF/min

日本への通話　1.30CHF/min

【データ通信（スイス国内）】

デフォルトでは、1日2CHF（1か月で10GBを超えると速度が遅くなる。）。

■表1. スイス国内データ通信パッケージ

データ量	金額	速度
500MB	CHF8.9/30days	10Mbit/s
1.5GB	CHF19.9/30days	10Mbit/s
5GB	CHF5/day	50Mbit/s

【データ通信（ローミング：ヨーロッパ諸国）】

デフォルトは10MBごとに4.5CHF。

■表2. 主要欧州諸国ローミングデータ通信パッケージ

データ量	金額
200MB	CHF7.9/30days
1GB	CHF19.9/30days
3GB	CHF49.9/30day

【SMS】
スイス国内SMS　0.15CHF

（2）Sunrise
スイス第2位の大手携帯キャリア。コルナバン駅などのSunrise店舗やLa PosteにてSIMを購入することが可能。19.9CHFで、20.0CHF分デポジットされたSIMを購入できる。

【通話】
スイス国内通話 0.30CHF/min、1回の通話の上限は0.60CHF（ただし120分まで）。すなわち、2分～120分の通話は0.60CHFとなる。
主要ヨーロッパ諸国への通話　0.80CHF/min
日本への通話　1.00CHF/min

【データ通信（スイス国内）】
デフォルトでは、1日1.20CHF（1日20MBを超えると速度が遅くなる。）。

■表3. スイス国内データ通信パッケージ

データ量	金額	速度
250MB	CHF7.50/month	ダウンロード：100Mbit/s アップロード：50Mbit/s
1GB	CHF15/month	
3GB	CHF30/month	
5GB	CHF45/month	
10GB	CHF80/month	

【データ通信（ローミング：ヨーロッパ諸国）】
デフォルトは1MBごとに1CHF。

■表4. 主要欧州諸国ローミングデータ通信パッケージ

データ量	金額
100MB	CHF9/month
2GB	CHF29/month

【SMS】
スイス国内SMS　0.20CHF

（3）Salt
スイス第3位の大手携帯キャリア。元Orange。コルナバン駅などのSalt店舗やLa Poste等にてSIMを購入することが可能。10CHFで、20.0CHF分デポジットされたSIMを購入できる。

【通話】
スイス国内通話は、1回0.49CHF。ただし60分まで。
主要ヨーロッパ諸国への通話 0.25CHF/min（携帯電話）、0.03CHF/min（固定電話）
日本への通話 0.25CHF/min

【データ通信（スイス国内）】
デフォルトでは、1日1.99CHF（速度制限なし）。

■表5. スイス国内データ通信パッケージ

データ量	金額
20MB	CHF1/month
100MB	CHF3/month
500MB	CHF9/month
1GB	CHF15/month

【データ通信（ローミング：ヨーロッパ諸国）】
デフォルトは1MBごとに2.95CHF。

■表6. 主要欧州諸国ローミングデータ通信パッケージ

データ量	金額
1GB	CHF18.95/month
5GB	CHF68.95/month

【SMS】
スイス国内SMS 0.12CHF

（4）yallo
Sunrise傘下の格安SIM事業者の一つ。マイナーな会社ではあるが、私の周辺で格安SIMを利用している中では最も使用割合が多い。La PosteやFust、Inter Discountといった電気店等にてSIMを購入することが可能。20CHFで、20.0CHF分デポジットされたSIMを購入できる。

【通話】
スイス国内通話　0.25CHF/min、yallo同士は1回の通話で0.25CHF。
主要ヨーロッパ諸国への通話　0.25CHF/min
日本への通話　0.25CHF/min

【データ通信（スイス国内）】

デフォルトでは、10MBごとに0.25CHF（速度制限なし）。

■表7．スイス国内データ通信パッケージ

データ量	金額
250MB	CHF5/month
500MB	CHF10/month
1GB	CHF 15/month
無制限	CHF 40/month

【データ通信（ローミング：ヨーロッパ諸国）】

デフォルトは1MBごとに2CHF。

■表8．主要欧州諸国ローミングデータ通信パッケージ

データ量	金額
100MB	CHF5/7days
1GB	CHF30/30days
3GB	CHF60/30days
10GB	CHF80/30days

【SMS】

スイス国内SMS　0.25CHF

■写真．Geneva空港における販売所

(5) Lebara Mobile

Sunrise傘下の格安SIM事業者の一つ。Geneva空港にSIMの販売所があることが特徴。SIM発行手数料が10CHFかかる。なお、SIM購入時にデータ通信パッケージ等の申込みも発売所にて行うことができる。（他の会社と同様、ネット経由にて自分で申し込む事も可能。）

【通話】

スイス国内通話　1.5CHF/30min

主要ヨーロッパ諸国への通話　1CHF/10min

日本への通話　1CHF/10min

【データ通信（スイス国内）】

デフォルトでは、1日1.5CHF（1日60MBを超えると速度が遅くなる。）。

■表9．スイス国内データ通信パッケージ

データ量	金額
120MB	CHF4.90/month
1GB	CHF14.9/month
3GB	CHF29.9/month
5GB	CHF44.9/month
10GB	CHF79.9/month

【データ通信（ローミング：ヨーロッパ諸国）】

デフォルトは1MBごとに10CHF。

■表10．主要欧州諸国ローミングデータ通信パッケージ

データ量	金額
100MB	CHF5/7days
1GB	CHF30/30days
3GB	CHF60/30days
10GB	CHF80/30days

【SMS】

スイス国内SMS　0.15CHF

(6) M-Budget

Swisscomの回線を借り受けて格安SIMを提供しているMVNOの一つ。名前のとおり、スイス国内の最大手スーパーMigrosもしくはLaposteにてSIMを購入することが可能。19.8CHFで、15.0CHF分のデポジット及び100MB分のデータ

量が入ったSIMを購入できる。HPは、フランス語、イタリア語、ドイツ語表記しかないため、少しハードルが高い。

【通話】

スイス国内通話　0.28CHF/min

主要ヨーロッパ諸国への通話　0.28CHF/min

日本への通話　0.28CHF/min

【データ通信（スイス国内）】

デフォルトでは、1MBごとに0.28CHF。毎月10MB分は無料でついてくる。

■表11．スイス国内データ通信パッケージ

データ量	金額	備考
300MB	CHF9.8/30days	通話30分、SMS30通分含む
1.5GB	CHF12.8/30days	
2GB	CHF28.8/30days	通話2000分、SMS2000通分含む

【データ通信（ローミング：ヨーロッパ諸国）】

デフォルトは10MBごとに4.5CHF。

■表12．主要欧州諸国ローミングデータ通信パッケージ

データ量	金額
200MB	CHF7.9/30days
1GB	CHF19.9/30days

【SMS】

スイス国内SMS　0.10CHF

(7) Free Mobile【番外編】

フランスの格安SIMを提供する携帯電話事業者としてここ最近、話題になっている通信事業者。詳細は後述するが、基本プランとしてフランス国内100GBに加え、ヨーロッパ+αの各国ローミング25GBまでを含んで月々19.9ユーロという、破格の料金でサービスを提供している。これまでスイスはこのローミング枠の国に含まれていなかったが、現在は含まれるようになったため、SIM候補の番外編として掲載させていただく。

SIMの購入は、専用自動販売機にて可能（SIM発行手数料は10ユーロ）。Genevaの最寄りとしては、フランスのGexとDivonneに自動販売機がある。GexへはFバスを利用してアクセスが可能。Free MobileのHPにて、自動販売機の設置場所を調べる事ができる。SIMカードは、「有効期限なし」と「1か月有効」の2種類から選ぶ事ができる。なお、HPや自動販売機の言語はフランス語のみであるため、少々ハードルが高い。

主な料金プランは、以下の2種類。

(a) 1か月2ユーロプラン

【通話】

フランス国内2時間までの通話料を含む。スイス国内通話料金は、0.22ユーロ/分。着信時は、0.05ユーロ/分。

【SMS】

フランス国内でSMS使い放題。スイス国内は、送受信1通あたり0.06ユーロ。

【データ通信】

フランス国内50MB/月、超過分は1MBあたり0.05ユーロ。

【データ通信（スイス国内）】

50MB/月（フランス国外ローミング枠）、超過分は1MBあたり0.19ユーロ。

(b) 1か月19.99ユーロ

【通話】

フランス国内は、かけ放題。スイス国内通話料金は、0.22ユーロ/分。スイス国内で電話を受信した場合も、0.05ユーロ/分かかる。

【SMS】

フランス国内でSMS使い放題。スイス国内は、送受信1通あたり0.06ユーロ。

【データ通信】

フランス国内100GB/月、超過分は1MBあたり0.05ユーロ。

【データ通信（スイス国内）】

25GB/月（フランス国外ローミング枠）、超過分は1MBあたり0.19ユーロ。

（本稿は筆者の個人的な見解である。）

ITUAJより

お知らせ

ITU全権委員会議は、4年に1度開催されるITUの全構成国の代表が参加するITUの最高意思決定機関であり、事務総局長をはじめとする選挙が行われるほか、2020年から4年間のITUの活動方針、予算の枠組、ITU憲章及び条約の改正等について審議が行われます。前回開催が2014年、韓国 釜山。4年を経た今年、10月29日から11月16日にかけて、アラブ首長国連邦 ドバイにて開催となります。ITUジャーナルでも報告記事を掲載いたしますので、楽しみにお待ちください。

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
〃　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

「あむろちゃぁぁ〜ん!」

総務省　国際戦略局
白江（しらえ）　久純（ひさずみ）

本誌の読者の方々は、なぜICT分野に関わろうと思われたのでしょうか?

えっ、私ですか?　英語、国語が大嫌いで、人間ドッグの血液検査で血を抜かれるだけで意識を失うような人間なので、選択肢があまりなかったものですから(^^;

ですが、この仕事に長く携わっていると、自由な情報流通が民主主義そのものであり、そのためのICT発展に意義を感じるようになりました。

「自由な情報流通」は日本の基本政策ですが、国家（為政者）にとって情報の管理は極めて重要であり、その扱いによって権力の根源にもなれば国家が転覆することにもなり得ます。歴史を振り返れば、情報をいかに管理するか、いかに早く正確に知るか、は井戸端会議レベルの噂から国家レベルの暗号通信まで、大昔から追い求められている永遠の課題だと分かります。もはや人間が処理できない膨大な情報が手に入る今の時代、新たな問題も色々とありますが、人間の基本的欲求である以上、この流れは止まることはないのでしょう。

情報はF2Fで伝わるわけですが、文字が伝達ツールとして有力であるのはご承知のとおりで、印刷技術が大発明と言われるのもうなずけます。もちろんノンバーバルな情報伝達の追求も続けられていますが、古くは本（聖書）や手紙、今はemailやTwitterと、コストパフォーマンスで文字は優れているようです。手書きではなく文字コードで感情も伝えたいと思ったとき、絵文字を始めた日本人には粋な遊び心があるように感じます。Jokeとはまた違う、ほのぼのとした「オチ」の文化に通じる気がします。

今回のとりとめのない内容を表現する適切なタイトルは何か?　本タイトルでバラエティ番組の映像が読者の頭に浮かび、遊び心をもって伝えることを意図したタイトルだと分かってもらえれば成功なのですが。。。ちなみに、本タイトルでググってみると、、、当然のように映像が出てきました。まだコンピュータが遊び心まで理解しているとは思わないですが :-)

ITUジャーナル

Vol.48 No.10 平成30年10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

ITUジャーナル
平成三十年十月一日発行（毎月一回一日発行）第四十八巻第十号（通巻五六六号）

一般財団法人 日本ITU協会